

SANAYİ TİPİ PREFABRİKE YAPILARDA
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI VE
GÜÇLENDİRME

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Nesrin GEYDİRİCİ

501951061

101478

101478

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11 Haziran 2001

Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Haziran 2001

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Turgut ÖZTÜRK

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Metin AYDOĞAN (İ.T.Ü.)

Doç. Dr. Mustafa ZORBOZAN (Y.T.Ü.)

13/07/2001

13/07/2001

23/08/2001

HAZİRAN 2001

ÖNSÖZ

Geçtiğimiz asrın son birkaç yılı içinde meydana gelen şiddetli depremlerin doğurduğu hasarlar, hızla gelişen prefabrikasyon sektöründe yaygın kullanım alanı bulan, çerçeve türü, tek katlı, geniş açıklıklı sanayi yapılarına, soru işareti ile bakılmasına sebep olmuştur. Depremler sonrasında yapılan gözlem ve araştırmalar, dikkatlerin, birleşim detayları ve aşırı yanal ötelenme üzerine odaklanmasını sağlamıştır. Bunun doğal bir sonucu olarak, onarım, güçlendirme ve depreme dayanıklı yapı tasarımı gibi konular gündemin olduğu gibi, bu tezin de içeriğini oluşturmuştur.

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışma sırasında, 1996 yılından beri prefabrike inşaat sektöründe edindiğim bilgi ve deneyimleri derleme ve karşılaştığım uygulamaların da doğruluk derecesini test etme olanağı buldum.

Tez çalışmalarımın çeşitli aşamalarında yardımcı olup, her türlü desteğini esirgemeyen, değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Turgut Öztürk'e teşekkürlerimi sunarım.

Bünyelerinde çalışarak, tecrübe edinme fırsatı bulduğum, prefabrikasyon sektörünün öncülerinden Pekintaş ve Gök İnşaat firmalarındaki mesai arkadaşlarıma ve sayın idarecilerine de teşekkürü bir borç bilirim.

Yine her zaman bana inanan ve beni teşvik eden aileme de buradan sonsuz teşekkürler ediyorum.

HAZİRAN 2001

NESRİN GEYDİRİCİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	ii
KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL OLARAK PREFABRİKE YAPILAR	3
2.1. Giriş	3
2.2. Prefabrike Beton-Betonarme Yapı Elemanları	3
2.3. Prefabrike Betonarme Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajları	6
2.3.1. Avantajlar	6
2.3.2. Dezavantajlar	8
2.4. Prefabrike Betonarme Taşıyıcı Sistemler	9
2.4.1. Taşıyıcı Sistem Elemanları	9
2.4.1.1 Çubuk Elemanlar	9
2.4.1.2 Düzlem Elemanlar	10
2.4.1.3 Kabuk Elemanlar	11
2.4.2. Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması	12
2.4.2.1 Taşıyıcı Duvarlı Sistemler	12
2.4.2.2 Kolon - Kiriş Sistemler	15
2.4.2.3 Kolon – Döşeme Sistemler	17
2.4.2.4 Hücre Sistemler	18
2.4.2.5 Karma Sistemler	18
2.5. Öngerilmeli Beton	18
2.5.1. Öngerilmeli Beton Kavramı	18
2.5.2. Öngerilmeli Betonun Avantajları	20
2.5.2.1 Köprülerde Sağlanan Ekonomi	21
2.5.2.2 Binalarda Sağlanan Ekonomi	22
3. SANAYİ TİPİ PREFABRİKE BİNALARDA DEPREM HASARLARI VE NEDENLERİ	24
3.1. Giriş	24

3.2. Tek Katlı Mafsallı Prefabrike Binalarda Deprem Hasar Türleri ve Nedenleri	25
3.3. Moment Aktarabilen Birleşimlere Sahip Prefabrike Binalarda Deprem Hasar Türleri ve Nedenleri	34
4. SANAYİ TİPİ PREFABRİKE BİNALARIN DEPREM ETKİLERİ ALTINDA DAVRANIŞI	37
4.1. Giriş	37
4.2. Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı	38
4.3. Prefabrike Sanayi Tipi Yapıların Depreme Dayanıklı Tasarımı	39
4.3.1 Yürürlükte Olan Yönetmeliklere Göre Mafsallı Ve Moment Aktaran Çerçevelerin İncelenmesi Ve Hesap Esasları	40
4.3.2 Yük Taşımayan Cephe Panellerinin Hesap Esasları	49
4.3.3 Yeni Yapılacak Prefabrike Binalar için Depremde Görülen Sorunların Giderilmesine Yönelik Çözüm Önerileri	49
5. DEPREMDE HASAR GÖRMÜŞ PREFABRİKE BİNALARIN ONARIM VE GÜÇLENDİRİLMESİ	57
5.1. Giriş	57
5.2. Güçlendirme Gerekleri	58
5.3. Güçlendirme İlkeleri	58
5.4. Güçlendirme Yöntemleri	61
5.4.1 Perde + Diyafram Modeli	61
5.4.1.1 Sisteme yeni perdeler eklenmesi	62
5.4.1.2 Bölme duvarların perdeleştirilmesi	63
5.4.1.3 Çelik diyagonal elemanlarla güçlendirme	66
5.4.1.4 Kolon mantolama modeli	70
5.4.1.4.a Betonarme mantolama	70
5.4.1.4.b Çelik profil iskelet geçirme	75
5.4.1.4.c Çelik kılıf geçirme	75
5.4.1.4.d Yerel onarımlar	77
5.4.2 Temellerin Güçlendirilmesi	80
6. SAYISAL İNCELEMELER	82
6.1. Bir Hasarlı Binanın Deprem Analizi	82
6.1.1. Mevcut Binanın Tanıtılması	82
6.1.2. Yapı Sisteminin Hesabı	83
6.1.3. Hesap Sonuçlarının Değerlendirilmesi	89
6.2. Takviye Edilmiş Yapının Hesabı	91
6.2.1. Güçlendirme Sisteminin Tasarımı	91
6.2.1.1 Tasarımın İçeriği	91
6.2.1.2 Yapıda Görülen Hasarlar	93
6.2.1.3 Yapılan İncelemelerin Değerlendirilmesi	95
6.2.1.4 Onarım ve Güçlendirme	96
6.2.2. Hesap Sonuçlarının Değerlendirilmesi	99
6.3. İncelenen Prefabrik Binanın Depreme Dayanıklı Tasarımı	104
6.3.1. Sistemin Tanıtılması	104
6.3.2. Montaj – Birleştirme ve İşletme Aşamaları İçin Hesap	105

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	107
KAYNAKLAR	109
EKLER	
EK – 1 Yük Taşımayan Cephe Paneli Tasarımı	112
EK – 2 Hasarlı Bina Hesabı	119
EK – 3 Satabilite Çapraz Bağlantı Elemanlarının Hesabı	139
EK – 4 Depreme Dayanıklı Yapı Hesapları	153
ÖZGEÇMİŞ	275



KISALTMALAR

A.B.Y.Y.H.Y.	:1997 Tarihli Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik.
TS-9967	:”Prefabrike Betonarme ve Öngerilmeli Beton Hesap Esasları ile İmalat ve Montaj Kuralları” adlı Türk Standardı
PRESS	:Precast Seismic Structural System
SAP 2000	:”Structural Analysis Program NonLinear Version 7.12” adlı inşaat ve deprem mühendisliği bilgisayar programı.
TS-498	:”Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri” adlı Türk Standardı.
TS-500	:”Betonarme Yapıların Hesap Ve Yapım Kuralları” adlı Türk Standardı.
PCI	: Precast/Prestressed concrete Institute
TPB	: Türkiye Prefabrik Birliği

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 6.1	:	Kolon görelî kat ötelenmeleri.....	90
Tablo 6.2	:	Deprem şiddeti – zemin ivmesi – hasar dağılım ilişkileri....	93
Tablo 6.3	:	Takviyeli bina kolon görelî kat ötelemeleri.....	102



ŞEKİL LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1	Çubuk elemanlar.....	9
Şekil 2.2	Çubuk elemanlar.....	10
Şekil 2.3	Panel elemanlar.....	11
Şekil 2.4	Kabuk elemanlar.....	11
Şekil 2.5	Prefabrike betonarme taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılması	13
Şekil 2.6	Panolu sistemler.....	14
Şekil 2.7	Kuru birleşim.....	15
Şekil 2.8	Islak birleşim.....	16
Şekil 2.9	Mafsallı birleşimler.....	17
Şekil 2.10	Normal betonarme ve öngerilmeli beton.....	19
Şekil 2.11	Öngerme yöntemleri.....	20
Şekil 3.1	Kolonlarda büyük yanal ötelenme.....	27
Şekil 3.2	Çatı ve aşık kirişleri düşen prefabrike sanayi yapılar	27
Şekil 3.3	Pimli bağlantı	29
Şekil 3.4	Trapez kirişlerde dönme, kolon dibinde mafsallaşma.....	30
Şekil 3.5	Bağlantı hasarı.....	35
Şekil 3.6	Bağlantı hasarı.....	35
Şekil 3.7	1999 Marmara depremi yatay zemin ivmesi.....	36
Şekil 4.1	Original/Improved details for type A.....	54
Şekil 4.2	Original/Improved details for type B.....	54
Şekil 4.3	Original/Improved details for type C.....	55
Şekil 4.4	Original/Improved details for type D	55
Şekil 4.5	Original/Improved details for type E	56
Şekil 5.1	Güçlendirme perdesi temeli.....	63
Şekil 5.2	Perdelerin çerçeveler ile birlikte çalışması için uygun detaylar.....	64
Şekil 5.3	Kolonlara bağlanmamış perde duvarla güçlendirme	65
Şekil 5.4	Çerçevelerin güçlendirme sistemlerinin karşılaştırılması ...	67
Şekil 5.5	Çerçeve açıklığına bulonlu çelik diyagonal elemanlar Yerleştirilmesi.....	68
Şekil 5.6	Çerçeve açıklığına kaynaklı çelik diyagonal elemanlar Yerleştirilmesi.....	68
Şekil 5.7	Sanayi tipi tek katlı mafsallı prefabrike yapılar için güçlendirme önerisi.....	70
Şekil 5.8	Kolonlarda beton mantolama.....	71
Şekil 5.9	Eski ve yeni betonu kaynaştırma yöntemleri.....	73
Şekil 5.10	Kirişin en kesit ve donatı alanının artırılması	73
Şekil 5.11	Çiroz etriyelerle kolonda eski ve yeni betonu kaynaştırma	73
Şekil 5.12	Betonarme kolonun çelik kafesle güçlendirilmesi	76
Şekil 5.13	Betonarme kolonun çelik lama kafesle güçlendirilmesi.....	76
Şekil 6.1	Sistem şeması	86
Şekil 6.2	A-A kesiti.....	87

Şekil 6.3	:	Temel planı.....	88
Şekil 6.4	:	Üç boyutlu analiz modeli.....	89
Şekil 6.5	:	Ön cephe çapraz görünüşü.....	99
Şekil 6.6	:	Yapı üç boyutlu görünüşte çapraz yerleşimi.....	99
Şekil 6.7	:	Takviyeli bina Ex deformasyonu.....	103
Şekil 6.8	:	Takviyeli bina Ey deformasyonu.....	103
Şekil 6.9	:	Kolonlara gelen yükler.....	106



SEMBOL LİSTESİ

$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
A_1, A_2	: Oturma alanı
A_o	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A_c	: Kolonun veya perde uç bölgesinin brüt enkesit alanı
A_{ch}	: Yatay donatı (Kiriş mesnet bölgesi)
A_{cr}	: Çatlak yüzeyi
A_h	: İnceltilmiş uç bölgesine konulan yatay donatı
A_j	: Birleşim kesit alanı
A_{jc}	: Basıncılı birleşim kesit alanı
A_{jt}	: Çekmeli birleşim kesit alanı
A_{ke}	: Kenetlerin kesit alanı toplamı
A_n	: Temas yüzeyine dik donatı alanı
A_{ps}	: Öngerme donatısı alanı
A_s	: Çekme donatı alanı
A_{sf}	: İnceltilmiş mesnette eğilme donatısı
A_{sh}	: Askı donatısı, mesnetlerde kullanılan hasır donatı alanı
A'_s	: Öngerilmesiz basınç donatısı alanı
A'_{sh}	: Kiriş mesnet bölgesinde eğik beton basınç kuvvetinin yatay bileşenini alan donatı
A_t	: Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında kullanılan eşdeğer alan
A_v	: İnceltilmiş kiriş ucunda düşey etriyeler toplam alanı
A_{vh}	: Kesme sürtünme donatısı
A_{wh}	: Yatay kayma donatısı
a	: Beton eşdeğer basınç bölgesi derinliği, zımbalamada momentin geldiği doğrultuda kolon boyutu
a_1	: Yuvalı temelde yuvanın iç çevresi kenarı uzunluklarından biri
a_2	: Yuvalı temelde yuvanın dış çevresi kenarı uzunluklarından biri
b_w	: Kirişin gövde genişliği
b	: Tabla genişliği, korniyer genişliği, kirişin ortalama genişliği
b'	: Yatay kaymaya esas alınacak kesit genişliği, incelen yerde kesit genişliği
b_j	: Düşey birleşimde ek genişliği
b_{ke}	: Kenet genişliği
b_1	: Yuvalı temelde yuvanın iç çevresi kenarı uzunluklarından biri
b_2	: Yuvalı temelde yuvanın dış çevresi kenarı uzunluklarından biri
C	: Yuvalı temelde diyagonal basınç kuvveti
C_t	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde birinci doğal titreşim periyodunun yaklaşık olarak belirlenmesinde kullanılan katsayı
C_m	: Elemanda momentlerden oluşan eğriliği belirten katsayı
d	: Enkesit yararlı yüksekliği, ara malzeme kalınlığı
E	: Elastisite modülü, deprem yükü
E_c	: Beton elastisite modülü
EI	: Eğilme rijitliği

Es	: Beton çeliği elastisite modülü
e	: Eksantriklik (dışmerkezlik)
Fd	: Zımbalama hesap yükü
Ff	: Ankraj bloğu yarıma çekme kuvveti
Fres	: Zımbalama dayanımı
Fs	: Kısa konsolda eğilme donatısı çekme kuvveti
fbu	: Harç eğilme gerilmesi
fck	: Betonun karakteristik silindir basınç dayanımı
fcm	: Betonun ortalama basınç dayanımı (28 günlük)
fcmk	: Harç karakteristik dayanımı
fcpk	: Prefabrike beton karakteristik basınç dayanımı
fctk(0.05)	: Karakteristik çekme dayanımı alt değeri
fcyk	: Yerinde dökme beton karakteristik basınç dayanımı
fcu	: Betonun 28 günlük karakteristik küp basınç dayanımı
fcm	: Betonun 28 günlük ortalama silindir basınç dayanımı
fctd	: Betonun hesap çekme dayanımı ($fctd = fctk / \gamma_m$)
fctk	: Betonun karakteristik çekme dayanımı (eksenel çekme)
fht	: Yatay kaymada sınır çekme dayanımı
fpd	: Öngerme donatısı hesap kopma dayanımı ($fpd = fpk / \gamma_m$)
fpk	: Öngerme donatısı karakteristik kopma dayanımı
f _{pd}	: Öngerme donatısı için azaltılmış hesap dayanımı
fyd	: Öngerilmesiz betonarme çeliği hesap akma dayanımı
f _{ht}	: Yatay kaymada çekme dayanımı
fyk	: Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
fykv	: Asv donatısı karakteristik akma limiti
fywk	: Enine donatının karakteristik akma dayanımı
G	: Ara malzeme kayma modülü, ölü yük
Gc	: Beton kayma modülü (28 günlük)
G _∞	: Sünme etkili kayma modülü (ara malzeme)
Hd	: Temas yüzeyine dik çekme kuvveti, prefabrike eleman üzerindeki yatay kuvvet
Hi	: Binanın i'nci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
Hw	: Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen
H ₁	: Kısa süreli yatay yük
H ₂	: Empoze edilmiş deformasyonlara bağlı yatay yük
h	: Enkesit yüksekliği, giriş yüksekliği
hi	: Binanın i'nci katının kat yüksekliği
hk	: Burulama boyu
hke	: Kenet yüksekliği
ht	: Temel plağı kalınlığı
h ₁	: Yuva kenar kalınlığı
I	: Bina önem katsayısı, kesit atalet momenti
Icr	: Çatlamış kesitin betona dönüştürülmüş atalet momenti
Ief	: Kesitin etkin atalet momenti
Ig	: Betonun brüt kesitin atalet momenti
K	: Yapı tipi katsayısı (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik)
k	: Basınç etkisindeki elemanlarda burkulma boyu katsayısı, öngerme donatısında düzensizlik katsayısı
l	: Açıklık, eleman boyu

l_b	: Donatı çubuğu kenetlenme boyu, kolonun yuvalı temele giren kısmının boyu
l_j	: Birleşim uzunluğu
l_w	: Perde uzunluğu
M	: Eğilme momenti
M_{cr}	: Eğilmeye çalışan kesitin çatlama dayanımı
M_d	: Taşıma gücü hesap momenti
M_{max}	: Elemanın, sehim hesabına temel olan yükler altındaki maksimum momenti
M_o	: Kesit faydalı yüksekliği "d" de "O" gerilme yaratacak moment
M_{res}	: Kesitin eğilmede taşıma gücü
N	: Eksenel kuvvet
N_c	: Kritik burkulma yükü
N_d	: Hesap eksenel kuvveti
N_o	: Momentin "0" olduğu durum için kesit eksenel taşıma gücü
N_0	: Çekme kuvveti
N_{res}	: Kesitin eksenel taşıma gücü
n	: Kat adedi, kenet sayısı, çekme donatısı sayısı
P	: Tekil kuvvet, bulundaki kuvvet
P_d	: Hesap tekil yükü, Döşeme mesnet reaksiyonu
Q	: Hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
R_m	: Sünme ile ilgili bir katsayı
R_p	: Bileşke kuvvet
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
s	: Donatı aralığı (Etriye vs..)
T	: Bina doğal titreşim periyodu, Bağ eleman-Bağ çubuklarındaki çekme Kuvveti
t	: Eleman kalınlığı (çelik plaka, korniyer)
t_t	: Toplam ara malzeme kalınlığı
t_j	: Basıncılı birleşim yüksekliği
t_{ke}	: Kenet derinliği
V	: Kesme kuvveti
V_{bdx}	: Başlık kuvveti
V_c	: Betonun kesme dayanımına katkısı
V_{cr}	: Eğilme çatlağı olan elemanlarda kesme taşıma gücü
V_d	: Hesap kesme kuvveti
V_d	: Yatay kayma kuvveti
V_{dx}	: x doğrultusundaki kayma kuvveti
V_{dy}	: y doğrultusundaki yatay kesme kuvveti
V_{dz}	: z doğrultusundaki düşey kesme kuvveti
V_e	: Kolon ve kirişte enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti
V_o	: Yuvalı temelde mesnet kuvveti
V_{pdy}	: y doğrultusunda mesnetlerde meydana gelen kesme kuvvetleri
V_r	: Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
V_{res}	: Kesme kuvveti altındaki kesitin taşıma gücü
$V_{res,p}$	: Taban plağı kesme dayanımı
$V_{res,s}$	: Çeliğe bağlı kayma kuvvetinin en büyük değeri
V_t	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem

	doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam Ağırlığı, rüzgar yükü
w	: Çatlak genişliği
x	: Basınç yüzünden tarafsız eksene olan uzaklık
y	: Kesit ağırlık merkezinden “d” derinliğine olan uzaklık
α	: Dönme açısı
$\beta_1, \beta_2, \beta_3$	: Katsayı
$\beta_s(t), \beta_s(t_0)$	: Büzülme hesabında teorik kalınlığa ve zamana bağlı katsayılar
δ	: Narinlik etkisi
$\Delta\epsilon_s$	: Öngerilme donatısı birim deformasyonu
δ_1, δ_2	: Sapma açısı
ϵ	: Birim uzama ve kısalma
ϵ_{cc}	: Sünme deformasyonu
ϵ_{cu}	: Beton basınç bölgesinde maksimum basınç kısalma
ϵ_{es}	: Büzülme deformasyonu
$\epsilon_{ps}, \epsilon_s$	: Öngerilme donatısı birim deformasyonları
γ	: Kayma deformasyonu
γ_f	: Yük katsayısı
γ_{mc}	: Betona uygulanan malzeme katsayısı
γ_{mcy}	: Yerinde dökme beton malzeme katsayısı
γ_{mcp}	: Prefabrike beton malzeme katsayısı
γ_n	: Katsayı
γ_{n1}	: Katsayı
γ_z	: Katsayı
γ_{er}	: Katsayı
λ	: Sünme hesabında teorik kalınlıkla ilgili katsayı
μ	: Sürtünme katsayısı, beton dökümü ve pürüzlülüğe bağlı katsayı
μ_e	: Sürtünme katsayısı
ρ_p	: Öngerme donatısı yüzdesi
ρ_s	: Fret donatısı hacim yüzdesi
λ	: Beton bağıl yoğunluğuna bağlı katsayı
η_i	: Birleşimin dar veya geniş olmasına bağlı katsayı
η_s	: Katsayı
ρ	: Çekme donatı oranı
σ_c	: Betondaki gerilme (basınç)
σ_{ck}	: Betondaki kontrol şeridindeki gerilme
σ_l	: Küçük asal gerilme
σ_{co}	: Ortalama beton gerilmesi
σ_{cp}	: Kesit ağırlık merkezinde öngerilmeden oluşan basınç gerilmesi
$\sigma_{c,max}$	: Maximum beton gerilmesi
σ_s	: Öngerilmesiz donatıdaki gerilme
σ	: Standart sapma
τ	: Kayma gerilmesi
τ_{max}	: Öngerilmeli betonun maksimum kayma gerilmesi
ψ	: Öngerilmesiz betonarme çekme donatısı mekanik yüzdesi
τ_v	: Nominal düşey kayma gerilmesi

τ_h : Nominal yatay kayma gerilmesi
 ϕ : Donatı çapı, katsayı
 ϕ_c : Sünme katsayısı



SANAYİ TÜRÜ PREFABRİKE YAPILARDA GÜÇLENDİRME VE DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI

ÖZET

Prefabrikasyon kısaca, önceden fabrika ortamında hazırlanan yapı elemanlarının, şantiyede montajı olarak tanımlanabilir. Fabrika ortamında üretimin bir çok avantaj sağlaması, prefabrike betonarme yapım teknolojisinin çok kabul gören bir yöntem olmasını sağlamıştır.

Bu avantajlar arasında, mevsim ve iklim şartlarına bağlı kalmama, yüksek beton dayanımı, yapım süresinin kısalması dolayısıyla işçilik ve zamandan ekonomi sağlama, endüstriyel üretimin getirmiş olduğu yüksek kalite gibi unsurlar yer alır.

Deprem riski olmayan memleketlerde daha önce gelişen prefabrikasyon teknolojisi, sonraları deprem bölgelerinde de geniş oranda kullanılmaya başlayınca, depreme dayanıklı yapı tasarımı kapsamında, deneysel ve teorik araştırmalara ağırlık verilmiştir.

Özellikle yaşanan son depremler, birleşim bölgelerinin deprem etkileri altındaki davranışının, yapı açısından ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. Bu nedenle birleşim detaylarının tasarımı, prefabrike inşaat yönteminin başarısını birinci derecede etkilemektedir.

Yakın zamanda meydana gelen, Adana, Marmara ve Düzce Depremlerinde hasara uğrayan sanayi tipi prefabrike yapıların, nasıl bir onarım veya güçlendirmeyle, kullanılabilirlik düzeyine erişeceği sorusu gündeme gelmiştir. Başka bir yaklaşımla, “Göçen veya hasar gören bu binaların taşıyıcı sistem elemanları veya bağlantı bölgeleri, yürürlükteki yönetmeliklere göre hangi boyut veya özellikte olmalıdır?” sorusuna yanıt aranmaktadır.

Yedi bölüm halinde sunulan bu çalışmanın birinci bölümünde konuya giriş yapılmış; amaç ve kapsam anlatılmıştır.

İkinci bölümde, genel olarak prefabrike binalar ve prefabrike yapı elemanları ele alınmış, daha sonra prefabrike betonarme sistemlerin avantaj ve dezavantajları üzerinde durulmuştur. Prefabrike taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılmasının da yer bulduğu bu bölüm, önerilmeli beton teknolojisi hakkında verilen bilgilerle son bulmuştur.

Sanayi tipi, mafsallı ve moment aktaran bağlantılara sahip prefabrike binalarda ayrı ayrı olmak üzere, karşılaşılan deprem hasarları, bu hasarların nedenleri ve çözüm önerileri ise üçüncü bölüme konu edilmiştir.

Dördüncü bölümde ise, sanayi tipi prefabrike binaların deprem etkileri altında davranışına yer verilmiştir. Bu bölümde ayrıca aynı binalarda depreme dayanıklı yapı tasarımı konusu, yönetmeliklerdeki ilgili maddelerden örnekler verilerek açıklamalar yapılmıştır. Yine, yeni yapılacak prefabrike binalar için, depremde görülebilecek sorunların giderilmesine yönelik çözüm önerileri, bu bölümde sunulmuştur.

Beşinci bölüme, depremde hasar görmüş prefabrik betonarme binaların, onarım ve güçlendirmesi konu edilmiştir. Bu kapsamda, güçlendirme gerekleri, ilkeleri ve yöntemleri ile yerel onarım teknikleri anlatılmıştır.

Altıncı bölüm, örnek binalar üzerinde sayısal uygulamalara ayrılmıştır. Bu bölümde, 1999 Marmara Depreminde hasar gören, sanayi tipi, mafsal bağlantılı prefabrik bir binanın çözümlenmesine yer verilmiş; hesap sonuçlarına göre de, binanın depremde hasar almasının kaçınılmaz olduğu ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra, alternatif güçlendirme yöntemleri uygulanmıştır. En son olarak arakatta, kolon-kiriş birleşim bölgeleri moment aktaran nitelikte olma ve çatı seviyesinde rijit diyafram davranışı veren yatay çelik çaprazlar bulundurma tasarımı altında; yeni deprem yönetmeliğinin esasları çerçevesinde hesap tekrarlanmıştır. Bu son çözümleme ile, geliştirilmiş birleşim detaylarının olumlu sonuç verdiği gösterilmiştir.

Yedinci bölümde bu çalışmada elde edilen sonuçların genel bir değerlendirilmesi yapılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

İncelenen binanın statik ve dinamik hesaplarında SAP 2000 Nonlinear Version 7.12; betonarme ve öngerilmeli betonarme hesaplarında EXCELL 2000 adlı bilgisayar programından yararlanılmıştır.

BUILDING DESIGN WITH EARTH QUAKE RESISTANCE AND STRENGTHENING IN INDUSTRIAL TYPE PREFABRICATED STRUCTURES

SUMMARY

Prefabrication may be defined as the installation of construction elements that are prepared in a factory environment in advance. Because of many advantages provided with the production in a factory environment, it made the prefabricated reinforced concrete construction technologies to become the most favored method in the industry.

Amongst such advantages are, not being dependent on climatic conditions, high concrete strength, economies are made with reference to labor and time because of the shortened construction period, and other factors such as; high quality resulted from industrial production.

The prefabrication technology that was initially developed in the countries with no earthquake risk, the experimental and theoretical researches were weightily focused on under the earthquake resistant building design, once such technology began being implemented in larger scale in earthquake regions as well.

Particularly the latest earthquakes that we have embraced with showed us how important it was the behavior of joint zones under the effects of earthquake in terms of building. Therefore, designing the joint detail effects the success of prefabricated construction method at the first place.

The question of the industrial type prefabricated buildings which were exposed to the damage because of the recent earthquakes occurred in Adana, Marmara, and Düzce as to what level of repair, or strengthening would provide efficiency in their usability, hit the agenda. In another approach, the answer for the question of “what dimensions and features must bear the carrier system elements or the joint sections with fallen down or damaged buildings” is looked for.

The introduction was made in the first part of this study that is submitted in form of seven chapters "parts", and the cope and objective is prescribed.

In the second part, generally the prefabricated buildings and prefabricated construction elements are considered then the advantages and disadvantages of the prefabricated reinforced concrete systems are taken into the account. This part where the classification of prefabricated carrier systems have found room under was ended with the information given about the pre stressed concrete technology.

The subjects of the part three included the earthquake damages, reasons of such damages and proposals for solutions separately with prefabricated buildings which have industrial type pin-joined and fittings with moment travel.

In the fourth part a room is given to the behavior of industrial type prefabricated buildings under the impact of earthquake. In this part, additionally the subject of earthquake resistant building design with the same buildings, are explained having submitted samples from the relevant clauses of the regulations. Moreover, in this part the solution proposals for the remedies of problems that may be embraced with earthquakes are submitted for the prefabricated buildings to be built hereinafter.

The part six is allocated to numerical applications on the sample buildings. In this part a room was given to the solution of an industrial type prefabricated building with pin-joints that was damaged during the 1999 Marmara Earthquake. According to the results of calculations made, it was evident and duly revealed that having been damaged of this building by the earthquake was inevitable. Thereafter, an appropriate strengthening method was introduced. Finally, under the design of having made horizontal steel crossings which give rigid diaphragm behavior at the roof level that having the quality of transferring moment in their post and beam joint sections available; the calculation is repeated under the basis of the new earthquake regulations. With this last solution, it was proved and shown that the developed joint details produced positive result accordingly.

In the part seven, a general evaluation of the results obtained in this study is made and proposals are set forth upon.

1. GİRİŞ

Prefabrikasyonun hızla yaygınlaştığı bir dönemde peş peşe meydana gelen Ceyhan, Marmara ve Düzce Depremleri sırasında, sanayi türü prefabrike betonarme binalarda oluşan hasarlar, bu tür sistemlere kuşku ile bakılmasına yol açmıştır. Bina yatırım kararlarını gözden geçiren sanayiciler, çelik veya klasik betonarme binalara yönelme eğiliminde olmuşlar, bu durum artık çok sıkı rekabet şartlarının olduğu prefabrik betonarme yapı sektöründe gerilemeye yol açmıştır.

Yapıların inşa edilişlerinde, kendilerinde değişiklikler yapılmasında, inşaattan sonraki devam ettiriliş, kullanım ve bakımlarında; toplumun ve bireylerin güvenliklerinin, sağlıklarının tehlikeye girmemesi ve duruma göre içlerindeki malların da riske atılmaması esas alınır. Ülkemizde 1975 yılında yürürlüğe girmiş olan “*Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*” (ABYYHY-1975) [1], geçen zaman içinde, deprem mühendisliği ve yapı teknolojisi bilim dalındaki gelişmeler karşısında yetersiz kalmıştır. Özellikle süneklik, yapının doğrusal olmayan davranışı, düzensiz yapılar gibi kavramların vurgulandığı yeni deprem yönetmeliği (ABYYHY-1998) [2] ise 1998 yılında yürürlüğe girmiştir.

Yakın zamana kadar ülkemizdeki prefabrike betonarme yapı uygulamalarında, dışarıdan ithal edilen sistemler kullanılmaktaydı. Bu sistemler, o ülkelerin şartları doğrultusunda hazırlandıklarından, tamamına yakını deprem bölgesi olan ülkemiz koşullarında uygulanmasının sakıncalı olacağı ortadadır. Prefabrike yapım kurallarını açıklayan TS 9967 [3], bu boşluğu dolduran önemli bir unsur olmuştur.

Bütün yapılar gibi, prefabrike yapılara da, proje, yapım ve kullanım aşamalarında deprem etkilerinin gözönüne alınmasıyla, diğer yapılardan daha dayanıklı özellik kazandırmak mümkündür. Ancak ekonomik kaynakların başka alanlarda da kullanılması gerektiğinden, diğer yapılarda olduğu gibi, prefabrike yapıların da büyük depremlerde hasar görmesine izin verilir.

Bu çalışmada, üzerinde sayısal incelemelerin yapıldığı prefabrike betonarme bina tipi, depremlerde en çok hasar gören, tek katlı, mafsallı birleşimli sanayi türü yapıları temsil ettiğı için tercih edilmiştir. İzleyen bölümlerde teorik ve gözlemsel bilgilerin verilmesini takiben, yukarıda anılan türdeki sanayi yapıları üzerinde, ayrıntılı çizim ve hesaplamalara yer verilecektir.



2. GENEL OLARAK PREFABRİKE YAPILAR

2.1 Giriş

Geleneksel monolitik yerinde dökme betonarme yapılar ile prefabrike yapılar arasındaki belirgin fark, prefabrike yapıların yapının bulunduğu yerden farklı yerlerde dökülmüş çeşitli elemanların birleşmesinden oluşmuş olmasıdır. Prefabrike yapı elemanları birbirlerine halkalı, bindirmeli, kaynaklanmış inşaat demirleri ile ya da mekanik olarak bağlanmaktadır. Bazen elemanların uç demirleri, ek yerlerine konulan özel profillere kaynaklanmakta ya da vidalanmaktadır. Bu yolla oluşan ek yerlerindeki donatılar beton ya da harç ile kaplanmaktadır.

Prefabrike bir yapı, taşıyıcı elemanlar ve ek yerlerinden oluşmaktadır. Prefabrike yapılarda düşey ve yatay yükleri taşıyan elemanlar; perde duvarlar, ya da kiriş ve kolonlardan oluşan çerçevelerdir. Ya da her iki sistemin bir arada bulunduğu karma sistemlerden oluşmaktadır. Prefabrikasyon deyimi, yapıyı oluşturan elemanların özel bir yerde endüstriyel (seri halde ve standart tip eleman üretimi gibi) üretim teknikleri kullanılarak üretilmesi anlamına gelmektedir,[4].

2.2 Prefabrike Beton-Betonarme Yapı Elemanları

Temel kavram olarak prefabrike beton eleman; bitmiş yapıdaki yerinden başka bir yerde dökülerek üretilmiş, taşınmış ve sonuç olarak yerine monte edilmiş yapı elemanı olarak tarif edilebilmektedir. Prefabrike beton elemanlar çelik donatılarla veya öngerme halatları ile takviye edilebilirler. Bu durumda prefabrike betonarme veya prefabrike öngerilmeli beton elemanlar söz konusu olacaktır.

Beton önyapım, fabrika veya atölyelerinde veya şantiyede kurulan geçici tesislerde çok sıkı bir kalite denetimi altında elde edilmektedir. Kullanılan kalıplardan, yerinde dökme beton kalıbına oranla daha fazla faydalanılmakta, elde edilen beton yüzeyleri

ve özellikle köşeleri çok daha düzgün olmakta, etkili vibrasyon olanakları ve kontrollü bir şekilde uygulanmış su/çimento oranı ile yüksek dayanımlı ürünler elde edilebilmektedir. Öngerilme uygulanmış prefabrike elemanlar ile, servis yükleri veya taşıma-montaj yükleri altında oluşabilecek çatlaklar kısmen veya tamamen engellenebilmekte, donatılarda da belirgin bir ekonomi sağlanabilmektedir. Yerinde dökme betonla yapılması oldukça güç ve pahalı olan çeşitli yüzey doku ve desenleri çok kolaylıkla ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Geliştirilmiş kür yöntemleri ile üretim süresi son derece azaltılabilmekte, bir beton kalıbı, aynı gün, birden fazla kullanılabilir. Deneyimli montaj elemanları ve gelişmiş araçlarla yapı kurma işlemleri de çok hızlı bir şekilde yerine getirilebilmektedir. Böyle kısa üretim ve montaj süreleri ile toplam yapım süresi azalmış olmakta, bu da yapıları bir an önce kullanıma sunarak yatırım bedelinin daha çabuk geri dönmesine olanak tanımaktadır.

Prefabrike yapılar, bir çok prefabrike beton, betonarme veya öngerilmeli beton elemanların birleşimi ile oluşturulabilmektedir. Bu elemanlar prefabrike kolon, kiriş, döşeme ve duvar elemanları gibi taşıyıcı veya parapetler, güneş kırıcı cephe elemanları gibi yük taşımayan elemanlar olabilmektedirler. Ayrıca, hücre sistemi denilen yöntemlerle tam olarak bitmiş, örneğin bir otel odası, yurt odası veya bir konut birimi oluşturulabilmektedir.

Prefabrikasyon uygulamaları kullanıcıya çok geniş olanaklar sunmakta; ancak elemanların ve yapının formu, yalnızca tasarımcının düşünce ve ustalığı ile sınırlı kalmaktadır.

Yapıda kullanılacak benzer elemanların sayısının azlığı ya da çokluğu ve bir uyum içerisinde olması, yapının ekonomisinde çok önemli bir faktör oluşturmaktadır. Modüler koordinasyon kuralları dahilinde planlanmış yapılarda bu benzeşim olanaklarından olabildiğince faydalanılarak, hem yapı boyutunda ve hem de ülke genelinde bir ekonomi elde edilecektir.

Ülkemizde de yaygınlaşması ile ülke ekonomisine ve yapım kalitesine büyük ölçüde katkıları olabilecek prefabrikasyon teknolojisinin tanınmasında katkısı olabilecek bazı görüşler şöyle sıralanabilir:

- Prefabrikasyon, yapıları elemanlara ayırarak, bu elemanların sabit tesislerde endüstriyel olarak önceden üretilmesi, stoklanması, taşınması ve şantiyede birleştirilmesi tekniğidir. Prefabrikasyon bir inşaat teknolojisi ve yapı üretim yöntemidir.
- Hazır bileşenlere dayalı bir yapım tekniğidir.
- Herhangi bir yapı elemanının atölye veya fabrikada seri olarak üretildikten sonra şantiyede montajına prefabrikasyon denir.
- Prefabrikasyon, gelişmekte olan ülkeler için yeni bir sanayi alanıdır.
- Prefabrikasyon, şantiyede klasik yöntemlerle iş yapmaya nazaran daha fazla kalite şartlarını sağlamayı garanti eden bir düzendir.
- Prefabrikasyon, günümüzde betonarme taşıyıcılı yapıların, endüstriyel boyuta taşınmış bir üretim yöntemidir.
- Prefabrikasyon, malzemenin tasarruf, kalite garantisi, uzun ömür, daha az işletme masrafı, daha az bakım ve onarım giderleri, enerjiden tasarruf ve daha hızlı işletmeye açmak demektir. Kısaca prefabrikasyon kaliteyi yükseltmekte, hızlı üretim yaratmakta, ve sonuçta global ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır.

Prefabrikasyon bir endüstriyel üretim yöntemidir. Geleneksel yapım yöntemlerinin karşısı ve rakibi değildir. Kaldı ki geleneksel yöntemlerle elde edilmiş olmalarına rağmen, bu tür yapılarda bile prefabrikasyondan kaçınmak mümkün olamamaktadır. Ahşap, tuğla, çimento, çelik, kapı, pencere, cam, elektrik ve tesisat malzemeleri vb. malzemeler prefabrike yapı elemanlarıdır. Bu tür elemanlar, her türlü yapıda kullanılmakta olduğundan, her yapıda bir miktar prefabrikasyondan söz etmek mümkün olmaktadır. Bir yapıyı oluşturan prefabrike elemanların azlığı veya çokluğu, o yapının ne denli prefabrikasyon teknolojisine dayalı olarak üretildiğinin bir ölçüsüdür. Bu oranı arttırabilmenin en etkili yolu, esas taşıyıcı sistemi prefabrike olarak üretmektir. Buna bağlı olarak diğer yapı elemanlarının da prefabrik olarak üretilme şansları artmış olacaktır.

- İkinci Dünya Savaşı'nın ardından, gelişen ekonomik koşulların bir sonucu olarak, prefabrike betonarme taşıyıcı sistemlere yönelim hızlanmıştır. Betonarmenin diğer yapı malzemelerine olan üstünlüğü, bu yönelime neden olmuştur.

Teknolojinin gelişmesi yüksek dayanımlı beton ve çeliklerin üretimine olanak sağlamıştır. Böylece, yüksek dayanımlı betonarme kesitler elde edilebilmiştir. Ancak, yüksek çekme dayanımlı çeliklerin etkili olarak kullanılması, çatlak genişliklerinin artması ve bu nedenle donatının korozyona uğraması gibi sakıncaları da beraberinde getirmiştir. Bu nedenle betonarme kesitlerde 5000 Kg/cm^2 , yüksek dayanımlı çelikler için bir sınır değer olarak kalmıştır. Bu değerden daha yüksek kaliteli çelik ve beton, yeni bir yapı elemanı olan öngerilmeli beton elemanların üretiminde kullanılmaktadır,[5].

2.3 Prefabrike Betonarme Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajları

2.3.1 Avantajlar

Betonarme yapılarda prefabrikasyon, tasarımcıya ve yapımcıya önemli avantajlar sağlamaktadır. Prefabrike inşaatın üstünlükleri şöyle sıralanabilir:

- İnşaat işleminin ana unsurları merkezi bir biçimde üretilerek, şantiyede çok emek gerektiren, kalıp yapımı ve sökülmesi gibi bir çok işlemde, tasarruf edilebilmektedir.
- Yapıya yeterli rijitliği verebilmektedir.
- Betonun çeliğe sağladığı koruma nedeni ile yangın direnci yüksektir.
- Endüstriyel üretim tekniklerinin kalite kontrolüne olanak vermesi, yapı elemanlarının istenilen kalitede üretimine daha çok olanak sağlamaktadır. Yüksek dayanımlı beton elemanlar bu sayede elde edilebilmektedir.
- Sürekli kalite kontrolü, daha yüksek dayanımlı beton üretimine ve dolayısıyla malzemeden tasarrufa olanak sağlamaktadır.

- Kalıp gibi standart inşaat gereçlerinin tekrar tekrar kullanımı ile endüstriyel üretim ve dolayısıyla ekonomi sağlanmaktadır.
- İnşaat süresi kısaltmakta fabrikada kontrollü koşullarda üretilmiş elemanlarla, şantiyede her türlü çevre koşullarında inşaat yapılabilmektedir. Böylelikle inşaat mevsimi kavramı ortadan kalkmaktadır.
- Prefabrike elemanlar sıkı bir kalite kontrolünden geçirilebilmekte, olabilecek hatalar en aza indirilebilmektedir.
- Deneyimli elemanlar ve teknolojik ekipmanların kullanılması ile üretim süresi çok kısaltılabilmektedir.
- Öngerilmeli elemanların üretimine olanak sağlanmaktadır.
- Montaj süresi kısa olmaktadır.
- Stoklama, nakliye ve montaj esnasında elemanlar ister istemez bir dayanım testinden geçmektedir.
- Yüksek dayanımlı elemanlar olmaları nedeniyle, daha küçük kesit ve dolayısıyla daha az malzeme kullanılmakta; üretim ve montaj süresinin azlığı nedeniyle daha az işçilik gerekmekte; böylelikle ulusal ekonomiye faydalı olunmaktadır.
- Daha uzun ömürlüdür.
- Daha geniş açıklıklar geçilebilerek, daha esnek, daha verimli ve daha ekonomik alan kullanımına olanak sağlanmaktadır.
- Bakım ve onarım gereksinmesi daha azdır.
- Düzgün, desenli, işlemeli yüzeyler ekonomik olarak üretilmektedir.
- Daha az rötre yaparak, yapı blok boylarının daha uzun olmasına ve daha ekonomik çözümlere olanak vermektedir.

2.3.2 Dezavantajlar

Prefabrikasyon, bu önemli avantajların yanında, tasarımcı ve yapımcı açısından önemli bir sorumluluk, duyarlılık ve dikkati gerektirmektedir. Prefabrike inşaatta karşılaşılan bazı sorunlar veya özel dikkat edilmesi gereken noktalar da şöyledir:

- Özellikle deprem bölgelerinde, elemanların birbirlerine bağlantıları çok önemli olmaktadır. Hatalı tasarımlar ve yanlış uygulamalar önemli sorunlar doğurabilmektedir.
- Montaj ve nakliyelerin özel araç ve gereçlerle yapılma zorunluluğu vardır.
- Prefabrike sistemlerin seçiminde, bu avantaj ve dezavantajların yanı sıra, yapının fonksiyonu ve özellikle mimarî çözümlere getireceği etkilerin de dikkate alınması gerekecektir.
- Ek yerlerinde bağlantıların gerektiği gibi olması için eleman üretiminde ve montajda özel itina şarttır.
- Uygun donatı detayları ile, yapının çeşitli yerlerinde değişik zamanlarda üretilmiş betonlarda oluşacak farklı rötrelerin giderilmesi gerekmektedir.
- Bağlantı bölgelerinin su ve nem etkisinden korunması için, özel ayrıntıların geliştirilmesi lazımdır.
- Prefabrike yapılar ve yapı sistemlerinde, ekonomik sanayi üretiminden söz edilebilmesi için eleman çeşitliliği sayısının sınırlı olması gerekir. Bu durum ise mimarî yaratıcılığı kısıtlamaktadır.

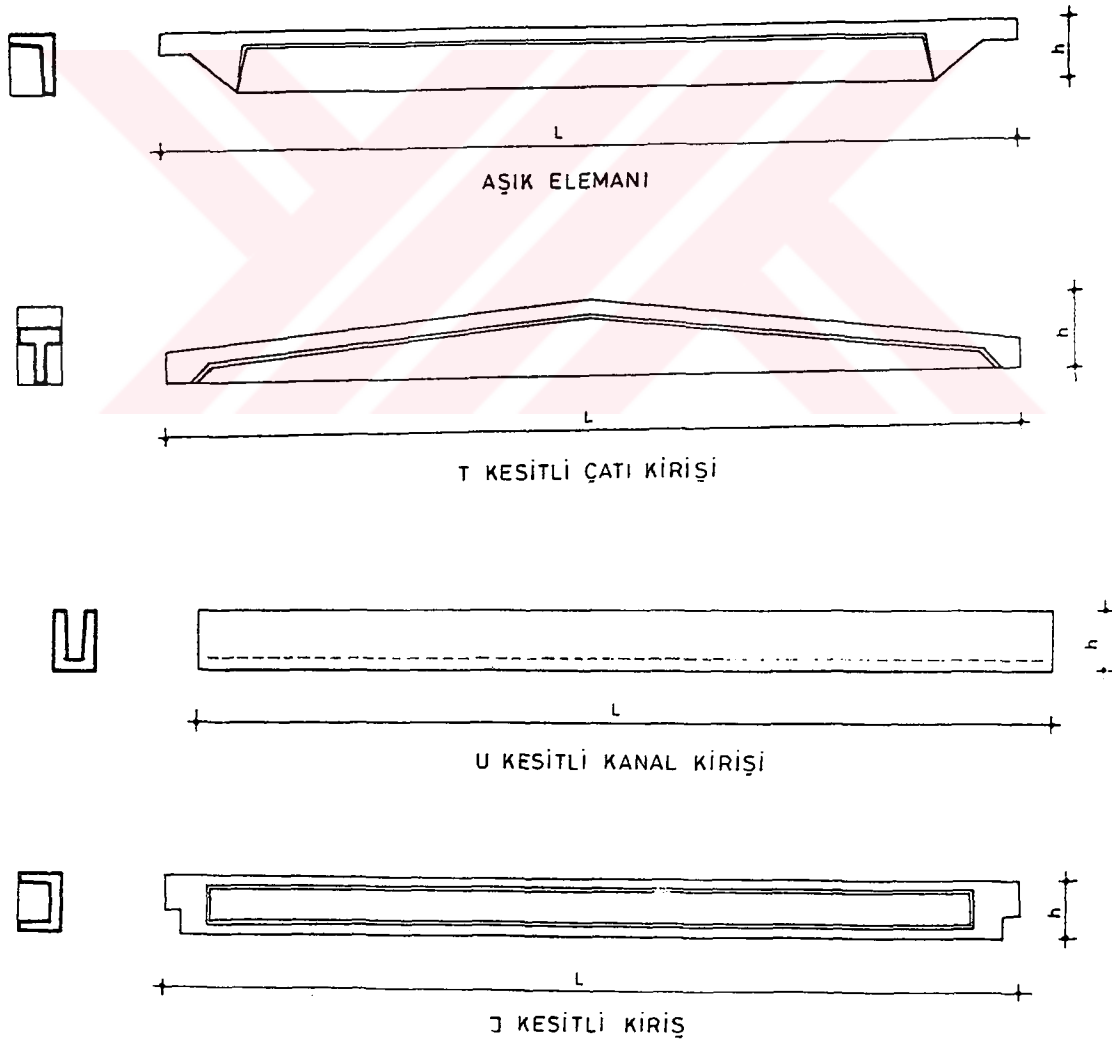
2.4 Prefabrike Betonarme Taşıyıcı Sistemler

2.4.1 Taşıyıcı Sistem Elemanları

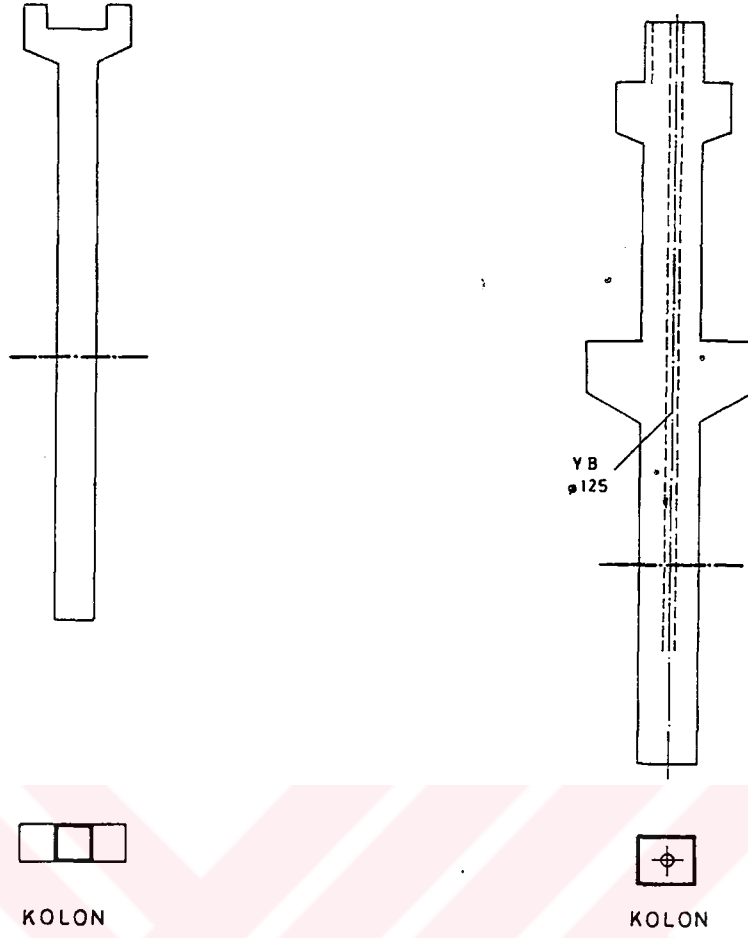
Bir prefabrike yapı, çeşitli prefabrik elemanların türlü şekil ve yöntemlerle birbirlerine bağlanmalarıyla oluşturulmaktadır. Bunlar; çubuk, düzlem ve kabuk elemanlar olmak üzere üç ana grupta incelenebilir :

2.4.1.1 Çubuk elemanlar

Bu elemanlar, iki boyutu üçüncü boyutu yanında küçük olan elemanlardır. Bu tür elemanlar, prefabrike yapı sistemlerinde kiriş, kolon ve aşıklar olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Şekil 2.1 ve Şekil 2.2' de bunlardan bazıları görülmektedir.



Şekil 2.1 Çubuk elemanlar



Şekil 2.2 Çubuk elemanlar

2.4.1.2 Düzlem elemanlar

Bir boyutu diğer iki boyutu yanında küçük olan elemanlardır. Düzlemine dik doğrultuda yük taşıyan düzlem elemanlar genellikle döşeme elemanı olarak kullanılırlar. Düzlemine paralel yükleri taşıyan elemanlar ise levhalardır. Bunlar, eksenel düşey yüklerin yanısıra, deprem ve rüzgar gibi yanal kuvvetleri taşımak amacıyla kullanılan perde elemanlarıdır. Dolu kesitli olabildiği gibi boşluklu olarak da üretilirler. Ayrıca düzlemine dik doğrultudaki yük taşıma kapasitesini arttırmak amacıyla, bu doğrultuda diş ve nervürler düzenlenerek elde edilen T, TF ve II gibi panel elemanlar da taşıyıcı sistemlerde yoğun olarak kullanılmaktadır, (Şekil 2.3)



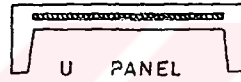
BOŞLUKLU PANEL



BOŞLUKLU SANDVIÇ PANEL



ÇİFT T PANEL

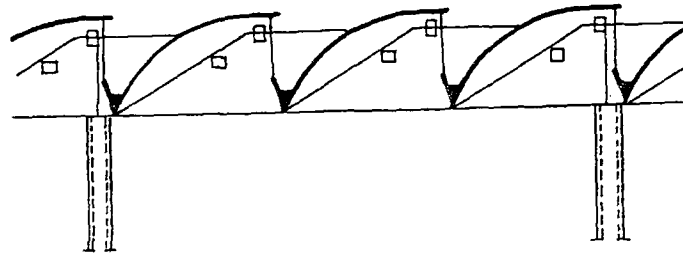


U PANEL

Şekil 2.3 Panel elemanlar

2.4.1.5 Kabuk elemanlar

Bu elemanlar da kalınlıkları diğer iki boyutu yanında küçük olan elemanlardır. Yalnız, bunların ortalama kalınlıklarının meydana getirdiği yüzey düzlem değildir. Bu yüzey tek ya da çift eğrilikli olabilmektedir. Katlanmış plak, dairesel, silindirik, konik veya hiperbolik paraboloid biçimi alabilmektedir. Ülkemizde nispeten az uygulanırlar, (Şekil 2.4)

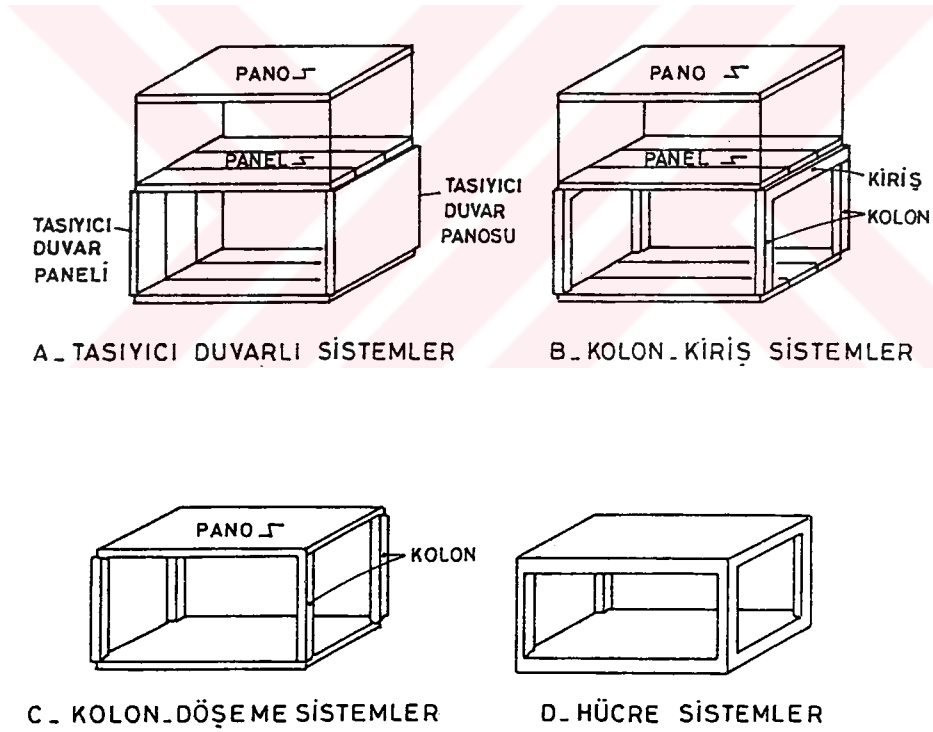


Şekil 2.4 Kabuk elemanlar

2.4.2 Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

Prefabrik elemanlar kullanarak çok çeşitli taşıyıcı sistemler kurmak mümkündür. Bu sistemler kullanılan prefabrike elemanların cinsine, birleştirme tarzına veya davranışına göre çeşitli sınıflara ayrılabilirlerse de, bunları genel olarak 5 tipe ayırmak mümkün olmaktadır, (Şekil 2.5) :

- 1- Taşıyıcı Duvarlı Sistemler
- 2- Kolon – Kiriş Sistemler
- 3- Kolon – Döşeme Sistemler
- 4- Hücre Sistemler
- 5- Karma Sistemler



Şekil 2.5 Prefabrike betonarme taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılması

2.4.2.1 Taşıyıcı duvarlı sistemler

Prefabrike taşıyıcı duvarlı (pano) sistemler, genellikle konut türü yapılarda kullanılmaktadırlar. Birbirleri ile yatay ve düşey yönlerde bağlantıları yapılan

panolarla gerçekleştirilen çok katlı yapılar yurdumuzda yaygın olarak uygulanmaktadır.

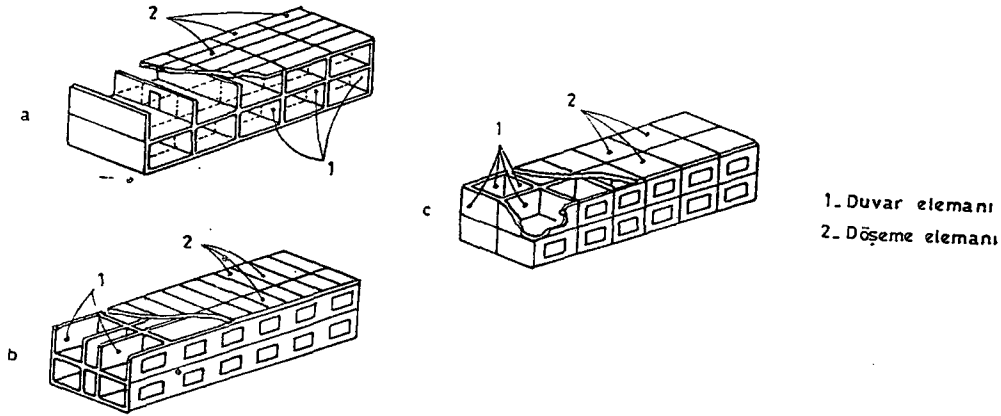
Taşıyıcı duvar panoları, genellikle bir kat yüksekliğindedir. Yatay döşeme elemanları, kapattıkları alanın büyüklüğüne göre tek yönde çalışan paneller veya çift yönde çalışan pano elemanlarından oluşabilmektedir. Yatay döşeme elemanları birbirleri ile uygun bir şekilde bağlanırsa, bir diyafram gibi davranırlar ve düşey yüklere ek olarak yatay yüklerin de aktarılmasında etkili olabilirler.

Panolu sistemler üç genel tipte uygulanmaktadırlar :

a-) Enine duvarlı sistemler : Yapının uzun doğrultusuna dik yönde düzenlenen boşluklu veya boşluksuz panolardan oluşmuştur. Bu panolar tek yönde yük taşıyan döşeme panellerine mesnetlik ederek düşey yükleri taşıdığı gibi, kendi doğrultusundaki yatay deprem kuvvetlerini de taşıyacak şekilde dizayn edilirler. Yapının uzun doğrultusuna paralel düzenlenen panolarla elde edilen taşıyıcı duvarlar ise, sadece yatay kuvvetler alabilmektedirler. Çünkü, düşey yükler dik yöndeki panolar tarafından taşınmaktadır, (Şekil 2.6a).

b-) Boyuna duvarlı sistemler : Kısa yönde duvarlı sistemlerin tersine yapının uzun doğrultusuna paralel olarak düzenlenen panolar, döşeme panellerinden aktarılan düşey yüklerle, yatay deprem kuvvetlerini taşımaktadırlar. Buna dik yöndeki duvarlar ise sadece yatay kuvvetlerin etkisi altındadır, (Şekil 2.6b).

c-) İki yönde duvarlı sistemler : Bu sistemlerde panolar yapının uzun doğrultusuna paralel ve dik olmak üzere, her iki yönde de düzenlenirler. Panolar, çift yönde yük taşıyan döşeme elemanlarından aktarılan düşey yükleri ve kendi yönündeki deprem kuvvetlerini taşıyacak şekilde tasarlanırlar, (Şekil 2.6c).



Şekil 2.6 Panolu sistemler

Birleşimin yönüne bağlı olarak pano ve panellerde iki esas bağlantı tipi vardır :

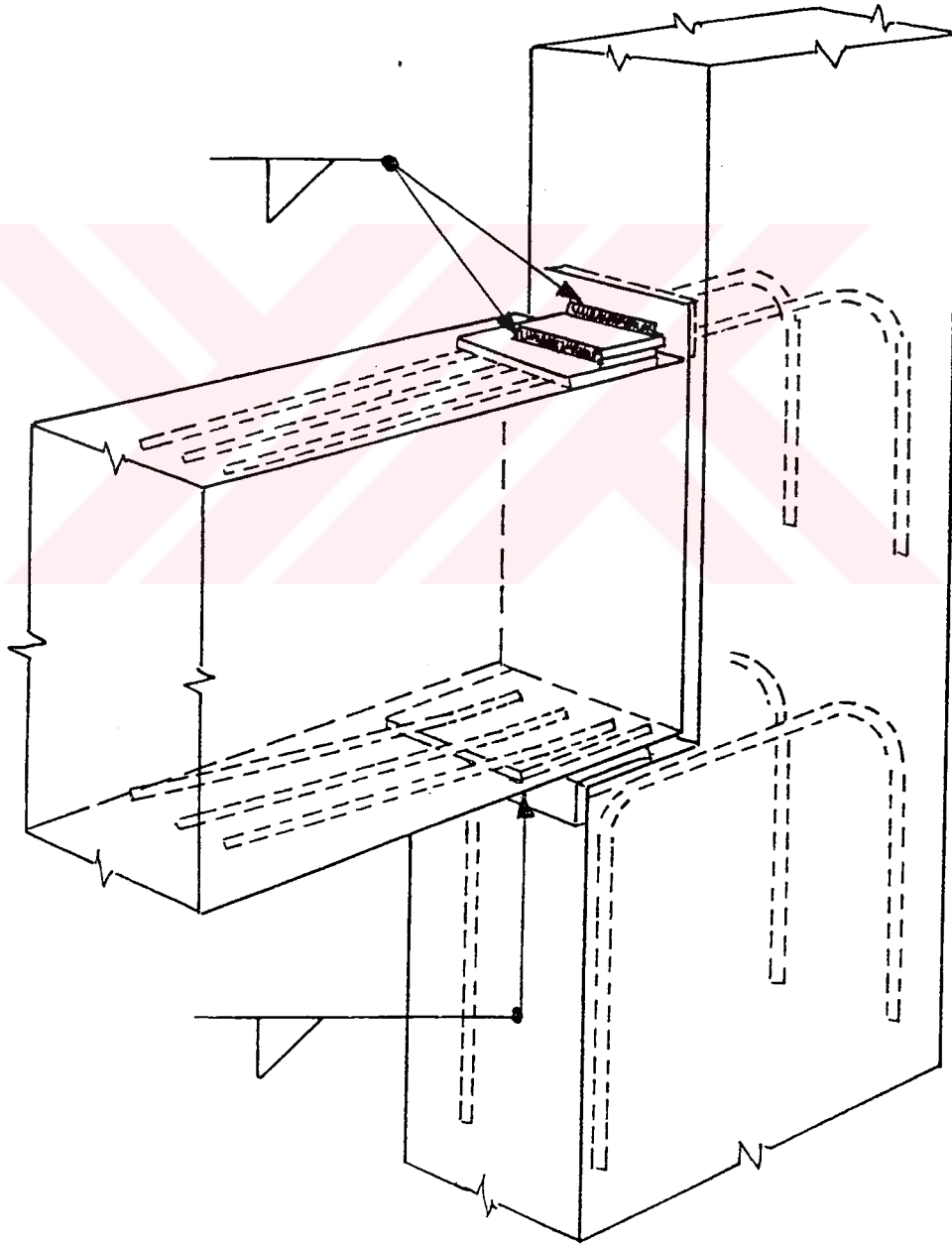
Yatay birleşim : Komşu duvar ve döşeme elemanlarının yatay olarak birleştirildiği, öncelikle üst panodan ve döşemeden gelen düşey normal kuvvetlerin ve deprem kuvvetleri ile oluşan eğilme momenti ve kesme kuvvetinin her iki yönde etkisi altında olan yatay bağlantı çizgileridir.

Düşey birleşim : Deprem kuvvetlerinin panolar arasındaki iletişiminden kaynaklanan düşey kesme kuvveti etkisi altındaki komşu duvar panolarının kesiştiği düşey bağlantı çizgileridir.

Pano birleşimlerinin çok çeşitli olarak detaylandırılması mümkündür. Bunlar genel olarak ıslak ve kuru birleşimler olarak adlandırılırlar. Islak birleşimlerde prefabrike panolar yerinde beton dökülerek birbirine bağlanmaktadır. Eğer yapısal süreklilik söz konusu ise, bu bölgeler gereği gibi donatılandırılarak, elemanların donatıları birbirine kaynaklanıp, vidalanıp veya gereği gibi düzenlendikten sonra betonlanmalıdır. Kuru birleşimler ise, daha önceden panoların betonunun dökülmesi sırasında betonun içine gömülmüş çelik elemanların birbirine kaynaklanması veya vidalanması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Kuru birleşimlerde paneller arası kuvvet aktarımı, çelik bağlantıların yapıldığı noktalarda olmakta ve gerilme yığılmaları oluşabilmektedir. Islak birleşimlerin sonucunda monolitik yapıya daha yakın davranış biçimleri görülebilmektedir. Kuru birleşimlerin ise, montajı daha çabuk ve kolay olmaktadır.

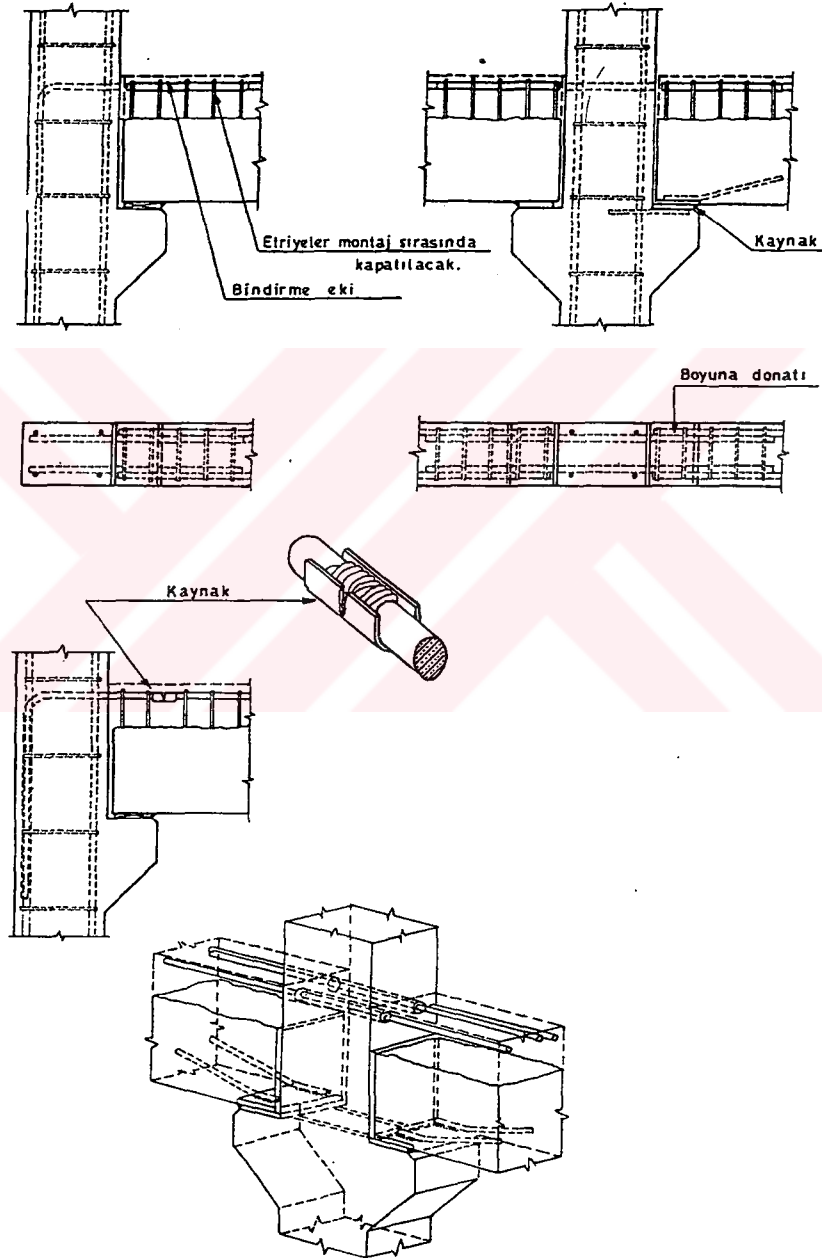
2.4.2.2 Kolon – kiriş sistemler

Prefabrike çok katlı çerçeve sistemler, endüstriyel ve konut türü yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bölme duvarları daha az olan endüstriyel yapılarda, bu sistemlerin kullanımı daha etkilidir. Çubuk elemanlardan meydana gelen çerçeve sistemlerde, birleşimler önemli olmayan bölgelerde düzenlenerek, bir avantaj sağlanabilmektedir. Örneğin, kolonlar katların orta noktalarında, kirişler ise, deprem momentinin en etkili olduğu mesnet bölgelerinin dışında eklenebilmektedir. Kirişlerin kolonlara bağlantıları rijit ve mafsallı (moment aktaran ve aktarmayan) olmak üzere iki türlü olabilmektedir.



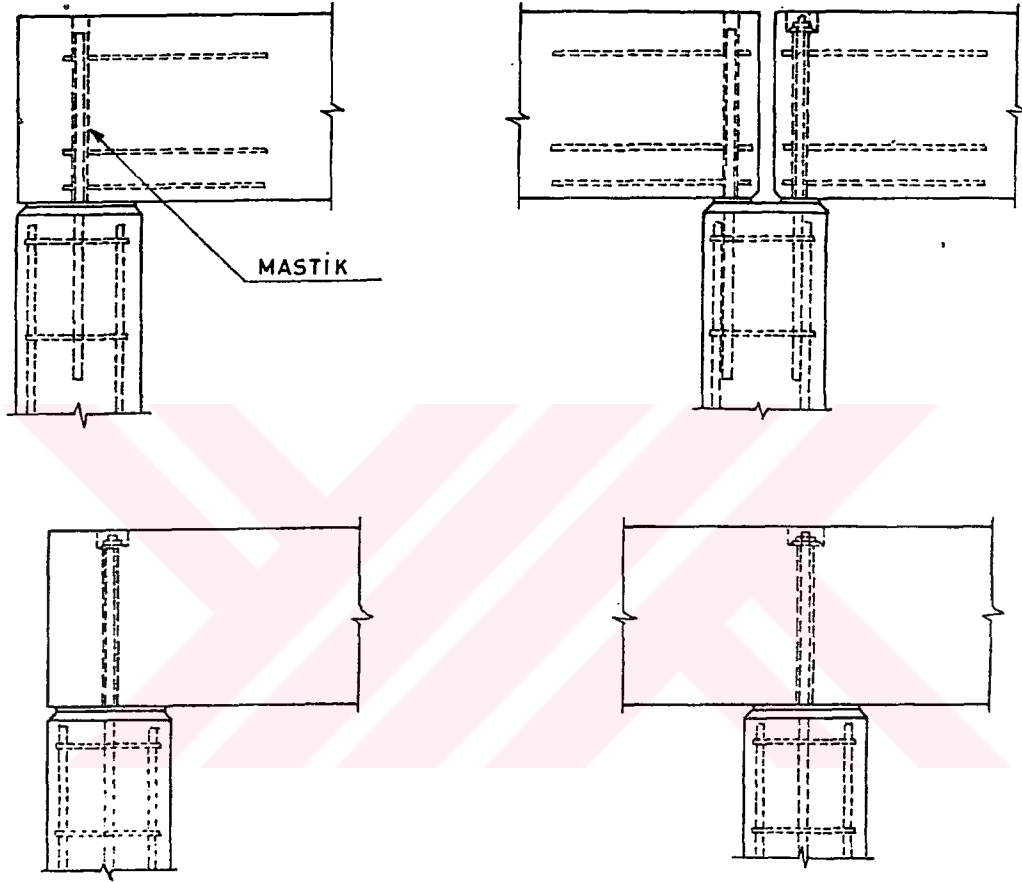
Şekil 2.7 Kuru birleşim

a-) Rijit birleşimler : Hareketli yükler ve deprem kuvvetleri söz konusu olduğu zaman, çerçeveyi oluşturan kolon ve kirişlerin birbirlerine rijit bir şekilde bağlanmaları gerekebilir. Bu durumda birleşim noktasında, normal ve kesme kuvvetlerinin yanısıra, eğilme momentlerinin bir elemandan diğer elemana aktarılması söz konusu olacaktır. Bu kuvvet aktarımı ve rijitlikler, kesintisiz olarak devam edecek şekilde, birleşim noktaları kuru veya ıslak olarak detaylandırılmalıdır. (Şekil 2.7, 2.8)



Şekil 2.8 Islak birleşim

b-) Mafsallı birleşimler : Bu tür birleşimleri bulunan çerçeveler, deprem kuvvetlerinden çok, düşey yüklerin taşınmasında etkili olmaktadır, (Şekil 2.9). Deprem kuvvetleri, yapıda düzenlenen prefabrike ya da yerinde dökme betonarme perde duvarları ile taşınan bu sistemlerde, döşemelerin diyafram etkileri daha da önemli olmaktadır.



Şekil 2.9 Mafsallı birleşimler

2.4.2.3 Kolon – döşeme sistemler

Bu tür sistemlerde döşemeler doğrudan doğruya kolonlar üzerine oturtulmaktadır. Deprem kuvvetlerinin taşınmasında zayıf kalan bu sistemler, betonarme yerinde dökme ya da prefabrik perdelerle yanal yüklerle karşı rijitleştirilmektedirler. Özel yapım yöntemi gerektirirler. Bu sistemlerde de diyafram etkisinin sağlanması önemlidir.

2.4.2.4 HÜCRE SİSTEMLER

Prefabrikasyon oranının % 90'lara çıkarılabildiği sistemlerdir. Döşeme ve duvar betonları fabrikada, birlikte veya ayrı ayrı dökülüp birleştirildikten sonra kaba hücre tamamlanmış olmaktadır. Daha sonra bu hücrelere ısıtma, sıhhi ve elektrik tesisatı ile ilgili armatürler monte edilip; doğrama, cam, döşeme ve duvar kaplamaları bitirilerek hücre hazır hale getirilmektedir. Her şeyiyle tam olan hücreler, şantiyelerde önceden hazırlanmış altyapılar üzerine monte edilmekte ve bu hücrelerin birbirleri ile olan bağlantıları da yapılarak sistem kullanıma hazır hale getirilmektedir. Döşemeler, duruma göre tek ya da iki yönlü olarak çalışmakta ve deprem kuvvetleri her iki yöndeki duvarlar yardımı ile temel sistemine aktarılmaktadır. Bu sistemler çok katlı yapılarda da başarıyla uygulanabilmektedir.

2.4.2.5 Karma Sistemler

Bu sistemler yukarıda sözü geçen dört tür taşıyıcı sistemin çeşitli kombinasyonları olarak düzenlenebilmektedir,[5].

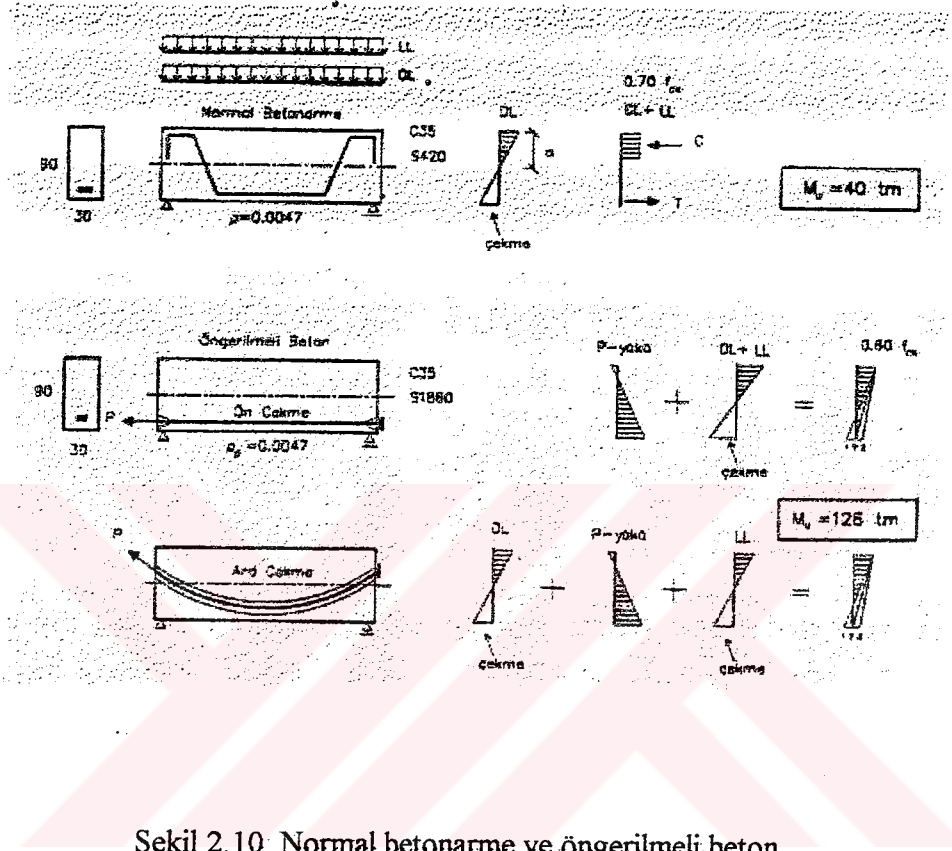
2.5 ÖNGERİLMELİ BETON

2.5.1 ÖNGERİLMELİ BETON KAVRAMI

Normal betonarme ile öngerilmeli beton arasındaki tek fark, öngerilmeli betonda betonarme kesitin çekme bölgesinin, servis yüklerinin uygulanmasından evvel, yüksek mukavemetli özel tellerle basınca maruz bırakılmasıdır. Ayrıca, kullanılan betonun kalitesi de en az C30 ile C50 arasında değişir.

Normal betonarme donatısının kopma mukavemeti yumuşak çelikte S210, tor çelikte S420 iken; öngerme çeliğinin kopma mukavemeti S1500 ile S1900 arasındadır. Görülüyor ki, çok büyük açıklıkları çok narin kesitlerle geçebilmeyi başaran öngerilmeli kirişlerin en büyük sırrı, hem betonun ve hem de çeliğin normale nazaran çok yüksek kaliteli oluşlarıdır. Şüphesiz, yüksek kalitenin yansıra diğer önemli bir husus, servis yükleri altında normal olarak betonun çekmeye maruz kalacak bölgesinin, servis yüklerinin gelmesinden evvel basınca maruz bırakılmasıdır. Böylece, öngerilmeli betonun, pratik olarak hemen hemen hiç bir bölgesinde çekme

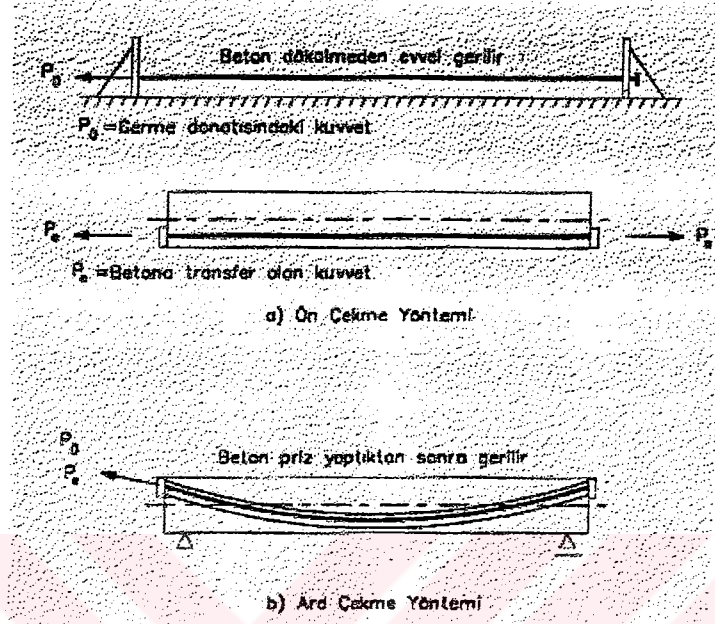
gerilmeleri doğmaz (veya çok az bir miktar doğarsa da buna müsaade edilir), kesitin her yeri basınca çalışır ve dolayısı ile kesitin etkinliği en yüksek değere ulaştırılmış olur. Bir öngerilmeli kirişin açıklık ortasındaki tipik normal gerilme dağılımları, öngerilme kavramını açıklamak amacı ile Şekil 2.10'da verilmiştir.



Şekil 2.10 Normal betonarme ve öngerilmeli beton.

İki türlü öngerilmeli beton imalatı vardır. Eğer beton dökülmeden evvel donatı çeliği gerdirilirse buna “ön çekme”, eğer beton döküldükten ve bir miktar sertleştikten sonra (meselâ 8 ilâ 28 gün) donatı çeliği gerdirilirse buna “ard çekme” yöntemi denir. Ön çekme ve ard çekme yöntemleri şematik olarak Şekil 2.11'de gösterilmiştir. Ön çekme yönteminde, germe donatısı beton ile aderans halindedir. Donatıdaki çekme kuvveti bu aderans sayesinde ana kiriş gövdesine transfer olur. Ard çekme yönteminde ise, germe donatısı için beton içinde, genelde parabolik bir eksen boyunca, içi boş bir kablo bırakılır. Paslanmaz çelik saç veya plastikten imal edilen bu kablonun betona aderans sağlaması için dış yüzü çentikli veya yivli olur. Beton dökülürken bu kablonun içine su veya çimento şerbeti kaçması istenmez. Beton belli bir süre priz yaptıktan ve yeterli bir dayanım kazandıktan sonra, kirişin bir başında kör ankraja bağlı germe donatısı, diğer baştan P_0 kuvveti ile gerdirilir ve

gerdirme işlemi biter bitmez, uzatılmış germe donatısı kamalarla betona kilitlenir ve bu esnada tüm germe kuvveti kirişe basınç olarak aktarılmış olur.



Şekil 2.11 Öngerme yöntemleri

Germe donatısının yerleştirildiği, aderansı önleyici içi boş kablonun iç en kesit alanı A_d , içinden geçen germe demetlerinin toplam alanı A_p 'nin en az iki kati olmalıdır. Bu rahatlığı sağlayabilmek üzere, koruyucu kablonun iç çapı D_d , germe demeti çapı D_p 'den en az 13 mm daha geniş olmalıdır. Kısaca,

$$A_d > 2A_p \quad (2.1)$$

$$D_d > D_p + 13 \text{ mm} \quad (2.2)$$

2.5.2 Öngerilmeli Betonun Avantajları

Geleneksel betonarme köprülerin ekonomik açıklıkları 10 m ilâ 45 m arasında olduğu halde, öngerilmeli betonarme köprülerin etkin açıklıkları 50 m ilâ 300 m arasında değişmektedir. Öngerilmeli köprülerin hele özellikle, müttemadi olarak inşa edilmeleri halinde çelik köprülerden daha ucuza mal edildikleri bir gerçektir.

Bina inşaatında özellikle, ağır yükler altındaki döşemelerde veya geniş açıklıklı döşemelerde öngerilmeli teknoloji kullanıldığı zaman, önemli malzeme ve işçilik tasarrufları sağlanabilmektedir. Aşağıda önce köprüler, daha sonra binalar için öngerilmeli beton teknolojisinin kazandıracığı malzeme tasarrufları ve genel maliyet ekonomisi konularında istatistiksel bilgiler verilmiştir.

2.5.2.1 Köprülerde sağlanan ekonomi

a) Betondan tasarruf

Köprünün 1 m² tabliyesi başına çelik köprülerde 0.15 m³, geleneksel betonarme köprülerde ise, 0.30 m³ ilâ 0.70 m³ arasında beton sarf edildiği halde, öngerilmeli köprülerde 1 m² tabliye başına açıklığa tabi olmak üzere, ortalama 0.30 m³ betondan başlayarak, her 20 m açıklık için 0.10 m³ beton sarf edilmektedir. Örnek olarak, 45 m açıklıklı öngerilmeli bir köprünün beton ihtiyacı 0.45 m³, 85 metre açıklıklı öngerilmeli bir köprünün beton ihtiyacı 0.65 m³ tür. Beton miktarında görülen bu ekonomi köprünün genel maliyetine yansımaktadır.

b) Çelikten tasarruf

Geleneksel betonarme köprülerin çelik ihtiyacı, 1 m² tabliye başına 50 kg ilâ 120 kg arasında değiştiği halde, öngerilmeli köprülerde bu ihtiyaç yarı yarıya azalmaktadır. Çelik köprülerdeki çelik sarfiyatı ise, şüphesiz 1 m² tabliye başına çok yüksek değerlere ulaşmaktadır. Örnek olarak 90 m açıklıklı bir köprüde 1 m² tabliye başına 275 kg çelik kullanıldığını söylemek mümkündür. Halbuki, aynı açıklıktaki öngerilmeli bir köprüde, çelik miktarı 1 m² tabliye başına sadece 75 kilogramdır.

c) Mütemadi açıklıkların sağladığı ekonomi

Mütemadi kirişli öngerilmeli bir köprü, aynı açıklıklı basit mesnetli bir köprüye nazaran iki katı daha fazla yük taşıyabilir. Başka bir deyimle, aynı yükü taşıyabilmek için, basit mesnetli bir kirişe nazaran aynı boyutlardaki öngerilmeli ve mütemadi açıklıklı bir kirişin açıklıklarını 1.40 nispetinde arttırmak mümkündür. Eğer açıklıklar aynı yapıyorsa, mütemadi açıklıklı ve öngerilmeli köprünün kiriş yüksekliklerini yüzde 30 nispetinde azaltmak kabildir. Bu basit karşılaştırma bize mütemadi açıklıklı köprülerin ekonomisi hakkında genel bir bilgi vermektedir.

d) Toplam maliyette tasarruf

Beton ve çelikte yapılan maliyet karşılaştırmaları bir arada alındığında 30 metre ilâ 300 metre arasındaki öngerilmeli köprülerin maliyeti aynı açıklıktaki çelik köprülerin maliyetinden daha ucuz olmaktadır.

2.5.2.2 Binalarda sağlanan ekonomi

a) Döşemelerde sağlanan ekonomi

İçi dolu kesitlere nazaran, öngerilmeli olan içi boşluklu kesitlerin 1 metrekare döşeme başına sağladığı ekonomi yüzde 30'ların çok üstündedir. Geleneksel binalarda 1 m² inşaat alanına 0.36 m³ beton isabet ettiği halde, ön veya ard çekmeli betonarme binalarda 1 m² döşeme başına yaklaşık 0.15 m³ beton isabet etmektedir.

Bir yılda konut inşaatında ülkemizde 6 milyon m³ civarında betonarme döşeme imal edildiğini kabul edersek, öngerilmeli döşeme teknolojisinin kullanılması 4 milyon metreküp tasarruf sağlayacaktır.

b) Kalıptan Sağlanan Ekonomi

Endüstriyel binalarda 1 m² inşaat başına geleneksel betonarme kullanılması halinde, yaklaşık 1.50 m² kalıp isabet etmektedir. Halbuki, öngerilmeli ve prefabrike sistemlerde 1 m² başına isabet eden kalıp miktarı 0.56 m² mertebesindedir.

Ülkemizde bir yılda yaklaşık 18 milyon m² kalıp imalatı yapıldığı göz önüne alırsa, ne mertebede kalıp tasarrufu sağlamanın mümkün olacağı hesaplanabilir.

c) Çelikten Sağlanan Ekonomi

Geleneksel betonarme inşaatın 1 m² sinde ortalama 38 kg betonarme demiri kullanılmaktadır. Halbuki, mütemadi açıklıklı ve ard çekmeli bir yapı sisteminde metrekare başına düşen çelik miktarının 7.5 kg ve kullanılan öngerme kablosu ağırlığının 1.2 kg mertebesinde olduğu söylenebilir.

Ülkemizde konut inşaatında yılda 6 milyon metreküp döşeme betonu imal edildiği varsayıp ve metreküp betonarme başına ortalama 100 kg betonarme demiri

kullanıldığı göz önüne alınırsa, sağlanacak çelik tasarrufunun mertebesi ortaya çıkacaktır, [6].



3. SANAYİ TİPİ PREFABRİKE BİNALARDA DEPREM HASARLARI VE NEDENLERİ

3.1 Giriş

Tek katlı, mafsallı bağlantılı önüretimli çerçevelerden oluşan endüstri yapıları, 1998 Ceyhan ve 1999 Marmara depremlerinde büyük hasar görmüştür. Çok sayıda yapı çökmüş veya kullanılmaz hale gelmiştir.

Depremler sırasında bir çok binada kolonlar ayakta kalmış, kirişler kısmen veya tamamen yere düşmüştür. Kirişlerin düşmediği bazı binalarda, kolon tabanında plastik mafsallaşma izlenimi veren çatlama ve ezilmeler gözlenmiştir. Yine trapez kirişlere dönmelere veya kolonlarında büyük yanıl ötelenmeler olan binalara da rastlanmıştır. Özellikle bozuk zeminli bölgelerde ise, temellerin dönmesi sorunu ile karşılaşmıştır. Bazı binalarda ise çatı çözülmüş veya dış cephe panellerinde hasarlar oluşmuştur.

Ülkemize, yabancı memleketlerden değişik prefabrike yapı ve eleman üretim teknolojisi de getirilmiştir. Yurt dışından getirilen ve Türkiye'de geliştirilen prefabrike yapı sistemlerinin, deprem etkileri karşısındaki davranışlarının doğru değerlendirilmesi yapılmadan uygulamaya konulması; depremlerde önemli hasarlar meydana gelmesinin bir nedenidir. Yapıların depremlere karşı davranışları, yaşanmış depremlerdeki gözlemlerden ve deprem etkilerini andıran koşullar altında yapılmış laboratuvar deneyleri sonuçlarından çıkarılmaktadır.

Depremlerde can ve mal kaybı en çok, yapılarda meydana gelen hasarlar nedeniyle olduğundan, depreme dayanıklı yapı üretmek inşaat sektöründe vazgeçilmez unsurlardan biridir. Prefabrikasyon, inşaat kurallarına göre kusursuz olarak yapılmışsa, konvansiyonel (geleneksel) sisteme göre daha dayanıklı ve daha

güvenlidir, (Güralp, 1992). Özellikle fabrika koşullarında, denetimli ve kaliteli üretim özelliklerine sahip olan prefabrik yapı sistemi, son 20 yılda ülkemizde göz ardı edilemez bir gelişme göstermiş, sanayi yapılarının vazgeçilmez unsuru olmuştur.

Ülkemizde endüstri yapılarının %70'i prefabrikasyon teknolojisi ile inşa edilmektedir. Endüstri yapılarının büyük çoğunluğu, bir veya iki katlı ve büyük açıklıklı kolon-kiriş ve çatı elemanlarının kullandığı çerçeve taşıyıcı sistemli binalardır, (Yüzügülü, 1995).

Tek katlı prefabrike çerçeveli yapı sistemleri, 1992 Erzincan Depremi ve 1998 Adana Depremlerinde hasar görmüş, ama özellikle 1999 Marmara Depremlerinde, yıkımlara varan ağır hasarlara uğramıştır. Hasar sadece taşıyıcı sistemle sınırlı kalmamış, göçük altında kalan makine, donanım ve malzemeler de büyük zarar görmüştür.

Hasar alan pek çok yapı yanında, tasarımı doğru yapılmış, düğüm noktası detayları doğru çözülmüş, kontrollü ve özenli üretilmiş ve hiçbir hasar almadan depremde olumlu servis veren mafsallı tek katlı prefabrike binaların da olduğu gözlenmiştir.

Bu bölümde, 20. Yüzyılın son depremlerinde ülkemizde yaşanan deneyimlerden yararlanılarak, prefabrike yapı sistemlerinde meydana gelen deprem hasar türleri ve sebepleri üzerinde durulmuştur.

3.2 Tek Katlı Mafsallı Prefabrike Binalarda Deprem Hasar Türleri Ve Nedenleri

Tek katlı prefabrike yapılar, kolonlar temelde ankastre, çatıda eğimli çatı ve dere kirişlerinin kolonlara, aşık kirişlerinin de eğimli çatı kirişlerine mafsallı (moment aktarmayan, sadece kesme kuvvetini ileten birleşim) olarak bağlanmasıyla oluşan sistemlerdir. Prefabrike endüstri yapılarında, genel olarak kolon boylarının büyük olması ve mafsallı bağlantılar nedeniyle doğal periyotlar büyüktür. Deprem sırasında bu tür binalarda oluşan hasarlar, sistemden veya detay kusurlarından meydana gelmiştir.

Binaya sonradan eklenen ve önüretimli sisteme bağlanan yapılar davranışı olumsuz yönde etkilemiştir. Yerinde yapılan incelemelerde ortaya çıkarılan izlenimlere göre,

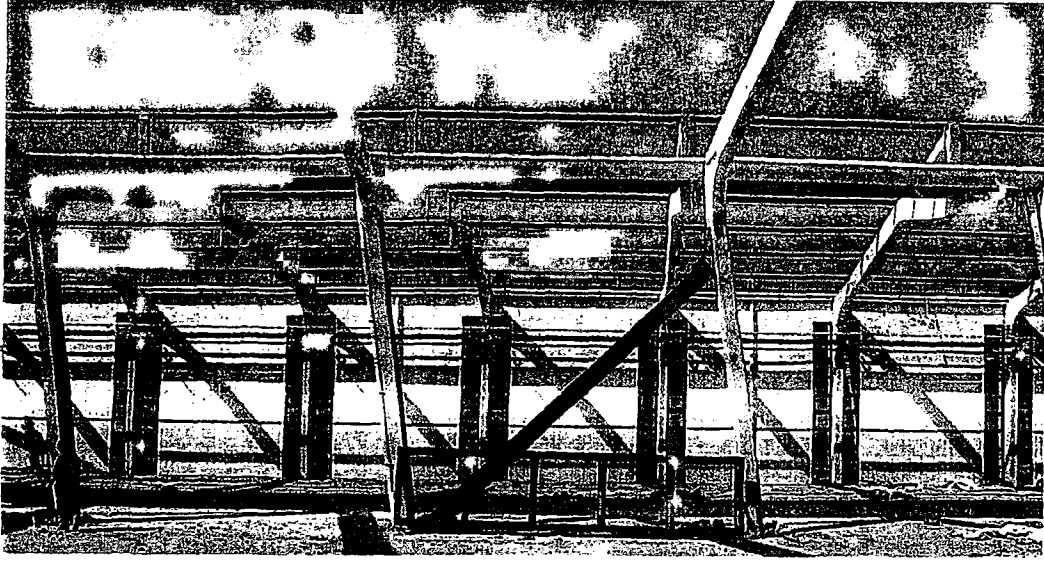
Adana-Ceyhan, Marmara ve Düzce depremlerinde; hasar gören prefabrike yapılar, ortalama 20 m açıklıklı, 7.50 m yükseklikli ve yine 7.50 m aralıkla bir veya birkaç holden oluşan sistemlerdir.

Hasar gören mafsallı bağlantılı yapılar incelendiğinde, bunların yanal rijitliğinin yetersiz olduğu görülmüştür. Hasar gören hiçbir yapıda kolonlar, 1998 Yönetmeliği'ndeki yanal ötelenme sınırını karşılayacak kesite sahip değildir. Aşırı yanal ötelenmeler, bağlantılarda aşırı zorlamalara yol açmış ve zaten yetersiz olan bağlantılar kırılarak kirişlerin düşmesine neden olmuştur; Şekil 3.1, Şekil 3.2.

Çatı düzeyinde kirişleri birbirine bağlayan bir döşeme veya çaprazların olmaması nedeniyle, özellikle trapez kirişlerin yanal stabilitesi sağlanamamıştır. Deprem etkisiyle kirişte oluşmaya başlayan dönmeyi önleyecek elemanlar olmadığından, kirişler serbestçe dönmüş ve mesnette yetersiz kenetlenmiş pimleri zorlayarak onları kırmış veya sıyrılmıştır. Mafsallı bağlantıda tek pim kullanılan durumlarda bu pimin, yanal ötelenme veya kiriş dönmesi sonucunda oluşan zorlamaları karşılaması mümkün olmamıştır. Çift pimli bağlantılar görece olarak daha iyi davranmıştır.

Bazı binalarda kirişler konsolun tam ucuna oturtulmuş ve yanal ötelenmede bu kirişlerin düşmesi kaçınılmaz olmuştur. Özellikle sıcaklık değişimi ve büzülme etkilerinin sisteme ek tesirler getirmesini önlemek amacıyla, kayar mesnet oluşturulan yerlerde konsol boyu, oluşan yanal ötelenme karşısında yetersiz kalmıştır.

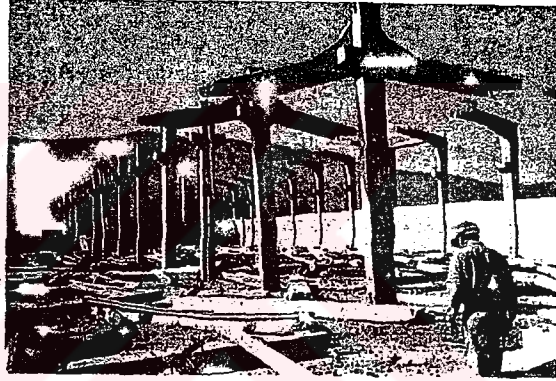
Bu arada kirişlerin düşmemesine rağmen, pek çok yapıda kirişlerin oturduğu konsolların kenarlarında, beton ezilmeleri gözlenmiştir. Bu hasar görünümü, prefabrike sistemin üçgen kirişlerinin yeterli yanal bağlantısının olmadığını göstermektedir. Konsola oturan kirişlerin yanal yüzeylerinde, uçlarında konsoldan gelen demirlerin içinden geçtiği deliklerin olduğu yerlerde gözlenen düşey çatlaklar oluşmuştur. Bazı yapılarda kirişlerin bir ucu, konsoldaki demirlerden kurtularak yere düşmüştür. Bu arada kirişin ucu, konsolun ucundaki betonu da ezmiştir. Bunun yanında konsoldaki demirler de bükülerek kiriş uçlarındaki deliklerden çıkmıştır. Bu durum eğimli çatı kirişlerinin kolonlarla birleşim bölgelerinde yetersizlikler olduğunu kanıtlamaktadır, Şekil 3.3.



Şekil 3.1 Kolonlarda büyük yanal ötelenme



a) Hacı Ömer Sabancı Organize Sanayi Bölgesi, Adana



b) Adapazarı Organize Sanayi Bölgesi

Şekil 3.2 Çatı ve aşık kirişleri düşen prefabrike sanayi yapıları

Kolon ve eğimli çatı kirişi arasında bağlantı çubuğu ile oluşturulan birleşimlerde rastlanan hasarların sebepleri şu şekilde sıralanabilir:

- Çatı kirişi ile kolon gusesi arasındaki bağlantı çubuğunun yeterli aderans boyunun ve yeterli çapının olmaması.
- Bağlantı çubuğu için kullanılan dolgu harcının yeterli ya da istenilen nitelikte olmaması veya hiç olmaması.
- Eğimli çatı kirişinde oluşturulan filiz deliklerinin zayıf yönde tek olarak düzenlenmiş olması, Şekil 3.3.

- Elastomer mesnet kullanılmadığı için, kiriş betonunun kolon betonuna yeteri kadar üniform yük yayamaması ve bu yüzden eğimli çatı kirişinin doğal olarak stabil olamaması; dolayısıyla çatı kirişlerinin yanal stabilitesinin sağlanamaması.

Tek katlı mafsallı yapılar izostatik olduklarından; stabiliteleri kolayca bozulabilme ve sınırlı enerji tüketebilme özelliğine sahip sistemlerdir. Bundan dolayı aşırı deplasman yaparak, zaten zayıf olan birleşim bölgelerinde, çatı kirişlerinin kolon guselerindeki pimlerden sıyrılıp düşmeleri, en sık rastlanan hasar türüdür.

Prefabrik elemanlar arası göreceli deplasmanların, deprem süresince kontrolden çıkması da önemli bir hasar nedenidir. Kullanılan sistemlerin en zayıf taraflarından biri çatı düzeyinde bir diyaframın olmayışıdır. Çatıda kirişleri bağlayan tek eleman aşıklardır ve bunların da diyafram etkisi oluşturmaları söz konusu olamaz. Diyaframın bulunmaması, her çerçevenin bağımsız davranması ile sonuçlanmış, çerçeveler arasında uyum ve yardımlaşma olmamıştır. Özellikle iki veya daha fazla açıklıklı yapılarda, dış duvarların bulunup iç duvarların olmayışı, farklı rijitliklerden dolayı depremde ayrı çerçeveler gibi davranmalarına neden olmuştur. Bu çerçeveler üzerlerine çektikleri farklı eylemsizlik kuvvetleri neticesinde farklı deplasmanlar yapmıştır. Bu farklı deplasmanların önlenemeyişi ise yapının hasar almasına yol açmıştır. Diyaframın olmaması, depreme dayanıklı davranış açısından büyük bir eksikliktir, [3].

Çatı düzeyinde kirişleri birbirine bağlayan bir döşeme veya çaprazların olmamasının bir başka sonucu ise, kirişlerin, özellikle trapez kirişlerin yanal stabilitesinin sağlanamayışıdır. Deprem etkisiyle kirişte oluşmaya başlayan dönmeyi önleyecek elemanlar olmadığından, kirişler serbestçe dönmüş ve mesnetteki pimleri zorlayarak onları ya sıyırmış ya da kırmıştır.

Kolon diplerinde eğilme çatlaklarının oluşması da deprem sonrasında rastlanan hasarlardandır. Bu hasar türünde çerçeve kolonlarının alt uçlarına yakın yerlerde, betonda eğilme çatlakları oluşur. Bu durum, kolon alt uçlarında elastik moment taşıma gücünün aşıldığının göstergesidir. Kolon kesitlerinin özellikle çerçeveye dik yönde yetersiz olması ve içerisinde bulunan donatının çok sık olarak ve

yönetmeliklerde verilen maksimum kolon donatısı oranına çok yakın biçimde dizayn edilmesi, kolon alt uçlarında oluşan hasarların başlıca sebebidir.

Bazı endüstri yapılarında kısa kolon davranışı sonucunda, kolonlarda kesme çatlakları oluşmuştur. Duvarlarda aydınlatma için bırakılan boşluklar ve sonradan yapılan yerinde dökme ya da çelik ara katlar, kısa kolon davranışına sebep olmaktadır. Bina tasarım aşamasında önceden belli olmayan eklentiler (ara kat platformları), sistemin uyumunu bozup kolonlara gelen zorlamaları arttırmakta ve deprem yükleri altında hesaplanandan farklı davranışlar oluşmasına yol açmaktadır.

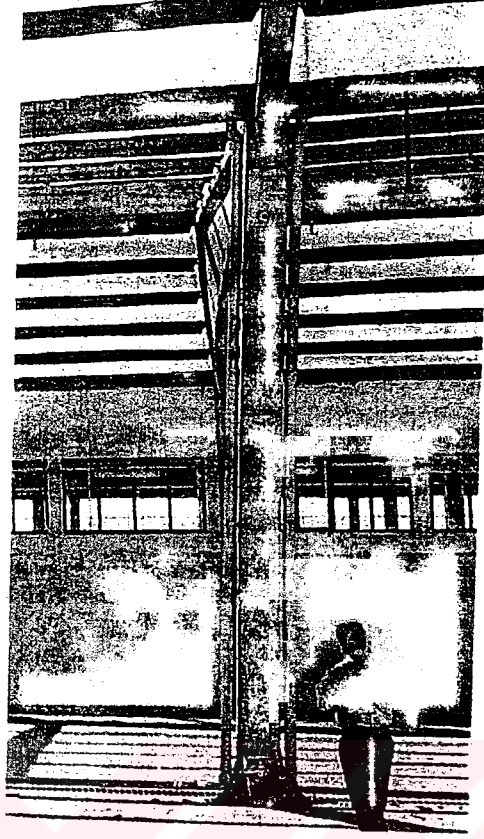
İnceltilmiş uçlu kirişlerde projelendirme hataları söz konusu olabilmektedir. Buradaki çatlaklar iki nedenle oluşabilmektedir .

- a) İnceltilmiş uç hesabında yatay kuvvet hesaba katılmamıştır.
- b) Mesnet bölgesi kaynakla birleştirilmiştir. Yapı yanal deplasman yaparken birleşimde kısmi bir ankastrelik oluşmuştur. Bu durumda deprem sırasında bu mesnet moment aktarabilir. Kesitin narinliği ve yapılan kaynağın aktardığı yük fazla olduğundan inceltilmiş uçta çatlak oluşabilmektedir.

Hasar gören tüm yapılardaki, toptan kırılma-devrilme türündeki yıkılmanın ana nedeni "yetersiz yanal rijitlik" tir. Yetersiz yanal rijitliğin tek nedeni gerek A.B.Y.Y.H.Y.-1975 hükümlerindeki $0,0025 \times h$; gerekse A.B.Y.Y.H.Y.-1997 hükümlerindeki $0,0035 \times h$ deplasman limitlerine uyulmamasıdır. 1997 yılından sonra projelendirilen ve uygulanan yapılarda "A.B.Y.Y.H.Y.-1997" hükümleri hiç uygulanmamıştır.



Şekil 3.3 Pimli bağlantı



Şekil 3.4 Trapez kirişlerde dönme, kolon dibinde mafsallaşma

- 1- A.B.Y.Y.H.Y.-1975'teki S (Yapı Dinamik Katsayısı) değeri hasar gören yapılarda T'den küçük alınmıştır.
- 2- Bir başka hasar tipi de göçmeyen yapılarda konsollarda yada kiriş uçlarında görülen hasarlardır. Bağlantıları sağlam olan binalarda taşıyıcı sistem elemanları zorlandıkları için birleşim bölgelerinde pimin zorlanması sonucu ortaya çıkan hasarlardır.
- 3- Diyafram etkisi olmayan ve çerçeve çalışması istenen trapez çatı kirişlerinin üst başlıklarının, kiriş düzlemine dik gelen kuvvetleri bağlandıkları ana elemanlara aktarabilecek yeterli boyutlarda olmamaları yani yanıl stabiliteleri yetersiz olması yüzünden çatı kirişleri burkulmuştur, Şekil 3.4.
- 4- Bilindiği gibi endüstri yapısı olarak ülkemizde çok yaygın olarak kullanılan mafsallı çerçeveler Avrupa uygulamalarından esinlenerek Türkiye'ye gelmiş, yerleşmiş ve yaygınlaşmıştır. Depremle fazla ilgisi olmayan Avrupa ülkelerinde gelişmiş olan bu tür yapılar, Türkiye koşullarında depremsel davranışları incelenmeden firmalarca aynen uygulanmıştır. O nedenle, bu

yapıların bugün uygulanmakta olan biçimiyle deprem konusunda ne kadar başarılı olacağı, Ceyhan depremine kadar açıklıkla bilinmiyordu. İlk ciddi sınavında başarısız olan bu tür yapılar ikinci sınavı olan Marmara depreminde de maalesef daha vahim sonuçlara ulaştı. Bu da mafsallı çerçevelerin deprem kuşağında olan bölgelerde daha titiz ve ayrıntılı çalışmalar gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

Hasar oluşumuna neden olan unsurlardan biri de temellerin dönmesidir. Bunun etmenleri iki madde halinde toplanabilir.

- a) Yük kabullerinin yanlışlığı veya eksikliği . Öncelikle doğru yük kabullerinin yapılması ve deprem yüklerinin temele kadar aktarılmasının sağlanması gerekmektedir. Deprem sırasında temele gelen yükün hesap değerlerini aşması durumunda temelin dönme riski taşınmaz hale gelir.
- b) Temel dönmelerini engelleyen bağ kirişlerinin yanlış detaylandırılması : Prefabrike çerçeveli yapıların temeldeki tamamlayıcısı olan deprem kirişleri (bağ hatılı), doğru detaylandırıldığında temellerin dönmesini engellediği gibi, deprem sırasında sistemin bütün olarak çalışmasını sağlayarak, temelden kaynaklanabilecek deprem hasarlarını kontrol altında tutar.

Prefabrike çerçeveli sistem; günümüzde büyük açıklıkların geçilmesinde tercih edilen bir sistemdir. Zaman zaman 25 - 30 metreyi bulan bu açıklıklar temelleri birbirine bağlayan bağ hatıllarında düşey ve yatay burkulmayı önemli bir problem olarak önümüze çıkarır. Zayıf bağ hatılları üzerindeki burkulma etkisinin en aza indirilmesi amacıyla kirişin (l) uzunluğunu ikiye veya üçe bölen yastık betonu, hali hazırda kullanılan bir yöntemdir. Bağ kirişi ve temellerdeki görelî oturmalar, bağ kirişlerine ve yastık betonlarına zarar vererek, deprem sırasında görevlerini tam olarak yerine getirememe tehlikesini doğurur. Örneğin; bağ kirişleri sömellerden sonra ve daha üst kotta döküldüklerinden dolayı, nispeten yumuşak dolgu zeminlere otururlar. Bu yumuşak zeminler zaman içinde; çeşitli nedenlerle oturmaya maruz kalıp, kiriş ve yastık betonunda kırılma ve çatlamalara neden olurlar. Temellerde görelî oturmalarından kaynaklanan bir diğer deformasyon sömellerin bina yükü altında düşeyde bağ kirişi ve yastık betonundan daha fazla oturmasıdır. Bu durumlarda da

bağ kirişlerinde (zayıf zeminlerden kaynaklanan kırılmaların tersi yönde olmak üzere) kırılma ve çatlamlar görülür.

Temel üst kotu ile zemin betonu kotu arasındaki olası farkın meydana getirdiği problemler : Prefabrik çerçeve sistemlerin bazı uygulamalarında, belirli bir kotu yakalamak amacıyla temel inşasından sonra, dolgunun üzerine zemin betonu uygulaması yapılır. Bu uygulama, üst soket kotu ile zemin betonu arasında düşeyde bir kot farkı yaratır. Bu fark, kolon üzerinde zemin betonunun yarattığı mesnet etkisi gibi istenmeyen etkilere yol açar. Bu istenmeyen mesnet, yatay yükler altında soketi dönmeye zorlayacaktır. Söz konusu mesnet etkisinin yok edilmesi için, temel üst kotu ile zemin betonu kotu arasında dolgu olan uygulamalarda, kolon ve zemin betonu arasında öngörülecek bir derz gerekli olacaktır.

Altan ankastre üstten mafsallı yapılarda, kolon ile soket temel arasındaki boşluğa konulmuş betonda, herhangi bir çatlama, ezilme ve açılma gözlenmemiştir. Sadece Düzce depreminden sonra, Bolu - Kaynaşlı'da hasar gören bir yapıda, temel soketlerinde çatlaklar olduğu gözlemlenmiştir. Bu arada bazı yapılarda soket temele oturan kolonların alt uçlarına yakın yerlerde eğilme çatlaklarının olması da kolonların soket temele ankastre olarak bağlandığının bir kanıtıdır.

Kolonları burkulması ve kırılması : Prefabrike çerçeveli sistemlerde deprem sırasında kolonların burkulması ve kırılmasından kaynaklanan hasarlar belli başlı üç sebebe dayanır :

- a) Yük kabullerinin yanlışlığı
- b) Dizayn (hesap) hataları
- c) Dizaynda belirlenmiş yeterli sünekliği sağlayacak detayların uygulanmaması

Hali hazırda yürürlükte olan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'e göre, yapıların deprem sırasında maruz kaldığı yatay kuvvetler;

$$F = A(T) \times W \quad (3.1)$$

formülüyle bulunur. Burada;

$$A(T) = A_0 \times S(T) \times I/R \quad (3.2)$$

$A(T)$: spektral ivme katsayısı

A_0 : etkin yer ivmesi katsayısı

$S(T)$: spektrum katsayısı

I : bina önem katsayısı

R : taşıyıcı sistem davranış katsayısıdır.

Bu formülde önceden kabul edilmiş bazı değerlerin hesaba katılmasında, uygulamada baş gösterecek hatalar, dizayn hataları deprem sırasında kolonlarda görülebilecek deformasyonların nedenlerinden biridir.

Yerinde yapılan saha testlerinde, tüm yapı gruplarının beton kalitesinin olması gereken veya bunun üstünde olduğu görülmesine rağmen inşaat çeliği örnekleri üzerinde yapılan mekanik ve kimyasal analizler sonucunda Karbon eşleniği değeri 0.45 değerinden küçük olma koşulunu oldukça aşmış oldukları gözlenmiştir dolayısıyla bu durum donatıları sünek davranış göstermesini engelleyecek duruma getirmiştir.

Çerçeve çözümü ile bulunan yatay yük dağılımı, yıkılma mekanizması ile pek uyuşmamaktadır. Özellikle iki açıklıklı çerçevelerde orta kolonlar tasarlanandan daha fazla yük almaktadır. Dolayısıyla bu tarz çözümler gözden geçirilmelidir.

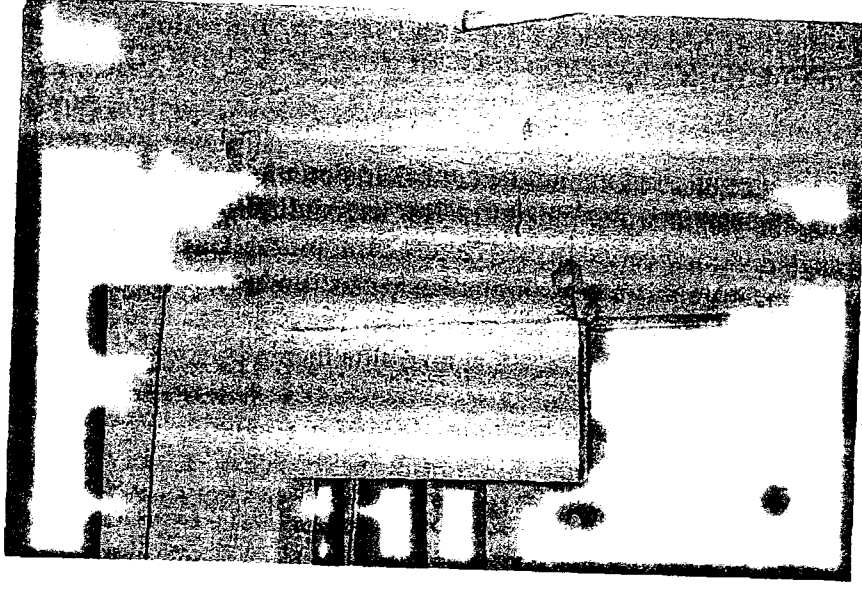
Bağlantıları kaynaklı (sabit)olan düşey cephe panellerinin deprem esnasında bağlantıları, kaynaklı olmaları nedeniyle yapının hareketini önlemeye çalışmışlar, ek tesirler getirerek bağlandıkları elemanda yatay kesme çatlakları oluşturmuşlardır. Bağlantıları kopan paneller düşme esnasında yapıda da hasarlara neden olmuşlardır. Ayrıca uygulanan yatay bağlantı detaylarında panel duvarların düzlemleri dışında katlar arasında hiçbir moment aktarabilme kapasitesinin olmadığı da görülmüştür. Tüm prefabrike yapısal sistemlerin ortak sorunu olan bu bağlantı problemi sonucu yapıyı oluşturan betonarme panel duvar elemanlar depremde birbirinden bağımsız çalışmışlar ve binada aşırı esnemeler yaratmışlardır.

3.3 Moment Aktarabilen Birleşimlere Sahip Prefabrike Binalarda Deprem Hasar Türleri Ve Nedenleri

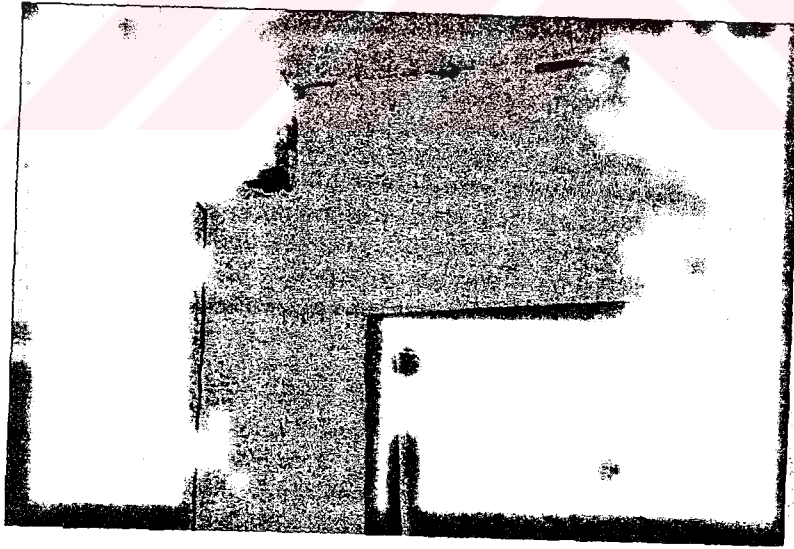
Bu tür binalar çok katlı olarak inşa edildikleri için, genellikle işyeri ve yurt olarak kullanılmaktadır. Kirişlerin kolonlara bağlantıları, genelde kolon-kiriş düğüm noktalarında. Birleşimlerin moment aktarması özel detaylarla sağlanmaya çalışılmıştır. Genelde moment aktarımı altta, plakanın plakaya kaynaklanması ile, ve üstte kolonlardan çıkan filizlerin kiriş boyuna donatısı ile bindirmeli ek yapılmasıyla sağlanmaya çalışılmıştır. Bu tür binalarda süreklilik sadece üstte sağlanmıştır. Marmara ve Düzce depremlerinde Bu tür binalardan hiçbirinde göçme ve ağır hasara rastlanmamıştır. Sadece bu tür bazı binalarda birleşim bölgelerinde hafif hasarlar görülmüştür. Bağlantılarda rastlanan bu hasarların nedenleri şu şekilde sıralanabilir.

- Depremde yükün tersindiği dikkate alınmadığından, kirişin alt donatısının sürekliliği ya hiç sağlanmamış veya yetersiz kalmıştır.
- Plaka ankrajları yetersiz kalmıştır.
- Üstte kiriş donatısının kolondan çıkan filizlere bindirmeli olarak eklenmesi yetersiz kalmıştır.
- Bu tür bağlantılar düğüm noktasında yapıldığından, iki zayıflık bir araya gelmiştir, Şekil 3.5, Şekil 3.6.
- Bağlantıların sağlıklı davranmaması, yanal ötelemeleri arttırarak taşıyıcı olmayan dolgu duvarlarda önemli hasarlar oluşmuştur.

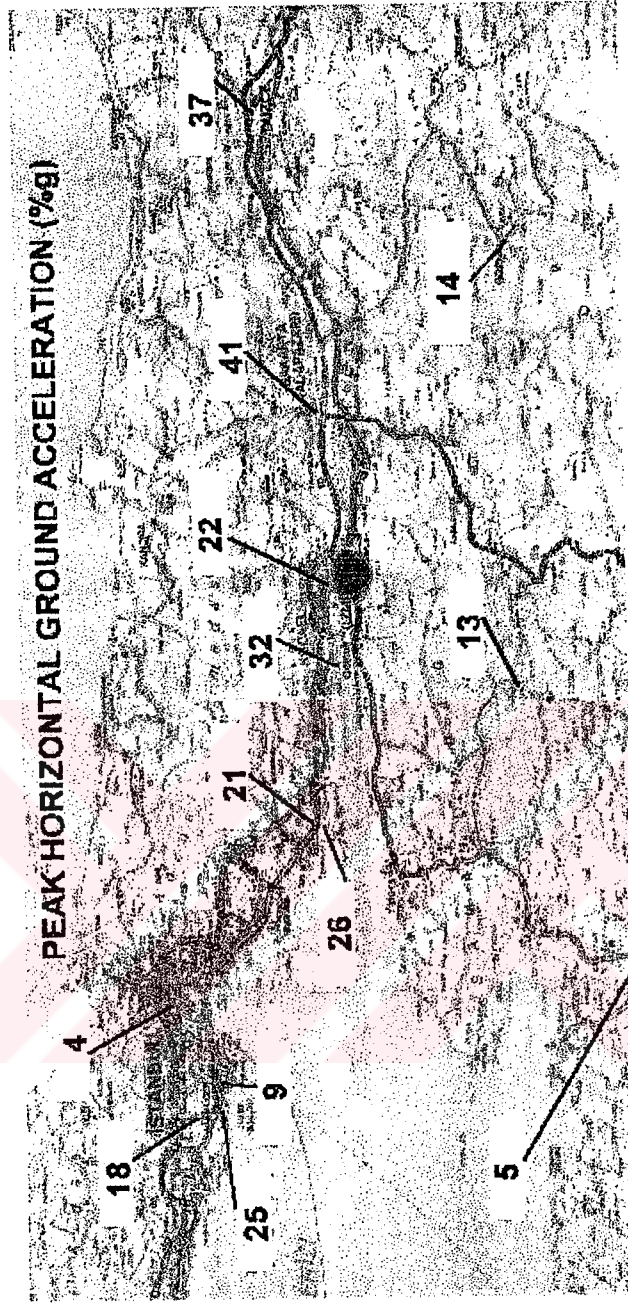
Hasarın özellikle bazı bölgelerde yoğunlaşması, özellikle sıvalaşma etkisi görülen zeminlerde deprem ivmesi şartnamede ön görülen değerin çok üstünde olması, yerel zemin sınıflarının doğru tespitini ve alüvyonal zeminin büyütme etkisi nedeniyle tanımlanma zorunluluğunu bir kez daha göstermiştir, Şekil 3.7.



Şekil 3.5 Bağlantı hasarı



Şekil 3.6 Bağlantı hasarı



Şekil 3.7 1999 Marmara Depremi Yatay Zemin İvmesi

4. SANAYİ TİPİ PREFABRİKE BİNALARIN DEPREM ETKİLERİ ALTINDA DAVRANIŞI

4.1 Giriş

Prefabrike yapıların depreme dayanıklılığı konusunda, yeterli bir bilgi ve deneyim birikimi yeni yeni oluşmaktadır. Bunun türlü nedenleri vardır. Prefabrike yapılar ve sistemlerinin yaygın olarak uygulanması, son 30-40 yıl içinde başlamıştır. Prefabrike yapı uygulamaları öncelikle depremlerin pek olmadığı ülkelerde başladığı için, bu sistemlerin depreme dayanıklılığı üzerinde pek durulmamıştır. Prefabrike yapıların deprem bölgelerinde de inşa edilmeye başlanması ile birlikte, bu yapı sistemlerinin depreme dayanıklı olarak yapılması gereği gündeme gelmiştir.

Yeni prefabrike sistemler geliştiren ya da başka ülkelerden sistemler ithal eden depremsel ülkeler, prefabrike yapıların deprem kuvvetleri altındaki davranışlarını da incelemektedirler. Ülkemizde prefabrike yapı sistemlerinin son deprem deneyimleri, 1998 Ceyhan ve 1999 Marmara depremlerinde yaşanmıştır. Bu deprem deneyimlerinden, prefabrike yapıların yatay deprem kuvvetleri altındaki davranışları, kritik noktalar ve benzeri özellikleri konusunda yararlı bilgiler elde edilmiştir.

Prefabrike yapılarda en kritik noktalar yapı elemanlarının birleşim yerleridir. Prefabrike yapı elemanları, yüksek nitelikli malzeme, işçilik ve kontrol ile yapıldıklarından, yüksek dayanımlı olmaktadır. Ancak şantiyede meydana getirilen birleşim yerleri ise, genellikle aynı kalite düzeyinde olamamaktadır. Ayrıca bağlantı noktaları, depremde en çok zorlanan yerlerdir. Bu bakımdan, prefabrike yapıların depreme dayanıklı olması, büyük ölçüde ek yerlerinin depreme dayanıklı olmasına bağlıdır. Bu nedenle bu sistemlerde, ek yerlerinin depreme dayanıklı olarak geliştirilmesi üzerinde durulmaktadır. Bağlantı bölgelerinin kesme kuvveti taşıma kapasitesinin saptanması, deneysel olarak kontrolü gibi konularda incelemeler yapılmaktadır, [4].

4.2 Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı

Depreme dayanıklı yapı tasarımı, yalnızca belirlenmiş yatay kuvvetlere dayanabilen yapılar tasarlamak değildir. İyi tasarlanmış bir yapıda sağlamlık, rijitlik ve süneklik özelliklerinin optimum karışımı sağlanmalıdır. Böylece yapı, sık olan orta büyüklükteki depremleri önemli bir hasar görmeden atlattırken, şiddetli depremlerde ise kendi stabilitesini, içindeki insan ve eşyaları tehlikeye atmaksızın koruyabilmelidir. Bu amacın sağlanması, yönetmelik kurallarının uygulanmasından daha fazlasını; yapıların deprem etkileri altındaki davranışlarının temel prensiplerinin iyi kavranılmış olması yanında, yapılarda olması gereken özellikleri sağlamada ustalığı da gerektirir.

Depreme dayanıklı yapı kavramının geliştirilmesinde ilk aşama, depremlerde yapılara gelen yüklerin boyutlarının bilinmesidir. İkinci aşama, yapıların deprem yükleri altındaki davranışlarının bilinmesi olmaktadır. Diğer taraftan ekonomik kısıtlamalar da, yapıda oluşturulması gereken deprem dayanımının ya da güvenliğinin ne miktarda olacağı üzerinde rol oynamaktadır. Depreme dayanıklı yapı kavramı, bu faktörlerin ışığı altında geliştirilmelidir.

Depremlerde yapılara gelen yüklerin, yönetmeliklerde öngörülen ve yapıların deprem hesabında kullanılan yatay yüklerden çok daha yüksek olduğu bilinmelidir. Yapılar, sağlanan süneklikleri sayesinde, şiddetli depremlerin etkilerine kalıcı deformasyonlar yaparak karşı koyabilirler.

Depremlerde edinilen gözlemler ve deneysel çalışmalar, yönetmeliklerde belirtilen yatay yüklere göre hesaplanmış yapıların, şiddetli depremlere, ancak yeterli enerji tüketme gücüne sahip olmaları durumunda dayanabildiklerini göstermektedir. Enerji tüketme olayı ise, yapının bazı yerlerinde kalıcı deformasyonlarla (hasar) gerçekleşmektedir. Örneğin yerinde dökme betonarme yapılarda, başlangıçta rijit olan kolon-kiriş birleşim yerleri, bir bölümü çatlayarak mafsallaşması ile çok büyük miktarda enerji tüketilebilmektedir.

Yapı elemanlarında kalıcı deformasyonun, yük taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan yapılabilmesi, yapının sünekliği olarak nitelenmektedir. Eğer yapının

elemanları, yük taşıma gücünden fazla bir şey yitirmeden büyük kalıcı deformasyon yapabiliyorlarsa, sünek olarak nitelendirilmektedirler.

Öte yandan deprem yüklerinin bir başka özelliği dinamik olmalarıdır. Düşey yükler, zaman içinde değişmeyen yüklerdir. Deprem sırasında ise, gelen yatay yüklerin çok kısa bir süre içinde de olsa, hem büyüklükleri, hem de yönleri değişmektedir. Yapı elemanlarında kısa aralıklarla hem basınç, hem çekme etkileri oluşabilmektedir. Bu etkilerin elastik sınırlar içinde karşılanması, büyük boyutlar ve dolayısıyla olağanüstü yapı maliyetleri gerektirdiği için ekonomik olmaz. Bu nedenle depreme dayanıklı yapı tasarımında, yapıya nispeten sınırlı bir elastik dayanma gücü verilmekte, böylelikle hafif ve orta şiddette depremlerde zarar önlenmekte; bunun üzerinde sağlanacak, “taşıma gücü azalmadan deformasyon yapabilme olanağı” ile de; şiddetli depremlerde yapının göçmeyerek içindekilerin kayba uğraması önlenmektedir. Depreme dayanıklı yapı tasarım felsefesinin özü budur.

4.3 Prefabrike Sanayi Tipi Yapıların Depreme Dayanıklı Tasarımı

Ülkemizde çok yada tek katlı endüstri türü yapılar, birleşim tekniklerine göre iki guruba ayrılır.

1-) Prefabrike mafsallı çerçeveler (moment aktarmayan sadece kesme kuvveti aktaran)

2-) Moment aktarabilen bağlantılara sahip prefabrike çerçeveler

Özellikle mafsallı birleşimler tek katlı binalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Son yıllarda katlı endüstri türü binalarda, moment aktarıcı birleşimler baskın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Prefabrike çok katlı yapılar mafsallı yapıldıklarında, yatay ve düşey yük tesirleri artar, bu durum ekonomik olmayan kesitler doğurur. Bundan düğüm noktalarında, özel detaylar ve yerinde ıslak birleşimlerin teşkiliyle, sürekli ve rijit bağlantılar elde edilir. Bu tür çerçevelere, “moment aktarabilen bağlantılara sahip prefabrike çerçeveler” denir. Birleşimleri kuru yada yaş olabilir. Genelde çok katlı prefabrike sanayi türü yapılarda kullanılan bir türdür. Taşıyıcı sistem ve sistem elemanları, montaj ve işletme safhalarında değişik kesit ve statik şemaya sahiptirler. Bu tür

yapılarda sırası ile kolonlar, kirişler ve döşeme elemanlarının montajı yapılır. Yerinde dökme topping betonunun atılmasıyla ve kullanılan birleştirme türüne göre, yapının sonuç statik şeması elde edilir.

Kuru birleşimler, genelde sadece kaynakla yapılan ya da pimli veya bulonlu birleşimlerdir. Yaş birleşimler ise iki prefabrike elemanın montajı tamamlandıktan sonra, yerinde dökme beton ve donatı ile yapılan birleşimlerdir. Her iki birleşim türü de ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olup, sistemden bağımsız olarak, yeni yönetmelik (A.B.Y.Y.H.Y. 98)'in getirdiği bazı zorunluluklar vardır.

Bu bölümde mafsallı çerçeveler ile moment aktaran çerçeveler ve bu çerçevelerin teşkilinde kullanılan birleşim türlerinin yeni yönetmeliğe göre irdelenmesi; yaşanan depremler sonrası görülen hasarlara neden olan etkenleri ortadan kaldırmak için, nelerin yapılması gerekliliği üzerinde durulacaktır.

4.3.1. Yürürlükte olan yönetmeliklere göre mafsallı ve moment aktaran çerçevelerin incelenmesi ve hesap esasları

Mafsallı prefabrike yapı elemanlarının ek yerleri, monolitik olarak inşa edilmiş bir taşıyıcı sistemin olduğu kadar büyük bir sünekliğe sahip değildir. Dolayısıyla bu noktalara etkiyen deprem tasarım kuvvetleri, monolitik olarak inşa edilmiş bir ana taşıyıcı sisteme etkiyen deprem tasarım yükünden çok daha büyüktür. Ayrıca, elemanlarda bir tahribat ve kırılma meydana geldiğinde, aktarılması gereken yükleri taşıyabilecek ve göçmeyi önleyebilecek yedek bir mukavemet sistemi bulunmamaktadır.

Monolitik inşa edilen betonarme sistemlerde, deprem esnasında tasarımda kabul edilen yükler aşılsa dahi hemen göçme olmaz. Çünkü kalıcı deformasyonlar, plastik mafsallaşmalar ve özellikle malzemenin akma sınırı ötesinde sertleşmesi gibi hesaba katılmayan fakat göçmeyi geciktiren yedek mukavemet devreye girer. Bununla beraber, monolitik bir sistemde herhangi bir düğüm noktası plastik mafsal haline gelip artık moment aktaramaz duruma gelirse, komşu düğüm noktaları ve yapı elemanları hisselerine düşen ilave yükleri taşıma görevini paylaşırlar. Fakat herhangi bir prefabrike elemanın bağlantı yerinin göçmesi halinde, komşu bir elemanın veya bağlantısının ilave yükleri paylaşması gibi bir durum söz konusu olamaz. Bu nedenle

farklı yönetmeliklerde, bağlantı noktalarına gelecek kuvvetler ile ilgili katsayılar değişkendir.

Yeni deprem yönetmeliği mafsallı bağlantılara ancak tek katlı binalarda izin vermektedir :

Yönetmeliğin ilgili maddesine göre;

7.12.1.1 - Endüstri yapısı türü tek katlı binalar dışında, bağlantıları mafsallı olan (moment aktaramayan) prefabrike çerçeve türü taşıyıcı sistemlere, her iki doğrultuda yatay deprem yüklerinin tamamını taşıyabilen yerinde dökme betonarme perdeler yapılması koşulu ile izin verilebilir.

Bunun nedeni; kirişler kolonlara mafsallı olarak bağlandıkları için deprem sırasında ilave moment almadıklarından, göçmenin kolon tabanında oluşan mafsallarla gelmesidir. Bu da pek istenmeyen bir özelliktir. Eksenel yük, sünekliği olumsuz yönde etkileyen bir faktördür. Kolonlar eksenel yük taşıyan elemanlar oldukları için, plastik mafsal oluşumunu engelleyebilecek süneklik yeterliliğine sahip değildir. Böylece sistem, tek kata indirgenerek, eksenel yük düzeyinin çok yüksek olması engellenmiş ve kolonların kirişlere yakın bir sünekliğe sahip olması sağlanmış olacaktır.

$$N_d \leq 0.10 A_c f_{ck} \longrightarrow \text{Eksenel yük sınırı}$$

Moment aktarabilen çerçeveler için ise, konvansiyonel yapılarda olduğu gibi plastik mafsallaşmanın kolonda değil kirişte olması öngörülür; bu da ancak süneklik düzeyi yüksek çerçeve davranışını sağlamakla mümkündür. A.B.Y.Y.H.Y'e göre bu koşul, "kolonların kirişlerden daha güçlü olması" şeklinde belirtilmiştir.

Yönetmeliğin 7.3.5 maddesine göre;

7.3.5. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

7.3.5.1 Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır. (Şekil 7.4):

$$(M_{ra} + M_{r0}) \geq 1.2 (M_{ri} + M_{rj}) \quad (7.3)$$

7.3.5.2 Denk.(7.3)'ün uygulanabilmesi için, düğüm noktasına birleşen kirişlerin 7.4.1.1'de verilen boyut koşullarını sağlaması zorunludur.

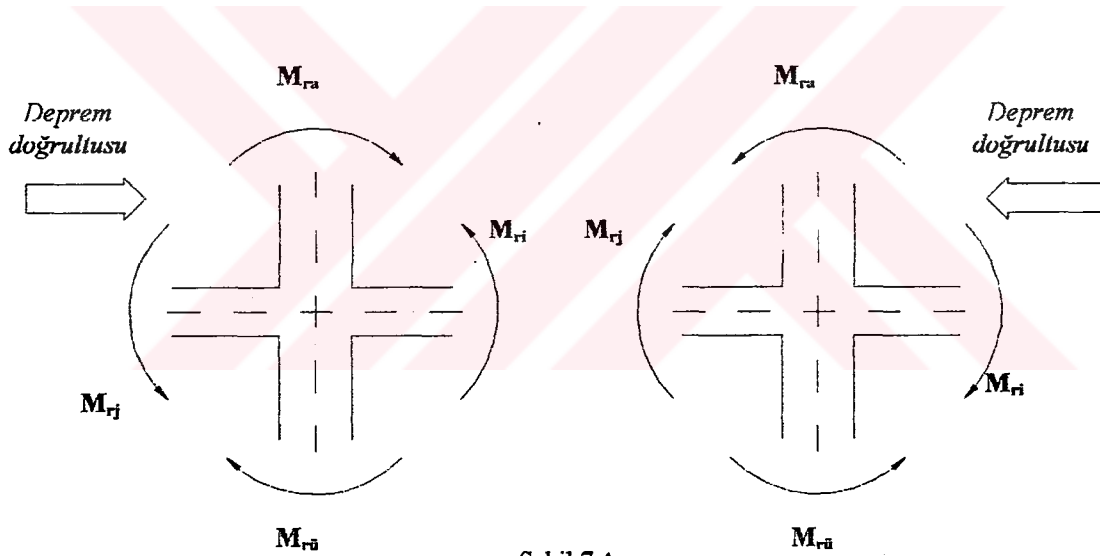
7.3.5.3 Denk.(7.3), her bir deprem doğrultusunda ve depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır (Şekil 7.4). Kolon taşıma gücü momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan N_d eksenel kuvvetleri gözönüne alınacaktır.

7.3.5.4 - Denk.(7.3)'ün uygulanmasına ilişkin özel durumlar aşağıda belirtilmiştir:

(a) Düğüm noktasına birleşen kolonların her ikisinde de $N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ olması durumunda, Denk.(7.3)'ün sağlanması zorunlu değildir.

(b) Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların en üst katındaki düğüm noktalarında Denk.(7.3)'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.

(c) Kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi çalışması durumunda, Denk.(7.3)'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.”



Şekil 7.4

koşullarını sağlaması gerekmektedir.

Yine aynı yönetmeliğin 6.5.5.1 maddesine göre ise;

6.5.5. Düğüm Noktaları Mafsallı Sistemlere İlişkin Koşullar

6.5.5.1 Kolonları temelden ankastre ve üstten mafsallı tek katlı çerçevelerden oluşan ve R katsayıları Tablo 6.5'te (2.2) ve (3.2)'de verilen betonarme prefabrike ve çelik binaların içinde tek asma kat yapılabilir. Ancak bu tür binaların deprem hesabında asma kat taşıyıcı sistemi, ana taşıyıcı çerçevelerle birlikte gözönüne alınacak ve bu sistem, betonarme prefabrike binalarda süneklik düzeyi yüksek sistem olarak düzenlenecektir.

Bu madde, uygulamada oldukça sık rastlanan arakatin, sadece binanın birkaç aksı içinde bulunması durumu için gerekli açıklayıcı bilgiyi tam olarak içermemektedir.

A.B.Y.Y.H.Y'de monolitik çerçeveler için öngörülen davranış katsayısı $R=8$ iken mafsallı tek katlı çerçeveler için öngörülen bu katsayı $R=5$ dir. Bunun temel nedeni sünekliğin daha kısıtlı olmasıdır.

Monolitik çerçevelerde göçme, çeşitli aşamalarda plastik mafsalların oluşmasıyla gerçekleşir; yani sistem elastik olmayan büyük deformasyonlar göstererek göçmeye ulaşır. Halbuki bu tür yapılarda göçme, kolon tabanında, aynı yük altında, az sayıda ve aynı anda mafsallaşma ile oluştuğundan (sünekliğin kısıtlı olmasından) R katsayısı küçük seçilmiştir. $R=5$ alınması ile monolitik çerçeveye oranla oluşan eylemsizlik kuvveti yaklaşık %60 oranında artırılır.

Moment aktarabilen çerçeveler için R katsayısı 6 olarak öngörülmektedir. Bunun nedeni ise, bu çerçevelerin mafsallı çerçevelere göre daha sünek olmalarına karşın, monolitik çerçeveler kadar da yeterli sünekliğe sahip olamamalarıdır. Bu yüzden monolitik çerçeveye oranla oluşan eylemsizlik kuvveti, %33 mertebesinde artırılmaktadır.

Prefabrike yapılar için davranış katsayısının daha küçük olması gerektiği savunulabilir. Fakat prefabrike yapıların üretim sırasında sürekli kontrol altında tutulması ve beton sınıfının yerinde dökme yapılara göre çok yüksek olması, bu katsayının prefabrike yapılar için 6 ve 5 seviyesinde tutulmasında önemli bir etken olmuştur.

Bununla beraber yayımlanan bir makalede, çağdaş dünya yönetmelikleri, prefabrike yapılara uygulanma bakımından incelenmiş ve hemen hemen tüm yönetmeliklerde R_a davranış katsayısının, yerinde dökme ve prefabrike yapılar için aynı alındığı görülmüştür. Sadece Bulgaristan Deprem Yönetmeliğinde, prefabrike yapılar için %12 kadar daha düşük bir katsayı alınması öngörülmüştür, [5].

Mafsal bağlantılı prefabrike çerçevelerde, yanal yükler altında monolitik çerçevelere oranla daha büyük yanal ötelenmeler oluşur. Bu yanal ötelenmelere ilişkin, yeni deprem yönetmeliğinde, görelî kat ötelenmelerinin sınırlandırılması başlığı altında 6.10.1 maddesinde;

“6.10.1. Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

6.10.1.1 Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden görelî kat ötelemesi, Δ_i , Denk.(6.19) ile elde edilecektir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (6.19)$$

Denk.(6.19)'da d_i ve d_{i-1} , binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaptan elde edilen yatay yerdeğiştirmeleri göstermektedir.

6.10.1.2 Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde, Denk.(6.19) ile hesaplanan görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{\max}$, Denk.(6.20)'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacaktır :

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035 \quad (6.20a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R \quad (6.20b)''$$

ifadesi getirilmiştir.

Mafsallı çerçevelerin yanal ötelenmesi büyük olduğundan, kolon boyutlarını genelde yukarıda belirtilen yanal ötelenme sınırları kontrol eder.

Moment aktarabilen çerçeveler açısından bakıldığında; bu tür çerçevelerin bağlantıları genelde kolon-kiriş birleşim bölgesinde yapıldığından, yerinde dökme beton, plaka kaynağı ve işçi kusurları etkenleri ile oluşan yanal ötelenmelerin, hesaplanan değerden çok daha fazla olduğu görülmüştür. Bu yüzden A.B.Y.Y.H.Y de moment aktarabilen prefabrike yapılar için, 7.12.2.1 maddesinde bu konuda bir koşula yer vermiştir.

“7.12.2.1 Prefabrike bina çerçevelerinde moment aktarabilen tüm bağlantıların deprem etkisi ile oluşan tersinir ve yinelenir yükler altında monolitik davranışa eşdeğer dayanım ve sünekliğe sahip oldukları, literatürden kaynak verilerek analitik yöntemlerle veya deneylerle kanıtlanmış olacaktır.”

Öne sürülen koşul oldukça ağırdır. Özellikle çok katlı prefabrike yapılarda, yatay yüklerin etkisiyle oluşan deplasmanların ve kesit tesirlerinin küçültülmesi amacıyla, moment aktaran birleşimlerden oluşan çerçeve sistemlerin oluşturulması kaçınılmazdır. Dolayısıyla bu tür bağlantılara sahip prefabrike çerçevelerin monolitiğe eşdeğer bir davranış sergilemesi istenmektedir.

ABD ve Japonya'nın müştereken yürüttükleri PRESSS (Precast Seismic Structural Systems) projesi kapsamında, depreme dayanıklı prefabrike inşaat konusunda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, Japon beton şartnamesi (AIJ Kılavuzu) prefabrik betonarme yapıları da içerecek şekilde genişletilmiştir. Japon araştırmacılar prefabrike yapılarda bağlantıların Eşdeğer Monolitik Birleşim özelliklerine sahip olduğu durumlarda, normal betonarme şartname kurallarının kullanabileceğini belirtmektedir, [8].

Bu özellikler şöyle sıralanabilir :

- 1) Bağlantılar monolitik sisteme eşdeğer rijitlik ve dayanıma sahip olmalı;
- 2) Bağlantılar hesap momentini ve/veya kuvvetlerini aktaracak mukavemette olmalı;
- 3) Monolitik sisteme eşdeğer dayanıklılıkta, kullanılabilirlikte ve yangınlara güvenli olmalıdır.

Yönetmeliğin 6.11.1 numaralı, "Yapısal Çıkıntılara ve Mimari Elemanlara Etkiyen Deprem Yükleri" maddesine göre;

"6.11.1. Yapısal Çıkıntılara ve Mimari Elemanlara Etkiyen Deprem Yükleri

Binalarda balkon, parapet, baca, vb konsol olarak binanın taşıyıcı sistemine bağlı, ancak bağımsız çalışan yapısal çıkıntılara ve cephe, ara bölme panoları, vb yapısal olmayan tüm mimari elemanlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, $S(T)=1.0$ alınarak Denk. (6.1)'den bulunan spektral ivme katsayısının ilgili elemanın toplam ağırlığı ile çarpılmasından elde edilecektir. Hesaplanan deprem yükü, yatay veya düşey doğrultuda, en elverişsiz iç kuvvetleri verecek yönde ilgili elemanın ucuna etki ettirilecektir."

Yönetmeliğe göre bağlantı bölgesine deprem yükü;

W = prefabrike eleman ağırlığı,

$S(T) = 1.0$ önerilen spektrum katsayısı,

$A(T) = A_o . 1 . S(T)$ spektral ivme katsayısı' dır.

$$F = W . A(T) \quad (4.1)$$

Yeni Deprem Yönetmeliğine göre;

$$A_o \rightarrow 0.40, \quad I \rightarrow 1.0, \quad S(T) = 1 \text{ için}$$

$$A(T) = 0.40 \times 1 \times 1 = 0.40$$

$$F = 0.40 \times W$$

Önceki yönetmeliğe göre;

$$A_o \rightarrow 0.40, \quad I \rightarrow 1.0, \quad S(T) = 2.5, \quad R=5$$

$$A(T_1) = 0.40 \times 1 \times 2.50 = 1.0$$

$$V_t = WA(T_1) / R_s(T_1) = W \times 1.0 / 5 = 0.20 \times W$$

Oranlanırsa;

$$F/V_t = 0.40 \times W / 0.20 \times W \cong 2 \quad \rightarrow \quad \%100 \text{ Artış}$$

Yeni yönetmeliğe göre prefabrik elemanın birleşim noktasına, elemana dik gelen ve elemanı devirmeye çalışan kuvvete, kolon başına gelen yatay kuvvetten bağımsız olarak baktığımızda %100'lük bir artış olduğu görülmektedir.

A.B.Y.Y.H.Y.98'deki prefabrike yapılara ait özel bölümü olan 7.12.1.2 maddesine göre; mafsallı çerçeveler için :

7.12.1.2 Kaynaklı olarak yapılan mafsallı bağlantılar, Bölüm 6'ya göre depremde oluşacak bağlantı kuvvetlerinin en az 1.5 katını, diğer mafsallı bağlantılar ise en az 1.2 katını taşıyacak yeterli dayanıma sahip olacaklardır.

$$\text{a) Bağlantı kaynaklı ise} \quad \rightarrow \quad 1.5 \times E \quad (4.2)$$

$$\text{b) Diğer bağlantılar} \quad \rightarrow \quad 1.2 \times E \quad (4.3)$$

Birleşim hesaplarında kaynaklı birleşimlerde %50, pimli birleşimlerde ise %20'lik bir artış yapılmıştır.

Moment Aktarabilen çerçeveler için: madde 7.12.2.2'de;

7.12.2.2 Bağlantılar, bağlanan elemanların taşıma güçleri düzeyinde oluşacak momentleri, kesme kuvvetlerini ve eksenel kuvvetleri, dayanım ve süneklikte herhangi bir azalma olmaksızın aktarabilecek dayanıma sahip olacaktır. Kaynaklı bağlantılarda Bölüm 6'ya göre depremde ötürü bağlantıya etkileyen iç kuvvetlerin en az 1.5 katı, diğer tür bağlantılarda ise en az 1.2 katı gözönüne alınacaktır.

$$a) \text{Bağlantı kaynaklı ise} \quad \rightarrow \quad 1.0 G + 1.0 Q + 1.50 \times E \quad (4.4)$$

$$0.9G + 1.50 \times E \quad (4.5)$$

$$b) \text{Diğer Bağlantılar} \quad \rightarrow \quad 1.0 G + 1.0 Q + 1.20 \times E \quad (4.6)$$

$$0.9 G + 1.20 \times E \quad (4.7)$$

Yine prefabrike binalara ilişkin özel koşullar ana başlığı altında, 7.12.3'de Öngerilme Koşulları'ndan da bahsedilmektedir. Bu madde :

“7.12.3. Öngerilme Koşulları

Döşeme elemanları ve tek katlı binaların kolonlarına mafsallı olarak bağlanan kiriş türü elemanlar dışında, deprem bölgelerinde kullanılacak prefabrike yapı elemanlarında tam öngerilme uygulanmasına izin verilmez. Elemanlarda yeterli sünekliği sağlayabilecek düzeyde öngerilmesiz donatı kullanılması zorunludur. Bu donatı ile ilgili olarak TSE 3233'te verilen koşullara uyulacaktır.”

Aynı konudan TS-3233'ün içinde “Öngerilmeli Elemanlarda Süneklik Sağlanması” başlığı altında da söz edilmektedir. TS-3233'de ise bu madde :

“15- Öngerilmeli Elemanlarda Süneklik Sağlanması

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, A.B.Y.Y.H.Y gereklerine uyan öngerilmeli beton yapılar yapılmasına izin verilir. Eğer olabiliyorsa perde, çekirdek, çerçeve gibi, deprem etkilerinin tümünü alabilecek güçte, öngerilmesiz elemanlar kullanılmalıdır. Eğer bu olasılık yoksa, deprem bölgesinde yapılacak öngerilmeli beton yapıların projelendirilmesinde aşağıdaki koşullara uyulması zorunludur.

15.1 Sınırlı Öngerilme İlkesine Uyulma Koşulu

Deprem bölgelerinde yapılacak öngerilmeli beton yapıların hesabında, sınırlı öngerilme ilkesine uyulması zorunludur. Bu amaçla,

- Öngerilmeli beton kirişlerin hem alt, hem üst yüzeylerinde, her bir kesit eğilme taşıma gücünün en az %10'unu sağlayan öngerilmesiz donatı kullanılacaktır.
- Bu öngerilmesiz donatı, deprem etkisi alan kirişlerde, hem alt, hem üst yüzlerde devam ettirilecektir.
- Maksimum moment bölgelerinde sınırlı öngerilme, kesit basınç bölgesi değerinin yararlı yüksekliğe oranı, a/d değerinin 0.2 yi aşmamasını sağlayabilmelidir.

15.2 Diğer Koşullar

- A.B.Y.Y.H.Y’de belirtilen “Depremle ilgili kesit hesaplarında beton ve çelik emniyet gerilmesinin en fazla %33 kadar arttırabilmesi yöntemi” öngerilmeli beton yapıların hesabında kullanılamaz.
- Yine aynı yönetmeliğin önerdiği gibi yapı tipi katsayısı “k”, öngerilmeli beton yapıların hesabında 1.0’dan küçük alınamaz.
- Bu standardın madde 10.1.1’de verilen, eğilme taşıma gücü ile çatlama momenti arasındaki ilişki, deprem bölgesinde yapılacak öngerilmeli beton yapılar için,

$$M_{res} \geq 1.33 M_{cr}$$

olarak uygulanmalıdır.

- Öngerilmeli olarak yapılan çok katlı yapıların “düktil çerçeve” sayılabilmesi için birleşim noktalarının tam moment aktarmasını sağlayabilmesi gerekir.”

şeklinde ifade edilmiştir. Bu durumda deprem bölgelerinde :

- Tam öngerilme uygulaması yapılamaz.
- Yeterli sünekliği sağlayacak minimum donatı (TS 3233)

$$A_{s, alt/min} \geq 0.10 \times M_{res} \quad (4.8)$$

$$A_{s, üst/min} \geq 0.10 \times M_{res} \quad (4.9)$$

şeklinde olmalıdır.

Prefabrike Betonarme ve Öngerilmeli Betondan Yapı Elemanları, Taşıyıcı Sistemler ve Binaların Hesap Esasları ile İmalat ve Montaj Kuralları’nı içeren Mart 1992 tarihli TS 9967 numaralı Türk Standardı ile Yeni Deprem Yönetmeliği arasında, bağlantı yerlerine gelen deprem yükleri ve buradaki bağlantı elemanlarını hesabına ait bazı farklılıklar olmakla beraber, yeni olmasından dolayı Yeni Deprem Yönetmeliği geçerli sayılmaktadır.^(*)

^(*) Türkiye Prefabrik Birliği Teknik Araştırma ve Geliştirme Komitesince Ağustos-1999’da, TS-9967’nin bazı maddelerinde değişiklik yapılmış ve bu değişiklikler, Birlik’in önerileri olarak TSE’ne sunulmuştur.[3].

4.3.2. Yük taşımayan cephe panellerinin hesap esasları

Yük taşımayan cephe panelleri, prefabrik yapı tasarımında önemli bir yer tutmaktadır ve deprem bölgelerinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple bu elemanların tasarımı üzerinde çalışmalar yapma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Konuyla ilgili bağlantı detayları Ek-1’de sunulmuştur.

4.3.3 Yeni yapılacak prefabrike binalar için depremde görülen sorunların giderilmesine yönelik czm nerileri

neriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır :

- Tasarım aşamasında sadece Deprem Yönetmeliği’nin koşullarının sağlanması düşüncesinin yanında sağlıklı bir davranışı hedefleyen bir yaklaşımın benimsenmesi.
- Yeterli yanal rijitlik sağlanması : Ya yeterli rijitliği sağlayacak kolon ebatları seçilmeli, ya da perde veya çaprazlarla bu rijitlik temin edilmeli; eğer bu tür bir rijitleştirme seçilecekse, bu rijitliğin diğer çerçevelere aktarılmasını sağlayabilmek için diyafram etkisi oluşturmak üzere yatay çaprazlar düzenlenmesi.
- Bağlantı bölgelerinde kullanılan bağlantı donatısı çapının ve ankraj boyunun yeterli olması.
- Plaka ankrajlarının ve plakalar arası bağlantıların hepsinin akma dayanımları baz alınarak yük taşıma kapasitelerinin belirlenmesi.
- Pim ile yapılan bağlantılardan kaçınılması, gerekiyorsa tek pim yerine kesinlikle çift pim kullanılması.
- Pimli bağlantılarda deprem kesme kuvvetini aktarabilecek güçte pimler seçilmesi ve bu pimlerin çekme kuvveti taşıyabilen nitelikte olması; bu bakımdan nervürlü pimlerin tercih edilmesi.
- Birleşimlerde bulonlu birleşim türlerinin tercih edilmesi.

- Eğer bağlantılar gerekli stabiliteyi sağlayamıyorsa, eğimli çatı kirişlerinin ortasından çapraz gergiler geçirilmesi suretiyle stabilitenin iyileştirilmesi.
- Pimli bağlantılarda, kiriş ucunda çekme taşıyabilen pim bölgesinde, çekme kuvvetinin pim aracılığıyla kiriş gövdesine güvenle aktarımının sağlanması; pim deliklerinin çevresinde güçlü firketelerinin bulundurulması.
- Kullanılan dolgu harcı malzemesinin istenen nitelikte olması.
- Bağlantı bölgesinde yapılacak hesapların yeni deprem yönetmeliğinde istenilen kriterleri sağladığının gösterilmesi.
- “Devrilme” türü göçmeleri önlemek amacıyla, kiriş ucunun ve oturduğu mesnetin olabildiğince geniş olması.
- Kaynaklı bağlantılardaki tüm birleşim elemanlarının, deprem etkilerini taşıyabilecek ve aktarabilecek kadar dayanıklı olması.
- Çatı düzleminde çerçeveye dik doğrultuda gelen kuvvetin, döşemelerde olduğu gibi rijit diyafram hareketiyle aktarılması için, prefabrike betonarme karkas sisteminden ayrı düşünülen çatı kaplama (alüminyum trapez levhalar, oluklu beton esaslı levhalar, vs) malzemesinin özenle yapılması; bunun için belki de prefabrike eleman üreticilerinin garanti tedbirleri alması.
- Aşık bağlantılarda görülen zayıflıkların giderilmesi.
- Çerçeve kirişlerinde yanal tesirler altında yeterli üst başlık genişliğinin sağlanması.
- Kolonların boyutlandırılmasında yerdeğiştirme limitlerine uyulması.
- Donatı bindirme boylarına dikkat edilmesi.
- Ani olarak değişen kolon düşey donatı projelendirilmesinden kaçınılması.
- Kolon tasarımında asimetrik yaklaşımdan mümkün olduğu kadar kaçınılması.
- Mafsallı çerçevelerin yapısal çözümlemesi yapılırken, prefabrike kolonların alt uçlarının oturduğu soket temellerde, kolon ile soket arası montajdan sonra

harçla doldurulur. Bu harç malzemesi arazide döküldüğü için kolon ile soket arasında büzülme (rötre) nedeniyle ayrılmalar oluşması, yaslanma nedeniyle harcın ezilmesi, tersinir, tekrarlanır yükün etkisi ile gevşeme gibi olumsuzluklar ortaya çıkabilir. Bunun sonucunda oluşabilecek küçük çapta bir dönmenin, üst yapıda aşırı yanal ötelenmelere neden olmasına önlem alınmalıdır. Bu sebepten, kolon ile soket yanağı arasındaki boşluğun en az 10 cm olması ve kullanılan harç dolgu malzemesinin rötre yapmayan cinsten seçilmesi.

- Zemin yapısının incelenmesi: Üst yapının deprem yükleri altındaki davranışının önemli bir belirleyicisinin zemin olduğu bilindiğine göre, yapının inşa edileceği zeminin mühendislik özelliklerinin bilinmesi zorunluluğu ortaya çıkar. Kesin hesaba ulaşmak için, arazi ve laboratuvar deneylerine dayanan uygun analiz yöntemleriyle zeminin cinsi, zemin emniyet gerilmesi, zemin hakim periyodu, sıvılaşma potansiyelinin olup olmadığı ve yeraltı sularının durumu tespit edilmelidir. Eğer gerekli ise çeşitli zemin iyileştirme yöntemlerinden biri uygulanmalı ya da kazıklı temel uygulaması tercih edilmelidir.
- Bağ kirişi ve zemin betonundaki kırılma ve çatlamların engellenmesi için, yapılarda zaten mevcut olan "rijit diyafram" özelliğine sahip zemin betonunun, bağ kirişleri ve temellerle birlikte çalışması öngörülebilir. Bağ kiriş etriyeleri, aynen katlardaki kiriş döşeme bağlantılarında olduğu gibi, zeminle birlikte betonlanmalıdır. Sömel soketinden çıkan yelpaze filizleri ile zemin betonunun birlikte dökülmesi de sistemin birlikte çalışmasına yeterli katkıyı sağlayacaktır. Bu noktada, zemin betonu ile bağ kirişlerinin bir bütün olarak dökülmesi, sömel soketlerinden çıkan yelpaze filizlerle bu rijit diyafram plağın bağlanması, bir prefabrike çerçeve sistemin, deprem yükleri altında davranışını olumlu yönde etkileyecektir.
- Prefabrike düşey cephe panellerinin üst bağlantılarının kayıcı olarak yapılması ve sadece alttan kaynakla sabitleştirilmesi, deprem yükleri altında panellerde ve bağlandıkları yapıda herhangi bir hasarın oluşmasına engel olacaktır.
- Moment aktarabilen çerçevelerin birleşimler üzerinde yapılan araştırmalar neticesinde, önüretimli beton yapılarda kullanılan moment aktarabilir yapı bağlantılarının deprem davranışı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yapı

Mekaniği Laboratuvarı'nda, deneysel olarak araştırılmaktadır. Ele alınan her bir bağlantı düzeni, önce uygulanmakta olan düzenlemeyi olduğu gibi yansıtan bir deney elemanı, tersinir-yinelenir yük altında test edilerek incelenmiş, gözlenen zayıflıklar ve aksaklıkları gidermeye yönelik değişiklikleri içeren yeni bir deney elemanı oluşturulup denenmiş ve bu iteratif yaklaşım yeterli bir dayanım ve yeterince sağlıklı bir davranış elde edilinceye kadar sürdürülmüştür. Uygulama koşulları önemle göz önünde tutularak, ilgili firma yetkilileriyle birlikte yapılan bu geliştirme çalışması sonunda ulaşılan bağlantı düzeni bundan sonraki uygulamalar için önerilmiştir. İncelenen 5 bağlantı tipi aşağıda kısaca tanıtılmaktadır :

Tip A : Bu kiriş-kiriş bağlantısı, alt ve üst ankraj plakalarına kaynaklanan çelik plakalarla oluşturulmaktaydı. Kesme aktarımı bakımından çok zayıf olduğu baştan belli olan ve donatı bükümü ve kaynak sorunları nedeniyle çok yetersiz bir davranış sergileyen bu bağlantı, plaka ankraj düzenlemesi değiştirilerek ve yan plakalar da kullanılarak sağlıklı bir davranışa kavuşturulmuştur, Şekil 4.1.

Tip B : Önüretimli alt ve üst kolonları, sürekli boyuna donatılarıyla birbirine bağlı olan bu kolon-kiriş bağlantısında, önüretimli kiriş, iki kolon arasındaki boşluğa yerleştirilmekte; kiriş üst donatısı alt kolondan gelen "L" biçimli eşdeğer donatıya ve kiriş alt donatısı da alt kolon başındaki çelik başlığa kaynaklanmakta; bağlantı bölgesi yerinde dökme betonla doldurulmaktaydı. Bağlantı bölgesi betonunun, kiriş kapasitesinin çok altındaki yüklerde ezilmesi nedeniyle ortaya çıkan çok yetersiz dayanım ve elverişsiz davranış, bağlantı bölgesine sargı donatısı yerleştirilerek iyileştirilmiş ve mafsallaşmanın kirişte olması sağlanmıştır, Şekil 4.2.

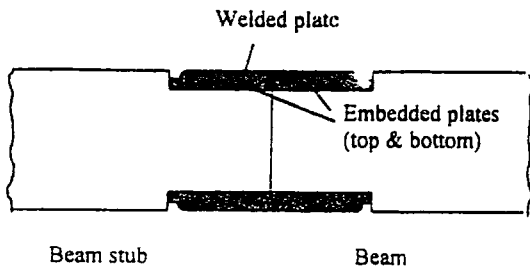
Tip C : Önüretimli kirişin alt kolon konsolu üstüne oturtularak kaynaklandığı ve üst donatının yerinde dökme bağlantı bölgesi betonu içine kenetlendiği bu bağlantıda, alt kolondan gelen filizler, üst kolon içindeki kanallara yerleştirilerek şerbetlenmekte ve üst kolon sisteme böylece bağlanmaktaydı. Şerbetlenmiş filizlerin neden olduğu yetersiz kenetlenmenin yanı sıra, bağlantı bölgesinde de çok erken ezilme görülmüştür. Alt kolon üst ucu ile üst kolon alt ucunda oluşturulan çelik

başlıkların kaynaklanması ve bağlantı bölgesi betonunun sargılanması ile başarılı sonuç alınmıştır, Şekil 4.3.

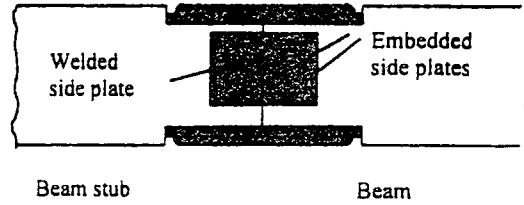
Tip D : Uçları basamaklı olan iki kirişin bağlanmasında kullanılan bu düzenlemede, kiriş alt donatılarına bağlı olan plakalar, birbirine kaynaklı çubuklarla bağlanırken, kiriş üst donatılan, kirişlerin yerinde dökülen üst yarıları içinde bindirmeli ek yapılarak birbirine bağlanmaktaydı. Bindirmeli ek yapılan donatılarda görülen kenetlenme çürümesi nedeniyle ortaya çıkan çok erken kapasite kaybı sorunu, bindirmeli ek yerine kaynaklı bağlantı yapılarak çözümlenmiştir. Ayrıca, bindirme boyunun artırılması ve bindirmeli ek bölgesinin sık etriye ile sarılması ile de başarılı sonuç alınabilmektedir, Şekil 4.4.

Tip E : Tek katlı yapılarda ve çok katlı yapıların en üst katlarında kullanılan bu bağlantı düzeninde, kolon konsollarına oturtulan önüretimli kirişlerin alt donatılarına bağlı olan çelik plakalar konsol plakalarına kaynaklanırken, kiriş üst donatılarına da eşdeğer bağlantı çubukları kaynaklanmaktaydı. Yerinde dökülen bağlantı bölgesinde çok erken ezilme görülen ve plaka ankrajlarında önemli zayıflıklar görülen bu bağlantı düzeni, plaka ankrajlarının yeniden düzenlenmesi ve bağlantı bölgesinin sargılanması sonucunda yeterli bir dayanıma ve sağlıklı bir davranışa kavuşturulabilmektedir, [7] , Şekil 4.5.

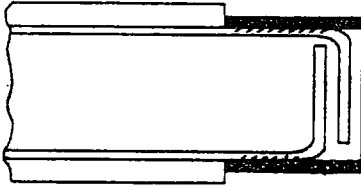
- Yeni yapılacak olan prefabrike yapıların deprem dayanımları, gerekli düzenlemeler yapılarak, proje ve yapım aşamalarında yaptırım gücü olabilecek bir şekilde kontrol edilmeli ve denetlenmelidir. Bu durum klasik yapılar için de geçerli olmalıdır.



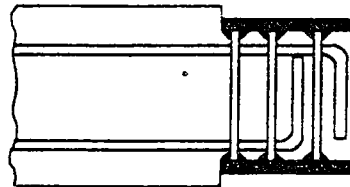
a. Original connection



b. Improved connection

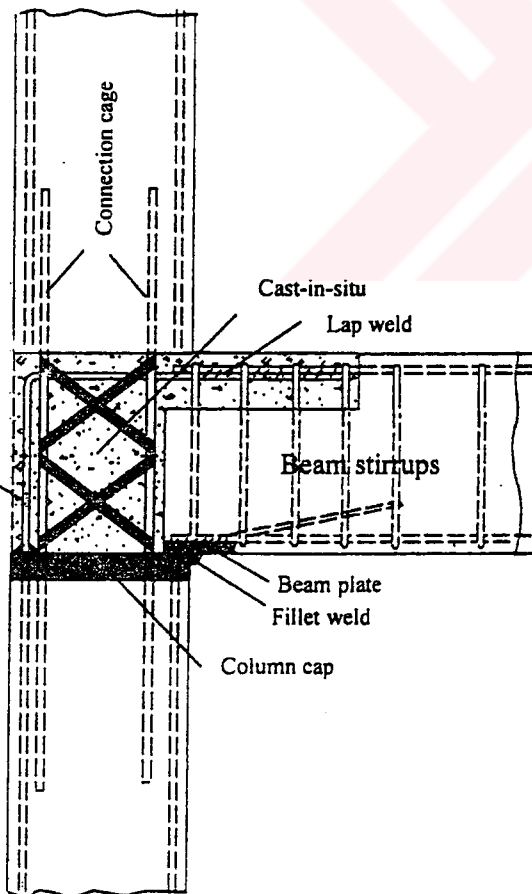


c. Original plate anchorage

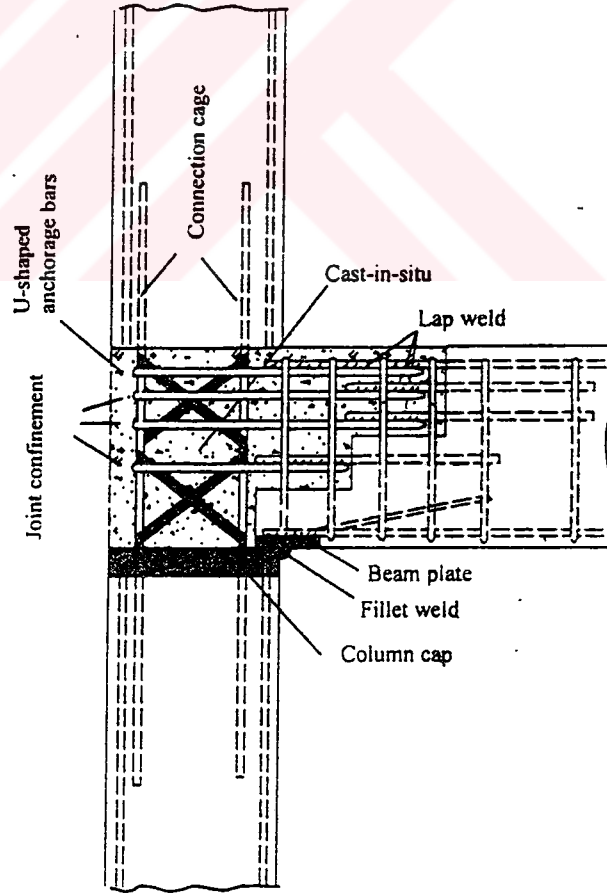


d. Improved plate anchorage

Şekil 4.1 Original / improved details for Type A

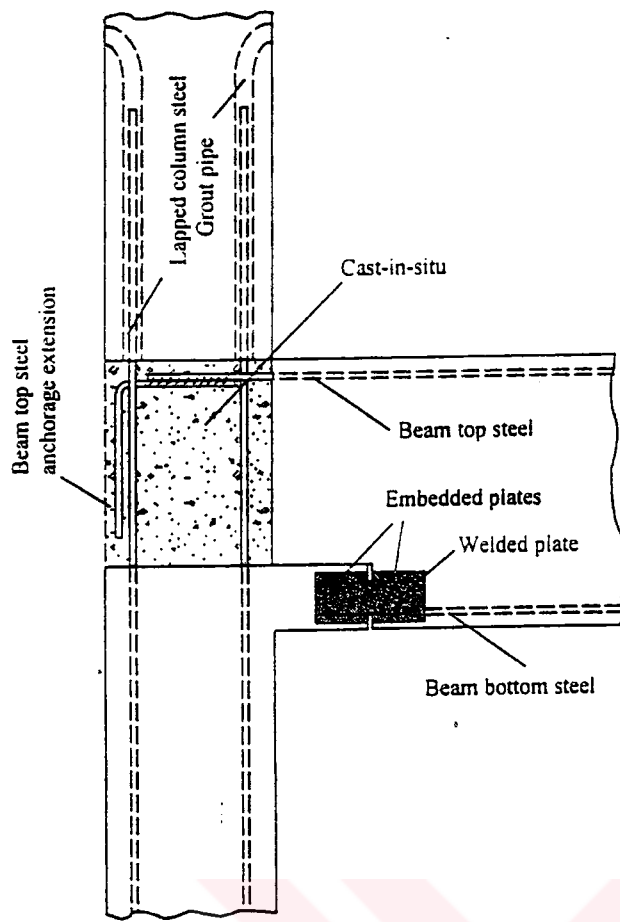


a. Original connection

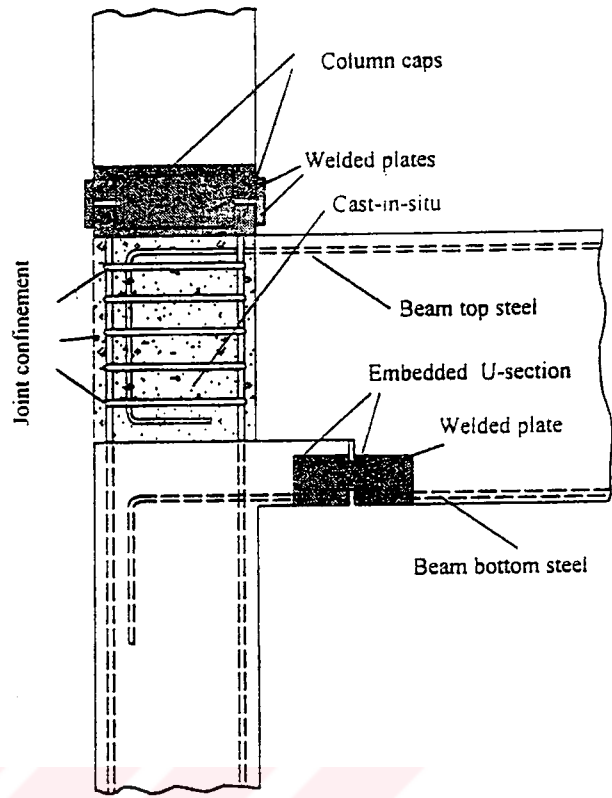


b. Improved connection

Şekil 4.2 Original / improved details for Type B

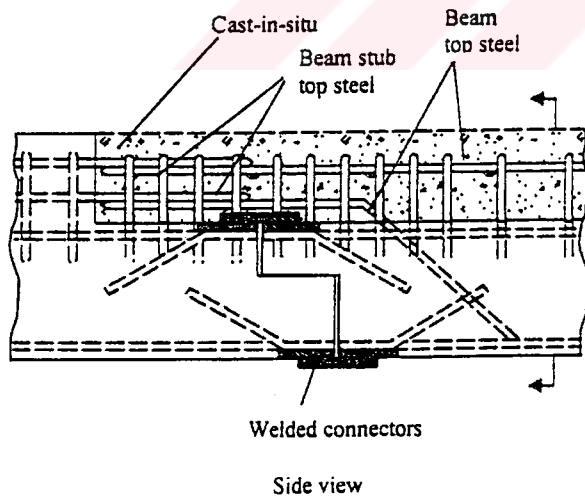


a. Original connection

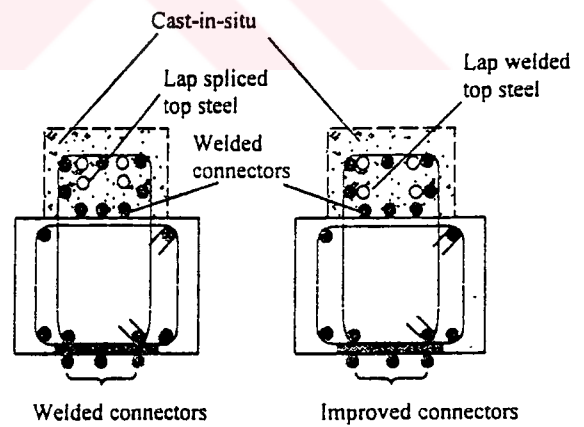


b. Improved connection

Şekil 4.3 Original / improved details for Type C



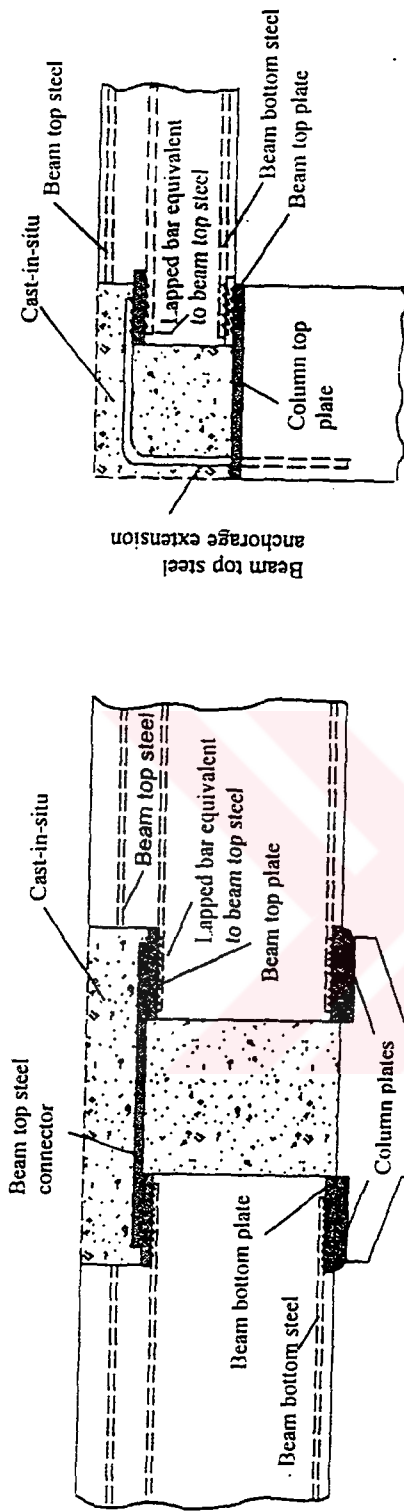
Side view



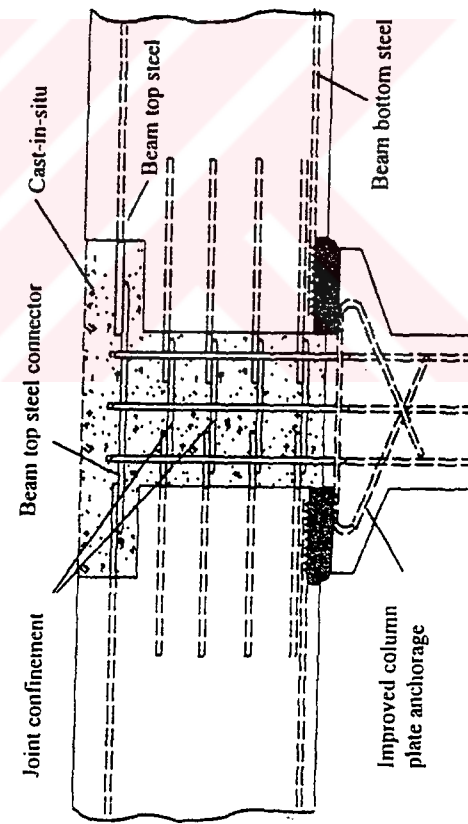
a. Original

b. Improved

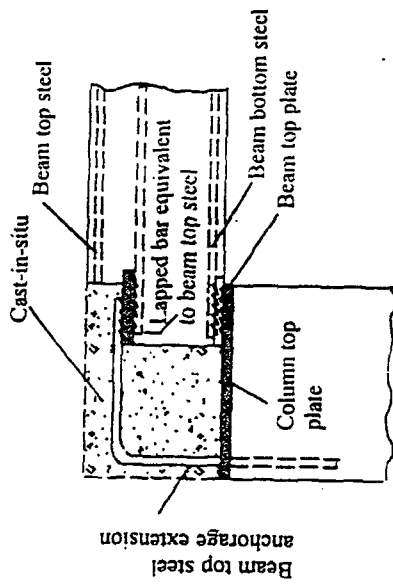
Şekil 4.4 Original / improved details for Type D



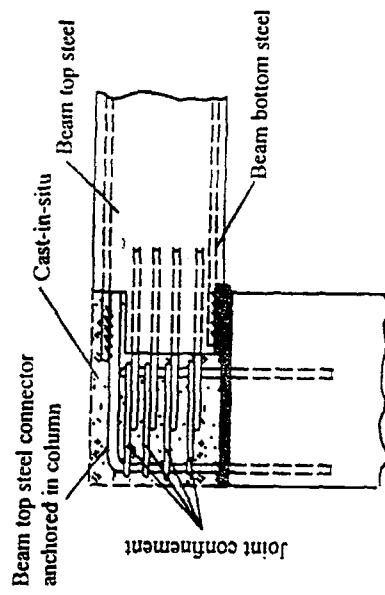
a. Original interior connection



b. Improved interior connection



c. Original exterior connection



d. Improved exterior connection

Şekil 4.5 Original / improved details for Type E

5 DEPREMDE HASAR GÖRMÜŞ PREFABRİKE BİNALARIN ONARIM VE GÜÇLENDİRİLMESİ

5.1 Giriş

17 Ağustos 1999 Marmara ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri, diğer büyük depremler gibi önemli dersler içermektedir. Pek çok bina, tekrarlanan hatalar nedeniyle ağır hasarlar görmüş ya da tamamen göçmüştür. Yapılması gereken tek şey, ortaya çıkan hasar ve can kaybından gerekli derslerin çıkartılıp, bir daha aynı hataların tekrarlanmamasıdır. Türkiye’de meydana gelen depremlerden, prefabrike yapıların en çok etkilendiği depremler, Marmara Bölgesi’nde endüstri yapılarının yoğunlaşması nedeniyle, Marmara ve Düzce depremleridir. Türkiye’de son yıllarda prefabrikasyon teknolojisinin gelişimine koşut olarak, prefabrike yapıların uygulama alanı giderek artmıştır. Prefabrikasyon Türkiye’ye girdiği yıllardan itibaren sorunları giderilmeye çalışılmakta, deprem koşullarına göre yeni çözümler geliştirilmektedir, [7].

Depremler, yapıların taşıyıcı sistemlerinde hasara ve bu nedenle fonksiyon ve mukavemet kaybına neden olabilirler. Böyle durumlarda yapının onarım ve/veya güçlendirilmesine gereksinim vardır.

Onarım (tamir), görünüş ve kullanım bakımından hasarlı bir yapının görünüş, kullanılabilirlik, taşıma gücü, mukavemet ve statik karakteristiklerinin iyileştirilmesi ve önceki dayanımını geri getirmek için yapılan işlemler ve değişikliklerdir.

Güçlendirme (takviye) yapının taşıma gücünü, rijitliğini, düktilitesini ve stabilitesini veya bunlardan bir veya birkaçını mevcut durumlarından daha iyi bir duruma çıkarmak için yapılan değişikliklerdir. Bunun için yapının hasar görmüş olması gerekmez. Kullanım ve işletme yüklerinde bir artmanın söz konusu olması halinde güçlendirme gerekebileceği gibi, öngörülen yükler için binanın eksik projelendirilmiş veya inşa edilmiş olması durumunda da güçlendirilme gerekebilir.

Bu bölümde önce depremde göçme meydana gelmemiş hasarlı sanayi tipi prefabrike binalarda onarım teknikleri ve yeni deprem şartnamesine göre yetersiz olan binaların iyileştirme çalışmalarından bahsedilecektir.

5.2 Güçlendirme Gerekleri

Önemli bir deprem sonrası, binalarda yoğun bir biçimde güçlendirme gereksinimi ile karşılaşmaktadır. Deprem etkilerine gerek kalmadan; düşey yükler etkisinde de binaların güçlendirilme ihtiyacı söz konusu olabilir. Sanayi tipi prefabrike binaların güçlendirilmesi için öne sürülebilecek bir kaç temel gerekçe vardır. Bunların başlıcaları şunlardır :

- Binaların eski yönetmeliklere göre yapılmasından dolayı, yeni yönetmelik bakımından yetersiz kalması.
- Tek katlı prefabrike endüstri yapılarının en önemli sorunlarından biri olan taşıyıcı sistemlerinin yeterli/gerekli yatay rijitliğe sahip olmaması ve aşırı deplasman yapmaları.
- Binaların projelendirme aşamasında ve inşa sürecinde, yönetmeliklere uygun olarak yapılmadığının ortaya çıkması.
- Taşıyıcı sistemin bina ömrü boyunca tasarımda öngörülen yükten daha fazlasına maruz kalması.
- Düşey taşıyıcı elemanların taşıma kapasitelerinin yetersiz kaldığının görülmesi.
- Kolon dip kesitlerinde eğilme çatlaklarının görülmesi.
- Bazı yapıların üzerinde oldukça ağır cephe panellerin mevcut olması.

5.3 Güçlendirme İlkeleri

Binaların onarım ve güçlendirilmesinde pek çok yöntem kullanılmaktadır. Önemli olan her bir binayı kendi özellikleriyle değerlendirerek bina için optimum/en uygun

onarım ya da güçlendirme yöntemini belirlemektir. Ancak her sistemin uygulanmasında gözönüne alınması gereken bazı ortak ilkeler vardır :

- Onarım/güçlendirme uygulaması sonucunda, yapı 1998 A.B.Y.Y.H.Y'nin bu tür yapılar için öngördüğü tüm koşulları sağlayacak duruma getirilmelidir. Aksi türde bir yaklaşım yasal değildir, [9].
- Onarım/güçlendirme projesi, kesinlikle 1998 Deprem Yönetmeliği ilkelerine uygun, üç boyutlu dinamik çözümlemelere dayanmalıdır. Gerçekleştirilen analitik çalışmalarda, eşdeğer statik analizin bu alanda sağlıklı olmayan, hatta yanıltıcı sonuçlar verebildiği görülmüştür, [9].
- Yapının sünekliğinin artırılması : Süneklik yapının enerji tüketme gücüdür. Betonarme yapılar, rijit kolon-kiriş birleşimleri yakınlarında hasar meydana gelip, plastik mafsallar oluşmasıyla depremin enerjisini tüketme eğilimindedirler. Yapıyı rijitleştirici önlemler genellikle sünekliği arttırmayan uygulamalardır. Tek katlı prefabrike endüstri yapılarının en önemli sorunlarından biri, sistemin yeterli/gerekli yatay rijitliğe sahip olmaması şeklinde açıklanmıştır. Bu gibi yapılarda her iki asal doğrultuda yanat rijitliğin artırılması, kolonlar arasında düşeyde belirli akslarda oluşturulan çelik kafes kirişlerle sağlanabilmektedir. Böylece yerdeğiştirmeler yönetmeliğin öngördüğü sınırlar içinde tutulabilmektedir. Güçlendirmede seçilebilecek düşey çelik kafes kiriş tipleri Şekil 5.1'de özetlenmiştir. Amaca en uygun düşey çelik kafes kiriş tipinin, tek ya da çift diyagonalli elemanlar olduğu bilinmektedir. Mimari projeye göre düşey çelik kafes sistemlerden birini seçmek mümkündür. Pencere ve kapı boşluklarına izin verebilen türler, genelde daha çok tercih edilmektedir. Dışmerkez diyagonalli sistemlerde yatay rijitlik, merkezsiz diyagonalli sistemlere göre daha az olmasına karşın, bu tür sistemler daha sünek bir davranış gösterirler. Dışmerkez sistemlerde diyagonallerin bağlandığı kirişlerin ilave etkilere göre kontrol edilmesi ve gerekiyorsa güçlendirilmesi gerekmektedir.
- Yapının dinamik özelliklerinin iyileştirilmesi : Zemin hakim periyodu ile yapının asal titreşim periyodu birbirine çok yakınsa, deprem sırasında rezonans oluşmaması için, yapının dinamik özelliklerini değiştirecek önlemler alınabilir.

Yapının sönüm oranının artırılması ve katlar arasında rijitlik değişimlerinin uyumlu olmasının sağlanması; yapının dinamik özelliklerini iyileştirici önlemlerdendir.

- Yapının ağırlığının azaltılması : Depremde yapıya gelen kuvvet, yapının ağırlığı ile orantılı olduğu için, ağırlık azaltılması oranında deprem kuvvetinde azalma sağlanabilir. Yapıyı hafifletmek her zaman mümkün olmayabilir. Ancak bu olanaktan yararlanma yolları aranmalıdır. Örneğin; yapıyı hafifletmek için tuğla bölme duvarlarının yerine daha hafif alçı, gazbeton ya da ahşap panolu bölme duvarları yapılabilir. Yapı içindeki kaba sıvalar ya da varsa dış yüzündeki taş kaplamalar kaldırılabilir. Prekast cephe elemanları, sistemde ek deprem yükü oluşturacak şekilde değil de, yanal rijitliği arttıracak biçimde yerleştirilirse ağırlıklarına karşın yararlı da olabilirler. Ağır cephe kaplamaları olan prefabrike binalarda, yapı taşıyıcı sistemini etkilemesi beklenen deprem yükünün mertebesini azaltmak için en uygun yöntemlerden biri de; prekast cephe panellerinin, daha hafif olan ısı yalıtımlı çift kat trapezoidal elemanlarla değiştirilmesidir.
- Yapının taşıma gücünün artırılması : Taşıma gücünün artırılması, yapıya yatay ve düşey yüklerin aktarılmasında yardımcı olacak yeni elemanlar eklenmesi; ve/veya mevcut elemanların enkesitlerinin genişletilmesi ile yapılır. Güçlendirme ile genellikle yapının aşırı yüklere, çok ciddi hasar olmadan karşı koyması amaçlanır.
- Kayar mesnetli kirişlerin tümünde kayar mesnetler kaymaz duruma getirilmelidir, [9].
- Hasarlı mesnet konsolları onarılmalı, gerekli yerlerde yeni mesnet konsolları oluşturulmalıdır.
- Burulma etkisinin azaltılması : Yapının katlarındaki ağırlık ve rijitlik merkezlerinin birbirinden uzak olması, burulma etkisi ile birçok yapıda, deprem sırasında hasara yol açmaktadır. Örneğin perde duvarlarının yapının bir yanında toplanmış olması, burulma oluşturabileceği gibi, taşıyıcı olmayan bölme duvarlarının, katlarda dengeli bir biçimde yerleştirilmemiş olması da benzer bir

etkiye neden olabilmektedir.^(*) Güçlendirmede eklenen perdelerin de burulma etkisi yaratabilecekleri gözönünde tutulmalı; yerleştirilmeleri sırasında, rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi arasındaki mesafe mümkün olduğu kadar az tutulmalıdır.

- Tüm güçlendirme türlerinin, her zaman binanın taşıma gücünü ya da rijitliğini arttıracaklarını düşünmek doğru değildir. Diğer bir deyişle, binaya yapılan olumsuz bir müdahale sonucu bina, taşıyıcı sistemi düzensiz bina grubuna girebilir. Yapısal güçlendirme ile, taşıyıcı sistem elemanlarındaki iç kuvvet durumunda oluşacak değişikliklerin gereği gibi incelenmesi gerekmektedir. Yapılması gereken, güçlendirilecek elemanların uygun seçilmesi ve eğer perde ya da düşey kafes kiriş gibi ilave düşey taşıyıcı sistem elemanları oluşturulacaksa, bunların planda burulma etkileri doğurmayacak ya da mevcut burulma düzensizliğini giderecek şekilde düzenlenmesine çalışılmalıdır,[10].

5.4 Güçlendirme Yöntemleri

5.4.1 Perde + Diyafram Modeli

Prefabrike binalar da klasik betonarme yapılar da olduğu gibi, mevcut elemanların iyileştirilmesiyle veya yeni elemanlar eklenmesiyle güçlendirilebilir. Her iki sistemde de eski ve yeni elemanların birlikte çalışmasının tam olarak sağlanmasının büyük önemi vardır. Bunun için, mevcut kısmın yüzeyini pürüzlendirmek ve/veya epoksi türü reçineler sürmek; ilave eğik donatı çubukları kaynaklamak; betonarme veya çelik bağlantılar, dübeller kullanmak yollarına gidilebilir. Dayanımda artış ve sünekliğin ıslahı, ancak bu birlikte çalışmanın sağlanmasıyla söz konusu olabilir. Mevcut yapının yanal yük dayanımı, yeni yapı elemanlarının eklenmesiyle artırılabilir. Bu elemanlar uygun prolendirildiğinde, deprem etkisinin büyük bir kısmına karşı koyarak, mevcut taşıyıcı sistemin yükünü oldukça azaltırlar. Kullanılacak yeni taşıyıcı elemanların, tüm sistemin deprem davranışını değiştirebileceği göz ardı edilmemelidir. Güçlendirme için öngörülen yeni elemanlarla sistemin rijitliği arttırılacağı için, genellikle deprem kuvvetleri hem artıs,

^(*) Bu örnekte sözü edilen durumlarda, sırasıyla rijitlik merkezi ve ağırlık merkezi yer değiştirmekte; bunun sonucunda birbirinden uzaklaşan merkezler ilave burulma etkilerine neden olmaktadır.

hem de değişik bir dağılım gösterir. Yeni elemanların yapı içinde düzgün dağıtılmasıyla, etkilerin belli bir bölgede yığılması ve istenmeyen burulma tesirlerinin meydana gelmesi nlenmiş olur. Eski ve yeni elemanlar arasındaki kuvvet geçişinin ve bütünleşmenin sağlanması için ara bölgelerin özenle ele alınması ve projelendirilmesi gerekir, [10].

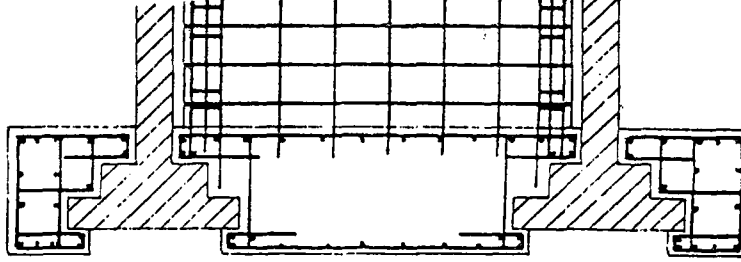
5.4.1.1 Sisteme yeni perdeler eklenmesi

Mevcut yapıların depreme karşı davranışlarının iyileştirilmesinde yaygın olarak rastlanan bir yöntemdir. Binanın içine veya dışına yerleştirilebilirler. Perdelerin çevrede ilave edilmesi, binanın i hacimlerinin blmlendirilmesini bozmayacağından tercih edilebilir. Ancak, içeride ilave edilen perdelerin inşaatı daha kolay olup, taşıyıcı sisteme olan bağlantısı daha etkilidir. Perde yerlerine karar verilirken, yatay ykler altında ilave burulma momentine yol açılmamalı; ktle ve rijitlik merkezleri olabildiğince akıştırılmaya çalışılmalıdır. Kayma kuvvetlerinin aktarılması ve perdenin betonlanması, döşemede açılacak uygun çapta deliklerle sağlanır. Burada en önemli ilke, mevcut sistemle ilave perdenin birlikte çalışmasının temin edilmesidir. Bağlantı için gerekirse ek döşeme teşkil edilebilir.

Perde başlık kısımlarının genişletilmesine, başlık donatılarının kat döşemelerini elverişli yerlerde kesmelerine ve eklerinin yapılmasına dikkat edilmelidir. Döşeme deliklerinden geçirilecek çapraz donatılar, gövdede kesilen donatıların görevini üstlenebilir. Bazı hallerde perdelerin mevcut kolonları kapsayacak biçimde tasarlanması söz konusu olur. Bu sayede mevcut ve yeni sistem etkili bir şekilde bütünleşir. Buna benzer olarak, perdelerin kat kirişlerini içine alacak şekilde kalınlaştırılması, birlikte çalışma güvenliğini ve yatay kuvvetlerin iletilme etkinliğini sağlayacaktır.

Taşıyıcı sisteme eklenecek perdelerin projelendirilmesi sırasında zen gösterilmesi gereken çok önemli bir husus da temel düzenidir. Perde donatılarının temele kenetlenmesi ve ilave temellerin mevcutlarla çalışma birlikteliğinin temin edilmesi amaçlanmalıdır. Dikiş donatıları yerleştirmek ve temelin ortak yüzeyine epoksi sürmek bu amacın gerçekleştirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca perde ana donatıları, temelde açılmış deliklere epoksi ile yerleştirilerek bağlantı sağlanabilir. Perdeler büyük deprem kuvveti aldıklarından, bulundukları bölgedeki tekil temeller

birleştirilerek büyük bir perde temeli oluşturulması gerekebilir (Şekil 5.1). Eğer zeminin taşıma gücü yetersizse, temel genişletilmesine ilaveten, zemin iyileştirilmesine de gidilebilir.



Şekil 5.1 Güçlendirme perdesi temeli.

5.4.1.2 Bölme duvarlarının perdeleştirilmesi

Şiddetli depremlerde, çerçevelerdeki ötelenmeye karşı koyamayan dolgu duvarlarda, “X” biçiminde çatlaklar oluşmaktadır. Böyle bölme duvarları değişik yöntemlerle modifiye edilerek, perde davranışı elde edilebilmektedir. Bu yöntemler;

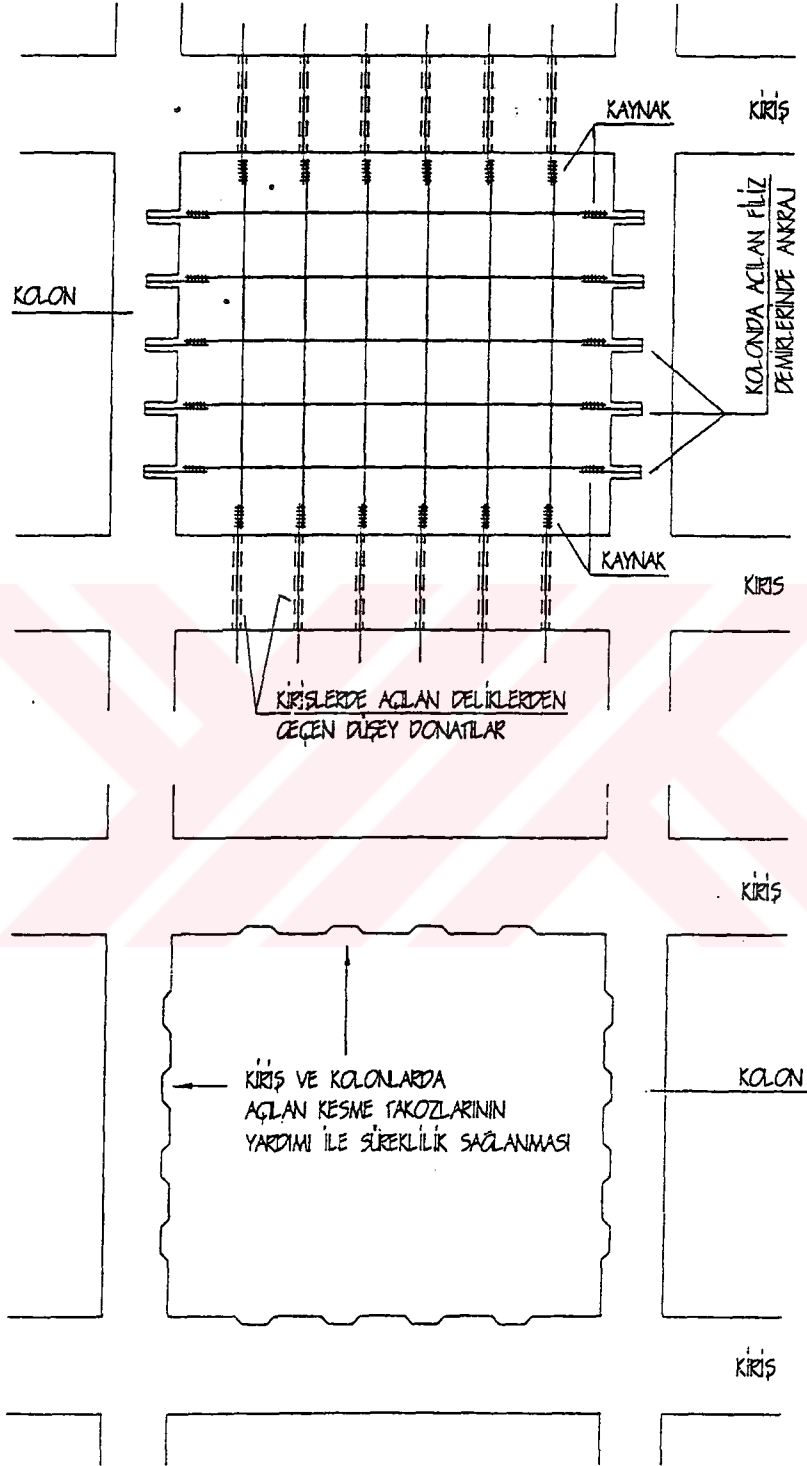
- Donatısız yığma duvarlarla,
- Donatılı yığma duvarlarla,
- Prefabrik panolarla,
- Yerinde dökme betonarme perde duvarla,

olarak sıralanabilir. Yapılan deneysel araştırmalar, bunlar arasında yapının rijitliğine en etkili katkıyı sağlayan yöntemin “yerinde dökme betonarme perde duvar” olduğunu ortaya koymuştur [13]. Burada bilgi verilecek olan yöntem budur.

Yerinde dökülen betonarme perde duvarların, çerçeveye bağlantısı büyük önem taşır. Perdenin yatay donatıları kolon içine ankre edilmiş filizlere kaynakla bağlanırlarken,^(*) düşey donatılar kirişlerde açılan deliklerden geçirilebilir veya kirişlerde açılmış yuvalarda yer alan bağlantı filiz demirlerine kaynaklanabilirler. Yine birlikte çalışma ilkesi gereğince, çerçevenin perdeye temas edecek yüzeylerinde kesme takozları oluşturulmalıdır; (Şekil 5.2). Perde temelden başlayıp en üst kata kadar sürekli olmalıdır. Perde duvarının herhangi bir katta kesilmesi, o katta arzu edilmeyen gerilme yığılmasına ve deprem davranışının aniden değişmesine neden

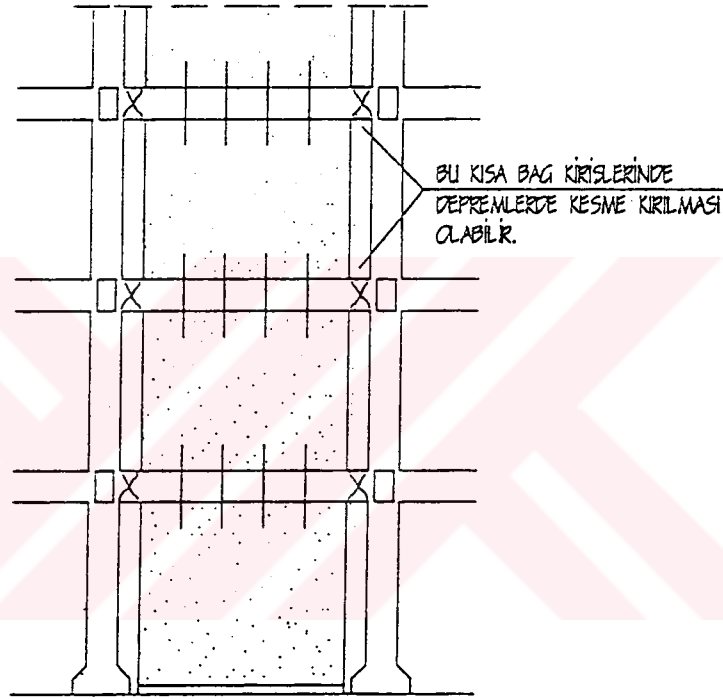
^(*) Kolon dayanımının yeterli olduğu durumlarda.

olmaktadır. Ayrıca perdenin, yatay yük hesabından bulunan miktarda yatay yükü taşıyabilecek şekilde boyutlandırılması gereklidir.



Şekil 5.2 Perdelerin çerçeveler ile birlikte çalışması için uygun detaylar

Perdeler uçlarına flanş olan kolonlarla I kesitli elemanlar gibi çalıştıklarından, depremde ortaya çıkan eğilme momentinden dolayı, kolonlarda büyük basınç ve çekme kuvvetleri oluşabilmektedir. Eğer bu kolonlar yeterli bir güvenliğe sahip değilse, güçlendirmeye kolonların da mantolanmak suretiyle dahil edilmesi gerekecek veya derz bırakılıp perdeyle bağlantı yapılmayacaktır. Bu ikinci durumda da perde ile kolon arasında kalan çok kısa kirişlerde, yatay yüklerden dolayı kesme kırılması beklenir. Ancak bu kısımlar bağ kirişi gibi çalışacaklardır ve bu tür kırılmaların yapı güvenliği açısından pek bir sakıncası da yoktur, (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Kolonlara bağlanmamış perde duvarla güçlendirme.

Betonarme perde duvarlarla güçlendirmede, duvarların çerçeve içine konulması yerine, 1992 Erzincan Depremi sonrasında uygulandığı üzere, perdeler çerçevenin hemen yanına yapılabilir, çerçeve kolonları perdeyle beraber manto içine alınır ve kirişlerse çok sayıda ankraj bulonu ile perdelerle bağlanır.

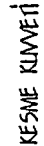
Yerinde dökme betonarme perdelerle güçlendirme uygulamasında, perde betonunun dökülmesi önemli bir sorun olarak ortaya çıkar. Özellikle kiriş altına gelen yere beton doldurmak güçtür. Aşağıdan basınçla beton pompalama ya da duvarın üst tarafından dökme yöntemleri uygulanabilir. Özellikle kirişlerin hemen altındaki bölgeye, genleşen bir çimentoyla yapılmış harç doldurulması uygun olacaktır.

Çerçevelerin perde duvara çevrilmesi ile yapıya rijit elemanlar yerleştirilmektedir. Yani olası bir depremde gelen kuvvetlerin büyük bölümü, bu yeni elemanlar tarafından taşınacaktır. Bu ise, perde temellerinde büyük döndürme momentlerinin oluşmasına yol açmaktadır. Bu nedenle yapıya perde eklenmesi ile birlikte, bu perdelerin yeterli temelinin de bulunması gerekmektedir. Eğer perde temelleri, kolon temelleriyle birleştirilebilirse, perde temeli deprem sırasında döndürülmeye zorlandığında, yapının düşey yüklerini taşıyan diğer kolonların temelleriyle bağlantılı olduğu için, bu kolonların düşey yükleri, perde temelinin dönmesini azaltacak ve temel altında büyük zemin gerilmelerinin oluşması önlenecektir.

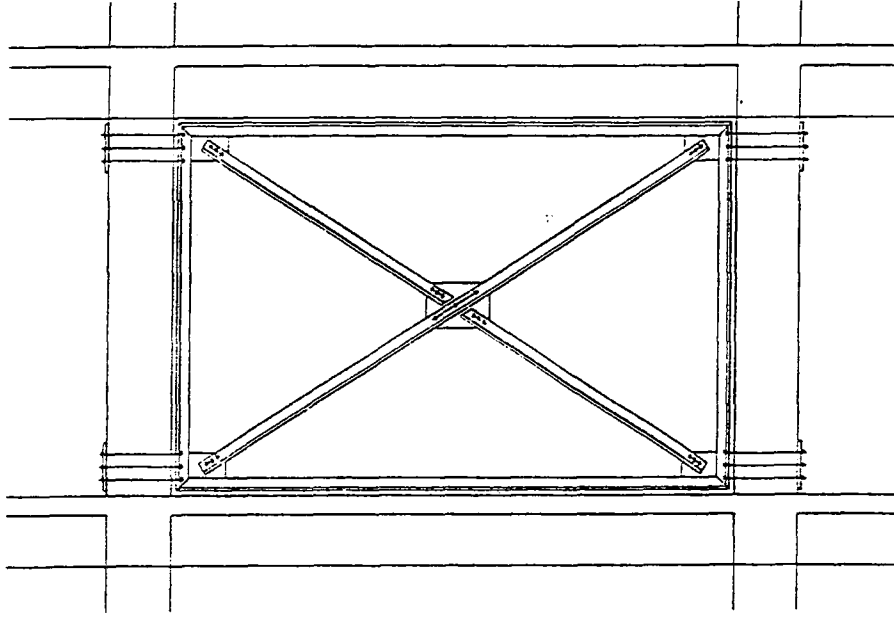
Çerçevelerde perde davranış veren yöntemlerin, rijitlik artışı, ek taşıma gücü, süneklik ve kesme kuvveti dayanımı açısından karşılaştırılması, deneysel araştırmalara konu olmuştur [11]. Şekil 5.4’de, değişik biçimde güçlendirilmiş çerçevelerin artan yatay yük altında karşılaştırmalı şekil değiştirme eğrileri verilmiştir.

5.4.1.3 Çelik diyagonal elemanlarla güçlendirme

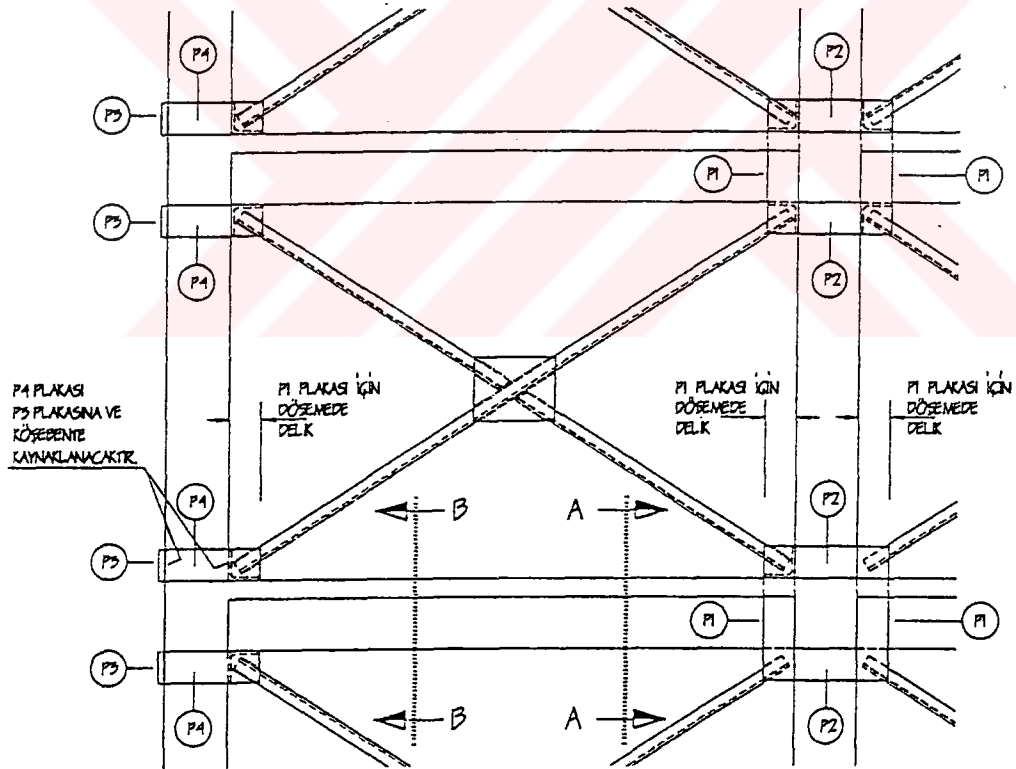
Betonarme perde duvarların konulması, yapının ağırlığının ve dolayısıyla yapıya gelen deprem yüklerinin artmasına neden olur. Bu artıştan kaçınmak, veya yapının ağırlığını arttırmadan rijitliğini, ya da daha da önemlisi, sünekliğini arttırmak için, çerçeve boşlukları arasına çelik çerçeveler ya da diyagonal elemanlar konularak güçlendirme yapılabilir. Bu tip güçlendirme, diğer yöntemlere oranla çok daha kısa bir sürede gerçekleştirilebilmektedir. Çerçeve, betonarme kolonlara özel bir biçimde bağlanır. Bu bağlantı, Şekil 5.5’de gösterildiği gibi bulonlarla veya Şekil 5.6’da görüldüğü gibi kaynaklarla yapılabilir. Bulonlu bağlantının kaynaklı bağlantıya oranla daha iyi bir sıkıştırma özelliği vardır. Bununla birlikte, bulonlu bağlantılar kolonun dış yüzünde olabileceği gibi, betonarme kolon delinip içinden geçirilerek de yapılabilir. Çelik çerçeveler, yatay kuvvet taşıma gücü bakımından, betonarme perdelere göre daha zayıf kalırlar; üstelik daha pahalıdırlar. Ancak çabuk uygulanabildiklerinden, deprem sonrasında hasarlı bölümlerin desteğe alınmasında, acil olarak kullanılabilme üstünlükleri vardır.



67



Şekil 5.5 Çerçeve açıklığına bulonlu çelik diyagonal elemanlar yerleştirilmesi.



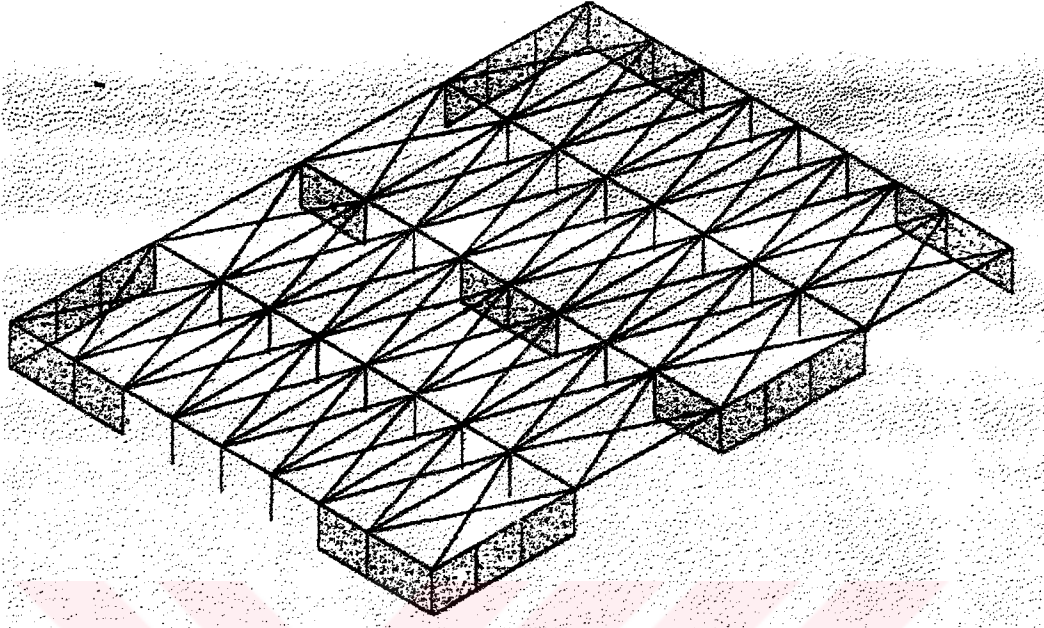
Şekil 5.6 Çerçeve açıklığına kaynaklı diyagonal çelik elemanlar yerleştirilmesi

Çelik çerçeve ile güçlendirmenin en önemli sorunu, çelik ve betonarme çerçeve arasında kuvvet aktarımıdır. Bu sorunun çözümü için, birleşim yerlerindeki ayrıntılara çok özen gösterilmelidir. Ayrıca her çelik elemanında olduğu gibi, yangın türü zararlı dış etkenlere karşı önlemler alınması gerektiği hatırlanmalıdır.

Düşey doğrultuda yapıda yapılacak olan betonarme perde veya çelik çaprazlarla yanal rijitlik koşulu sağlanmaktadır. Ancak, betonarme perde veya çelik çaprazlarla yapılan rijitleştirme, tek katlı prefabrike mafsallı çerçeveler için tek başına bir çözüm oluşturmaz. Çatı düzleminde kolonların birlikte hareket etmelerini sağlayacak bir diyafram olmadığından, çelik çaprazlar veya betonarme perdeler, sadece bulundukları çerçeveyi rijitleştirecek; o çerçeveye paralel diğer çerçeveleri etkileyemeyeceklerdir. Yapılan güçlendirmenin etkili olabilmesi için çatı düzeyinde bir diyafram oluşturulması zorunludur. Oluşturulan bu modele Perde + Diyafram Modeli denir. Özetle oluşturulan modelin etkili olabilmesi için gereken koşullar şunlardır:

1. Taşıyıcı yapı sistemine yeterli yanal rijitlik kazandırılarak, aşırı yanal ötelenmeler denetim altında tutulmalıdır.
2. Diyafram etkisi oluşturmak için, kolon tepe noktalarına bağlanacak gergi çubuklarından oluşacak, yatay bir çaprazlama düzeni gereklidir.
3. Perde temelleri, varolan temel sistemi ile birlikte davranış gösterebilecek biçimde düzenlenmeli ve perdelerde oluşan zorlamaları güvenle zemine aktarabilmelidir.
4. Oluşturulacak betonarme perdeler, temellerine sağlam biçimde bağlanmalı iki yanlarındaki kolonlarla da kaynaştırılmalıdır (epoksi ankrajlı filiz).
5. Yapıya perdelerle getirilecek rijitlik artışı, yapının dayanım gereksinimini artıracaktır. Bu artışın tasarımı özenle göz önünde tutulması gereklidir.

6. Ağır hasarlı olan kolonlar, taşıdıkları kirişlerin askıya alınmasından sonra, değiştirilmelidir, [TPB 1998-Ankara].



Şekil 5.7 Sanayi tipi tek katlı mafsallı prefabrike yapılar için güçlendirme önerisi

5.4.1.4 Kolon mantolama modeli

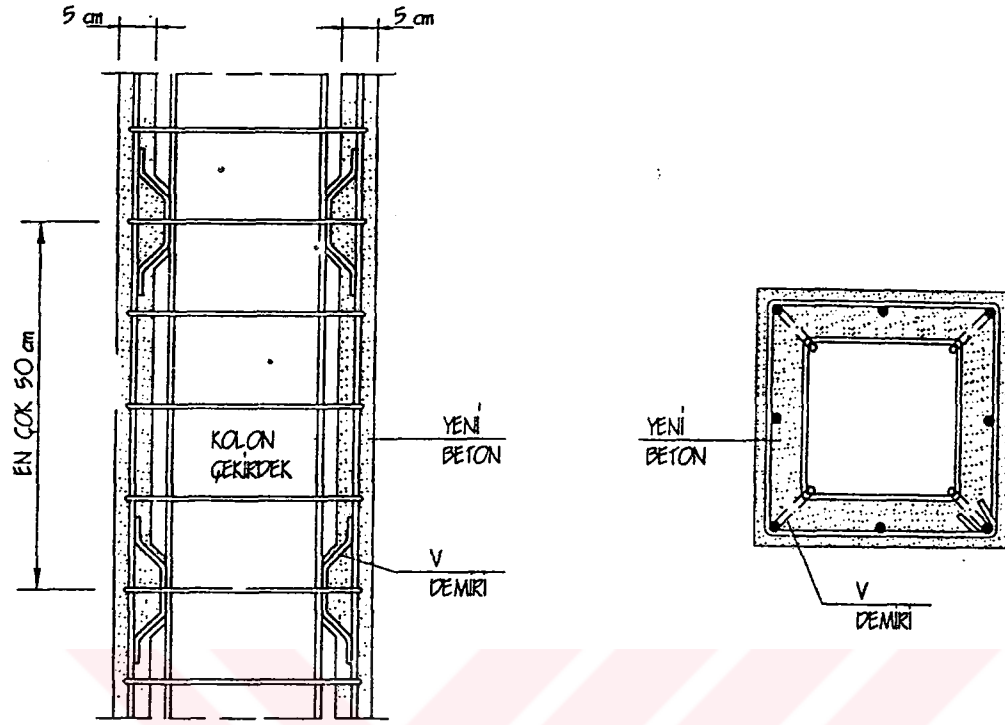
Yanal rijitliği arttırmanın başka bir yolu da; kolonların mantolama ile rijitliklerinin arttırılmasıdır. Aynı zamanda kolonların eğilme dayanımında da artış olur. Genel anlamda mantolama, betonarme manto, çelik profil iskelet, veya çelik levha kılıf ilavesi suretiyle yapılabilir.

a) Betonarme mantolama

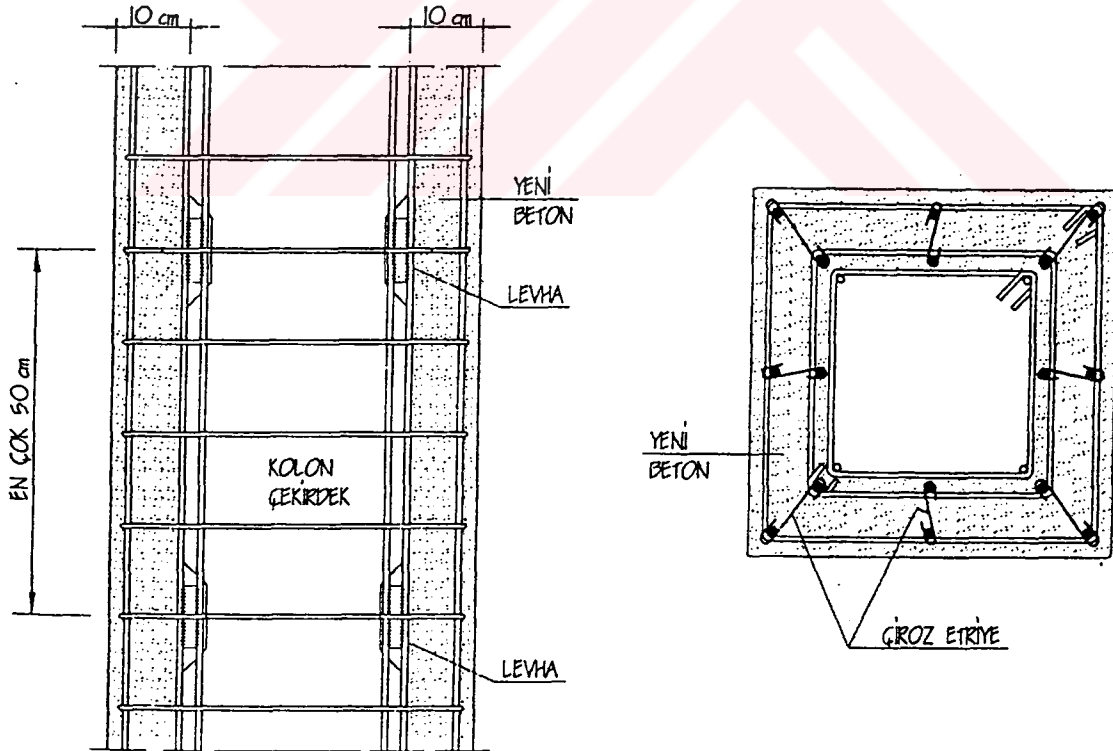
Mantolama büyük hasarlı kolonlarda veya kolon mukavemetinin yetersiz olduğu hallerde uygulanır. Böylelikle kolonların kapasiteleri artması nedeniyle hem bir güçlendirme yöntemi olur, hem de hasarları gidermesi bakımından bir onarım görevi görür.

Betonarme mantolama, yapılacak ilave bakımından; kolon çevresinde mevcut olan sahaya ve çalışma şartlarına göre bir, iki, üç veya dört yana yapılabilir. Dört yandan yapılması özellikle tavsiye edilir. Çünkü ileride olabilecek depremlerde en iyi

davranış bu şekilde elde edilebilir. Ayrıca mevcut betonla yenisi arasında en iyi aderans bu şekilde sağlanabilir.



a) V - DEMİRİ İLE ESNEK BAĞLANTI



b) LEVHA KAYNAKLI RÜJİT BAĞLANTI

Şekil 5.8 Kolon beton mantoıama

Dört yandan mantolama halinde, büyük yüklerin aktarılması durumları haricinde mevcut kolonun dört yanının pürüzlendirilmesi yetebilir. Donatıları kat döşemeleri içerisinde devam ettirmeden kat yüksekliği içerisinde yapılan mantolama kolonun o bölgedeki eksenel ve kesme mukavemetini artırır. Fakat kolonun eğilme mukavemeti ve kolon-kiriş düğümünün mukavemeti artmaz. Bu nedenle ileride olabilecek bir depremde çerçevenin tüm olarak davranışı yeterli olmayabilir.

Sadece kat içerisinde kalacak bir mantolama, depreme karşı eğilme mukavemetini iyileştirmeden, ayrıca deprem perdelerinin ilavesine gereksinme söz konusu olur. Yeterli eğilme mukavemeti kazanımı için, yeni boyuna donatılar, betonarme döşemede açılan deliklerden geçirilmelidir. Kolon-kiriş birleşim bölgesinin iyi sarılmasına ve kavranmasına özel özen gösterilmelidir.

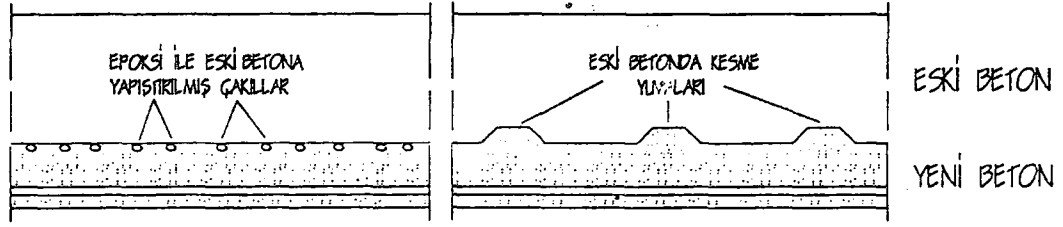
Yalnız bir taraftan mantolama durumunda, mevcut betonla yenisi arasındaki bağlantı iyi bir detay ve sık aralıklı, iyi ankre edilmiş enine donatı ile sağlanmalıdır, Şekil 5.9, Şekil 5.10.

Mevcut boyuna donatıya etriyelerle ankraj yapılmasında, kaynak şart değildir. Fakat ilave etriyelerin kancalarının geçmesi için, betonun serbest yüzünün çentilmesi zorunludur. İlave etriyelerin mevcut kolona eklenmesi, beton örtü kaldırılıp ve her yeni etriye mevcut birine kaynaklanarak sağlanabilir.

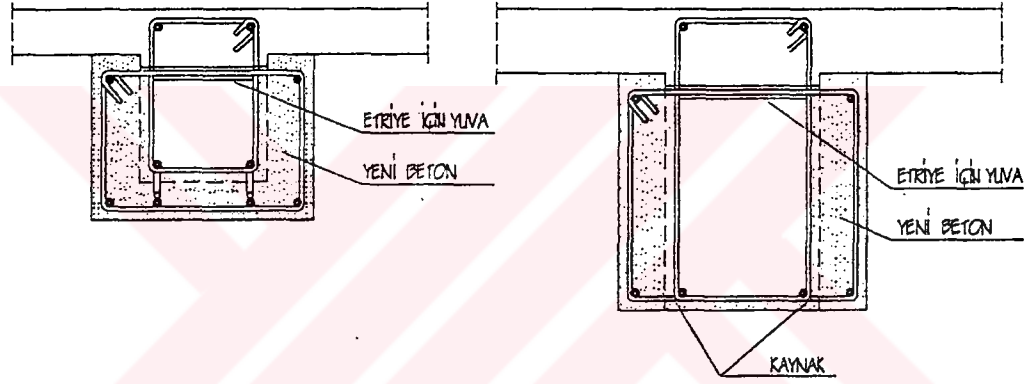
Boyuna donatıya kaynakla veya, bükülmüş çubuklarla bağlantı sağlanması işleminde, beton sadece kaynak bölgesinde ve boyuna donatıya kadar çentilmelidir. Böylelikle kesme kuvvetlerini taşıyabilecek dişler teşkil edilmiş olur. Bükülmüş çubuklar, boyuna donatıya direkt kuvvet aktarımına imkan verirler. Kaynaklanmış bükük çubuklar yerine, mevcut ve yeni boyuna donatı arasında çelik levha kaynaklanabilir.

Mantolama kaynaklı hasır donatı ve beton tabakası ile de gerçekleştirilebilir. Bu çözüm, kolonun yerel sünekliğini iyileştirir. Fakat kolonun eğilme mukavemetini, hasır donatısının döşemeden geçmesinin imkansızlığı dolayısıyla, önemli derecede arttırmaz. Hasır donatısı, uzun bir bindirme bölgesi olmak üzere, kolonu sarmalı; ya da karşılıklı iki yüzde yeterli birer bindirme bölgesi olmak üzere iki hasırdan oluşmalıdır.

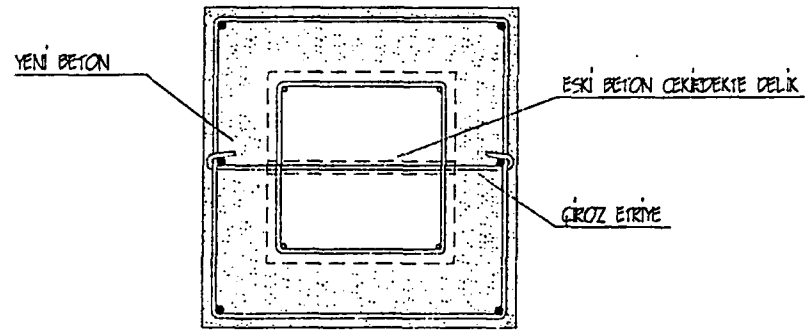
Bükülmüş bağlayıcı çubuklar kullanarak mantolamada, ilave donatı mevcut donatıya bükülmüş çubukların kaynaklanması ile eklenmiştir. Bu şekilde mantolama, orta donatı çubuklarının yeni etriyelerle sarılamadığı büyük kesitteki kolonların mantolanmasında uygulanır.



Şekil - 5.9 Eski ve Yeni Betonu KAYNAŞTIRMA YÖNTEMLERİ



Şekil - 5.10 Kirişin EN KESİT VE DONATI ALANININ ARTIRILMASI



Şekil - 5.11 Çiroz Etriyelerle KOLONDA ESKİ VE YENİ BETONU KAYNAŞTIRMA

Etriyeler kullanarak mantolamada, yeni ilave edilen boyuna donatı çubuklarının köşelerde yoğunlaştırılması suretiyle, boyuna donatının tamamının sarılması sağlanır.

Sarılmamanın temin edilebilmesi için, manto yeterince kalın ve etriyeler yeterli sıklıkta olmalıdır. Bu yöntemle döşemede açılmış deliklerden geçen yeni boyuna donatı ile kolon mantosuna, alttaki ve üstteki kolonlarla sürekli bir bağlantı temin edilir.

İyi bir sargı dairesel kapalı (yeterince binen) etriyeler ve dairesel yeni bir beton kesit kullanılarak da gerçekleştirilir.

Yeni malzemelerin mukavemeti, kolonda mevcut malzemenin mukavemetine eşit veya ondan daha fazla olmalıdır. Beton mukavemetinin mevcut betonunkinden en az 5 Mpa (50 kgf/cm²) fazla olması uygundur.

Mantonun kalınlığı püskürtme beton halinde en az 4-5cm, yerinde dökme beton halinde 10cm olmalıdır.

İlave beton alanına göre ilave boyuna donatı oranı, min 0.01. ila max 0.06 arasında olmalıdır. Bu donatı dört yanda mantolama halinde min 4φ14 olmalıdır.

Etriyeler, köşe donatı çubuğu ve yanındaki boyuna çubuk etriye köşeleri tarafından yandan desteklenecek şekilde olmalıdır. Hiç bir ara çubuk köşeden 10 cm den daha uzak olamamalıdır. Bazı hallerde mevcut kolonun içine delikler açmak, deliklerin içerisine epoksi ile etriye kancalarını tespit etmek veya kolonun kalınlığınca delik açarak etriyeler yerleştirmek gerekebilir.

Etriye çapları en az 8 mm olmalı, boyuna donatı çubuklarının çapının $\phi/3$ 'ünden az olmamalıdır. Ancak kaynaklı donatı hasırı halinde bunun altına inilebilir. Etriyeler arasındaki düşey aralık 20 cm'den fazla olamamalıdır. Düğüm civarında, kolonun serbest boyunun $H/4$ 'ü kadar bir uzunlukta bu aralık 10cm 'yi geçmemelidir. Ayrıca bu aralığın manto kalınlığını geçmemesi de tavsiye olunur.

Manto betonu ya normal veya özel yerinde dökme beton, ya da püskürtme beton olarak yerleştirilebilir. Her iki yöntem halinde de, mevcut beton yüzeyi çentilerek veya kuvvetli şekilde kum püskürtülerek tamamen pürüzlendirilmeli ve bütün gevşek malzeme, toz ve yağdan temizlenmelidir. Beton dökülmeden veya püskürtme beton uygulanmadan önce yeni betonun geleceği yüzey iyice ıslatılmalıdır.

b) Çelik profil iskelet geçirme

Çelik profil iskelet geçirme işlemi, kolonun dört köşesinin her birine bir köşebent (korniyer) profili yerleştirmek ve bunları bir iskelet teşkil etmek üzere enine kuşaklarla bağlamakla gerçekleştirilir. Bu kuşaklar en az 12 mm çapında olmak üzere yuvarlak çelik çubuklar veya minimum 25/4 mm kesitte olmak üzere çelik bantlar olabilir. Korniyerler 50/50/5 kesitinden az olmamalıdır. Korniyerlerle mevcut beton arasındaki aralıklar ve boşluklar rötreye yapmayan çimento harcı ile veya reçine harcı ile doldurulmalıdır.

Kaynaklı hasır donatı ile donatılmış, betonla veya püskürtme betonla gerçekleştirilen bir örtü yangına karşı etkili ve çok kere yeterlidir. Kuvvetlerin aktarılması için çok önemli olan korniyer profiller ve döşeme arasındaki sıkı dayanım, döşeme ile kolon çevresi boyunca doğrudan temasta olan ve korniyerden teşkil edilmiş olan, yaka veya tasma diyebileceğimiz bir eleman vasıtası ile gerçekleştirilebilir.

Yük taşıma kapasitesindeki artışın yanında, kolonun sünek davranışında da bir iyileşme elde edilir. Bunun yanında rijitlikte hemen hemen değişme olmaz. Bu yöntem daimi takviyeden başka geçici takviyede de kullanılır.

c) Çelik kılıf geçirme

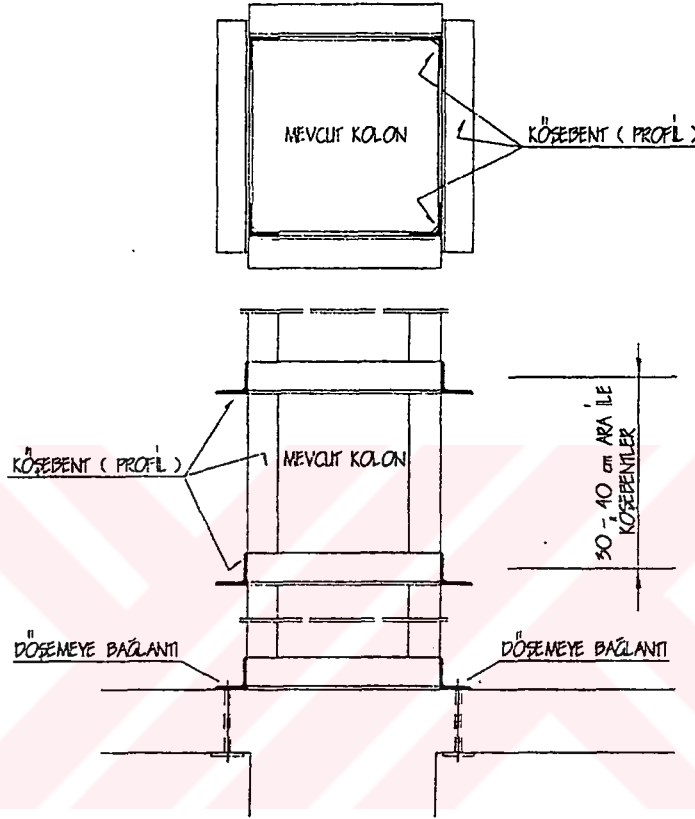
Çelik kılıf geçirme mevcut kolonun ince çelik levha ile tamamen çevrilip örtülmesidir. Bu yöntemde kolon kesiti çok az artar. 4-6 mm kalınlığında çelik levhalar, bir bütün teşkil etmek üzere sürekli olarak kaynaklanmışlardır ve mevcut kolondan belirli uzaklıkta bulunurlar. Kılıf ve kolon arasındaki boşluk rötreye yapmayan veya genleşen çimento harcı ile veya betonla doldurulmalıdır.

Dairesel kılıf en etkinidir. Çünkü bu halde çembersel kuvvetler sayesinde sarma ve kavrama temin edilir. Levhalarda eğilme etkisi oluşmaz.

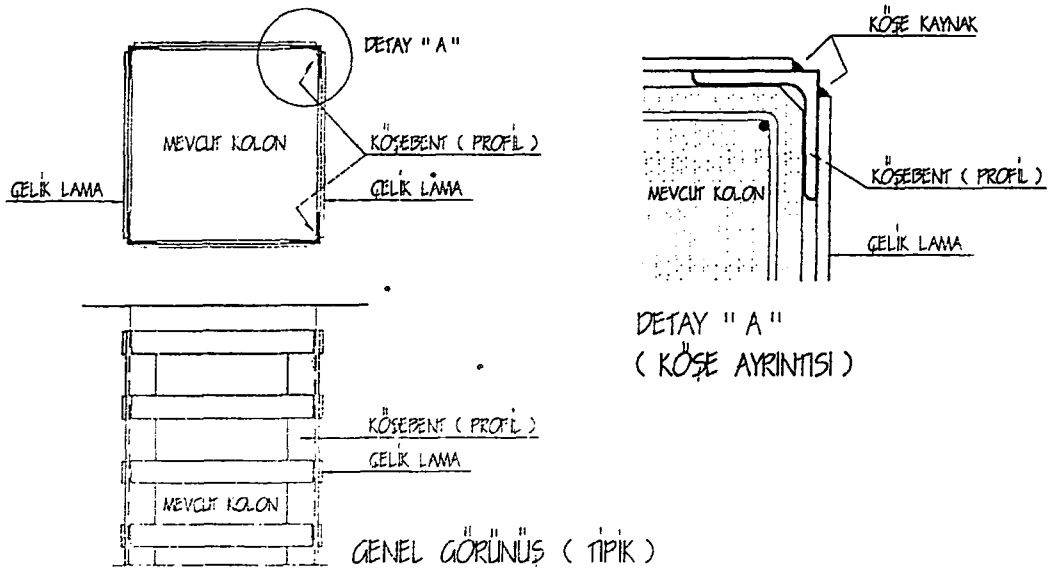
Dikdörtgen şekilde kılıf geçirme, iki tane L şeklinde levhayı, köşegenel olarak karşı köşelerde kaynaklayarak veya dört köşeye konulacak dört korniyere, dört yüzün dört levhasını kaynaklayarak gerçekleştirilebilir.

Süneklik ve eksenel yük taşıma mukavemeti, çelik kılıfla (özellikle dairesel kılıf halinde) yerel olarak önemli derecede arttırabilir. Fakat bir çerçevenin eğilme

mukavemeti bu yöntemle iyileştirilemez. Çünkü çelik kılıfı döşemenin içerisinden geçirmek mümkün değildir. Yangına ve korozyona karşı korunma bakımından özel önlemler düşünülmeli ve alınmalıdır.



Şekil 5.12 Betonarme Kolonun ÇELİK KAFESLE GÜÇLENDİRİLMESİ



Şekil - 5.13 Betonarme Kolonun ÇELİK LAMA KAFESLE GÜÇLENDİRİLMESİ

d) Yerel onarımlar

- Reçine enjeksiyonları : Betonu veya donatısı hasar görmemiş, sadece hafif çatlaklı kolonların onarımında kullanılır. Enjeksiyon donanımının sonundaki ağızlık kısmında karıştırılarak hazırlanan reçine, 0.1-5 mm genişliğindeki çatlaklarda uygundur. Reçine, 20-100 cm aralıklarla açılmış olan deliklere yerleştirilen ağızlardan enjekte edilir.
- Çimento harcı enjeksiyonları : Daha geniş çatlaklarda uygulanabilir (2-5 mm). Enjeksiyona kolonun tabanından başlanır ve yukarı doğru ilerlenir. Mukavemet ve sıklık konusunda emin olunmalı veya kontrolleri uygun görülecek şekillerde yapılmalıdır.

Betonu ezilmiş, donatısı burkulmuş veya etriyeleri kopmuş hasarlı kolon durumlarında, hasarlı kısmın çıkarılıp yenisinin yapılması yoluna gidilmelidir. Betonun hafifçe hasar gördüğü durumlarda, gevşemiş beton kaldırılır, yüzeyler pürüzlendirilir ve tozlar temizlenir. Kaldırılan betonun miktarına göre, bir miktar ek etriye ve boyuna donatı konulabilir. Betonlamadan önce mevcut kolon suyla ıslanır ve suya doyurulur. Kalıp ve yerleştirilen beton, onarılacak seviyenin yeterince yukarısına kadar devam ettirilir. Bir gün sonra kalıp sökülebilir. Ve fazlalık teşkil eden henüz taze beton çentilebilir.

Boyuna donatının, etriyelerin koptuğu ve betonun ezildiği durumlarda, hasarlı kısımların tamamının kaldırılması ve yerine yenisinin yapılması gerekir. Eğer sadece onarım gerekli ise, başlangıçtaki kesit alanı korunur. Eğer güçlendirme gerekli ise, kolonun kesit alanı arttırılmalıdır. Hasarlı ve gevşek beton yerinden kaldırılmalı, yeni boyuna donatı konmalı ve mevcut donatıya kaynaklanmalı; ayrıca küçük aralıklarla yeni etriyeler ilave edilmelidir. Rötne yapmayan veya rötresi az olan beton kullanılmalıdır. Mevcut betonla yeni beton arasında iyi bir aderans sağlanmalıdır.

e) Gözönünde tutulması gereken hususlar

- Onarım ve/veya güçlendirme hesapları; takviyenin yeterli eksenel, kesme ve eğilme mukavemeti temin ettiğini ve sünekliği iyileştirdiğini göstermek bakımından gereklidir.

- Hesaplar, güçlendirilen kolonun rijitliğini belirtmek bakımından da lüzumludur.
- Proje hesaplarının kapsamı, hasar derecesine ve gerçekleştirilmek istenilen güçlendirme düzeyine bağlıdır. Eğilme mukavemeti hesabında, ilave edilen donatı ve beton alanı da hesaba katılmalıdır.
- Yeterli kesme mukavemeti, ilave etriyelerin veya hasır donatının belirlenmesiyle temin edilmelidir. Bu donatı, kolonun sünegliğini de artırır.
- Onarılmış veya güçlendirilmiş kolonlardaki kesit büyümesi önemli rijitlik artmalarına sebep olabilir. Bu da deprem momentlerinin öncekinden farklı olarak yeniden dağılmasına, dolayısıyla da binanın çeşitli kısımlarında deprem kuvvetlerinin değişmesine sebep olur. Rijitlik değişimi, hesaba esas alınacak deprem kuvvetlerinin değişmesine de neden olur. Çünkü bu kuvvetler sistemin rijitliği ile ilgilidirler. Bu sebepten güçlendirilmiş kolonların rijitliklerinin, en gerçekçi şekilde hesaba katılması çok önemlidir.
- Kolonun mevcut ve sonradan ilave edilen kısımları arasındaki etkileşim, bu iki malzeme arasındaki aderansla yakından ilgilidir. Eğer aderans mükemmele yakın ise, mevcut ve sonradan ilave edilen kısım arasında kayma olmuyorsa, yekpare bir blok davranışı ile en yüksek derecede mukavemet ve rijitlik elde edilir.
- Yükleme-zaman geçmişi (güçlendirme işleri sırasında, geçici olarak eksenel kuvvetin boşaltılması) ve malzemeye has özellikler (sünme ve büzülme olayları dahil), mevcut kolonla yeni eklenen manto iç kuvvetlerin dağılımını etkiler ve bunun hesaplarda göz önüne alınması gerekir.
- Mukavemet hesaplarında basitlik temini için, kolon ciddi olarak hasarlı değilse ve iyi bir aderans temin edilebiliyorsa, uygun bir kabul yapılabilir. Bu kabule göre, ölü yüklere karşı ilk kesit ve manto kesitinden oluşan kompozit kesit düşünülebilir.
- Güçlendirilmiş kolonun rijitliği, bileşik elemanın davranışı hesaba katılarak belirlenmelidir. Eğer mevcut kolonla yeni manto betonu arasında iyi bir aderans varsa, bu iki kesitten oluşan birleşik kesit yerine eşdeğer bir kesit düşünülerek

hesap yapılmalıdır. Eğer aderans şüpheli ise, veya mevcut kolonun betonunun mukavemeti kısmen kaybolmuşsa, mevcut kolonun katkısının uygun görülecek kabullerle azaltılması gerekir. Bununla beraber güçlendirilmiş mevcut kolonun ve yeni ilavenin ayrı ayrı alınması ile elde edilecek rijitliklerinin toplamından az alınmamalıdır. Mevcut betonun tamamen kırılması sınır durumunda, elemanın rijitliği sadece manto rijitliği olarak belirlenmelidir. Çünkü bu halde, onarılmış esas kolon rijitliği ihmal edilebilecek bir katkıda bulunur.

- Güçlendirilmiş kolonların gerçek rijitlik değerlerindeki belirsizlikler nedeni ile, proje mühendisi kesin proje hesapları için uygun rijitlik kabulleri yapmalıdır. Taşıyıcı sistemlerin çoğu için pratik bir yaklaşım olarak, monolitik elemana ait rijitlik değerleri kullanılır. Rijitliğin ekstrem değerlerini kullanarak yapılan hesaplar, belirli çerçeve noktalarına saplanan kolonlar ve kirişler için görsel rijitlikleri değerlendirmek bakımından uygun olabilir.
- Kompleks taşıyıcı sistemler için, rijitlikte değişimle ilgili kabullere dayanan daha detaylı hesaplar kullanılabilir.

Sonuç olarak, bu sistemde de yanal rijitlik, tüm kolonların rijitliğini arttırarak sağlanır. Ancak temelde taban betonu (~20 cm kalınlıklı donatılı beton) ile rijit bir platform oluşturulan sistemin, yük aktarım mekanizmasının oluşturulabilmesi için Perde + Diyafram Modelindeki kadar ağır olmasa da, hafif bir rijit platformun olması gereklidir, [TPB 1998 - Ankara].

Sisteme yukarıda anlatılan iki model ile yeterli yanal rijitlik sağlandıktan sonra, eğer var ise sistemde görülen düzensizlikler giderilmelidir. Sağlıksız davranışa yol açtığını bildiğimiz eklentileri, yıkılmasa bile yapıdan ayırmak ve yapıyı olumsuz şekilde etkilemesini engellemek gerekir. Ya da dolguları daha düzenli ve sistematik hale getirerek düzensizliklerin giderilmesi gereklidir.

Daha sonraki aşamada stabilitesi bozulmuş yapı elemanlarında, örneğin yanal stabilitesini kaybetmiş çatı kirişlerine düzeyde uygulanacak çapraz gergilerle stabilite sağlanmalıdır.

Bir sonraki aşamada ise, hasarlı elemanların onarılması ya da hasarlı elemanların yerinden sökülüp, yenileriyle değiştirilmesi gerekir.

En son olarak birleşimlerde onarım ya da takviye gerçekleştirilir. Kayıcı olan mesnetler sabitletir. Gerekiyorsa pimler sağlamlaştırılır.

5.4.2 Temellerin güçlendirilmesi

Diğer yapı elemanlarına göre daha zor ve pahalı olan temel güçlendirilmesi, şu durumlarda gerekli olur :

- Kötü zemin koşulları nedeniyle temelde büyük oturmalar.
- Büyük deprem yüklerinden dolayı temel yapısında hasar.
- Yönetmelik değişikliklerinden kaynaklanan yetersizlikler.
- Yapı yüklerinde güçlendirmeden ileri gelen artmalar.
- Sonradan eklenen katlardan gelen ilave yükler.

Temel sisteminin güçlendirilmesinde, mevcut temele ilave yapılabildiği gibi, yeni temel de düzenlenebilir veya temel zemini iyileştirilip taşıma gücü arttırılabilir. Şekil 5.3'de kolonu da mantolanarak güçlendirilen bir temeldeki mantolama şekli görülmektedir. Sadece temelin güçlendirilmesine bir örnek de Şekil 5.4'de verilmiştir. Temelden üst yapıya aktarılan tepkiyi eski temel vasıtası ile iletebilmek için, temel pabucu çevresinde ek dişler oluşturulmuştur. Bu iki tür temel güçlendirilmesinde, temel zemini ile üst yapı arasında yük aktarılış biçiminin değişeceğine ve bu nedenle en çok zorlanan kesitlerin farklı yerlerde oluşacağına dikkat edilmelidir. Ayrıca, iki beton yüzeyinden kayma gerilmeleri iletimi için dikiş çubukları veya beton yüzeyine epoksi uygulanması gerekebilir.

- Bodrum kattaki güçlendirme perdeleri, takviye detay veya projesinde öngörüldüğü şekilde, mevcut temel bağ kirişleri üzerinde ise, bağ kirişleri kırılacak ve bağ kirişlerine ait donatı yeni yapılacak temel içinde kalmak üzere inşaat tamamlanır.
- Güçlendirme perdelerinin radye veya mevcut sürekli temel kirişi üzerine gelmesi halinde, takviye projesinde öngörülen usulde veya mevcut beton

yüzeyinde projede gösterilen ölçülerde bir yarık açılıp epoksili ankraj çubukları yerleştirilerek mevcut temele bağlanır.

- Kolonlara yapılacak çelik mantolama sırasında temelde yer bulunamaması halinde, kolon temeli çevresinde gerekli bağlantılar veya genişletmeler yapılır. Bu durum ancak temel kazısı tamamlandıktan sonra kesinlik kazanır.
- Yeni yapılacak perdelerde temel kirişi yerine üst kotta bağ kirişi yapılması ve perde uçlarına gelen kolonlar altındaki zeminin “jet grout” emsali yöntemlerle kuvvetlendirilmesi alternatif olarak düşünülmelidir.



6. SAYISAL İNCELEMELER

6.1 Bir Hasarlı Binanın Deprem Analizi

6.1.1 Mevcut binanın tanıtılması

Bina taşıyıcı sistemi, Şekil 6.1 ve 6.2’de görüldüğü gibi kısa doğrultuda 3, uzun doğrultuda 9 akstan oluşmaktadır. Binanın taban alanı, çerçeve doğrultusunda 2x20.00m, çerçeveye dik doğrultuda (oluk ve aşık kirişleri doğrultusu) ise 8x10.00m’dir. Binanın oluk alt kotu 9.00m, orta akstaki kolonlarda kiriş alt kotu 10.40m olarak yapılmış ve bu şekilde %7’lik çatı eğimi sağlanmıştır. Binanın 2x20.00m’ye 3x10.00m’sinde, döşeme üst kotu 5.50m olan ve idari bölüm olarak kullanılan kısmî arakat mevcuttur. Diğer kısımlarda ise kren gusesi üst kotu +6.83 ve taşıma kapasitesi 28.0 ton olan gezer vinç bulunmaktadır. Kren kirişleri çelik olarak yapılmıştır. Arakatlı kısımda kat döşemesini taşımak amacıyla uzun doğrultuda aks aralıkları yarıya indirilmiştir. Başka bir deyişle aks aralıkları 2x20.00m, diğer doğrultu 6x5.00m’dir. Kat döşemesi h=24cm yükseklikli, L=10.00m açıklıklı, öngermeli boşluklu hazır döşeme elemanlarından oluşturulmuş, üzerine 6cm kalınlığında topping (üst beton) uygulanmıştır. Kat kirişleri 5.00m açıklığında, 30cmx60cm boyutlarında, dikdörtgen kesitli olarak düzenlenmiştir. Kirişlerin mesnetlenme boyları 20cm, mesnetlerdeki yükseklikleri 30cm’dir. Çerçeve doğrultusundaki 20.00m açıklığındaki çatı kirişleri, 40cmx120cm boyutlarında “T” kesitlidir. Mesnetlerde kesit, 20cmx120cm boyutlarındaki dikdörtgen kesite indirgenmektedir. Boyuna doğrultuda, kenar akslarda 10.00m açıklıklı, et kalınlığı 4cm~6cm olan H şekilli oluk kirişleri düzenlenmiştir. 10.00m açıklıklı ve et kalınlığı 4-5cm omega aşıklar, 2.50m aks aralığı ile yerleştirilmiştir. Çatı kirişleri, oluk kirişleri ve omega aşıklar öngerilmeli olarak üretilmiştir. Hepsi kolon olarak düzenlenen düşey taşıyıcı elemanlarda kesit ölçüleri, çatıya kadar ulaşanlarda 70cmx70 cm, arakat döşeme elemanlarını taşıyan kısa kolonlarda 40cmx45cm’dir. Binanın taşıyıcıları temelde ankastre, diğer birleşimler moment aktarmayan mafsallı

çerçevelerden oluşmaktadır. Yani kolon alt uçları ankastre, arakat ve çatı düzlemindeki döşeme kirişleri, çatı, oluk ve aşık kiriş bağlantıları mafsalıdır. Perde bulunmamaktadır. Bina I. derece deprem bölgesindedir. Çatı kaplaması alüminyum sandviç paneldir. Binanın ön ve arka cephelerinde, her biri 15cm kalınlığında, 2.00m genişliğinde ve yüksekliği 10.65m ile 12.05m arasında değişen prefabrike beton paneller oluşturulmuştur. Yan cephelerde paneller, üstte oluk kirişinin üst cidarına, ön ve arka cephelerde de çatı kirişlerinin üst başlığına; altta ise $\perp$ kesitli çevre perde duvarlarının üzerine toplam 4 adet L50.50.5 100'lük korniyer parçaları ile bağlanmıştır.

Yerinde dökme olarak üretilen soket (çanak) temeller, arakat kolon temellerinde 3.50mx3.50m, ana çerçeveye ait A, C aksı kolon temellerinde 4.50mx4.50m, ana çerçeveye ait B aksı kolon temellerinde 4.80mx4.80m boyutlarındadır. Temeller bina içinde her iki doğrultuda 30cmx30cm boyutlarında bağ kirişleri, kenar akslarda 50cmx115cm ebatlarındaki çevre perde duvarları ile bağlanmıştır. Temellerin projelendirilmesinde zemin emniyet gerilmesi $\sigma_{zem}=2.00 \text{ kg/cm}^2$ olarak alınmıştır.

Zemine ait herhangi etüt ve rapor olmadığı için yapılan statik hesaplarda ABYYHY-1998'de de belirtildiği gibi, zemin cinsi Z4 gurubu zemin kabul edilmiş, deprem hesaplarında bu guruba ait zemin hakim periyotları kullanılmıştır.

6.1.2 Yapı sisteminin hesabı

A) Malzeme

A1) Prefabrike elemanlar

Öngerilmeli aşık ve oluk kirişi	:	C40 / S 420 / 3 x $\phi 3''$
Öngerilmeli çatı kirişi	:	C40 / S 420 / $\frac{1}{2}''$
Kolonlar	:	C30 / S 420

A2) Yerinde dökme beton

Temeller	:	C20 / S 420
----------	---	-------------

B) Taşıyıcı sistem elemanları

B) Taşıyıcı sistem elemanları

B1) Aşıklar

Malzeme : Beton : BS 40

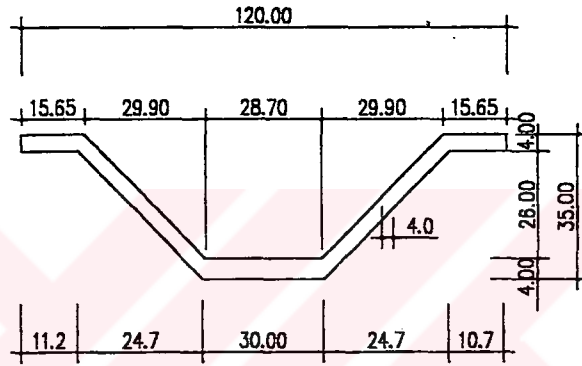
Çelik : 3 x $\phi 3''$ (Öngerme donatısı) $f_{pk} = 1800 \text{ N/mm}^2$

S420 (Betonarme demiri)

Kesit alanı : $A_c = 0.0620 \text{ m}^2$

Öz ağırlık : $0.0620 \times 25 = 1.55 \text{ kN/m}$

1 adet aşık ağırlığı : $1.55 \times 10.0 = 15.5 \text{ kN}$



B2) Oluk kirişleri

Malzeme : Beton : BS 40

Çelik : 3 x $\phi 3''$ (Öngerme donatısı) $f_{pk} = 1800 \text{ N/mm}^2$

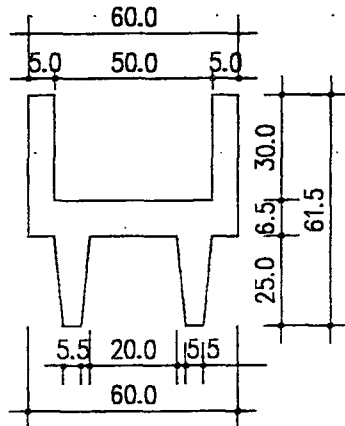
Kesit Alanı : $A_c = 0.0620 \text{ m}^2$

S420 (Betonarme demiri)

Kesit Alanı : $A_c = 0.0965 \text{ m}^2$

Öz ağırlık : $0.0965 \times 25 = 2.41 \text{ kN/m}$

1 adet aşık ağırlığı : $2.41 \times 10.0 = 24.10 \text{ kN}$



B3) Öngermeli kırık çatı kirişi (I 120)

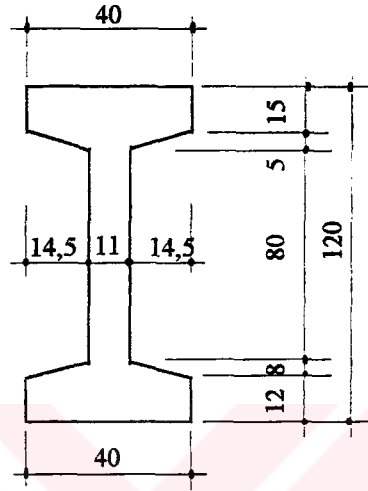
Tip : I 120

Yükseklik : $h=120\text{cm}$

Kesit alanı : $A_c=0.229\text{ m}^2$

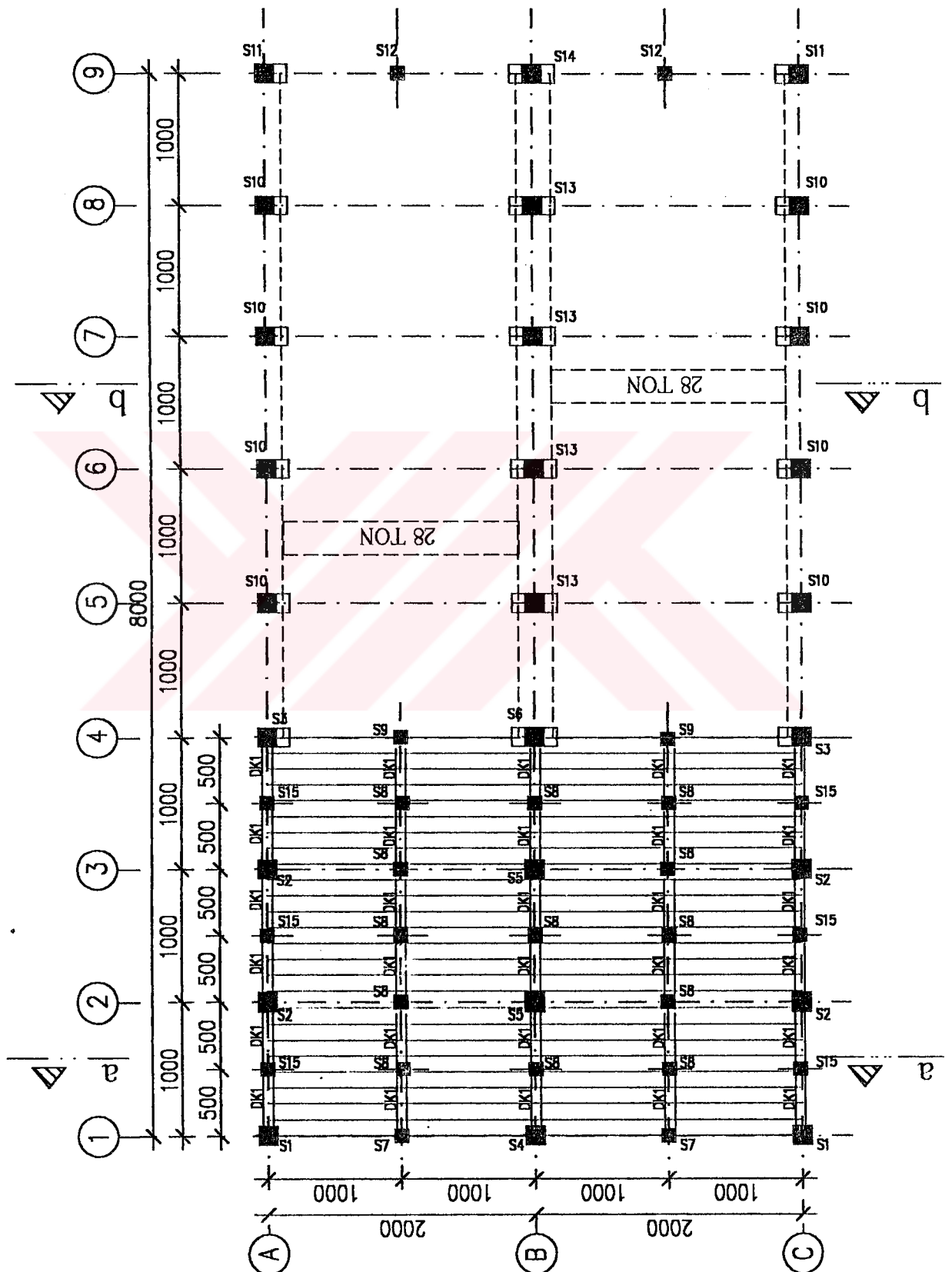
Beton hacmi : 5.323 m^3

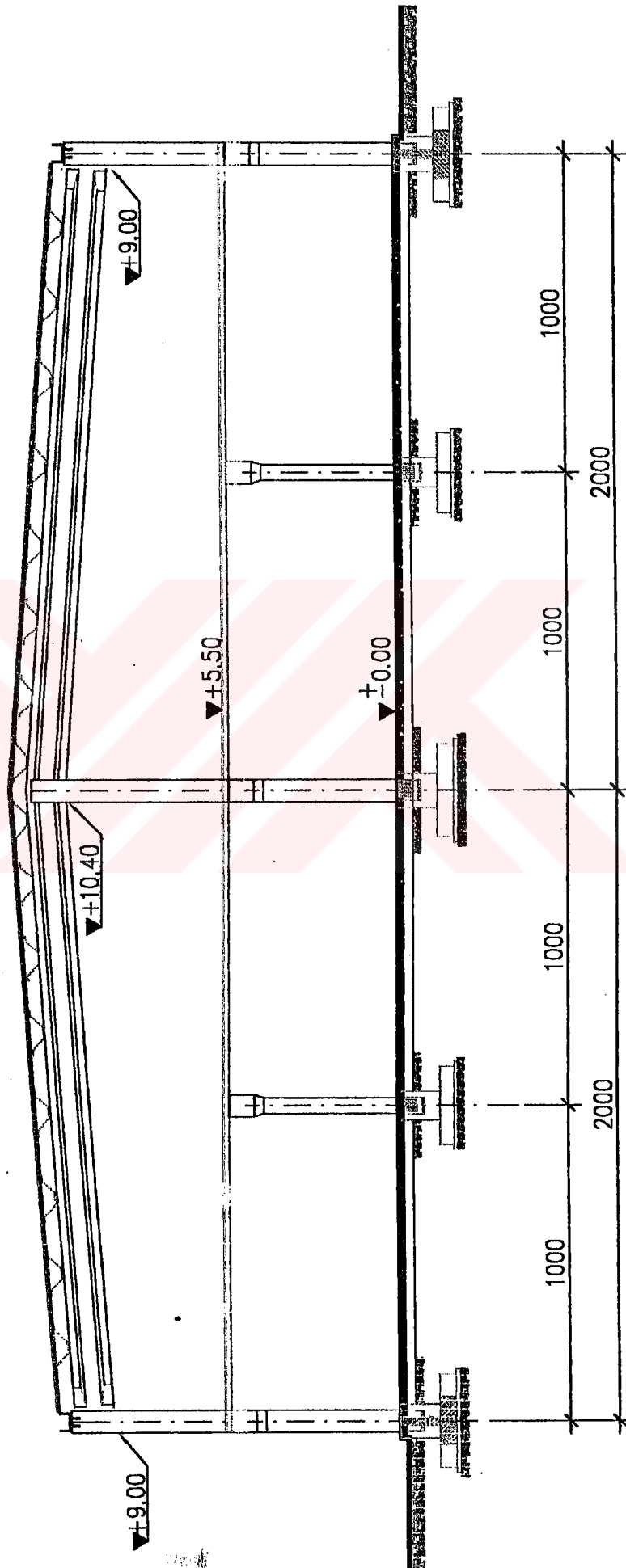
1 adet kiriş ağırlığı : $5.323 \times 25.0=133.08\text{ kN}$



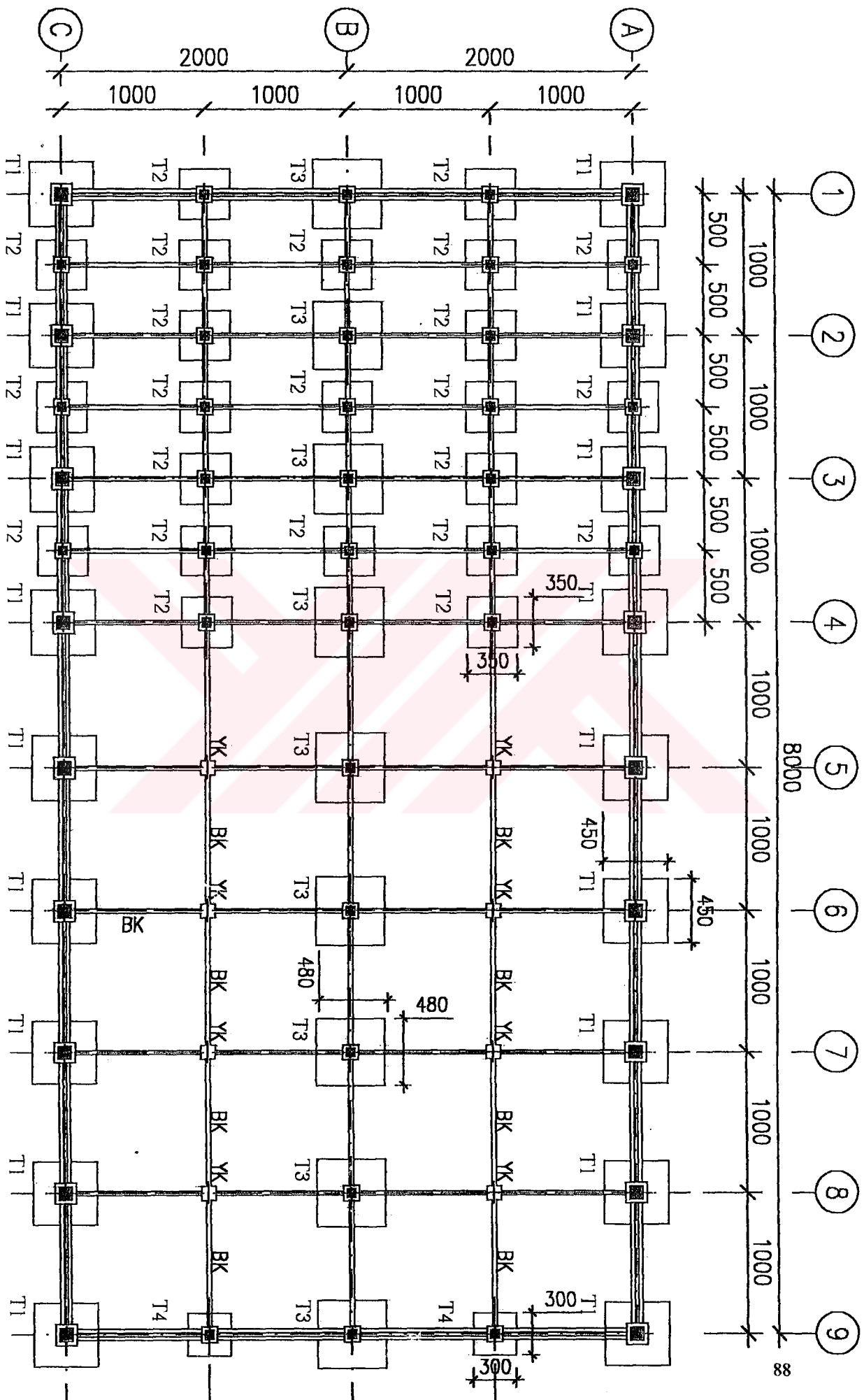
Sistemin çözümü Ek-2’de verilmiştir.

PLAN





Sekil 6.2 a-a kesiti

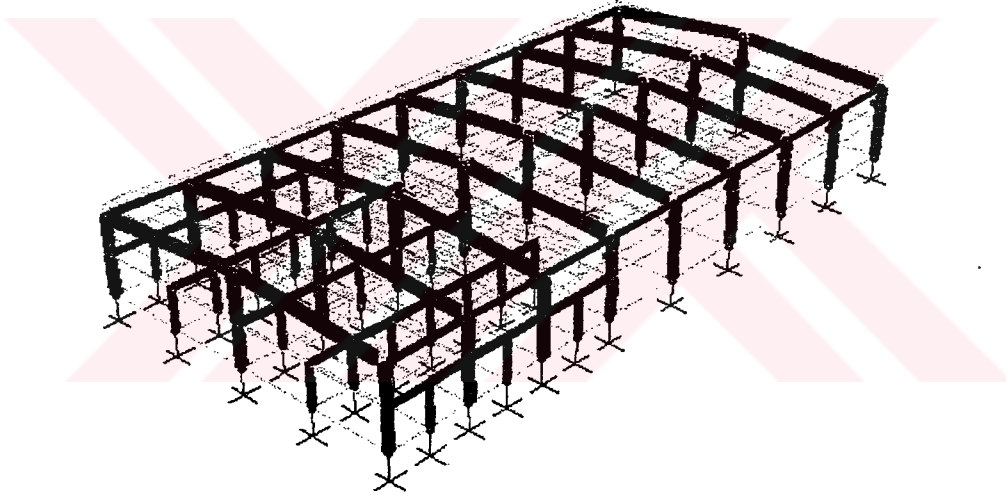


Sekil 6.3 TEMEL PLANI

6.1.3 Hesap sonuçlarının değerlendirilmesi

Bina hesaplarda I. derece deprem bölgesinde olduğu için ve bina ile ilgili herhangi bir zemin etüdü ve raporu olmadığından, Deprem Yönetmeliğinin de belirttiği gibi Z4 gurubu zemin koşulları ve zemin hakim periyotları göz önüne alınarak irdelene yapılmıştır. Deprem davranış katsayısı R , ABYYHY-1998’de mafsallı çerçeveler için belirtilen değer olarak 5 alınmıştır.

Yapı SAP2000 programı ile üç boyutlu olarak modellenmiş, mevcut boyutlar, malzeme özellikleri ve detaylar kullanılmıştır. Yapısal modellemede, kolonlar temelde ankastre, çatıda mafsal birleşimlidir. Tüm kiriş-kolon birleşimleri mafsallıdır. Üç boyutlu yapı modeli Şekil 6.4’de gösterilmektedir.



Şekil 6.4 Üç boyutlu analiz modeli

Depremde omega aşık kirişleri, çatı kirişlerine olan kaynaklı bağlantılarından kopup yere düşmüşlerdir. Yetersiz birleşime sahip olan omega aşıklar, çatı düzleminde rijit bir diyafram oluşturamamıştır. Bu yüzden modelde sadece arakatin olduğu kotta rijit diyafram varsayımı yapılmıştır.

Yapısal çözümlemede önce yapıların özdeğer analizleri yapılarak titreşim modları ve periyotları hesaplanmış, daha sonra eşdeğer deprem analizi ile deplasmanlar hesaplanarak yönetmelik sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar Tablo 6.1’de verilmiştir.

Tabloda sunulan sonuçlara bakıldığında, yanal deplasman sınır değerlerinin yaklaşık üç katı mertebesinde olduğu, yapının gerekli deprem güvenliğini sağlayamadığı görülebilmektedir. Buradan binanın depremde hasara uğramasının en önemli etkenin yeterli yanal rijitliğe sahip olmaması şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 6.1 Kolon Görelî Kat Ötelemeleri

Kolon No	Yön	d_i (m)	d_{i-1} (m)	h (m)	Δ_i/h	0,0035
						0,02/R=0,0040
S1	X	0,04695	0,01681	4,30	0,0070	SAĞLAMİYOR
	Y	0,04192	0,01621	4,30	0,0060	SAĞLAMİYOR
S2	X	0,04906	0,01693	4,30	0,0075	SAĞLAMİYOR
	Y	0,04192	0,01621	4,30	0,0060	SAĞLAMİYOR
S3	X	0,04986	0,01718	4,30	0,0076	SAĞLAMİYOR
	Y	0,04157	0,01621	4,30	0,0059	SAĞLAMİYOR
S4	X	0,04708	0,01681	5,70	0,0053	SAĞLAMİYOR
	Y	0,05847	0,01621	5,70	0,0074	SAĞLAMİYOR
S5	X	0,04920	0,01693	5,70	0,0057	SAĞLAMİYOR
	Y	0,05985	0,01621	5,70	0,0077	SAĞLAMİYOR
S6	X	0,05000	0,01718	5,70	0,0058	SAĞLAMİYOR
	Y	0,05995	0,01621	5,70	0,0077	SAĞLAMİYOR
S7	X	0,01681	0,00000	4,70	0,0036	SAĞLAMİYOR
	Y	0,01621	0,00000	4,70	0,0034	SAĞLAMİYOR
S8	X	0,01700	0,00000	4,70	0,0036	SAĞLAMİYOR
	Y	0,01621	0,00000	4,70	0,0034	SAĞLAMİYOR
S9	X	0,01718	0,00000	4,70	0,0037	SAĞLAMİYOR
	Y	0,01621	0,00000	4,70	0,0034	SAĞLAMİYOR
S10	X	0,04636	0,00000	9,00	0,0052	SAĞLAMİYOR
	Y	0,04066	0,00000	9,00	0,0045	SAĞLAMİYOR
S11	X	0,03505	0,00000	9,00	0,0039	SAĞLAMİYOR
	Y	0,04033	0,00000	9,00	0,0045	SAĞLAMİYOR
S13	X	0,04644	0,00000	10,40	0,0045	SAĞLAMİYOR
	Y	0,07891	0,00000	10,40	0,0076	SAĞLAMİYOR
S14	X	0,03512	0,00000	10,40	0,0034	SAĞLAMİYOR
	Y	0,06616	0,00000	10,40	0,0064	SAĞLAMİYOR

6.2 Takviye Edilmiş Yapının Hesabı

6.2.1 Güçlendirme sisteminin tasarımı

6.2.1.1 Tasarımın içeriği .

- 1- Binanın tasarımında teknik açıdan hatalar bulunup bulunmadığı;
- 2- Deprem sonrası var olan hasarın neler olduğu;
- 3- Oluşan hasarın binanın güvenliğini tehlikeye atıp atmadığı,
- 4- Binanın tam , güvenli hale getirilebilmesinin mümkün olup olmadığı, mümkünse yapılması gereken hususların neler olduğu;

sorularının cevaplarını içermektedir.

Binada oluşan hasarın derecesinin tespiti için MSK Uluslararası Deprem Şiddet Cetvelindeki tanım ve anlamlardan yararlanılmıştır.

Bilindiği gibi MSK cetvelinde yapılar üç sınıfa ayrılmıştır : A, B ve C. A sınıfı yapılar kısaca; kesme taş, moloz ve kerpiç gibi yapı malzemeleri ile belirli bir standardı olmayan harç ve bağlayıcılar kullanılarak yapılmış köy tipi yapıları; B sınıfı yapılar, tuğla, taşıyıcı briket ve çimento harçlı kesme taş binaları, yarı ahşap binaları ve prefabrik binaları; C sınıfı yapılar ise, betonarme ve çelik karkas yapıları, iyi inşa edilmiş ahşap binaları kapsar. Söz konusu cetvelde miktarlar, az (Q, %5), çok (N, %50), pek çok (P, %75) olarak anılır.

Yapı hasarları ise beş dereceye ayrılır. Bunlar;

1. derece (hafif) hasar : İnce sıva çatlakları, küçük sıva parçalan dökülmesi, yapının 0.005 den daha az yatmış olması;
2. derece (orta) hasar : Duvarlarda küçük çatlaklar, büyük sıva parçaları dökülmesi, binanın bütün olarak 0.015 den daha az yatmış olması;
3. derece (ağır) hasar : Duvarlarda derin çatlaklar, kısmi parçalanma, taşıyıcı sistem birleşim yerlerinde çatlak oluşması, yapının 0.03 den daha az yatmış olması;

4.derece (kısmı yıkıntı) hasarı : Duvarlarda yarılma, kısmî yıkılmalar, taşıyıcı sistem birleşim yerlerinde kopma ve ezilmeler, binada 0.03 den fazla yana yatmalar,

5. derece (yıkıntı) hasan : Tamamen yıkılma

anlamına gelir.

Prekast yapılar bağlamında 2., 3. ve 4. derece hasarlarının ayrıntılı tanımı, aşağıda açıklandığı gibidir :

2. derece hasar: Kolonlarda veya kiriş ile döşemelerin kendisinde herhangi bir çatlama veya hasarın bulunmaması; birleşimlerin ise, yatay yöndeki hareketten ötürü 1 mm'ye kadar varan ayrılma veya sonradan dökülen beton veya harçta (topping) ince çatlakların meydana gelmesi.

3. derece hasar : Kolon veya kiriş ile tabliye (döşeme) elemanlarında lokal ince (0.5 mm mertebesinde) çatlakların bulunması, cephe elemanları arasında 2 mm'ye varan ayrılmaların görülmesi, birleşimlerde (joints) 2.5 mm ye varan oynamaların bulunması, bu noktalardaki beton veya harçta çatlakların oluşması, birleşimlerdeki donatıda akma sınırı üstünde zorlanma izleri.

4. derece hasar : Kolonlarda mafsallaşma belirtilerinin görülmesi, mesnetlere yakın bölgelerde 2 mm açıklığa kadar çatlamlar, akma ve ezilme. örtü betonu dökülmesi, kiriş ve döşeme elemanlarında mesnet veya açıklıklarda 1 mm'ye varan çatlaklar, mesnetlerde ayrılma ve kopmalar, cephe elemanları arasında 5 mm'ye varan ayrılma ve dağılmaların görülmesi, birleşimlerin 5 mm kadar kayması, kuru ve yaş birleşimlerde çatlamlar, bu noktalardaki donatıların akması, ayrılması, şekil bozuklukları (plastik deformasyonlar).

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı uygulamalarında tanımlar, yaklaşık olarak aynı kalmakla birlikte; 1. derece hasar “hafif hasar”, 2. derece hasar “az hasar”, 3. derece hasar “orta hasar”, 4. derece hasar “ağır hasar”, 5. derece hasar ise “yıkıntı” olarak anılır; yani derece aynı olmakla birlikte, isimlendirmede bu farklılıklar bulunmaktadır.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975 ve 1998”de tanımlanan deprem bölgeleri, bu bölgelerde beklenen tasarım depremi şiddeti ve anılan MSK Uluslararası Deprem Şiddet Cetveli tanımları

ile beklenen yapı hasar dereceleri ve miktarları, bir fikir vermek amacıyla, Tablo 6.2’ de özetlenmiştir :

Tablo 6.2 Deprem şiddeti – zemin ivmesi – hasar dağılım ilişkileri

Türkiye’de Deprem Bölgesi	Şiddet	Zemin ivmesi (1-5 s periyod aralığında) cm/s ²	Zemin titreşim hızı (5-20 s Periyod aralığında) cm/s	Yapı tipleri		
				A (Kırsal yapılar)	B (Kâğıt, prekast yapılar)	C (Betonarme, çelik yapılar)
	V	12-25	1.0-2.0	Q1		
4. derece	VI	25-50	2.1-4.0	Q2 N1	Q1	
3. derece	VII	50-100	4.1-8.0	Q4 N3	Q2	Q1
2. derece	VIII	100-200	8.1-16.0	Q5 N4	Q4 N3	Q3 N2
1. derece	IX	200-400	32.1-64.0	N5	Q5 N4	Q4 N3
	X	400-800	32.1-64.0	P5	N5	Q5 N4

Bölgenin anılan depremden etkilenme derecelerini gösteren resmî izoseizm haritaları henüz çizilmemiştir. Bununla beraber, 17 Ağustos 1999 Körfez Depreminin, incelenen yapı bölgesinde, yani Düzce ve yakın çevresinde, alüvyon araziye oturan yerleşim alanlarında, IX MSK şiddetinde gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998 (Önceki ve Aktüel Deprem Yönetmeliği) eki deprem bölgeleri haritalarına göre yapı, 1. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Birinci derece deprem bölgesi için, Tablo 6.2’de de görüldüğü üzere, tasarım depremi şiddeti IX MSK’dır. Böylesi bir depremde prefabrike yapılarda, az yerde 5. derece hasar (yıkıntı) (Q5), çok yerde 4. derece hasar (N4) beklenir.

Aşağıda, incelenen yapıda rastlanılan hasarlara dair kısa tespitler ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

6.2.1.2 Yapıda Görülen Hasarlar

Yapı, çevresi tarım arazisi olan sediment bir zemin yapısı üzerine oturmaktadır. Yapı zemini ile ilgili araştırmalara dayalı bir bilgi bulunmamaktadır. Bununla beraber, yapı çevresinin ve temellerinin dıştan ve içten tetkikinde, zemin oturması ya da farklı

zemin oturması, gözle fark edilebilir bir temel deformasyonu, zeminde yarıma ve benzeri bir iz görülmemiştir.

Yapının bazı kolonlarında gözle de fark edilebilen yana yatmaların hafif hasar sınırları içinde kaldığı, bazılarının ise birleşimlerdeki rölatif ötelenmelerden kaynaklanmış olabileceği ve bu ötelenmeler giderildiği takdirde pratik olarak ortadan kalkabileceği, bunların bir kısmının da yapım hatalarından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Prefabrik cephe panellerinin tamamına yakın kısmının bağlantı yerlerinden koparak bina dışına doğru kapaklandıkları ifade edilmiştir (pek çok yerde 5. derece hasar, P5). Bunlardan bazılarının kapaklanma esnasında kırılarak kısmen dağıldıkları; kalkan duvarı yerine kullanılan prefabrike panellerden düşenlerin bulunduğu görülmüştür. Prefabrike cephe panellerinin, kısmî arakatlı yapıda altta çevre perde duvarlarına, üstte çatı kirişinin üst başlığına veya oluk kirişlerinin kat tavanı seviyesinde bağlanmaları hatalıdır. Yapının bel vererek titreşim yapması, bir başka deyimle ikinci modda salınması durumunda, bağlarını kopararak kapaklanması doğaldır. Ağır cephe ve kalkan duvarı panolarının kullanılması, yapının büyük atalet kuvvetleri çekmesine neden olduğundan ayrıca hatalı bir düzenleme olmuştur.

Krenin çalıştığı bölümde kenar akslardaki kolonların çok azında 2. derece hasar (Q2), birkaç tanesinde birleşim konsolunda kısmi kırılma ve ötelenme (4. derece hasar) görülmüştür. Anılan hasarlar daha çok uzun (iki katlı) kolonların ara kat seviyesinde ve birleşimlerinde yoğunlaşmaktadır. Birleşimlerde daha çok hasar bulunmaktadır. Pek çok yerde 4. derece hasar (P4) (birleşim elemanlarında plastik şekil değiştirmeler, birleşim konsollarında kırılma, aşırı kayma vb) söz konusudur. Arakat kolonlarında ara kat seviyesinde çatlamamış ve 3. ve 4. derece hasar görmemiş kolon yok gibidir (P3, N4). Hasar, salonun orta kesimlerinde daha çok ağırlaşmaktadır.

Orta kat tabliyesinin kolonlara yakın bölgelerindeki yerinde döküm betonarme döşemede, 2-3 mm genişlikli çatlamaların olduğu, döşeme üzerindeki kaplama kaldırılarak görülmüştür (4. hasar).

Binanın bütününde genel hasar profili ise; pek çok yerde 4. derece hasar, çok yerde 5. derece hasar (P4, N5) olarak değerlendirilmiştir. Yapı bu performansı ile standartlar çerçevesinde beklenenin ötesinde hasar almıştır.

6.2.1.3 Yapılan incelemelerin değerlendirilmesi

Yerinde yapılan incelemeler ile mevcut proje çizimleri karşılaştırıldığında, projesinde öngörülen prekast yapı elemanlarının kullanılarak yapının gerçekleştirildiği anlaşılmıştır. Yapı, bölgenin tasarım depremi şiddetinde bir depremde açıkça yetersiz kalmıştır. Yapım hataları dışında bu sonuç, tasarlanan ve hesaplanan yapı elemanlarından kolonların, bağlantı elemanlarının (kolon yanaklarının, kiriş birleşim bölgelerinin), cephe ve kalkan duvarı panolarının bağlantılarının yetersiz kaldığının denenmiş kanıtıdır.

Depremde yapının sergilediği hasarlar, özetle :

- (1) Cephe panolarının tasarımında hata yapılması ve yetersiz bağlantılarından;
- (2) Ortaya çıkan atalet kuvvetleri karşısında kolon kesitlerinin yetersiz kalmasından;
- (3) Keza, kolon yanaklarının ve kiriş birleşim detaylarının yetersizliğinden;
- (4) Yerinde döküm döşeme kalınlığının ve bu döşemeye eklenen betonarme donatısının yer yer yetersiz kalmasından;
- (5) Yerinde örülen kagir veya benzeri duvarların yapının özelliklerini dikkate almadan ve hatalı inşa edilmelerinden (yeterince hatıl kullanılmaması, hatılların ve duvarın kolon ve/veya kirişlere bağlanmamış olması, duvarların prekast yapı elemanlarının deplasman özelliklerine uygun seviyelerde kesilmemiş olmaları. vb).

“Binanın, onarılarak ve güçlendirilerek standartların öngördüğü güvenliğe kavuşturulmadan kullanılması sakıncalıdır.” sonucuna varılmıştır.

6.2.1.4 Onarım ve güçlendirme

Yapının onarım ve güçlendirilmesi ile ilgili olarak, ortaya konulabilecek seçenekler aşağıda belirtilmiştir :

a- Mevcut yapının sadece onarılarak kullanılması :

Fabrika binasının, 17 Ağustosta kapaklanarak yıkılan dış prekast panoları kaldırılıp, yerine hafif panolarla örtü yapıldıktan ve diğer yapısal hasarları onarıldıktan sonra tekrar kullanılması istenebilir. Bu durumda, bu bölgede muhtemel ve aynı şiddetteki bir depremde, daha az hasar meydana gelmesi ihtimali zayıftır.

Bir başka anlatımla;

1. Duvar panolarını hafifletmek;
2. Kolon çatlaklarını tamir etmek;
3. Birleşimlerin tamamını onarmak ve oynamış birleşimlere bağlanan elemanları tekrar orijinal pozisyonuna getirmek;
4. Yerinde döküm kısımları onarmak ve bundan sonra kullanmaya devam etmek;

şeklindeki bir uygulamanın yeterince güvenli olamayacağı açıktır. Zira, yapının bu mertebede zorlanması asıl nedeni, ağır çatı örtüsü ve bu ağır örtünün getirdiği atalet kuvvetlerini, standartlar içinde karşılayabilecek eleman boyutlarının kullanılmamış olmasıdır. Bu elemanlara 17 Ağustos öncesi gücü kazandırılrsa bile, yapının standartlar dahilinde güvenli hale gelmiş olması mümkün gözükmemektedir.

b-Yapının onarılarak ve güçlendirilerek kullanılması .

Mühendislikte, pratik olarak “olmaz” yoktur; bedeli ödenmek kaydı ile çok daha ağır hasar görmüş yapıları da onarıp güçlendirerek, gerekli güvenlikte yapılar haline getirmek mümkündür. Bunu sınırlayan tek yaklaşım, uygulanan çözümün kullanışlılık, estetik, güvenlik ve ekonomik yönlerden makul olmasıdır. Böylesi bir yaklaşımla değerlendirme yapabilmek için, çok ayrıntılı çalışmalar yapmak gerekebilir. Ancak, mevcut yapı için pek fazla seçenek bulunmadığı anlaşılmaktadır :

Mevcut yapı elemanlarını koruyarak, hatta yapıyı ağır dış panolardan arındırarak tamir edip kullanmak yeterli güvenlik sağlamayacaktır. Üstelik bu, uzun, güvenilir ve titiz bir onarım süreci gerektirecektir.

Bununla birlikte, yapıya yerinde yapım perdeler ya da çelik çaprazlar eklenmesi, yapının daha entegre çalışmasını temin edecek ek tedbirler alınması (birleşimlerin daha güvenli hale getirilmesi, çatı düzleminde rijitlik ve diyafram davranışı sağlanması vb), ek mukavemet ve rijitlik unsurlarının yapıya ilave edilmesi suretiyle kullanılması bir seçenek olabilir. Böylesi bir seçeneği gerçekleştirmek, ekonomik olup olmaması bir tarafa, lokal hasar alma ihtimalini büsbütün ortadan kaldırmaz.

c- Tamamen yıkılıp yeniden inşa edilmesi :

Bu halde ise; mevcut yapının bazı potansiyel değerleri kullanılmamış olacaktır.

Şöyle ki .

1. Temel yapısında bir hasar görülmemektedir; kullanılmaya devam edilmesinde bir sakınca bulunmama olasılığı yüksektir. Nitekim bazı seçeneklerde, yapının hafifletilmesi düşünüldüğünden, bu ihtimalin mertebesi artmaktadır.
2. Zemin döşemesi kullanılabilir durumdadır.
3. Kolonların hiçbirisi onarılmayacak ölçüde dağılmış ve düşeyliği kabul edilmeyecek ölçülerde bozulmuş değildir; yani bu elemanlar onarılarak, güçleri nispetinde yapının bir kısmı olarak kullanılabilir.
4. Ara kat döşeme elemanlarında önemli bir hasar görülmemektedir; bunların sökülmesi durumunda tekrar kullanılabilme ihtimali azdır.
5. Keza, kirişlerin hemen tamamı, ek yerlerindeki bazı küçük onarımlarla kullanılabilir durumdadır.

Bu seçenekte, bütün bu olanaklardan büyük ölçüde kayıp verilecek demektir.

d- Yapının taşıyıcı sisteminin tadil edilmesi, onarılması ve güçlendirilmesi :

En rasyonel seçenek; yapının taşıyıcı sisteminin tadil edilmesi, onarılması ve güçlendirilmesi suretiyle yeniden hizmete açılmasıdır. Bunun için;

- Mevcut ağır omega aşık kirişleri sökülerek bu yapıda kullanılmasından vazgeçilmeli; bunun yerine uzay çelik aşık inşa edilmek suretiyle, yapının taşıyıcı sistemi köklü bir şekilde tadil edilmelidir. Mevcut yapının hafif çatı örtüsü, yeni örtü sisteminde de kullanılabilir. Böylece, özellikle yatay ve etken (temele daha uzak) atalet kuvvetleri açısından, yapıya büyük bir hafifleme getirilmiş olur. Bu seçeneğin tercih edilmesi durumunda, birleşimleri halen çok gergin ve ağır hasarlı olması nedeniyle, çatı kirişlerin sökülmesine öncelikle başlanması ve kısa zamanda sonuçlandırılması gerekir. Her an kopup düşebilecek bir çatı kirişinin, yapıda çok büyük hasarlara ve zayiata neden olacağı ihtimali gözden uzak tutulmamalıdır.
- Ağır dış duvar ve kalkan duvarı panolarının kullanılmasından kesinlikle vazgeçilmelidir.^(*)
- Çatlak kolonların tamamı epoksi reçine veya benzeri bir kimyasalla usulüne uygun olarak onarılmalıdır. Bu hususta, yapı rijitliğinin planda üniform dağılımını engelleyecek düzenlemelerden kaçınılması uygun olur.
- Hasarlı kolon yanakları, yeni planlamaya göre gerekecek olanları epoksi harcı veya benzeri bir harçla onarılmalı, gerekenlere çelik takviye elemanları giydirilmelidir.
- Ara kat tabliyesinin döşeme örtüsü (topping) kaldırılarak, çatlak kısımlar temizlenmeli ve yerinde döküm ile yenilenmelidir.
- Hatalı örüldüğü görülen tuğla dış ve bölme duvarları da sökülerek, bu eklentiler tekniğine uygun olarak (yatay ve düşey hatlarla desteklenerek) yenilenmelidir.

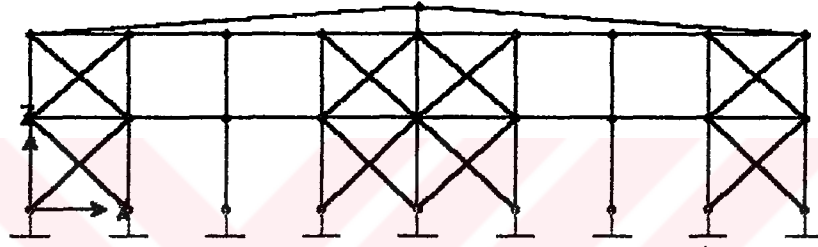
^(*) Bu, tüm seçenekler için geçerlidir.

6.2.2 Hesap sonuçlarının değerlendirilmesi

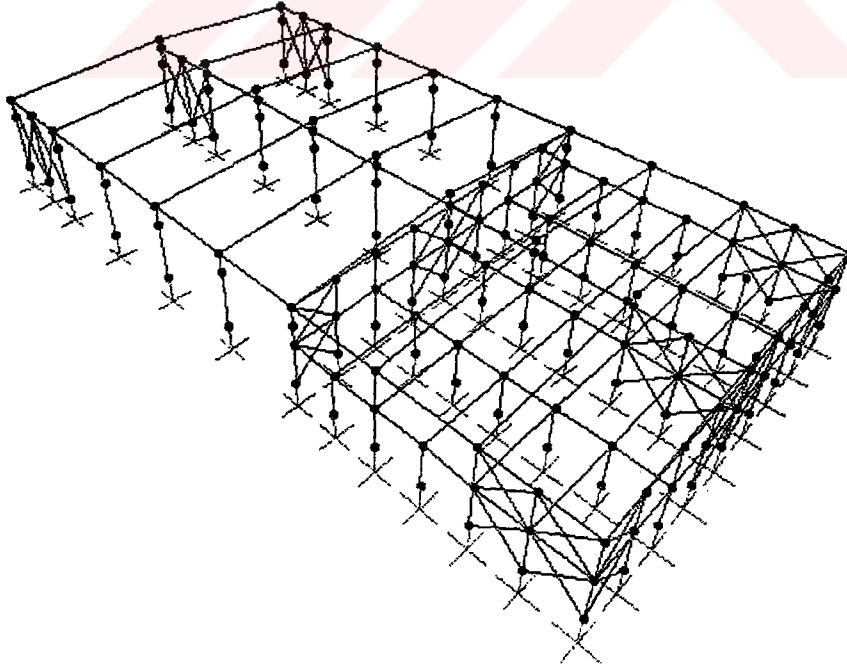
Yapıda yanal rijitliği arttırmaya yönelik :

Çelik çapraz + Betonarme kolon mantolama,

şeklinde çözüm tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistemde özellikle gezer vincin çalıştığı bölümde, çatı kirişleri doğrultusunda (X doğrultusu) yanal ötelemenin çok fazla olması nedeni ile, kolon mantolama çözümüne gidilmiştir. Sistem rijitliğini artırma amacıyla yerleştirilen çelik çapraz elemanlarının yapıdaki yerleşimi Şekil 6.5 ve 6.6'de gösterilmektedir.



Şekil 6.5 Ön cephe çapraz görünüşü



Şekil 6.6 Yapı üç boyutlu görünüşte çapraz yerleşimi

Çelik çaprazlarla takviye edilmiş sistemin çözümlenmesinden, ortaya çıkan burulma etkilerinin, yönetmelik koşullarını sağladığı belirlenmiştir. Hesapta göz önünde bulundurulacak faktörler şunlardır :

- Sisteme gelen yatay deprem etkilerini azaltmak amacıyla, ağır omega aşıkları yerine hafif uzay aşık kirişleri alınmıştır.
- Çatı düzlemine çerçeve özelliği kazandırabilmek amacıyla, oluk alt kotu olan +9.00 kotunda, ön ve arka cephelerde X doğrultusunda 2U200'lük yatay çelik dikme, B aksındaki çatı kirişi taşıyan ana kolonlara Y doğrultusunda 4L150.150.15 yatay dikme elemanları yerleştirilmiştir.

İlk madde de belirtildiği gibi, yatay deprem etkisini azaltmak amacıyla, ağır cephe panoları sistemden kaldırılmış; yapının kullanımını engellemeyecek şekilde düşey çelik çaprazlar yerleştirilmiştir.

Taşıyıcı sistem, Şekil 6.6'de görüldüğü gibi üç boyutlu modelize edilip, Eşdeğer Deprem Yüğü Analizi yapılmıştır. Yapılan hesaplar sonucunda, sadece yukarıda sayılan maddeleri gerçekleştirmenin, sistemin yanal rijitliğini istenilen sınır değerlere ulaştırmadığı görülmüştür. Bu durumda, istenen güvenliğe ulaşabilmek için, Bunun için kolon elemanlarının rijitliği arttırmak şeklinde bir çözüm üretilmiştir.

Yapı içinde yanal ötelenmenin en fazla olduğu bölüm, gezer vincin çalıştığı 3 aksı ile 9 aksı arasındaki bölümdür. Bu bölümde, çerçeve doğrultusunda, orta akstaki kolonların yüksekliği, kenar akstaki kolonlara göre daha fazladır. Orta akstaki kolonların yaptığı aşırı deplasman, çerçeve etkisiyle kenar kolonlarda zorlanmalara neden olmaktadır. O yüzden bu bölümdeki kolonların rijitliğini betonarme mantolama ile arttırmak yeterli bir çözüm olacaktır. Kolonların X doğrultusundaki deplasmanları uygun sınırlar içerisinde olmadığından, kolon ebatları sadece bu doğrultuda büyütülmüştür.

Kenar akstaki kolonlarda, cephe kaplamasında sorun yaratmak istenmemesi nedeniyle, sadece bina iç kısmında 15 cm'lik bir boyut artışı yapılmıştır. Yani 70cmx70cm ebatlı kolonlar betonarme mantolama ile 85cm x 70cm'e getirilmiştir.

Orta akstaki kolonlarda böyle bir sorun olmadığı için, X doğrultusunda kolonların her iki yüzünde 15'şer cm'lik artışlar yapılmıştır. Yeni hali ile kolonlar 100cmx70cm olmuştur.

Yapılan çelik çaprazlar Y doğrultusu için kolon ebadı büyötmeye gerek bırakmamıştır.

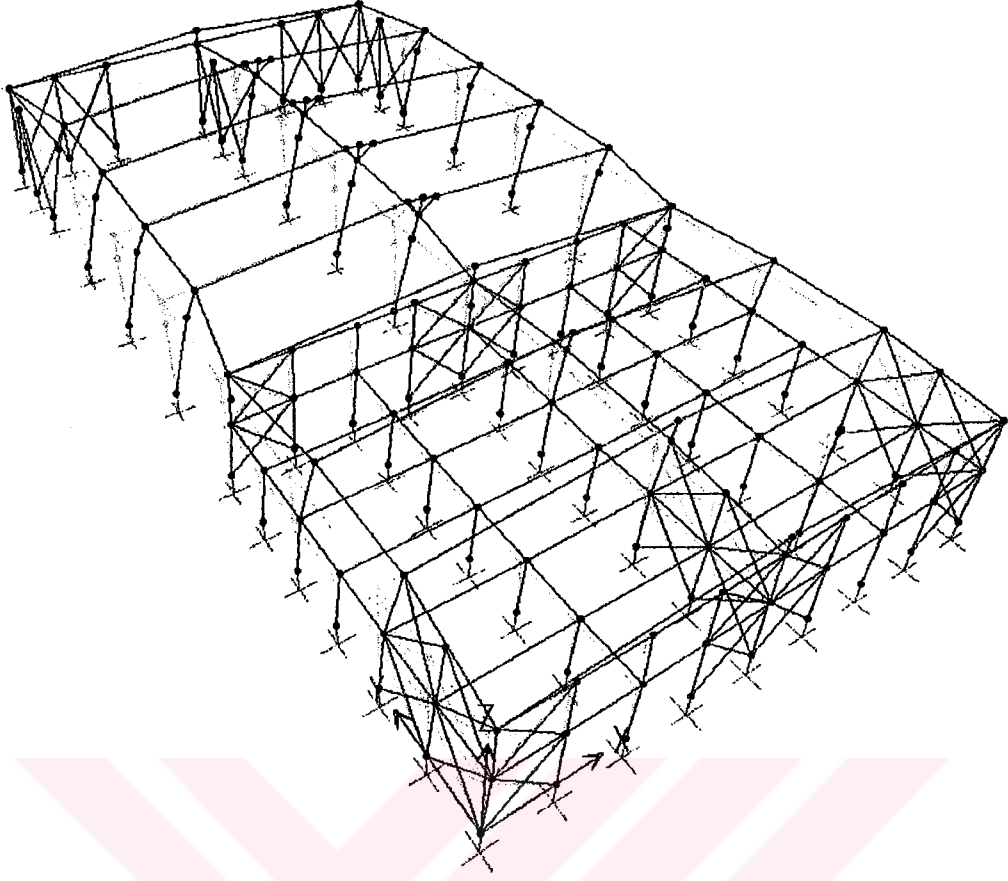
Sistemin güçlendirme çalışmaları sonucunda kolon yatay deplasmanları incelenmiş, deplasmanların istenilen sınırlar içerisinde kaldığı Tablo 6.3'de verilmiştir.

Sistem güçlendirmesinde kullanılan çelik elemanların boyut hesapları ve tahkikleri Ek-3'de verilmiştir.

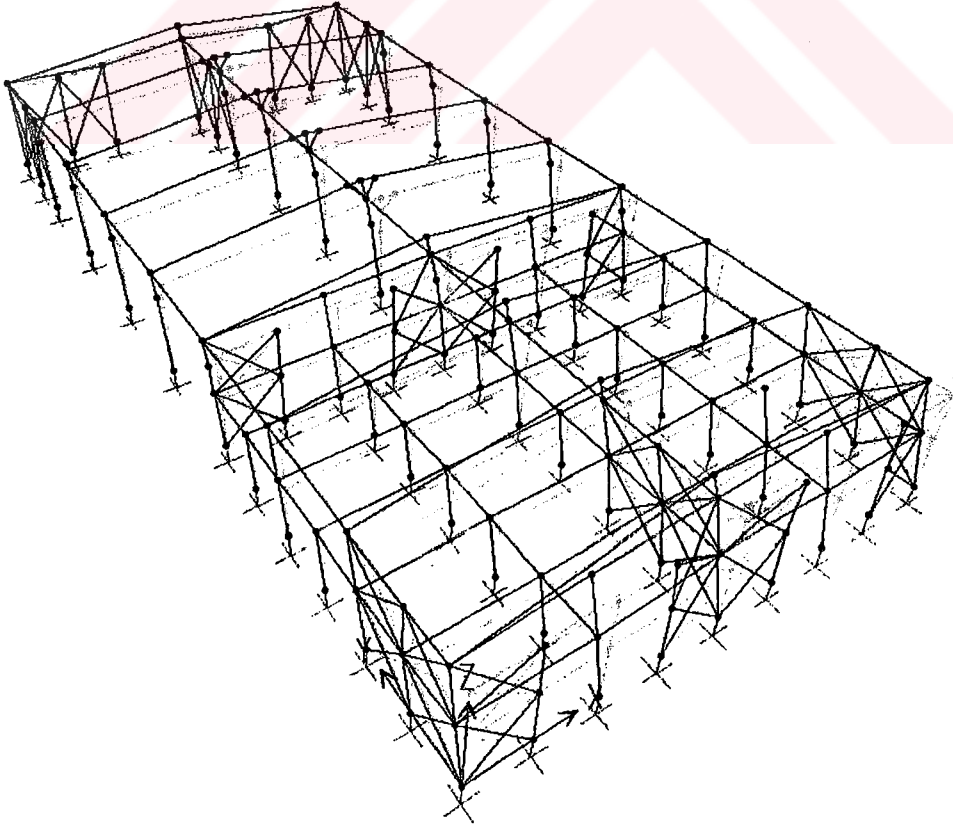


Tablo 6.3 Takviyeli Bina Kolon Görelî Kat Ötelemeleri

Kolon No	Yön	d_i (m)	d_{i-1} (m)	h (m)	Δ_i/h	0,0035
						0.02/R=0.0040
S1	X	0,00530	0,00454	4,30	0,0002	SAĞLIYOR
	Y	0,00858	0,00454	4,30	0,0009	SAĞLIYOR
S2	X	0,01722	0,00454	4,30	0,0029	SAĞLIYOR
	Y	0,00940	0,04540	4,30	-0,0084	SAĞLIYOR
S3	X	0,00687	0,00439	4,30	0,0006	SAĞLIYOR
	Y	0,00970	0,00454	4,30	0,0012	SAĞLIYOR
S4	X	0,00543	0,00454	5,70	0,0002	SAĞLIYOR
	Y	0,01334	0,00454	5,70	0,0015	SAĞLIYOR
S5	X	0,01730	0,00449	5,70	0,0022	SAĞLIYOR
	Y	0,01403	0,00454	5,70	0,0017	SAĞLIYOR
S6	X	0,00701	0,00439	5,70	0,0005	SAĞLIYOR
	Y	0,01464	0,00454	5,70	0,0018	SAĞLIYOR
S7	X	0,00480	0,00454	4,70	0,0001	SAĞLIYOR
	Y	0,01074	0,00454	4,70	0,0013	SAĞLIYOR
S8	X	0,00444	0,00000	4,70	0,0009	SAĞLIYOR
	Y	0,00454	0,00000	4,70	0,0010	SAĞLIYOR
S9	X	0,00659	0,00439	4,70	0,0005	SAĞLIYOR
	Y	0,01080	0,00454	4,70	0,0013	SAĞLIYOR
S10	X	0,02336	0,00000	9,00	0,0026	SAĞLIYOR
	Y	0,00945	0,00000	9,00	0,0011	SAĞLIYOR
S11	X	0,01643	0,00000	9,00	0,0018	SAĞLIYOR
	Y	0,00885	0,00000	9,00	0,0010	SAĞLIYOR
S13	X	0,02342	0,00000	10,40	0,0023	SAĞLIYOR
	Y	0,01590	0,00000	10,40	0,0015	SAĞLIYOR
S14	X	0,01648	0,00000	10,40	0,0016	SAĞLIYOR
	Y	0,01564	0,00000	10,40	0,0015	SAĞLIYOR



Şekil 67 Takviyeli Bina EX Deformasyonu



Şekil 6.8 Takviyeli Bina EY Deformasyonu

6.3 İncelenen Prefabrik Binanın Depreme Dayanıklı Tasarımı

6.3.1 Sistemin tanıtılması (moment aktarabilen birleşimli çerçeve)

Katlı prefabrike yapıların mukavemet ve işletme limitlerini sağlayabilmenin bir yolu, çerçeve birleşimlerinin moment aktaran türden yapılmasıdır. Bu tür yapımcılıkta, taşıyıcı sistem ve sistem elemanları montaj (birleştirme) ve işletme (servis) safhalarında değişik kesit (basit, kompozit) ve değişik statik şemaya (az bağlı, çok bağlı) haiz olur. Katlı sanayi yapılarında, sırası ile, kolon ve/veya perdelerin, kirişlerin ve döşeme elemanlarının ardışık montajı yapılır. Yerinde yapım ilavelere (topping) ve kullanılan birleştirme türlerine göre yapının nihai statik şeması oluşur. Bütün bunları yaparken, kullanılacak birleşim türlerinin ve tekniklerinin seçimini etkileyen başlıca hususlardan biri de montaj süresinin olabildiğince kısaltılmasıdır.

Bir veya özellikle birden çok katlı prefabrike yapılarda, yatay yüklerin etkisiyle oluşan deplasmanların ve kesit tesirlerinin küçültülmesi amacıyla, moment aktaran birleşimlerden oluşan çerçeve sistemlerin oluşturulması kaçınılmaz olmaktadır. Bu tip sistemlerde, bilhassa yatay yüklerden oluşan kesit tesirleri, mafsallı birleşim sistemlerine göre oldukça küçük çıkmaktadır. Diğer taraftan, oluşan deplasmanlar da birkaç kat daha azalmaktadır. Bu avantajlar nedeniyle çerçeve tipi çalışan sistemler tercih edilmektedir.

Sanayi tipi yapılarda gerek açıklıkların, gerekse yüksekliklerin büyük olması nedeniyle, bu tür yapıların geleneksel yöntemle yapılması, kalıp ve iskele maliyetini aşırı oranda artırmaktadır. Yapım süresini kısaltmak, çok tekrarın avantajlarından yararlanmak ve kaliteyi artırmak için prefabrike yapım teknikleri ile moment aktaran çerçevelerden oluşan sistemlerin avantajlarını bir arada kullanarak ekonomik çözümlere gidilebilir.

Bu arada, birleşim noktalarının teşkiline özen göstermek gerekmektedir. Bu tür prefabrike yapılarda işletme aşamasındaki taşıyıcı sisteme montaj ve birleştirme aşamasından sonra ulaşılır. Önce kolonların, daha sonra ise aks aks tüm kiriş ve döşemelerin ardışık olarak montajı yapılır. Bu aşamada prefabrike taşıyıcı kirişleri sık sık destekleyerek, kolon-kiriş birleşimlerini moment aktaran birleşim haline getirmek mümkündür. Ancak bu yöntem montaj süresini uzatmakta, ve ilave

destekleme masrafları da getirmektedir. Bu dezavantajlardan dolayı, montaj süresini kısaltmak için birleşim bağlantılarının yapılması veya moment aktaran birleşim haline getirilmesi, kat döşemelerinin yerinde dökme beton ile rijitleştirilmesi montaj aşamasının sonuna bırakılmaktadır. Bu aşamada prefabrike kirişler basit kiriş olarak, kolonlar da yaklaşık olarak konsol kolon gibi çalışmaktadır. Birleştirme aşamasındaki işlemlerin tamamlanıp yerinde dökülen betonun prizini almasından sonra, taşıyıcı sistem işletme aşamasındaki son halini alır. Bundan sonra yapıya gelecek yükler (kaplama, duvar, rüzgar ve deprem), moment aktaran düğüm noktalı sistem ile karşılanır. Burada açıklanan yapım aşamalarına uygun olarak sistemin analizi yapıldığında, geleneksel yapıma göre açıklık hesap eğilme momentlerinin arttığı, mesnette üstte çekme yaratan hesap momentlerinin azaldığı, buna karşılık mesnetlerde altta çekme oluşturan moment olduğu zaman, bu momentlerin de arttığı kolaylıkla görülebilir.

6.3.2 Montaj - birleştirme ve işletme aşamaları için hesap

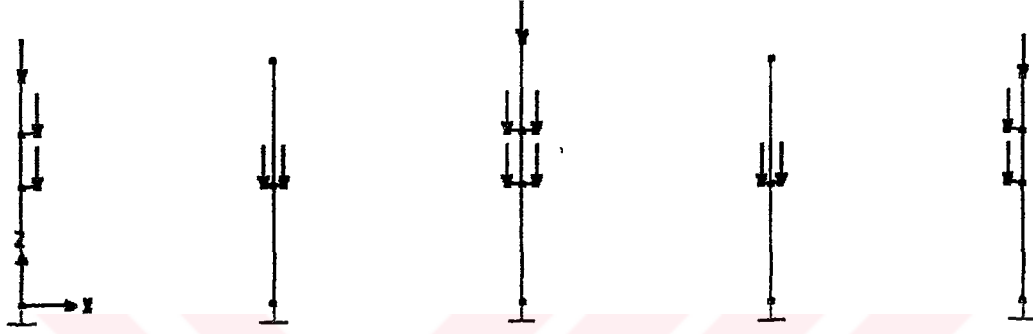
Geçici destekler kullanılmadan montaj yapılması ve kolon- kiriş birleşimlerinin bilahare ıslak birleşimde moment aktarı hale getirilmesi, yapım kolaylığı ve kısa sürede montajın tamamlanması nedeniyle uygulamada tercih edilmekte; böylece montaj araçlarının uzun süre bir şantiyede atıl bekletilmesine de gerek kalmamaktadır. Bu tür uygulamalar için yükler ve yükleme aşamaları aşağıda açıklanmıştır :

Yükler :

- | | |
|---------------|--|
| g_1 yükleri | : Kiriş kendi ağırlığı, prefabrike döşeme öz ağırlığı ve varsa topping betonu yükleri, |
| g_2 yükleri | : Kaplama, sıva ve duvar yükleri, |
| q yükleri | : Hareketli yükler, |
| Diğer yükler | : Deprem, rüzgar, kren, vs. |

Yükleme aşamaları :

Önceden üretilmiş olan prefabrike elemanların (kolon-kiriş-döşeme) sırasıyla şantiyede montajı yapılır. Henüz düğüm noktası birleşimleri yapılmamış olduğundan, bu aşamadaki yükler ile moment aktaran birleşimi sağlayan betonun priz alma aşamasına kadar sisteme yüklenen diğer yükler (topping vs.) için kiriş elemanları basit kiriş, kolonlar ise yaklaşık olarak konsol kolon gibi çalışır. Bu aşamada sisteme gelen sabit yüklerin tamamı (g_1) yükleri olarak ifade edilebilir. Şekil 6.10



Şekil 6.9 Kolonlara gelen yükler

Birleştirme aşamasından sonra sistemin davranışı değişmekte, kolon-kiriş birleşimleri moment aktaran düğüm noktası haline dönüşmektedir. Bu nedenle, birleştirme aşamasından sonra sisteme etkiyen sabit yükler (g_2), hareketli yükler (q), ve diğer yüklerden (deprem, rüzgar, kren vs.) oluşan iç kuvvetler, değişen taşıyıcı sistem göz önüne alınarak hesaplanmalıdır. Bu çözümde elemanların değişen yeni rijitlikleri ve birleşim bölgelerindeki gerçek davranışı yansıtan eşdeğer rijitlik modellerinin hesaba katılması, daha doğru çözümlerin elde edilmesini sağlar. Montaj ve birleştirme aşamasındaki sistemde hesaplanan kesit zorları ile işletme aşamasındaki sistemde belirlenen kesit zorları, her bir kritik kesit için ayrı ayrı olmak üzere, yönetmeliklerdeki yük kombinasyonlarına göre süperpoze edilir. Böylece istenen kesitler için betonarme hesabına esas olacak en elverişsiz kesit tesirleri elde edilmiş olur. Benzer hesap aşamaları kolonlar içinde tekrarlanır, [Prefabrike İnşaat Teknolojileri Sempozyumu, 1997. M. Zorbozan, G. Barka]

Hesaplar Ek-4’de verilmiştir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, tamamına yakın bir kısmı deprem bölgesi olan ülkemizde, sanayi türü, geniş açıklıklı prefabrik binalarda, taşıyıcı sistem ve bağlantı noktaları üzerindeki olumsuzluklar, deprem davranışı yönünden ele alınmıştır. Bu olumsuzlukların giderilmiş hali, örnek bir bina üzerinde incelenmiştir.

Yapılan hesaplar, inceleme konusu hasarlı binanın, mevcut haliyle zaten yetersiz olduğunu göstermiş ve güçlendirmeye esas olacak veriler ortaya çıkarılmıştır. Taşıyıcı sistem takviye edildikten sonra yapının, deprem yüklerini taşıma kapasitesine eriştiği hesapla gösterilmiştir.

Sayısal irdelemelerde analiz sonuçlarının yürürlükteki yönetmeliklere uygunluğunun sağlanması esas alınmıştır. Yapılan hesaplarda, yapı karakteristikleri ve eleman yerdeğiştirmelerinin, şartnamelerdeki sınırların içerisinde kaldığı gösterilmiştir.

Güçlendirme çalışmaları sonucunda, mevcut taşıyıcı sistem dışında elde edilen dayanım, büyük ölçüde tek başına yeterli olabilmelidir. Bununla birlikte güçlendirme sisteminin, yapının mevcut taşıyıcı sistemiyle ne derece bütünleşeceği de gözönünde tutulmalıdır. Bu amaçla mevcut ve yeni elemanlar arasında kuvvet aktarımının sağlanması için, ara bölgelerin özenle ele alınması ve projelendirilmesi gerekir. Öngörülen yüklere karşı koyacak olan, hesaplanan yapı değil, inşa edilen gerçek yapıdır.

Olabildiğince sünek bir yapı elde edilmeye çalışılmalıdır. Büyük zorlamalar altında elastik davranışın ötesinde şekil değiştirmeler oluşacaktır. Böyle bir durumda yapının elastik sınırı geçip sünerek, kesit zorlarında önemli artmalar olmadan şekil değiştirme yapması istenir. Bu yolla depremin dinamik etkisi ısı enerjisine dönüşerek yutulmakta ve sönmelenmektedir.

Projelendirmede ve imalatıta asıl amaç, yönetmelik ve standartlarda öngörülen değerleri karşılamak olmamalıdır. Önemli olan, elemanların, detayların ve bir bütün

olarak yapısal sistemin, öngörülen yükler altında, uygun bir davranış sergilemesini sağlamaktır. Problemi çözmek için en geçerli yol, gerekli önlemleri önceden alarak o problemle hiç karşılaşmamaktır.

Sonuç olarak şu söylenebilir: Yapıyı oluşturan taşıyıcı sistem, ister çelik, ister betonarme, ister ahşap ve ister prefabrike beton olsun, bir bina için yeterli deprem güvenliği, depreme dayanıklı tasarım ilkelerine uygun hazırlanmış bir proje ve iyi bir uygulama denetimi ile mümkün olabilir. Ancak yanlış bir sistem seçilmiş, yetersiz detaylar oluşturulmuş veya yapı, denetimsiz inşa edilmişse, kullanılan malzeme ne olursa olsun, depremde hasar veya göçme kaçınılmaz olacaktır. Buna göre; kalite, sürat, ekonomi, geniş açıklıkların geçilebilmesi gibi üstünlükleri bünyesinde barındıran prefabrike betonarme yapıların, depreme dayanıklı tasarım ilkelerine uygun, özenli bir denetimle üretilmesi durumunda, en şiddetli depremlerde dahi başarısız olması için bir neden yoktur.



KAYNAKLAR

- [1] **Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı**, 1975. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- [2] **Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı**, 1997. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- [3] **TS-9967**, 1992. Yapı Elemanları, Taşıyıcı Sistemler ve Binalar - Prefabrike Betonarme ve Öngerilmeli Betondan – Hesap Esasları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [4] **Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü** , **Bayülke, N.**,1985. Deprem Araştırma Bülteni, İstanbul.
- [5] **Türkiye Prefabrike Yapı Üreten Kuruluş Mensupları Birliği** , **Bakır, E.**,1990. Prefabrike Betonarme Yapıların Tasarım İlkeleri Kılavuzu, Ankara.
- [6] **Türkiye Deprem Vakfı** , **Tezcan, S.S.**,1997. Prefabrike İnşaat Teknolojileri Sempozyumu, İstanbul.
- [7] **Türkiye Prefabrik Birliği**,2000. 10. Prefabrikasyon Sempozyum Bildirileri, Deprem ve Prefabrikasyon, İstanbul.
- [8] **Huyghe, G.F., Bruggeling, A.S.G.**,1991. Prefabrication With Concrete, Brookfield.
- [9] **Türkiye Prefabrik Birliği**,1998. Prefabrike Yapılar ve Deprem Atölye Çalışması, Ankara.
- [10] **Demir, H.**, 1992. Depremlerden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- [11] **Bayülke, N.**,1995. Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesi, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.
- [12] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**,1993. Deprem Mühendisliğine Giriş Ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Sema Matbaacılık, İstanbul.
- [13] **Tezcan, S. ve İpek, M.**, 1996. Dinar Depremi'nin Düşündürdükleri, *TÜBİTAK Deprem Sempozyumu*, Ankara, 15-16 Şubat.

- [14] **Ignatiev, N.**, 1998. Some Problems Of Strengthening Of Existing Buildings With New Structural Components, *The Second Japan-Turkey Workshop On Earthquake Engineering*, İstanbul, February.
- [15] **Ersoy, U.**, 1985. Betonarme Temel İlkeler Ve Taşıma Gücü Hesabı, Evrim Yayınevi, İstanbul.
- [16] **Ersoy, U.**, 1995. Betonarme II, Döşeme ve Temeller, İstanbul.
- [17] **TS-3233**, 1979. Öngerilmeli Beton Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Ankara.
- [18] **American Concrete Institute**, 1984. Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-M83), Detroit.
- [19] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 1996. Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul.
- [20] **TS-498**, 1987. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [21] **TS-500**, 2000. Betonarme Yapıların Hesap Ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [22] **Aka, İ., Keskinel F. ve Arda, T.S.**, 1992. Betonarme Yapı Elemanları, İstanbul.
- [23] **Ayaydın, Y.**, 1992. Betonarme Çok Katlı Prefabrikte İskelet Sistemler, Cilt 1- Sistemlerin Tanıtımı, Cilt 2- Değerlendirme Örnekleri, İstanbul.
- [24] **Ayaydın, Y.**, 1989. Büyük Açıklıklı Prefabrikte Betonarme Yapılar, İstanbul.
- [25] **Aydoğan, M.**, 1995. A Numerical Approach to Define The Rotational Stiffness of a Prefabricated Connections and Experimental Study, Computers and Structures
- [26] **Berktaş, İ.**, 1995. Betonarme I, Taşıma Gücü ve Kesit Hesapları, İstanbul.
- [27] **Çamlıbel, N.**, 2000. Yapıların Taşıma Güçlerinin İyileştirilmesi, İstanbul.
- [28] **İnşaat Mühendisleri Odası, Bayülke, N.**, 1999. Depremde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İzmir.
- [29] **Odabaşı, Y.**, 1997. Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları, İstanbul.
- [30] **Özden, K.**, 1978. Betonarme I, İ.T.Ü. Kütüphanesi, İstanbul.
- [31] **Özden, K.**, 1997. Prefabrikte İnşaat Şartname Hükümleri ve Hesap Esasları, Prefabrikte İnşaat Teknolojileri Sempozyumu, İstanbul.

- [32] **Özden, K.**, 1988. Betonarme ve Öngerilmeli Prefabrike Taşıyıcı Sistem ve Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Öneri, Deprem Mühendisliği Türk Milli Komitesi Yayını, İstanbul.
- [33] **Özden, K.**, 1996. Prefabrike Taşıyıcı Sistemlerin Tasarım İlkeleri, Ders Notları, İstanbul.
- [34] **ÖZMEN, G., YÜZÜGÜLLÜ, Ö., ZORBOZAN, M.**, (1997), Yeni Deprem Yönetmeliğın Prefabrike Yapılar Bakımından İrdelenmesi, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul.
- [35] **ÖZMEN, G., ZORBOZAN, M.**, (1997), Yuvalı Tekil Temellerde Yuva Yanaklarının Hesap Yöntemleri, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul
- [36] **TANKUT, T., ERSOY. E.**, (1993), Önüretimli Betonarme Yapılardaki Birleşimlerin Görünen ve Görünmeyen Sorunları, 7. Prefabrikasyon Sempozyumu Bildirileri, İstanbul.
- [37] **TÜRKİYE DEPREM VAKFI**, (1997), Prefabrike İnşaat Teknolojileri Sempozyumu, İstanbul.
- [38] **TÜRKİYE PREFABRİK BİRLİĞİ**, (Aylık Yayını), Beton Prefabrikasyon Dergisi
- [39] **TÜRKİYE PREFABRİK BİRLİĞİ**, Prefabrikasyon Sempozyumlarının Bildirileri.
- [40] **TÜRKİYE PREFABRİK BİRLİĞİ**, Beton Prefabrike Elemanların Birleşim Detayları, Taşıyıcı Sistem Birleşimleri.
- [41] **SAP 2000**, 1999. "Structural Analysis Program NonLinear Version 7.12" adlı inşaat ve deprem mühendisliği bilgisayar programı, *Computers and Structures, Inc.*, California, USA.

EK-1 YÜK TAŞIMAYAN CEPHE PANELİ TASARIMI

Yük taşımayan cephe panelleri , prefabrik yapı tasarımında önemli bir yer tutmaktadır ve deprem bölgelerinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple bu elemanların tasarımı üzerinde bir çalışma yapmak zorunluğu ortaya çıkmaktadır. Aşağıda kısaca panel dizaynından bahsedilmiş ve özellik arzeden birleşimler detaylı olarak incelenmiştir.

1. TASARIMA ESAS OLAN YÜKLER VE TEMEL KRİTERLER

a. Panel Tasarımına Esas Olan Yükler:

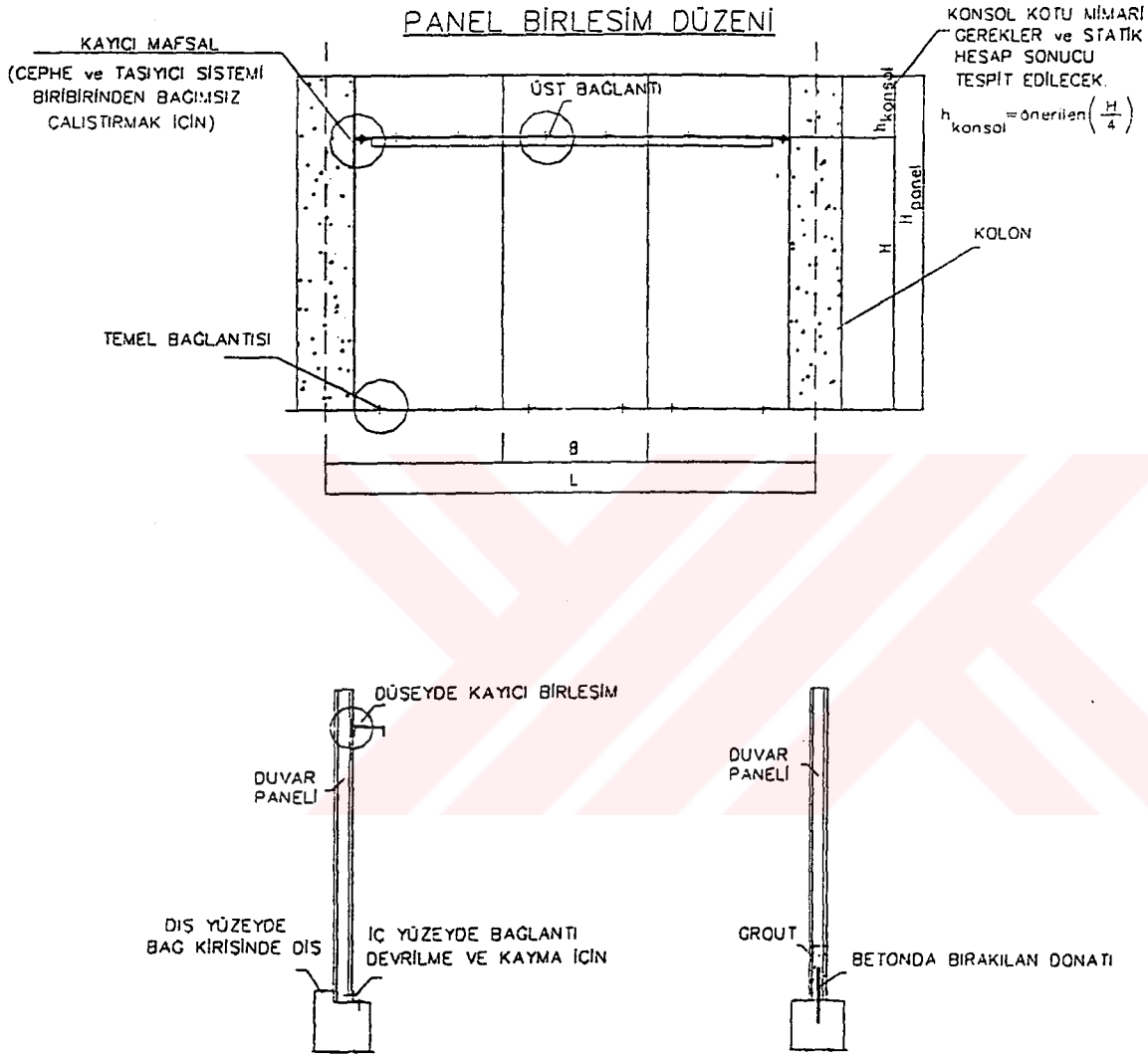
1. Zati yükler
2. Rüzgar Yükleri
3. Deprem Yükleri

Panel dizaynı bu yükler altında oldukça kolay bir şekilde yapılabilmektedir . Ancak bu tesirler altında birleşimleri güvenli bir şekilde tasarlamak ciddi güçlükler taşımaktadır.

b. Panel Birleşim Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar :

1. Birleşim elastik ötesi davranış gösterebilmeli enerji yutma kapasitesi yüksek olmalıdır (Süneklik)
2. İkinci Mertebe Etkiler dikkate alınmalıdır.
3. Birleşim rüzgar ve deprem yükleri altında tahkik edilmeli birleşim elemanları elastik sınırlar içinde maksimum kesit tesirleri altında dizayn edilmelidir.
4. Özellikle şantiyede yapılacak kaynak detayları ve gerilmeleri konusunda hassas davranılmalıdır.

2. DEPREM VE RÜZGAR YÜKLERİ ALTINDA BİRLEŞİM TASARIMI

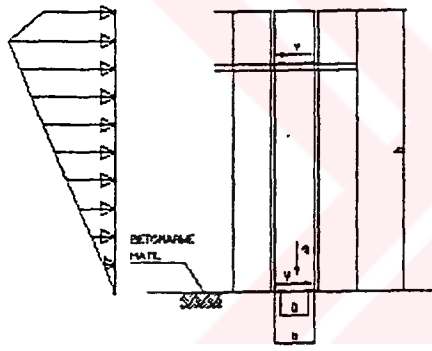


1. Paneller yatay yükleri emniyetle aktaracak tarzda bağlanmalıdır. Üst bağlantıları Yapı taşıyıcı sistem elemanlarına bağlanmamalı bunlar için taşıyıcı sistemden bağımsız çalışan elemanlar tasarlanmalıdır. Bizim önerimiz , kolonlara kayıcı mesnet olarak bağlanan rijit bir çelik kiristir. Bu kirisin kotu mimari gerekler ve statik analiz sonucu bulunan bir kotta yapılmalıdır. Yapılan hesaplarda konsol yüksekliği H/4 civarında olmalıdır.

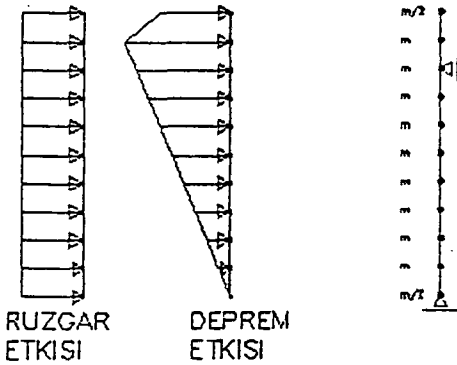
:kileşimi önlenmeli deprem sırasında bağımsız hareket etmeleri sağlanmalıdır.Özellikle deprem sırasında , panelin düzlemi içinde oldukça rijit olduğu ve yapıya göre daha az deplasman yapacağı gözönünde tutulduğunda , panel üst bağlantı noktalarında yapıya mesnet teşkil edecek ve bu yükleri birleşimler taşımak zorunda kalacaktır.Bunu engellemek için üst bağlantıları tutan taşıyıcı kiriş , kayıcı olarak kolonlara mesnetlenmelidir.

3. Panel üst bağlantıları , düşeydeki hareketi serbest bırakarak hacim değişimlerine olanak sağlamalıdır.
4. Üst bağlantılar , depremde yeterli güvenliği sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
5. Alt bağlantılar ise deprem ve rüzgar yüklerinden oluşan tesirleri taşıyacak şekilde tasarlanmalıdır. Sünek davranış elde edilmelidir.

3. CEPHE PANELİ ÜZERİNE ETKİYEN YÜKLER



PANEL DÜZLEMİ İÇİNDE



RUZGAR ETKİSİ

DEPREM ETKİSİ

PANEL DÜZLEMİNE DİK

Deprem Yükleri :

$$A_o.S(T).I/R \quad ;$$

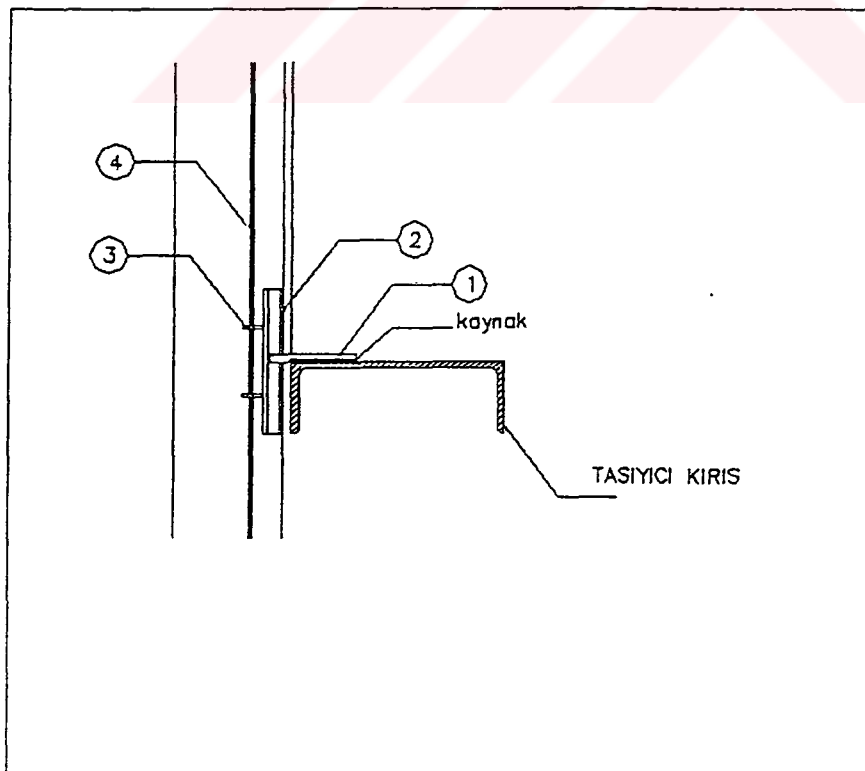
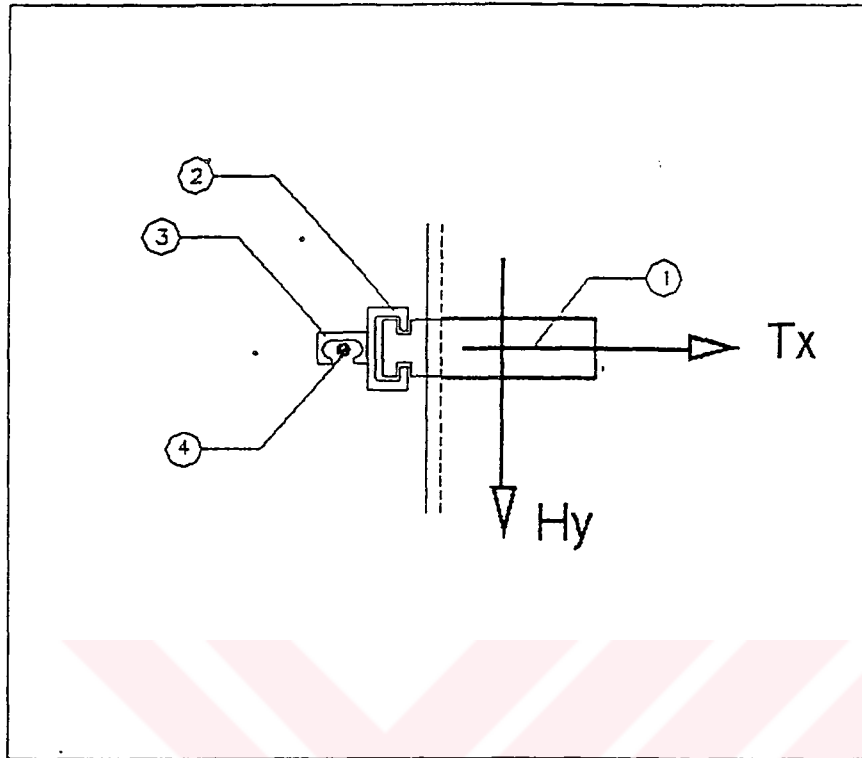
Yapıdan bağımsız cephe panelleri için deprem yönetmeliği 6.11.1

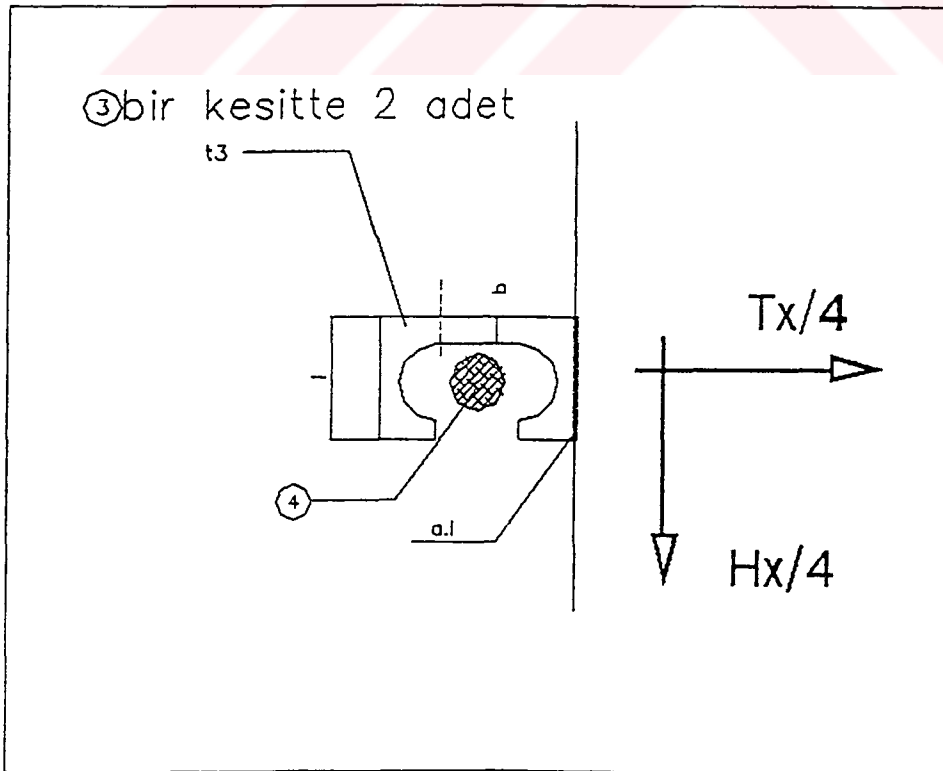
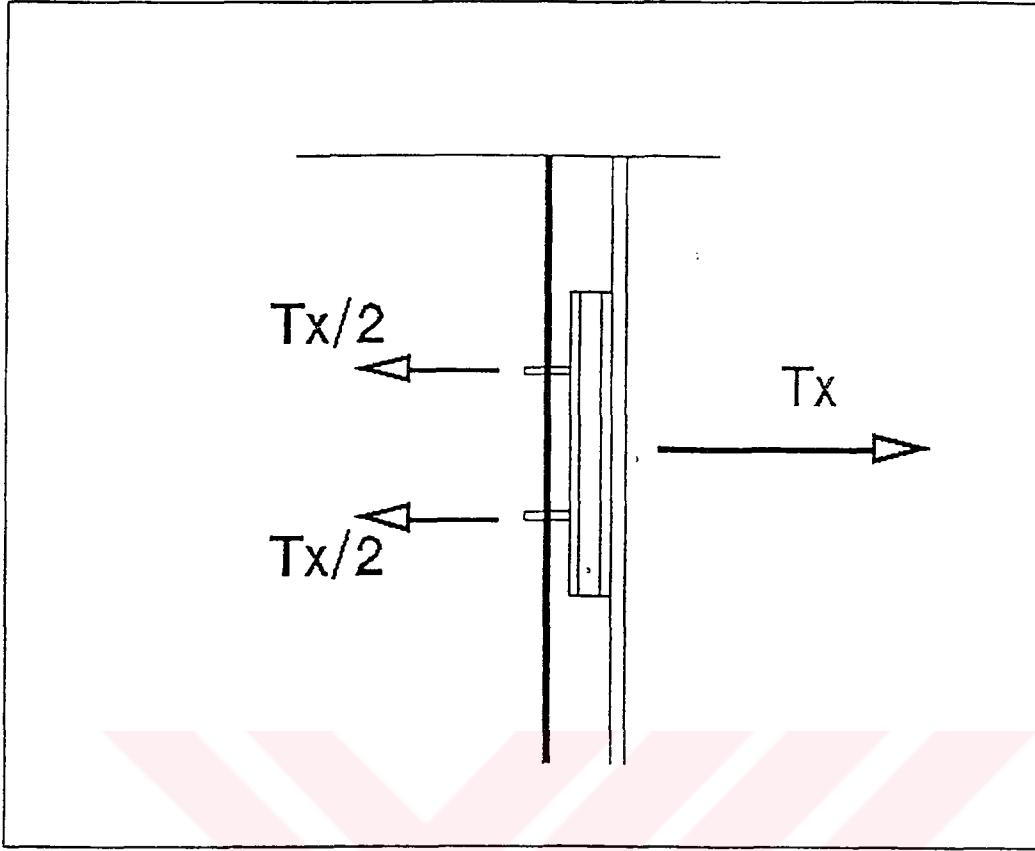
$$S(T) = 1 \quad R = 1$$

$$\text{Toplam Kesme Kuvveti : } V = A_o.I .G$$

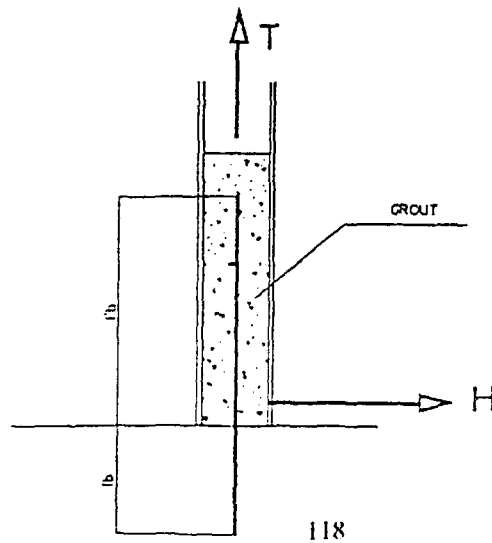
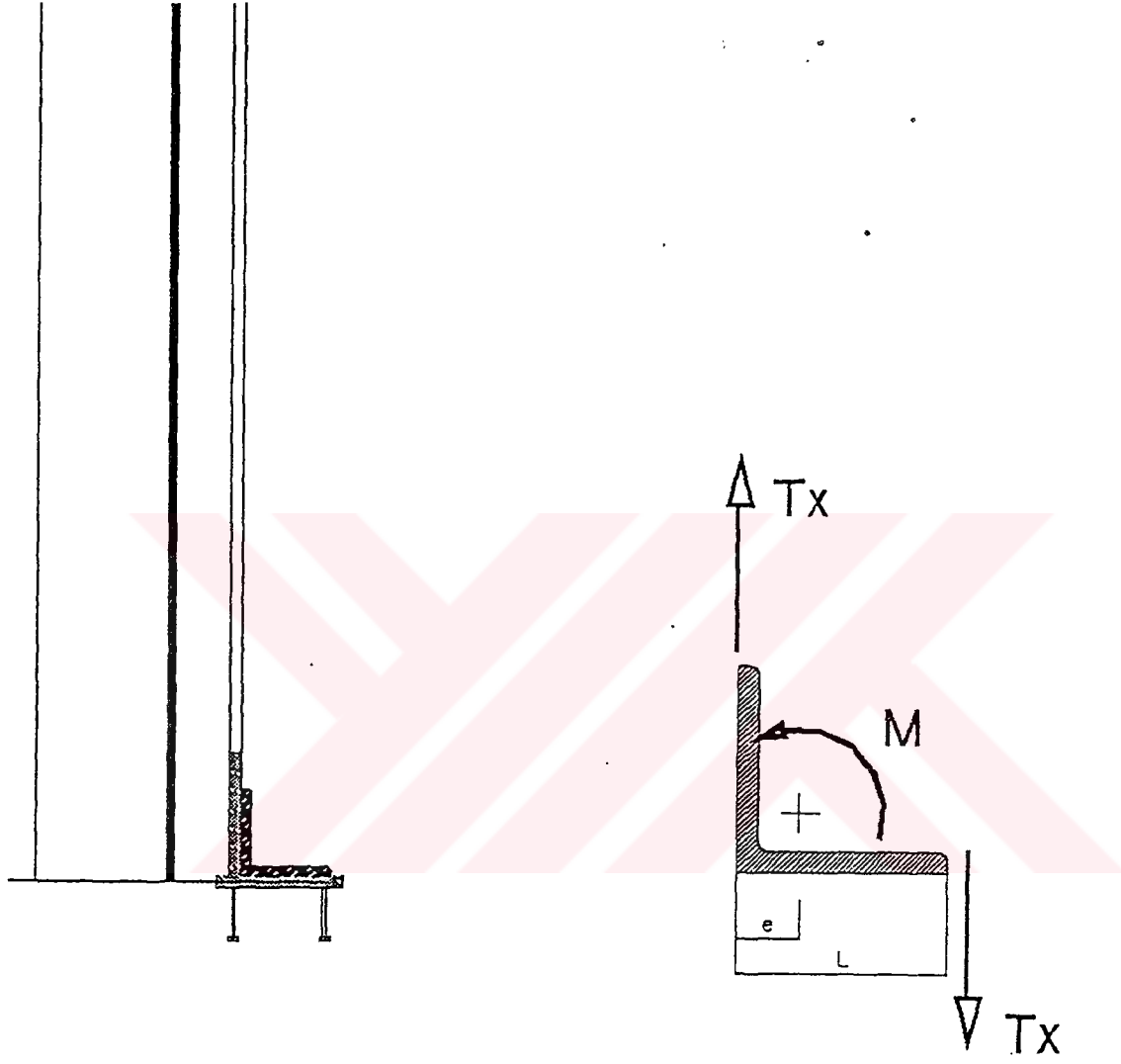
Rüzgar Yükleri : minimum 80 kg /m² önerilmektedir

5.ÜST BAĞLANTILARIN TİPİK DETAYLARI





6.TİPİK TEMEL BİRLEŞİM DETAYLARI



EK-2 HASARLI BİNA HESABI

1.) Çatı yükü

* Çatı Kirişi (I 120)	= 665,00 Kg/m	= 0,665 t/m
* Omega aşık	= 62,00 Kg/m ²	= 0,062 t/m ²
* Çatı kaplaması (Al.San.Pan.)	= 10,00 Kg/m ²	= 0,010 t/m ²
* Havalandırma+tesisat	= 20,00 Kg/m ²	= 0,020 t/m ²
* Oluk (60/60 H)	= 241,25 Kg/m	= 0,241 t/m
* Bina Cephe Panosu (II)	= 300,0 Kg/m ²	= 0,300 t/m ²
* Hareketli yük (kar)	= 75,00 Kg/m ²	= 0,075 t/m ²

2.) Deprem yükü

1998 Deprem Yönetmeliği uygulanmıştır. Bina alanına ait Zemin Raporu bulunmadığından Yerel Zemin Sınıfı Z4 ($T_A = 0.20$; $T_B = 0.90$) alınmıştır. Toplam Yükseklik $H_N < 25$ m olduğundan Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi uygulanmıştır. Yatay Yük Deprem katsayıları şu şekilde hesaplanmıştır :

Deprem katsayıları şu şekilde alınmıştır :

$$A = A_o * I * S * 1 / R$$

$$A_o = 0,40 \quad (I -ci \text{ Derece Deprem Bölgesi})$$

$$I = 1,0 \quad (Yapı \text{ Önem Katsayısı})$$

$$S = \quad (Yapı \text{ Spectrum Katsayısı -SAP2000 Yük analizi sonucu bulunacaktır.})$$

$$R = 5 \quad (Yapı \text{ Tipi Katsayısı - Mafsallı Prefabrik Yapı})$$

Binanın hesap yönündeki birinci doğal titreşim periyodu 6.7.4.2- Maddesine göre yaklaşık olarak

$T_1 \simeq T_{1A} = C_t * I$ formülüne göre hesaplanacaktır .

$$C_t = 0,07 \quad (Betonarme Çerçevesiz Bina)$$

$$H_N : \quad \text{Bina Hesap Yüksekliği}$$

Binanın hesap yönündeki birinci doğal titreşim periyodu Madde 6.7.4.3 - te verilen formül yerine SAP2000 programıyla hesap edildikten sonra 6.7.4.4 - Madde uyarınca $T_{1A} > 1.0$ s olması durumunda , T_1 'in deprem hesabında gözönüne alınacak en büyük değeri, T_{1A} 'nın 1.30 katından daha fazla alınmayacaktır.

Binanın hesap yönündeki birinci doğal titreşim periyodu T_1 'e bağlı olarak nihai $S(T)$ hesaplanacaktır (Madde 6.4.3) .

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

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

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

3.) Rüzgar yükü

40/60 KOLON

$$q = 0,08 \text{ t/m}^2 \quad h_{\text{ort}} = 9,65 \text{ m}$$

$$Q = 0,08 * (3,35 + 3,33) = 0,53 \text{ t/m}$$

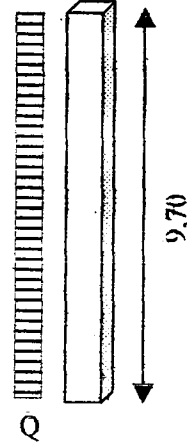
$$M_r = 0,53 * 9,65 / 2 = 24,9 \text{ tm}$$

$$M_{dr} = 1,30 * 24,9 = 32,3 \text{ tm}$$

$$N = 0,4 * 0,6 * 9,70 * 2,5 = 5,82 \text{ t}$$

$$N_d = 0,9 * 5,82 = 5,24 \text{ t}$$

$$A_s = 15,9 \text{ cm}^2$$



4.) Arakat yükü

* BD24 (24cm + 6 cm)	= 0,421	+	0,150	= 0,571 t/m ²
* Kaplama	= 0,110			= 0,110 t/m ²
* Kiriş öz ağırlığı (DK1 30/60)	= 0,180	*	2,500	= 0,450 t/m
* Klasik Döşeme (d=30)	= 0,300	*	2,400	= 0,720 t/m
* İç duvar	= 0,420			= 0,420 t/m ²
* Hareketli yük	= 0,500			= 0,500 t/m ²

5.) Kren yükü

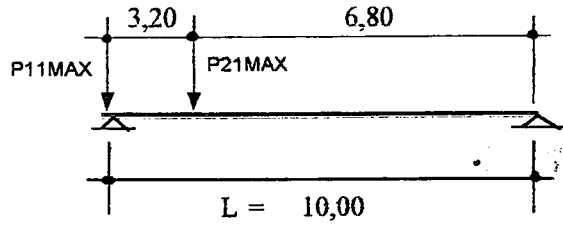
Kren kirişine ait mesnet reaksiyonları EGE MAKİNA TİC. VE SAN. LTD.'nin teknik departmanından alınmıştır.

121

28 ton Ağırlığında 20.00m açıklığında kren köprüsü .

R1max = 17,40 t	P = 28,0 t
R2max = 18,00 t	Tekerlekler arası mesafe : 3,20 m
R1min = 3,72 t	
R2min = 4,25 t	
HMKR1 = 0,37 t	Kren Köprüsü Öz Ağırlığı = 17,4 + 18,0 + 3,72 + 4,25
HMKR2 = 1,61 t	= 28,0
FMKA1 = 0,01 t	= 15,4 t
FMKA2 = 0,16 t	
FS = 5,04 t	
Y12 = 0,92 t	
Y22 = 4,12 t	

KREYN KİRİŞİNDEN GELEBİLECEK MAX. REAKSİYONLAR



$$R_{max} = 17,40 + 18,00 = 35,40 \text{ t} \quad a/2 = 1,60$$

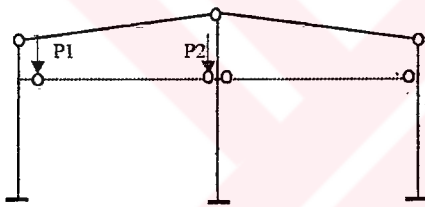
$$R_{min} = 3,72 + 4,25 = 7,97 \text{ t}$$

$$(10,00 - 1,60) / 10,00 = 0,84$$

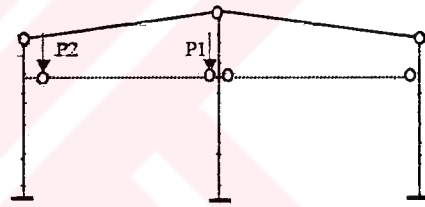
$$P_{1max} = 35,40 * 0,84 = 29,74 \text{ t}$$

$$P_{2min} = 7,97 * 0,84 = 6,69 \text{ t}$$

K1 YÜKLEMESİ



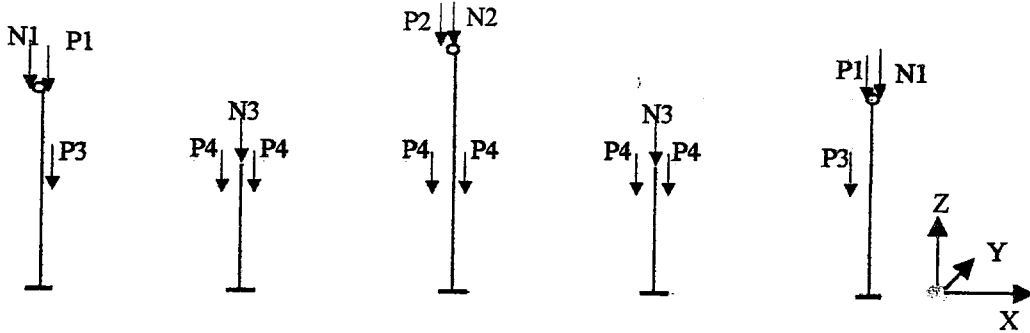
K2 YÜKLEMESİ



YÜKLEMELER

1-) G1 YÜKLEMESİ

1 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

* Omega Aşıklar	= 0,062 * 20,0 * 5,00	= 6,20 t
* Çatı kirişi	= 0,665 * 20,0 * 1	= 13,30 t
		P2x = 19,50 t

Normal Kuvvetler N2

* Kolon	= 0,49 * 5,20 * 2,500 * 1	= 6,37 t
		N2 = 6,37 t

+9,65 KOTU

Normal Kuvvetler N3

* Kolon	= 0,18 * 4,83 * 2,500 * 1	N3 = 2,17 t
---------	---------------------------	-------------

+9,00 KOTU

* Omega Aşıklar	= 0,062 * 10,0 * 5,00	= 3,10 t
* Çatı kirişi	= 0,665 * 10,0 * 1	= 6,65 t
		P1 = 9,75 t

Normal Kuvvetler N1

* Kolon	= 0,49 * 4,50 * 2,500 * 1	= 5,51 t
* Oluk	= 0,14 * 5,00 * 2,500 * 1	= 1,73 t
		N1 = 7,24 t

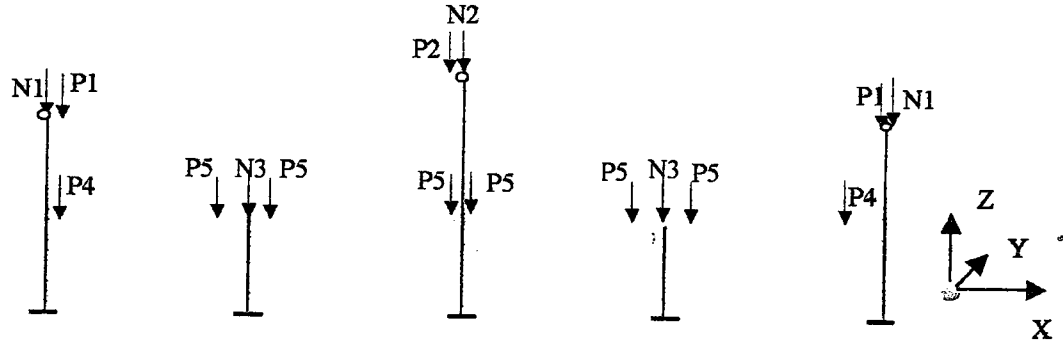
+5,50 KOTU

* BD24+ topping	= 0,57 * 5,00 * 2,50	= 7,14 t
* DK1 (30/60)	= 0,45 * 5,00 * 1	= 2,25 t
		P3y = 9,39 t

* İç duvar	= 0,42 * 5,00 * 3,50	= 7,35 t
------------	----------------------	----------

* BD24+ topping	= 0,57 * 10,0 * 2,50	= 14,28 t
* DK1 (30/60)	= 0,45 * 5,00 * 1	= 2,25 t
		P4y = 16,53 t

2,3 AKSILARI İÇİN



+10,40 KOTU

$$\begin{aligned}
 * \text{ Omega Aşıklar} &= 0,062 * 20,0 * 10,0 = 12,40 \text{ t} \\
 * \text{ Çatı kirişi} &= 0,665 * 20,0 * 1 = 13,30 \text{ t} \\
 P2x &= 25,70 \text{ t}
 \end{aligned}$$

Normal Kuvvetler N2

$$N2 = 6,37 \text{ t}$$

+9,00 KOTU

$$\begin{aligned}
 * \text{ Omega Aşıklar} &= 0,062 * 10,0 * 10,0 = 6,20 \text{ t} \\
 * \text{ Çatı kirişi} &= 0,665 * 10,0 * 1 = 6,65 \text{ t} \\
 P1 &= 12,85 \text{ t}
 \end{aligned}$$

Normal Kuvvetler N1

$$\begin{aligned}
 * \text{ Kolon} &= 0,49 * 4,50 * 2,500 * 1 = 5,51 \text{ t} \\
 * \text{ Oluk} &= 0,14 * 10,0 * 2,500 * 1 = 3,45 \text{ t} \\
 N1 &= 8,96 \text{ t}
 \end{aligned}$$

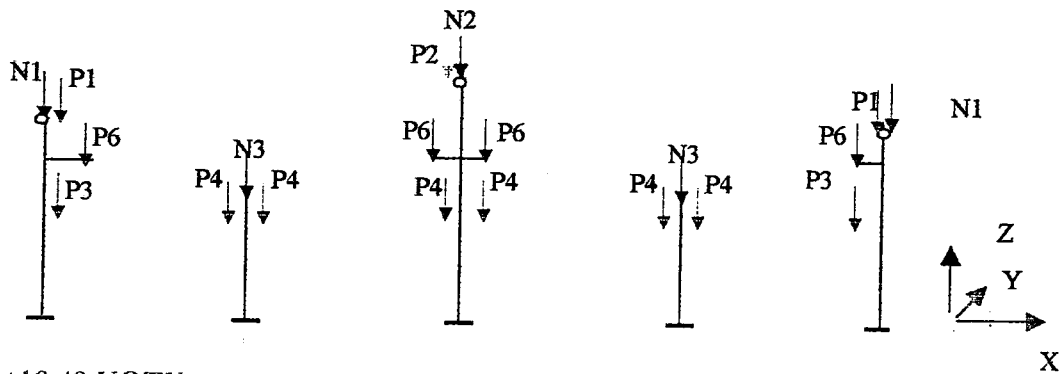
+5,50 KOTU

$$\begin{aligned}
 * \text{ BD24+ topping} &= 0,57 * 10,0 * 5,00 = 28,55 \text{ t} \\
 * \text{ DK1 (30/60)} &= 0,45 * 5,00 * 1 = 2,25 \text{ t} \\
 P5y &= 30,80 \text{ t}
 \end{aligned}$$

$$P4_y = 16,53 \text{ t} \quad N3 = 1,24 \text{ t}$$

$$* \text{ İç duvar} = 0,42 * 5,00 * 3,50 = 7,35 \text{ t}$$

4 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

$$\begin{aligned}
 P2x &= 25,70 \text{ t} \\
 N2 &= 6,37 \text{ t}
 \end{aligned}$$

+9,00 KOTU

$$\begin{aligned}
 P1 &= 12,85 \text{ t} \\
 N1 &= 7,24 \text{ t}
 \end{aligned}$$

+9,65 KOTU

$$N3 = 2,17 \text{ t}$$

+6.83 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Kreyn kirişı} &= 0,400 * 5,0 * 1 &= 2,00 \text{ t} \\ + \text{ray} && P6_x = 2,00 \text{ t} \end{aligned}$$

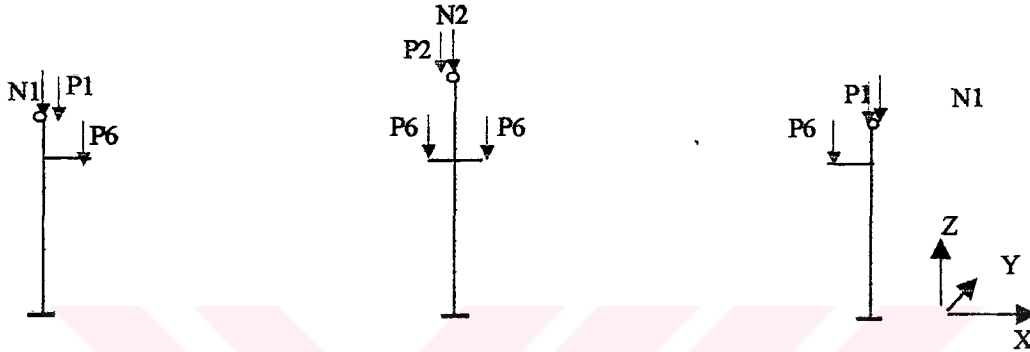
+5.50 KOTU

$$* \text{İç duvar} = 0,42 * 5,00 * 3,50 = 7,35 \text{ t}$$

$$P3_y = 9,39 \text{ t}$$

$$P4_y = 16,53 \text{ t}$$

5, 6, 7, 8 AKSLARI İÇİN



+10.40 KOTU

$$P2_x = 25,70 \text{ t}$$

$$N2 = 6,37 \text{ t}$$

+9.00 KOTU

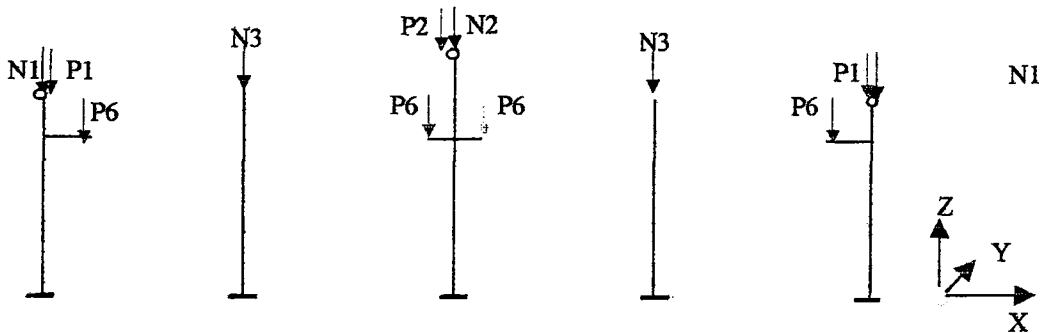
$$P1 = 12,85 \text{ t}$$

$$N1 = 7,24 \text{ t}$$

+6.83 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Kreyn kirişı} &= 0,400 * 10,0 * 1 &= 4,00 \text{ t} \\ + \text{ray} && P7_x = 4,00 \text{ t} \end{aligned}$$

9 AKSI İÇİN



+10.40 KOTU

$$P2_x = 19,50 \text{ t}$$

$$N2 = 6,37 \text{ t}$$

+9.70 KOTU

Normal Kuvvetler N3

$$* \text{Kolon} = 0,25 * 4,85 * 2,500 * 1 \quad N3 = 3,03 \text{ t}$$

+9,00 KOTU

$$P1 = 9,75 \text{ t}$$

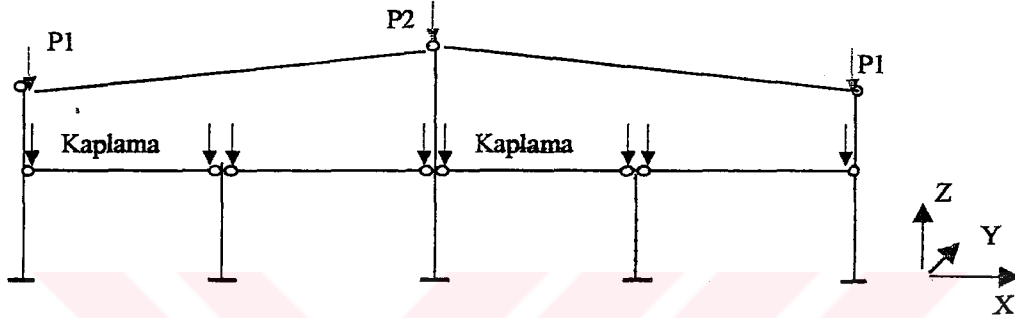
$$N1 = 7,24 \text{ t}$$

+6,83 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Kreyn kirişı} &= 0,400 * 5,0 * 1 &= 2,00 \text{ t} \\ + \text{ray} && P7_x = 2,00 \text{ t} \end{aligned}$$

2-) G2 YÜKLEMESİ

1 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 20,0 * 5,00 &= 1,00 \text{ t} \\ * \text{Havalandırma+tes.} &= 0,02 * 20,0 * 5,00 &= 2,00 \text{ t} \\ P2 &= 3,00 \text{ t} \end{aligned}$$

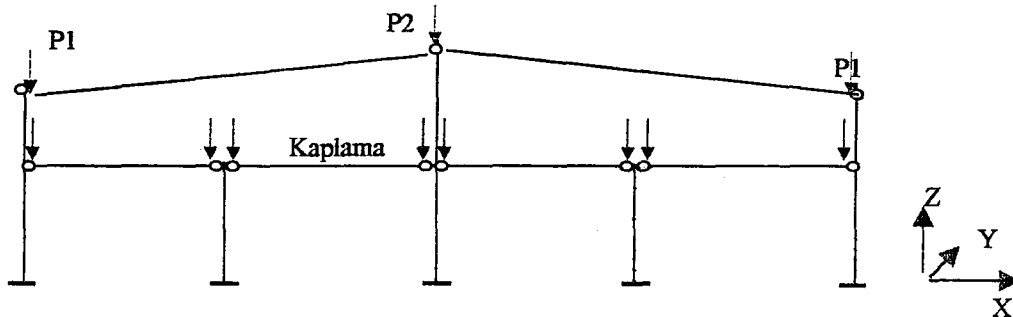
+9,00 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 10,0 * 5,0 &= 0,50 \text{ t} \\ * \text{Havalandırma+tes.} &= 0,02 * 10,0 * 5,0 &= 1,00 \text{ t} \\ P1 &= 1,50 \text{ t} \end{aligned}$$

+5,50 KOTU

$$* \text{Kaplama} = 0,11 * 5,00 * 2,50 \quad G_{kap} = 1,38 \text{ t}$$

2 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 20,0 * 10,0 &= 2,00 \text{ t} \\ * \text{Havalandırma+tes.} &= 0,02 * 20,0 * 10,0 &= 4,00 \text{ t} \\ P2 &= 6,00 \text{ t} \end{aligned}$$

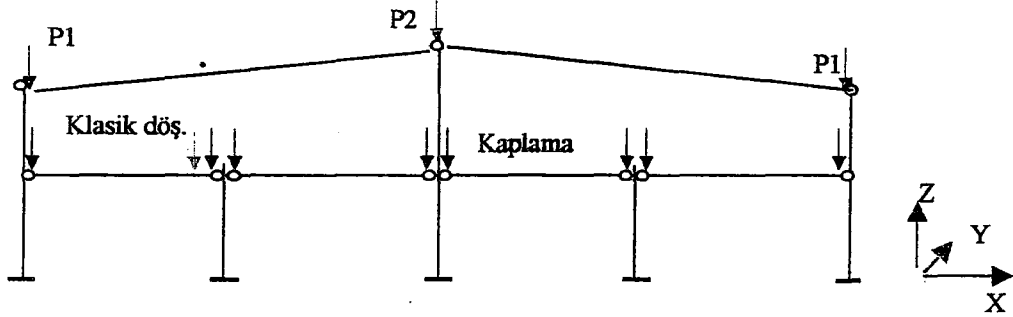
+9,00 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 10,0 * 10,0 &= 1,00 \text{ t} \\ * \text{Havalandırma+tes.} &= 0,02 * 10,0 * 10,0 &= 2,00 \text{ t} \\ P1 &= 3,00 \text{ t} \end{aligned}$$

+5,50 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Kaplama} &= 0,11 * 5,00 * 2,50 &G_{\text{kap}} &= 1,38 \text{ t} \\ * \text{Kaplama} &= 0,11 * 10,00 * 2,50 &G_{\text{kap}} &= 2,75 \text{ t} \end{aligned}$$

3 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

$$P2 = 6,00 \text{ t}$$

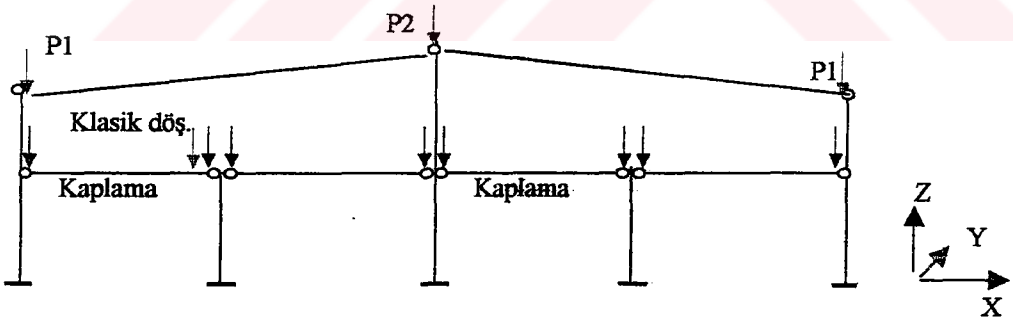
+9,00 KOTU

$$P1 = 3,00 \text{ t}$$

+5,50 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Kaplama} &= 0,11 * 5,00 * 2,50 &G_{\text{kap}} &= 1,38 \text{ t} \\ * \text{Kaplama} &= 0,11 * 10,00 * 2,50 &G_{\text{kap}} &= 2,75 \text{ t} \\ * \text{Klasik döş.} &= 0,72 * 3,20 * 2,50 &G_{\text{klasik döş.}} &= 5,76 \text{ t} \end{aligned}$$

4 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

$$P2 = 6,00 \text{ t}$$

+9,00 KOTU

$$P1 = 3,00 \text{ t}$$

+5,50 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{Kaplama} &= 0,11 * 5,00 * 2,50 &G_{\text{kap}} &= 1,38 \text{ t} \\ * \text{Klasik döş.} &= 0,72 * 3,20 * 2,50 &G_{\text{klasik döş.}} &= 5,76 \text{ t} \end{aligned}$$

5, 6, 7, 8 AKSLARI İÇİN

+10,40 KOTU

$$P2 = 6,00 \text{ t}$$

+9,00 KOTU

$$P1 = 3,00 \text{ t}$$

9 AKSI İÇİN

+10,40 KOTU

$$P2 = 3,00 \text{ t}$$

+9,00 KOTU

$$P1 = 1,50 \text{ t}$$

3-) KAR YÜKLEMESİ

+10,40 KOTU

KENAR AKSTA

$$* \text{ Kar Yüğü} = 0,075 * 20,0 * 5,00 \quad P2 = 7,50 \text{ t}$$

ORTA AKSTA

$$* \text{ Kar Yüğü} = 0,075 * 20,0 * 10,0 \quad P2 = 15,0 \text{ t}$$

+9,00 KOTU

KENAR AKSTA

$$* \text{ Kar Yüğü} = 0,075 * 10,0 * 5,00 \quad P2 = 3,75 \text{ t}$$

ORTA AKSTA

$$* \text{ Kar Yüğü} = 0,075 * 10,0 * 10,0 \quad P2 = 7,50 \text{ t}$$

4-) KREN YÜKLEMESİ

Kren kirişlerinden meydana gelen mesnet reaksiyonlarının kolonlarda meydana gelen en elverişsiz yükleme durumunu incelemek için krenin tek açıklıkta olduğu varsayılmıştır.

$$P = 28,0 \text{ t}$$

$$R1_{\max} = 17,4 \text{ t}$$

$$R1_{\min} = 3,72 \text{ t}$$

$$R2_{\max} = 18,0 \text{ t}$$

$$R2_{\min} = 4,25 \text{ t}$$

$$\text{Krenin Köprüsü Öza.} = 17,4 + 18,0 + 3,72 + 4,25 - 28,0 = 15,37 \text{ t}$$

$$a = 3,20 \text{ m}$$

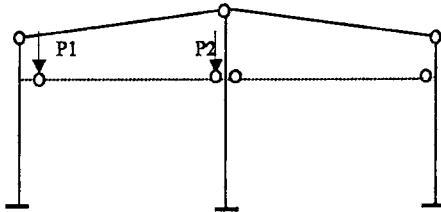
$$a/2 = 1,60 \text{ m}$$

$$(10,0 - 1,600) / 10,00 = 0,84$$

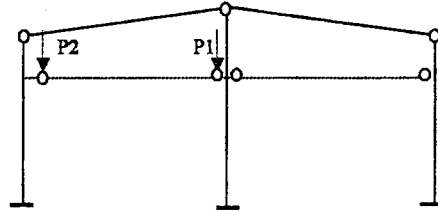
$$P1 = 0,84 * (17,4 + 18,0) = 29,7 \text{ t}$$

$$P2 = 0,84 * (3,72 + 4,25) = 6,7 \text{ t}$$

K1 YÜKLEMESİ



K2 YÜKLEMESİ



5-) KREN FREN YÜKLEMESİ

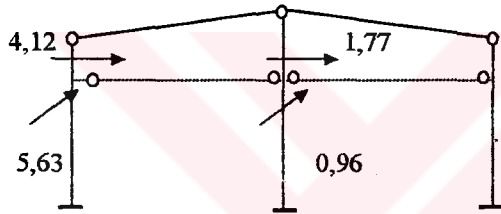
$$\begin{aligned} \overrightarrow{KF1x} &= HMKR1 + FMKA1 = 0,37 + 0,01 = 0,38 \text{ t} \\ KF1x &= FS + Y12 = 5,04 - 0,92 = 4,12 \text{ t} \\ KF1x &= 1/10 * P1 = 0,10 * 29,7 = 2,97 \text{ t} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \overrightarrow{KF1x} &= HMKR1 + FMKA1 = 0,37 + 0,01 = 0,38 \text{ t} \\ KF1x &= FS + Y12 = 5,04 - 0,92 = 4,12 \text{ t} \\ KF1x &= 1/10 * P1 = 0,10 * 29,7 = 2,97 \text{ t} \end{aligned}} \right\} KF1x = 4,12 \text{ t}$$

$$\begin{aligned} \uparrow KF1y &= FMKR/2 + FPU = 0,50 + 5,13 = 5,63 \text{ t} \\ KF1y &= 1/7 * P1 = 0,14 * 29,7 = 4,25 \text{ t} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \uparrow KF1y &= FMKR/2 + FPU = 0,50 + 5,13 = 5,63 \text{ t} \\ KF1y &= 1/7 * P1 = 0,14 * 29,7 = 4,25 \text{ t} \end{aligned}} \right\} KF1y = 5,63 \text{ t}$$

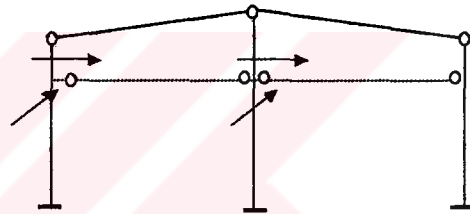
$$\begin{aligned} \overrightarrow{KF2x} &= HMKR2 + FMKA2 = 1,61 + 0,16 = 1,77 \text{ t} \\ KF2x &= FS + Y22 = 5,04 - 4,12 = 0,92 \text{ t} \\ KF2x &= 1/10 * P2 = 0,10 * 6,7 = 0,67 \text{ t} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \overrightarrow{KF2x} &= HMKR2 + FMKA2 = 1,61 + 0,16 = 1,77 \text{ t} \\ KF2x &= FS + Y22 = 5,04 - 4,12 = 0,92 \text{ t} \\ KF2x &= 1/10 * P2 = 0,10 * 6,7 = 0,67 \text{ t} \end{aligned}} \right\} KF2x = 1,77$$

$$\begin{aligned} \uparrow KF2y &= FMKR/2 + FPU = 0,50 + 5,13 = 5,63 \text{ t} \\ KF2y &= 1/7 * P2 = 0,14 * 6,7 = 0,96 \text{ t} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \uparrow KF2y &= FMKR/2 + FPU = 0,50 + 5,13 = 5,63 \text{ t} \\ KF2y &= 1/7 * P2 = 0,14 * 6,7 = 0,96 \text{ t} \end{aligned}} \right\} KF2y = 0,96 \text{ kN}$$

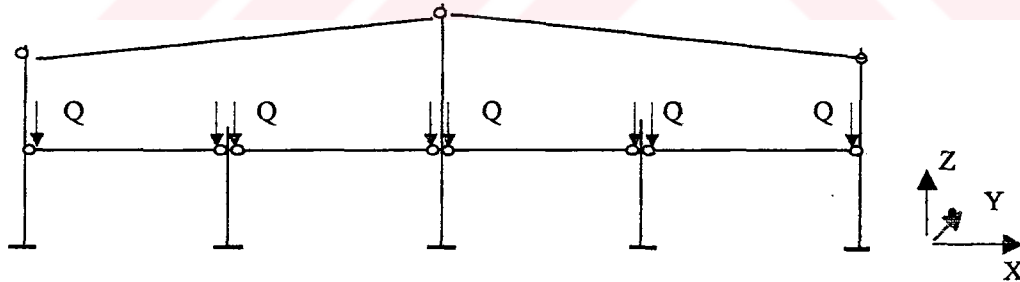
K1F YÜKLEMESİ



K2F YÜKLEMESİ



6-) Q YÜKLEMESİ



+5.50 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{ Hareketli Yük} &= 0,50 * 5,00 * 2,50 = 6,25 \text{ t} \\ * \text{ Hareketli Yük} &= 0,50 * 10,0 * 2,50 = 12,50 \text{ t} \end{aligned}$$

7-) DEĞREM YÜKLEMESİ

S1 KOLONU (A-1 İle C-1 Akslarındaki Kolonlar)

2 ADET

W_{ÇATI}

+9,00 KOTU

* Omega Aşıklar	=	0,062	*	10,0	*	5,0	=	3,10	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	10,0	*	5,0	=	0,50	t
* Oluk	=	0,345	*	10,0	*	0,5	=	1,73	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	0,5	=	6,65	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	1,75	*	2,50	=	2,14	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	1,75	*	5,0	=	2,63	t
								G =	16,74 t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	10,0	*	5,0	=	3,75	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	10,0	*	5,0	=	1,00	t
								Q =	4,75 t

$$W_{\text{ÇATI}} = 16,74 + 0,30 * 4,75 = 18,17 \text{ t}$$

W_{KAT}

+5,50 KOTU

* BD24+ topping	=	0,571	*	5,00	*	2,50	*	1	=	7,14	t
* DK1 (30/60)	=	0,45	*	5,0	*	0,5			=	1,13	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	4,50	*	5,0			=	6,75	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	4,50	*	2,50			=	5,51	t
* Kaplama	=	0,110	*	5,00	*	2,50	*	1	=	1,38	t
									G =	21,90	t
* Hareketli Yük	=	0,500	*	5,00	*	2,50	*	1	=	6,25	t
									Q =	6,25	t

$$W_{\text{KAT}} = 21,90 + 0,30 * 6,25 = 23,78 \text{ t}$$

S2 KOLONU (A-2, 3 İle C-2, 3 Akslarındaki Kolonlar)

4 ADET

W_{ÇATI}

+9,00 KOTU

* Omega Aşıklar	=	0,062	*	10,0	*	10,0	=	6,20	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	10,0	*	10,0	=	1,00	t
* Oluk	=	0,345	*	10,0	*	1	=	3,45	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	0,5	=	6,65	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	1,75	*	2,50	=	2,14	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	1,75	*	10,0	=	5,25	t
								G =	24,69 t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	10,0	*	10,0	=	7,50	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	10,0	*	10,0	=	2,00	t
								Q =	9,50 t

$$W_{\text{ÇATI}} = 24,69 + 0,30 * 9,50 = 27,54 \text{ t}$$

W_{KAT} +5,50 KOTU

* BD24+ topping	=	0,571	*	5,00	*	5,00	*	1	=	14,28	t
* DK1 (30/60)	=	0,45	*	5,0	*	1,0			=	2,25	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	4,50	*	10,0			=	13,50	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	4,50	*	2,50			=	5,51	t
* Kaplama	=	0,110	*	5,00	*	5,00	*	2	=	5,50	t
									G =	41,04	t
* Hareketli Yük	=	0,500	*	5,00	*	5,00	*	2	=	25,00	t
									Q =	25,00	t

$$W_{KAT} = 41,04 + 0,30 * 25,00 = 48,54 \text{ t}$$

S3 KOLONU (A-4 İle C-4 Akslarındaki Kolonlar)

2 ADET

W_{ÇATI} +9,00 KOTU

* Omega Aşıklar	=	0,062	*	10,0	*	10,0			=	6,20	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	10,0	*	10,0			=	1,00	t
* Oluk	=	0,345	*	10,0	*	1			=	3,45	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	0,5			=	6,65	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	1,75	*	2,50			=	2,14	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	1,75	*	10,0			=	5,25	t
									G =	24,69	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	10,0	*	10,0			=	7,50	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	10,0	*	10,0			=	2,00	t
									Q =	9,50	t

$$W_{ÇATI} = 24,69 + 0,30 * 9,50 = 27,54 \text{ t}$$

W_{kren} +6,83 KOTU

* Kreyin kirişi + ray	=	0,400	*	10,0	*	0,5			G =	2,00	t
-----------------------	---	-------	---	------	---	-----	--	--	-----	------	---

$$W_{kren} = 2,00 \text{ t}$$

W_{KAT} +5,50 KOTU

* BD24+ topping	=	0,571	*	5,00	*	2,50	*	1	=	7,14	t
* DK1 (30/60)	=	0,45	*	5,0	*	0,5			=	1,13	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	4,50	*	10,0			=	13,50	t
* İç Duvar	=	0,420	*	3,50	*	2,50			=	3,68	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	4,50	*	2,50			=	5,51	t
* Kaplama	=	0,110	*	5,00	*	2,50	*	1	=	1,38	t
									G =	32,33	t
* Hareketli Yük	=	0,500	*	5,00	*	2,50	*	1	=	6,25	t
									Q =	6,25	t

$$W_{KAT} = 32,33 + 0,30 * 6,25 = 34,20 \text{ t}$$

S4 KOLONU (B-1 Aksındaki Kolon)**1 ADET****W_{ÇATI} +10,40 KOTU**

* Omega Aşıklar	=	0,062	*	20,0	*	5,0	=	6,20	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	20,0	*	5,0	=	1,00	t
* Çatı Kirişi II20	=	0,665	*	20,0	*	1,0	=	13,30	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	2,45	*	2,50	=	3,00	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	2,10	*	10,0	=	6,30	t
							G =	29,80	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	20,0	*	5,0	=	7,50	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	20,0	*	5,0	=	2,00	t
							Q =	9,50	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 29,80 + 0,30 * 9,50 = 32,65 \text{ t}$$

W_{KAT} +5,50 KOTU

* BD24+ topping	=	0,571	*	10,0	*	2,50	*	1	=	14,28	t
* DK1 (30/60)	=	0,45	*	5,0	*	0,5			=	1,13	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	5,20	*	10,0			=	15,60	t
* İç Duvar	=	0,420	*	3,50	*	2,50			=	3,68	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	5,20	*	2,50			=	6,37	t
* Kaplama	=	0,110	*	10,0	*	2,50	*	2	=	5,50	t
							G =		46,55	t	
* Hareketli Yük	=	0,500	*	10,0	*	2,50	*	1	=	12,50	t
							Q =		12,50	t	

$$W_{\text{KAT}} = 46,55 + 0,30 * 12,50 = 50,30 \text{ t}$$

S5 KOLONU (B-2, 3 Akslarındaki Kolonlar)**2 ADET****W_{ÇATI} +10,40 KOTU**

* Omega Aşıklar	=	0,062	*	20,0	*	10,0	=	12,40	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	20,0	*	10,0	=	2,00	t
* Çatı Kirişi II20	=	0,665	*	20,0	*	1,0	=	13,30	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	2,45	*	2,50	=	3,00	t
							G =	30,70	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	20,0	*	10,0	=	15,00	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	20,0	*	10,0	=	4,00	t
							Q =	19,00	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 30,70 + 0,30 * 19,00 = 36,40 \text{ t}$$

W_{KAT} +5,50 KOTU

* BD24+ topping	=	0,571	*	10,0	*	5,00	*	1	=	28,55	t
* DK1 (30/60)	=	0,45	*	5,0	*	1,0			=	2,25	t
* İç Duvar	=	0,420	*	3,50	*	10,0			=	14,70	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	5,20	*	2,50			=	6,37	t
* Kaplama	=	0,110	*	10,0	*	5,00	*	4	=	22,00	t
									G =	73,87	t
* Hareketli Yük	=	0,500	*	10,0	*	5,00	*	4	=	100,00	t
									Q =	100,00	t

$$W_{KAT} = 73,87 + 0,30 * 100,00 = 103,87 \text{ t}$$

S6 KOLONU (B-4 Aksındaki Kolon)

1 ADET

W_{ÇATI} +10,40 KOTU

* Omega Aşıklar	=	0,062	*	20,0	*	10,0			=	12,40	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	20,0	*	10,0			=	2,00	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	1,0			=	13,30	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	2,45	*	2,50			=	3,00	t
									G =	30,70	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	20,0	*	10,0			=	15,00	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	20,0	*	10,0			=	4,00	t
									Q =	19,00	t

$$W_{ÇATI} = 30,70 + 0,30 * 19,00 = 36,40 \text{ t}$$

W_{kren} +6,83 KOTU

* Kreyin kirişi + ray	=	0,400	*	10,0	*	1,0			G =	4,00	t
-----------------------	---	-------	---	------	---	-----	--	--	-----	------	---

$$W_{kren} = 4,00 \text{ t}$$

W_{KAT} +5,50 KOTU

* BD24+ topping	=	0,571	*	10,0	*	2,50	*	1	=	14,28	t
* DK1 (30/60)	=	0,45	*	5,0	*	0,5			=	1,13	t
* İç Duvar	=	0,420	*	3,50	*	15,0			=	22,05	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	5,20	*	2,50			=	6,37	t
* Kaplama	=	0,110	*	10,0	*	2,50	*	1	=	2,75	t
									G =	46,57	t
* Hareketli Yük	=	0,500	*	10,0	*	2,50	*	1	=	12,50	t
									Q =	12,50	t

$$W_{KAT} = 46,57 + 0,30 * 12,50 = 50,32 \text{ t}$$

S7 KOLONU (AB-1 İle AC-1 Akslarındaki Kolonlar)**2 ADET**

W_{KAT}	+5,50 KOTU	
* BD24+ topping	= 0,571 * 10,0 * 2,50 * 1	= 14,28 t
* DK1 (30/60)	= 0,45 * 5,0 * 0,5	= 1,13 t
* Kolon (40/45)	= 0,180 * 4,83 * 2,50	= 2,17 t
* Kaplama	= 0,110 * 10,0 * 2,50 * 1	= <u>2,75 t</u>
		G = 20,32 t
* Hareketli Yük	= 0,500 * 10,0 * 2,50 * 1	= <u>12,50 t</u>
		Q = 12,50 t
W_{KAT} = 20,32 + 0,30 * 12,50 = 24,07 t		

S8 KOLONU (AB-2, 3 İle AC-2, 3 Akslarındaki Kolonlar)**13 ADET**

W_{KAT}	+5,50 KOTU	
* BD24+ topping	= 0,571 * 10,0 * 5,00 * 1	= 28,55 t
* DK1 (30/60)	= 0,45 * 5,0 * 1,0	= 2,25 t
* Kolon (40/45)	= 0,180 * 4,83 * 2,50	= 2,17 t
* İç Duvar	= 0,420 * 3,50 * 2,50	= 3,68 t
* Kaplama	= 0,110 * 10,0 * 5,00 * 1	= <u>5,50 t</u>
		G = 42,15 t
* Hareketli Yük	= 0,500 * 10,0 * 5,00 * 1	= <u>25,00 t</u>
		Q = 25,00 t
W_{KAT} = 42,15 + 0,30 * 25,00 = 49,65 t		

S9 KOLONU (AB-4 İle AC-4 Akslarındaki Kolonlar)**2 ADET**

W_{KAT}	+5,50 KOTU	
* BD24+ topping	= 0,571 * 10,0 * 2,50 * 1	= 14,28 t
* DK1 (30/60)	= 0,45 * 5,0 * 0,5	= 1,13 t
* İç Duvar	= 0,420 * 3,50 * 10,0	= 14,70 t
* Kolon (40/45)	= 0,180 * 4,83 * 2,50	= 2,17 t
* Kaplama	= 0,110 * 10,0 * 2,50 * 1	= <u>2,75 t</u>
		G = 35,02 t
* Hareketli Yük	= 0,500 * 10,0 * 2,50 * 1	= <u>12,50 t</u>
		Q = 12,50 t
W_{KAT} = 35,02 + 0,30 * 12,50 = 38,77 t		

S10 KOLONU(A-5, 6, 7, 8 İle C-5, 6, 7, 8 Akslarındaki Kolonlar)**8 ADET****W_{ÇATI}****+9,00 KOTU**

* Omega Aşıklar	=	0,062	*	10,0	*	10,0	=	6,20	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	10,0	*	10,0	=	1,00	t
* Oluk	=	0,345	*	10,0	*	1	=	3,45	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	0,5	=	6,65	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	4,50	*	2,50	=	5,51	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	1,75	*	10,0	=	5,25	t
								<u>G =</u>	<u>28,06</u> t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	10,0	*	10,0	=	7,50	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	10,0	*	10,0	=	2,00	t
								<u>Q =</u>	<u>9,50</u> t

$$W_{\text{ÇATI}} = 28,06 + 0,30 * 9,50 = 30,91 \text{ t}$$

W_{kren}**+6,83 KOTU**

$$* \text{ Kren kirişi + ray} = 0,400 * 10,0 * 1,0 \quad G = 4,00 \text{ t}$$

$$W_{\text{kren}} = 4,00 \text{ t}$$

* Kren Köprüsünün 6 - 7 ile 7 - 8 Aksları arası olması durumu için bu akslardaki kolonların deprem hesaplarında alacak Köprü Ağırlığı :

$$* \text{ Kren Köprüsü} = 0,5 * 0,84 * 15,37 \quad G = 6,46 \text{ t}$$

$$W_{\text{kren}} = 10,46 \text{ t}$$

S11 KOLONU(A-9 İle C-9 Akslarındaki Kolonlar)**2 ADET****W_{ÇATI}****+9,00 KOTU**

* Omega Aşıklar	=	0,062	*	10,0	*	5,0	=	3,10	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	10,0	*	5,0	=	0,50	t
* Oluk	=	0,345	*	10,0	*	1	=	1,73	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	0,5	=	6,65	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	4,50	*	2,50	=	5,51	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	1,75	*	10,0	=	5,25	t
								<u>G =</u>	<u>22,74</u> t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	10,0	*	5,0	=	3,75	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	10,0	*	5,0	=	1,00	t
								<u>Q =</u>	<u>4,75</u> t

$$W_{\text{ÇATI}} = 22,74 + 0,30 * 4,75 = 24,16 \text{ t}$$

W_{kren} **+6.83 KOTU**

$$* \text{ Kreyn kirişi + ray} = 0,400 * 10,0 * 0,5 \quad G = 2,00 \text{ t}$$

$$W_{kren} = 2,00 \text{ t}$$

S12 KOLONU (AB-9 İle AC-9 Akslarındaki Kolonlar)

2 ADET

W_{ÇATI} **+9,65 KOTU**

$$* \text{ Kolon (60/40)} = 0,240 * 4,83 * 2,50 = 2,90 \text{ t}$$

$$* \text{ Cephe Panosu (II)} = 0,300 * 2,08 * 10,0 = 6,23 \text{ t}$$

$$G = 9,12 \text{ t}$$

$$W_{ÇATI} = 9,12 \text{ t}$$

S13 KOLONU (B-5, 6, 7, 8 Akslarındaki Kolonlar)

4 ADET

W_{ÇATI} **+10,40 KOTU**

$$* \text{ Omega Aşıklar} = 0,062 * 20,0 * 10,0 = 12,40 \text{ t}$$

$$* \text{ Çatı Kaplaması} = 0,010 * 20,0 * 10,0 = 2,00 \text{ t}$$

$$* \text{ Çatı Kirişi I120} = 0,665 * 20,0 * 1,0 = 13,30 \text{ t}$$

$$* \text{ Kolon (70/70)} = 0,490 * 5,20 * 2,50 = 6,37 \text{ t}$$

$$G = 34,07 \text{ t}$$

$$* \text{ Hareketli Yük (Kar)} = 0,075 * 20,0 * 10,0 = 15,00 \text{ t}$$

$$* \text{ Havalandırma+Tesisat} = 0,020 * 20,0 * 10,0 = 4,00 \text{ t}$$

$$Q = 19,00 \text{ t}$$

$$W_{ÇATI} = 34,07 + 0,30 * 19,00 = 39,77 \text{ t}$$

W_{kren} **+6.83 KOTU**

$$* \text{ Kreyn kirişi + ray} = 0,400 * 10,0 * 2,0 \quad G = 8,00 \text{ t}$$

$$W_{kren} = 8,00 \text{ t}$$

* Kren Köprüsünün 6 - 7 ile 7 - 8 Aksları arası olması durumu için bu akslardaki kolonların deprem hesaplarında alınacak Köprü Ağırlığı :

$$* \text{ Kren Köprüsü} = 0,5 * 0,84 * 15,37 \quad G = 6,46 \text{ t}$$

$$W_{kren} = 14,46 \text{ t}$$

S14 KOLONU (B-9 Aksındaki Kolon)**1 ADET****W_{ÇATI}****+10,40 KOTU**

* Omega Aşıklar	=	0,062	*	20,0	*	5,0	=	6,20	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	20,0	*	5,0	=	1,00	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	1,0	=	13,30	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	5,20	*	2,50	=	6,37	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	2,10	*	10,0	=	6,30	t
							G =	33,17	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	20,0	*	5,0	=	7,50	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	20,0	*	5,0	=	2,00	t
							Q =	9,50	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 33,17 + 0,30 * 9,50 = 36,02 \text{ t}$$

W_{kren}**+6,83 KOTU**

* Kreyin kirişi + ray	=	0,400	*	10,0	*	1,0	G =	4,00	t
-----------------------	---	-------	---	------	---	-----	------------	-------------	----------

$$W_{\text{kren}} = 4,00 \text{ t}$$

S15 KOLONU (A İle C Akslarındaki Kolonlar)**6 ADET****W_{KAT}****+5,50 KOTU**

* BD24+ topping	=	0,571	*	5,00	*	5,00	*	1	=	14,28	t
* DK1 (30/60)	=	0,45	*	5,0	*	1,0			=	2,25	t
* Kolon (40/45)	=	0,180	*	4,83	*	2,50			=	2,17	t
* Kaplama	=	0,110	*	5,00	*	5,00	*	1	=	<u>2,75</u>	t
									G =	21,45	t
* Hareketli Yük	=	0,500	*	5,00	*	5,00	*	1	=	<u>12,50</u>	t
									Q =	12,50	t

$$W_{\text{KAT}} = 21,45 + 0,30 * 12,50 = 25,20 \text{ t}$$

KOLON NO	ADET	W (t)
S1	2	41,94
S2	4	76,08
S3	2	63,74
S4	1	82,95
S5	2	140,27
S6	1	90,72
S7	2	24,07
S8	13	49,65
S9	2	38,77
S10	4	34,91
S10	4	41,37
S11	2	26,16
S12	2	9,12
S13	1	47,77
S13	3	54,23
S14	1	40,02
S15	6	25,20

Kren köprüsü dahil

Kren köprüsü dahil

$$\Sigma W = 2518,33 \quad t$$

NOTLAR :

Deprem yüklerinin hesabında

1. Kar yükünün %30'u alınmıştır.
3. Kren hareketli yükü gözönüne alınmamıştır.
4. Krenin açıklığının ortasında bulunduğu kabul edilmiştir.
5. Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalıştığı var sayılmıştır.

$$\Sigma W = 2518,33 \quad t$$

Binanın Birinci Doğal Peryodunun Hesaplanması:

$$T_{1A} = 0,07 * 9,00^{0,75} = 0,36 < 1,00 \text{ s}$$

Olduğundan Bina'nın T_1 periyodu SAP2000 ile hesaplanacaktır ve S(T) hesabına geçilecektir.

$$g = 9,81 \text{ m/sn}^2$$

KATKARA GÖRE DEPREM KUVVETLERİNİN DAĞITILMASI										
KOL NO	AD.	KOT	W _i	m _i	h _i	W _i *h _i	F _{ix}	F _{iy}	F _{ix}	F _{iy}
S1	2	+9.00	18,17	1,85	9,00	327,04	9,42	9,42	4,71	4,71
	2	+5.50	23,78	2,42	5,50	261,53	7,53	7,53	3,77	3,77
S2	4	+9.00	27,54	2,81	9,00	991,58	28,56	28,56	7,14	7,14
	4	+5.50	48,54	4,95	5,50	1067,83	30,76	30,76	7,69	7,69
S3	2	+9.00	27,54	2,81	9,00	495,79	14,28	14,28	7,14	7,14
	2	+5.50	34,20	3,49	5,50	376,20	10,84	10,84	5,42	5,42
	2	+6.83	2,00	0,20	6,83	27,32	0,79	0,79	0,39	0,39
S4	1	+10.40	32,65	3,33	10,40	339,57	9,78	9,78	9,78	9,78
	1	+5.50	50,30	5,13	5,50	276,62	7,97	7,97	7,97	7,97
S5	2	+10.40	36,40	3,71	10,40	757,15	21,81	21,81	10,91	10,91
	2	+5.50	103,87	10,59	5,50	1142,57	32,91	32,91	16,46	16,46
S6	1	+10.40	36,40	3,71	10,40	378,57	10,91	10,91	10,91	10,91
	1	+6.83	4,00	0,41	6,83	27,32	0,79	0,79	0,79	0,79
	1	+5.50	50,32	5,13	5,50	276,76	7,97	7,97	7,97	7,97
S7	2	+5.50	24,07	2,45	5,50	264,78	7,63	7,63	3,81	3,81
S8	13	+5.50	49,65	5,06	5,50	3549,71	102,26	102,26	7,87	7,87
S9	2	+5.50	38,77	3,95	5,50	426,48	12,29	12,29	6,14	6,14
S10	8	+9.00	30,91	3,15	9,00	2225,70	64,11	64,11	8,01	8,01
	4	+6.83	4,00	0,41	6,83	109,28	3,15	3,15	0,79	0,79
	4	+6.83	10,46	1,07	6,83	285,64	8,23	8,23	2,06	2,06
S11	2	+9.00	24,16	2,46	9,00	434,93	12,53	12,53	6,26	6,26
	2	+6.83	2,00	0,20	6,83	27,32	0,79	0,79	0,39	0,39
S12	2	+9.65	9,12	0,93	9,65	176,02	5,07	5,07	2,54	2,54
S13	4	+10.40	39,77	4,05	10,40	1654,43	47,66	47,66	11,91	11,91
	1	+6.83	8,00	0,82	6,83	54,64	1,57	1,57	1,57	1,57
	3	+6.83	14,46	1,47	6,83	296,19	8,53	8,53	2,84	2,84
S14	1	+10.40	36,02	3,67	10,40	374,61	10,79	10,79	10,79	10,79
	1	+6.83	4,00	0,41	6,83	27,32	0,79	0,79	0,79	0,79
S15	6	+5.50	25,20	2,57	5,50	831,48	23,95	23,95	3,99	3,99

17484,4 503,67 503,67

Kat ağırlıklarına göre yapılan Yük analizleri sonucunda binanın T doğal periyodu

$$Z4 \text{ için } T_A = 0,20 \quad T_B = 0,90 \text{ sn} \quad S(T) = 2,50 \text{ sn}$$

$$T_x = 0,48 \text{ sn} \quad T_A < T_x < T_B \quad \text{old. } S(T_x) = 2,50$$

$$A(T_x) = A_0 * I * S(T_x) / R = 0,40 * 1,00 * 2,50 / 5 = 0,20$$

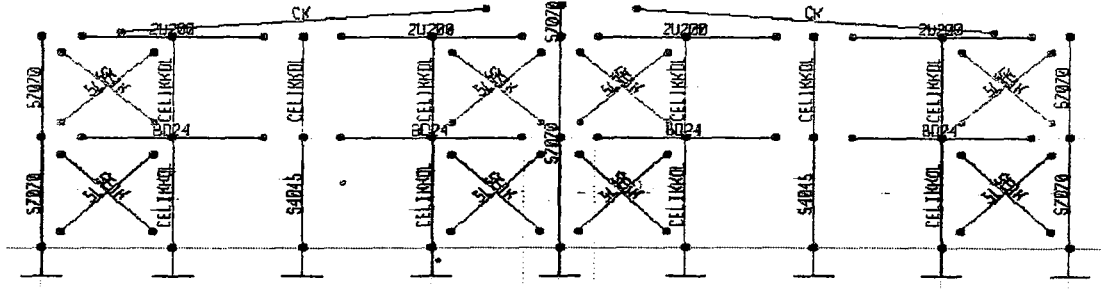
$$F_x = 0,20 * 2518,33 = 503,67 \text{ t}$$

$$T_y = 0,46 \text{ sn} \quad T_A < T_x < T_B \quad \text{old. } S(T_y) = 2,50$$

$$S(T_y) = 2,50$$

$$A(T_y) = A_0 * I * S(T_y) / R = 0,40 * 1,00 * 2,50 / 5 = 0,20$$

$$F_y = 0,20 * 2518,33 = 503,67 \text{ t}$$

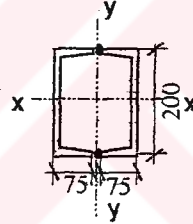
STABİLİTE CAPRAZ BAĞLANTI ELEMANLARININ HESABI

ELEMAN TİPİ		- N (t)	+ N (t)
Yatay Dikme	2U200	-7,39	7,38
Yatay Dikme	4L150.150.15	-4,89	58,84
Diyogonal	5" lik boru	-29,20	30,13
Çelik Kolon	2U300	-19,79	

Yatay Dikmede (2U200) Hesap

$$N = -7,39 \text{ ton} \quad sk = 1000 \text{ cm}$$

$$\begin{array}{l} \text{U200} \\ \text{için} \end{array} \left\{ \begin{array}{ll} F = 32,2 & \text{cm}^2 \\ G = 25,3 & \text{kg/m} \\ I_x = 1910 & \text{cm}^4 \\ i_x = 7,7 & \text{cm} \\ I_y = 148 & \text{cm}^4 \\ e_y = 2,01 & \text{cm} \\ b = 7,50 & \text{cm} \end{array} \right.$$



$$\begin{array}{l} \text{2 U200} \\ \text{için} \end{array} \left\{ \begin{array}{lll} F = 32,2 * 2 & = & 64,4 \text{ cm}^2 \\ G = 25,3 * 2 & = & 50,6 \text{ kg/m} \\ I_x = 1910 * 2 & = & 3820 \text{ cm}^4 \\ i_x = 7,7 & = & 7,7 \text{ cm} \\ I_y = 2 * (148 + 32,2 * 30,14) & = & 2237,0 \text{ cm}^4 \\ i_y = \sqrt{2237,0 / 64,4} & = & 5,89 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\lambda_x = 1000 / 5,89 = 170 \quad \longrightarrow \quad w = 5,02$$

$$\sigma_b = 5,02 * 7,39 / 64,4 = 0,58 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2$$

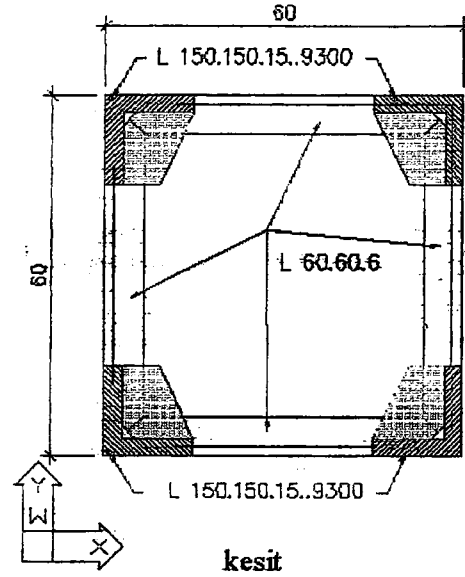
$$\begin{array}{ll} N = 7,38 \text{ ton} & sk = 1000 \text{ cm} \\ \lambda_{\max} = 1000 / 5,89 = 170 & < 250 \\ \sigma_c = 7,38 / 64,4 = 0,11 \text{ t/cm}^2 & < 1,2 \text{ t/cm}^2 \end{array}$$

Yatay Dikmede (4L150.150.15)Hesap

$$N = -4,89 \text{ ton} \quad sk = 1000 \text{ cm}$$

$$L150.150.15 \left\{ \begin{array}{l} F = 43,0 \text{ cm}^2 \\ e_x = 4,25 \text{ cm} \\ e_y = 4,25 \text{ cm} \\ I_x = 898,0 \text{ cm}^4 \\ I_y = 898,0 \text{ cm}^4 \\ i_x = 4,57 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$4L150.150.15 \left\{ \begin{array}{l} F = 43,0 \cdot 4 = 172,0 \text{ cm}^2 \\ I_x = 898 \cdot 4 + 4 \cdot (43,0 \cdot (30 - 4,25)^2) \\ I_x = 117639 \text{ cm}^4 \\ I_y = 117639 \text{ cm}^4 \\ i_x = i_y = 26,15 \text{ cm} \end{array} \right.$$



$$\lambda_x = 1000 / 26,2 = 38 \quad \rightarrow \quad w = 1,15$$

$$\sigma_b = 1,15 \cdot 4,89 / 172 = 0,03 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2$$

$$N = 58,84 \text{ ton} \quad sk = 1000 \text{ cm}$$

$$\lambda_{max} = 1000 / 26,2 = 38 < 250$$

$$\sigma_g = 58,84 / 172 = 0,34 \text{ t/cm}^2 < 1,2 \text{ t/cm}^2$$

5" lik Diyoanalde Hesap

$$N = 30,1 \text{ ton} \quad sk = 660 \text{ cm}$$

$$5" \text{ boru için} \quad D = 139,7 \text{ mm} \quad t = 5,0 \text{ mm} \quad d = 129,7 \text{ mm}$$

$$F = \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4 = \pi \cdot (195,2^2 - 168,2^2) / 4 = 21,1 \text{ cm}^2$$

$$I = \pi \cdot (D^4 - d^4) / 64 = \pi \cdot (38088 - 28298) / 64 = 480,3 \text{ cm}^4$$

$$i = \sqrt{480 / 21,1} = 4,77 \text{ cm}$$

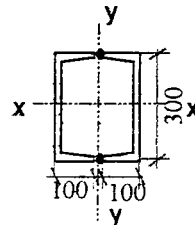
$$\lambda_{max} = 660 / 4,77 = 138 < 250$$

$$\sigma_g = 30,13 / 21,1 = 1,42 \text{ t/cm}^2 < 1,2 \text{ t/cm}^2$$

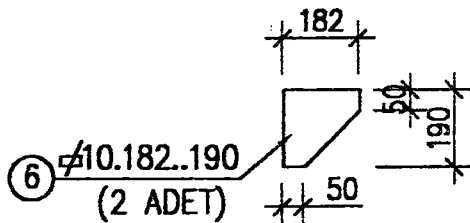
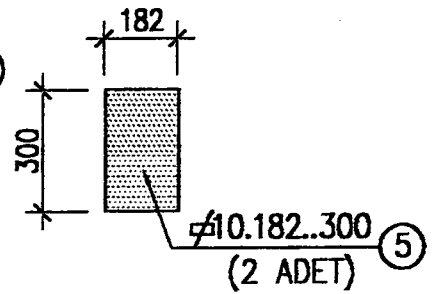
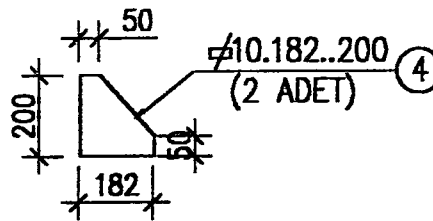
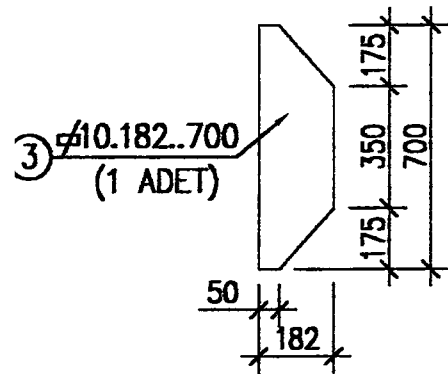
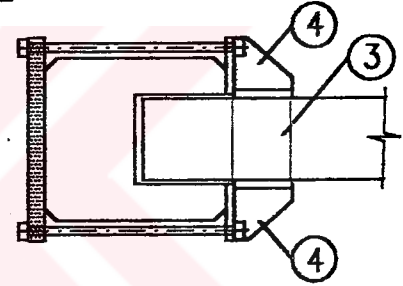
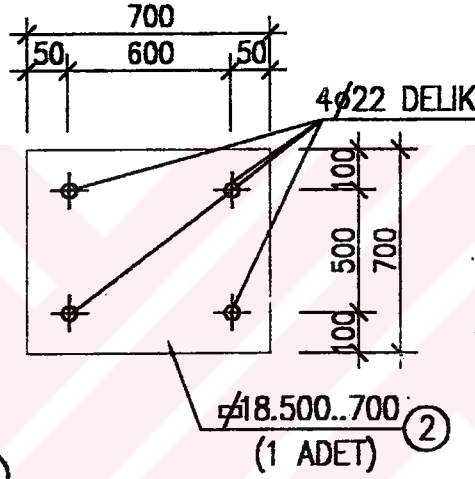
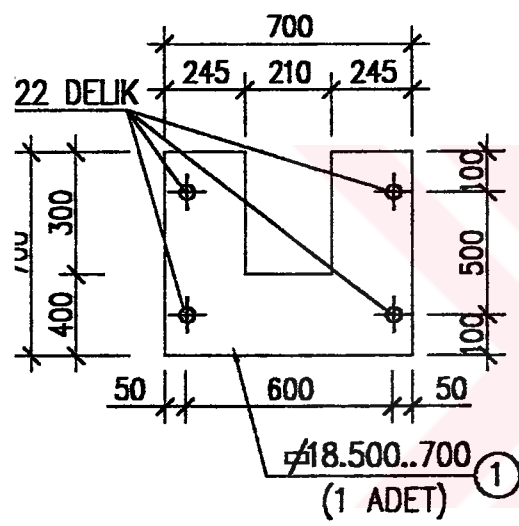
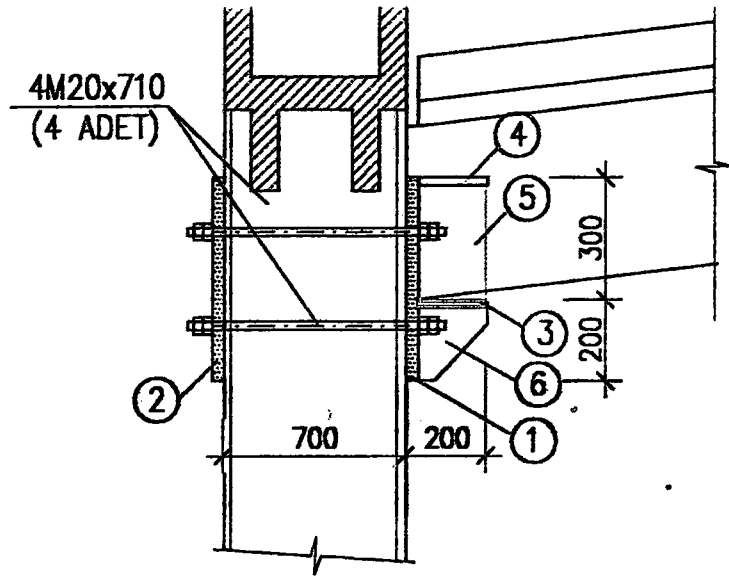
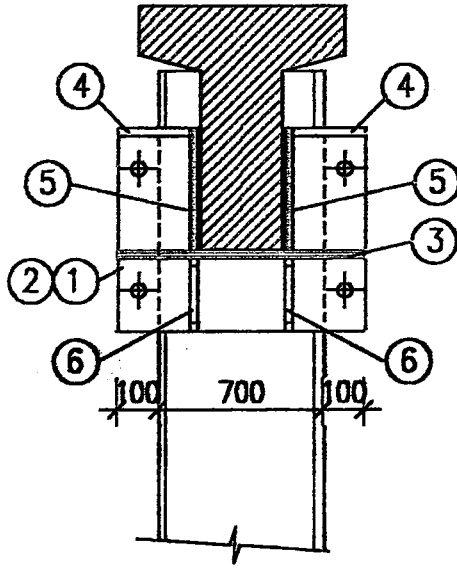
Celik Kolonda (2U300)Hesap

$$N = -19,79 \text{ ton} \quad sk = 470 \text{ cm}$$

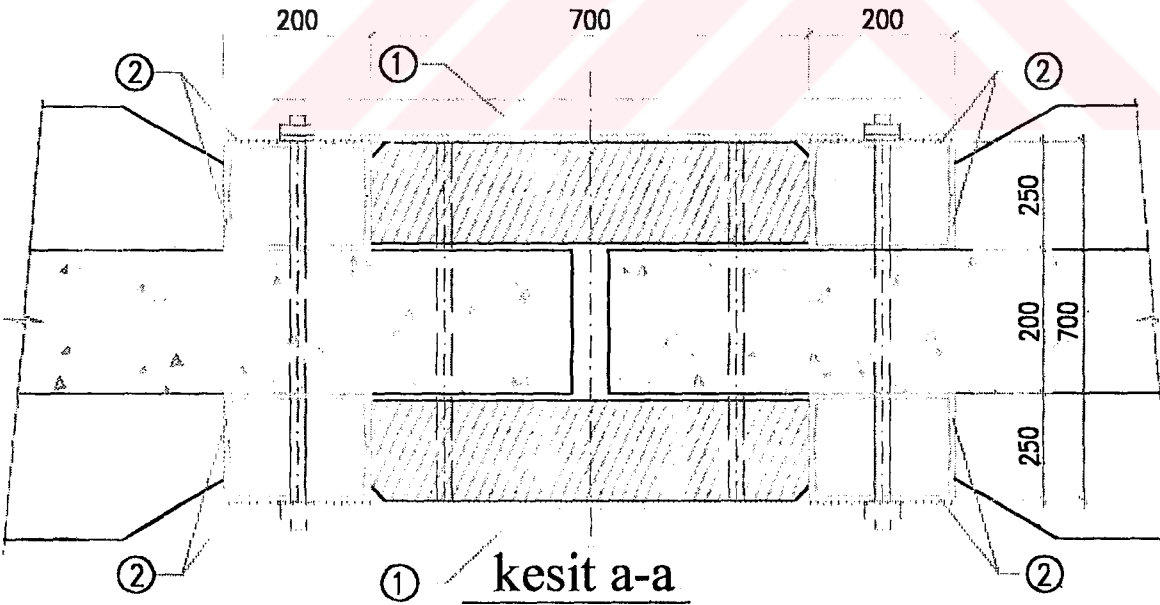
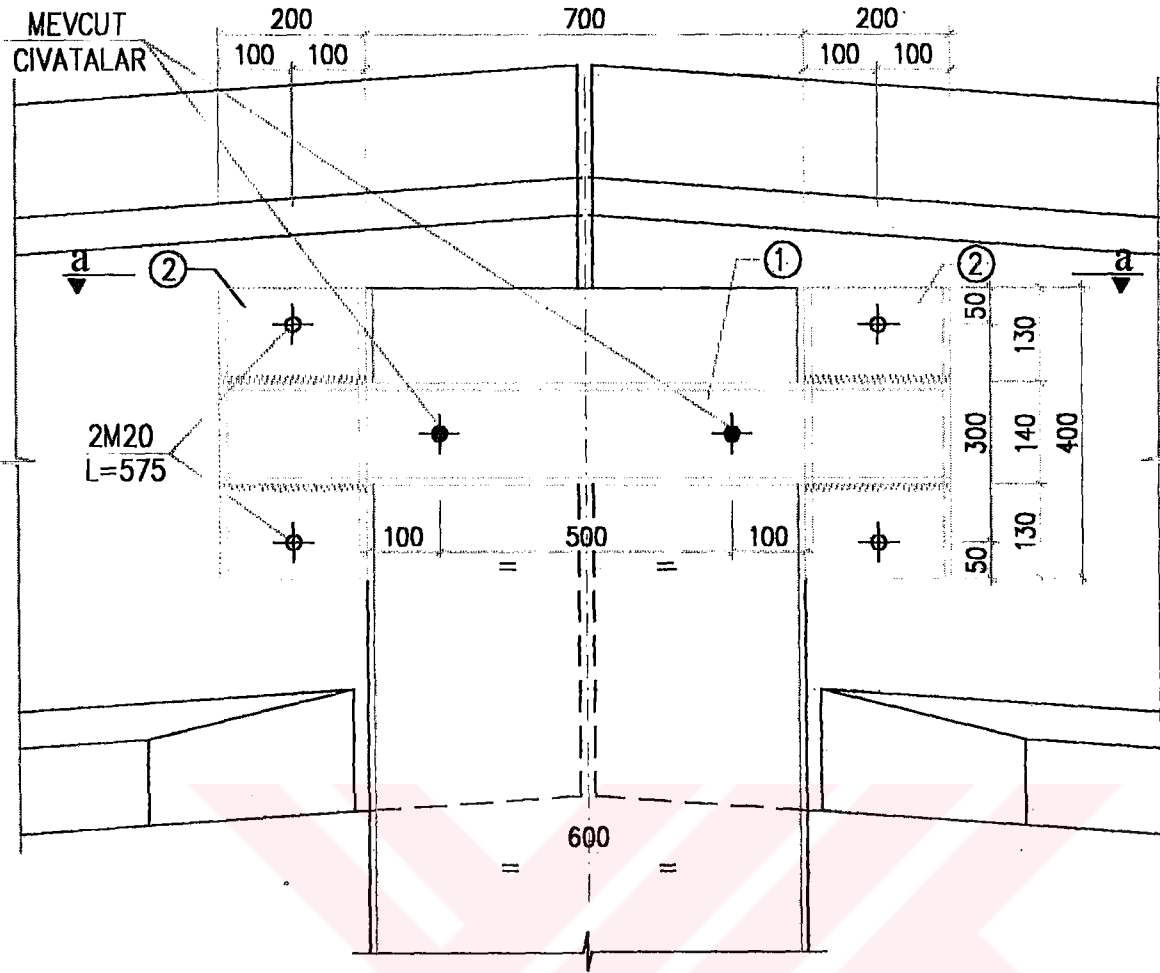
$$U300 \text{ için} \left\{ \begin{array}{l} F = 58,8 \text{ cm}^2 \\ G = 46,2 \text{ kg/m} \\ I_x = 8030 \text{ cm}^4 \\ i_x = 11,7 \text{ cm} \\ I_y = 495 \text{ cm}^4 \\ e_y = 2,70 \text{ cm} \\ b = 10,00 \text{ cm} \end{array} \right.$$



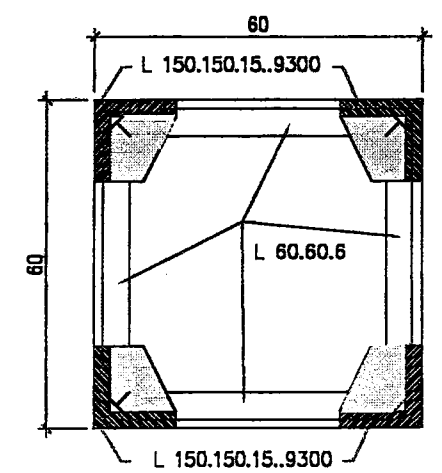
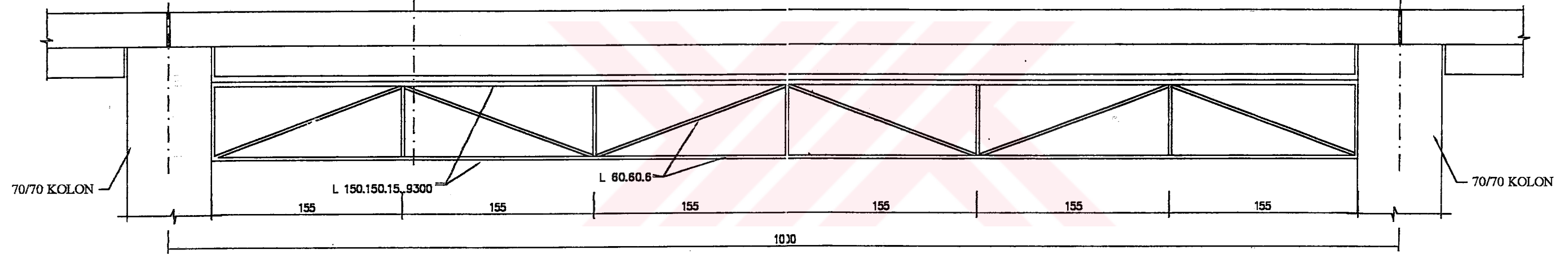
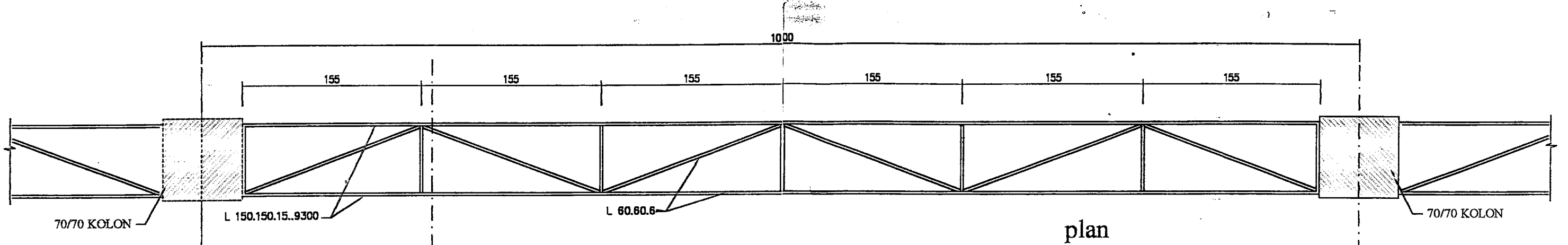
$$\begin{aligned}
 2 \text{ U300} & \left\{ \begin{aligned} F &= 58,8 * 2 &= 117,6 \text{ cm}^2 \\ G &= 46,2 * 2 &= 92,4 \text{ kg/m} \\ I_x &= 8030 * 2 &= 16060 \text{ cm}^4 \\ i_x &= 11,7 &= 11,7 \text{ cm} \\ I_y &= 2 * (495 + 58,8 * 53,29) &= 7256,9 \text{ cm}^4 \\ i_y &= \sqrt{7256,9 / 118} &= 7,86 \text{ cm} \end{aligned} \right. \\
 \lambda_x &= 470 / 7,86 = 60 \quad , \quad \longrightarrow \quad w = 1,36 \\
 \sigma_b &= 1,36 * 19,8 / 117,6 = 0,23 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2
 \end{aligned}$$



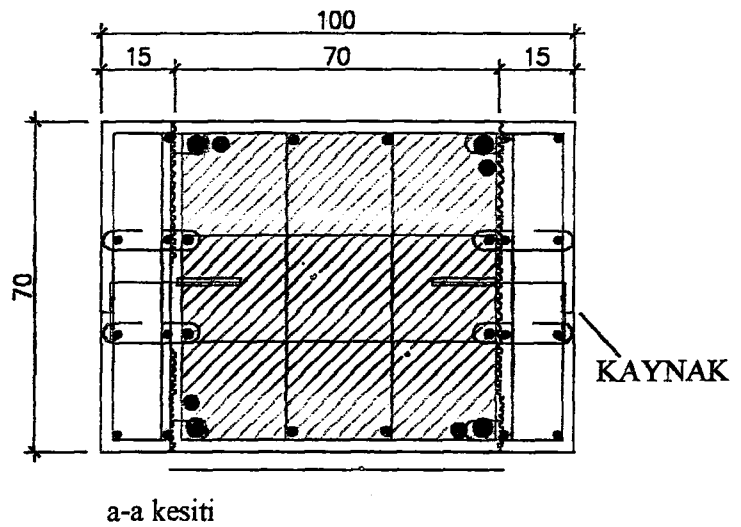
KOLON - MAKAS KIRIŞI
BİRLEŞİM TAKVİYESİ



MAHYADA
KOLON - KİRİŞ
ÇELİK TAKVİYE BAĞLANTISI



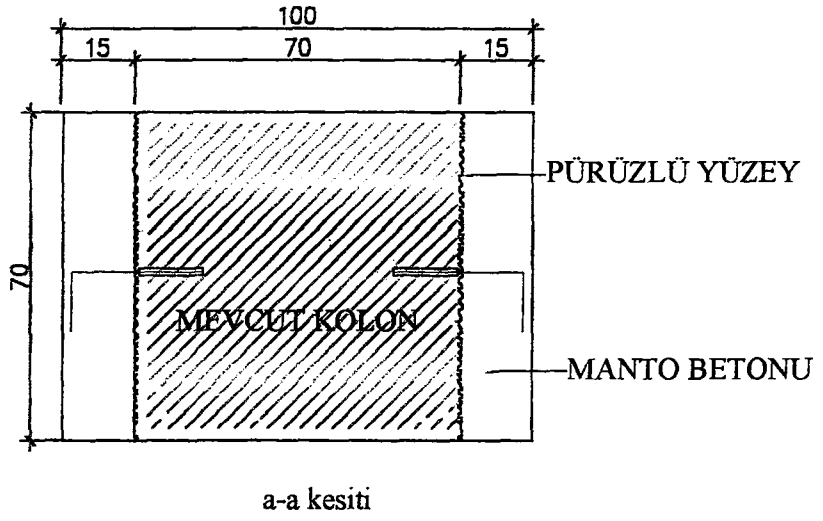
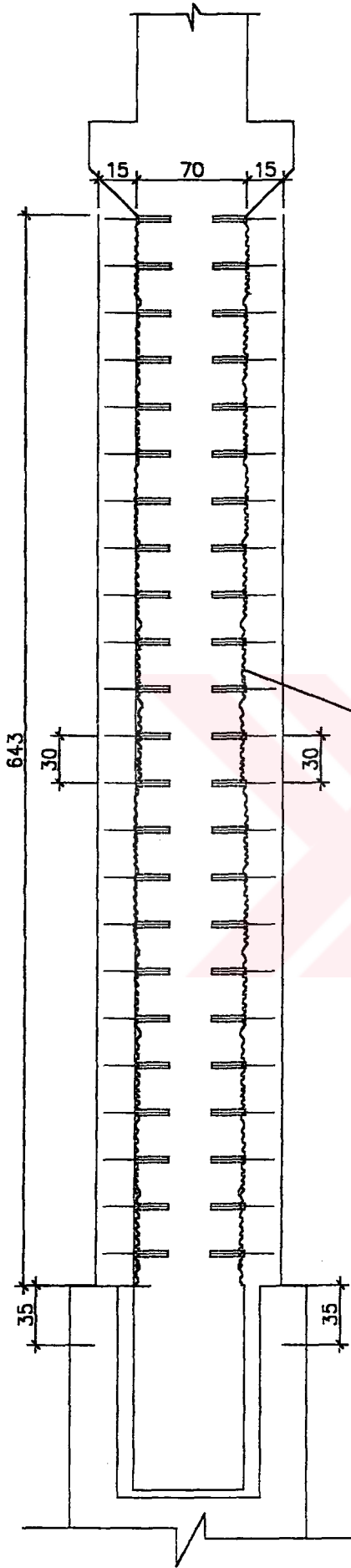
YATAY BAĞLANTI ELEMANI



E-ANKRAJ FİLİZLER

016 L=45

- # ESKİ ve YENİ BETONUN KAYNAŞTIRILMASI



PÜRÜZLÜ YÜZEY

* ESKİ BETON YÜZEYİ PURUZLENDİRİLECEK.
BU PURUZ YÜZEYİ EN AZ 3mm OLACAKTIR.

* FİLİZ DEMİRLERİNİN ESKİ BETONDA ANKRAJ
İÇİN ACILAN YUVALARA YÜKSEK DAYANIMLI
VE GENLESEN CİMENTOLU HARC KULLANILACAK.

* ANKRAJ İÇİN ACILAN DELİĞİN İÇİ TEMİZLENECEK.

* DONATININ BETONA BAĞLANMASI

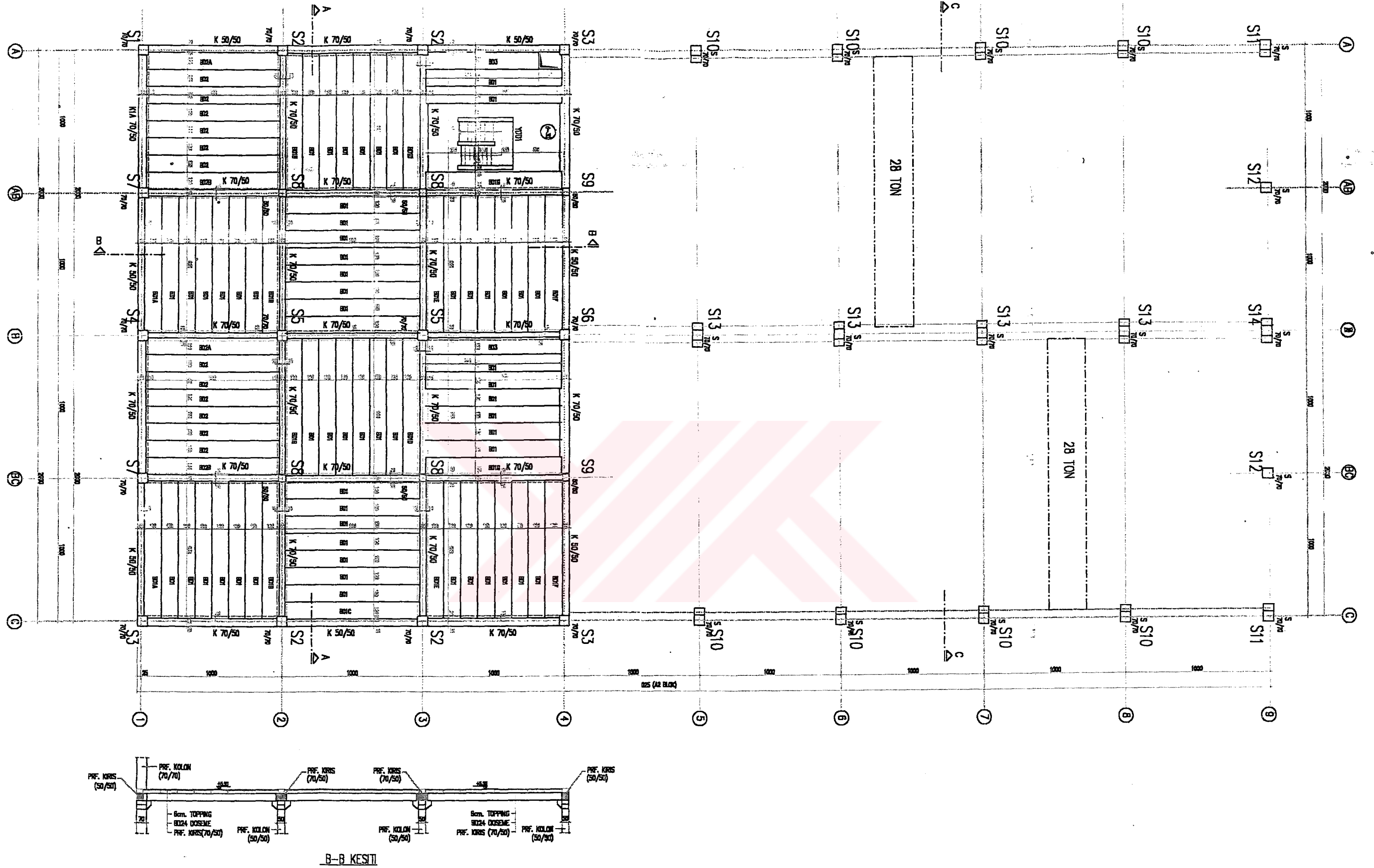
1) UCU GENLESEN ÖZEL ANKRAJ BULONU (HILTY) YADA

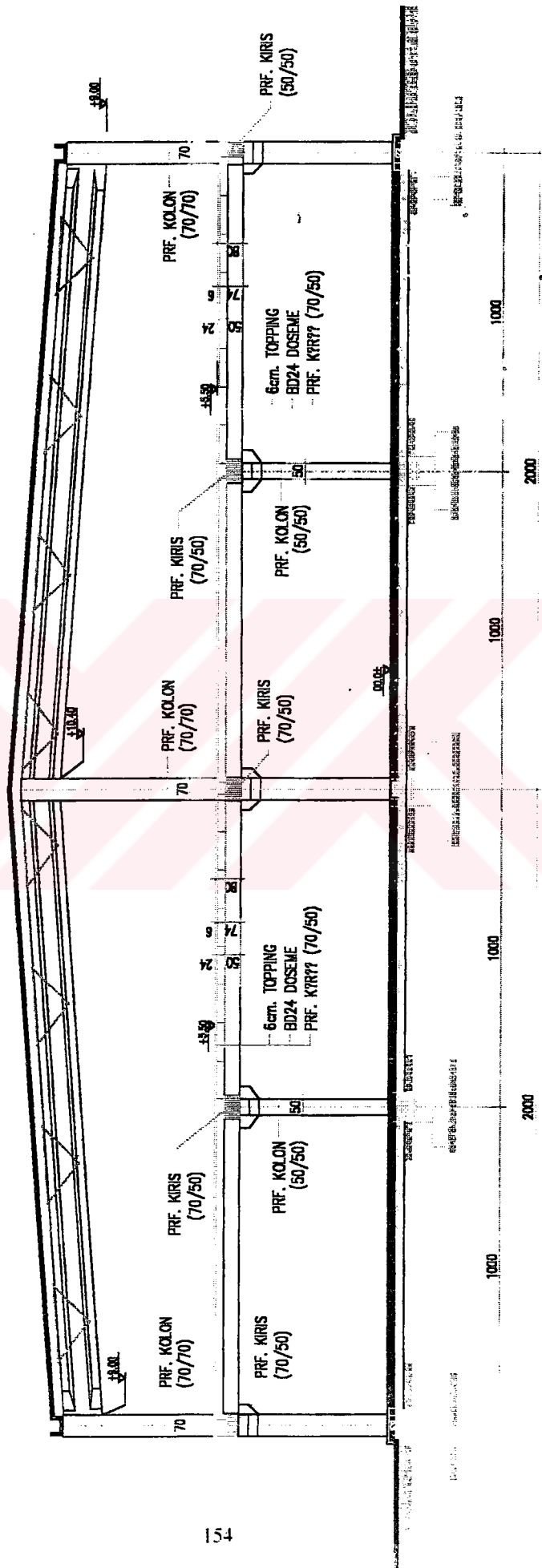
2) EPOKSI GİBİ KİMYASAL YAPSTIRICI KULLANILACAK.

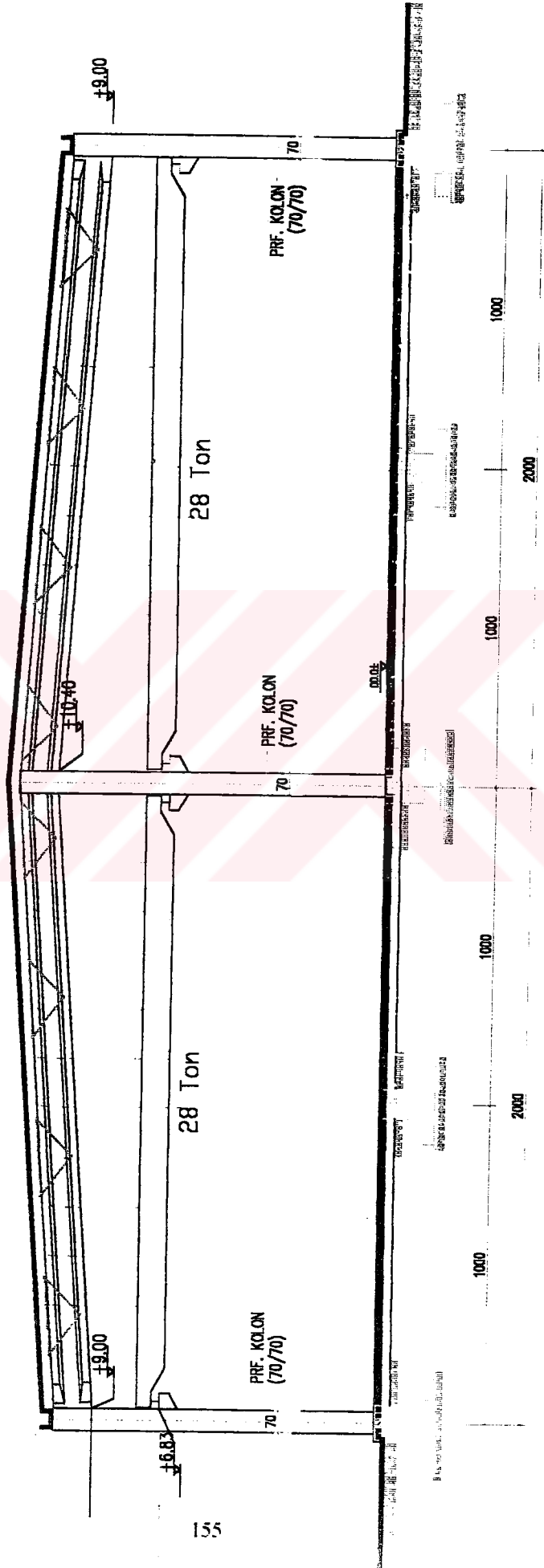
KAYNAK: DEPREMDE HASAR GÖREN YAPILARIN ONARIM
VE GÜÇLENDİRİLMESİ-NEJAT BAYULKE

**ESKİ ve YENİ BETONUN
KAYNAŞTIRILMASI**

PLAN







C-C KESITI

YÜK ANALİZLERİ

1.) Çatı yükü

* Çatı Kirişi (I 120)	= 665,00 Kg/m	= 0,665 t/m
* Uzay aşık	= 15,00 Kg/m ²	= 0,015 t/m ²
* Çatı kaplaması (Al.San.Pan.)	= 10,00 Kg/m ²	= 0,010 t/m ²
* Havalandırma+tesisat	= 20,00 Kg/m ²	= 0,020 t/m ²
* Oluk (50/50)	= 345,00 Kg/m	= 0,345 t/m
* Bina Cephe Panosu (II)	= 300,0 Kg/m ²	= 0,300 t/m ²
* Hareketli yük (kar)	= 75,00 Kg/m ²	= 0,075 t/m ²

2.) Deprem yükü

1998 Deprem Yönetmeliği uygulanmıştır. Bina alanına ait Zemin Raporu bulunmadığından Yerel Zemin Sınıfı Z4 ($T_A = 0.20$; $T_B = 0.90$) alınmıştır. Toplam Yükseklik $H_N < 25$ m olduğundan Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi uygulanmıştır. Yatay Yük Deprem katsayıları şu şekilde hesaplanmıştır :

Deprem katsayıları şu şekilde alınmıştır :

$$A = A_0 * I * S * 1 / R$$

$$A_0 = 0,40 \quad (I -ci \text{ Derece Deprem Bölgesi })$$

$$I = 1,0 \quad (\text{Yapı Önem Katsayısı})$$

$$S = \quad (\text{Yapı Spectrum Katsayısı -SAP2000 Yük analizi sonucu bulunacaktır.})$$

$$R = 6 \quad (\text{Yapı Tipi Katsayısı - Moment aktaran çerçeve})$$

Binanın hesap yönündeki birinci doğal titreşim periyodu 6.7.4.2- Maddesine göre yaklaşık olarak

$T_1 \approx T_{1A} = C_t * I$ formülüne göre hesaplanacaktır .

$$C_t = 0,07 \quad (\text{Betonarme Çerçevesiz Bina})$$

$$H_N : \quad \text{Bina Hesap Yüksekliği}$$

Binanın hesap yönündeki birinci doğal titreşim periyodu Madde 6.7.4.3 - te verilen formül yerine SAP2000 programıyla hesap edildikten sonra 6.7.4.4 - Madde uyarınca $T_{1A} > 1.0$ s olması durumunda , T_1 'in deprem hesabında gözönüne alınacak en büyük değeri, T_{1A} 'nın 1.30 katından daha fazla alınmayacaktır.

Binanın hesap yönündeki birinci doğal titreşim periyodu T_1 'e bağlı olarak nihai $S(T)$ hesaplanacaktır (Madde 6.4.3) .

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

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

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

3.) Rüzgar yükü

40/60 KOLON

$$q = 0,08 \text{ t/m}^2 \quad h_{ort} = 9,65 \text{ m}$$

$$Q = 0,08 * (3,35 + 3,33) = 0,53 \text{ t/m}$$

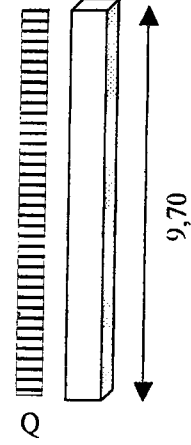
$$M_r = 0,53 * 9,65 / 2 = 24,9 \text{ tm}$$

$$M_{dr} = 1,30 * 24,9 = 32,3 \text{ tm}$$

$$N = 0,4 * 0,6 * 9,70 * 2,5 = 5,82 \text{ t}$$

$$N_d = 0,9 * 5,82 = 5,24 \text{ t}$$

$$A_s = 15,9 \text{ cm}^2$$



4.) Arakat yükü

* BD24 (24cm + 6 cm)	= 0,421 + 0,150	= 0,571 t/m ²
* Kaplama	= 0,110	= 0,110 t/m ²
* Kiriş öz ağırlığı (K1 70/50)	= 0,470 * 2,500	= 1,175 t/m
* Kiriş öz ağırlığı (K2 50/50)	= 0,400 * 2,500	= 1,000 t/m
* Klasik Döşeme (d=30)	= 0,300 * 2,400	= 0,720 t/m
* İç duvar	= 0,420	= 0,420 t/m ²
* Hareketli yük	= 0,500	= 0,500 t/m ²

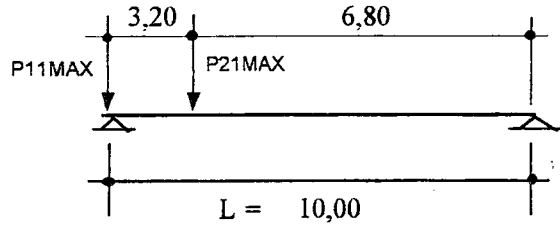
5.) Kren yükü

Kren kirişine ait mesnet reaksiyonları EGE MAKİNA TİC. VE SAN. LTD.'nin teknik departmanından alınmıştır.

28 ton Ağırlığında 20.00m açıklığında kren köprüsü .

R1max = 17,40 t	P = 28,0 t
R2max = 18,00 t	Tekerlekler arası mesafe : 3,20 m
R1min = 3,72 t	
R2min = 4,25 t	
HMKR1 = 0,37 t	Kren Köprüsü Öz Ağırlığı = 17,4 + 18,0 + 3,72 + 4,25
HMKR2 = 1,61 t	= 39,32 t
FMKA1 = 0,01 t	
FMKA2 = 0,16 t	= 15,4 t
FS = 5,04 t	
Y12 = 0,92 t	
Y22 = 4,12 t	

KREYN KİRİŞİNDEN GELEBİLECEK MAX. REAKSİYONLAR



$$R_{\max} = 17,40 + 18,00 = 35,40 \text{ t} \quad a/2 = 1,60$$

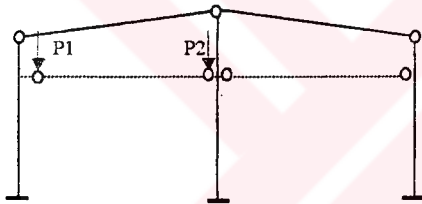
$$R_{\min} = 3,72 + 4,25 = 7,97 \text{ t}$$

$$(10,00 - 1,60) / 10,00 = 0,84$$

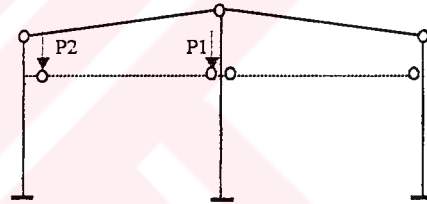
$$P1_{\max} = 35,40 * 0,84 = 29,74 \text{ t}$$

$$P2_{\min} = 7,97 * 0,84 = 6,69 \text{ t}$$

K1 YÜKLEMESİ



K2 YÜKLEMESİ



UZAY AŞIK KİRİŞİ HESABI L=10.00 m

Aşık kirişine gelen yükler :

$$a : \text{İki Aşık arası mesafe} = 2,50 \text{ m}$$

$$b : \text{İki düğüm noktası arası mesafe}$$

$$* \text{ Uzak aşık öz ağırlığı} = 0,015 \cdot a = 2,50 = 0,038$$

$$* \text{ Çatı kaplama ağırlığı} = 0,010 \cdot a = 2,50 = 0,025$$

$$g = 0,063 \text{ t/m}$$

$$* \text{ Hareketli Yük (Kar)} = 0,075 \cdot a = 2,50 = 0,188$$

$$* \text{ Hareketli Yük (Tesisat)} = 0,020 \cdot a = 2,50 = 0,050$$

$$q = 0,238 \text{ t/m}$$

$$p = g + q = 0,063 + 0,238 = 0,300 \text{ t/m}$$

DÜĞÜM NOKTALARINA GELEN YÜK HESABI :

30 , 31 , 32 , 33 NO' LU NOKTALAR İÇİN

$$b = (1,14 + 0,240) / 2 = 0,689 \text{ m}$$

$$F1 = p \cdot b / 2 = 0,300 \cdot 0,689 / 2 = 0,103 \text{ t}$$

2 , 12 , 9 , 19 NO' LU NOKTALAR İÇİN

$$b = (1,14 + 1,032) / 2 = 1,085 \text{ m}$$

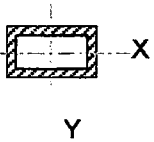
$$F2 = p \cdot b / 2 = 0,300 \cdot 1,085 / 2 = 0,163 \text{ t}$$

3 , , 8 , 13 , , 18 NO' LU NOKTALAR İÇİN

$$b = (1,03 + 1,032) / 2 = 1,032 \text{ m}$$

$$F3 = p \cdot b / 2 = 0,300 \cdot 1,032 / 2 = 0,155 \text{ t}$$

KESİTLER :



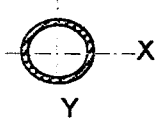
40.60.3

Üst Başlık

$$F = 5,64E-04 \text{ m}^2 = 5,640 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 1,43E-07 \text{ m}^4 = 14,310 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 7,16E-06 \text{ m}^3 = 7,157 \text{ cm}^3$$

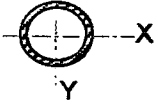


1" Lik Boru (t=3,25 mm)

D = 33,7 mm

Örgü Çubukları

$$\begin{aligned} F &= 3,11E-04 \text{ m}^2 = 3,109 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 3,64E-08 \text{ m}^4 = 3,644 \text{ cm}^4 \\ W_x &= 2,16E-06 \text{ m}^3 = 2,163 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

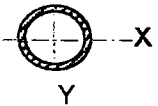


1/2" Lik Boru (t=3,25 mm)

D = 48,3 mm

Örgü Çubukları

$$\begin{aligned} F &= 4,60E-04 \text{ m}^2 = 4,600 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 1,17E-07 \text{ m}^4 = 11,730 \text{ cm}^4 \\ W_x &= 4,86E-06 \text{ m}^3 = 4,857 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



2" Lik Boru (t=3,65 mm)

D = 60,3 mm

Alt Başlık

$$\begin{aligned} F &= 6,50E-04 \text{ m}^2 = 6,496 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 2,62E-07 \text{ m}^4 = 26,174 \text{ cm}^4 \\ W_x &= 8,68E-06 \text{ m}^3 = 8,679 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Çubuk kuvvetlerini bulmak için SAP2000 proramından yararlanılmıştır. Yularıda verilen yükler altında aşık elemanı çözülmüş, elde edilen değerler ile Tablo ... Oluşturulmuştur.

KESİT TAHKİKLERİ :

Üst Başlık :

Basınç : $N_{max} = -1,580 \text{ t}$
 $S_{kx}=S_{ky}=S_{max} = 113,8 \text{ cm}$

Kesit : 40.60.3

$$i_x = \sqrt{I_x / F} = \sqrt{14,31 / 5,64}$$

$$i_x = i_{min} = 1,59 \text{ cm}$$

$$\lambda_{max} = S_{max} / i_{min}$$

$$\lambda_{max} = 113,8 / 1,59 = 71 \longrightarrow w = 1,49$$

$$\sigma = w * N / F = 1,49 * 1,580 / 5,640 = 0,42 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2$$

Alt Başlık :

Çekme : $N_{max} = 3,159 \text{ t}$
 $S_{kx}=S_{ky}=S_{max} = 103,2 * 2 = 206,4 \text{ cm}$

Kesit : 2" Lik Boru

$$i_x = \sqrt{I_x / F} = \sqrt{26,17 / 6,50}$$

$$i_x = i_{min} = 2,01 \text{ cm}$$

$$\lambda_{max} = S_{max} / i_{min}$$

$$\lambda_{max} = 103,2 / 2,01 = 51 < 250$$

Eksenel çekme kuvveti alan çubuklarda, hiçbir yük kombinasyonunda basınca dönüşme olmasa dahi, b1 çubuklar için seçilecek enkesitlerde de, muhakkak düzlem içindeki çubuk narınlığının 250' nin altında kaldığını göstermek gerekir. [AHŞAP VE ÇELİK YAPI ELEMANLARI - Y.ODABAŞI.syf 437]

$$\sigma = N / F = 3,159 / 26,174 = 0,12 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2$$

Üst Kafes Diyagonalleri :

Çekme : $N_{\max} = 0,002 \text{ t}$ Kesit :  1 1/2" Lik Boru
 $S_{kx}=S_{ky}=S_{\max} = 155,5 * 2 = 311,0 \text{ cm}$
 $i_x = \sqrt{I_x / F} = \sqrt{11,73 / 4,60}$
 $i_x = i_{\min} = 1,60 \text{ cm}$

$$\lambda_{\max} = S_{\max} / i_{\min}$$

$$\lambda_{\max} = 311,0 / 1,60 = 195 < 250$$

$$\sigma = N / F = 0,002 / 4,600 = 0,0005 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2$$

$N_{\max} = -0,002 \text{ t}$ Basınç çubuğu
 $S_{kx}=S_{ky}=S_{\max} = 155,5 \text{ cm}$

$$\lambda_{\max} = S_{\max} / i_{\min}$$

$$\lambda_{\max} = 155,5 / 1,60 = 97 \longrightarrow w = 1,9$$

$$\sigma = w * N / F = 1,9 * 0,002 / 4,600 = 0,0010 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2$$

Üst Kafes Dikmeleri :

Çekme : $N_{\max} = 0,082 \text{ t}$ Kesit :  1" Lik Boru
 $S_{kx}=S_{ky}=S_{\max} = 106 * 2 = 212,0 \text{ cm}$
 $i_x = \sqrt{I_x / F} = \sqrt{3,64 / 3,11}$
 $i_x = i_{\min} = 1,08 \text{ cm}$

$$\lambda_{\max} = S_{\max} / i_{\min}$$

$$\lambda_{\max} = 212,0 / 1,08 = 196 < 250$$

$$\sigma = N / F = 0,082 / 3,109 = 0,0262 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2$$

Yan Kafes Diyagonalleri :

Çekme : $N_{\max} = 0,794 \text{ t}$ Kesit :  1" Lik Boru
 $S_{kx}=S_{ky}=S_{\max} = 133,8 * 2 = 267,6 \text{ cm}$
 $i_x = \sqrt{I_x / F} = \sqrt{3,64 / 3,11}$
 $i_x = i_{\min} = 1,08 \text{ cm}$

$$\lambda_{\max} = S_{\max} / i_{\min}$$

$$\lambda_{\max} = 267,6 / 1,08 = 247 < 250$$

$$\sigma = N / F = 0,794 / 3,11 = 0,26 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2$$

Basınç : $N_{\max} = -0,767 \text{ t}$ Basınç çubuğu
 $S_{kx}=S_{ky}=S_{\max} = 129,3 \text{ cm}$

$$\lambda_{\max} = S_{\max} / i_{\min}$$

$$\lambda_{\max} = 129,3 / 1,08 = 119 \longrightarrow w = 2,48$$

$$\sigma = w * N / F = 2,48 * 0,767 / 3,109 = 0,61 \text{ t/cm}^2 < 1,44 \text{ t/cm}^2$$

BİRLEŞİM HESABI :

Örgü Çubuklarından max Çekme : $3,16 \text{ t}$

Kaynak kalınlığı : $a = 4,00 \text{ mm}$

$$F_k = F = 0,4 * \pi * D = 0,4 * \pi * 6,03 = 7,57 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_k = 3,16 / 7,57 = 0,42 \text{ t/cm}^2 < \tau_{k, \text{cm}} = 1,10 \text{ t/cm}^2$$

SEHİM KONTROLÜ :

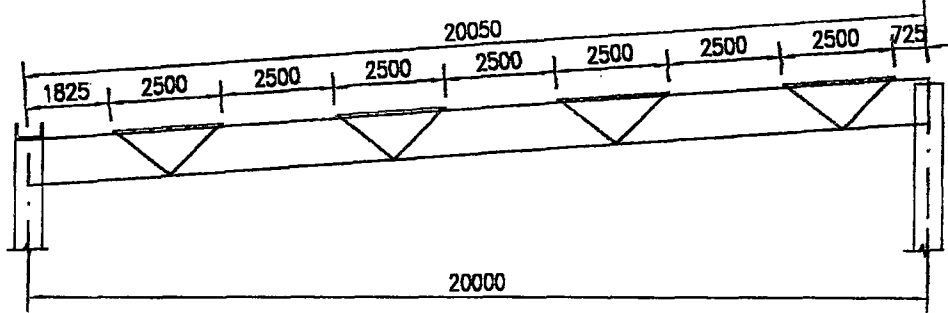
Maksimum çökme 6, 15, ve 25 no'lu düğüm noktalarında meydana gelmiştir.

$$f = -0,0043 \text{ m} = -0,4323 \text{ cm} < f_{\max} = L / 300 = 3,3333 \text{ cm}$$

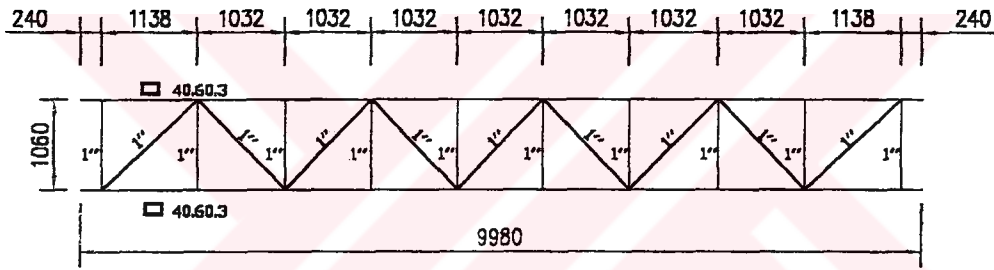
TABLO				
Çubuk			Çubuk Kuvvetleri (Ton)	Çubuk Enkesiti
Tür	No	Boy (m)		
ÜST BAŞLIK	2	1,03	-0,899	 40.60.3 KUTU
	3	1,03	-1,275	
	4	1,03	-1,503	
	5	1,03	-1,578	
	6	1,03	-1,504	
	7	1,03	-1,276	
	8	1,03	-0,901	
	11	1,03	-0,903	
	12	1,03	-1,279	
	13	1,03	-1,506	
	14	1,03	-1,580	
	15	1,03	-1,506	
	16	1,03	-1,278	
	17	1,03	-0,902	
	84	0,24	0,000	
	85	1,14	-0,365	
	86	0,24	0,000	
	87	1,14	-0,370	
	89	1,14	-0,368	
	90	0,24	0,000	
	91	1,14	-0,368	
	92	0,24	0,000	
ALT BAŞLIK	19	1,03	1,348	 2" LİK BORU
	20	1,03	2,254	
	21	1,03	2,857	
	22	1,03	3,159	
	23	1,03	3,159	
	24	1,03	2,857	
	25	1,03	2,254	
	26	1,03	1,348	
ÜST KAFES DIYAGONALLARI	74	1,48	-0,002	 1 1/2" LİK BORU
	75	1,48	-0,002	
	76	1,48	-0,002	
	78	1,48	0,002	
	79	1,48	0,002	
	80	1,48	0,002	
	81	1,48	0,002	
	82	1,56	-0,002	
	88	1,56	-0,002	

ÜST KAFES DİKMELERİ	64	1,06	0,082	 1 1/2" LİK BORU
	65	1,06	0,078	
	66	1,06	0,078	
	67	1,06	0,078	
	68	1,06	0,078	
	69	1,06	0,078	
	70	1,06	0,078	
	71	1,06	0,082	
	83	1,06	0,000	
	94	1,06	0,000	
YAN KAFES DİYAGONALLERİ	28	1,29	0,566	 1" LİK BORU
	29	1,29	0,377	
	30	1,29	0,188	
	31	1,29	-0,001	
	32	1,29	-0,190	
	33	1,29	-0,379	
	34	1,29	-0,568	
	35	1,29	-0,767	
	36	1,29	-0,764	
	37	1,29	-0,566	
	38	1,29	-0,377	
	39	1,29	-0,188	
	40	1,29	0,001	
	41	1,29	0,190	
	42	1,29	0,379	
	43	1,29	0,568	
	46	1,29	0,568	
	47	1,29	0,379	
	48	1,29	0,190	
	49	1,29	0,001	
	50	1,29	-0,188	
	51	1,29	-0,377	
	52	1,29	-0,566	
	53	1,29	-0,764	
	54	1,29	-0,767	
	55	1,29	-0,568	
	56	1,29	-0,379	
	57	1,29	-0,190	
	58	1,29	-0,001	
	59	1,29	0,188	
	60	1,29	0,377	
	61	1,29	0,566	
	95	1,34	0,794	
	96	1,34	0,792	
	97	1,34	0,792	
	98	1,34	0,794	

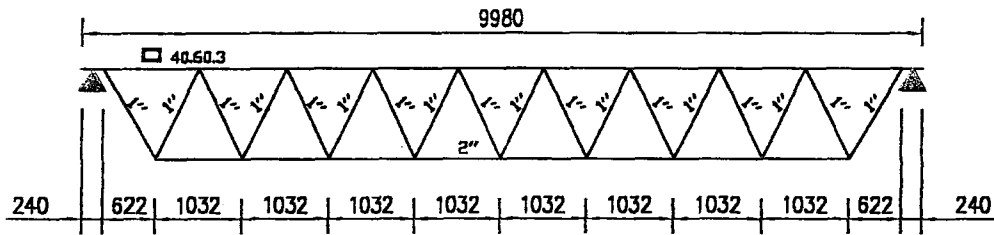
ASIK YERLESİMİ



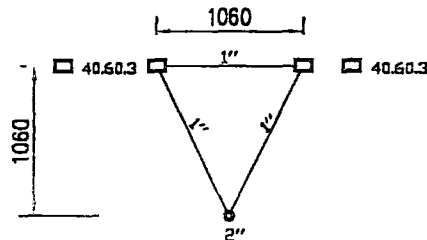
UST GORUNUS

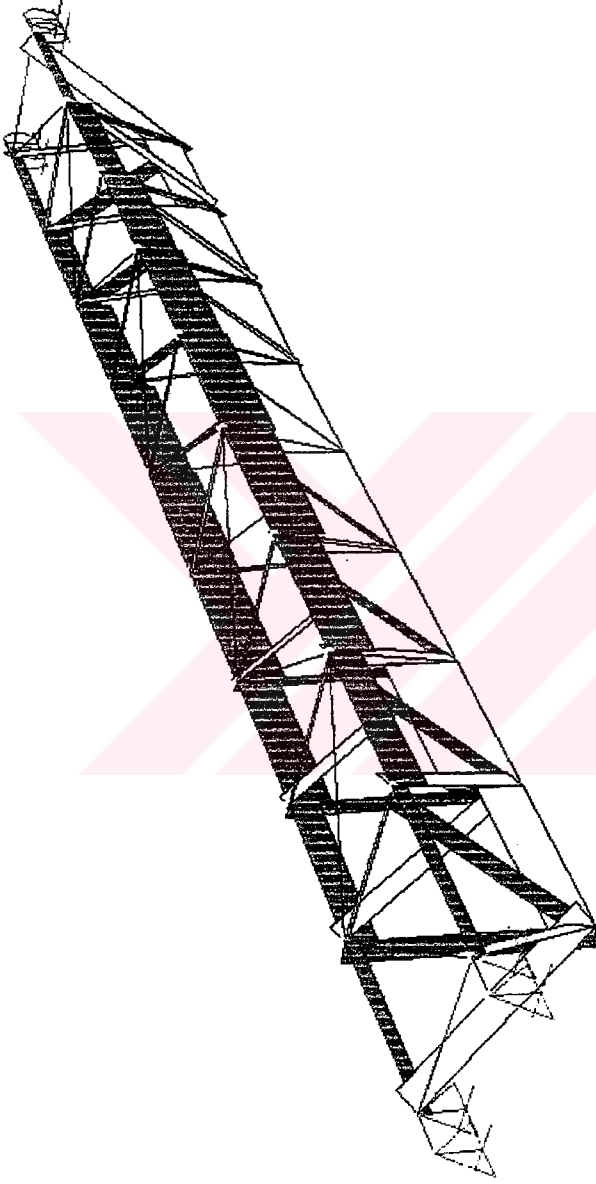


YAN GORUNUS



KARSI GORUNUS





Şekil 6.7 Uzay aşı Axial Force Diagram

L=10.00 m OLUK KİRİŞİ HESABI

A-) KULLANILAN MALZEME

$$\begin{array}{ll} \text{BS 35} & f_{ck} = 350 \text{ Kg/cm}^2 \\ 3/8'' & A = 54,8 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$\text{Başlangıç çekme kuvveti} = 4172,64 \text{ Kg/tel}$$

$$\text{Kopma Kuvveti} = 5563,52 \text{ Kg/tel}$$

$$\text{İşletme çekme kuvveti} = 3338,11 \text{ Kg/tel}$$

B-) ÖNGERİLMELİ ELEMANLAR İÇİN GERİLME SINIR DEĞERLERİ

BS 35 için : Kısmi Öngermede :

1- Aktarma Sırasında

MESNETTE

$$\text{Basınç} : 0,6 * 0,85 * f_{ck} = 0,6 * 0,85 * 350 = + 178,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Çekme} : 1,6 * \sqrt{0,85 * f_{ck}} = 1,6 * \sqrt{0,85 * 350} = - 27,6 \text{ Kg/cm}^2$$

AÇILIKTA

$$\text{Çekme} : 0,8 * \sqrt{0,85 * f_{ck}} = 0,8 * \sqrt{0,85 * 350} = - 13,8 \text{ Kg/cm}^2$$

2- İşletme Sırasında

MESNETTE

$$\text{Basınç} : 0,45 * f_{ck} = 0,45 * 350 = + 157,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Çekme} : 1,6 * \sqrt{f_{ck}} = 1,6 * \sqrt{350} = - 29,9 \text{ Kg/cm}^2$$

AÇILIKTA

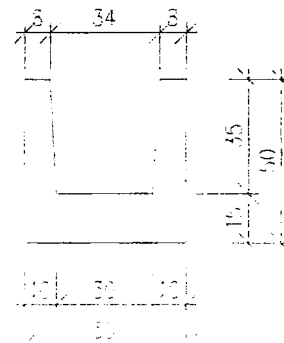
$$\text{Basınç} : 0,45 * f_{ck} = 0,45 * 350 = + 157,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Çekme} : 3,2 * \sqrt{f_{ck}} = 3,2 * \sqrt{350} = - 59,9 \text{ Kg/cm}^2$$

C-) KESİT ÖZELLİKLERİ

1- Kiriş Kesit Alanı :

$$A : (\text{Kesit Alanı}) = 1380,0 \text{ cm}^2$$



2- Kiriş Ağırlık Merkezinin Yeri :

$$X_g : (x \text{ 'e göre ağırlık merkezi}) = 25,00 \text{ cm}$$

$$Y_g : (y \text{ 'e göre ağırlık merkezi}) = 18,62 \text{ cm}$$

3- Tarafsız Eksene Göre Atalet momenti :

$$I_{xg} : (\text{Ağırlık merkezi x-x eks. etrafındaki atalet momenti}) = 281152,73 \text{ cm}^4$$

4- Mukavemet Momenti :

$$W_{üst} : (\text{üst}) = 8958,80 \text{ cm}^3$$

$$W_{alt} : (\text{alt}) = 15101,81 \text{ cm}^3$$

D-) YÜKLER

$$* \text{ Kiriş öz ağırlığı} = 0,138 * 2500 = 345,0 \text{ Kg/m}$$

$$* \text{ Çatı Kaplaması (Al.San.Pan.)} = 10,00 * 2,00 = 20,0 \text{ Kg/m}$$

$$g = 365,0 \text{ Kg/m}$$

$$* \text{ Hareketli yük (Kar)} = 75,00 * 2,00 = 150,0 \text{ Kg/m}$$

$$* \text{ Hareketli yük (Su)} = 100,00 * 0,20 = 20,0 \text{ Kg/m}$$

$$* \text{ Havalandırma + Tesisat} = 20,00 * 2,00 = 40,0 \text{ Kg/m}$$

$$q = 210,0 \text{ Kg/m}$$

$$P_d = 1,4 * 365,0 + 1,6 * 210,0 = 847,0 \text{ Kg/m}$$

$$V_d = 847,0 * 10,00 / 2 = 4235,0 \text{ Kg}$$

$$M_d = 847,0 * 10,00^2 / 8 = 10587,50 \text{ Kgm}$$

E-) GERİLME KONTROLLERİ

1- AKTARMA (T=0) ANINDAKİ GERİLME KONTROLLERİ

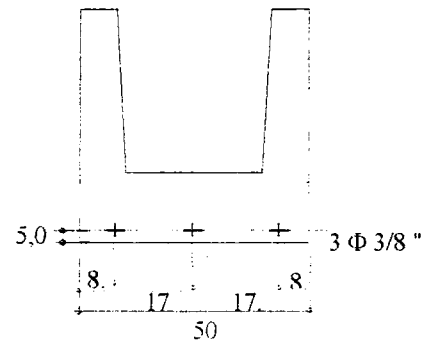
1-A-) AÇIKLIK ORTASINDA ÖNGERME KUVVETİNDEN MEYDANA GELEN GERİLMELER

Kiriş altına göre öngerilim telleri ağırlık merkezinin yeri :

$$d' = \left(\frac{3 * 5,0}{3} \right) = 5,00 \text{ cm}$$

Öngerme kuvvetinin Eksantritesi :

$$e = V' - d' = 18,62 - 5,0 = 13,62 \text{ cm}$$



Toplam Öngerilme Kuvveti :

$$F = 4172,64 * (1 - 0,05) * 3 = 11892,0 \text{ Kg}$$

Aktarma esnasında %5'lik kayıp alındı.

$$\text{Üst Beton Lifinde : } \sigma_{\text{üst}} = \frac{F}{A} - \frac{F * e}{W_{\text{üst}}} = \frac{11892,0}{1380,0} - \frac{11892,0 * 13,62}{8958,80}$$

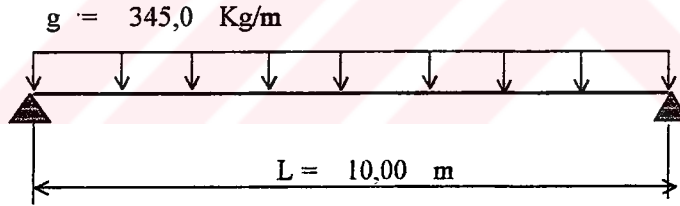
$$\sigma_{\text{üst}} = 8,62 - 18,08 = -9,46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Alt Beton Lifinde : } \sigma_{\text{alt}} = \frac{F}{A} + \frac{F * e}{W_{\text{alt}}} = \frac{11892,0}{1380,0} + \frac{11892,0 * 13,62}{15101,81}$$

$$\sigma_{\text{alt}} = 8,62 + 10,7 = 19,34 \text{ Kg/cm}^2$$

Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

1-B-) KİRİŞ ZATİ AĞIRLIĞINDAN MEYDANA GELEN GERİLMELER



$$V_{\text{zati}} = 345,0 * 10,00 / 2 = 1725,00 \text{ Kg}$$

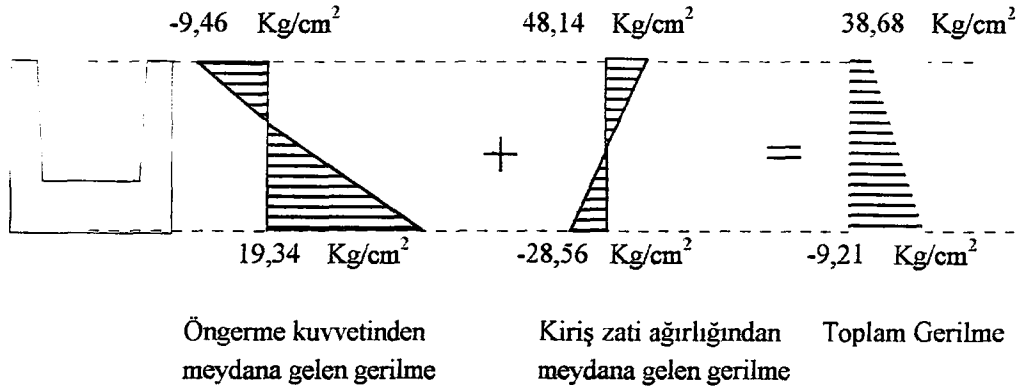
$$M_{\text{zati}} = 345,0 * 10,00^2 / 8 = 4312,50 \text{ Kgm}$$

$$\sigma_{\text{alt}} = M / W_{\text{alt}} = 431250 / 15101,8 = - 28,56 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Açıklıkta}$$

$$\sigma_{\text{üst}} = M / W_{\text{üst}} = 431250 / 8958,8 = + 48,14 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Açıklıkta}$$

Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

1-C-) AKTARMA (T=0) ANINDAKİ KİRİŞDEKİ TOPLAM GERİLMELER



$$\Sigma \sigma_a = \left| -9,2 \right| \text{ Kg/cm}^2 < \left| 178,5 \right| \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Sigma \sigma_u = \left| 38,68 \right| \text{ Kg/cm}^2 < \left| 178,5 \right| \text{ Kg/cm}^2$$

Gerilmeler gerilme sınır değerleri içerisinde.

2-) İŞLETME ANINDA MEYDANA GELEN GERİLMELER

2-A-) İŞLETME ANINDAKİ ÖNGERME KUVVETİNDEN MEYDANA GELEN GERİLMELER

Toplam Öngerilme Kuvveti :

$$F = 3338,11 * 3 = 10014 \text{ Kg}$$

$$\text{Üst Beton Lifinde : } \sigma_{üst} = \frac{F}{A} - \frac{F * e}{W_{üst}} = \frac{10014,3}{1380,0} - \frac{10014,3 * 13,62}{8958,80}$$

$$\sigma_{üst} = 7,26 - 15,22 = -7,97 \text{ Kg/cm}^2$$

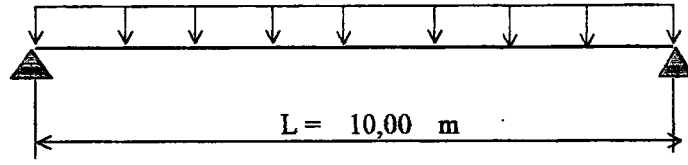
$$\text{Alt Beton Lifinde : } \sigma_{alt} = \frac{F}{A} + \frac{F * e}{W_{alt}} = \frac{10014,3}{1380,0} + \frac{10014,3 * 13,62}{15101,81}$$

$$= 7,26 + 9,03171 = 16,29 \text{ Kg/cm}^2$$

Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek +1 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

2-B-) ÇATI KAPLAMASINDAN MEYDANA GELEN GERİLMELER

$$G_{(\text{çatı kap.})} = 20,0 \text{ Kg/m}$$



$$V_{\text{çatı kap.}} = 20,0 * 10,00 / 2 = 100,00 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{çatı kap.}} = 20,0 * 10,00^2 / 8 = 250,00 \text{ Kgm}$$

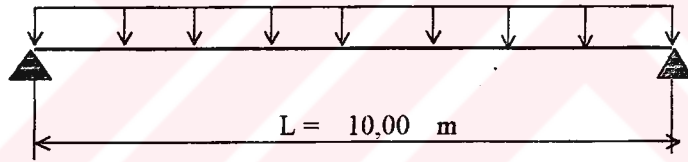
$$\sigma_{\text{alt}} = M / W_{\text{alt}} = 25000 / 15101,8 = - 1,66 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Açıklıkta}$$

$$\sigma_{\text{üst}} = M / W_{\text{üst}} = 25000 / 8958,8 = + 2,79 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Açıklıkta}$$

Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

2-C-) HAREKETLİ YÜKLERDEN MEYDANA GELEN GERİLMELER

$$Q_{(\text{Kar+Su+hav. tes.})} = 210,0 \text{ Kg/m}$$



$$V_{\text{çatı kap.}} = 210 * 10,00 / 2 = 1050,00 \text{ Kg}$$

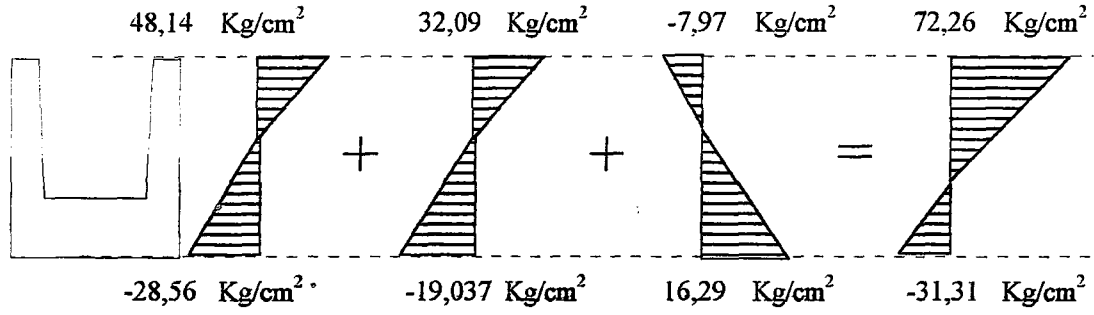
$$M_{\text{çatı kap.}} = 210 * 10,00^2 / 8 = 2625,00 \text{ Kgm}$$

$$\sigma_{\text{alt}} = M / W_{\text{alt}} = 262500 / 15101,8 = - 17,38 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Açıklıkta}$$

$$\sigma_{\text{üst}} = M / W_{\text{üst}} = 262500 / 8958,8 = + 29,30 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Açıklıkta}$$

Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

2-C -) T=∞ ANINDAKİ TOPLAM GERİLMELER



Kiriş zati ağırlığından
mey.gelen ger.

Hareketli+çatı kap.dan
mey.gelen ger.

Öngerme kuv.'nden
mey.gelen ger.

Toplam
Gerilme

$$\begin{aligned} \Sigma \sigma_s &= \begin{vmatrix} -31,31 \\ 72,3 \end{vmatrix} \text{ Kg/cm}^2 < \begin{vmatrix} -59,9 \\ 157,5 \end{vmatrix} \text{ Kg/cm}^2 \\ \Sigma \sigma_a &= \begin{vmatrix} -31,31 \\ 72,3 \end{vmatrix} \text{ Kg/cm}^2 < \begin{vmatrix} -59,9 \\ 157,5 \end{vmatrix} \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Aktarma, İşletme durumunda Kiriş boyunca meydana gelen gerilmelerin süperpozisyonu ve sınır gerilme değerleri Tablo . . . Verilmiştir.

F-) SEHİM HESABI

$$E_{pc} : \text{ Prefabrike betonun elastisite modülü} = 10270 \sqrt{f_{ck}} + 140000 = 357860 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 357860 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{BS 45'in beton elastisite modülü}$$

E_{ce} : Uzun süreli yükler altındaki sehim hesabı için Öngerilme kuvveti ve kalıcı yükler altında beton kesit özellikleri ve sünmeden ötürü değişen beton elastisite modülü.

$$E_{ce} = \frac{E_c}{(1 + k_c * E_c)} = \frac{357859.60}{(1 + 0,0000048 * 357860)} = 131676 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I = 281152,7 \text{ cm}^4 \quad (\text{Açılık ortasındaki prefabrik kiriş kesitinin atalet momenti})$$

$$Y_g = 18,62 \text{ cm} \quad (\text{Açılık ortasındaki prefabrik kiriş kesitinin ağırlık merkezi})$$

Kiriş aktarma anında (işletme durumuna gelmeden önce) oluşan sehimin kontrolü aşağıda hesaplanmıştır.

* T=0 anında öngerme telinden meydana gelen gelen ters sehim :

$$f_{\text{öng.}} = \frac{4172,64 * (3 * 13,6 + 0,0 * 9,6 + 0,0 * 6,6) * 1000^2}{8 * 357859,6 * 281152,73} = 0,21 \text{ cm} \uparrow$$

* T=0 anında Kiriş zati ağırlığından meydana gelen sehim :

$$f_g = \frac{5 * 3,45 * 1000^4}{384 * 357860 * 281152,73} = -0,45 \text{ cm} \downarrow$$

* $T=0$ anında oluşan toplam sehim :

$$f_{T=0} = f_{\text{öng.}} + f_g = 0,21 + -0,45 = -0,2 \text{ cm} \quad \downarrow < L / 360 = 2,78 \text{ cm} \\ (T.S. 500 \text{ Çizelge 13.3})$$

Kiriş kalıcı yükler altında işletme durumuna geldiğinde oluşan sehim aşağıda hesaplanmıştır.

* $T = \infty$ anında sabit yükler ile hareketli yüklerden meydana gelen sehim :

$$E_{ce} = 131676 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I = 281152.73 \text{ cm}^4$$

$$Y_g = 18,62 \text{ cm}$$

$$f_g = \frac{5 * 3,650 * 1000^4}{384 * 131676 * 281152,73} = -1,284 \text{ cm} \quad \downarrow$$

(Kiriş zati ağırlığı zamana bağlı sehim durumu düşünülerek ek güvenlik olarak tekrar hesaba katılmıştır.)

$$f_q = \frac{5 * 2,100 * 1000^4}{384 * 131676 * 281152,73} = -0,739 \text{ cm} \quad \downarrow$$

* $T = \infty$ anında oluşan toplam sehim :

$$f_{T=\infty} = f_{\text{öng.}} + f_{g,T=0} + f_{g,T=\infty} + f_q$$

$$f_{T=\infty} = 0,21 \quad -0,45 \quad -1,28 \quad -0,74 = -2,26 \text{ cm} \quad \downarrow < L / 240 = 4,17 \text{ cm}$$

G-) TAŞIMA GÜCÜ HESABI

1- KİRİŞ ALT DONATI HESABI

BS 35 , BÇ III , 3 / 8 " Öngerme toronu

$$L = 10,00 \text{ m}$$

$$f_{cd} = 350 / 1,4 = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{pd} = 18000 / 1,15 = 15652 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = 4200 / 1,15 = 3652 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_{ps} = 1,65 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 9,11 \text{ cm}^2$$

$$\rho_p = 1,65 / 18 * 50 = 0,0018$$

$$f_{pd} = f_{pd} * (1 - 0,4 * \rho_p * f_{pd} / f_{cd})$$

$$f_{pd} = 15652 * (1 - 0,4 * 0,0018 * \frac{15652}{250}) = 14936 \text{ Kg/cm}^2$$

$$a = \frac{A_{ps} * f_{pd} + A_s * f_{yd}}{0,85 * f_{cd} * b}$$

$$a = \frac{1,65 * 15652 + 9,11 * 3652}{0,85 * 250 * 18} = 15,4 \text{ cm} \quad t = (20 + \frac{5}{3}) = 21,7 \text{ cm}$$

olduğundan dikdörtgen kesit hesabı yapılacak

$$M_{res} = (A_{ps} * f_{pd} + A_s * f_{yd}) * (d - a / 2)$$

$$M_{res} = (1,65 * 14936 + 9,11 * 3652) * (45 - \frac{15,4}{2}) * E-5 = 21,57 \text{ tm}$$

$$M_{res} = 21,57 \text{ tm} > M_d = 10,59 \text{ tm}$$

$$\text{Seçilen: } 2 \Phi 18 + 2 \Phi 16 \quad (9,11 \text{ cm}^2)$$

$$P_d = 1,4 * 365,0 + 1,6 * 210,0 = 847,0 \text{ Kg/m}$$

Montaj sırasında 90 Kg'lık bir insanın oluk ortasında olabileceğini varsayarsak ;

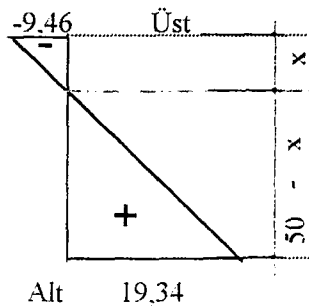
$$M_d = \frac{847,0 * 10,0^2}{8} + \frac{90 * 1,6 * 10,0}{4} = 10947,5 \text{ Kgm}$$

$$b = 18 \text{ cm} \quad h = 50 \text{ cm} \quad d = 40 \text{ cm} \quad A_s = 7,31 \text{ cm}^2$$

2 Φ 18 + 2 Φ 16 yeterli

2- KİRİŞ ÜST DONATI HESABI

2-A-) MESNET ÜST DONATISI HESABI



$$\frac{x}{50 - x} = \frac{9,46}{19,34}$$

$$x = 16,42 \text{ cm}$$

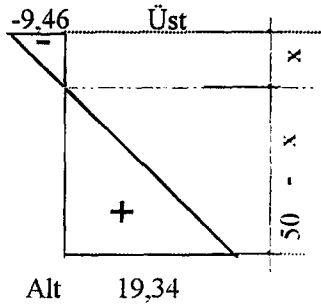
$$F = \sigma_{\text{üst}} * x / 2 * b = 9,46 * 0,50 * 16,42 * 18 = 1398,7 \text{ Kg}$$

$$= 1,40 \text{ t}$$

$$A_s = 1,40 / 2,400 = 0,58 \text{ cm}^2 \quad \text{Seçilen : } 2 \times 2 \Phi 10 \text{ (3,14 cm}^2 \text{)}$$

Mesnette Üst donatı

2-B-) AÇIKLIK ÜST DONATISI HESABI



$$\frac{x}{50 - x} = \frac{9,46}{19,34}$$

$$x = 16,42 \text{ cm}$$

$$F = \sigma_{\text{üst}} * x / 2 * b = 9,46 * 0,50 * 16,42 * 18 = 1398,7 \text{ Kg}$$

$$= 1,40 \text{ t}$$

$$A_s = 1,40 / 2,400 = 0,58 \text{ cm}^2 \quad \text{Seçilen : } 2 \times 2 \Phi 10 \text{ (3,14 cm}^2 \text{)}$$

Açıklıkta Üst donatı

3- KAYMA DONATISI HESABI

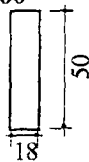
$$V_d = 4235,00 \text{ Kg} * 1,33 = 5,65 \text{ t}$$

Maksimum Kesme kuvveti (T.S.3233 /Şubat 1979 mad.11.1)

$$V_{res} = \tau_{\text{max}} * b_w * d \geq V_d \text{ olmalı}$$

$$V_{res} = 53,0 * 18,0 * 45,00 = 42930 \text{ Kg} = 42,9 \text{ t} > V_d = 5,65 \text{ t}$$

Maksimum kesme kuvvetine maruz kalan kesit



Eğilme Çatlağı olan elemanlarda Kesme Taşıma gücü (T.S.3233 /Şubat 1979 mad.11.1,2)

$$V_{cr1} = 1 - 0,55 * (\sigma_{\text{pef}} / f_{pk}) * \tau_c * b_w * d + M_0 * V_d / M_d$$

$$M_0 = 0,8 * \sigma_{\text{cpd}} * I / y = 0,8 * 16,29 * 281152,7 / 13,6 = 2,69 \text{ tm}$$

$$V_{cr1} = 1 - 0,55 * (6087,00 / 10145,0) * 3,90 * 18 * 45$$

$$+ 268989,7 * 4235,00 / 1058750000$$

$$V_{cr1} = 2117,61 \text{ Kg} = 2,12 \text{ t}$$

$$V_{cr2} = 0,38 * b_w * d * \sqrt{f_{ck}} = 0,38 * 18 * 45 * \sqrt{350} = 5758,4 \text{ Kg}$$

$$V_{cr2} = 5,76 \text{ t}$$

V_{cr1} ile V_{cr2} 'den büyük olanı V_{cr} alınacaktır. $V_{cr} = 5,76 \text{ t}$

$$V_c = 0,8 * V_{cr} = 4,61 \text{ t} > V_d = 5,65 \text{ t}$$

$$\min A_{sw} = 0,25 * b_w * s * f_{ctd} / f_{ywd}$$

$$\min A_{sw} / s = 0,25 * 18 * 15,5 / 3650 = 0,02$$

Ø 4.5 için :

$$A_{sw} = 2 * 0,16 = 0,318 \text{ cm}^2$$

$$s = 0,32 / 0,0191 = 16,64 \text{ cm}$$

$$\min A_{sw} / s = Q 106$$

Mesnetten Kesme Davanımı Hesabı

$$V_d = 1,33 * 5,65 = 7,53 \text{ t} + 1,6 * 1,33 * 0,90 / 2 = 8,48 \text{ t}$$

$$V_{r,max} = 0,25 * 350 * 18 * 45 * E^{-3} = 70,88 \text{ t}$$

$$V_{r,max} > V_d$$

$$V_s = 2,60 \text{ t} \quad V_c = 5,90 \text{ t}$$

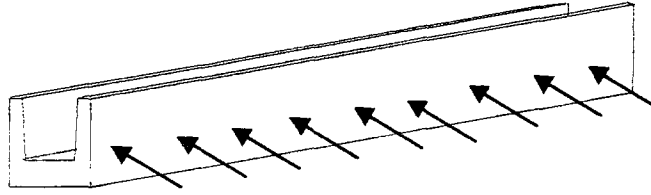
$$A_{sw}/s = 2,60 / 3,65 * 45 = 0,0158$$

$$A_{sw} = 2 * 0,16 = 0,32 \text{ cm}^2$$

$$s = 0,32 / 0,0158 = 20,09 \text{ cm}$$

↓
Seçilen : Q 106 cm

4- RÜZGARDA YANAL EĞİLME HESABI



$$H = 9,0 \text{ m} \quad \text{için} \quad q = 80 \text{ Kg/m}^2$$

$$Pr = q * b / 2 = 80 * 0,5 / 2 = 20 \text{ Kg} = 0,02 \text{ t}$$

$$Md = 1,3 * 0,02 * 10,0 / 2 = 1,3 \text{ tm} * 1,2 = 1,56 \text{ tm}$$

$$b = 50 \text{ cm} \quad bw = 32 \text{ cm} \quad hf = 9,0 \text{ cm} \quad h = 40 \text{ cm} \quad d = 4 \text{ cm}$$

$$As = 1,73 \text{ cm}^2 \quad \text{Seçilen : } 2 \Phi 18 \quad (5,09 \text{ cm}^2 .)$$

L=20.00 m a=10.00 m ÇATI KİRİŞİ HESABI

A-) KULLANILAN MALZEME

ÇK1 için BS 45 $f_{ck} = 450 \text{ Kg/cm}^2$
1/2" $A = 98,7 \text{ mm}^2$

Başlangıç çekme kuvveti = 14040,3 Kg/tel

Kopma Kuvveti = 18720,4 Kg/tel

İşletme çekme kuvveti = 11232,3 Kg/tel

B-) ÖNGERİLMELİ ELEMANLAR İÇİN GERİLME SINIR DEĞERLERİ

BS 45 için ; Kısmi Öngermede ;

1- Aktarma Sırasında

MESNETTE

Basınç : $0,6 * 0,85 * f_{ck} = 0,6 * 0,85 * 450 = + 229,5 \text{ Kg/cm}^2$

Çekme : $1,6 * \sqrt{0,85 * f_{ck}} = 1,6 * \sqrt{0,85 * 450} = - 31,3 \text{ Kg/cm}^2$

AÇILIKTAKI

Çekme : $0,8 * \sqrt{0,85 * f_{ck}} = 0,8 * \sqrt{0,85 * 450} = - 15,6 \text{ Kg/cm}^2$

2- İşletme Sırasında

MESNETTE

Basınç : $0,45 * f_{ck} = 0,45 * 450 = + 202,5 \text{ Kg/cm}^2$

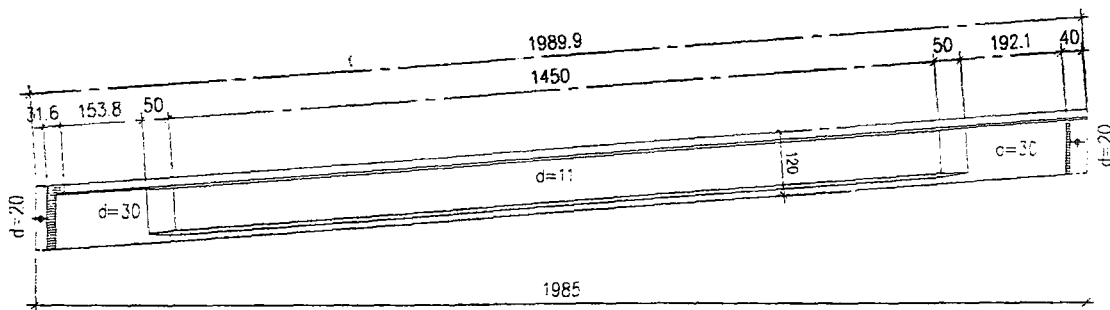
Çekme : $1,6 * \sqrt{f_{ck}} = 1,6 * \sqrt{450} = - 33,9 \text{ Kg/cm}^2$

AÇILIKTAKI

Basınç : $0,45 * f_{ck} = 0,45 * 450 = + 202,5 \text{ Kg/cm}^2$

Çekme : $3,2 * \sqrt{f_{ck}} = 3,2 * \sqrt{450} = - 67,9 \text{ Kg/cm}^2$

C-) KESİT ÖZELLİKLERİ



ACIKLIKTA

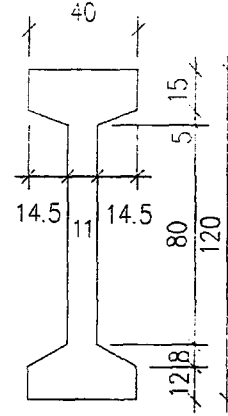
1- Kiriş Kesit Alanı :

$$A : (\text{Kesit Alanı}) = 2291,5 \text{ cm}^2$$

2- Kiriş Ağırlık Merkezinin Yeri :

$$X_g : (x \text{ 'e göre ağırlık merkezi}) = 20,00 \text{ cm}$$

$$Y_g : (y \text{ 'e göre ağırlık merkezi}) = 60,84 \text{ cm}$$



3- Tarafsız Eksene Göre Atalet momenti :

$$I_{xg} : (\text{Ağırlık merkezi x-x eks. etrafındaki atalet momenti}) = 4183490,91 \text{ cm}^4$$

4- Mukavemet Momenti :

$$W_{üst} : (\text{üst}) = 70716,76 \text{ cm}^3$$

$$W_{alt} : (\text{alt}) = 68760,38 \text{ cm}^3$$

MESNETTE

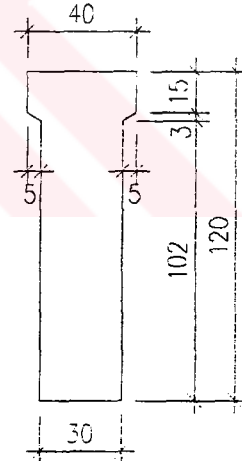
1- Kiriş Kesit Alanı :

$$A : (\text{Kesit Alanı}) = 3766,5 \text{ cm}^2$$

2- Kiriş Ağırlık Merkezinin Yeri :

$$X_g : (x \text{ 'e göre ağırlık merkezi}) = 20,00 \text{ cm}$$

$$Y_g : (y \text{ 'e göre ağırlık merkezi}) = 62,28 \text{ cm}$$



3- Tarafsız Eksene Göre Atalet momenti :

$$I_{xg} : (\text{Ağırlık merkezi x-x eks. etrafındaki atalet momenti}) = 4748425,65 \text{ cm}^4$$

4- Mukavemet Momenti :

$$W_{üst} : (\text{üst}) = 82271,00 \text{ cm}^3$$

$$W_{alt} : (\text{alt}) = 76239,37 \text{ cm}^3$$

D-) YÜKLER

* Kiriş öz ağırlığı	=	0,266	*	2500	=	665,0	Kg/m
* Çatı Kaplaması (Al.San.Pan.)	=	10,00	*	10,00	=	100,0	Kg/m
* Uzay Aşık	=	15,00	*	10,00	=	150,0	Kg/m
					g =	915,0	Kg/m

* Hareketli yük (Kar)	=	75,00	*	10,00	=	750,0	Kg/m
* Havalandırma + Tesisat	=	20,00	*	10,00	=	200,0	Kg/m
					q =	950,0	Kg/m

$$P_d = 1,4 * 915,0 + 1,6 * 950,0 = 2801,0 \text{ Kg/m}$$

$$V_d = 2801,0 * 19,70 / 2 = 27589,9 \text{ Kg}$$

$$M_d = 2801,0 * 19,70^2 / 8 = 135880,01 \text{ Kgm}$$

E-) GERİLME KONTROLLERİ

1- AKTARMA (T=0) ANINDAKİ GERİLME KONTROLLERİ

1-A-) AÇIKLIK ORTASINDA ÖNGERME KUVVETİNDEN MEYDANA GELEN GERİLMELER

Kiriş altına göre öngerilim telleri ağırlık merkezinin yeri :

$$d' = \frac{(6 * 8,0) + (0 * 12) + (0 * 15)}{6} = 8,00 \text{ cm}$$

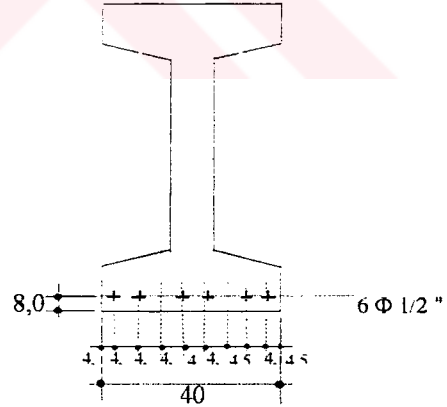
Öngerme kuvvetinin Eksantritesi :

$$e = V' - d' = 60,84 - 8,0 = 52,84 \text{ cm}$$

Toplam Öngerilme Kuvveti :

$$F = 14040,3 * (1 - 0,05) * 6 = 80029,8 \text{ Kg}$$

Aktarma esnasında %5'lik kayıp alındı.



Üst Beton Lifinde :

$$\sigma_{üst} = \frac{F}{A} - \frac{F * e}{W_{üst}} = \frac{80029,8}{2291,5} - \frac{80029,8 * 52,84}{70716,76}$$

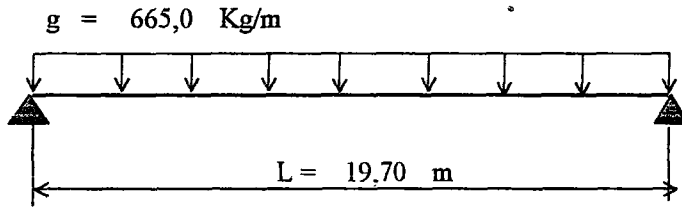
$$\sigma_{üst} = 34,92 - 59,80 = -24,87 \text{ Kg/cm}^2$$

Alt Beton Lifinde :
$$\sigma_{alt} = \frac{F}{A} + \frac{F * e}{W_{alt}} = \frac{80029,8}{2291,5} + \frac{80029,8 * 52,84}{68760,38}$$

$$\sigma_{alt} = 34,92 + 61,5 = 96,42 \text{ Kg/cm}^2$$

Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

1-B-) KİRİŞ ZATİ AĞIRLIĞINDAN MEYDANA GELEN GERİLMELER



$$V_{zati} = 665,0 * 19,70 / 2 = 6550,25 \text{ Kg}$$

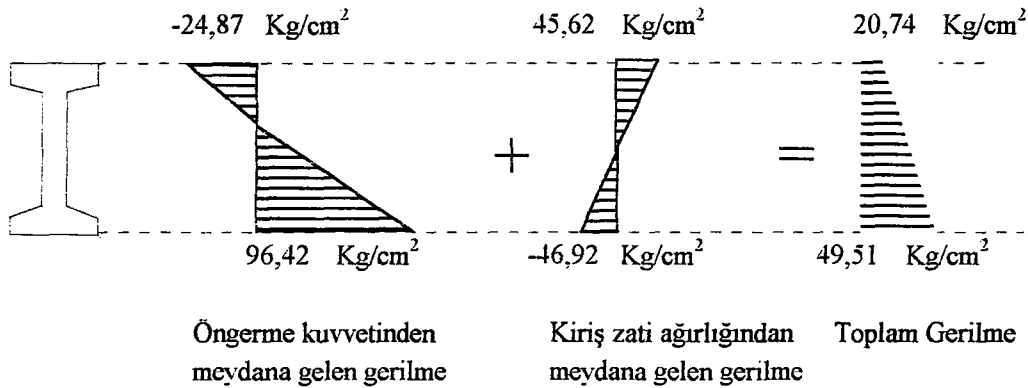
$$M_{zati} = 665,0 * 19,70^2 / 8 = 32259,98 \text{ Kgm}$$

$$\sigma_{alt} = M / W_{alt} = 3225998 / 68760,4 = - 46,92 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Açıklıkta}$$

$$\sigma_{üst} = M / W_{üst} = 3225998 / 70716,8 = + 45,62 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Açıklıkta}$$

Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

1-C-) AKTARMA (T=0) ANINDAKİ KİRİŞDEKİ TOPLAM GERİLMELER



$$\Sigma \sigma_a = | 49,5 | \text{ Kg/cm}^2 < | 229,5 | \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Sigma \sigma_{\bar{u}} = \left| 20,74 \right| \text{ Kg/cm}^2 < \left| 229,5 \right| \text{ Kg/cm}^2$$

Gerilmeler gerilme sınır değerleri içerisindeydir.

2-) MONTAJ ANINDA MEYDANA GELEN GERİLMELER

2-A-) İŞLETME ANINDAKİ ÖNGERME KUVVETİNDEN MEYDANA GELEN GERİLMELER

Toplam Öngerilme Kuvveti :

$$F = 11232,3 * 6 = 67394 \text{ Kg}$$

$$\text{Üst Beton Lifinde : } \sigma_{\bar{u}st} = \frac{F}{A} - \frac{F * e}{W_{\bar{u}st}} = \frac{67393,5}{2291,5} - \frac{67393,5 * 52,84}{70716,76}$$

$$\sigma_{\bar{u}st} = 29,41 - 50,36 = -20,95 \text{ Kg/cm}^2$$

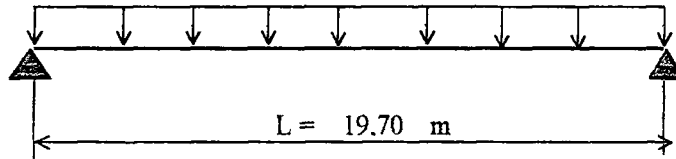
$$\text{Alt Beton Lifinde : } \sigma_{\bar{a}lt} = \frac{F}{A} + \frac{F * e}{W_{\bar{a}lt}} = \frac{67393,5}{2291,5} + \frac{67393,5 * 52,84}{68760,38}$$

$$= 29,41 + 51,7896 = 81,20 \text{ Kg/cm}^2$$

Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

2-B-) UZAY AŞIK AĞIRLIĞINDAN MEYDANA GELEN GERİLMELER

$$G_{(\text{uzay aşık})} = 150,0 \text{ Kg/m}$$



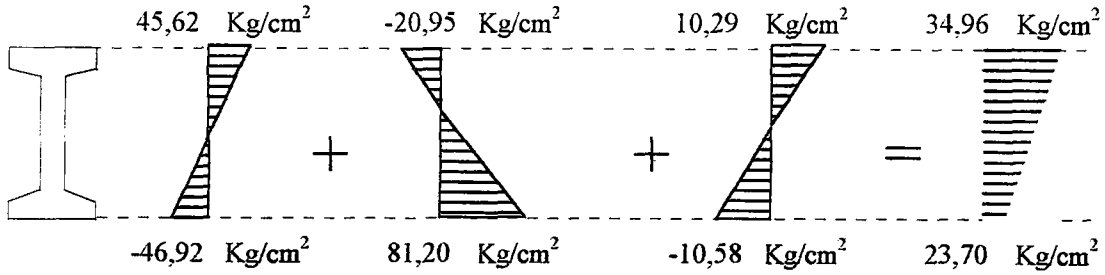
$$V_{\text{uzay aşık}} = 150,0 * 19,70 / 2 = 1477,50 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{uzay aşık}} = 150,0 * 19,70^2 / 8 = 7276,69 \text{ Kgm}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{alt} &= M / W_{alt} = 727669 / 68760,4 = - 10,58 \text{ Kg/cm}^2 & \text{Açıklıkta} \\ \sigma_{üst} &= M / W_{üst} = 727669 / 70716,8 = + 10,29 \text{ Kg/cm}^2 & \text{Açıklıkta}\end{aligned}$$

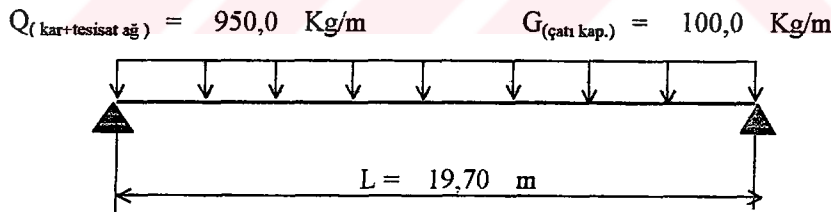
Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

2-C -) MONTAJ ANINDAKİ TOPLAM GERİLMELER



Kiriş zati ağırlığından meydana gelen gerilme	Öngerme kuvvetinden meydana gelen gerilme	Uzay aşık ağırlığından meydana gelen gerilme	Toplam Gerilme
$\Sigma \sigma_a = 23,7 \text{ Kg/cm}^2$	$\Sigma \sigma_{\bar{u}} = 35,0 \text{ Kg/cm}^2$	$\Sigma \sigma_{\bar{u}} = 202,5 \text{ Kg/cm}^2$	$\Sigma \sigma_{\bar{u}} = 202,5 \text{ Kg/cm}^2$

3-) İŞLETME ANINDAKİ KESİTTE GERİLME KONTROLLERİ



$$\begin{aligned}M_{(kar+tes.)} &= 950,0 * 19,70^2 / 8 = 46085,69 \text{ Kgm} \\ M_{\text{çatı.kap.}} &= 100,0 * 19,70^2 / 8 = 4851,13 \text{ Kgm}\end{aligned}$$

Kar ve tesisat ağırlığından meydana gelen gerilmeler

$$\begin{aligned}\sigma_{alt} &= M / W_{alt} = 4608569 / 68760,4 = - 67,02 \text{ Kg/cm}^2 & \text{Açıklıkta} \\ \sigma_{üst} &= M / W_{üst} = 4608569 / 70716,8 = + 65,17 \text{ Kg/cm}^2 & \text{Açıklıkta}\end{aligned}$$

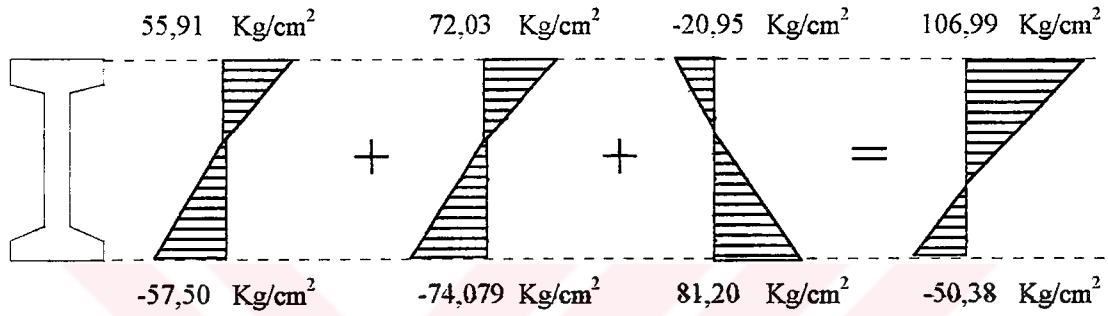
Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

Çatı kaplaması ağırlığından meydana gelen gerilmeler

$$\begin{aligned}\sigma_{alt} &= M / W_{alt} = 485113 / 68760,4 = - 7,06 \text{ Kg/cm}^2 \\ \sigma_{üst} &= M / W_{üst} = 485113 / 70716,8 = + 6,86 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

Kiriş boyunca meydana gelen gerilmeler için kiriş, 40 eşit parçaya bölünerek 41 noktadaki kesitte meydana gelen kesit tesirleri ile gerilmeler tablo... Verilmiştir.

3-C-) T=∞ ANINDAKİ TOPLAM GERİLMELER



kiriş zati+Uzay aş.ağ.
mey.gelen ger.

Kar+tesisat +çatı kap.
mey.gelen ger.

Öngerme kuv.'nden
mey.gelen ger.

Toplam
Gerilme

$$\begin{aligned}\Sigma \sigma_a &= \begin{vmatrix} -50,38 \\ 107,0 \end{vmatrix} \text{ Kg/cm}^2 < \begin{vmatrix} -67,9 \\ 202,5 \end{vmatrix} \text{ Kg/cm}^2 \\ \Sigma \sigma_{ü} &= \begin{vmatrix} -50,38 \\ 107,0 \end{vmatrix} \text{ Kg/cm}^2 < \begin{vmatrix} -67,9 \\ 202,5 \end{vmatrix} \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

Aktarma, Montaj ve İşletme durumunda Kiriş boyunca meydana gelen gerilmelerin süperpozisyonu ve sınır gerilme değerleri Tablo . . . Verilmiştir.

F-) SEHİM HESABI

Epc : Prefabrike betonun elastisite modülü= $10270 \sqrt{f_{ck}} + 140000 = 357860 \text{ Kg/cm}^2$

Ec = 357860 Kg/cm^2 BS 45'in beton elastisite modülü

Ece : Uzun süreli yükler altındaki sehim hesabı için Öngerilme kuvveti ve kalıcı yükler altında beton kesit özellikleri ve sünmeden ötürü değişen beton elastisite modülü.

$$Ece = \frac{Ec}{(1 + k_c * Ec)} = \frac{357859,60}{(1 + 0,0000048 * 357860)} = 131676 \text{ Kg/cm}^2$$

I = $4183490,9 \text{ cm}^4$ (Açılık ortasındaki prefabrik kiriş kesitinin atalet momenti)

Y_g = $60,84 \text{ cm}$ (Açılık ortasındaki prefabrik kiriş kesitinin ağırlık merkezi)

Kiriş montaj anında (işletme durumuna gelmeden önce) oluşan sehimin kontrolü

aşağıda hesaplanmıştır.

* $T=0$ anında öngerme telinden meydana gelen gelen ters sehim :

$$f_{\text{öng.}} = \frac{14040,3 * (6 * 52,8 + 0,0 * 48,8 + 0,0 * 45,8) * 1970^2}{8 * 357859,6 * 4183490,91} = 1,44 \text{ cm} \uparrow$$

* $T=0$ anında Kiriş zati + uzay aşık ağırlığından meydana gelen sehim :

$$f_g = \frac{5 * 8,15 * 1970^4}{384 * 357860 * 4183490,91} = -1,07 \text{ cm} \downarrow$$

* $T=0$ anında oluşan toplam sehim :

$$f_{T=0} = f_{\text{öng.}} + f_g = 1,44 + -1,07 = 0,37 \text{ cm} < L / 360 = 5,47 \text{ cm} \\ (T.S. 500 Çizelge 13.3)$$

Kiriş kalıcı yükler altında işletme durumuna geldiğinde oluşan sehim aşağıda hesaplanmıştır.

* $T=\infty$ anında sabit yükler ile hareketli yüklerden meydana gelen sehim :

$$E_{ce} = 131676 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I = 4183490,91 \text{ cm}^4$$

$$Y_g = 60,84 \text{ cm}$$

$$f_g = \frac{5 * 9,150 * 1970^4}{384 * 131676 * 4183490,91} = -3,257 \text{ cm} \downarrow$$

(Kiriş zati ağırlığı ile uzay aşık. ağırlığı zamana bağlı sehim durumu düşünülerek ek güvenlik olarak tekrar hesaba katılmıştır.)

$$f_q = \frac{5 * 9,500 * 1970^4}{384 * 131676 * 4183490,91} = -3,382 \text{ cm} \downarrow$$

* $T=\infty$ anında oluşan toplam sehim :

$$f_{T=\infty} = f_{\text{öng.}} + f_{g,T=0} + f_{g,T=\infty} + f_q$$

$$f_{T=\infty} = 1,44 - 1,07 - 3,26 - 3,38 = -6,26 \text{ cm} \downarrow < L / 240 = 8,21 \text{ cm}$$

G-) TAŞIMA GÜCÜ HESABI

1- KİRİŞ ALT DONATI HESABI

BS 45 , BÇ III , 1 / 2 " Öngerme toronu

$$L = 19,70 \text{ m}$$

$$f_{cd} = 450 / 1,4 = 321 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{pd} = 18000 / 1,15 = 15652 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = 4200 / 1,15 = 3652 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_{ps} = 5,92 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 26,55 \text{ cm}^2$$

$$\rho_p = 5,92 / 40 * 120 = 0,0012$$

$$\dot{f}_{pd} = f_{pd} * (1 - 0,4 * \rho_p * f_{pd} / f_{cd})$$

$$\dot{f}_{pd} = 15652 * (1 - 0,4 * 0,0012 * \frac{15652}{321}) = 15276 \text{ Kg/cm}^2$$

$$a = \frac{A_{ps} * \dot{f}_{pd} + A_s * f_{yd}}{0,85 * f_{cd} * b}$$

$$a = \frac{5,92 * 15276 + 26,55 * 3652}{0,85 * 321 * 40} = 17,4 \text{ cm} < t = (20 + \frac{5}{3}) = 21,7 \text{ cm}$$

olduğundan dikdörtgen kesit hesabı yapılacak

$$M_{res} = (A_{ps} * \dot{f}_{pd} + A_s * f_{yd}) * (d - a / 2)$$

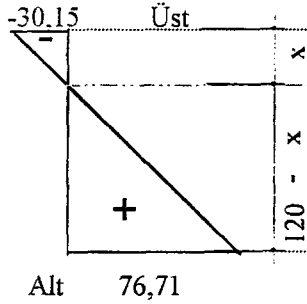
$$M_{res} = (5,92 * 15276 + 26,55 * 3652) * (115 - \frac{17,4}{2}) * E-5 = 199,28 \text{ tm}$$

$$M_{res} = 199,28 \text{ tm} > M_d = 135,88 \text{ tm}$$

$$\text{Seçilen : } 6 \Phi 26 \quad (26,55 \text{ cm}^2)$$

2- KİRİŞ ÜST DONATI HESABI

2-A-) MESNET ÜST DONATISI HESABI



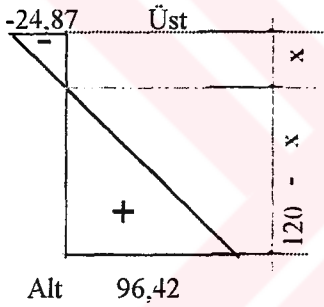
$$\frac{x}{120 - x} = \frac{30.15}{76.71}$$
$$x = 33.86 \text{ cm}$$

$$F = \sigma_{\text{üst}} * x/2 * b = 30.15 * 0.50 * 33.86 * 40 = 20418.3 \text{ Kg}$$
$$= 20.42 \text{ t}$$

$$As = 20.42 / 2.400 = 8.51 \text{ cm}^2$$

Seçilen: 4 Φ 20 (12.57 cm²)
Mesnette Üst donatı

2-B-) AÇIKLIK ÜST DONATISI HESABI



$$\frac{x}{120 - x} = \frac{24.87}{96.42}$$
$$x = 24.61 \text{ cm}$$

$$F = \sigma_{\text{üst}} * x/2 * b = 24.87 * 0.50 * 24.61 * 40 = 12241.9 \text{ Kg}$$
$$= 12.24 \text{ t}$$

$$As = 12.24 / 2.400 = 5.10 \text{ cm}^2$$

Seçilen: 4 Φ 20 (12.57 cm²)
Açıklıkta Üst donatı

3- KAYMA DONATISI HESABI

$$Vd = 27589.85 \text{ Kg} * 1.33 = 36.78 \text{ t}$$

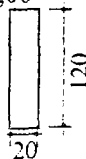
Maksimum Kesme kuvveti

(T.S.3233 Şubat 1979 mad.11.1)

$$V_{\text{res}} = \tau_{\text{ma}} * b_w * d \geq Vd \text{ olmalı}$$

$$V_{\text{res}} = 53.0 * 20.0 * 115.00 = 121900 \text{ Kg} = 121.9 \text{ t} > Vd = 36.78 \text{ t}$$

Maksimum kesme kuvvetine
maruz kalan kesit



~v~

Eğilme Çatlağı olan elemanlarda Kesme Taşıma gücü (T.S.3233 /Şubat 1979 mad.11.1.2)

$$V_{cr1} = 1 - 0,55 * \sigma_{pef} / f_{pk}) * \tau_c * b_w * d + M_0 * V_d / M_d$$

$$M_0 = 0,8 * \sigma_{cpd} * I / y = 0,8 * 81,20 * 4183490,9 / 55,8 = 48,7 \text{ tm}$$

$$V_{cr1} = 1 - 0,55 * 11380,20 / 18967,0) * 3,90 * 20 * 115 + 4866746,4 * 27589,85 / 13588001125$$

$$V_{cr1} = 6019,78 \text{ Kg} = 6,02 \text{ t}$$

$$V_{cr2} = 0,38 * b_w * d * \sqrt{f_{ck}} = 0,38 * 20 * 115 * \sqrt{450} = 18540,3 \text{ Kg}$$

$$V_{cr2} = 18,54 \text{ t}$$

V_{cr1} ile V_{cr2} 'den büyük olanı V_{cr} alınacaktır. $V_{cr} = 18,54 \text{ t}$

$$V_c = 0,8 * V_{cr} = 14,83 \text{ t} > V_d = 36,78 \text{ t}$$

$$\min Asw = 0,25 * b_w * s * f_{ctd} / f_{ywd}$$

$$\min Asw / s = 0,25 * 20 * 15,5 / 3650 = 0,02$$

Φ 8 için :

$$Asw = 2 * 0,5 = 1,000 \text{ cm}^2$$

$$s = 1,00 / 0,0212 = 47,10 \text{ cm}$$

$$\min Asw / s = \Phi 8 / 20 \text{ cm}$$

* Kiriş Ucu Hesabı

$$V_d = 36,78 \text{ t}$$

$$V_{res(max)} = 1,2 * f_{ck} * A_1 = 1,2 * 450 * 20 * 22,5 = 243000 \text{ Kg} \\ = 243,0 \text{ t}$$

$$V_{res} = 0,85 * f_{cd} * A_1 * C_r * \sqrt{2/A_1}$$

$$C_r = (s * w / 130000)^{0,1} = (6000 * 1 / 130000)^{0,1} = 0,74$$

$$V_{res} = 0,85 * 32,14 * 200 * 225 * 0,74 * \sqrt{1,09667} = 94,7 \text{ t} > V_d$$

$$A_{cr} = b * h / \cos \theta = 200 * 1200 / \cos 20 = 588117 \text{ mm}^2$$

$$\mu_e = \frac{6,9 * \lambda^2 * A_{cr} * \mu}{V_d} = \frac{6,9 * 1,00^2 * 588117 * 1,40}{367773} = 15,45$$

$$\mu_e = 15,45 < 3,40 \text{ olmalı}$$

$$A_{sf} + A_n = \frac{367773}{0,70 * 420 * 3,40} + \frac{36777}{0,70 * 420} * E^{-2} = 4,93 \text{ cm}^2$$

SEÇİLEN : 2 Φ 20
(6,28 cm²)

$$A_{cr} = 1,7 * l_b * 1,7 * 40 * 20 * 200 = 272000 \text{ mm}^2$$

$$\mu_e = \frac{6,9 * \lambda^2 * A_{cr} * \mu}{(A_{sf} + A_n) * f_{yk}} = \frac{6,9 * 1,0^2 * 272000 * 1,4}{493 * 420} = 12,7 < 3,40 \text{ olmalı}$$

$$A_{sh} = \frac{(A_{sf} + A_n) * f_{yk}}{\mu_e * f_{ywk}} = \frac{4,9 * 420}{3,40 * 420} = 1,45 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \text{ min}} = \frac{0,9 * (1,7 * l_b) * b}{f_{yk}} =$$

$$A_{sh \text{ min}} = \frac{0,9 * (1,7 * 40 * 20) * 200}{420} * E^{-2} = 5,83 \text{ cm}^2$$

SEÇİLEN : 7 Φ 14
2 kollu etriye (21,56 cm²)

Mesnetten 30 cm ileride Kesme Davranımı Hesabı

$$V_d = 1,33 * 26,75 = 35,66 \text{ t}$$

$$V_{r, \text{max}} = 0,25 * 450 * 20 * 115 * E^{-3} = 258,75 \text{ t}$$

$$V_{r, \text{max}} > V_d$$

$$V_s = 35,66 \text{ t}$$

$$A_{sw/s} = 35,66 / 3,65 * 115 = 0,0849$$

$$A_{sw} = 2 * 0,79 = 1,58 \text{ cm}^2$$

$$s = 1,58 / 0,0849 = 18,60 \text{ cm}$$

↓

Seçilen : Φ 10 / 10 cm 2 kollu etriye

Mesnetten 110 cm ileride Kesme Davanımı Hesabı

$$V_d = 1,33 * 24,51 = 32,67 \text{ t}$$

$$V_{r,max} = 0,25 * 450 * 30 * 115 * E^{-3} = 388,13 \text{ t}$$

$$V_{r,max} > V_d$$

$$V_s = 32,67 \text{ t}$$

$$A_{sw}/s = 32,67 / 3,65 * 115 = 0,0778$$

$$A_{sw} = 2 * 0,79 = 1,58 \text{ cm}^2$$

$$s = 1,58 / 0,0778 = 20,30 \text{ cm}$$

↓
Seçilen : $\Phi 10 / 10 \text{ cm}$ 2 kollu etriye

Mesnetten 210 cm ileride Kesme Davanımı Hesabı

$$V_d = 1,33 * 21,71 = 28,94 \text{ t}$$

$$V_{r,max} = 0,25 * 450 * 30 * 115 * E^{-3} = 388,13 \text{ t}$$

$$V_{r,max} > V_d$$

$$V_s = 28,94 \text{ t}$$

$$A_{sw}/s = 28,94 / 3,65 * 115 = 0,0689$$

$$A_{sw} = 2 * 0,5 = 1,00 \text{ cm}^2$$

$$s = 1,00 / 0,0689 = 14,51 \text{ cm}$$

↓
Seçilen : $\Phi 8 / 10 \text{ cm}$ 2 kollu etriye

Mesnetten 350 cm ileride Kesme Davanımı Hesabı

$$V_d = 1,33 * 17,79 = 23,71 \text{ t}$$

$$V_{r,max} = 0,25 * 450 * 30 * 115 * E^{-3} = 388,13 \text{ t}$$

$$V_{r,max} > V_d$$

$$V_s = 23,71 \text{ t}$$

$$A_{sw}/s = 23,71 / 3,65 * 115 = 0,0565$$

$$A_{sw} = 2 * 0,5 = 1,00 \text{ cm}^2$$

$$s = 1,00 / 0,0565 = 17,70 \text{ cm}$$

Seçilen : $\Phi 8 / 15 \text{ cm}$ 2 kollu etriye

Mesnetten 550 cm ileride Kesme Davanımı Hesabı

$$V_d = 1,33 * 12,18 = 16,24 \text{ t}$$

$$V_{r,max} = 0,25 * 450 * 30 * 115 * E^{-3} = 388,13 \text{ t}$$

$$V_{r,max} > V_d$$

$$V_s = 16,24 \text{ t}$$

$$A_{sw}/s = 16,24 / 3,65 * 115 = 0,0387$$

$$A_{sw} = 2 * 0,5 = 1,00 \text{ cm}^2$$

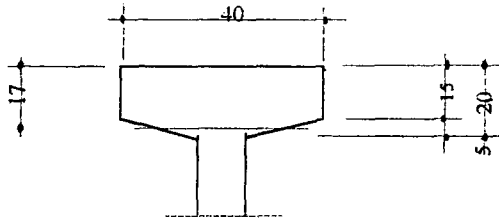
$$s = 1,00 / 0,0387 = 25,84 \text{ cm}$$

Seçilen : $\Phi 8 / 20 \text{ cm}$ 2 kollu etriye

4- KİRİŞ ÜST BAŞLIK YANAL BURKULMA HESABI

Diyafram etkisi olmayan ve çerçeve çalışması istenen çatı kirişlerinde üst başlık, düzlemine dik yükleri bağlandıkları ana elemanlara aktarmak zorundadır. Özellikle bu kirişlerin çerçeveye dik yönde üst başlıkların bu yükleri aktaracak şekilde boyutlandırılıp hesaplarının yapılması gerekir. Genel olarak literatürlerde üst başlığın $L/40 \sim L/50$ genişlikte olması ön boyutlandırma için verilir.

Bu durumda $L=20.00 \text{ m}$ için $b=40 \text{ cm}$ uygun bir genişliktir.

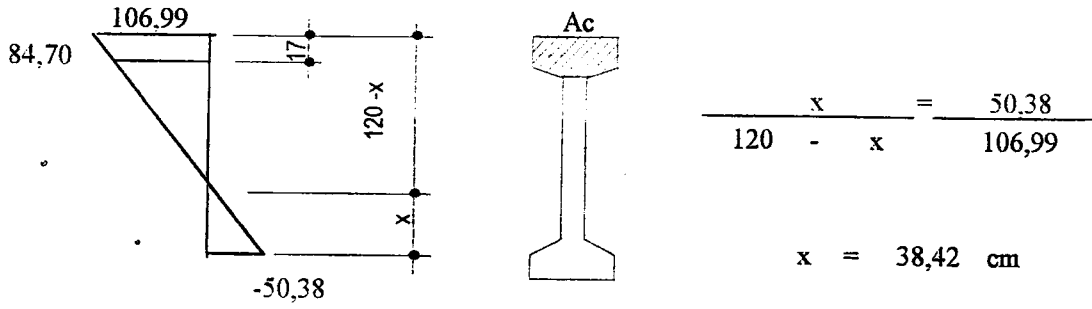


BS 45 , BÇ III

Üst Başlık Kesiti = $40 * 17$

BURKULMA HESABI

Düşey Yüklerden meydana gelen Açıklık Ortasında Oluşan Basınç Kuvveti :



$$N = ((106,991 + 84,70) / 2) * 17 * 40 = 65174,05 \text{ kg} = 65,17 \text{ t}$$

Burkulma Yüğü

$$\ell_k = \text{Burkulma boyu} = 0,67 * \ell = 0,67 * 1970 = 1319,90 \text{ cm}$$

$$I_c = \text{Üst başlık atalet momenti} = 17 * 40^3 / 12 = 90666,67 \text{ cm}^4$$

$$E_c = \text{BS 45'in beton elastisite modülü} = 357859,6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N_k = \pi^2 * I_c * E_c / \ell_k^2 = 3,142 * 90666,67 * 357859,6 / 1319,90^2 = 183813,8 \text{ Kg} = 183,814 \text{ t}$$

$$N_k = 183,814 \text{ t} > N = 65,17 \text{ t}$$

Olduğundan Kiriş Üst Başlığında Yanal Burkulma Sorunu Yok .

Kiriş Üst Başlık Donatı Hesabı

Deprem Hesabında kullanılacak Yükler :

* Kiriş üst başlık ağırlığı	=	0,068	*	2500	=	170,0	Kg/m
* Çatı Kaplaması (Al.San.Pan.)	=	10,00	*	10,00	=	100,0	Kg/m
* Uzay Aşık	=	15,00	*	10,00	=	150,0	Kg/m
					<u>g =</u>	<u>420,0</u>	<u>Kg/m</u>

* Hareketli yük (Kar)	=	75,00	*	10,00	=	750,0	Kg/m
* Havalandırma + Tesisat	=	20,00	*	10,00	=	200,0	Kg/m
					<u>q =</u>	<u>950,0</u>	<u>Kg/m</u>

$$p = g + 0,3 * q = 420 + 0,3 * 950 = 705,0 \text{ Kg/m}$$

Depremde oluşan Moment :

$$A(T) = A_0 * I * S(T) \quad A_0 = 0,4 \quad , \quad I = 1 \quad , \quad S(T) = 1,0$$

$$A(T) = 0,4 * 1 * 1,0 = 0,4$$

$R = 3$ Kabul edildi. (Deprem yükü açısından tali eleman)

$$M_{dep} = A(T) * p * L^2 / (8 * R) = 0,4 * 705,0 * 19,70^2 / (8 * 3)$$
$$M_{dep} = 4560,06 \text{ Kgm} = 4,56 \text{ tm}$$

$$\beta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_k}} = \frac{1}{1 - \frac{65,17}{183,814}} = 1,55$$

$$M_d = M_{dep} * \beta = 4,56 * 1,55 = 7,07 \text{ tm}$$
$$N = 65,17 \text{ t}$$

$$\left. \begin{array}{l} M_d = 7,07 \text{ tm} \\ N = 65,17 \text{ t} \end{array} \right\} \Rightarrow A_s = A_s' = 5,59 \text{ cm}^2$$

SEÇİLEN : $\underbrace{1 \Phi 20}_{\text{Mevcut}} + 2 \Phi 14$
(6,22 cm²)

1- Aktarma Sırasında

BASINÇ	Mesnette :	229,50	Kg/cm ²
ÇEKME	Mesnette :	-31,29	Kg/cm ²
	Açıklıkta :	-15,65	Kg/cm ²

AKTARMA (T=0) ANINDAKİ TOPLAM GERİLMELERİ

No	X (m)	σ_{alt} (Kg/cm ²)	σ_{ist} (Kg/cm ²)
MESNET	1	0.00	76.71
	2	0.49	72.59
	3	0.99	68.68
	4	1.48	64.97
	5	1.97	61.48
	6	2.46	58.20
AÇIKLIK	7	2.96	72.50
	8	3.45	69.33
	9	3.94	66.40
	10	4.43	63.70
	11	4.93	61.24
	12	5.42	59.01
	13	5.91	57.01
	14	6.40	55.26
	15	6.90	53.73
	16	7.39	52.44
	17	7.88	51.38
	18	8.37	50.56
	19	8.87	49.98
	20	9.36	49.63
	21	9.85	49.51
	22	10.34	49.63
	23	10.84	49.98
	24	11.33	50.56
	25	11.82	51.38
	26	12.31	52.44
	27	12.81	53.73
	28	13.30	55.26
	29	13.79	57.01
	30	14.28	59.01
	31	14.78	61.24
	32	15.27	63.70
	33	15.76	66.40
	34	16.25	69.33
	35	16.75	72.50
MESNET	36	17.24	58.20
	37	17.73	61.48
	38	18.22	64.97
	39	18.72	68.68
	40	19.21	72.59
	41	19.70	76.71

2- İşletme Sırasında

BASINÇ		202,50	Kg/cm ²
ÇEKME	Mesnette :	-33,94	Kg/cm ²
	Açıklıkta :	-67,88	Kg/cm ²

MONTAJ ANINDAKİ TOPLAM GERİLMELERİ

No	X (m)	σ_{alt} (Kg/cm ²)	σ_{ist} (Kg/cm ²)
MESNET	1	0,00	64,60
	2	0,49	59,55
	3	0,99	54,75
	4	1,48	50,21
	5	1,97	45,93
	6	2,46	41,91
AÇIKLIK	7	2,96	51,88
	8	3,45	47,99
	9	3,94	44,40
	10	4,43	41,09
	11	4,93	38,08
	12	5,42	35,34
	13	5,91	32,90
	14	6,40	30,74
	15	6,90	28,88
	16	7,39	27,29
	17	7,88	26,00
	18	8,37	24,99
	19	8,87	24,28
	20	9,36	23,84
	21	9,85	23,70
	22	10,34	23,84
	23	10,84	24,28
	24	11,33	24,99
	25	11,82	26,00
	26	12,31	27,29
	27	12,81	28,88
	28	13,30	30,74
	29	13,79	32,90
	30	14,28	35,34
	31	14,78	38,08
	32	15,27	41,09
	33	15,76	44,40
	34	16,25	47,99
	35	16,75	51,88
	36	17,24	41,91
MESNET	37	17,73	45,93
	38	18,22	50,21
	39	18,72	54,75
	40	19,21	59,55
	41	19,70	64,60

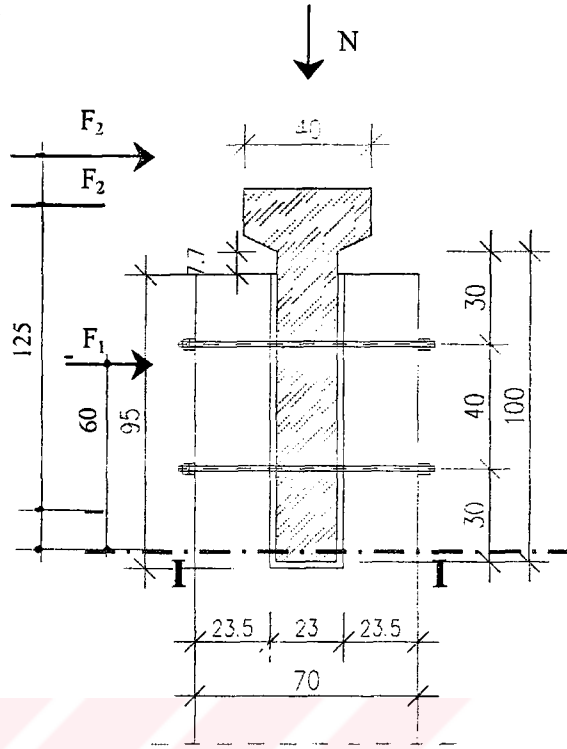
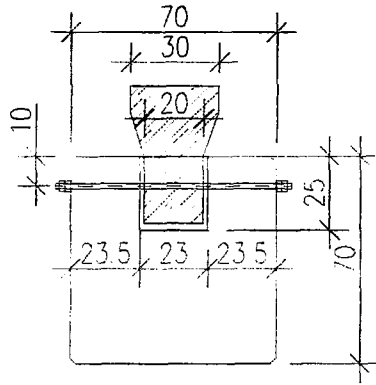
İŞLETME (T=∞) ANINDAKİ TOPLAM GERİLMELERİ

No	X (m)	σ_{alt} (Kg/cm ²)	$\sigma_{üst}$ (Kg/cm ²)
MESNET	1	0,00	64,60
	2	0,49	53,03
	3	0,99	42,05
	4	1,48	31,67
	5	1,97	21,88
	6	2,46	12,68
	7	2,96	14,10
	8	3,45	5,21
	9	3,94	-3,01
	10	4,43	-10,58
AÇIKLIK	11	4,93	-17,48
	12	5,42	-23,73
	13	5,91	-29,33
	14	6,40	-34,26
	15	6,90	-38,54
	16	7,39	-42,15
	17	7,88	-45,11
	18	8,37	-47,42
	19	8,87	-49,06
	20	9,36	-50,05
	21	9,85	-50,38
	22	10,34	-50,05
	23	10,84	-49,06
	24	11,33	-47,42
	25	11,82	-45,11
	26	12,31	-42,15
	27	12,81	-38,54
	28	13,30	-34,26
	29	13,79	-29,33
	30	14,28	-23,73
MESNET	31	14,78	-17,48
	32	15,27	-10,58
	33	15,76	-3,01
	34	16,25	5,21
	35	16,75	14,10
	36	17,24	22,72
	37	17,73	31,67
	38	18,22	42,05
	39	18,72	53,03
	40	19,21	64,60
	41	19,70	-25,39

ÇATI KİRİŞİ-KOLON BİRLEŞİMİ HESABI

KENAR AKSTA BİRLEŞİM HESABI

20,00 m x 10,00 m Çatı Modülü
Y_{Gort} = 60,00 cm



* Taşıyıcı Kiriş zati ağırlığı = 5,320 * 2,500 = 13,30 t

* Bir Mesnete gelen $W_1 = 13,30 / 2 = 6,65 \text{ t} = N$

Çatı yükleri (Bir Mesnete gelen)

* Uzay Aşıklar = 0,5 * 0,015 * 10,00 * 20,00 = 1,50 t

* Çatı Kaplaması = 0,5 * 0,010 * 10,00 * 20,00 = 1,00 t

G = 2,50 t

* Kar+Havalandırma ve tesisat = 0,5 * 0,095 * 10,00 * 20,00 = 9,50 t

Q = 9,50 t

$W_2 = 2,50 + 0,30 * 9,50 = 5,35 \text{ t}$

Toplam Bir Mesnete Gelen Düşey Yük : $W = W_1 + W_2 = 6,65 + 5,35 = 12,00 \text{ t}$

$F = A(T) * W$ $A(T) = A_o * I * S(T)$

$S(T) = 1$ A.B.Y.T.H.Y. Madde 6.11.1 'e göre önerilen spektral ivme katsayısı

$A_o = 0,4$ (1. Deprem Bölgesi) , $I = 1$, $R = 5$

$F = 0,4 * 1 * 1 * 12,00 = 4,80 \text{ t}$

Buradan yatay deprem kuvvetleri aldıkları düşey yük değerlerine göre aşağıdaki şekilde dağıtılır.

$F_1 = F * W_1 / W = 4,80 * 6,65 / 12,00 = 2,66 \text{ t}$ (55,4%)

$F_2 = F * W_2 / W = 4,80 * 5,35 / 12,00 = 2,14 \text{ t}$ (44,6%)

$$F_1 \text{ kuvvetinin uygulama mesafesi } H_1 = Y_{G_{ort}} = 60,00 \text{ cm}$$

$$F_2 \text{ kuvvetinin uygulama mesafesi } H_2 = (h_{max} + h_{min}) / 2 = 130 + 120 / 2 = 125 \text{ cm}$$

Yuva Yanağı Betonarme Hesabı :

M_{I-I} Momenti her iki yanak kesiti gözönüne alınarak hesaplanacaktır.

$$M_{I-I} = (F_1 * H_1 + F_2 * H_2 - N * b / 2) * 1$$

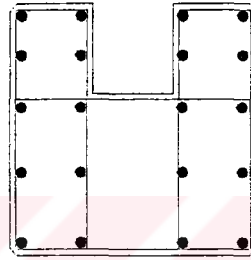
$$M_{I-I} = (2,66 * 0,60 + 2,14 * 1,25 - 6,65 * 0,23 / 2) * 1 = 3,51 \text{ tm}$$

Malzeme : BS 30 , BÇIII

$$M = 350,63 \text{ tcm} \quad b = 70 \text{ cm} \quad h = 23,5 \text{ cm} \quad A_s = 4,86 \text{ cm}^2$$

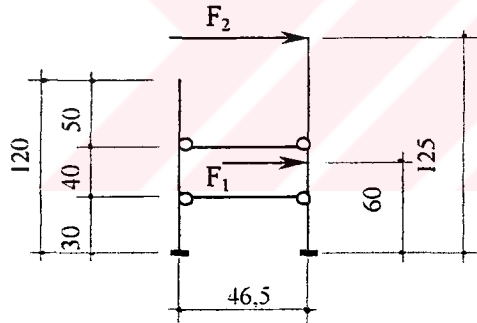
SEÇİLEN : 5 Φ 14

iki yüze eşit donatı (7,70 cm^2)



Pim Hesabı :

Pimde meydana gelen çekme kuvvetinin hesaplanabilmesi için önceki aşağıdaki şekildeki gibi modellenip, SAP2000 programında çözülmüştür.



$P = 2,56 \text{ t}$ Yatay pimde meydana gelen max çekme kuvveti.

$$A_{s, ger} = 2560 / 1,00 * 1440 = 1,78 \text{ cm}^2$$

$$d = \sqrt{1,78 * 4 / \pi * 0,86^2} = 1,75 \text{ cm}$$

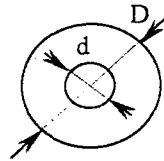
SEÇİLEN : Φ 22

Rondela Çapı Hesabı : $d = 50 \text{ mm}$ $D = 120 \text{ mm}$

$$F = \pi * (D^2 - d^2) / 4 = 93,4 \text{ cm}^2$$

Betonda Ezilme Tahkiki :

$$\sigma_b = 2560 / 93,4 = 27,40 \text{ kg/cm}^2 < 0,85 * 214 = 182 \text{ kg/cm}^2$$



Kayma Tahkiki :

$H = 2,91 \text{ t}$ Yuva yanağında meydana gelen max. Kesme kuvveti

$$V_{r,max} = 0,25 * 300 * 25,0 * 19,5 * E-3 = 36,56 \text{ t}$$

$$V_{cr} = 0,65 * 12,5 * 25,0 * 19,5 * E-3 = 3,96 \text{ t}$$

$$V_{r,max} > H > V_{cr}, V_e = 0,5 * 3,96 = 1,98 \text{ t}$$

$$V_s = 2,91 - 1,98 = 0,93 \text{ t}$$

$$A_{sw} = 2 * 0,50 = 1,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{sw}/s = 0,93 / 19,5 * 3,65 = 0,0131$$

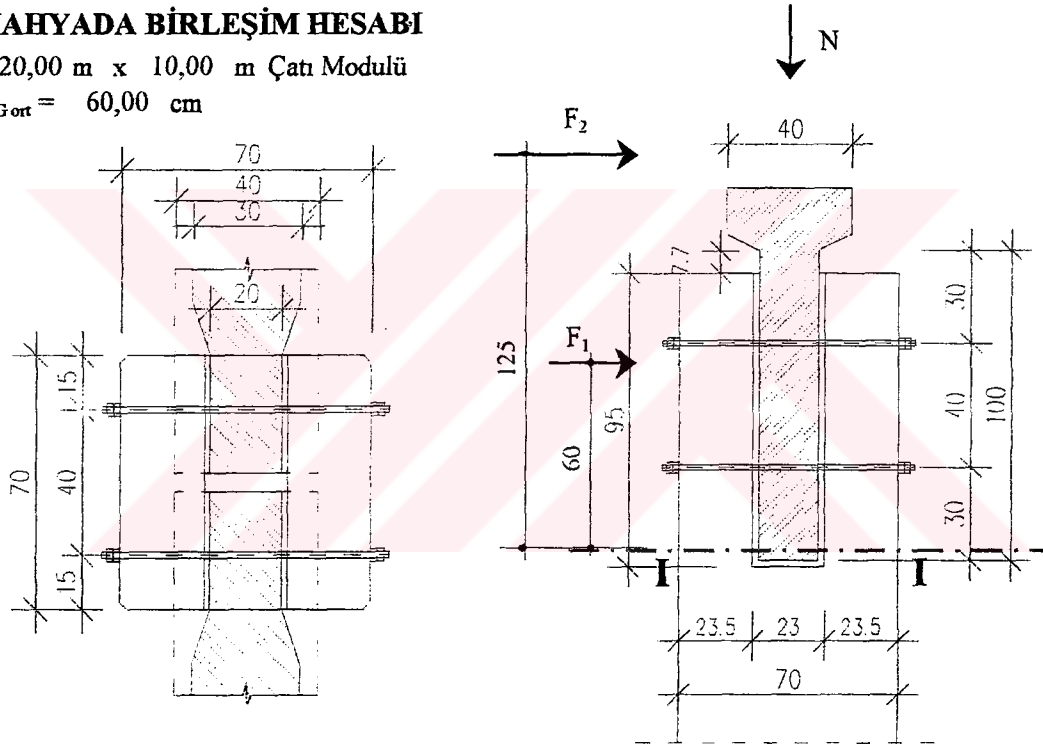
$$s = 1,00 / 0,0131 = 76,6 \text{ cm}$$

SEÇİLEN : $\Phi 8/10 \text{ cm}$

MAHYADA BİRLEŞİM HESABI

20,00 m x 10,00 m Çatı Modülü

$$Y_{Gort} = 60,00 \text{ cm}$$



$$* \text{Taşıyıcı Kiriş zati ağırlığı} = 5,320 * 2,500 = 13,30 \text{ t}$$

$$* \text{Bir Mesnete gelen } W_1 = 13,30 / 2 = 6,65 \text{ t} = N$$

Çatı yükleri (Bir Mesnete gelen)

$$* \text{Uzay Aşıklar} = 0,5 * 0,015 * 10,00 * 20,00 = 1,50 \text{ t}$$

$$* \text{Çatı Kaplaması} = 0,5 * 0,010 * 10,00 * 20,00 = 1,00 \text{ t}$$

$$G = 2,50 \text{ t}$$

$$* \text{Kar+Havalandırma ve tesisat} = 0,5 * 0,095 * 10,00 * 20,00 = 9,50 \text{ t}$$

$$Q = 9,50 \text{ t}$$

$$W_2 = 2,50 + 0,30 * 9,50 = 5,35 \text{ t}$$

$$\text{Toplam Bir Mesnete Gelen Düşey Yük : } W = W_1 + W_2 = 6,65 + 5,35 = 12,00 \text{ t}$$

$$F = A(T) * W \quad A(T)=A_o*I*S(T)$$

$S(T) = 1$ A.B.Y.T.H.Y. Madde 6.11.1 'e göre önerilen spektral ivme katsayısı

$$A_o = 0,4 \text{ (1. Deprem Bölgesi)}, I = 1, R = 5$$

$$F = 0,4 * 1 * 1 * 12,00 = 4,80 \text{ t}$$

Buradan yatay deprem kuvvetleri aldıkları düşey yük değerlerine göre aşağıdaki şekilde dağıtılır.

$$F_1 = F * W_1 / W = 4,80 * 6,65 / 12,00 = 2,66 \text{ t} \quad (55,4\%)$$

$$F_2 = F * W_2 / W = 4,80 * 5,35 / 12,00 = 2,14 \text{ t} \quad (44,6\%)$$

$$F_1 \text{ kuvvetinin uygulama mesafesi} \quad H_1 = Y_{Gort} = 60,00 \text{ cm}$$

$$F_2 \text{ kuvvetinin uygulama mesafesi} \quad H_2 = (h_{max} + h_{min}) / 2 = (130 + 120) / 2 = 125 \text{ cm}$$

Yuva Yanağı Betonarme Hesabı :

M_{I-I} Momenti her iki yanak kesiti gözönüne alınarak hesaplanacaktır.

$$M_{I-I} = (F_1 * H_1 + F_2 * H_2 - N * b / 2) * 2$$

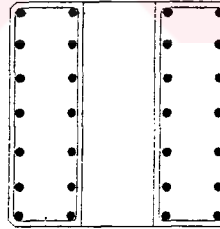
$$M_{I-I} = (2,66 * 0,60 + 2,14 * 1,25 - 6,65 * 0,23 / 2) * 2 = 7,01 \text{ tm}$$

Malzeme : BS 30 , BÇIII

$$M = 701,25 \text{ tcm} \quad b' = 70,0 \text{ cm} \quad h = 23,5 \text{ cm} \quad A_s = 10,14 \text{ cm}^2$$

SEÇİLEN : 7 Φ 14

Her iki yüze eşit donatı (10,78 cm²)

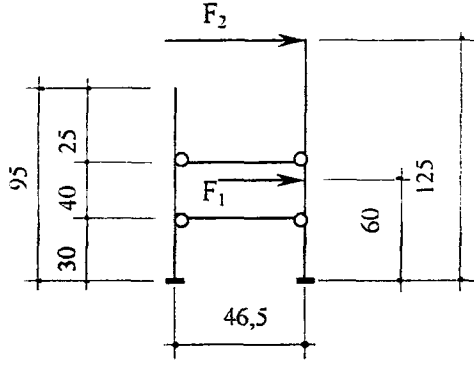


Pim Hesabı :

Pimde meydana gelen çekme kuvveti kenar aksta meydana gelen kuvvetin aynısı olduğu için tekrar hesap yapılmadı.

Rondela Çapı Hesabı : Kenar akstaki hesap mahyada da geçerlidir.

Betonda Ezilme Tahkiki : Kenar akstaki hesap mahyada da geçerlidir.



Kayma Tahkiki :

$H = 5,83 \text{ t}$ Yuva yanağında meydana gelen max. Kesme kuvveti

$$V_{r,max} = 0,25 * 300 * 25,0 * 19,5 * E-3 = 36,56 \text{ t}$$

$$V_{cr} = 0,65 * 12,5 * 25,0 * 19,5 * E-3 = 3,96 \text{ t}$$

$$V_{r,max} > H > V_{cr}, V_c = 0,5 * 3,96 = 1,98 \text{ t}$$

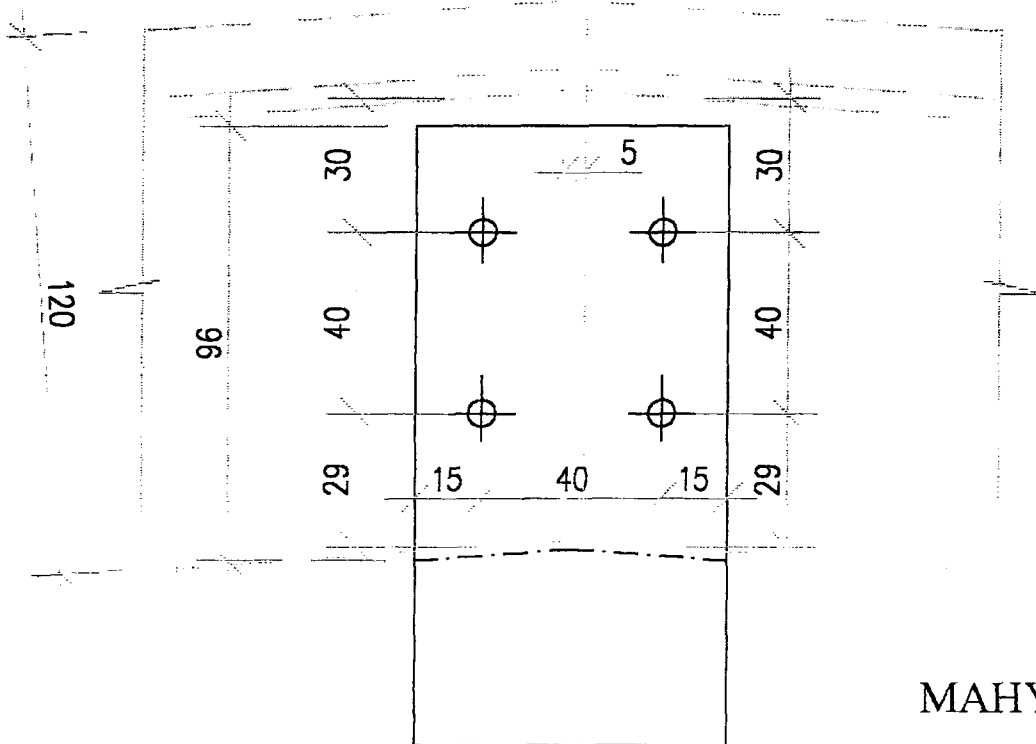
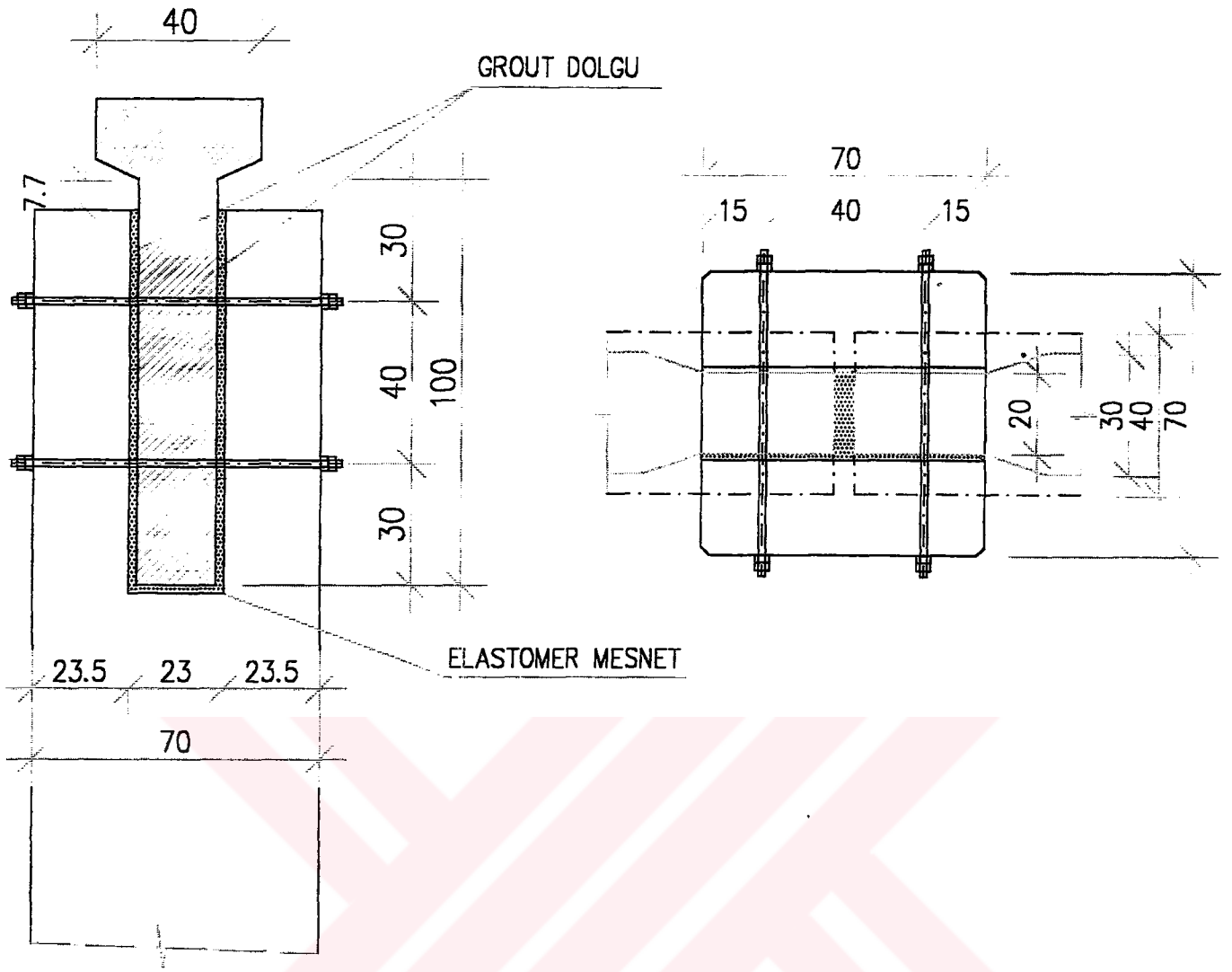
$$V_s = 5,83 - 1,98 = 3,85 \text{ t}$$

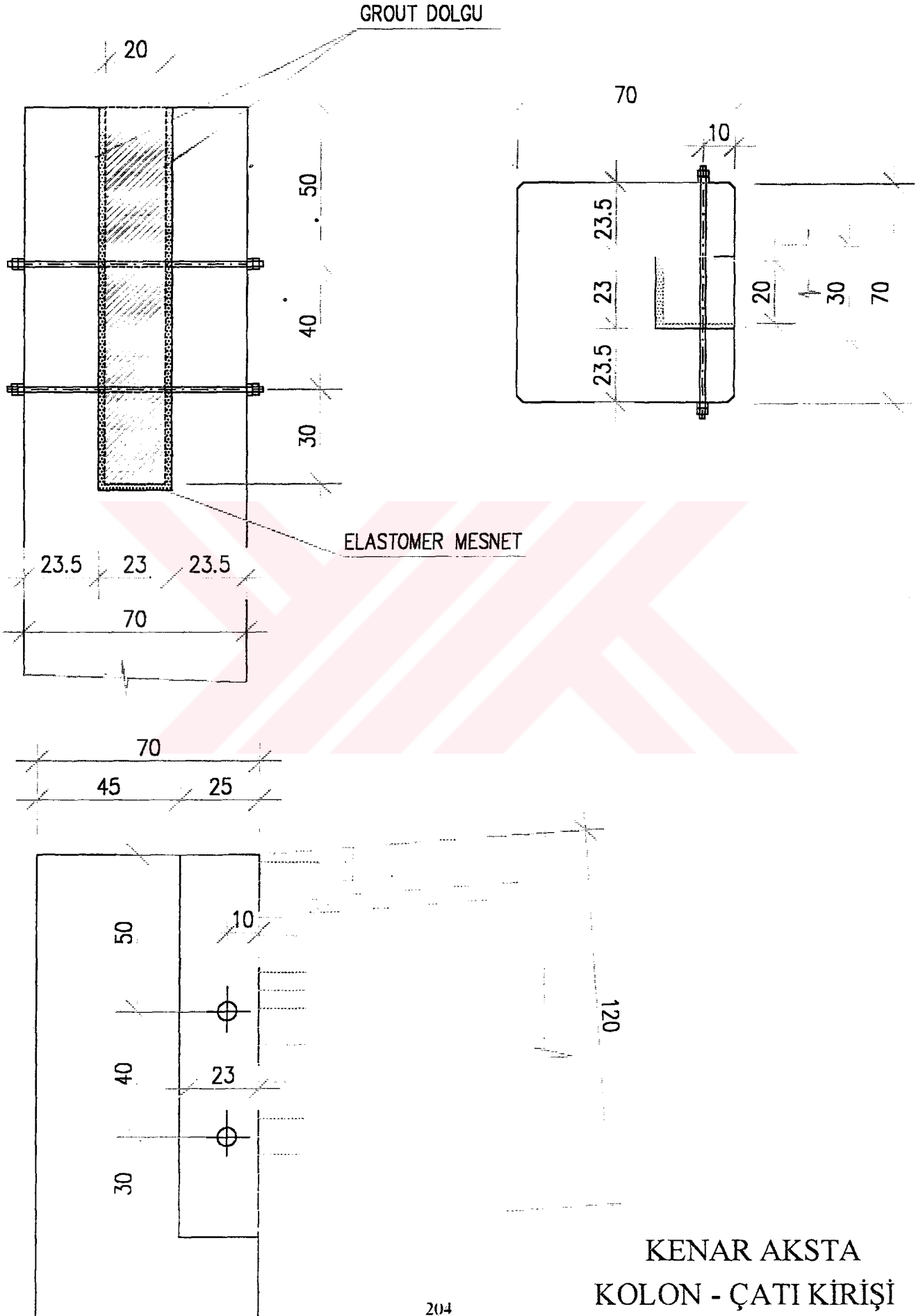
$$A_{sw} = 2 * 0,50 = 1,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{sw}/s = 3,85 / 19,5 * 3,65 = 0,0541$$

$$s = 1,00 / 0,0541 = 18,5 \text{ cm}$$

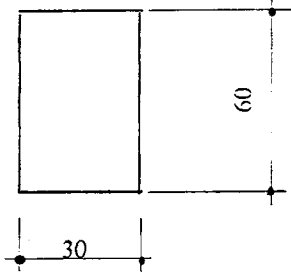
SEÇİLEN : $\Phi 8/10 \text{ cm}$





DEPREM KİRİŞİ HESABI

Kesit :



$$\begin{aligned} b &= 30 \text{ cm} \\ h &= 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

Kesit Alanı : 1800 cm²

Döşeme kirişine gelen yükler :

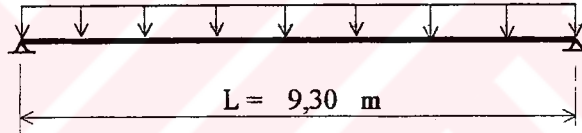
$$\begin{aligned} * \text{ Kiriş öz ağırlığı} &= 0,18 * 2,500 & g &= 0,450 \text{ t/m} \\ & & q &= 0,000 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$P_d = 1,4 * 0,45 + 1,6 * 0,00 = 0,63 \text{ t/m}$$

$$V_d = 0,63 * 9,30 / 2 = 2,93 \text{ t}$$

$$M_d = 0,63 * 9,30 / 8 = 6,81 \text{ tm}$$

$$\begin{aligned} g &= 0,450 \text{ t/m} \\ q &= 0,000 \text{ t/m} \\ P_d &= 0,63 \text{ t/m} \end{aligned}$$



Eğilme Dayanımı

Malzeme : BS 30 ,BÇIII

$$M_d = 6,81 \text{ tm}$$

$$k = 30 * 55^2 / 681 = 133,24 \longrightarrow j = 0,75$$

$$A_s = 681 / 55 * 3,65 * 0,750 = 4,52 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A_{smin} &= 0,003288 * 30 * 60 \\ &= 5,92 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Seçilen : } & \underbrace{3 \Phi 18 \text{ (7,62 cm}^2\text{)}}_{\text{altta}} + \underbrace{2 \Phi 12 \text{ (2,26 cm}^2\text{)}}_{\text{üstte}} \end{aligned}$$

Kesme Dayanımı

* mesnette

$$V_d = 1,333 * 2,93 = 3,91 \text{ t}$$

$$V_{res} = 0,20 * \frac{300}{1,4} * 30 * 25 * E^{-3} = 32,14 \text{ t}$$

$$V_{res} = 32,14 \text{ t} > V_d = 3,91 \text{ t}$$

$$[1] \quad A_s = \frac{1}{0,70 * 420 * 250} * [39059 * 250 + 3906 * 50] + \frac{3906}{0,7 * 420} * E^{-2} = 1,49$$

SEÇİLEN : 1 Φ 16
(2,01 cm²)

$$[2] \quad A_s = \frac{39059}{420 * 3,40} + \frac{3906}{0,70 * 420} * E^{-2} = 0,41 \text{ cm}^2$$

$$\mu_e = \frac{6,9 * 1^2 * A_{cr} * \mu}{V_d} = \frac{7 * 1,00^2 * 300 * 250 * 1,40}{39059} = 18,5 > 3,4$$

$\mu_e = 3,4$ olmalı

$$A_h = \frac{39059}{420 * 2,10 * 3,4} * E^{-2} = 0,13 \text{ cm}^2$$

SEÇİLEN : 2 Φ 10
(1,57 cm²)

$$A_s = 1,49 \geq 0,6 * 300 * 250 / 420 * E^{-2} = 1,07 \text{ cm}^2$$

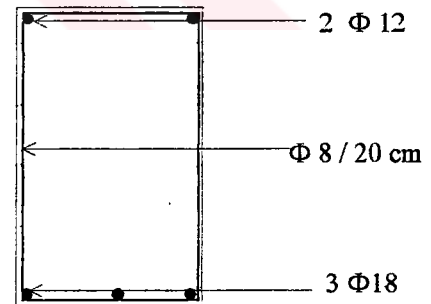
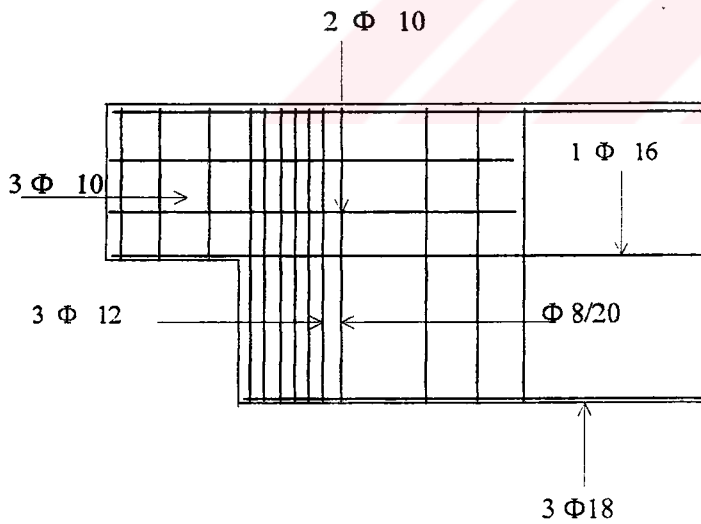
$$A_h = 0,13 \geq 0,3 * 300 * 250 / 420 * E^{-2} = 0,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = \frac{39059}{420 * 0,70} * E^{-2} = 1,33 \text{ cm}^2$$

SEÇİLEN : 3 Φ 12 (6,79 cm²)

$$A_v \geq \frac{1}{2 * 420} * [\frac{39059}{0,70} - 0,17 * \sqrt{300}] * 300 * 250] * E^{-2} = -1,96 \text{ cm}^2$$

SEÇİLEN : 3 Φ 10
(4,74 cm²)



DÖŞEME KİRİŞLERİ HESAPLARI

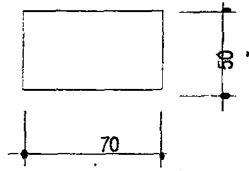
1-) DK1 KİRİŞİ HESABI,

Kiriş Hesap Yolu :

- 1- Kiriş : BD24+6cm topping ve kiriş zati yükü göre basit kiriş olarak çalışacaktır.
- 2- Kaplama + hareketli yük ve deprem yüklerine göre ise sürekli kiriş olarak çalışacaktır.
- 3- Herikidurumda bulunan sonuç momentin toplamına göre kiriş donatılacaktır.

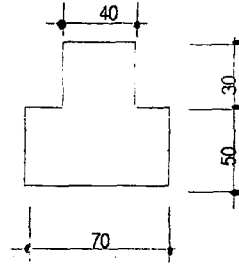
Kesit :

Montaj aşamasında :



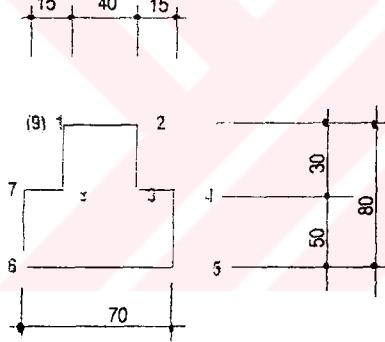
Kesit Alanı : 3500 cm²

İşletme aşamasında :



Kesit Alanı : 4700 cm²

Kompozit Kesit :



NO	X	Y
1	15	80
2	55	80
3	55	50
4	70	50
5	70	0
6	0	0
7	0	50
8	15	50
9	15	80

$$I = 22448954 \text{ cm}^4 = 0,2245 \text{ m}^4$$

$$\text{Yağıl} = 35,21 \text{ cm}$$

$$F = 0,470 \text{ m}^2$$

G1 Yüklemesinden Döşeme kirişine gelen yükler :

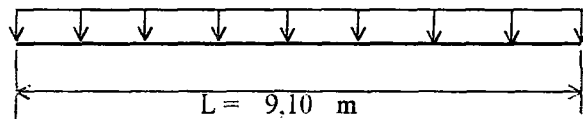
$$\begin{aligned}
 * \text{ Kiriş öz ağırlığı}(50/70) &= 0,350 * 2,500 = 0,875 \text{ t/m} \\
 * \text{ BD24 + topping} &= 0,571 * 5,00 = 2,855 \text{ t/m} \\
 \hline
 g &= 3,730 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$V_{g1} = 3,73 * 9,10 / 2 = 16,97 \text{ t}$$

$$M_{g1} = 3,73 * 9,10^2 / 8 = 38,61 \text{ tm}$$

$$g = 3,730 \text{ t/m}$$

$$q = 0,000 \text{ t/m}$$



G2 Yüklemesinden Döşeme kirişine gelen yükler :

* Çatı Kaplaması			
* Havalandırma+tes.			
* Kaplama	= 0,110	* 5,00	= 0,550 t/m
* Klasik Döşeme	= 0,720	* 3,20	= 2.304 t/m
* Hareketli yük	= 0,500	* 5,00	= 2.500 t/m

statik çözüm SAP2000 'de yapılmıştır.

G1 yüklemesindeki B.A.hesap

Malzeme : BS 30 , STIII

$$M d = 54,05 \text{ tm} \quad b = 70 \text{ cm}, \quad h = 50 \text{ cm} \quad d = 47 \text{ cm}$$

$$K = 70 \cdot \frac{47^2}{5405} = 28,6 \quad j = 0,883$$

$$A_s = 5405 / 47 \cdot 0,88 \cdot 3,65 = 35,7 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 35,68 \text{ cm}^2$$

Kesme Davranımı

Mesnette kesit 50/70 olacak

* mesnette

$$V_d = 1,4 \cdot 16,97 = 23,76 \text{ t}$$

$$V_{cr} = 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{cr} = 0,65 \cdot 125 \cdot 70 \cdot 45 \cdot E^{-4} = 25,6 \text{ t}$$

$$V_{r,max} = 0,25 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{r,max} = 0,25 \cdot 2000 \cdot 70 \cdot 45 \cdot E^{-4} = 157,5 \text{ t}$$

$V_{cr} = 25,6 \text{ t} > V_d = 23,76 \text{ t}$ old. Beton kesme kuvvetini tek başına karşılayabiliyor.

Sünek davranış için minimum etriye yeterli.

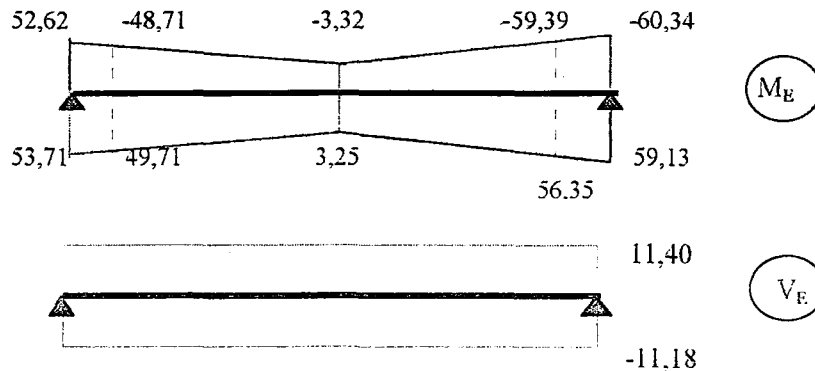
$$\min p_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} = 0,3 \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} \quad A_{sw} = 2 \cdot A_{s0} = 2 \cdot 0,5 = 1,0 \text{ cm}^2$$

$$\frac{1,00}{70 \cdot s} = \frac{0,3 \cdot 125}{365000}$$

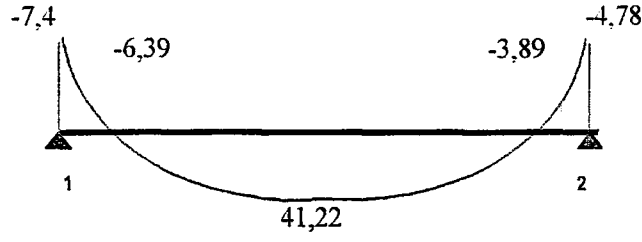
$$s = 139,05 \text{ cm} \longrightarrow \Phi 8/10$$

$$s \leq 0,5d = 22,5 \text{ cm}$$

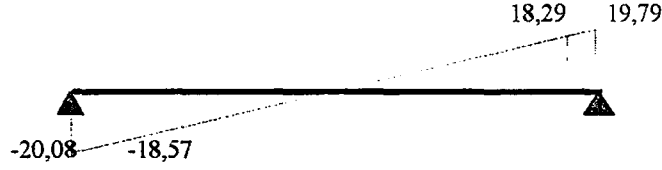
SÜREKLİ KİRİŞ OLMA DURUMUNDA HESAP



G YÜKLEMESİ

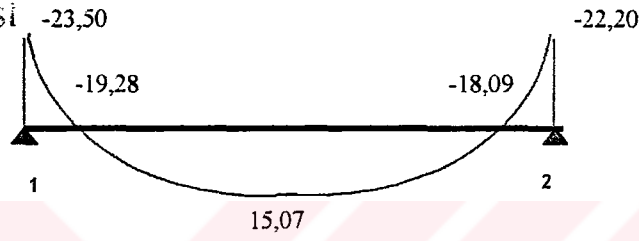


M_G



V_G

Q YÜKLEMESİ



M_Q



V_Q

DÜZELTİLMİŞ MESNET MOMENTLERİ

Mesnet No	G Yükleme tm	Q Yükleme tm	E Yükleme tm
1	-6.39	-19.28	49.71
2	-3.89	-18.09	56.35

SÜPERPOZİSYON

Mesnet No	mutlak değerler					
	1.4G+1.6Q ^(tm)	G+Q+E tm	0.9G+E tm	1.4G+1.6Q tm	G+Q+E tm	0.9G+E tm
1	39.79	24.04	43.96	39.79	24.04	43.96
2	34.39	34.37	52.85	34.39	34.37	52.85
ÇIKLI	81.82	59.54	40.35	81.82	59.54	40.35

$$M_{\max, \text{Mesnet}} = 52.85 \text{ tm}$$

$$M_{\max, \text{Açıklık}} = 81.82 \text{ tm}$$

MESNET KESME KUVVETLERİ

Mesnet No	G Yükleme ^(t)	Q Yükleme ^(t)	E Yükleme ^(t)
1	-18.57	0.00	11.40
2	18.29	0.00	-11.18

SÜPERPOZİSYON

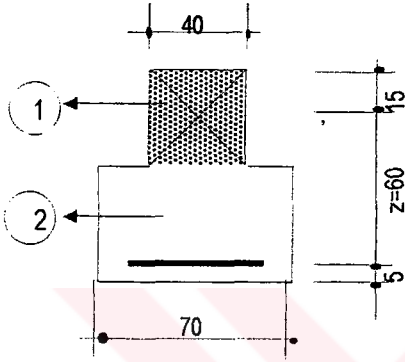
Mesnet No	mutlak değerler					
	1.4G+1.6Q (t)	G+Q+E (t)	0.9G+E (t)	1.4G+1.6Q (t)	G+Q+E (t)	0.9G+E (t)
1	-26,00	-7,17	-5,31	26,00	7,17	5,31
2	25,61	7,11	5,29	25,61	7,11	5,29

$$V_{\max} = 26,00 \quad \text{kN}$$

BETONARME HESAP

Açıklıkta Hesap:

$$M_{\max, \text{Açıklık}} = 81,82 \quad \text{tm}$$



1 No'lu kesitin aldığı moment

BS 20

$$\begin{aligned} M_1 &= 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h \cdot z \\ &= 0,85 \cdot 1300 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \\ M_1 &= 79,56 \quad \text{tm} \end{aligned}$$

$$M_2 = 81,82 - 79,56 = 2,26 \quad \text{tm}$$

$$As_1 = \frac{0,85 \cdot 1300 \cdot 0,3 \cdot 0,4}{36500} = 36,33 \quad \text{cm}^2$$

2 No'lu kesitin aldığı moment

BS 30

$$M_2 = 2,26 \quad \text{tm} \quad b=70 \quad h=50 \quad d=47$$

$$K = 70 \cdot 47^2 / 226,0 = 684,2 \quad j = 0,29$$

$$As = 226 / 47 \cdot 0,29 \cdot 3,65 = 4,5 \quad \text{cm}^2$$

$$As_2 = 4,54 \quad \text{cm}^2$$

$$As_{\text{top}} = As_1 + As_2 = 40,87 \quad \text{cm}^2$$

seçilen : 8 Φ 24 + (41,25 cm²)
2 Φ 18

Mesnette Hesap:

$$M_{\max, \text{Mesnet}} = 52,85 \quad \text{tm} \quad b=40 \quad h=80 \quad d'=3 \quad \text{BS 30}$$

$$K = 40 \cdot 77^2 / 5285 = 44,88 \quad j = 0,94$$

$$As = 5285 / 77 \cdot 0,94 \cdot 3,65 = 20,0 \quad \text{cm}^2$$

$$As_{\text{üst}} = 20,00 \quad \text{cm}^2$$

seçilen : 7 Φ 20 (21,99 cm²)

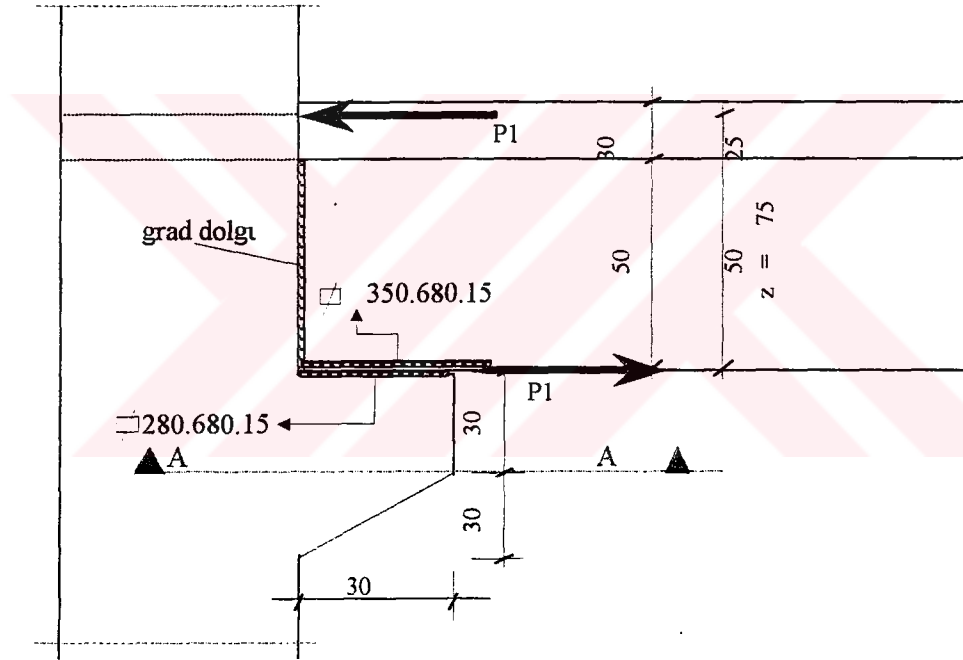
Mesnet üst donatısının 1/4'ü kiriş boyunca devam ettirilecektir. (A.B.Y.Y.H.Y. Madde 7.4.3.1)

$$A_{s_{üst,sürekli}} = 20,00 / 4 = 5,001 \text{ cm}^2$$

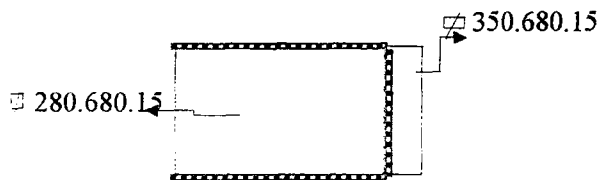
$$2 \Phi 20 \quad (6,28 \text{ cm}^2)$$

KOLON-KİRİŞ BAĞLANTI HESAPLARI

	1 -Mesneti	2 -Mesneti	
0,9G+1,2Ex	M= 257,27 tNm (alt)	M= 249,98 tNm (alt)	Donatı ve Levha Tahkiki için
	M= -107,39 tNm (üst)	M= -27,60 tNm (üst)	
0,9G+1,2Ey	M= 271,95 tNm (alt)	M= 281,91 tNm (alt)	Donatı ve Levha Tahkiki için
	M= -112,27 tNm (üst)	M= -87,74 tNm (üst)	
0,9G+1,5Ex	M= 352,79 tNm (alt)	M= 338,44 tNm (alt)	
	M= -103,60 tNm (üst)	M= -27,65 tNm (üst)	
0,9G+1,5Ey	M= 370,58 tNm (alt)	M= 379,96 tNm (alt)	Kaynak Tahkiki için
	M= -114,12 tNm (üst)	M= -83,70 tNm (üst)	



A-A Görünüşü



$$M = 281,91 \text{ tNm} \quad \text{Donatı ve Levha Tahkiki Hesabı için}$$

$$M = 379,96 \text{ tNm} \quad \text{Kaynak tahkiki Hesabı için}$$

$$P1 = 281,91 / 0,75 = 375,88 \text{ t}$$

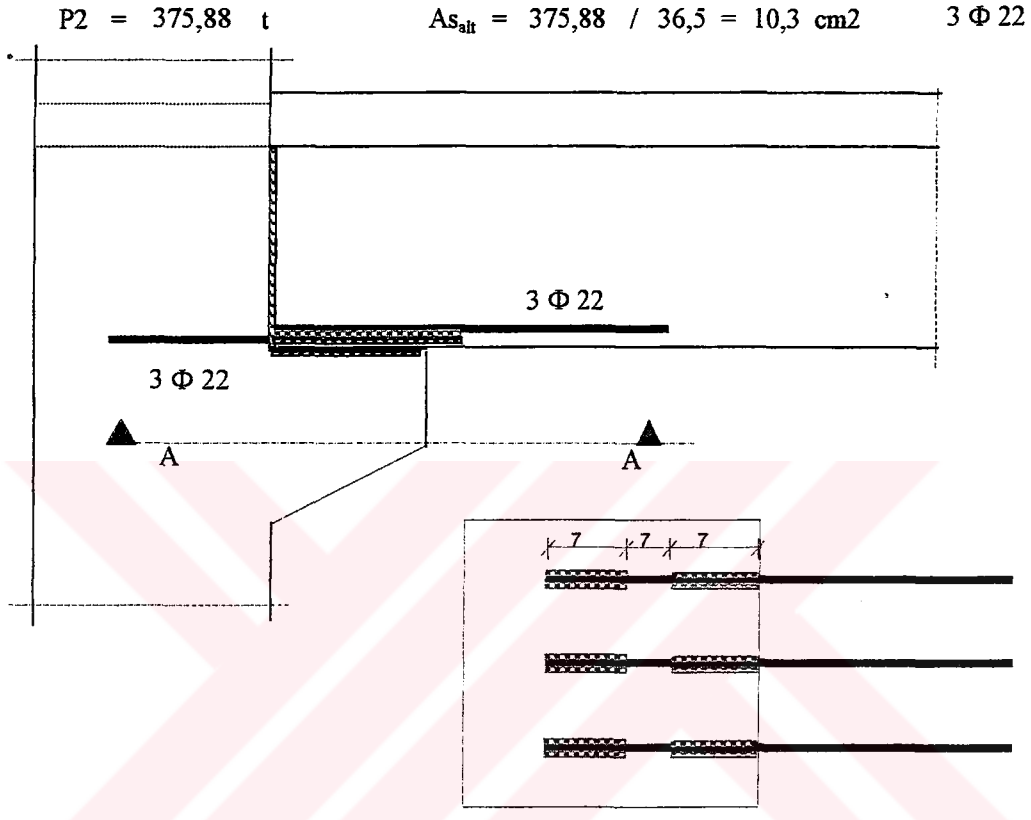
$$P2 = 379,96 / 0,75 = 506,61 \text{ t}$$

** Kirişle Kolonu bağlayan Levhanın Tahkiki*

$$F_{levha} = 28 * 1,5 = 42,00 \text{ cm}^2 \quad \square \quad 280.680.15$$

$$\sigma_{levha} = 375,88 / 42,00 = 8,95 \text{ t/cm}^2 < 14,00 \text{ t/cm}^2$$

** Kirişte ve Konsolda donatı Tahkiki*



** Kirişte ve Konsolda alt donatı Kaynak Tahkiki*

$$l' = (7 - 2 * 0,7) * 4 * 3 = 67,2 \text{ cm} \quad F_K = 67,2 \cdot 1,0 = 67,2 \text{ cm}^2$$

$$\tau_{kaynak} = 506,61 / 67,2 = 7,54 < 11,0 \text{ t/cm}^2$$

Kesme Dayanımı

** mesnette*

$$V_d = 1,330 * 26,00 = 34,58 \text{ t}$$

$$V_{res} = 0,20 * \frac{300}{1,3} * 70 * 76 * E^{-3} = 245,5 \text{ t}$$

$$V_{res} = 245,5 \text{ t} > V_d = 34,58 \text{ t}$$

$$A_{cr} = b * h / \cos \theta = 500 * 700 / \cos 20 = 857671 \text{ mm}^2$$

$$\mu_e = \frac{6,9 * 1^2 * A_{cr} * \mu}{V_d}$$

$$\mu_e = \frac{6,9 * 1,00^2 * 857670,6 * 1,40}{345773} = 23,96 < 3,40 \text{ olmalı}$$

$$Asf + An = \frac{345773}{0,70 * 420 * 3,40} + \frac{34577}{0,70 * 420} * E -2 = 4,64 \text{ cm}^2 \downarrow$$

SEÇİLEN : 4 Φ 18
(8,04 cm²)

$$Acr = 1,7 * l_d * b = 1,7 * 50 * 24 * 600 = 1224000 \text{ mm}^2$$

$$\mu_e = \frac{6,9 * \lambda^2 * Acr * \mu}{(Asf + An) * f_{yk}} = \frac{6,9 * 1,0^2 * 1224000 * 1,4}{463,52 * 420} = 60,74 >$$

$\mu_e = 3,4$ olmalı

$$Ash = \frac{(Asf + An) * f_{yk}}{\mu_e * f_{yw}} = \frac{4,64 * 420}{3,40 * 420} = 1,36 \text{ cm}^2$$

$$Ash_{min} = \frac{0,9 * (1,7 * l_d) * t}{f_{yk}} = 0,9 * \frac{1,7 * 50 * 24 * 600}{420} * E -2 = 26,23 \text{ cm}^2$$

SEÇİLEN : 6 Φ 12 (27,12 cm²)
4 kollu etriye

Mesnetten 80 cm ileride Kesme Davanımı Hesabı

$$V_d = 1,333 * 52,81 = 70,39 \text{ t}$$

$$V_{r,max} = 0,25 * 2000 * 70 * 76 * E -3 = 266 \text{ t}$$

$$V_{r,max} > V_d$$

$$V_s = 70,39 \text{ t}$$

$$Asw/s = 70,39 / 3,65 * 76 = 0,254$$

$$Asw = 4 * 1,13 = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$s = 4,520 / 0,254 = 17,81 \text{ cm}$$

↓

Seçilen : Φ 12 / 10 cm 4 kollu etriye

KAYMA HESABI

BS 30 / S420

$$L = 0,50 \text{ m}$$

$$V_d = 56,3 \text{ t} \quad b_w = 400 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 12,2 \text{ cm} \quad V_c = 20,5 \text{ t} \quad V_s = 35,8 \text{ t} \longrightarrow \Phi 10/10$$

$$L = 1,00 \text{ m}$$

$$V_d = 50,5 \text{ t} \quad b_w = 400 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

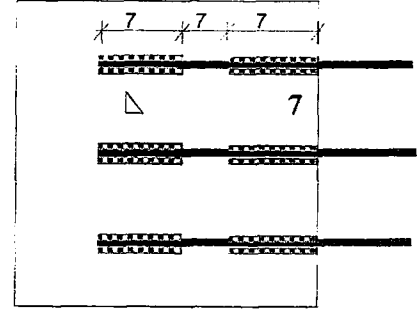
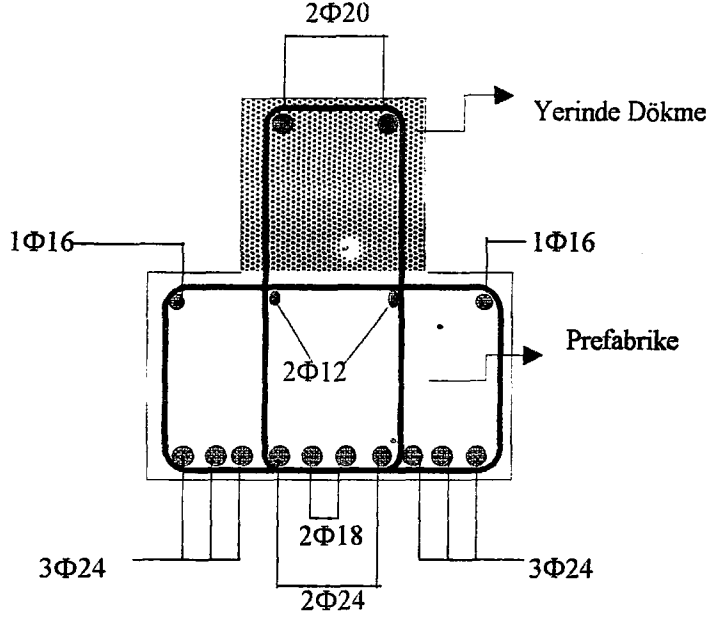
$$s = 14,5 \text{ cm} \quad V_c = 20,5 \text{ t} \quad V_s = 30,0 \text{ t} \longrightarrow \Phi 10/10$$

$$L = 1,50 \text{ m}$$

$$V_d = 44,7 \text{ t} \quad b_w = 400 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

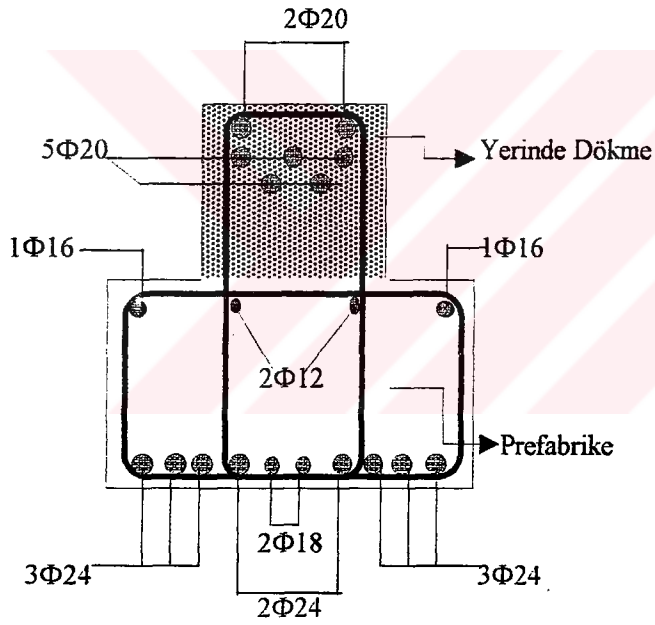
$$s = 18 \text{ cm} \quad V_c = 20,5 \text{ t} \quad V_s = 24,2 \text{ t} \longrightarrow \Phi 10/10$$

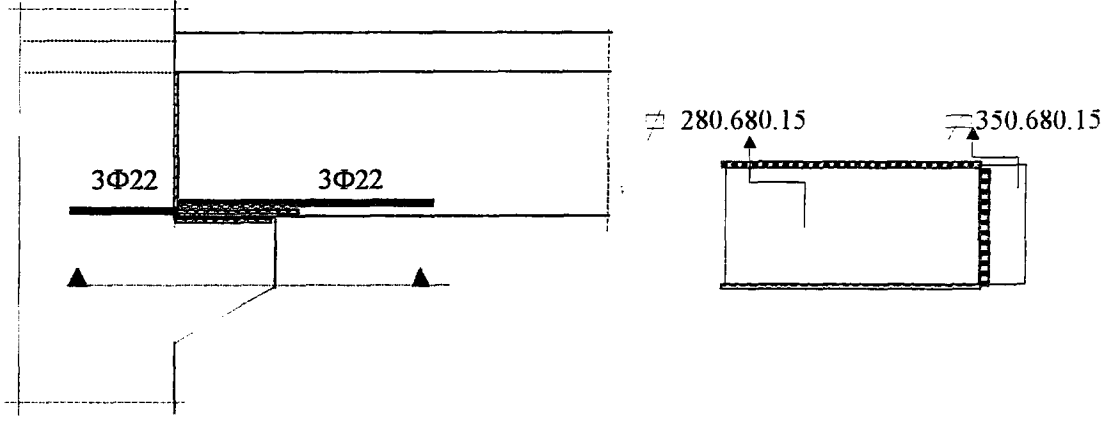
AÇIKLIKTA DONATI ŞEMASI :



Mesnet Altı Donatı Kaynaklanması

MESNETTE DONATI ŞEMASI :





ETRİYE YERLEŞİMİ

150	150	400	150	150
Φ10/10 Φ8/10	Φ10/15 Φ8/15	Φ10/20 Φ8/20	Φ10/15 Φ8/15	Φ10/10 Φ8/10

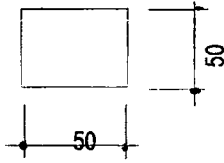
DK2 KİRİŞİ HESABI

Kiriş Hesap Yolu :

- 1- Kiriş ; BD24+6cm topping ve kiriş zati yüke göre basit kiriş olarak çalışacaktır.
- 2- Kaplama + hareketli yük ve deprem yüklerine göre ise sürekli kiriş olarak çalışacaktır.
- 3- Herikidurumda bulunan sonuç momentin toplamına göre kiriş donatılacaktır.

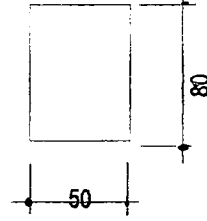
Kesit :

Montaj aşamasında :



Kesit Alanı : 2500 cm²

İşletme aşamasında :



Kesit Alanı 4000 cm²

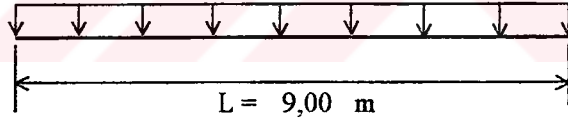
G1 Yüklemesinden Döşeme kirişine gelen yükler :

$$\begin{aligned} * \text{ Kiriş öz ağırlığı}(50/50) &= 0,250 * 2,500 &= 0,625 \text{ t/m} &= 6,25 \text{ kN/m} \\ g &= 0,625 \text{ t/m} &= 6,25 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$V_{g1} = 6,25 * 9,00 / 2 = 28,13 \text{ kN}$$

$$M_{g1} = 6,25 * 9,00 / 8 = 63,28 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} g &= 0,625 \text{ t/m} \\ q &= 0,000 \text{ t/m} \end{aligned}$$



G2 Yüklemesinden Döşeme kirişine gelen yükler :

$$* \text{ Kaplama} = 0,110 * 5,00 = 0,550 \text{ t/m} = 5,5 \text{ kN/m}$$

$$* \text{ Klasik Döşeme} = 0,720 * 3,20 = 2,304 \text{ t/m} = 23,04 \text{ kN/m}$$

$$* \text{ Hareketli yük} = 0,500 * 5,00 = 2,500 \text{ t/m} = 25 \text{ kN/m}$$

statik çözüm SAP2000 'de yapılmıştır.

G1 yüklemesindeki B.A.hesap

Malzeme : BS 30 , STIII

$$M_d = 88,59 \text{ kNm} \quad b = 50 \text{ cm} , \quad h = 50 \text{ cm} \quad d = 47 \text{ cm}$$

$$K = 50 * 47 / 886 = 124,7 \quad j = 0,975$$

$$A_s = 886 / 47 * 0,98 * 3,65 = 5,3 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 5,30 \text{ cm}^2$$

Kesme Dayanımı

Mesnette kesit 50/50 olacak

* mesnette

$$V_d = 1,4 * 28,13 = 39,38 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0,65 * f_{ctd} * b_w * d$$

$$V_{cr} = 0,65 * 1250 * 50 * 45 * E -4 = 182,8 \text{ kN}$$

$$V_{r,max} = 0,25 * f_{cd} * b_w * d$$

$$V_{r,max} = 0,25 * 20000 * 50 * 45 * E -4 = 1125,0 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 182,8 \text{ kN} > V_d = 39,38 \text{ kN} \quad \text{old. Beton kesme kuvvetini tek başına karşılayabiliyor.}$$

Sünek davranış için minimum etriye yeterli.

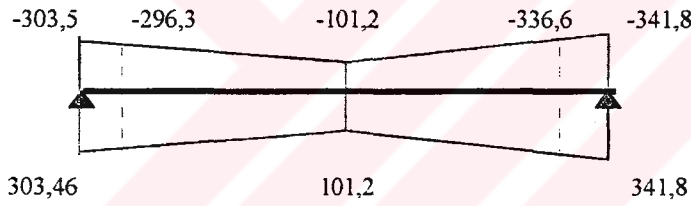
$$\min \rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w * s} = 0,3 * \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} \quad , \quad A_{sw} = * A_{s0} = 2 * 0,5 = 1,00 \text{ cm}^2$$

$$\frac{1,00}{50 * s} = \frac{0,3 * 1250}{365000}$$

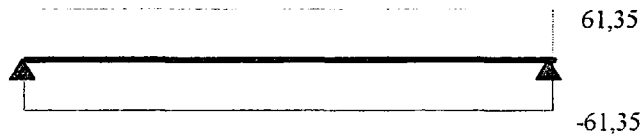
$$s = 19,47 \text{ cm} \longrightarrow \Phi 8/15$$

$$s \leq 0,5d = 22,50 \text{ cm}$$

SÜREKLİ KİRİŞ OLMA DURUMUNDA HESAP

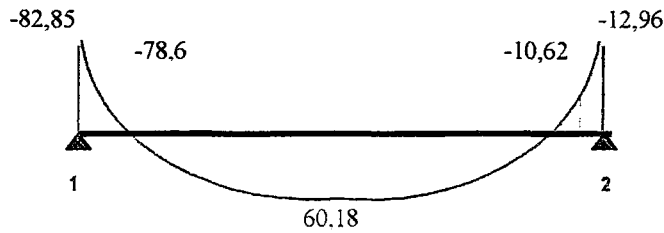


(ME)



(VE)

G YÜKLEMESİ



(MG)

$$39,41 \quad 36,74$$



(VG)

$$-28,1 \quad -29,959$$

$$\underline{\underline{L = 2,00 \text{ m}}}$$

$$V_d = 39,0 \text{ t} \quad b_w = 400 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 15,1 \text{ cm} \quad V_c = 20,5 \text{ t} \quad V_s = 18,5 \text{ t} \longrightarrow \Phi 8/15$$

$$\underline{\underline{L = 3,00 \text{ m}}}$$

$$V_d = 27,4 \text{ t} \quad b_w = 400 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 40,4 \text{ cm} \quad V_c = 20,5 \text{ t} \quad V_s = 6,9 \text{ t} \longrightarrow \Phi 8/20$$

$$\underline{\underline{L = 4,00 \text{ m}}}$$

$$V_d = 15,9 \text{ t} \quad b_w = 400 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 40,4 \text{ cm} \quad V_c = 20,5 \text{ t} \quad V_s = 1,2 \text{ t} \longrightarrow \Phi 8/20$$

$$\underline{\underline{L = 5,00 \text{ m}}}$$

$$V_d = 4,4 \text{ t} \quad b_w = 400 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 40,4 \text{ cm} \quad V_c = 20,5 \text{ t} \quad V_s = 1,2 \text{ t} \longrightarrow \Phi 8/20$$

Gövde kısa konsolda Kesme Dayanımı

$$g = 3,730 \text{ t/m} \quad q = 1,25 \text{ t/m} \quad \text{Pdöş.} = 7,2 \text{ t/m}$$

$$V_d = 1,333 * 7,22 = 9,63 \text{ t/m}$$

$$V_{res} = 0,15 * 500 * \sqrt{30} = 41,1 \text{ t}$$

$$V_{res} = 41,08 \text{ t} < V_d = 48,1 \text{ t}$$

$$A_s = \frac{V_d}{0,7 * f_{yw}} = \frac{9629,1}{0,7 * 420} * E-2 = 3,28 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{SEÇİLEN: } \Phi 10 / 20 \text{ cm} \\ (3,93 \text{ cm}^2/\text{m})$$

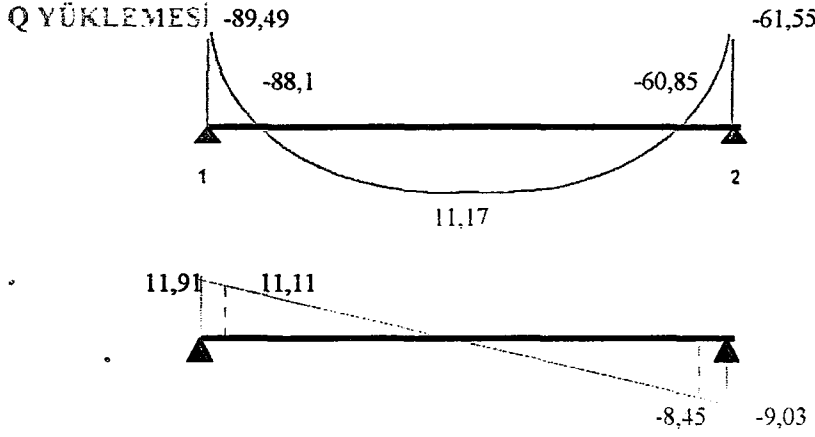
$$A_{sh} = \frac{1,3 * V_d}{0,7 * f_{yw}} = \frac{1,3 * 9629,1}{0,7 * 420} * E-2 = 4,26 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{SEÇİLEN: } \Phi 8 / 20 \\ (\text{iki kollu}) \quad (5,08 \text{ cm}^2/\text{m})$$

* Ash donatısı kesme ve burulmaya karşı hesaplanan kiriş donatısına eklenecektir.

$$A_l = \frac{1,38 * l_c * d}{f_{yk}} = \frac{1,38 * 150 * 470}{420} * E-2 = 2,32 \text{ cm}^2 \quad \text{SEÇİLEN: } 2 \Phi 16 \\ (4,02 \text{ cm}^2)$$

Ezilme Kontrolü :

$$9,63 / 100 * 12 = 8,02 \text{ kg/m}^2$$



DÜZELTİLMİŞ MESNET MOMENTLERİ

Mesnet No	G Yükleme ¹ kNm	Q Yükleme ¹ kNm	E Yükleme ¹ kNm
1	-78,56	-88,10	-296,31
2	-10,62	-60,85	-336,64

SÜPERPOZİSYON

mutlak değerler

Mesnet No	1.4G+1.6Q (kNm)	G+Q+E (kNm)	0.9G+E (kNm)	1.4G+1.6Q (kNm)	G+Q+E (kNm)	0.9G+E (kNm)
1	-250,95	-462,97	-367,01	250,95	462,97	367,01
2	-112,22	-408,11	-346,20	112,22	408,11	346,20
AÇIKLIK	102,12	172,51	155,33	102,12	172,51	155,33

$$M_{\max, \text{Mesnet}} = 462,97 \text{ kNm}$$

$$M_{\max, \text{Açıklık}} = 172,51 \text{ kNm}$$

MESNET KESME KUVVETLERİ

Mesnet No	G Yükleme (kN)	Q Yükleme (kN)	E Yükleme (kN)
1	36,74	11,11	61,35
2	-28,05	-8,45	-61,35

SÜPERPOZİSYON

mutlak değerler

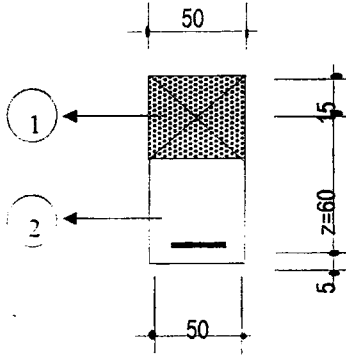
Mesnet No	1.4G+1.6Q (t)	G+Q+E (t)	0.9G+E (t)	1.4G+1.6Q (t)	G+Q+E (t)	0.9G+E (t)
1	69,21	109,19	94,41	69,21	109,19	94,41
2	-52,80	-97,85	-86,59	52,80	97,85	86,59

$$V_{\max} = 109,19 \text{ ton}$$

BETONARME HESAP

Açıklıkta Hesap:

$$M_{\max, \text{Açıklık}} = 172,51 \text{ kNm}$$



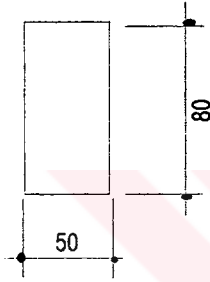
1 No'lu kesitin aldığı moment

BS 20

$$\begin{aligned} M_1 &= 0,85 * f_{cd} * b * h * z \\ &= 0,85 * 13000 * 0,3 * 0,5 * 0,6 \\ M_1 &= 994,5 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_1 > M_{\max, \text{Açıklık}}$$

old. 50/80 kiriş gibi düşünülerek
As_{alt} Konulacaktır.



$$b = 50 \quad h = 80 \quad d = 75 \quad \text{BS 20} \quad \text{STIII}$$

$$M_{\max, \text{Açıklık}} = 172,51 \text{ kNm} = 17,3 \text{ tm}$$

$$K = 50 * 75^2 / 1725 = 163 \quad j = 0,967$$

$$A_s = 1725 / 75 * 0,967 * 3,65 = 6,5 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\min} = 12 / 3650 = 0,003$$

$$A_{s_{\min}} = 0,0033 * 50 * 75 = 12,33 \text{ cm}^2$$

$$\text{seçilen : } 4 \Phi 20 \quad (12,57 \text{ cm}^2)$$

Açıklık alt donatı

Mesnette Hesap:

$$M_{\max, \text{Mesnet}} = 462,97 \text{ kNm} \quad b = 50 \quad h = 80 \quad d' = 5 \quad \text{BS 30}$$

$$K = 50 * 75^2 / 4630 = 60,75 \quad j = 0,95$$

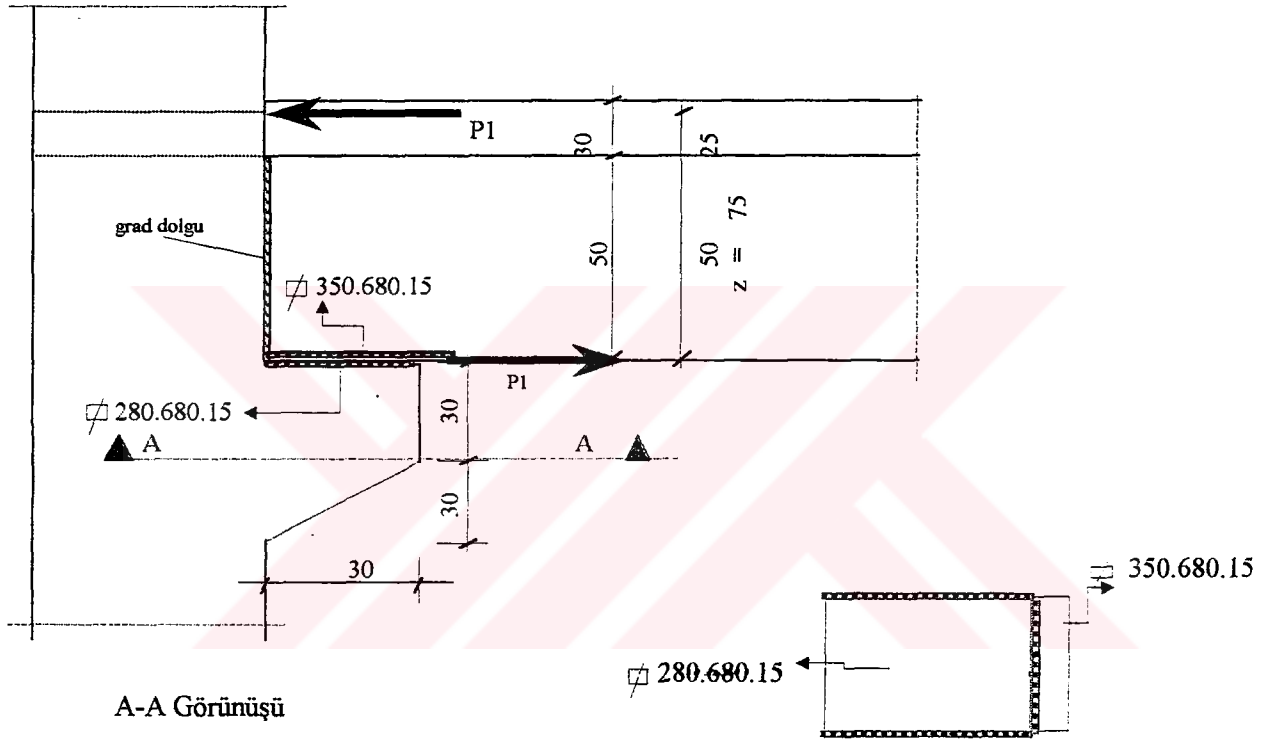
$$A_s = 4630 / 75 * 0,95 * 3,65 = 17,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{üst}}} = 17,80 \text{ cm}^2$$

$$\text{seçilen : } 4 \Phi 20 + 2 \Phi 18 \quad (17,66 \text{ cm}^2)$$

KOLON-KİRİŞ BAĞLANTI HESAPLARI

	1 -Mesneti	2 -Mesneti	
0,9G+1,2Ex	M= 174,21 kNm (alt)	M= -13,04 kNm (üst)	Donatı ve Levha Tahkiki için
	M= 0,41 kNm (alt)	M= 8,06 kNm (alt)	
0,9G+1,2Ey	M= 334,54 kNm (alt)	M= 54,88 kNm (alt)	
	M= -130,11 kNm (üst)	M= 317,78 kNm (alt)	
0,9G+1,5Ex	M= 243,45 kNm (alt)	M= -16,67 kNm (üst)	Kaynak Tahkiki için
	M= -3,17 kNm (üst)	M= 456,53 kNm (alt)	
0,9G+1,5Ey	M= 414,50 kNm (alt)	M= 64,11 kNm (alt)	
	M= -136,95 kNm (üst)	M= 396,86 kNm (alt)	



$$\begin{aligned}
 M &= 334,5 \text{ kNm} & \text{Donatı ve Levha Tahkiki Hesabı için} & \longrightarrow P1= 334,5 / 0,75 = 446,06 \text{ kN} \\
 M &= 456,5 \text{ kNm} & \text{Kaynak tahkiki Hesabı için} & \longrightarrow P2= 456,5 / 0,75 = 608,71 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

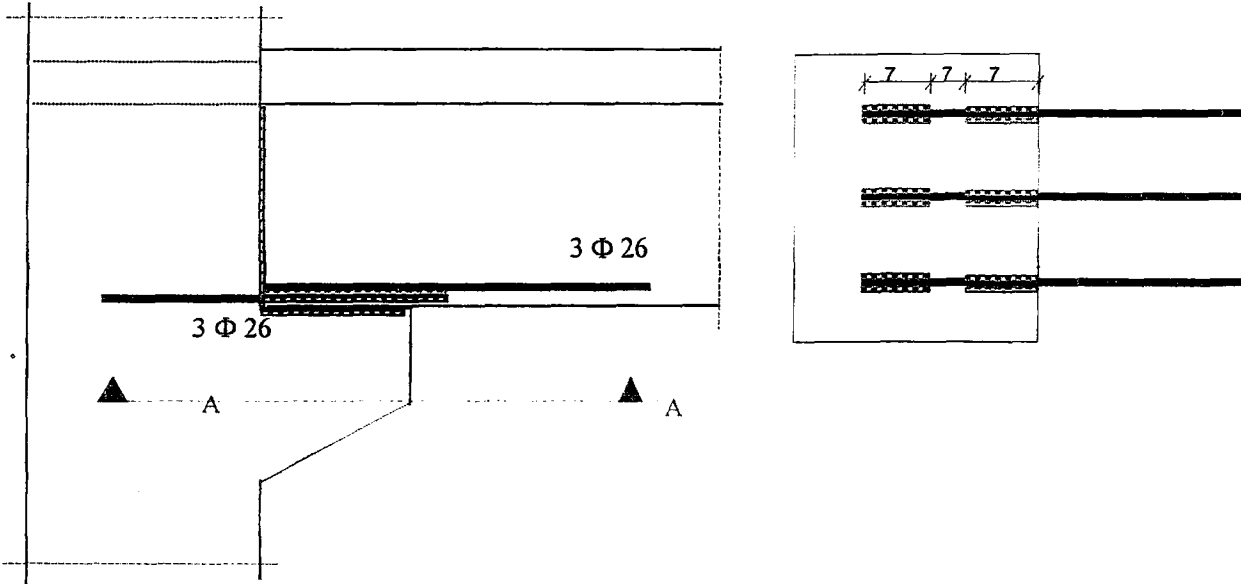
* Kirişle Kolonu bağlayan Levhanın Tahkiki

$$F_{levha} = 28 * 1,5 = 42,00 \text{ m}^2 \quad \varnothing 280.680.15$$

$$\sigma_{levha} = 446,1 / 42,00 = 10,6 \text{ kN/cm}^2 < 14,0 \text{ kN/cm}^2$$

* Kirişte ve Konsolda donatı Tahkiki

$$P2 = 608,7 \text{ kN} \quad A_{s_{alt}} = 446,06 / 36,5 = 12,2 \text{ cm}^2 \quad 3 \Phi 26 \quad (15,93 \text{ cm}^2)$$



* Kirişte ve Konsolda alt donatı Kaynak Tahkiki

$$l' = (7 - 2 \cdot 0,7) \cdot 4 \cdot 3 = 67,2 \text{ cm} \quad F_K = 67,2 \cdot 1,0 = 67,2 \text{ cm}^2$$

$$\tau_{\text{kaynak}} = 608,7 / 67,2 = 9,06 < 11,0 \text{ kN/cm}^2$$

KAYMA HESABI

BS 25 - S420

$$L = 0,50 \text{ m}$$

$$V_d = 118,7 \text{ kN}$$

$$b_w = 500 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 20,7 \text{ cm}$$

$$V_c = 234 \text{ kN}$$

$$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow \Phi 8/10$$

$$L = 1,00 \text{ m}$$

$$V_d = 115,5 \text{ kN}$$

$$b_w = 500 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 207 \text{ cm}$$

$$V_c = 234,0 \text{ kN}$$

$$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow \Phi 8/10$$

$$L = 1,50 \text{ m}$$

$$V_d = 112,4 \text{ kN}$$

$$b_w = 500 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 207 \text{ cm}$$

$$V_c = 234,0 \text{ kN}$$

$$V_s = 230,00 \text{ kN} \longrightarrow \Phi 8/15$$

$$L = 2,00 \text{ m}$$

$$V_d = 109,2 \text{ kN}$$

$$b_w = 500 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 20,7 \text{ cm}$$

$$V_c = 234,0 \text{ kN}$$

$$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow \Phi 8/15$$

$$L = 3,00 \text{ m}$$

$$V_d = 103,0 \text{ kN}$$

$$b_w = 500 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

$$s = 34,8 \text{ cm}$$

$$V_c = 234,0 \text{ kN}$$

$$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow \Phi 8/15$$

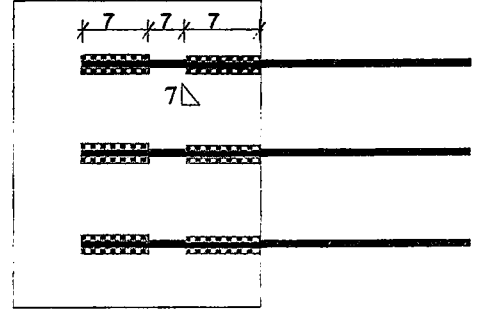
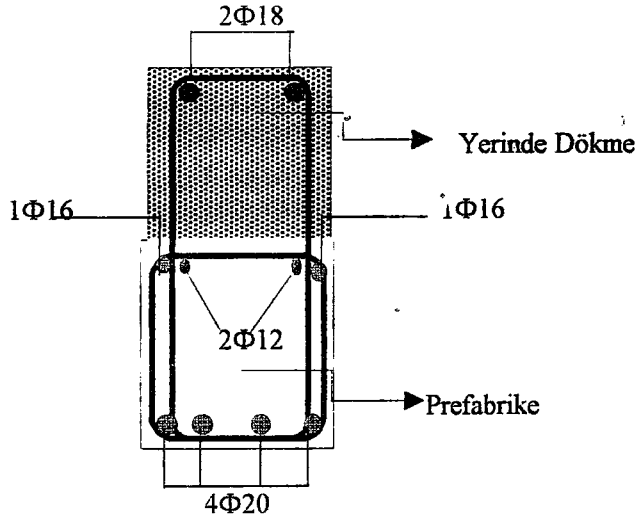
$$L = 4,00 \text{ m}$$

$$V_d = 96,7 \text{ kN}$$

$$b_w = 500 \text{ mm} \quad d = 760 \text{ mm}$$

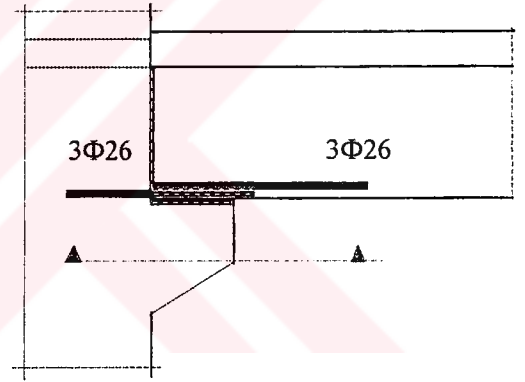
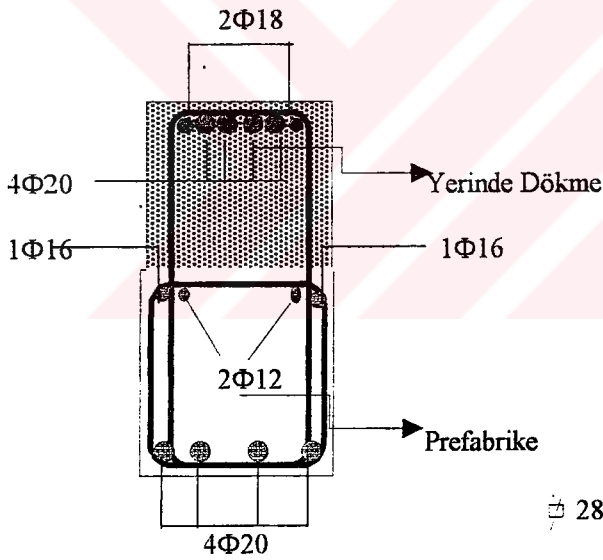
$s = 20,7 \text{ cm}$	$V_c = 234,0 \text{ kN}$	$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow$	$\Phi 8/20$
<u><u>$L = 5,00 \text{ m}$</u></u>			
$V_d = 90,5 \text{ kN}$	$b_w = 500 \text{ mm}$	$d = 760 \text{ mm}$	
$s = 20,7 \text{ cm}$	$V_c = 234,0 \text{ kN}$	$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow$	$\Phi 8/20$
<u><u>$L = 5,50 \text{ m}$</u></u>			
$V_d = 87,4 \text{ kN}$	$b_w = 500 \text{ mm}$	$d = 760 \text{ mm}$	
$s = 20,7 \text{ cm}$	$V_c = 234,0 \text{ kN}$	$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow$	$\Phi 8/20$
<u><u>$L = 7,00 \text{ m}$</u></u>			
$V_d = 93,9 \text{ kN}$	$b_w = 500 \text{ mm}$	$d = 760 \text{ mm}$	
$s = 20,7 \text{ cm}$	$V_c = 234,0 \text{ kN}$	$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow$	$\Phi 8/20$
<u><u>$L = 7,50 \text{ m}$</u></u>			
$V_d = 97,0 \text{ kN}$	$b_w = 500 \text{ mm}$	$d = 760 \text{ mm}$	
$s = 20,7 \text{ cm}$	$V_c = 234,0 \text{ kN}$	$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow$	$\Phi 8/15$
<u><u>$L = 8,00 \text{ m}$</u></u>			
$V_d = 100,1 \text{ kN}$	$b_w = 500 \text{ mm}$	$d = 760 \text{ mm}$	
$s = 20,7 \text{ cm}$	$V_c = 234,0 \text{ kN}$	$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow$	$\Phi 8/15$
<u><u>$L = 8,50 \text{ m}$</u></u>			
$V_d = 103,2 \text{ kN}$	$b_w = 500 \text{ mm}$	$d = 760 \text{ mm}$	
$s = 20,7 \text{ cm}$	$V_c = 234,0 \text{ kN}$	$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow$	$\Phi 8/15$
<u><u>$L = 9,00 \text{ m}$</u></u>			
$V_d = 106,3 \text{ kN}$	$b_w = 500 \text{ mm}$	$d = 760 \text{ mm}$	
$s = 20,7 \text{ cm}$	$V_c = 234,0 \text{ kN}$	$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow$	$\Phi 8/10$
<u><u>$L = 9,50 \text{ m}$</u></u>			
$V_d = 112,6 \text{ kN}$	$b_w = 500 \text{ mm}$	$d = 760 \text{ mm}$	
$s = 20,7 \text{ cm}$	$V_c = 234,0 \text{ kN}$	$V_s = 135,00 \text{ kN} \longrightarrow$	$\Phi 8/10$

AÇIKLIKTA DONATI ŞEMASI :

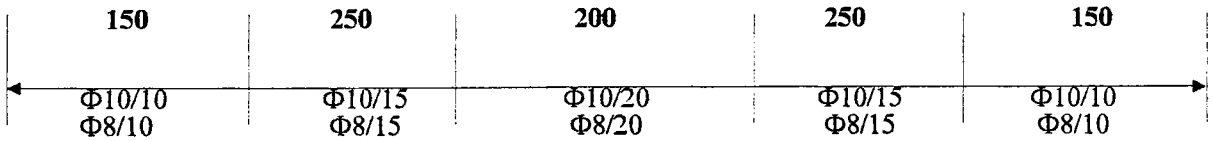


Mesnet Alt Donatı Kaynaklanması

MESNETTE DONATI ŞEMASI :



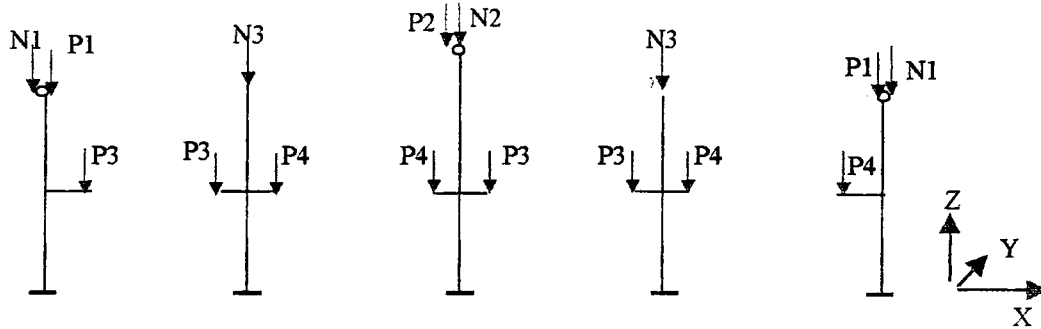
ETRİYE YERLEŞİMİ



YÜKLEMELER

1-) G1 YÜKLEMESİ

1 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

* Uzak Aşıklar	= 0,015 * 20,0 * 5,00	= 1,50 t
* Çatı kirişi	= 0,665 * 20,0 * 1	= 13,30 t
		P2x = 14,80 t
* Deprem kirişi	= 0,625 * 10,0 * 1	P2y = 3,13 t

Normal Kuvvetler N2

* Kolon	= 0,49 * 5,20 * 2,500 * 1	= 6,37 t
		N2 = 6,37 t

+9,65 KOTU

Normal Kuvvetler N3

* Kolon	= 0,25 * 4,83 * 2,500 * 1	N3 = 3,02 t
---------	---------------------------	-------------

+9,00 KOTU

* Uzak Aşıklar	= 0,015 * 10,0 * 5,00	= 0,75 t
* Çatı kirişi	= 0,665 * 10,0 * 1	= 6,65 t
		P1 = 7,40 t

Normal Kuvvetler N1

* Kolon	= 0,49 * 4,50 * 2,500 * 1	= 5,51 t
* Oluk	= 0,14 * 5,00 * 2,500 * 1	= 1,73 t
		N1 = 7,24 t

+5,50 KOTU

* BD24+ topping	= 0,57 * 5,00 * 5,00	= 14,28 t
* DK1 (70/80)	= 1,18 * 5,00 * 1	= 5,88 t
		P3x = 20,15 t

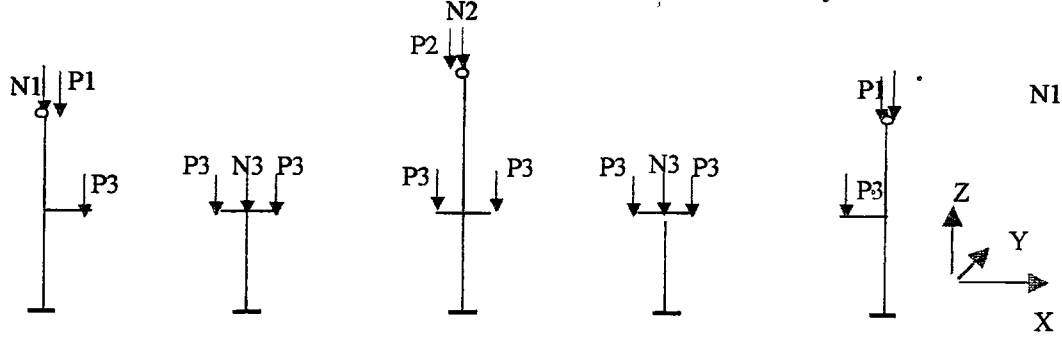
* BD24+ topping	= 0,57 * 5,00 * 5,00	= 14,28 t
* DK1 (70/80)	= 1,18 * 5,00 * 1	= 5,88 t
		P3y = 20,15 t

* DK2 (50/80)	= 1,00 * 5,00 * 1	P4x = 5,00 t
---------------	-------------------	--------------

* DK2 (50/80)	= 1,00 * 5,00 * 1	P4y = 5,00 t
---------------	-------------------	--------------

* İç duvar	=	0,42	*	5,00	*	3,50	=	7,35	t
* BD24+ topping	=	0,57	*	5,00	*	5,00	=	14,28	t
* DK1 (70/80)	=	1,18	*	5,00	*	1	=	5,88	t
							$P_{5y} =$	27,50	t

2 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

* Uzak Aşıklar	=	0,015	*	20,0	*	10,0	=	3,00	t
* Çatı kirişi	=	0,665	*	20,0	*	1	=	13,30	t
							$P_{2x} =$	16,30	t
* Deprem kirişi	=	0,625	*	10,0	*	0,5	$P_{2y} =$	3,13	t

Normal Kuvvetler N2

$$N2 = 6,37 \text{ t}$$

+9,00 KOTU

* Uzak Aşıklar	=	0,015	*	10,0	*	10,0	=	1,50	t
* Çatı kirişi	=	0,665	*	10,0	*	1	=	6,65	t
							$P1 =$	8,15	t

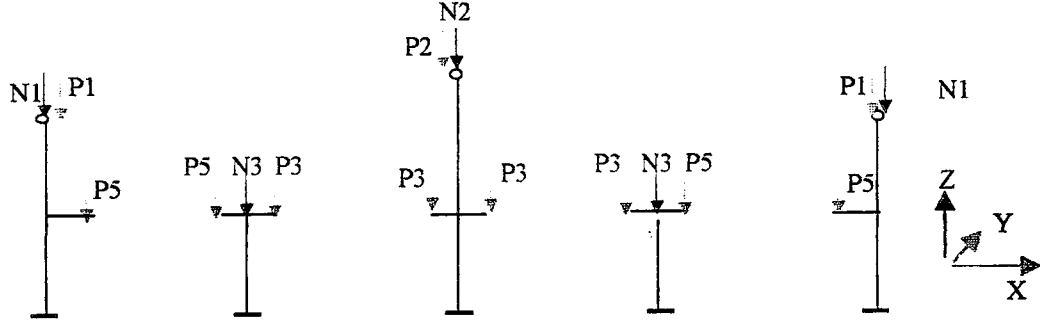
Normal Kuvvetler N1

* Kolon	=	0,49	*	4,50	*	2,500	*	1	=	5,51	t
* Oluk	=	0,14	*	10,0	*	2,500	*	1	=	3,45	t
							$N1 =$	8,96	t		

+5,50 KOTU

$P_{3x} =$	20,15	t	
$P_{3y} =$	20,15	t	
$P_{4y} =$	5,00	t	$N3 = 1,72 \text{ t}$
$P_{5y} =$	27,50	t	

3 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

$$\begin{aligned} P2_x &= 16,30 \text{ t} \\ N2 &= 6,37 \text{ t} \\ P2_y &= 3,13 \text{ t} \end{aligned}$$

+9,00 KOTU

$$\begin{aligned} P1 &= 8,15 \text{ t} \\ N1 &= 8,96 \text{ t} \end{aligned}$$

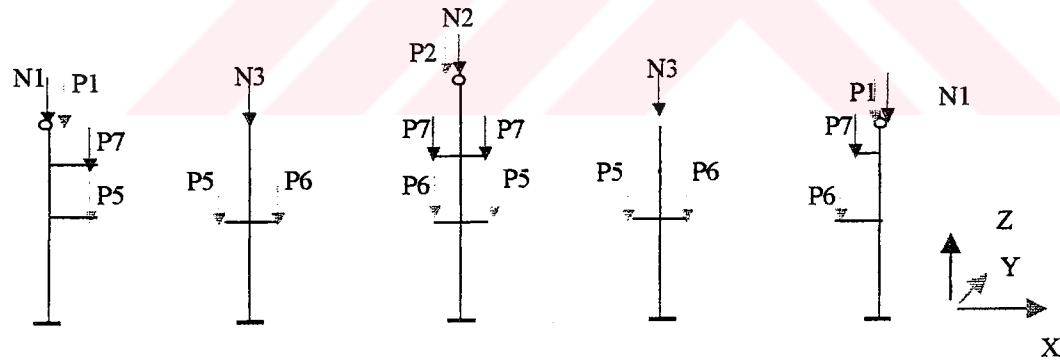
+5,50 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{BD24+ topping} &= 0,57 * 5,00 * 5,00 &= 14,28 \text{ t} \\ * \text{DK1 (70/80)} &= 1,18 * 5,00 * 1 &= 5,88 \text{ t} \\ * \text{İç duvar} &= 0,42 * 5,00 * 3,50 &= 7,35 \text{ t} \\ P5_x &= 27,50 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P3_x &= 20,15 \text{ t} \\ P3_y &= 5,88 \text{ t} \\ P4_y &= 5,00 \text{ t} \\ P5_y &= 27,50 \text{ t} \end{aligned}$$

$$N3 = 1,72 \text{ t}$$

4 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

$$\begin{aligned} P2_x &= 16,30 \text{ t} \\ N2 &= 6,37 \text{ t} \\ P2_y &= 3,13 \text{ t} \end{aligned}$$

+9,00 KOTU

$$\begin{aligned} P1 &= 8,15 \text{ t} \\ N1 &= 8,96 \text{ t} \end{aligned}$$

+9,65 KOTU

$$N3 = 3,02 \text{ t}$$

+6,83 KOTU

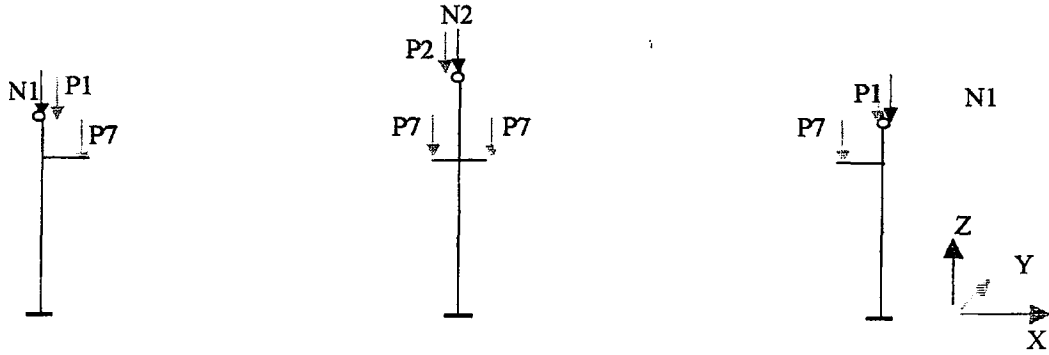
$$\begin{aligned} * \text{Kreyn kirişi} &= 0,400 * 5,0 * 1 &= 2,00 \text{ t} \\ + \text{ray} & &= 2,00 \text{ t} \\ P7_x &= 2,00 \text{ t} \end{aligned}$$

+5,50 KOTU

$$\begin{aligned} * \text{BD24+ topping} &= 0,57 * 5,00 * 5,00 &= 14,28 \text{ t} \\ * \text{DK2 (50/80)} &= 1,00 * 5,00 * 1 &= 5,00 \text{ t} \\ * \text{İç duvar} &= 0,42 * 5,00 * 3,50 &= 7,35 \text{ t} \\ P6_x &= 26,63 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P5_x &= 27,50 \text{ t} \\
 P3_y &= 5,88 \text{ t} \\
 P4_y &= 5,00 \text{ t} \\
 P5_y &= 27,50 \text{ t}
 \end{aligned}$$

5, 6, 7, 8 AKSLARI İÇİN



+10,40 KOTU

$$\begin{aligned}
 P2_x &= 16,30 \text{ t} \\
 N2 &= 6,37 \text{ t} \\
 P2_y &= 3,13 \text{ t}
 \end{aligned}$$

+9,00 KOTU

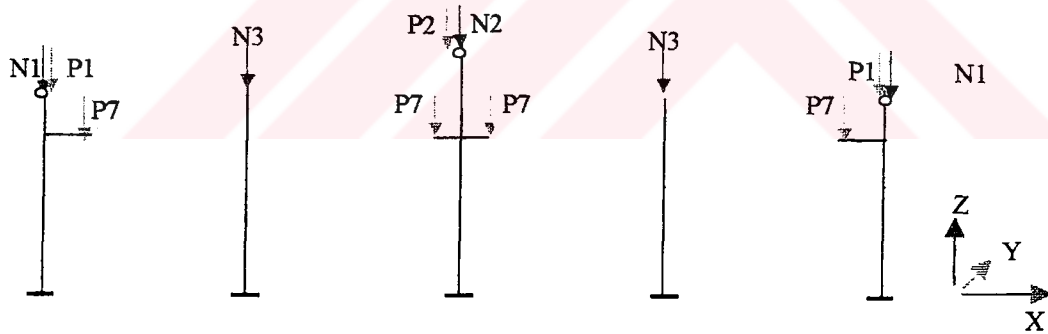
$$\begin{aligned}
 P1 &= 8,15 \text{ t} \\
 N1 &= 8,96 \text{ t}
 \end{aligned}$$

+6,83 KOTU

$$\begin{aligned}
 * \text{ Kreyin kirişı} &= 0,400 * 10,0 * 1 \\
 + \text{ ray} &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4,00 \text{ t} \\
 P7_x &= 4,00 \text{ t}
 \end{aligned}$$

9 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

$$\begin{aligned}
 P2_x &= 14,80 \text{ t} & P2_y &= 3,13 \text{ t} \\
 N2 &= 6,37 \text{ t}
 \end{aligned}$$

+9,70 KOTU

Normal Kuvvetler N3

$$* \text{ Kolon} = 0,25 * 4,85 * 2,500 * 1 \quad N3 = 3,03 \text{ t}$$

+9,00 KOTU

$$\begin{aligned}
 P1 &= 7,40 \text{ t} \\
 N1 &= 7,24 \text{ t}
 \end{aligned}$$

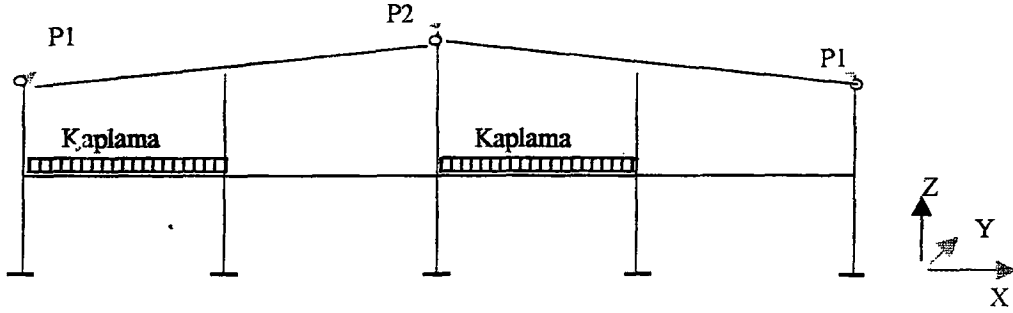
+6,83 KOTU

$$\begin{aligned}
 * \text{ Kreyin kirişı} &= 0,400 * 5,0 * 1 \\
 + \text{ ray} &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,00 \text{ t} \\
 P7_x &= 2,00 \text{ t}
 \end{aligned}$$

2-) G2 YÜKLEMESİ

1 AKSI İÇİN



+10,40 KC.Ü

$$\begin{aligned}
 * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 20,0 * 5,00 &= 1,00 \text{ t} \\
 * \text{Havalandırma+tes.} &= 0,02 * 20,0 * 5,00 &= 2,00 \text{ t} \\
 P2 &= 3,00 \text{ t}
 \end{aligned}$$

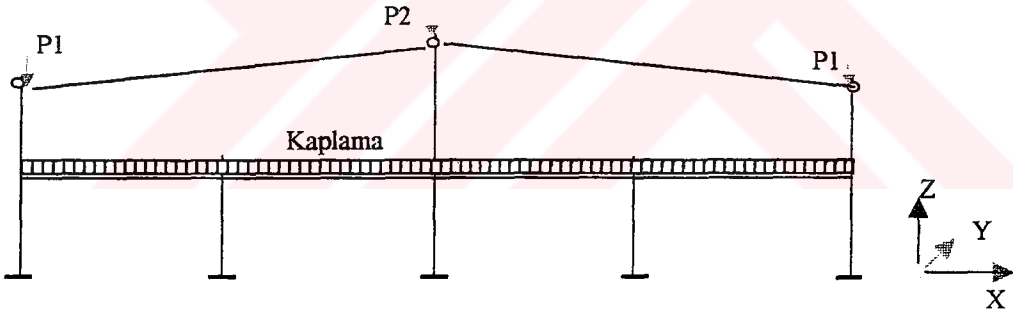
+9,00 KOTU

$$\begin{aligned}
 * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 10,0 * 5,0 &= 0,50 \text{ t} \\
 * \text{Havalandırma+tes.} &= 0,02 * 10,0 * 5,0 &= 1,00 \text{ t} \\
 P1 &= 1,50 \text{ t}
 \end{aligned}$$

+5,50 KOTU

$$* \text{Kaplama} = 0,11 * 5,00 \quad G_{\text{kap}} = 0,55 \text{ t/m}$$

2 AKSI İÇİN



+10,40 KOTU

$$\begin{aligned}
 * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 20,0 * 10,0 &= 2,00 \text{ t} \\
 * \text{Havalandırma+tes.} &= 0,02 * 20,0 * 10,0 &= 4,00 \text{ t} \\
 P2 &= 6,00 \text{ t}
 \end{aligned}$$

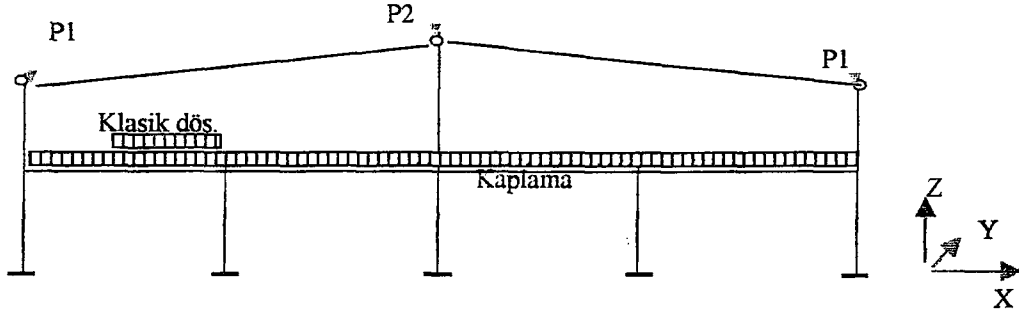
+9,00 KOTU

$$\begin{aligned}
 * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 10,0 * 10,0 &= 1,00 \text{ t} \\
 * \text{Havalandırma+tes.} &= 0,02 * 10,0 * 10,0 &= 2,00 \text{ t} \\
 P1 &= 3,00 \text{ t}
 \end{aligned}$$

+5,50 KOTU

$$* \text{Kaplama} = 0,11 * 5,00 \quad G_{\text{kap}} = 0,55 \text{ t/m}$$

3 AKSI İÇİN



+10.40 KOTU

$$P2 = 6,00 \text{ t}$$

+9.00 KOTU

$$P1 = 3,00 \text{ t}$$

+5.50 KOTU

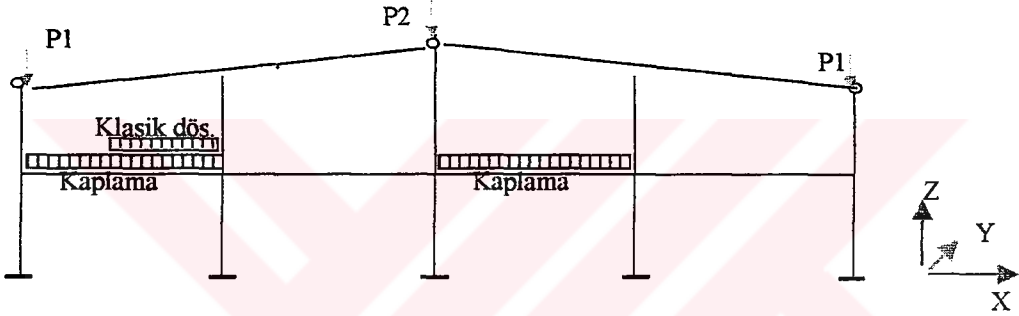
$$* \text{Kaplama} = 0,11 * 5,00$$

$$G_{\text{kap}} = 0,55 \text{ t/m}$$

$$* \text{Klasik döş.} = 0,72 * 3,20$$

$$G_{\text{klasik döş.}} = 2,30 \text{ t/m}$$

4 AKSI İÇİN



+10.40 KOTU

$$P2 = 6,00 \text{ t}$$

+9.00 KOTU

$$P1 = 3,00 \text{ t}$$

+5.50 KOTU

$$* \text{Kaplama} = 0,11 * 5,00$$

$$G_{\text{kap}} = 0,55 \text{ t/m}$$

$$* \text{Klasik döş.} = 0,72 * 3,20$$

$$G_{\text{klasik döş.}} = 2,30 \text{ t/m}$$

5, 6, 7, 8 AKSLARI İÇİN

+10.40 KOTU

$$P2 = 6,00 \text{ t}$$

+9.00 KOTU

$$P1 = 3,00 \text{ t}$$

9 AKSI İÇİN

+10.40 KOTU

$$P2 = 3,00 \text{ t}$$

+9.00 KOTU

$$P1 = 1,50 \text{ t}$$

3-) KAR YÜKLEMESİ

+10,40 KOTU

KENAR AKSTA

$$* \text{ Kar Yüğü} = 0,075 * 20,0 * 5,00 \quad P2 = 7,50 \text{ t}$$

ORTA AKSTA

$$* \text{ Kar Yüğü} = 0,075 * 20,0 * 10,0 \quad P2 = 15,0 \text{ t}$$

+9,00 KOTU

KENAR AKSTA

$$* \text{ Kar Yüğü} = 0,075 * 10,0 * 5,00 \quad P2 = 3,75 \text{ t}$$

ORTA AKSTA

$$* \text{ Kar Yüğü} = 0,075 * 10,0 * 10,0 \quad P2 = 7,50 \text{ t}$$

4-) KREN YÜKLEMESİ

Kren kirişlerinden meydana gelen mesnet reaksiyonlarının kolonlarda meydana gelen en elverişsiz yükleme durumunu incelemek için krenin tek açıklıkta olduğu varsayılmıştır.

$$\begin{aligned} P &= 28,0 \text{ t} & R1_{\max} &= 17,4 \text{ t} & R1_{\min} &= 3,72 \text{ t} \\ & & R2_{\max} &= 18,0 \text{ t} & R2_{\min} &= 4,25 \text{ t} \end{aligned}$$

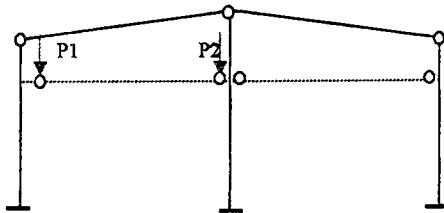
$$\text{Krenin Köprüsü Öza.} = 17,4 + 18,0 + 3,72 + 4,25 - 28,0 = 15,37 \text{ t}$$

$$\begin{aligned} a &= 3,20 \text{ m} & a/2 &= 1,60 \text{ m} \\ (10,0 - 1,600) / 10,00 &= 0,84 \end{aligned}$$

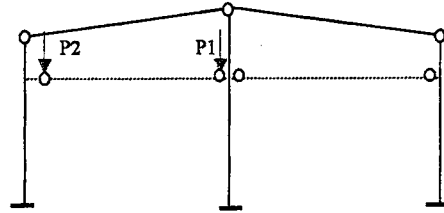
$$P1 = 0,84 * (17,4 + 18,0) = 29,7 \text{ t}$$

$$P2 = 0,84 * (3,72 + 4,25) = 6,7 \text{ t}$$

K1 YÜKLEMESİ



K2 YÜKLEMESİ



5-) KREN FREN YÜKLEMESİ

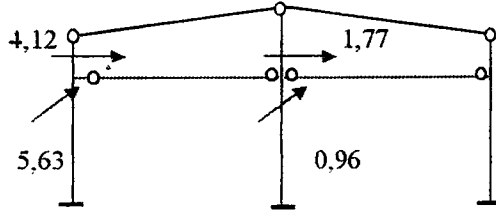
$$\begin{aligned} \longrightarrow & \\ \left. \begin{aligned} KF1x &= HMKR1 + FMKA1 = 0,37 + 0,01 = 0,38 \text{ t} \\ KF1x &= FS + Y12 = 5,04 - 0,92 = 4,12 \text{ t} \\ KF1x &= 1/10 * P1 = 0,10 * 29,7 = 2,97 \text{ t} \end{aligned} \right\} KF1x &= 4,12 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta & \\ \left. \begin{aligned} KF1y &= FMKR/2 + FPU = 0,50 + 5,13 = 5,63 \text{ t} \\ KF1y &= 1/7 * P1 = 0,14 * 29,7 = 4,25 \text{ t} \end{aligned} \right\} KF1y &= 5,63 \text{ t} \end{aligned}$$

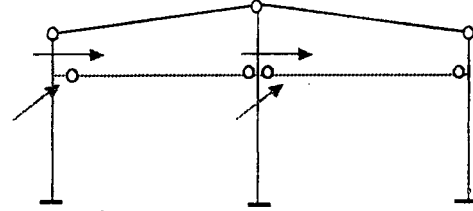
$$\begin{aligned}
 \overrightarrow{KF2x} &= HMKR2 + FMKA2 = 1,61 + 0,16 = 1,77 \text{ t} \\
 KF2x &= FS + Y22 = 5,04 - 4,12 = 0,92 \text{ t} \\
 KF2x &= 1/10 * P2 = 0,10 * 6,7 = 0,67 \text{ t}
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} \overrightarrow{KF2x} &= HMKR2 + FMKA2 = 1,61 + 0,16 = 1,77 \text{ t} \\ KF2x &= FS + Y22 = 5,04 - 4,12 = 0,92 \text{ t} \\ KF2x &= 1/10 * P2 = 0,10 * 6,7 = 0,67 \text{ t} \end{aligned}} \right\} KF2x = 1,77$$

$$\begin{aligned}
 \uparrow KF2y &= FMKR/2 + FPU = 0,50 + 5,13 = 5,63 \text{ t} \\
 KF2y &= 1/7 * P2 = 0,14 * 6,7 = 0,96 \text{ t}
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} \uparrow KF2y &= FMKR/2 + FPU = 0,50 + 5,13 = 5,63 \text{ t} \\ KF2y &= 1/7 * P2 = 0,14 * 6,7 = 0,96 \text{ t} \end{aligned}} \right\} KF2y = 0,96 \text{ kN}$$

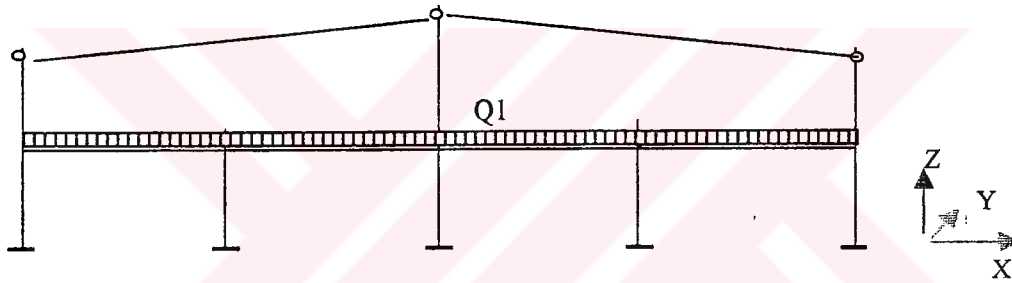
K1F YÜKLEMESİ



K2F YÜKLEMESİ



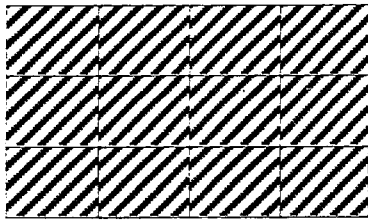
6-) Q YÜKLEMESİ



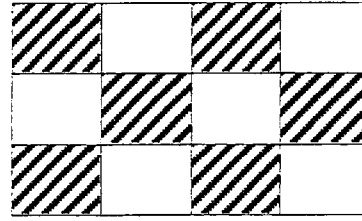
+5.50 KOTU

$$* \text{ Hareketli Yük } = 0,50 * 5,00 = 2,50 \text{ t/m}$$

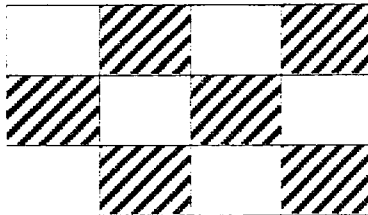
ELVERİŞSİZ YÜKLEMELER



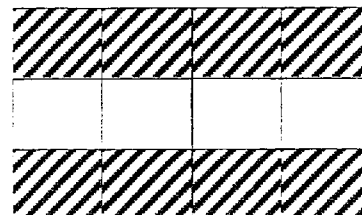
Q1 Yükleme



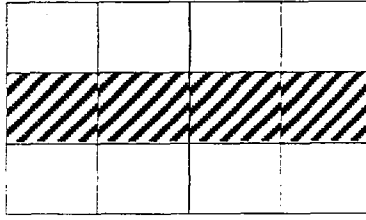
Q2 Yükleme



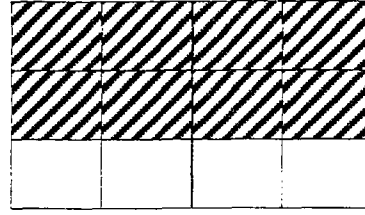
Q3 Yükleme



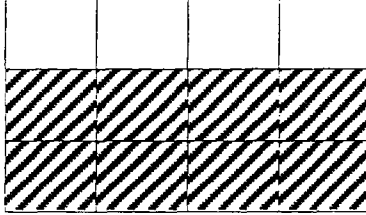
Q4 Yükleme



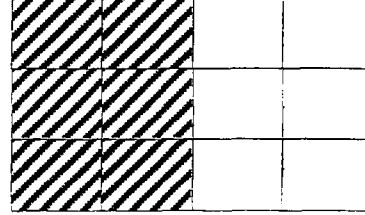
Q5 Yükleme



Q6 Yükleme



Q7 Yükleme



Q8 Yükleme

7-) DEPREM YÜKLEMESİ

S1 KOLONU (A-1 İle C-1 Akslarındaki Kolonlar)

2 ADET

$W_{\text{ÇATI}}$	<u>+9,00 KOTU</u>				
* Uzak Aşıklar	= 0,015	* 10,0	* 5,0	= 0,75	t
* Çatı Kaplaması	= 0,010	* 10,0	* 5,0	= 0,50	t
* Oluk	= 0,345	* 10,0	* 0,5	= 1,73	t
* Çatı Kirişi I120	= 0,665	* 20,0	* 0,5	= 6,65	t
* Kolon (70/70)	= 0,490	* 1,75	* 2,50	= 2,14	t
* Cephe Panosu (II)	= 0,300	* 1,75	* 5,0	= 2,63	t
				<u>G = 14,39</u>	t
* Hareketli Yük (Kar)	= 0,075	* 10,0	* 5,0	= 3,75	t
* Havalandırma+Tesisat	= 0,020	* 10,0	* 5,0	= 1,00	t
				<u>Q = 4,75</u>	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 14,39 + 0,30 * 4,75 = 15,82 \text{ t}$$

S2 KOLONU (A-2, 3 İle C-2, 3 Akslarındaki Kolonlar)

4 ADET

$W_{\text{ÇATI}}$	<u>+9,00 KOTU</u>				
* Uzak Aşıklar	= 0,015	* 10,0	* 10,0	= 1,50	t
* Çatı Kaplaması	= 0,010	* 10,0	* 10,0	= 1,00	t
* Oluk	= 0,345	* 10,0	* 1	= 3,45	t
* Çatı Kirişi I120	= 0,665	* 20,0	* 0,5	= 6,65	t
* Kolon (70/70)	= 0,490	* 1,75	* 2,50	= 2,14	t
* Cephe Panosu (II)	= 0,300	* 1,75	* 10,0	= 5,25	t
				<u>G = 19,99</u>	t

* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	10,0	*	10,0	=	7,50	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	10,0	*	10,0	=	2,00	t
							Q =	9,50	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 19,99 + 0,30 * 9,50 = 22,84 \text{ t}$$

S3 KOLONU (A-4 İle C-4 Akslarındaki Kolonlar)

2 ADET

W_{ÇATI} +9,00 KOTU

* Uzak Aşıklar	=	0,015	*	10,0	*	10,0	=	1,50	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	10,0	*	10,0	=	1,00	t
* Oluk	=	0,345	*	10,0	*	1	=	3,45	t
* Çatı Kirişı I120	=	0,665	*	20,0	*	0,5	=	6,65	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	1,75	*	2,50	=	2,14	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	1,75	*	10,0	=	5,25	t
							G =	19,99	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	10,0	*	10,0	=	7,50	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	10,0	*	10,0	=	2,00	t
							Q =	9,50	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 19,99 + 0,30 * 9,50 = 22,84 \text{ t}$$

W_{kren} +6,83 KOTU

* Kreyin kirişı + ray	=	0,400	*	10,0	*	0,5	G =	2,00	t
W _{kren}	=	2,00	t						

S4 KOLONU (B-1 Aksındaki Kolon)

1 ADET

W_{ÇATI} +10,40 KOTU

* Uzak Aşıklar	=	0,015	*	20,0	*	5,0	=	1,50	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	20,0	*	5,0	=	1,00	t
* Çatı Kirişı I120	=	0,665	*	20,0	*	1,0	=	13,30	t
* Deprem Kirişı	=	0,625	*	10,0	*	0,5	=	3,13	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	2,45	*	2,50	=	3,00	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	2,10	*	10,0	=	6,30	t
							G =	28,23	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	20,0	*	5,0	=	7,50	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	20,0	*	5,0	=	2,00	t
							Q =	9,50	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 28,23 + 0,30 * 9,50 = 31,08 \text{ t}$$

S5 KOLONU (B-2, 3 Akslarındaki Kolonlar)**2 ADET****W_{ÇATI}** **+10,40 KOTU**

* Uzay Aşıklar	=	0,015	*	20,0	*	10,0	=	3,00	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	20,0	*	10,0	=	2,00	t
* Deprem Kirişi	=	0,625	*	10,0	*	1,0	=	6,25	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	1,0	=	13,30	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	2,45	*	2,50	=	3,00	t
								G =	27,55 t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	20,0	*	10,0	=	15,00	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	20,0	*	10,0	=	4,00	t
								Q =	19,00 t

$$W_{\text{ÇATI}} = 27,55 + 0,30 * 19,00 = 33,25 \text{ t}$$

S6 KOLONU (B-4 Aksındaki Kolon)**1 ADET****W_{ÇATI}** **+10,40 KOTU**

* Uzay Aşıklar	=	0,015	*	20,0	*	10,0	=	3,00	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	20,0	*	10,0	=	2,00	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	1,0	=	13,30	t
* Deprem Kirişi	=	0,625	*	10,0	*	1,0	=	6,25	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	2,45	*	2,50	=	3,00	t
								G =	27,55 t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	20,0	*	10,0	=	15,00	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	20,0	*	10,0	=	4,00	t
								Q =	19,00 t

$$W_{\text{ÇATI}} = 27,55 + 0,30 * 19,00 = 33,25 \text{ t}$$

W_{kren} **+6,83 KOTU**

* Kreyin kirişi + ray	=	0,400	*	10,0	*	1,0	G =	4,00 t
-----------------------	---	-------	---	------	---	-----	------------	---------------

$$W_{\text{kren}} = 4,00 \text{ t}$$

S7 KOLONU (AB-1 İle AC-1 Akslarındaki Kolonlar)**2 ADET****W_{ÇATI}** **+9,65 KOTU**

* Kolon (50/50)	=	0,250	*	2,08	*	2,50	=	1,30	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	2,08	*	10,0	=	6,23	t
								G =	7,52 t

$$W_{\text{ÇATI}} = 7,52 \text{ t}$$

S9 KOLONU (AB-4 İle AC-4 Akslarındaki Kolonlar)**2 ADET****W_{ÇATI}** **+9.65 KOTU**

$$\begin{aligned}
 * \text{Kolon (50/50)} &= 0,250 * 2,08 * 2,50 = 1,30 \text{ t} \\
 G &= 1,30 \text{ t}
 \end{aligned}$$

$$W_{\text{ÇATI}} = 1,30 \text{ t}$$

S10 KOLONU(A-5, 6, 7, 8 İle C-5, 6, 7, 8 Akslarındaki Kolonlar)**8 ADET****W_{ÇATI}** **+9.00 KOTU**

$$\begin{aligned}
 * \text{Uzay Aşıklar} &= 0,015 * 10,0 * 10,0 = 1,50 \text{ t} \\
 * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 10,0 * 10,0 = 1,00 \text{ t} \\
 * \text{Oluk} &= 0,345 * 10,0 * 1 = 3,45 \text{ t} \\
 * \text{Çatı Kirişi I120} &= 0,665 * 20,0 * 0,5 = 6,65 \text{ t} \\
 * \text{Kolon (70/70)} &= 0,490 * 4,50 * 2,50 = 5,51 \text{ t} \\
 * \text{Cephe Panosu (II)} &= 0,300 * 1,75 * 10,0 = 5,25 \text{ t} \\
 G &= 23,36 \text{ t} \\
 * \text{Hareketli Yük (Kar)} &= 0,075 * 10,0 * 10,0 = 7,50 \text{ t} \\
 * \text{Havalandırma+Tesisat} &= 0,020 * 10,0 * 10,0 = 2,00 \text{ t} \\
 Q &= 9,50 \text{ t}
 \end{aligned}$$

$$W_{\text{ÇATI}} = 23,36 + 0,30 * 9,50 = 26,21 \text{ t}$$

W_{kren} **+6.83 KOTU**

$$* \text{Kreyn kirişi + ray} = 0,400 * 10,0 * 1,0 \quad G = 4,00 \text{ t}$$

$$W_{\text{kren}} = 4,00 \text{ t}$$

* Kren Köprüsünün 6 - 7 ile 7 - 8 Aksları arası olması durumu için bu akslardaki kolonların deprem hesaplarında alınacak Köprü Ağırlığı :

$$* \text{Kren Köprüsü} = 0,5 * 0,84 * 15,37 \quad G = 6,46 \text{ t}$$

$$W_{\text{kren}} = 10,46 \text{ t}$$

S11 KOLONU(A-9 İle C-9 Akslarındaki Kolonlar)**2 ADET****W_{ÇATI}** **+9.00 KOTU**

$$\begin{aligned}
 * \text{Uzay Aşıklar} &= 0,015 * 10,0 * 5,0 = 0,75 \text{ t} \\
 * \text{Çatı Kaplaması} &= 0,010 * 10,0 * 5,0 = 0,50 \text{ t} \\
 * \text{Oluk} &= 0,345 * 10,0 * 1 = 1,73 \text{ t} \\
 * \text{Çatı Kirişi I120} &= 0,665 * 20,0 * 0,5 = 6,65 \text{ t}
 \end{aligned}$$

* Kolon (70/70)	=	0,490	*	4,50	*	2,50	=	5,51	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	1,75	*	10,0	=	5,25	t
							G =	20,39	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	10,0	*	5,0	=	3,75	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	10,0	*	5,0	=	1,00	t
							Q =	4,75	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 20,39 + 0,30 * 4,75 = 21,81 \text{ t}$$

$$W_{\text{kren}} = +6,83 \text{ KOTU}$$

* Kreyn kirişi + ray	=	0,400	*	10,0	*	0,5	G =	2,00	t
----------------------	---	-------	---	------	---	-----	-----	------	---

$$W_{\text{kren}} = 2,00 \text{ t}$$

S12 KOLONU (AB-9 İle AC-9 Akslarındaki Kolonlar) 2 ADET

$$W_{\text{ÇATI}} = +9,65 \text{ KOTU}$$

* Kolon (60/40)	=	0,240	*	4,83	*	2,50	=	2,90	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	2,08	*	10,0	=	6,23	t
							G =	9,12	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 9,12 \text{ t}$$

S13 KOLONU (B-5, 6, 7, 8 Akslarındaki Kolonlar) 4 ADET

$$W_{\text{ÇATI}} = +10,40 \text{ KOTU}$$

* Uzay Aşıklar	=	0,015	*	20,0	*	10,0	=	3,00	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	20,0	*	10,0	=	2,00	t
* Çatı Kirişi I120	=	0,665	*	20,0	*	1,0	=	13,30	t
* Deprem Kirişi	=	0,625	*	10,0	*	1,0	=	6,25	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	5,20	*	2,50	=	6,37	t
							G =	30,92	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	20,0	*	10,0	=	15,00	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	20,0	*	10,0	=	4,00	t
							Q =	19,00	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 30,92 + 0,30 * 19,00 = 36,62 \text{ t}$$

$$W_{\text{kren}} = +6,83 \text{ KOTU}$$

* Kreyn kirişi + ray	=	0,400	*	10,0	*	2,0	G =	8,00	t
----------------------	---	-------	---	------	---	-----	-----	------	---

$$W_{\text{kren}} = 8,00 \text{ t}$$

* Kren Köprüsünün 6 - 7 ile 7 - 8 Aksları arası olması durumu için bu akslardaki kolonların deprem hesaplarında alınacak Köprü Ağırlığı :

$$* \text{Kren Köprüsü} = 0,5 * 0,84 * 15,37 \quad G = 6,46 \text{ t}$$

$$W_{\text{kren}} = 14,46 \text{ t}$$

S14 KOLONU (B-9 Aksındaki Kolon)

1 ADET

W_{ÇATI} +10.40 KOTU

* Uzay Aşıklar	=	0,015	*	20,0	*	5,0	=	1,50	t
* Çatı Kaplaması	=	0,010	*	20,0	*	5,0	=	1,00	t
* Çatı Kirişi II20	=	0,665	*	20,0	*	1,0	=	13,30	t
* Deprem Kirişi	=	0,625	*	10,0	*	0,5	=	3,13	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	5,20	*	2,50	=	6,37	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	2,10	*	10,0	=	6,30	t
							G =	31,60	t
* Hareketli Yük (Kar)	=	0,075	*	20,0	*	5,0	=	7,50	t
* Havalandırma+Tesisat	=	0,020	*	20,0	*	5,0	=	2,00	t
							Q =	9,50	t

$$W_{\text{ÇATI}} = 31,60 + 0,30 * 9,50 = 34,45 \text{ t}$$

W_{kren} +6.83 KOTU

$$* \text{Kreyn kirişi + ray} = 0,400 * 10,0 * 1,0 \quad G = 4,00 \text{ t}$$

$$W_{\text{kren}} = 4,00 \text{ t}$$

W_{KAT} +5.50 KOTU

* BD24+ topping	=	0,571	*	40,0	*	30,0	*	1	=	685,20	t
* DK1 (70/80)	=	1,175	*	10,0	*	24,0			=	282,00	t
* DK2 (50/80)	=	1,000	*	10,0	*	7,0			=	70,00	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	4,85	*	40,0			=	58,20	t
* Cephe Panosu (II)	=	0,300	*	4,50	*	60,0			=	81,00	t
* İç Duvar	=	0,420	*	3,50	*	90,0			=	132,30	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	4,50	*	2,50	*	8	=	44,10	t
* Kolon (70/70)	=	0,490	*	5,20	*	2,50	*	4	=	25,48	t
* Kolon (50/50)	=	0,250	*	4,83	*	2,50	*	4	=	12,06	t
* Kolon (50/50)	=	0,250	*	2,75	*	2,50	*	4	=	6,88	t
* Kaplama	=	0,110	*	40,0	*	30,0	*	1	=	132,00	t
									G =	1529,22	t
* Hareketli Yük	=	0,500	*	40,0	*	30,0	*	1	=	600,00	t
									Q =	600,00	t

$$W_{\text{KAT}} = 1529,22 + 0,30 * 600,00 = 1709,22 \text{ t}$$

KOLON NO	ADET	W (t)	
S1	2	15,82	
S2	4	22,84	
S3	2	24,84	
S4	1	31,08	
S5	2	33,25	
S6	1	37,25	
S7	2	7,52	
S9	2	1,30	
S10	4	30,21	
S10	4	36,67	Kren köprüsü dahil
S11	2	23,81	
S12	2	9,12	
S13	1	44,62	
S13	3	51,08	Kren köprüsü dahil
S14	1	38,45	
W _{KAT}	1	1709,22	

$$\Sigma W = 2604,06 \quad t$$

NOTLAR :

Deprem yüklerinin hesabında

1. Kar yükünün %30'u alınmıştır.
3. Kren hareketli yükü gözönüne alınmamıştır.
4. Krenin açıklığın ortasında bulunduğu kabul edilmiştir.
5. Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalıştığı var sayılmıştır.

$$\Sigma W = 2604,06 \quad t$$

Binanın Birinci Doğal Peryodunun Hesaplanması:

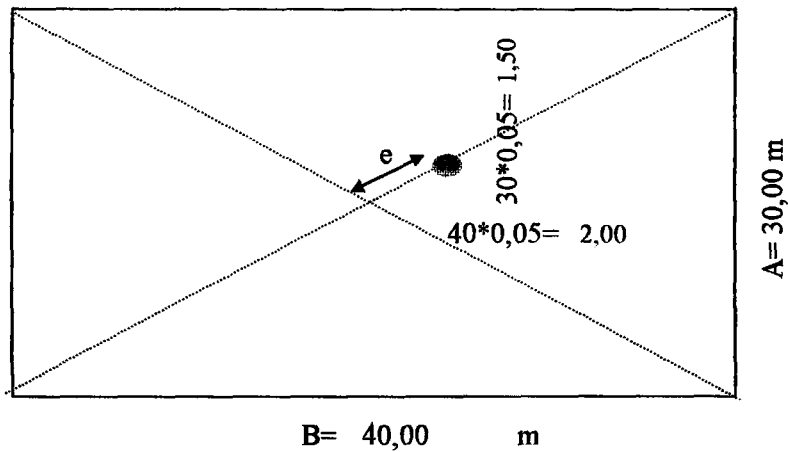
$$T_{1A} = 0,07 * 9,00^{0,75} = 0,36 < 1,00 \quad sn$$

Olduğundan Bina'nın T_1 periyodu SAP2000 ile hesaplanacaktır ve S(T) hesabına geçilecektir.

$$g = 9,81 \text{ m/sn}^2$$

DEPREM KUVVETLERİNİN KATLARA DAĞITILMASI										
KOL NO	AD.	KOT	W_i	m_i	h_i	$W_i \cdot h_i$	F_{ix}	F_{iy}	F_{ix}	F_{iy}
S1	2	+9.00	15,82	1,61	9,00	284,74	7,00	7,00	3,50	3,50
S2	4	+9.00	22,84	2,33	9,00	822,38	20,23	20,23	5,06	5,06
S3	2	+9.00	22,84	2,33	9,00	411,19	10,12	10,12	5,06	5,06
	2	+6.83	2,00	0,20	6,83	27,32	0,67	0,67	0,34	0,34
S4	1	+10.40	31,08	3,17	10,40	323,19	7,95	7,95	7,95	7,95
S5	2	+10.40	33,25	3,39	10,40	691,63	17,01	17,01	8,51	8,51
S6	1	+10.40	33,25	3,39	10,40	345,81	8,51	8,51	8,51	8,51
	1	+6.83	4,00	0,41	6,83	27,32	0,67	0,67	0,67	0,67
S7	2	+9.65	7,52	0,77	9,65	145,17	3,57	3,57	1,79	1,79
S9	2	+9.65	1,30	0,13	9,65	25,03	0,62	0,62	0,31	0,31
	8	+9.00	26,21	2,67	9,00	1887,30	46,43	46,43	5,80	5,80
S10	4	+6.83	4,00	0,41	6,83	109,28	2,69	2,69	0,67	0,67
	4	+6.83	10,46	1,07	6,83	285,64	7,03	7,03	1,76	1,76
S11	2	+9.00	21,81	2,22	9,00	392,63	9,66	9,66	4,83	4,83
	2	+6.83	2,00	0,20	6,83	27,32	0,67	0,67	0,34	0,34
S12	2	+9.65	9,12	0,93	9,65	176,02	4,33	4,33	2,17	2,17
	4	+10.40	36,62	3,73	10,40	1523,39	37,48	37,48	9,37	9,37
S13	1	+6.83	8,00	0,82	6,83	54,64	1,34	1,34	1,34	1,34
	3	+6.83	14,46	1,47	6,83	296,19	7,29	7,29	2,43	2,43
S14	1	+10.40	34,45	3,51	10,40	358,23	8,81	8,81	8,81	8,81
	1	+6.83	4,00	0,41	6,83	27,32	0,67	0,67	0,67	0,67
W_{KAT}	1	+5,50	1709,22	174,2	5,50	9400,70	231,26	231,26	231,26	231,26
17642,42							434,01	434,01		

RİJİT DİYAFRAMIN KÜTLE ATALETİ VE MERKEZİNİN HESAPLANMASI



$$M = 1709,22 / 9,81 = 174,23 \text{ t/msn}^2$$

$$A \cdot 0,005 = 40,00 \cdot 0,05 = 2,00 \text{ m}$$

$$B \cdot 0,005 = 30,00 \cdot 0,05 = 1,50 \text{ m}$$

$$e = \sqrt{2,00^2 + 1,50^2}^{0,5} = 2,50 \text{ m}$$

$$231,26 \cdot 1,80 = 416,27 \text{ tm}$$

$$I_{mm} = (b^2 + d^2) / 12 \cdot M = (1600 + 900) / 12 \cdot 174,23$$

$$I_{mm} = 36298,4$$

$$I_{mm'} = I_{mm} + e^2 \cdot M = 36298,4 + 6,25 \cdot 174,23 = 37387,3$$

Kat Kütlelerini SAP2000 de girerken rotation about 3 'e yazılacak

Kat ağırlıklarına göre yapılan Yük analizleri sonucunda binanın T doğal periyodu

$$\text{Z4 için } T_A = 0,20 \quad T_B = 0,90 \text{ sn} \quad S(T) = 2,50 \text{ sn}$$

$$T_x = 0,48 \text{ sn} \quad T_A < T_x < T_B \quad \text{old. } S(T_x) = 2,50$$

$$A(T_x) = A_0 \cdot I \cdot S(T_x) / R = 0,40 \cdot 1,00 \cdot 2,50 / 6 = 0,17$$

$$F_x = 0,17 \cdot 2604,06 = 434,01 \text{ t}$$

$$T_y = 0,46 \text{ sn} \quad T_A < T_x < T_B \quad \text{old. } S(T_y) = 2,50$$

$$S(T_y) = 2,50$$

$$A(T_y) = A_0 \cdot I \cdot S(T_y) / R = 0,40 \cdot 1,00 \cdot 2,50 / 6 = 0,17$$

$$F_y = 0,17 \cdot 2604,06 = 434,01 \text{ t}$$

SÜPERPOZİSYON

KOLON NO	KOT		G1	G2	ENVE	Q	ENV	KREN	ENV	KRFRN	1,4G+1,6Q	G+Q	0,9*G
S1	+9,00	M	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-14,64	-2,21		-4,29		0,00		-0,23	-30,45	-21,14	-15,17
		V	0,00	-0,40		0,39		0,00		0,04	0,06	-0,01	-0,36
	+4,70	M	12,36	2,39		2,51		0,00		-0,74	24,67	17,26	13,28
		N	-41,61	-4,81		-16,60		0,00		-0,37	-91,54	-63,02	-41,77
		V	0,00	-0,77		-0,81		0,00		0,42	-2,37	-1,58	-0,69
	0,00	M	12,36	-1,22		3,69		0,00		1,25	21,50	14,83	10,03
		N	-41,61	-4,81		-16,60		0,00		-0,37	-91,54	-63,02	-41,77
		V	0,00	-0,77		-0,81		0,00		0,42	-2,37	-1,58	-0,69
	+9,00	M	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
S2		N	-17,11	-3,04		-7,62		0,00		0,00	-40,40	-27,77	-18,14
		V	0,00	-0,52		-1,80		0,00		-1,49	-3,61	-2,32	-0,47
	+4,70	M	-16,77	-2,25		-7,73		0,00		-6,41	-39,00	-26,75	-17,12
		N	-72,48	-3,04		-32,95		0,00		0,00	-158,45	-108,47	-67,97
		V	0,00	-0,52		-3,37		0,00		-1,49	-6,12	-3,89	-0,47
	0,00	M	-16,77	-1,17		-6,10		0,00		-2,75	-34,88	-24,04	-16,15
		N	-72,48	-9,50		-32,95		0,00		-0,17	-167,49	-114,93	-73,78
		V	0,00	-1,03		-3,37		0,00		-0,72	-6,83	-4,40	-0,93
	+6,83	M	-1,47	-0,50		-2,41		0,00		-0,01	-6,62	-4,39	-1,78
		N	-20,02	-6,41		-8,49		0,00		-0,46	-50,58	-35,38	-23,79
S3		V	0,00	-0,67		-1,23		0,00		-1,39	-2,91	-3,29	-0,60
	+4,70	M	18,24	-0,08		14,59		0,00		5,95	48,77	38,70	16,35
		N	-68,61	-10,08		-21,23		0,00		-1,14	-144,14	-101,06	-70,83
		V	0,00	-1,40		-4,41		0,00		-0,52	-9,02	-6,33	-1,26
	0,00	M	18,24	0,15		2,46		0,00		1,73	29,69	22,58	16,56
		N	-68,61	-10,08		-7,71		0,00		-1,14	-122,51	-87,54	-70,83
		V	0,00	-1,40		-0,01		0,00		-0,52	-1,98	-1,93	-1,26
	+10,40	M	2,15	0,00		0,00		0,00		0,00	3,01	2,15	1,94
		N	-25,21	-4,36		-8,42		0,00		-0,46	-54,87	-38,45	-26,61
		V	0,00	-0,40		-1,06		0,00		-0,08	-2,26	-1,54	-0,36
S4	+4,70	M	18,92	2,21		10,72		0,00		0,95	46,74	32,80	19,02
		N	-80,58	-9,71		-33,50		0,00		-1,06	-180,01	-124,85	-81,26
		V	0,00	-0,69		-3,27		0,00		-0,49	-6,20	-4,45	-0,62
	0,00	M	18,92	-1,04		1,13		0,00		1,35	26,84	20,36	16,09
		N	-80,58	-9,71		-33,50		0,00		-1,06	-180,01	-124,85	-81,26
		V	0,00	-0,69		-3,27		0,00		-0,49	-6,20	-4,45	-0,62

55	+10,40	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-30,75	-5,95	-14,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-51,69	-33,03
		V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	+4,70	M	0,00	-0,36	-13,85	0,00	0,00	0,00	-2,22	-22,66	-16,43	-0,32				
		N	-129,68	-17,04	-66,43	0,00	0,00	0,00	-0,63	-311,69	-213,78	-132,05				
		V	0,00	0,22	4,36	0,00	0,00	0,00	-0,94	7,28	3,64	0,20				
	0,00	M	0,00	0,69	6,63	0,00	0,00	0,00	2,21	11,57	9,53	0,62				
		N	-129,68	-17,04	-66,43	0,00	0,00	0,00	-0,63	-311,69	-213,78	-132,05				
		V	0,00	0,22	4,36	0,00	0,00	0,00	-0,94	7,28	3,64	0,20				
	+6,83	M	0,00	0,87	-1,85	0,00	0,00	0,00	-5,39	-1,74	-6,37	0,78				
56		N	-36,56	-12,62	-16,81	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-97,19	-66,89	-44,26				
		V	0,00	0,40	-0,49	0,00	0,00	0,00	-2,48	-0,22	-2,57	0,36				
	+4,70	M	-16,77	-2,16	-2,90	0,00	0,00	0,00	-10,67	-31,15	-32,50	-17,04				
		N	-120,92	-17,51	-16,81	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-222,13	-156,14	-124,58				
		V	0,00	0,68	-0,49	0,00	0,00	0,00	-2,48	0,17	-2,29	0,61				
	0,00	M	-16,77	1,04	-5,10	0,00	0,00	0,00	-1,50	-30,19	-22,33	-14,16				
		N	-120,92	-17,51	-41,82	-0,90	-0,90	-0,90	-1,54	-262,15	-181,79	-124,58				
		V	0,00	0,68	-3,73	0,00	0,00	0,00	-1,52	-5,02	-4,57	0,61				
	+9,65	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
		N	-3,03	-1,38	-0,92	0,00	0,00	0,00	-0,46	-7,65	-5,79	-3,97				
57		V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	+4,70	M	12,36	1,54	8,33	0,00	0,00	0,00	0,27	32,79	22,50	12,51				
		N	-50,45	-6,65	-25,88	0,00	0,00	0,00	-0,56	-121,35	-83,54	-51,39				
		V	0,00	-0,49	-2,64	0,00	0,00	0,00	0,14	-4,91	-2,99	-0,44				
	0,00	M	12,36	-0,76	0,67	0,00	0,00	0,00	0,41	17,32	12,68	10,44				
		N	-50,45	-6,65	-25,88	0,00	0,00	0,00	-0,56	-121,35	-83,54	-51,39				
		V	0,00	-0,49	-2,64	0,00	0,00	0,00	0,14	-4,91	-2,99	-0,44				
	+4,70	M	-2,94	-1,95	-7,84	0,00	0,00	0,00	-0,17	-19,39	-12,90	-4,40				
		N	-92,70	-18,19	-24,69	0,00	0,00	0,00	-0,08	-194,75	-135,66	-99,80				
		V	0,00	0,65	2,72	0,00	0,00	0,00	0,07	5,26	3,44	0,59				
58	0,00	M	-2,94	1,10	4,92	0,00	0,00	0,00	0,17	5,30	3,25	-1,66				
		N	-92,70	-18,19	-24,69	0,00	0,00	0,00	-0,08	-194,75	-135,66	-99,80				
		V	0,00	0,65	2,72	0,00	0,00	0,00	0,07	5,26	3,44	0,59				

S9	+9,65	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-4,24	-2,73
		V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	+4,70	M	-12,36	-1,52	-8,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-32,68	-12,49
		N	-79,43	-5,31	-24,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-158,47	-76,27
		V	0,00	0,48	2,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,86	0,43
	0,00	M	-12,36	0,73	-0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,33	-10,47
		N	-79,43	-5,31	-24,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-158,47	-76,27
S10		V	0,00	0,48	2,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,86	0,43
	+6,83	M	-2,67	1,86	-0,18	13,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,56	-3,90
		N	-22,02	-8,39	-8,41	-30,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-104,49	-39,37
		V	0,00	-0,44	-0,08	-1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,85	-3,34
	0,00	M	-2,67	-1,12	-0,73	-7,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,92	-20,83
		N	-22,02	-8,39	-8,41	-30,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-104,49	-39,37
		V	0,00	-0,44	-0,08	-1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,85	-3,34
	+6,83	M	-1,47	-1,07	-0,10	13,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,26	0,32
S11		N	-17,55	-5,57	-8,41	-30,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-94,29	-32,08
		V	0,00	-0,25	-0,04	-1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,52	-3,11
	0,00	M	-1,47	-0,64	-0,13	-7,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-14,61	-18,55
		N	-17,55	-5,57	-8,41	-30,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-94,29	-32,08
		V	0,00	-0,25	-0,04	-1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,52	-3,11
	+9,65	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-3,03	-1,38	-0,92	-0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-8,38	-5,79
		V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S12	0,00	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-3,03	-1,38	-0,92	-0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-8,38	-5,79
		V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-3,03	-1,38	-0,92	-0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-8,38	-5,79
		V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	+6,83	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S13		V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	+6,83	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-40,56	-16,66	-16,81	-30,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-155,90	-75,12
		V	0,00	0,00	-0,14	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,72	2,71
	0,00	M	0,00	-0,01	-1,26	7,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,28	13,46
		N	-40,56	-16,66	-16,81	-30,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-155,90	-75,12
		V	0,00	0,00	-0,14	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,72	2,71

ÇERÇEVE DÜZLEMİNDE İKİNCİ MERTEBE HESABI

KOLON	KOT		G+Q	d(cm)	2,5*d	Delta	MII		EX	G+Q+EX+Mu
S1	+9,00	M	0,00	1,25	3,13	0,00	0,00		0,00	0,00
		N	-21,14						-0,79	-21,93
		V	-0,01						-2,94	2,95
	+4,70	M	17,26	0,60	1,50	1,63	1,02		12,60	30,89
		N	-63,02						-7,10	-70,12
		V	-1,58						-17,92	19,50
	0,00	M	14,83	0,00	0,00	1,50	1,97		59,67	76,47
		N	-63,02						-7,10	-70,12
		V	-1,58						-17,92	19,50
	+9,00	M	0,00	1,63	4,08	0,00	0,00		0,00	0,00
S2		N	-27,77						-0,16	-27,93
		V	-2,32						-7,40	9,72
	+4,70	M	-26,75	0,60	1,50	2,58	2,79		-12,50	42,04
		N	-108,47						-6,41	-114,88
		V	-3,89						-14,81	18,70
	0,00	M	-24,04	0,00	0,00	1,50	4,52		-57,21	85,77
		N	-114,93						-6,41	-121,34
		V	-4,40						-14,81	19,21
	+6,83	M	-4,39	1,69	4,23	0,00	0,00		4,53	8,92
		N	-35,38						-1,93	-37,31
S3		V	-3,29						2,36	5,65
	+4,70	M	38,70	0,62	1,55	2,68	2,70		31,16	72,57
		N	-101,06						-6,86	-107,92
		V	-6,33						21,19	27,52
	0,00	M	22,58	0,00	0,00	1,55	4,06		68,45	95,10
		N	-87,54						-6,86	-94,40
		V	-1,93						21,19	23,12

S4	+10,40	M	2,15	1,30	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15
		N	-38,45						0,01	-38,44
		V	-1,54						-8,00	9,54
	+4,70	M	32,80	0,60	1,50	1,75	2,18		17,38	52,37
		N	-124,85						-0,47	-125,32
		V	-4,45						-6,63	11,08
	0,00	M	20,36	0,00	0,00	1,50	4,06		67,02	91,44
		N	-124,85						-0,71	-125,56
		V	-4,45						-22,77	27,22
	+10,40	M	0,00	1,60	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S5		N	-51,69						0,00	-51,69
		V	0,00						-3,82	3,82
	+4,70	M	-16,43	0,60	1,50	2,50	5,34		-37,18	58,95
		N	-213,78						0,00	-213,78
		V	3,64						-22,22	25,86
	0,00	M	9,53	0,00	0,00	1,50	8,55		67,37	85,45
		N	-213,78						0,00	-213,78
		V	3,64						-22,22	25,86
	+6,83	M	-6,37	1,70	4,25	0,00	0,00	0,00	6,09	12,46
		N	-66,89						-0,91	-67,80
S6		V	-2,57						20,35	22,92
	+4,70	M	-32,50	0,62	1,55	2,70	4,22		36,37	73,09
		N	-156,14						-1,21	-157,35
		V	-2,29						22,83	25,12
	0,00	M	-22,33	0,00	0,00	1,55	7,03		70,93	100,30
		N	-181,79						-1,21	-183,00
		V	-4,57						22,83	27,40
	+9,65	M	0,00	1,30	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-5,79						0,00	-5,79
		V	0,00						-3,10	3,10
S7	+4,70	M	22,50	0,60	1,50	1,75	1,46		14,49	38,45
		N	-83,54						-1,84	-85,38
		V	-2,99						-10,00	12,99
	0,00	M	12,68	0,00	0,00	1,50	2,72		23,87	39,27
		N	-83,54						-1,84	-85,38
		V	-2,99						-10,00	12,99

S8	+4,70	M	-12,90	0,60	1,50	0,00	0,00		-28,80	41,70
		N	-135,66						-2,05	-137,71
		V	3,44						11,98	15,42
	0,00	M	3,25	0,00	0,00	1,50	2,03		27,52	32,80
		N	-135,66						-2,05	-137,71
S9		V	3,44						11,98	15,42
	+9,65	M	0,00	0,62	1,55	0,00	0,00		0,00	0,00
		N	-3,03						0,00	-3,03
		V	0,00						0,31	0,31
	+4,70	M	-22,65	0,62	1,55	0,00	0,00		-29,39	52,04
S10		N	-109,83						-2,49	-112,32
		V	2,89						-12,34	15,23
	0,00	M	-11,79	0,00	0,00	1,55	1,70		-28,36	41,85
		N	-109,83						-2,49	-112,32
		V	2,89						-12,34	15,23
S11	+6,83	M	-3,90	2,30	5,75	0,00	0,00		8,92	12,82
		N	-39,37						-2,07	-41,44
		V	-3,34						5,15	8,49
	0,00	M	-20,83	0,00	0,00	5,75	2,26		42,37	65,47
		N	-39,37						-2,07	-41,44
S12		V	-3,34						5,15	8,49
	+6,83	M	0,32	1,50	3,75	0,00	0,00		9,97	10,29
		N	-32,08						-2,33	-34,41
		V	-3,11						4,87	7,98
	0,00	M	-18,55	0,00	0,00	3,75	1,20		43,23	62,99
		N	-32,08						-2,33	-34,41
		V	-3,11						4,87	7,98
	+9,65	M	0,00	1,50	2,50	0,00	0,00		0,00	0,00
		N	-5,79						0,00	-5,79
		V	0,00						-2,17	2,17
	0,00	M	0,00	0,00	0,00	2,50	0,14		6,19	6,33
		N	-5,79						-0,46	-6,25
		V	0,00						0,53	0,53

S13	+6,83	M	-5,01	1,50	1,80	0,00	0,00	-26,57	31,58
		N	-75,12					-0,91	-76,03
		V	2,71					13,90	16,61
	0,00	M	13,46	0,00	0,00	1,80	1,35	68,39	83,20
		N	-75,12					-0,91	-76,03
		V	2,71					13,90	16,61

KOLON	KOT		0,9*G	d(cm)	2,5*d	Delta	MII	EX	0,9*G+EX+MI
S1	+9,00	M	0,00	1,25	3,13	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-15,17					-0,79	-15,96
		V	-0,36					-2,94	3,30
	+4,70	M	13,28	0,60	1,50	1,63	0,68	12,60	26,56
		N	-41,77					-7,10	-48,87
		V	-0,69					-17,92	18,61
S2	0,00	M	10,03	0,00	0,00	1,50	1,31	59,67	71,00
		N	-41,77					-7,10	-48,87
		V	-0,69					-17,92	18,61
	+9,00	M	0,00	1,63	4,08	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-18,14					-0,16	-18,30
		V	-0,47					-7,40	7,87
S3	+4,70	M	-17,12	0,60	1,50	2,58	1,75	-12,50	31,37
		N	-67,97					-6,41	-74,38
		V	-0,47					-14,81	15,28
	0,00	M	-16,15	0,00	0,00	1,50	2,86	-57,21	76,21
		N	-73,78					-6,41	-80,19
		V	-0,93					-14,81	15,74
S3	+6,83	M	-1,78	1,69	4,23	0,00	0,00	0,00	1,78
		N	-23,79					-0,18	-23,97
		V	-0,60					-7,64	8,24
	+4,70	M	16,35	0,62	1,55	2,68	1,89	33,39	51,63
		N	-70,83					-0,63	-71,46
		V	-1,26					-7,98	9,24
	0,00	M	16,56	0,00	0,00	1,55	2,99	59,21	78,76
		N	-70,83					-6,68	-77,51
		V	-1,26					-15,34	16,60

S4	+10,40	M	1,94	1,30	3,25	0,00	0,00			0,00		0,00	1,94
		N	-26,61									0,01	-26,60
		V	-0,36									-8,00	8,36
	+4,70	M	19,02	0,60	1,50	1,75				1,42		17,38	37,82
		N	-81,26									-0,47	-81,73
		V	-0,62									-6,63	7,25
	0,00	M	16,09	0,00	0,00	1,50				2,64		67,02	85,76
S5		N	-81,26									-0,71	-81,97
		V	-0,62									-22,77	23,39
	+10,40	M	0,00	1,60	4,00	0,00				0,00		0,00	0,00
		N	-33,03									0,00	-33,03
		V	0,00									-3,82	3,82
	+4,70	M	-0,32	0,60	1,50	2,50				3,30		-37,18	40,81
		N	-132,05									0,00	-132,05
S6		V	0,20									-22,22	22,42
	0,00	M	0,62	0,00	0,00	1,50				5,28		67,37	73,27
		N	-132,05									0,00	-132,05
		V	0,20									-22,22	22,42
	+6,83	M	0,78	1,70	4,25	0,00				0,00		0,00	0,78
		N	-44,26									0,02	-44,24
		V	0,36									-3,60	3,96
S7	+4,70	M	-17,04	0,62	1,55	2,70				3,36		-39,28	59,68
		N	-124,58									-1,13	-125,71
		V	0,61									-23,49	24,10
	0,00	M	-14,16	0,00	0,00	1,55				5,29		-71,50	90,95
		N	-124,58									-1,13	-125,71
		V	0,61									-23,49	24,10
	+9,65	M	0,00	1,30	3,25	0,00				0,00		0,00	0,00
S7		N	-3,97									0,00	-3,97
		V	0,00									-3,10	3,10
	+4,70	M	12,51	0,60	1,50	1,75				0,90		14,49	27,90
		N	-51,39									-1,84	-53,23
		V	-0,44									-10,00	10,44
	0,00	M	10,44	0,00	0,00	1,50				1,67		23,87	35,98
		N	-51,39									-1,84	-53,23
		V	-0,44									-10,00	10,44

S8	+4,70	M	-4,40	0,60	1,50	0,00	0,00	0,00	-28,80	33,20
		N	-99,80						-2,05	-101,85
		V	0,59						11,98	12,57
	0,00	M	-1,66	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	27,52	30,67
		N	-99,80						-2,05	-101,85
S9		V	0,59						11,98	12,57
	+9,65	M	0,00	0,62	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-2,73						0,00	-2,73
		V	0,00						0,31	0,31
	+4,70	M	-12,49	0,62	1,55	0,00	0,00	0,00	-29,39	41,88
S10		N	-76,27						-2,49	-78,76
		V	0,43						-12,34	12,77
	0,00	M	-10,47	0,00	0,00	1,55	1,18	1,18	-28,36	40,01
		N	-76,27						-2,49	-78,76
		V	0,43						-12,34	12,77
S11	+6,83	M	-0,73	2,30	5,75	0,00	0,00	0,00	-17,05	17,78
		N	-27,37						-0,14	-27,51
		V	-0,40						-7,86	8,26
	0,00	M	-3,41	0,00	0,00	5,75	1,57	1,57	-82,58	87,57
		N	-27,37						-0,60	-27,97
S12		V	-0,40						-9,62	10,02
	+6,83	M	-2,29	1,50	3,75	0,00	0,00	0,00	12,70	14,99
		N	-20,81						-1,29	-22,10
		V	-0,22						-6,18	6,40
	0,00	M	-1,90	0,00	0,00	3,75	0,78	0,78	-54,71	57,39
S12		N	-20,81						-1,75	-22,56
		V	-0,22						-6,18	6,40
	+9,65	M	0,00	1,50	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-3,97						0,00	-3,97
		V	0,00						-2,17	2,17
S12	0,00	M	0,00	0,00	0,00	2,50	0,10	0,10	7,56	7,66
		N	-3,97						-0,46	-4,43
		V	0,00						0,68	0,68

S13	+6,83	M	0,00	1,50	1,80	0,00	0,00	-16,42	16,42
		N	-51,50					-0,05	-51,55
		V	0,00					7,21	7,21
	0,00	M	-0,01	0,00	0,00	1,80	0,93	66,23	67,17
		N	-51,50					-0,95	-52,45
		V	0,00					7,21	7,21

ÇERÇEVE DÜZLEMİNE DİK YÖNDE İKİNCİ MERTEBE HESABI

KOLON	KOT		G+Q	d(cm)	2,5*d	Delta	MII	EY	G+Q+EY+Min
S1	+9,00	M	0,00	1,50	3,75	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-21,14					-0,24	-21,38
		V	-0,01					-4,82	4,83
	+4,70	M	17,26	0,70	1,75	2,00	1,26	36,70	55,22
		N	-63,02					-10,66	-73,68
		V	-1,58					24,01	25,59
S2	0,00	M	14,83	0,00	0,00	1,75	2,36	76,15	93,35
		N	-63,02					-10,66	-73,68
		V	-1,58					24,01	25,59
	+9,00	M	0,00	1,50	3,75	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-27,77					0,00	-27,77
		V	-2,32					-8,93	11,25
S3	+4,70	M	-26,75	0,69	1,73	0,81	0,88	-57,14	84,77
		N	-108,47					-2,18	-110,65
		V	-3,89					30,43	34,32
	0,00	M	-24,04	0,00	0,00	0,69	1,67	85,89	111,60
		N	-114,93					-2,18	-117,11
		V	-4,40					30,43	34,83
S3	+6,83	M	-4,39	1,10	2,75	0,00	0,00	-12,16	16,55
		N	-35,38					-0,46	-35,84
		V	-3,29					-5,94	9,23
	+4,70	M	38,70	0,70	1,75	1,00	1,01	-34,51	74,23
		N	-101,06					-11,10	-112,16
		V	-6,33					23,32	29,65
S3	0,00	M	22,58	0,00	0,00	1,75	2,54	75,11	100,24
		N	-87,54					-11,10	-98,64
		V	-1,93					23,32	25,25

5	+10,40	M	2,15	2,20	5,50	0,00	0,00	0,00	2,15
		N	-38,45						0,00
		V	-1,54						7,95
	+4,70	M	32,80	0,67	1,68	3,83	4,78	-33,95	71,53
		N	-124,85					-11,13	-135,98
		V	-4,45					21,02	25,47
	0,00	M	20,36	0,00	0,00	1,68	6,87	70,78	98,01
		N	-124,85					-11,13	-135,98
		V	-4,45					21,02	25,47
	+10,40	M	0,00	2,20	5,50	0,00	0,00	0,00	0,00
6		N	-51,69					0,00	-51,69
		V	0,00					-8,51	8,51
	+4,70	M	-16,43	0,67	1,68	3,83	8,18	54,87	79,48
		N	-213,78					-1,93	-215,71
		V	3,64					28,48	32,12
	0,00	M	9,53	0,00	0,00	1,68	11,76	82,10	103,39
		N	-213,78					-1,93	-215,71
		V	3,64					28,48	32,12
	+6,83	M	-6,37	1,10	2,75	0,00	0,00	22,99	29,36
		N	-66,89					-0,91	-67,80
9		V	-2,57					5,11	7,68
	+4,70	M	-32,50	0,67	1,68	1,08	1,68	35,31	69,49
		N	-156,14					-0,91	-157,05
		V	-2,29					5,78	8,07
	0,00	M	-22,33	0,00	0,00	1,68	4,72	70,73	97,79
		N	-181,79					-12,31	-194,10
		V	-4,57					20,99	25,56

S7	+9,65	M	0,00	1,90	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-5,79					0,00	-5,79
		V	0,00					-1,79	1,79
	+4,70	M	22,50	0,66	1,65	3,10	2,59	16,03	41,12
		N	-83,54					-5,79	-89,33
		V	-2,99					7,64	10,63
S8	0,00	M	12,68	0,00	0,00	1,65	3,97	21,72	38,37
		N	-83,54					-5,79	-89,33
		V	-2,99					7,64	10,63
	+4,70	M	-12,90	0,68	1,70	0,00	0,00	-26,59	39,49
		N	-135,66					-3,44	-139,10
		V	3,44					11,68	15,12
S9	0,00	M	3,25	0,00	0,00	1,70	2,31	28,30	33,86
		N	-135,66					-3,44	-139,10
		V	3,44					11,68	15,12
	+9,65	M	0,00	1,90	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-3,03					0,00	-3,03
		V	0,00					0,31	0,31
S10	+4,70	M	-22,65	0,69	1,73	3,03	3,32	-14,96	40,93
		N	-109,83					-5,62	-115,45
		V	2,89					8,00	10,89
	0,00	M	-11,79	0,00	0,00	1,73	5,22	-22,33	39,34
		N	-109,83					-5,62	-115,45
		V	2,89					8,00	10,89
S11	+6,83	M	-3,90	1,16	2,90	0,00	0,00	-8,87	12,77
		N	-39,37					-0,48	-39,85
		V	-3,34					5,24	8,58
	0,00	M	-20,83	0,00	0,00	2,90	1,14	43,32	65,29
		N	-39,37					-0,48	-39,85
		V	-3,34					5,24	8,58
S12	+6,83	M	0,32	1,10	2,75	0,00	0,00	9,54	9,86
		N	-32,08					-0,72	-32,80
		V	-3,11					4,73	7,84
	0,00	M	-18,55	0,00	0,00	2,75	0,88	41,87	61,30
		N	-32,08					-0,72	-32,80
		V	-3,11					4,73	7,84

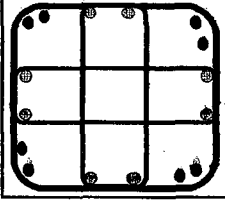
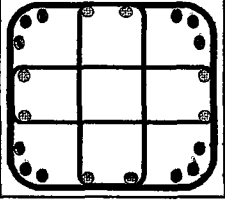
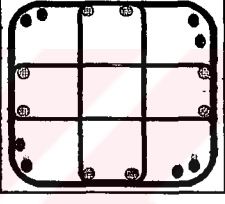
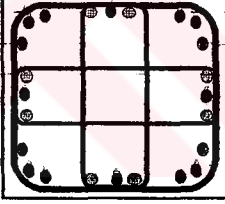
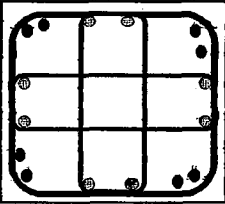
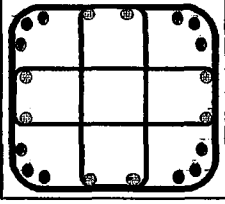
S12	+9,65	M	0,00	1,96	4,90	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-5,79					0,00	-5,79
		V	0,00					-2,17	2,17
	0,00	M	0,00	0,00	0,00	4,90	0,28	14,20	14,48
		N	-5,79					-0,46	-6,25
		V	0,00					1,42	1,42
S13	+6,83	M	-5,01	1,10	2,75	0,00	0,00	-17,17	22,18
		N	-75,12					-0,91	-76,03
		V	2,71					3,26	5,97
	0,00	M	13,46	0,00	0,00	2,75	2,07	37,15	52,68
		N	-75,12					-0,91	-76,03
		V	2,71					3,26	5,97

KOLON	KOT		0,9*G	d(cm)	2,5*d	Delta	MII	EY	0,9*G+EY+Min
S1	+9,00	M	0,00	1,50	3,75	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-15,17					-0,24	-15,41
		V	-0,36					-4,82	5,18
	+4,70	M	13,28	0,70	1,75	2,00	0,84	36,70	50,81
		N	-41,77					-10,66	-52,43
		V	-0,69					24,01	24,70
S2	0,00	M	10,03	0,00	0,00	1,75	1,57	76,15	87,74
		N	-41,77					-10,66	-52,43
		V	-0,69					24,01	24,70
	+9,00	M	0,00	1,50	3,75	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-18,14					0,00	-18,14
		V	-0,47					-8,93	9,40
	+4,70	M	-17,12	0,69	1,73	2,03	1,38	-57,14	75,63
		N	-67,97					-2,18	-70,15
		V	-0,47					30,43	30,90
	0,00	M	-16,15	0,00	0,00	1,73	2,65	85,89	104,69
		N	-73,78					-2,18	-75,96
		V	-0,93					30,43	31,36

53	+6,83	M	-1,78	1,10	2,75	0,00	0,00	-12,16	13,94
		N	-23,79					-0,46	-24,25
		V	-0,60					-5,94	6,54
	+4,70	M	16,35	0,70	1,75	1,00	0,71	-34,51	51,57
		N	-70,83					-11,10	-81,93
		V	-1,26					23,32	24,58
	0,00	M	16,56	0,00	0,00	1,75	1,95	75,11	93,61
		N	-70,83					-11,10	-81,93
		V	-1,26					23,32	24,58
	+10,40	M	1,94	2,20	5,50	0,00	0,00	0,00	1,94
54		N	-26,61					0,00	-26,61
		V	-0,36					7,95	8,31
	+4,70	M	19,02	0,67	1,68	3,83	3,11	-33,95	56,08
		N	-81,26					-11,13	-92,39
		V	-0,62					21,02	21,64
	0,00	M	16,09	0,00	0,00	1,68	4,47	70,78	91,34
		N	-81,26					-11,13	-92,39
		V	-0,62					21,02	21,64
	+10,40	M	0,00	2,20	5,50	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-33,03					0,00	-33,03
55		V	0,00					-8,51	8,51
	+4,70	M	-0,32	0,67	1,68	3,83	5,05	54,87	60,24
		N	-132,05					-1,93	-133,98
		V	0,20					28,48	28,68
	0,00	M	0,62	0,00	0,00	1,68	7,26	82,10	89,98
		N	-132,05					-1,93	-133,98
		V	0,20					28,48	28,68
	+6,83	M	0,78	1,10	2,75	0,00	0,00	22,99	23,77
		N	-44,26					-0,91	-45,17
		V	0,36					5,11	5,47
56	+4,70	M	-17,04	0,67	1,68	1,08	1,34	35,31	53,69
		N	-124,58					-0,91	-125,49
		V	0,61					5,78	6,39
	0,00	M	-14,16	0,00	0,00	1,68	3,43	70,73	88,32
		N	-124,58					-12,31	-136,89
		V	0,61					20,99	21,60

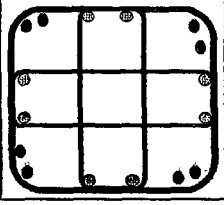
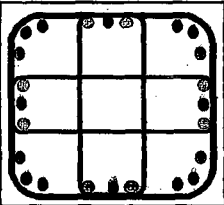
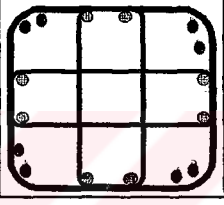
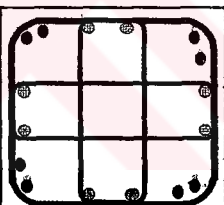
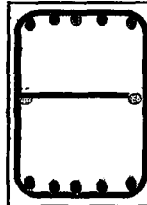
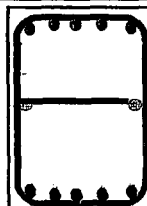
S7	+9,65	M	0,00	1,90	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-3,97						0,00	-3,97
		V	0,00						-1,79	1,79
	+4,70	M	12,51	0,66	1,65	3,10	1,59		16,03	30,14
		N	-51,39						-5,79	-57,18
		V	-0,44						7,64	8,08
	0,00	M	10,44	0,00	0,00	1,65	2,44		21,72	34,60
		N	-51,39						-5,79	-57,18
		V	-0,44						7,64	8,08
	+4,70	M	-4,40	0,68	1,70	0,00	0,00		-26,59	30,99
S8		N	-99,80						-3,44	-103,24
		V	0,59						11,68	12,27
	0,00	M	-1,66	0,00	0,00	1,70	1,70		28,30	31,65
		N	-99,80						-3,44	-103,24
		V	0,59						11,68	12,27
	+9,65	M	0,00	1,90	4,75	0,00	0,00		0,00	0,00
		N	-2,73						0,00	-2,73
		V	0,00						0,31	0,31
	+4,70	M	-12,49	0,69	1,73	3,03	2,31		-14,96	29,76
		N	-76,27						-5,62	-81,89
S9		V	0,43						8,00	8,43
	0,00	M	-10,47	0,00	0,00	1,73	3,62		-22,33	36,42
		N	-76,27						-5,62	-81,89
		V	0,43						8,00	8,43
	+6,83	M	-0,73	1,16	2,90	0,00	0,00		-8,87	9,60
		N	-27,37						-0,48	-27,85
		V	-0,40						5,24	5,64
	0,00	M	-3,41	0,00	0,00	2,90	0,79		43,32	47,53
		N	-27,37						-0,48	-27,85
		V	-0,40						5,24	5,64
S10	+6,83	M	-2,29	1,10	2,75	0,00	0,00		9,54	11,83
		N	-20,81						-0,72	-21,53
		V	-0,22						4,73	4,95
	0,00	M	-1,90	0,00	0,00	2,75	0,57		41,87	44,34
		N	-20,81						-0,72	-21,53
		V	-0,22						4,73	4,95
S11										

S12	+9,65	M	0,00	1,96	4,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		N	-3,97					0,00	0,00	-3,97
		V	0,00					-2,17	2,17	
	0,00	M	0,00	0,00	0,00	4,90	0,19	14,20	14,39	
		N	-3,97					-0,46	-4,43	
		V	0,00					1,42	1,42	
S13	+6,83	M	0,00	1,10	2,75	0,00	0,00	-17,17	17,17	
		N	-51,50					-0,91	-52,41	
		V	0,00					3,26	3,26	
	0,00	M	-0,01	0,00	0,00	2,75	1,42	37,15	38,58	
		N	-51,50					-0,91	-52,41	
		V	0,00					3,26	3,26	

KOLON BETONARME HESABI								
KOLON	KOT	KOLON EBATİ (cm)	YÖN	YÜKLEME	M _d kNm	N _d Kn	As=As' cm ²	DONATI ŞEMASI
S1	+4,70	X=70	X	1	24,67	-91,54	12,25	 4 Φ 26 4 Φ 22 8 Φ 18 As=56,76cm² ρ = 0,0115
				2	30,89	-70,12	12,25	
				3	26,56	-48,87	12,25	
		Y=70	Y	1	24,67	-91,54	12,25	
				2	55,22	-73,68	13,57	
				3	50,81	-52,43	14,56	
	0,00	X=70	X	1	21,50	-91,54	12,25	 4 Φ 26 8 Φ 22 8 Φ 18 As=71,96cm² ρ = 0,015
				2	76,47	-70,12	25,58	
				3	71,00	-48,87	23,69	
		Y=70	Y	1	21,50	-91,54	12,25	
				2	93,35	-73,68	29,88	
				3	87,74	-52,43	30,36	
S2	+4,70	X=70	X	1	-39,00	-158,45	12,25	 4 Φ 26 4 Φ 22 8 Φ 18 As=56,76cm² ρ = 0,0115
				2	42,04	-114,88	12,25	
				3	31,37	-74,38	12,25	
		Y=70	Y	1	-39,00	-158,45	12,25	
				2	84,77	-110,65	22,00	
				3	75,63	-70,15	22,73	
	0,00	X=70	X	1	-34,88	-167,49	12,25	 8 Φ 26 8 Φ 22 8 Φ 18 As=93,20cm² ρ = 0,019
				2	85,77	-121,34	21,17	
				3	76,21	-80,19	21,75	
		Y=70	Y	1	-34,88	-167,49	12,25	
				2	111,60	-117,11	32,67	
				3	104,69	-75,96	34,45	
S3	+4,70	X=70	X	1	48,77	-144,14	12,25	 4 Φ 24 4 Φ 22 8 Φ 18 As=53,60cm² ρ = 0,011
				2	72,57	-107,92	16,98	
				3	51,63	-71,46	12,31	
				4				
		Y=70	Y	1	48,77	-144,14	12,25	
				2	74,23	-112,16	17,22	
	0,00	X=70	X	3	51,57	-81,93	12,25	 4 Φ 24 8 Φ 22 8 Φ 18 As=68,8cm² ρ = 0,014
				4				
				1	29,69	-122,51	12,25	
				2	95,10	-94,40	28,15	
				3	78,76	-77,51	23,17	
				4				
		Y=70	Y	1	29,69	-122,51	12,25	
				2	100,24	-98,64	29,86	
				3	93,61	-81,93	28,99	
				4				

S4	+4,70	X=70	X	1	46,74	-180,01	12,25		• 4 Φ 24 • 4 Φ 20 • 8 Φ 18 As=50,96cm ² ρ = 0,0104
				2	52,37	-125,32	12,25		
				3	37,82	-81,73	12,25		
		Y=70	Y	1	46,74	-180,01	12,25		
				2	71,53	-135,98	13,56		
				3	56,08	-92,39	12,25		
	0,00	X=70	X	1	26,84	-180,01	12,25		• 4 Φ 24 • 8 Φ 20 • 8 Φ 18 As=54,48cm ² ρ = 0,011
				2	91,44	-125,56	23,15		
				3	85,76	-81,97	25,62		
		Y=70	Y	1	26,84	-180,01	12,25		
				2	98,01	-135,98	24,89		
				3	91,34	-92,39	26,78		
5	+4,70	X=70	X	1	-22,66	-311,69	12,25		• 4 Φ 26 • 8 Φ 18 • 8 Φ 16 As=57,64cm ² ρ = 0,012
				2	58,95	-213,78	12,25		
				3	40,81	-132,05	12,25		
		Y=70	Y	1	-22,66	-311,69	12,25		
				2	79,48	-215,71	12,25		
				3	60,24	-133,98	12,25		
	0,00	X=70	X	1	11,57	-311,69	12,25		• 4 Φ 26 • 8 Φ 18 • 8 Φ 16 As=57,64cm ² ρ = 0,012
				2	85,45	-213,78	12,76		
				3	73,27	-132,05	14,70		
		Y=70	Y	1	11,57	-311,69	12,25		
				2	103,39	-215,71	20,30		
				3	89,98	-133,98	21,66		
6	+4,70	X=70	X	1	-31,15	-222,13	12,25		• 4 Φ 26 • 4 Φ 22 • 8 Φ 18 As=56,76cm ² ρ = 0,0115
				2	73,09	-157,35	12,25		
				3	59,68	-125,71	12,25		
				4					
		Y=70	Y	1	-31,15	-222,13	12,25		
				2	69,49	-157,05	12,25		
				3	53,69	-125,49	12,25		
				4					
	0,00	X=70	X	1	-30,19	-262,15	12,25		• 4 Φ 26 • 4 Φ 22 • 8 Φ 18 As=56,76cm ² ρ = 0,0115
				2	100,30	-183,00	21,53		
				3	90,95	-125,71	22,93		
				4					
		Y=70	Y	1	-30,19	-262,15	12,25		
				2	97,79	-194,10	19,55		
				3	88,32	-136,89	20,66		
				4					

S7	+4,70	X=50	X	1	32,79	-121,35	6,25		4 Φ 24 4 Φ 20 8 Φ 18 As=50,96cm ² ρ = 0,0104
				2	38,45	-85,38	13,31		
				3	27,90	-53,23	10,12		
		Y=50	Y	1	32,79	-121,35	6,25		
				2	41,12	-89,33	14,61		
				3	30,14	-57,18	11,06		
	0,00	X=50	X	1	17,32	-121,35	6,25		4 Φ 24 4 Φ 20 8 Φ 18 As=50,96cm ² ρ = 0,0104
				2	38,37	-89,33	12,90		
				3	34,60	-57,18	13,83		
		Y=50	Y	1	17,32	-121,35	6,25		
				2	39,27	-85,38	13,82		
				3	35,98	-53,23	14,84		
S8	+4,70	X=50	X	1	-19,39	-194,75	6,25		4 Φ 22 8 Φ 18 As=35,52cm ² ρ = 0,014
				2	41,70	-137,71	11,47		
				3	33,20	-101,85	8,61		
		Y=50	Y	1	-19,39	-194,75	6,25		
				2	39,49	-139,10	10,01		
				3	30,99	-103,24	7,13		
	0,00	X=50	X	1	5,30	-194,75	6,25		4 Φ 22 8 Φ 18 As=35,52cm ² ρ = 0,014
				2	32,80	-137,71	9,29		
				3	33,20	-101,85	8,61		
		Y=50	Y	1	5,30	-194,75	6,25		
				2	33,86	-139,10	6,51		
				3	31,65	-103,24	7,54		
S9	+4,70	X=50	X	1	-32,68	-158,47	6,25		4 Φ 22 4 Φ 20 8 Φ 18 As=48,02cm ² ρ = 0,019
				2	52,04	-112,32	19,53		
				3	41,88	-78,76	16,08		
		Y=50	Y	1	-32,68	-158,47	6,25		
				2	40,93	-115,45	12,39		
				3	29,76	-81,89	8,23		
	0,00	X=50	X	1	-17,33	-158,47	6,25		4 Φ 22 4 Φ 20 8 Φ 18 As=48,02cm ² ρ = 0,019
				2	41,85	-112,32	13,19		
				3	40,01	-78,76	14,92		
		Y=50	Y	1	-17,33	-158,47	6,25		
				2	39,34	-115,45	11,40		
				3	36,42	-81,89	12,38		

S10	+6,83	X=70	X	1	20,56	-104,49	12,25	 • 4 Φ 26 • 4 Φ 20 • 8 Φ 18 As=54,92cm² ρ = 0,011
				2	12,82	-41,44	12,25	
				3	17,78	-27,51	12,25	
				4				
		Y=70	Y	1	20,56	-104,49	12,25	
				2	12,77	-39,85	12,25	
				3	9,60	-27,85	12,25	
				4				
	0,00	X=70	X	1	-17,92	-104,49	12,25	 • 8 Φ 26 • 8 Φ 20 • 8 Φ 18 As=87,92cm² ρ = 0,018
				2	65,47	-41,44	22,34	
				3	87,57	-27,97	33,64	
				4				
		Y=70	Y	1	-17,92	-104,49	12,25	
				2	65,29	-39,85	22,48	
				3	47,53	-27,85	16,52	
				4				
S11	+6,83	X=70	X	1	18,26	-94,29	12,25	 • 4 Φ 26 • 4 Φ 22 • 8 Φ 18 As=56,76cm² ρ = 0,0115
				2	10,29	-34,41	12,25	
				3	14,99	-22,10	12,25	
				4				
		Y=70	Y	1	18,26	-94,29	12,25	
				2	9,86	-32,80	12,25	
				3	11,83	-21,53	12,25	
				4				
	0,00	X=70	X	1	-14,61	-94,29	12,25	 • 4 Φ 26 • 4 Φ 22 • 8 Φ 18 As=56,76cm² ρ = 0,0115
				2	62,99	-34,41	22,24	
				3	57,39	-22,56	21,44	
				4				
		Y=70	Y	1	-14,61	-94,29	12,25	
				2	61,30	-32,80	21,74	
				3	44,34	-21,53	16,02	
				4				
S12	+9,65	X=40	X	1	0,00	-8,38	6,00	 • 10 Φ 22 • 2 Φ 18 As=43,08cm² ρ = 0,018
				2	0,00	-5,79	6,00	
				3	0,00	-3,97	6,00	
		Y=60	Y	1	0,00	-8,38	6,00	
				2	0,00	-5,79	6,00	
				3	0,00	-3,97	6,00	
	0,00	X=40	X	1	0,00	-8,38	6,00	 • 10 Φ 22 • 2 Φ 18 As=43,08cm² ρ = 0,018
				2	6,33	-6,25	6,00	
				3	7,66	-4,43	6,00	
		Y=60	Y	1	0,00	-8,38	6,00	
				2	14,48	-6,25	10,81	
				3	14,39	-4,43	10,98	

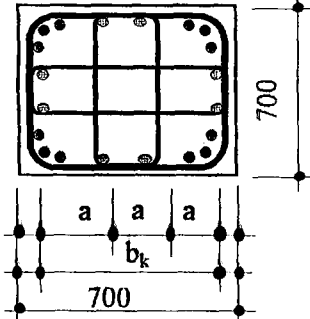
S13	+6,83	X=70	X	1	-18,26	-155,90	12,25	4 Φ 24 8 Φ 20 8 Φ 18 $A_s=54,48\text{cm}^2$ $\rho = 0,011$
				2	31,58	-76,03	12,25	
				3	16,42	-51,55	12,25	
				4				
		Y=70	Y	1	-18,26	-155,90	12,25	
				2	22,18	-76,03	12,25	
				3	17,17	-52,41	12,25	
				4				
	0,00	X=70	X	1	9,28	-155,90	12,25	4 Φ 24 8 Φ 20 8 Φ 18 $A_s=54,48\text{cm}^2$ $\rho = 0,011$
				2	83,20	-76,03	25,25	
				3	67,17	-52,45	21,56	
				4				
		Y=70	Y	1	9,28	-155,90	12,25	
				2	52,68	-76,03	12,25	
				3	38,58	-52,41	12,25	
				4				

NOT : 1. YÜKLEME 1,4 G+1,6 Q
 2. YÜKLEME G+Q+E
 3. YÜKLEME 0,9 G+E

KOLONLARDA ENİNE DONATI HESABI

S5 Kolonu için :

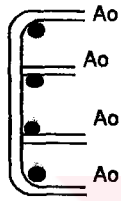
	Beton BS 30	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
	Etriye ve çiroz S 420	$f_{ywk} = 420 \text{ N/mm}^2$



$b_k = 650 \text{ mm}$
 $a = 650 / 3 = 216,67 \text{ mm} \quad (\leq 25 * \Phi_{etr} = 25 * 10 = 250 \text{ mm})$

$A_c = 700 * 700 = 490000 \text{ mm}^2$
 $A_{ck} = 650 * 650 = 422500 \text{ mm}^2$

$N_{rd} = 0,20 * f_{ck} * A_c = 0,20 * 30 * 490000 * E-3 = 2940 \text{ kN}$



$$N_{dmax} = 2157 \text{ kN} < 2940 \text{ kN} = N_{rd}$$

Seçilen etriye (çiroz) $\Phi 10$ (1 $\Phi 10$ $A_o = 78,5 \text{ mm}^2$)

$$A_{sh} = 2 * 78,5 + 2 * 78,5 = 314,2 \text{ mm}^2$$

$N_d > N_{rd}$ ise :

$$A_{sh} \geq 0,30 * s * b_k * \left(\frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) * \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \Rightarrow s \leq \frac{A_{sh}}{0,30 * b_k * \left(\frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) * \frac{f_{ck}}{f_{ywk}}}$$

$$A_{sh} \geq 0,075 * s * b_k * \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \Rightarrow s \leq \frac{A_{sh}}{0,075 * b_k * \frac{f_{ck}}{f_{ywk}}}$$

$N_d \leq N_{rd}$ ise :

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} * 0,30 * s * b_k * \left(\frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) * \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \Rightarrow s \leq \frac{A_{sh}}{\frac{2}{3} * 0,30 * b_k * \left(\frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) * \frac{f_{ck}}{f_{ywk}}}$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} * 0,075 * s * b_k * \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \Rightarrow s \leq \frac{A_{sh}}{\frac{2}{3} * 0,075 * b_k * \frac{f_{ck}}{f_{ywk}}}$$

$$\left. \begin{aligned} s &\leq \frac{314,2}{\frac{2}{3} * 0,30 * 650 * \left(\frac{490000}{422500} - 1 \right) * \frac{30}{420}} = 212 \text{ mm} \\ s &\leq \frac{314,1592654}{\frac{2}{3} * 0,075 * 650 * \frac{30}{420}} = 135 \text{ mm} \end{aligned} \right\} s \leq 100 \text{ mm}$$

50 mm $\leq s \leq$ 100 mm

$s \leq 700 / 3 = 233 \text{ mm}$

Seçilen etriye Φ 10 / 10 cm (Sarılma bölgesinde)

Sarılma Bölgesi Uzunluğu : $h / 3 = 1040 / 3 = 347$ cm (h : Kolon Boyu)

$$\left. \begin{array}{l} s \leq 200 \text{ mm} \\ s \leq 700 / 2 = 350 \text{ mm} \end{array} \right\} s \leq 200 \text{ mm}$$

Orta Bölgede (Sarılma Bölgesi Üstünde) Etriye Φ 10 / 20 cm

KOLONLARDA KESME KUVVETİ TAŞIMA GÜCÜ HESABI (V_r)

Beton BS 30 $f_{cd} = 1,3 \text{ N/mm}^2$
Etriye ve iroz S 420 $f_{ywd} = 365 \text{ N/mm}^2$

$$V_r = V_c + V_{sr}$$

$$V_{cr} = 0,65 * f_{cd} * b_w * d = 0,65 * 1,25 * 700 * 660 * E-3 = 375,4 \text{ kN}$$

$$V_c = 0,80 * V_{cr} = 0,80 * 375,4 = 300,30 \text{ kN}$$

$$V_{sr} = A_0 * n * f_{ywd} * d / s$$

Sarılma Bölgesi İçin (4 kollu Φ 10 / 10 cm)

$$V_{sr} = 78,5 * 4 * 365 * 660 * E-3 / 100 = 757,26 \text{ kN}$$

$$V_r = 300,30 + 757,26 = 1057,6 \text{ kN}$$

Orta Bölge İçin (4 kollu Φ 10 / 20 cm)

$$V_{sr} = 78,5 * 4 * 365 * 660 * E-3 / 200 = 378,63 \text{ kN}$$

$$V_r = 300,30 + 378,63 = 678,93 \text{ kN}$$

$$V_r = 0,22 * A_w * f_{cd} = 0,22 * 700 * 700 * (30 / 1,4) * E-3 = 2310 \text{ kN}$$

$$\min V_r = \text{Min} (1057,56 , 678,93 , 2310,00) = 678,93 \text{ kN}$$

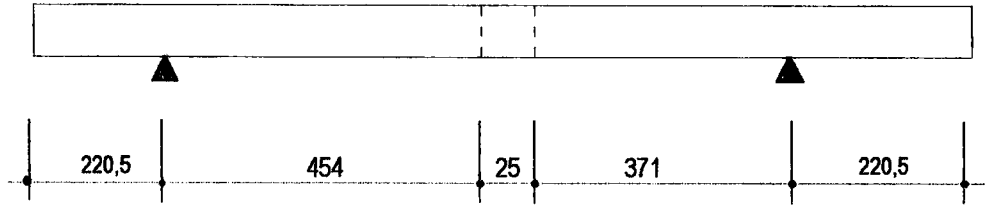
$$V_{dmax} = 267,87 \text{ kN} \quad V_e \simeq 1,4 * 267,87 = 375,0151 \text{ kN}$$

$$\min V_r = 678,93 \text{ kN} > V_e = 375,02 \text{ kN}$$

KESME GÜVENLİĞİ SAĞLANMAKTADIR.

KOLON TAHKİKLERİ

1-) KALDIRMA ESNASINDA KOLON TAHKİKİ



$$G = 0,7 * 0,7 * 2,500 = 1,225 \text{ t/m}$$

Dinamik Katsayı : 1,5

$$M_{\max, \text{a\cikklık}} = 15,86 \text{ tm}$$

$$M_{\max, \text{mesnet}} = -5,84 \text{ tm}$$

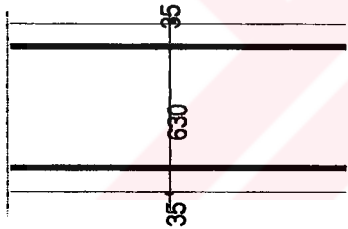
$$M_d = 1,5 * 5,84 * 1,4 = 12,26 \text{ tm} = 122,64 \text{ kNm} \quad b/h/d' \quad 700/700/40$$

$$A_s = 6,93 \text{ cm}^2 < A_{s\text{mev}} = 2 \Phi 26 + 4 \Phi 18 + 2 \Phi 16 \quad (24,8) \text{ YETERLİ}$$

Boşlukta Hesap :

$$M_{\text{boşluk}} = 15,8 \text{ tm} = 157,5 \text{ kNm}$$

$$M_d = 15,8 * 1,5 * 1,4 = 33,075 \text{ tm} = 330,75 \text{ kNm} \quad b/h/d' \quad 700/700/40$$



$$F = M / d = 33,075 / 0,63 = 52,5 \text{ ton}$$

$$A_s = 52500 / 2200 = 23,86 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mev}} = 2 \Phi 26 + 4 \Phi 18 + 2 \Phi 16 \quad (24,80)$$

$$\Phi 26 \quad F = 5,31 \text{ cm}^2 \quad I = \pi * 1,3^4 / 4 = 2,242 \text{ cm}^4$$

$$\Phi 18 \quad F = 2,54 \text{ cm}^2 \quad I = \pi * 0,9^4 / 4 = 0,515 \text{ cm}^4$$

$$\Phi 16 \quad F = 2,01 \text{ cm}^2 \quad I = \pi * 0,8^4 / 4 = 0,322 \text{ cm}^4$$

$$i_{26} = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{2,24}{5,31}} = 0,65 \quad \lambda_{26} = 25 / 0,65 = 38 \quad w = 1,2$$

$$i_{18} = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{0,52}{2,54}} = 0,45 \quad \lambda_{18} = 25 / 0,45 = 56 \quad w = 1,3$$

$$i_{16} = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{0,322}{2,01}} = 0,40 \quad \lambda_{16} = 25 / 0,40 = 62,5 \quad w = 1,4$$

$$\begin{aligned}\max P_{26} &= F * \sigma_{em} / w = 5,31 * 2,200 / 1,2 = 10,16 \text{ ton} \\ \max P_{18} &= F * \sigma_{em} / w = 2,54 * 2,200 / 1,3 = 4,23 \text{ ton} \\ \max P_{16} &= F * \sigma_{em} / w = 2,01 * 2,200 / 1,4 = 3,20 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$P_{\text{toplam}} = 2 * 10,16 + 4 * 4,23 + 2 * 3,20 = 43,66 \text{ t} < F = 52,5 \text{ t}$$

olduğundan ilave donatı koymak gerekiyor.

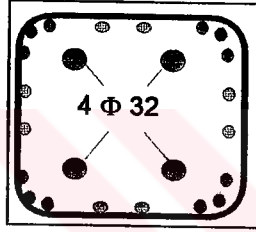
2 Φ 32 donatı ek olarak konulursa :

$$\Phi 32 \quad F = 8,04 \text{ cm}^2 \quad I = \pi * 1,6^4 / 4 = 5,14 \text{ cm}^4$$

$$i_{32} = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{5,14}{8,04}} = 0,80 \quad \lambda_{32} = 25 / 0,80 = 31 \quad w = 1,1$$

$$\max P_{32} = F * \sigma_{em} / w = 8,04 * 2,200 / 1,1 = 10,29 \text{ ton}$$

$$P_{\text{toplam}} = 43,66 + 10,29 = 53,95 \text{ t} > F = 52,5 \text{ t}$$



2-İSLETME ESNASINDA KOLON TAHKİKİ

* Uzak Aşıklar	= 0,015	* 20,0	* 10,0	= 3,00 t
* Çatı Kaplaması	= 0,010	* 20,0	* 10,0	= 2,00 t
* Deprem Kirişi	= 0,625	* 10,0	* 1,0	= 6,25 t
* Çatı Kirişi I120	= 0,665	* 20,0	* 1,0	= 13,30 t
* Kolon (70/70)	= 0,490	* 5,20	* 2,50	= 6,37 t
				<u>N = 30,92 t</u>

$$\text{Asmev} = 2 \Phi 26 + 4 \Phi 18 + 2 \Phi 16 \quad (24,80)$$

$$\Phi 26 \quad F = 5,31 \text{ cm}^2 \quad I = \pi * 1,3^4 / 4 = 2,242 \text{ cm}^4$$

$$\Phi 18 \quad F = 2,54 \text{ cm}^2 \quad I = \pi * 0,9^4 / 4 = 0,515 \text{ cm}^4$$

$$\Phi 16 \quad F = 2,01 \text{ cm}^2 \quad I = \pi * 0,8^4 / 4 = 0,322 \text{ cm}^4$$

$$\Phi 32 \quad F = 8,04 \text{ cm}^2 \quad I = \pi * 1,6^4 / 4 = 5,14 \text{ cm}^4$$

$$i_{26} = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{2,24}{5,31}} = 0,65 \quad \lambda_{24} = 25 / 0,65 = 38 \quad w = 1,2$$

$$i_{18} = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{0,52}{2,54}} = 0,45 \quad \lambda_{18} = 25 / 0,45 = 56 \quad w = 1,3$$

$$i_{16} = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{0,322}{2,01}} = 0,40 \quad \lambda_{16} = 25 / 0,40 = 62,5 \quad w = 1,4$$

$$i_{32} = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{5,14}{8,04}} = 0,80 \quad \lambda_{32} = 25 / 0,80 = 31 \quad w = 1,1$$

$$\max P_{26} = F * \sigma_{em} / w = 5,31 * 2,200 / 1,2 = 10,16 \text{ ton}$$

$$\max P_{18} = F * \sigma_{em} / w = 2,54 * 2,200 / 1,3 = 4,23 \text{ ton}$$

$$\max P_{16} = F * \sigma_{em} / w = 2,01 * 2,200 / 1,4 = 3,20 \text{ ton}$$

$$\max P_{32} = F * \sigma_{em} / w = 8,04 * 2,200 / 1,1 = 16,08 \text{ ton}$$

$$P_{\text{toplam}} = 2 * 10,16 + 4 * 4,23 + 2 * 3,20 + 2 * 16,08 = 75,819 \text{ t}$$

$$P_{\text{toplam}} = 75,82 \text{ t} > N = 30,9 \text{ t} \quad \text{Mevcut donatı yeterli..}$$

KUVVETLİ KOLON ZAYIF KİRİŞ HESABI

7.3.5. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

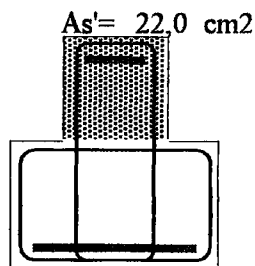
7.3.5.1 - Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır (Şekil 7.4):

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

[A.B.Y.Y.H.Y]

KİRİŞLERİN TAŞIMA GÜCÜ MOMENTLERİNİN HESABI

DK1 KİRİŞİ



$$As = 41,3 \text{ cm}^2$$

$$f_{cd} = 200 \text{ kg/cm}^2 \quad f_{yk} = 4200 \text{ kg/cm}^2 \quad B = 70 \text{ cm}$$

$$b_w = 40 \text{ cm} \quad h = 80 \text{ cm} \quad d' = 76 \text{ cm} \quad h_f = 50 \text{ cm}$$

Altta:

$$As = 41,25 \text{ cm}^2$$

$$M_{r,alt} = 0,90 * d * f_{yd} * As$$

$$= 0,90 * 800 * 4200 * 41,3 = 124,7 \text{ tm}$$

Ustte

$$As = 21,99 \text{ cm}^2$$

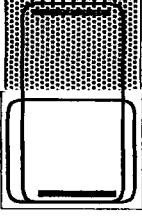
$$Mr_{üst} = 0,90 * d * f_{yd} * A_s = 0,90 * 800 * 4200 * 22,0$$

$$Mr_{üst} = 66,5 \text{ tm}$$

$$\Sigma Mr_{kiriş} = Mr_{alt} + Mr_{üst} = 191,2 \text{ tm}$$

K2 KİRİŞİ

$$A_s' = 17,7 \text{ cm}^2 \quad f_{cd} = 200 \text{ kg/cm}^2 \quad f_{yk} = 4200 \text{ kg/cm}^2 \quad B = 70 \text{ cm}$$



$$bw = 40 \text{ cm} \quad h = 80 \text{ cm} \quad d' = 76 \text{ cm} \quad hf = 50 \text{ cm}$$

Altta:

$$A_s = 12,57 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 12,6 \text{ cm}^2$$

$$Mr_{alt} = 0,90 * d * f_{yd} * A_s$$

$$Mr_{alt} = 0,90 * 770 * 4200 * 12,6 = 36,6 \text{ tm}$$

Üstte

$$A_s = 17,7 \text{ cm}^2$$

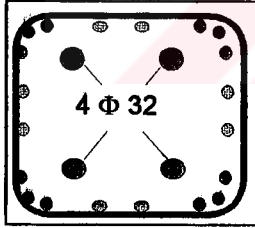
$$Mr_{üst} = 0,90 * d * f_{yd} * A_s = 0,90 * 770 * 4200 * 17,7$$

$$Mr_{üst} = 51,4 \text{ tm}$$

$$\Sigma Mr_{kiriş} = Mr_{alt} + Mr_{üst} = 88,0 \text{ tm}$$

KOLONLARIN TAŞIMA GÜCÜ MOMENTLERİNİN HESABI

S5 KOLONU



$$\text{Bir yüzdeki Donatı : } 2 \Phi 26 + 4 \Phi 18 + 2 \Phi 16 + 2 \Phi 32$$

$$= 40,88 \text{ cm}^2$$

$$N_{üst} = 51,69 \text{ t} \quad b = 700 \text{ mm} \quad h = 700 \text{ mm}$$

$$N_{alt} = 213,78 \text{ t}$$

$$\rho_m = A_s * (f_{yd} / 0,85 * f_{cd}) / b * h$$

$$\rho_m = 40,88 * (3650 / 0,85 * 200) / 70 * 70 = 0,18$$

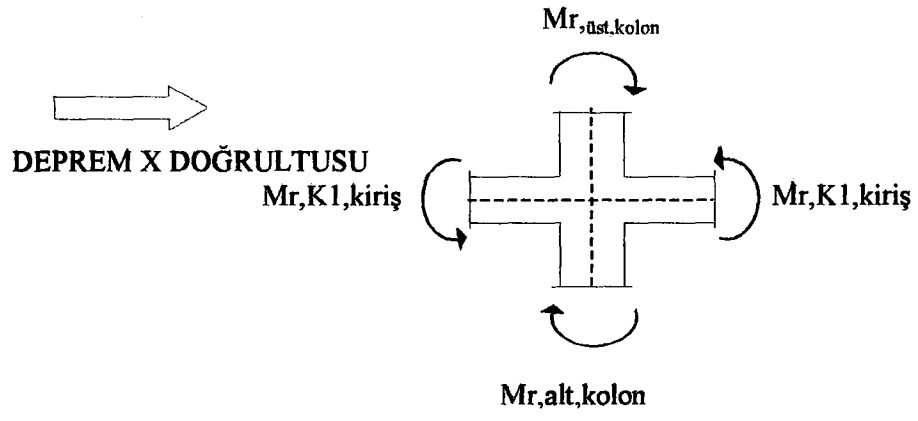
$$\eta_{d,üst} = N_{üst} / 0,85 * f_{cd} * b * h = 51686,4 / 0,85 * 200 * 70 * 70 = 0,06$$

$$\eta_{d,alt} = N_{alt} / 0,85 * f_{cd} * b * h = 213779 / 0,85 * 200 * 70 * 70 = 0,26$$

$$m_{dalt} = 0,17 \quad Mr_{alt} = 0,17 * 0,85 * 200 * 70^3 * 10^{-5} = 99,13 \text{ tm}$$

$$m_{düst} = 0,25 \quad Mr_{üst} = 0,25 * 0,85 * 200 * 70^3 * 10^{-6} = 145,78 \text{ tm}$$

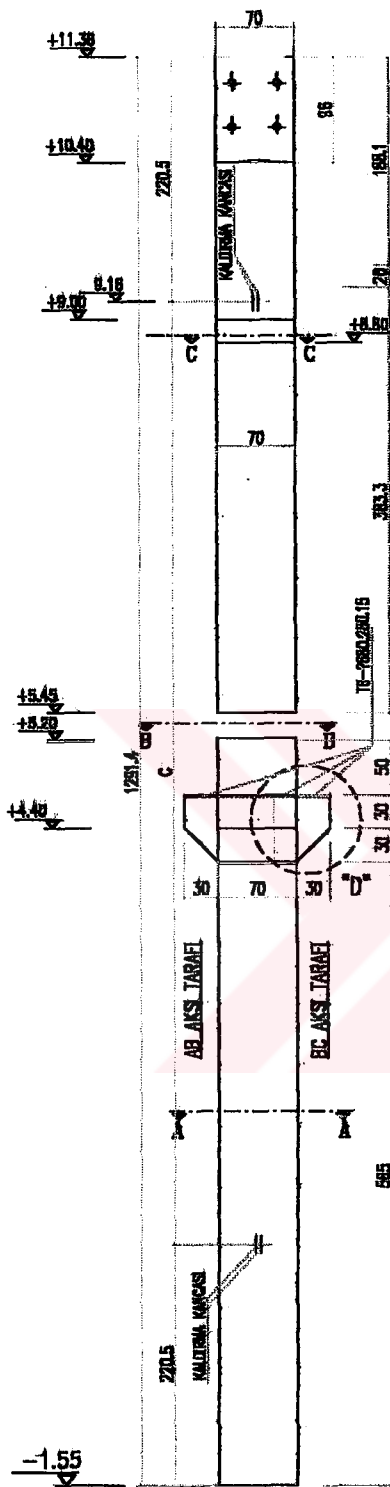
$$\Sigma Mr_{kolon} = Mr_{alt} + Mr_{üst} = 244,9 \text{ tm}$$



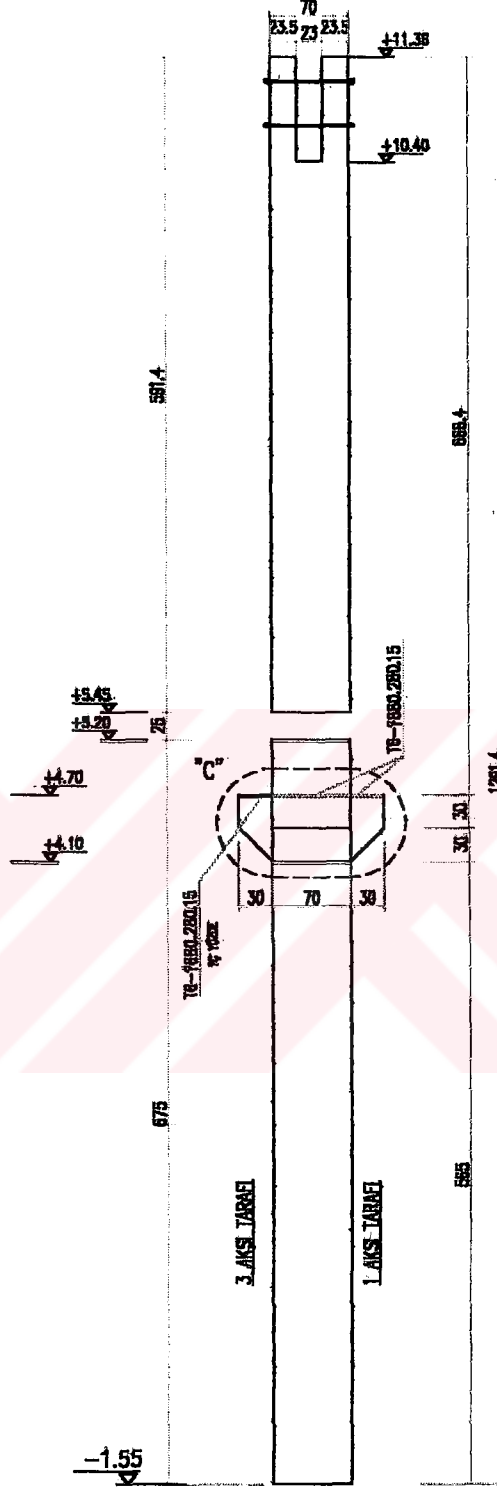
$$\Sigma Mr,kolon / \Sigma Mr,kiriş = 244,9 / 124,7 + 66,5 = 1,28 > 1,2$$



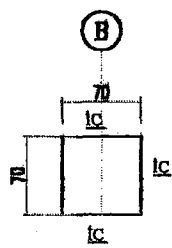
S5 KOLON KALIBI - 2 ADET
YÖN BELİRTEN MARKA YERLEŞİRECEKLERDİR.



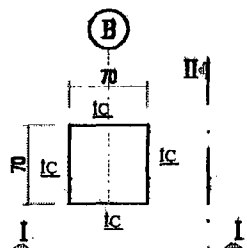
I-I GÖRÜNÜŞÜ



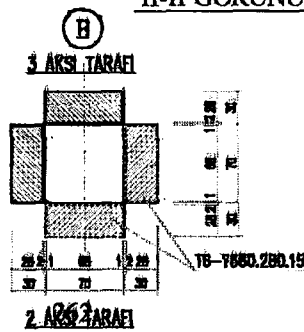
II-II GÖRÜNÜŞÜ



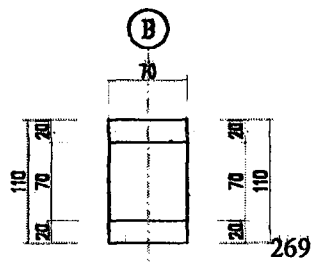
TEPE GÖRÜNÜŞÜ



A-A KESİTİ



B-B KESİTİ



C-C KESİTİ

T1 TEMELİ HESAP ÖZETİ

$\sigma_{z,enn} = 20,0 \text{ t/m}^2$ Malzeme : BS 20 / S420

Temele Etkiyen Kesit Zorları				
Yön	Kesit Zoru	Boyut	1,4G + 1,6Q	G + Q
X	M	tonm	21,50	14,83
	N	ton	91,54	63,02
	V	ton	2,37	1,58
Y	M	tonm	0,00	0,00
	N	ton	91,54	63,02
	V	ton	0,00	0,00

TEMEL TABANI	
LX =	4,00 m
LY =	4,00 m
A =	16,00 m ²
W _I =	10,67 m ³
W _{II} =	10,67 m ³

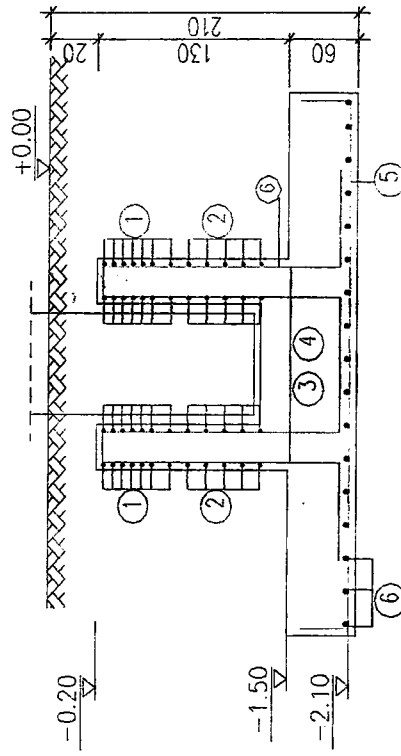
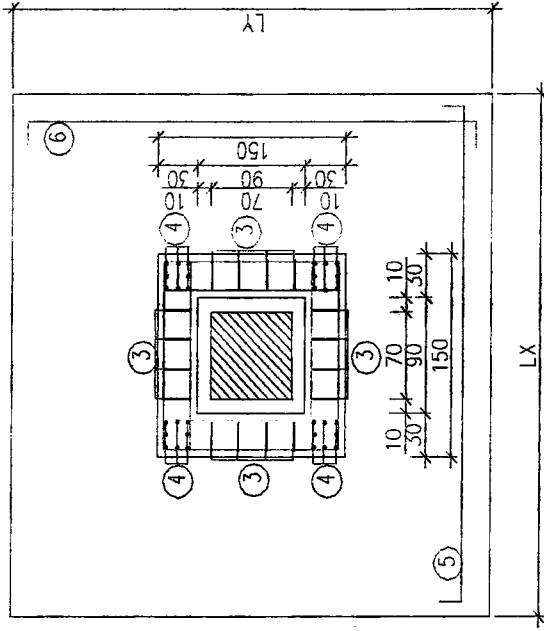
YÜKLEME	YÖN	ZEMİNGERİLMELERİ
G + Q	X	$\sigma_1 = 9,74 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_2 = 6,95 \text{ t/m}^2$
	Y	$\sigma_3 = 8,34 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_4 = 8,34 \text{ t/m}^2$
G + Q + E + M _{II}	X	$\sigma_5 = 21,4 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_6 = 0,00 \text{ t/m}^2$
	Y	$\sigma_7 = 23,76 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_8 = 0,00 \text{ t/m}^2$

TEMEL DONATI HESABI					
Yön	Md	tm	b	d	As
					Seçilen
X	55,9	400	55	44,00	22 Φ 16
Y	62,2	400	54	44,00	22 Φ 16

SOKET DONATI HESABI			
A _{1ya} =	17,76	cm ²	12 Φ 14
A _{2ya} =	19,13	cm ²	12 Φ 14
Asd =	17,27	cm ²	6 Φ 20

KESME KONTROLÜ	
Yön	Vd (ton)
X	65,9
Y	72,6

ZİMBALAMA KONTROLÜ		
Yükleme	Vd (ton)	Vr (ton)
G + Q	81,9	<
G + Q + E + M _{II}		325,5

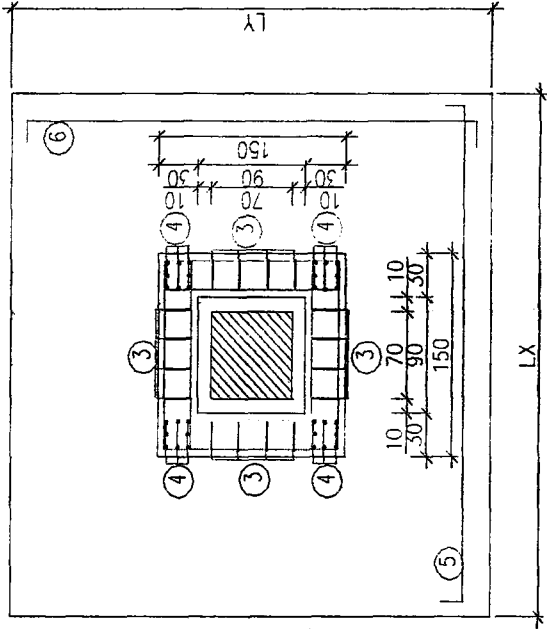


T2 TEMELİ HESAP ÖZETİ

$\sigma_{z_{enn}} = 20,0 \text{ t/m}^2$ Malzeme : BS 20 / S420

Temele Etkiyen Kesit Zorları					
Yön	Kesit Zoru	Boyut	I, 4G + 1,6Q	G + Q	G+Q+E+M _{II}
X	M	tonm	34,88	24,04	85,77
	N	ton	-167,492	114,93	121,34
	V	ton	6,83	4,40	19,21
Y	M	tonm	0,00	0,00	111,6
	N	ton	-167,492	114,93	121,34
	V	ton	0,00	0,00	34,83

TEMEL TABANI	
LX =	4,50 m
LY =	4,50 m
A =	14,44 m ²
W _I =	9,15 m ³
W _{II} =	9,15 m ³



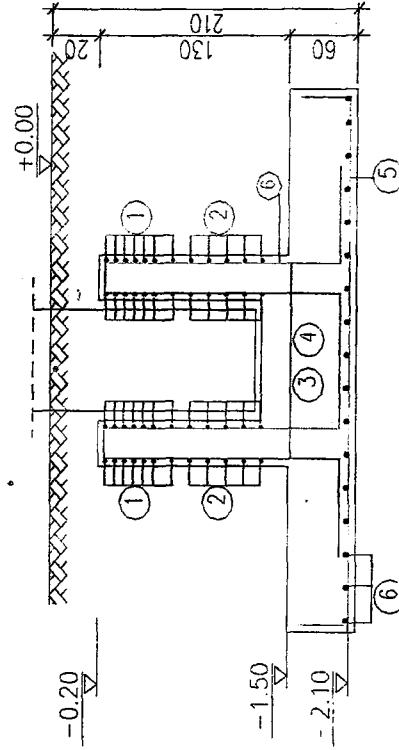
YÜKLEME	YÖN	ZEMİNGERİLMELERİ
Q + G	X	$\sigma_1 = 11,1 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_2 = 8,15 \text{ t/m}^2$
	Y	$\sigma_3 = 9,62 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_4 = 9,62 \text{ t/m}^2$
Q + E + M _{II}	X	$\sigma_5 = 24,95 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_6 = 0,00 \text{ t/m}^2$
	Y	$\sigma_7 = 16,62 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_8 = 2,62 \text{ t/m}^2$

TEMEL DONATI HESABI					
Yön	Md	b	d	As	Poz
	tm	cm	cm	cm ²	
X	55,7	450	55	41,80	21 Ø 16
Y	36,9	450	54	41,80	21 Ø 16

SOKET DONATI HESABI			
A _{1ya} =	18,11	cm ²	12 Ø 14
A _{2ya} =	9,34	cm ²	12 Ø 14
A _{sd} =	16,35	cm ²	5 Ø 20

KESME KONTROLÜ		
Yön	Vd (ton)	Vr (ton)
X	70,5	141,7
Y	50,3	141,7

ZİMBALAMA KONTROLÜ		
Yükleme	Vd (ton)	Vr (ton)
G + Q	137,7	<
G+Q+E+M _{II}		325,5



TS TEMELİ HESAP ÖZETİ

$\sigma_{z,emn} = 20 \text{ t/m}^2$ Malzeme : BS 20 / S420

Temele Etkiyen Kesit Zorları				
Yön	Kesit Zoru	Boyut	1,4G + 1,6Q	G + Q
X	M	tonm	11,57	9,53
	N	ton	311,69	213,78
	V	ton	7,28	3,64
Y	M	tonm	0,00	0,00
	N	ton	311,69	213,78
	V	ton	0,00	0,00

TEMEL TABANI	
LX =	4,50 m
LY =	4,50 m
A =	20,25 m ²
W _I =	15,19 m ³
W _{II} =	15,19 m ³

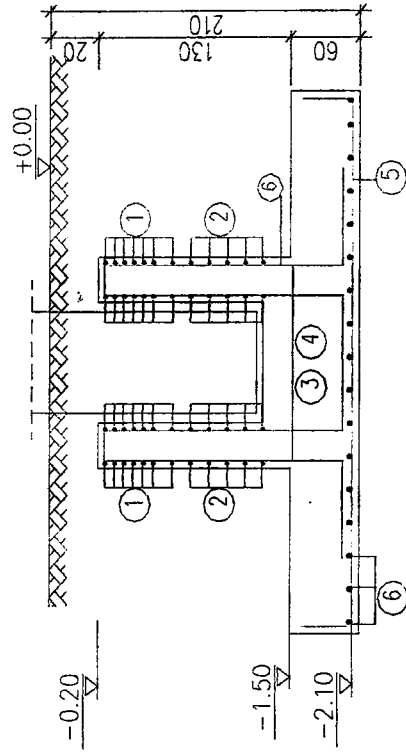
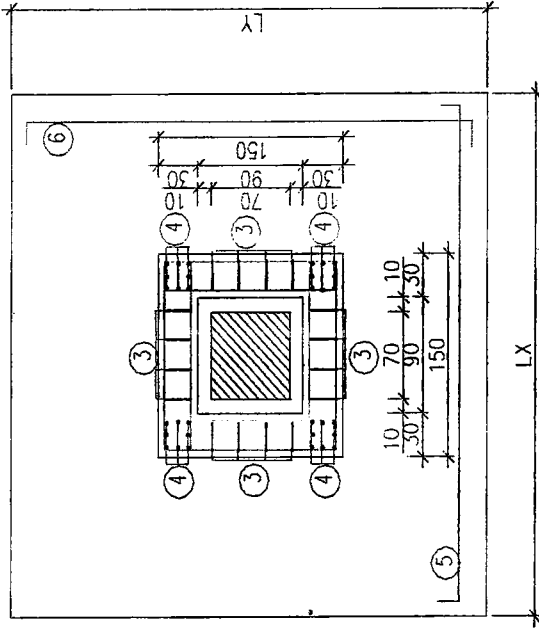
YÜKLEME		YÖN	ZEMİNGERİLMELERİ
G + Q	X	$\sigma_1 =$	15,56 t/m ²
		$\sigma_2 =$	14,31 t/m ²
	Y	$\sigma_3 =$	14,94 t/m ²
		$\sigma_4 =$	14,94 t/m ²
G + Q + E + M _{II}	X	$\sigma_5 =$	24,43 t/m ²
		$\sigma_6 =$	5,45 t/m ²
	Y	$\sigma_7 =$	25,7 t/m ²
		$\sigma_8 =$	4,11 t/m ²

TEMEL DONATI HESABI				
Yön	Md	tm	b	d
X	110,8	450	55	62,50
Y	116,9	450	54	63,13

SOKET DONATI HESABI			
A _{1ya} =	19,43	cm2	11 Φ 16
A _{2ya} =	21,83	cm2	11 Φ 16
Asd =	19,71	cm2	7 Φ 20

KESME KONTROLÜ	
Yön	Vd (ton)
X	116,4
Y	122,4

ZİMBALAMA KONTROLÜ		
Yükleme	Vd (ton)	Vr (ton)
G + Q	285,6	<
G + Q + E + M _{II}		325,5



T10 TEMELİ HESAP ÖZETİ

$\sigma_{z,emm} = 20 \text{ t/m}^2$ Malzeme : BS 20 / S420

Temele Etkiyen Kesit Zorları				
Yön	Kesit Zoru	Boyut	1,4G + 1,6Q	G + Q
X	M	tonm	17,92	20,83
	N	ton	104,49	39,37
	V	ton	3,85	3,34
Y	M	tonm	0,00	0,00
	N	ton	104,49	39,37
	V	ton	0,00	0,00

TEMEL TABANI	
LX	= 3,50 m
LY	= 3,50 m
A	= 12,25 m ²
W _I	= 7,15 m ³
W _{II}	= 7,15 m ³

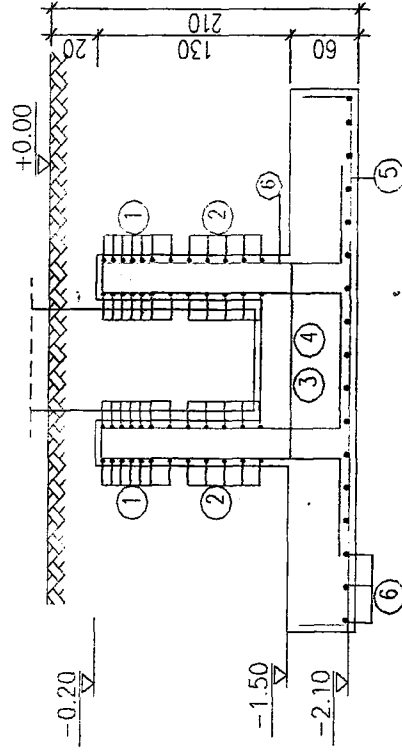
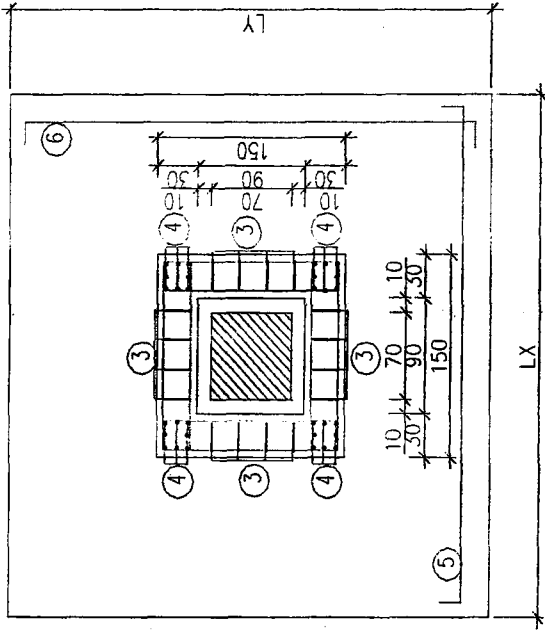
YÜKLEME YÖN ZEMİNGERİLMELERİ		
Q + D	X	$\sigma_1 = 10,58 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_2 = 4,75 \text{ t/m}^2$
	Y	$\sigma_3 = 7,66 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_4 = 7,66 \text{ t/m}^2$
G + Q + E + M _{II}	X	$\sigma_5 = 27,14 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_6 = 0,00 \text{ t/m}^2$
	Y	$\sigma_7 = 20,30 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_8 = 0,00 \text{ t/m}^2$

TEMEL DONATI HESABI					
Yön	Md	tm	b	d	As
X	41,7	350	55	62,50	21 Φ 14
Y	31,3	350	54	63,13	21 Φ 14

SOKET DONATI HESABI			
A _{1ya}	= 15,09	cm2	10 Φ 14
A _{2ya}	= 11,78	cm2	10 Φ 14
Asd	= 13,62	cm2	5 Φ 20

KESME KONTROLÜ		
Yön	Vd (ton)	Vr (ton)
X	54,5	< 130,5
Y	44,1	< 130,5

ZİMBALAMA KONTROLÜ		
Yükleme	Vd (ton)	Vr (ton)
G + Q	90,1	< 325,5
G + Q + E + M _{II}		



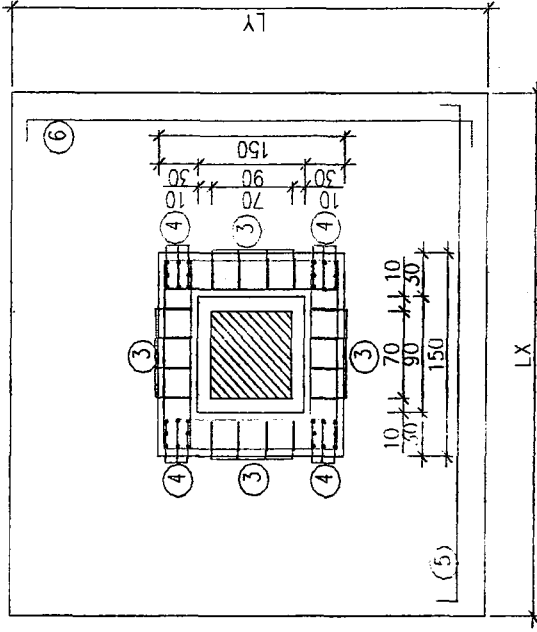
T13 TEMELİ HESAP ÖZETİ

$$\sigma_{z, \text{mm}} = 20,0 \text{ t/m}^2$$

Malzeme : BS 20 / S420

Temele Etkiyen Kesit Zorları					
Yön	Kesit Zoru	Boyut	1,4G + 1,6Q	G + Q	G+Q+E+M _{II}
X	M	tonm	9,28	13,46	83,20
	N	ton	155,9	75,12	76,03
	V	ton	2,72	2,71	16,61
Y	M	tonm	0,00	0,00	52,68
	N	ton	155,9	75,12	76,03
	V	ton	0,00	0,00	5,97

TEMEL TABANI	
LX =	3,80 m
LY =	3,80 m
A =	14,44 m ²
W _I =	9,15 m ³
W _{II} =	9,15 m ³



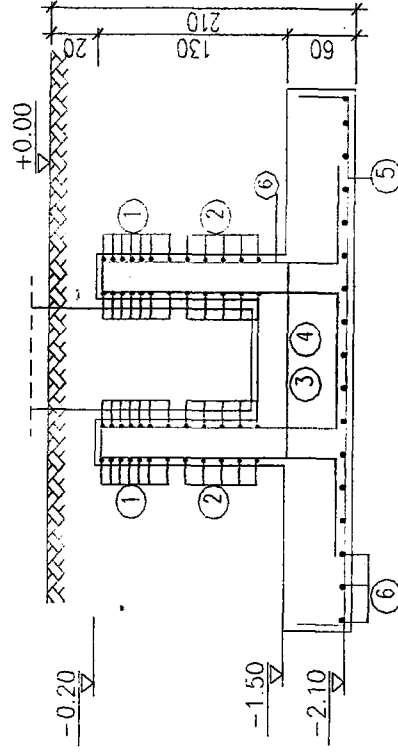
YÜKLEME	YÖN	ZEMİNGERİLMELERİ
G + Q	X	$\sigma_1 = 11,1 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_2 = 8,15 \text{ t/m}^2$
	Y	$\sigma_3 = 9,62 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_4 = 9,62 \text{ t/m}^2$
G + Q + E + M _{II}	X	$\sigma_5 = 24,95 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_6 = 0,00 \text{ t/m}^2$
	Y	$\sigma_7 = 16,62 \text{ t/m}^2$
		$\sigma_8 = 2,62 \text{ t/m}^2$

TEMEL DONATI HESABI					
Yön	Md	b	d	As	Seçilen
	tm	cm	cm	cm ²	Poz
X	55,7	380	55	41,80	21 Φ 16
Y	36,9	380	54	41,80	21 Φ 16

SOKET DONATI HESABI			
A _{1va} =	18,11	cm ²	12 Φ 14
A _{2va} =	9,34	cm ²	12 Φ 14
Asd =	16,35	cm ²	5 Φ 20

KESME KONTROLÜ		
Yön	Vd (ton)	Vr (ton)
X	70,5	141,7
Y	50,3	141,7

ZİMBALAMA KONTROLÜ			
Yükleme	Vd (ton)	Vr (ton)	
G + Q	137,7	<	325,5
G+Q+E+M _{II}			



ÖZGEÇMİŞ

2 Mayıs 1973'te Balıkesir'de doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Balıkesir'de tamamladıktan sonra 1990 yılında Ö.Y.S. sınavı ile İstanbul Teknik Üniversitesi S.M.F.' nin İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazandı. Bir yıl İngilizce Hazırlık Öğrenimi gördükten sonra Mühendislik eğitime devam etmiştir.1995 yılında mühendislik eğitimini tamamladıktan sonra aynı yıl yüksek lisans öğrenimi için İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'ndeki İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne bağlı Yapı Anabilimdalı'nda Yapı Analizi ve Boyutlandırma Programı'na girdi. 1996-1997 yılları arasında Alacalı İnşaat Prefabrikasyon A.Ş.' de Proje ve Teklif Mühendisi olarak çalıştı.1997-2000 Ağustos yılları arasında Pekintaş A.Ş.' de Proje ve Teklif Departmanında, 2000 Ekim-2001 Mart tarihleri arasında da Gök İnşaat ve Ticaret A.Ş.'de İnşaat Mühendisi olarak çalışmıştır.



NESRİN GİYDİRİCİ

Türkali Mh, Nüşetiyiye-Karakol Sk.
No: 14 /9 Beşiktaş 80690 İSTANBUL
Tel: (212) 260-67 89
Cep: (532) 292 23 79
e-mail : nesrinos@superonline.com.tr

EGİTİM

- **İstanbul Teknik Üniversitesi; Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı**
Yapı / Deprem Mühendisliği, Yüksek Lisans
1995 -
Y. Lisans tezi : Prefabrik Yapıların Projelendirilmesi
- **İstanbul Teknik Üniversitesi, Sakarya Mühendislik Fakültesi**
İnşaat Mühendisliği, Lisans
1991 - 1995
• Mezuniyet Ortalaması : 67.65 / 100
Mezuniyet Tezi : Betonarme proje
1990 - 1991 İngilizce Hazırlık / İstanbul
- **Balıkesir Lisesi**
Haziran - 1990
Mezuniyet Ortalaması : 9.44 / 10

İŞ TECRÜBESİ

- **Gök İnşaat ve Ticaret A.Ş.**
Proje Bölümü – İnşaat Mühendisi Ekim 2000 – Nisan 2001
- **Pekintaş İnşaat ve Ticaret A.Ş.**
Teknik Departman – İnşaat Mühendisi Ekim 1997 – Temmuz 2000
- **Alacalı İnşaat Prefabrikasyon A.Ş.**
Proje Mühendisliği ve Teklif Mühendisliği Şubat - Ekim 1997
- **Farsel İnşaat A.Ş.**
Otoyol inşaatı, kazık temel ve istinat duvarı çalışması 1994
Stajer
- **Balıkesir - D.S.İ.**
İkizcetepeler Baraj İnşaatı ve Sulama Kanalı Projesi 1994
Stajer

DİĞER BİLGİLER

BİLGİSAYAR : SAP2000, AutoCad 2000, Windows 98, Ofis 2000, İnternet
YABANCI DİL : İngilizce
SÜRÜCÜ BEL : B Sınıfı - 1995
HOBİLER : Bilgisayarlar, yüzme, yürüyüş, bulmaca çözme

KİŞİSEL

Doğum tarihi ve yeri : 02-05-1973 / Balıkesir
Medeni hali : Evli

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ