

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇELİK BİR YAPININ BOYUTLANDIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Levent KURŞUN**

**Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği**

**Programı : Deprem Mühendisliği**

**Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Barlas Özden ÇAĞLAYAN**

**MAYIS 2009**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇELİK BİR YAPININ BOYUTLANDIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Levent KURŞUN**  
**501051209**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Nisan 2009**  
**Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Mayıs 2009**

**Tez Danışmanı : Yard. Doç. Dr. Barlas Özden**  
**ÇAĞLAYAN (İTÜ)**  
**Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. E. Filiz PİROĞLU (İTÜ)**  
**Yrd. Doç. Dr. Fevzi DANSIK (MSÜ)**

**MAYIS 2009**



*Babama,*



## ÖNSÖZ

İ. T. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Bölümü Deprem Mühendisliği Programı çerçevesinde gerçekleştirilen bu yüksek lisans tez çalışmasında, İskenderun Demir ve Çelik A.Ş (İSDEMİR) içerisindeki ünitelerden olan Çelikhane ve Sürekli Döküm tesislerinin acil su ihtiyacını karşılamak amacı ile bahsi geçen ünitelerin belirli bir zaman süresince su ihtiyacını devamlı olarak sağlayabilmek için gerekli su miktarı ve debisi verileri ışında çelik konstrüksiyondan bir acil su tankının tasarlanması ve detaylı olarak boyutlandırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmayı daha önceki benzer çalışmalardan ayıran; yapıya etkiyen yüklerin bulunması, yük kombinasyonlarının belirlenmesi ve boyutlandırmada kullanılan yöntemlerin seçimi için Eurocode ve DIN' nin tercih edilmiş olmasıdır.

Yüksek lisans tez çalışmam süresince değerli fikir ve tecrübelerinden yararlandığım, sayın hocam Yard. Doç. Dr. Barlas Özden ÇAĞLAYAN'a, tezin yapımı süresince idari konulardaki yardımlarından ötürü bölüm sekreterimiz Sn. Gülçin GÜLEY'e, lisans hayatım boyunca mühendislik hayatıma katkıda bulunan hocalarıma, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme ve çalışmalarım sırasında yoğun iş programına rağmen bana sürekli zaman ayıran Proje Müdürü'm Sn. Muhittin AKTAŞ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Nisan 2009

Levent KURŞUN  
İnşaat Mühendisi



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
SEMBOL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xix
SUMMARY.....	xxiii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Giriş .....	1
1.2 Çalışmada Yapılan Kabuller ve Kullanılan Malzemeler .....	2
<b>2. SİSTEMİN YÜK ANALİZİ.....</b>	<b>11</b>
2.1 Yapıya Etkiyen Düşey Yükler .....	11
2.1.1 Yükleme Durumu 1 (LS1) Yapıyı Oluşturan Elemanların Ağırlıklarına Ait Yük analizi.....	11
2.1.2 Yükleme Durumu 2 (LS2) Su Tankı Ağırlığına Ait Yük Analizi .....	11
2.1.3 Yükleme Durumu 3 (LS3) Tankta Bulunacak Suya Ait Yük Analizi .....	12
2.1.4 Yükleme Durumu 4 (LS4) Platformun Kullanım Amacına Göre Hareketli Yük Analizi.....	12
2.2 Yapıya Etkiyen Yatay Yükler .....	12
2.2.1 Yükleme Durumu 5 (LS5) X Doğrultusundaki Rüzgar Yüğü .....	12
2.2.2 Yükleme Durumu 6 (LS6) Y Doğrultusundaki Rüzgar Yüğü .....	13
2.2.3 Yükleme Durumu 7 (LS7) Düşey Doğrultudaki (Z-Doğrultusu) Deprem Yükleri.....	14
2.2.4 Yükleme Durumu 8 (LS8) X Doğrultusundaki Deprem Yükleri.....	14
2.2.5 Yükleme Durumu 9 (LS9) Y Doğrultusundaki Deprem Yükleri.....	16
2.3 Çelik Elemanların Boyutlandırılmasında Kullanılan Yük Kombinasyonları ...	17
<b>3. YAPININ ELEMANLARININ BOYUTLANDIRILMASI VE BİRLEŞİMLERİN DETAYLANDIRILMASI .....</b>	<b>19</b>
3.1 Birleşim Kuvvetleri .....	20
3.1.1 Kolon Birleşimleri .....	20
3.1.1.1 Eleman Düzlemleri ve Elemanların Markalanması	20
35.000 Platformu:	20
26.750 Platformu:	21
Orta Kısım Düşey Çaprazı:	21
A ve B Aksları:	22
1 Aksı:	22
2 Aksı:	22
İki numaralı eleman (Gövde Güçlendirmeli):	25
Üç numaralı eleman (Gövde Güçlendirmeli):	27
Dört ve yedi numaralı elemanlar (Gövde Güçlendirmeli):	29

3.2 31.550 Platformu.....	38
3.2.1 Genel Yerleşimler .....	38
3.2.2 Elemanların Markalanması.....	39
3.2.3 Hesaplamalar .....	44
3.2.3.1 1 Nolu Eleman	44
3.2.3.2 7 Nolu Eleman:	45
3.2.3.3 9 Nolu Eleman	46
3.2.3.4 22 ve 23 Nolu Elemanlar	47
3.2.3.5 24 ve 25 Nolu Elemanlar	47
3.2.3.6 27 Nolu Eleman	48
3.2.3.7 28 Nolu Eleman	48
3.2.3.8 39 Nolu Eleman	49
3.2.4 31.550 Platformuna Ait Yükler .....	50
3.2.4.1 Ölü Yükler (Yük Sistemi 1)	50
3.2.4.2 Hareketli Yükler (Yük Sistemi 2)	51
3.2.4.3 X Doğrultusundaki Deprem Yükleri (Yük Sistemi 3)	51
3.2.4.4 Y Doğrultusundaki Deprem Yükleri (Yük Sistemi 4)	52
3.2.5 Elemanların Markalanması.....	54
3.2.6 Düğüm Noktalarının Markalanması.....	54
3.2.7 Kesitlerin Markalanması .....	55
3.3 Kolonlar:.....	55
3.3.1 HE1000B/HE1000B Kolonu .....	56
HEB1000-HEB1000 Kesit Bilgileri:	57
3.3.1.1 2,0 ve 10,25 Arası Kolonlara Ait Burkulmalar	61
Sistem Kesit Özellikleri:	61
3.3.2 HE900B/HE900B Kolonu .....	63
HEB900-HEB900 Kesit Bilgileri:	64
3.3.2.1 10,25 ve 18,50 Arası Kolonlara Ait Burkulmalar	68
Sistem Kesit Özellikleri:	68
3.3.3 HE600B/HE600B Kolonu .....	70
HEB600-HEB600 Kesit Bilgileri:	71
3.3.3.1 18,50 ve 26,75 Arası Kolonlara Ait Burkulmalar	75
Sistem Kesit Özellikleri:	75
3.4 Kolon Ankraj ve Taban Plakası Hesabı: .....	77
3.4.1 Ankraj Bulonları .....	83
3.4.2 Taban Plakası.....	83
3.4.3 Kesme Kamaları.....	85
3.4.4 Taban Plakası:.....	86
Taban Plakası ve Buna Oturan Kolonların Kayakları:	87
Taban Plakası Güçlendirmeleri:	88
Taban Plakası Güçlendirmelerine Ait Detaylar:	89
2 No.lu Güçlendirme: Detayı:	90
3 No.lu Güçlendirme: Detayı:	91
3.4.5 Ankraj Plakaları .....	92
<b>4. KAZIK HESAPLARI.....</b>	<b>95</b>
4.1 Kazıklara Gelen Yükler.....	96
4.1.1 Normal Kuvvet .....	96
4.1.2 Kesme Kuvveti .....	99
4.1.3 Moment .....	100
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>105</b>

<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>107</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>109</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>115</b>



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 3.1 : Max/Min Bağlantı Kuvvetleri .....	24
Çizelge 3.2 : HEB900 Profiline Ait Kesit Bilgileri.....	26
Çizelge 3.3 : HEB1000 Profiline Ait Kesit Bilgileri.....	28
Çizelge 3.4 : HEB650 Profiline Ait Kesit Bilgileri.....	30
Çizelge 3.5 : A Birleşimine Etkiyen Yükler .....	34
Çizelge 3.6 : B Birleşimine Etkiyen Yükler .....	35
Çizelge 3.7 : Döşeme Elemanlarına Ait Bağlantı Kuvvetleri.....	43
Çizelge 3.8 : HEB1000-HEB1000 Düğüm Noktası Bilgileri .....	57
Çizelge 3.9 : HEB1000-HEB1000 Malzeme Bilgileri .....	57
Çizelge 3.10 : HEB1000-HEB1000 Eleman Bilgileri.....	57
Çizelge 3.11 : HEB1000-HEB1000 Kesit Bilgileri .....	58
Çizelge 3.12 : HEB1000-HEB1000 Statik Momentleri .....	59
Çizelge 3.13 : HEB1000-HEB1000 Eğilme Momentleri .....	60
Çizelge 3.14 : 2.0 m – 10,25 m Arası HEB1000-HEB1000 Kolon Kesit Kuvvetleri	61
Çizelge 3.15 : HEB900-HEB900 Düğüm Noktası Bilgileri.....	64
Çizelge 3.16 : HEB1000-HEB1000 Malzeme Bilgileri .....	64
Çizelge 3.17 : HEB900-HEB900 Eleman Bilgileri.....	64
Çizelge 3.18 : HEB900-HEB900 Kesit Bilgileri .....	65
Çizelge 3.19 : HEB900-HEB900 Statik Momentleri .....	66
Çizelge 3.20 : HEB900-HEB900 Eğilme Momentleri.....	67
Çizelge 3.21 : 10.25 m – 18,50 m Arası HEB900-HEB900 Kolon Kesit Kuvvetleri	67
Çizelge 3.22 : HEB600-HEB600 Düğüm Noktası Bilgileri.....	71
Çizelge 3.23 : HEB600-HEB600 Malzeme Bilgileri.....	71
Çizelge 3.24 : HEB600-HEB600 Eleman Bilgileri.....	71
Çizelge 3.25 : HEB600-HEB600 Kesit Bilgileri .....	72
Çizelge 3.26 : HEB900-HEB900 Statik Momentleri .....	73
Çizelge 3.27 : HEB600-HEB600 Eğilme Momentleri.....	74
Çizelge 3.28 : 18.50 m – 26,75 m Arası HEB600-HEB600 Kolon Kesit Kuvvetleri	74
Çizelge 3.29 : Mesnet Tepkileri.....	81
Çizelge 4.1 : Üst Yapı Ağırlığı .....	97
Çizelge 4.2 : Kazıkların ACI 318-05'e Göre Tahkiki 1/2 .....	103
Çizelge 4.3 : Kazıkların ACI 318-05'e Göre Tahkiki 2/2 .....	104



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1 : Mevcut Yapıya Ait Bir Görünüş .....	2
Şekil 1.2 : Sistem Planı.....	3
Şekil 1.3 : Sistem Görünüşleri .....	4
Şekil 1.4 : Yapı Modelinin Üç Boyutlu Görüntüsü.....	7
Şekil 2.1 : Rüzgar Yüğü Hesabı İçin Su tankına Ait Yardımcı Resim.....	13
Şekil 2.2 : Su Tankına Etkiyen Deprem Yüğüleri.....	14
Şekil 2.3 : My'e Göre Düşey Yüğüler.....	16
Şekil 3.1 : Kolon Bağlantı Noktaları .....	20
Şekil 3.2 : 35.000 Platformu Elemanlarına Ait Markalama .....	21
Şekil 3.3 : 26.750 Platformuna Ait Markalama .....	21
Şekil 3.4 : Orta Kısım Düşey Çaprazı .....	21
Şekil 3.5 : A ve B Akslarına Göre Elemanların Markalanması .....	22
Şekil 3.6 : 1 Aksına Göre Elemanların Markalanması .....	22
Şekil 3.7 : 2 Aksına Göre Elemanların Markalanması .....	23
Şekil 3.8 : İki Numaralı Elemana Ait Güçlendirme Detayı.....	25
Şekil 3.9 : HEB900 Profiline Ait Kesit .....	25
Şekil 3.10 : 3 Numaralı Elemana Ait Güçlendirme Detayı .....	27
Şekil 3.11 : HEB1000 Profiline Ait Kesit .....	27
Şekil 3.12 : 4 ve 7 Numaralı Elemanlara Ait Güçlendirme Detayı.....	29
Şekil 3.13 : HEB650 Profiline Ait Kesit .....	29
Şekil 3.14 : 26.450 Kotu Eleman Markalaması .....	31
Şekil 3.15 : Orta Kısım Düşey Çaprazı Eleman Markalaması.....	31
Şekil 3.16 : A ve B Akslarına Ait Çaprazların Eleman Markalamaları .....	32
Şekil 3.17 : 1 ve 2 Akslarına Ait Çaprazların Eleman Markalamaları.....	32
Şekil 3.18 : Kolon Birleşimleri .....	33
Şekil 3.19 : Kolon Birleşimlerinin Üç Boyutlu Gösterimi .....	33
Şekil 3.20 : A Birleşim Detayı.....	34
Şekil 3.21 : B Birleşim Detayı .....	35
Şekil 3.22 : Kolonlardaki Rijitleştiriciler.....	36
Şekil 3.23 : A, B, C Birleşimlerindeki Rijitleştirilmiş Kısımlara Ait Kesitler .....	37
Şekil 3.24 : 31.550 Platformu Genel Yerleşimi .....	38
Şekil 3.25 : 31.550 Kotu Eleman Markalaması .....	39
Şekil 3.26 : 31.550 Kotu Eleman Markalaması .....	40
Şekil 3.27 : 31.550 Kotu Eleman Markalaması .....	40
Şekil 3.28 : Orta Kısım Düşey Çaprazı Teşkilî ve Elemanlarına Ait Markalama .....	41
Şekil 3.29 : 9.985 Kotuna Ait Genel Yerleşim .....	41
Şekil 3.30 : 18.235 Kotuna Ait Genel Yerleşim .....	42
Şekil 3.31 : 26.485 Kotuna Ait Genel Yerleşim .....	42
Şekil 3.32 : 1 Nolu Döşeme Elemanı .....	44
Şekil 3.33 : 7 Nolu Döşeme Elemanı .....	45

Şekil 3.34 : 9 Nolu Döşeme Elemanı .....	46
Şekil 3.35 : 22 ve 23 Nolu Döşeme Elemanları.....	47
Şekil 3.36 : 24 ve 25 Nolu Döşeme Elemanları.....	47
Şekil 3.37 : 27 Nolu Döşeme Elemanı .....	48
Şekil 3.38 : 28 Nolu Döşeme Elemanı .....	48
Şekil 3.39 : 39 Nolu Döşeme Elemanı .....	49
Şekil 3.40 : 40 ve 41 Nolu Döşeme Elemanları.....	49
Şekil 3.41 : 31.550 Platformu Yük Sistemi 1 .....	50
Şekil 3.42 : 31.550 Platformu Yük Sistemi 2 .....	51
Şekil 3.43 : 31.550 Platformu Yük Sistemi 3 .....	52
Şekil 3.44 : 31.550 Platformu Yük Sistemi 4 .....	53
Şekil 3.45 : 31.550 Platformu Eleman Markalaması .....	54
Şekil 3.46 : 31.550 Platformu Düğüm Noktaları Markalaması .....	54
Şekil 3.47 : 31.550 Platformu Kesitlerine Ait Markalama.....	55
Şekil 3.48 : HE1000B/HE1000B Kolonu .....	56
Şekil 3.49 : HE900B/HE900B Kolonu .....	63
Şekil 3.50 : HE600B/HE600B Kolonu .....	70
Şekil 3.51 : Taban Plakası Modeli 1 Nolu Görünüm.....	78
Şekil 3.52 : Taban Plakası Modeli 2 Nolu Görünüm.....	79
Şekil 3.53 : Yapının Genel Görünüşü .....	79
Şekil 3.54 : 2.000 Kotu Yerleşimi .....	80
Şekil 3.55 : Ankraj Civataları.....	82
Şekil 3.56 : Taban Plakası .....	83
Şekil 3.57 : Kesme Kamaları.....	85
Şekil 3.58 : Taban Plakası Detayları.....	86
Şekil 3.59 : Taban Plakası Kolon Birleşimleri .....	87
Şekil 3.60 : Taban Plakası Güçlendirmeleri .....	88
Şekil 3.61 : 1 Nolu Taban Plakası Güçlendirmesi Detayı.....	89
Şekil 3.62 : 2 Nolu Taban Plakası Güçlendirmesi Detayı.....	90
Şekil 3.63 : 3 Nolu Taban Plakası Güçlendirmesi Detayı.....	91
Şekil 3.64 : Ankraj Plakaları.....	92
Şekil 3.65 : Ankraj Plakalarına Gelen Yükler1 .....	92
Şekil 3.66 : Ankraj Plakalarına Gelen Yükler2 .....	93

Şekil 4.1 : Kazık Grupları ve Temel Yerleşimi .....	95
Şekil 4.2 : Betonarma Kazık Bilgisayar Modeli .....	102

## SEMBOL LİSTESİ

$A_d$	: A mesnetine gelen yük
$A_o$	: Etkin yer ivmesi
$A_s$	: Donatı kesit alanı
$B_d$	: B mesnetine gelen yük
$D$	: Betonarme kazık çapı
$d_{max}$	: Yapıya ait maksimum deplasman
$E_c$	: Beton elastisite modülü
$e_x, e_y$	: “x” ve “y” doğrultularında ki dış merkezlikler
$f_c'$	: Beton tasarım basınç dayanımı
$F_w$	: Su tankına etkiyen rüzgar yükünün tankın bastığı kolonlara dağıtılmış hali
$f_y$	: Boyuna donatı tasarım akma dayanımı
$F_z$	: Platforma etkiyen hareketli kuvvet değeri
$G$	: Kalıcı yük
$\gamma_M$	: Çelik için kısmi güvenlik faktörü katsayısı
$h_i$	: i. kata ait yükseklik
$H_N$	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği
$I_{xx}, I_{yy}$	: Kazık grupları için “x” ve “y” doğrultularındaki atalet momentleri
$i$	: Eylemsizlik yarıçapı
$k$	: Yay karsayısı
$L$	: Betonarme kazık boyu
$M_2$	: 2 nolu lokal eksene göre moment değeri
$M_3$	: 3 nolu lokal eksene göre moment değeri
$M_d$	: Döşeme elemanına etkiyen moment
$M_{e,d}$	: Döşeme elemanı kesitinin taşıyabileceği maksimum moment

- $M_{pl, y, d}$  : “y” doğrultusuna göre kesitin plastik moment kapasitesi
- $M_{pl, z, d}$  : “z” doğrultusuna göre kesitin plastik moment kapasitesi
- $M_u$  : Tek bir kazığa gelen moment değeri
- $N$  : Binaya ait toplam kat sayısı
- $N$  : Eksenel kuvvet değeri
- $N_d$  : Döşeme elemanına etkiyen normal kuvvet
- $N_d$  : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet
- $N_{pl, d}$  : Kesitin plastik normal kuvvet kapasitesi
- $P$  : Kanada standartlarına göre yüksekliğe göre değişen rüzgar yükü
- $P_u$  : Tek bir kazığa gelen eksenel yük değeri
- $P_w$  : Su tankına etkiyen rüzgar yükü
- $q_d$  : Döşeme elemanına etkiyen yayılı yük
- $R$  : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
- $S(T)$  : Spektrum katsayısı
- $T_A, T_B$  : Spektrum karakteristik periyodları
- $V_2$  : 2 nolu lokal eksene göre kesme kuvveti değeri
- $V_3$  : 3 nolu lokal eksene göre kesme kuvveti değeri
- $V_t$  : Binaya etkiyen toplam deprem yükü
- $V_u$  : Tek bir kazığa gelen kesme kuvveti değeri
- $V'_{t,z}$  : Yapıya ait toplam taban kesme kuvveti
- $W$  : Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
- $W_{pl, y}$  : “y” Doğrultusuna göre plastik mukavement momenti
- $W_{pl, z}$  : “z” Doğrultusuna göre plastik mukavement momenti
- $W_s$  : Kule içerisindeki toplam su ağırlığı
- $\alpha$  : Kusur faktörü katsayısı

- $\beta_{M, z}$  : Eğilmeli burkulmada eşdeğer moment faktörü
- $\delta_i$  : Herbir deprem doğrultusu için, binanın i'inci katında ki kolon veya perdeler için görelî kat ötelemesi
- $\lambda_{k, y}, \lambda_{k, z}$  : “y” ve “z” doğrultularına göre narinlik katsayıları
- $\Delta F_N$  : Binanın tepesine etkiyen eşdeğer deprem yükü
- $\Delta_i$  : i. kattaki görelî kat ötelemesi



## ÇELİK BİR YAPININ BOYUTLANDIRILMASI

### ÖZET

Sunulan bu çalışmada İskenderun Demir ve Çelik A.Ş (İSDEMİR) içerisindeki ünitelerden olan Çelikhane ve Sürekli döküm tesislerinin acil su ihtiyacını karşılamak amacı ile bahsi geçen ünitelerin belirli bir zaman süresince su ihtiyacını devamlı olarak sağlayabilmek için gerekli su miktarı ve debisi verileri ışığında çelik konstrüksiyondan bir acil su tankının tasarlanması ve Eurocode ve DIN ışığında detaylı olarak boyutlandırılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla önce istenilen hacim doğrultusunda deprem yüklemeleri göz önüne alınmadan İsdemir Emergency Water System yapısının ön tasarımı yapılmış zemin koşullarına bağlı olarak yapının temel sistemi seçilmiştir. Seçilen temelin üzerine çelik yapının oturtulması için betonarme ayaklar tercih edilerek ihtiyaç duyulan debi vasıtasıyla yapı yüksekliği belirlenip yapıya ait ön dizayn tamamlanmıştır.

Yapının çevresindeki tesislerinin acil su ihtiyacı doğrultusunda hesaplanan tank hacmi, temiz açıklıkları ve yüksekliği sabit kabul edilmiş sadece bu tankı taşıması düşünülerek ön boyutlandırmada saptanan taşıyıcı sistem ve elemanlar hesaplar sonucunda gerekli durumlarda değiştirilmiştir. Bu çalışmada çelik yapılar ile ilgili boyutlandırmada önemle üzerinde durulması gereken bazı noktalara da değinilmiş ve boyutlandırılan yapının gerekli imalat ve montaj çizimleri hazırlanmıştır.

Yapı su tankı gövdesi dahil 46 m, su tankı gövdesi hariç (yalnız taşıyıcı sistem) 34,74 m yüksekliğinde, 19 m x 19 m alana oturan bir acil su tankı yapısıdır.

Yapının temelinde  $\varnothing$  650 mm çapında 81 adet 16 m betonarme kazık üzerine oturtulmuş 2 m yüksekliğinde radye temel tercih edilmiştir. Kazıkların grup olarak hesap ve tahkikleri yapıldıktan sonra tek bir kazığa ait hesaplamalar ve betonarme dizayn yapılmıştır.

Boyutlandırılan yapının taşıyıcı sistemi süneklik düzeyi yüksek çelik çaprazlardan oluşan çerçevelerden meydana gelmiştir. Yapıda süneklik düzeyi yüksek düşey çelik çaprazlar kullanılmış, kullanılan bu çaprazlar her iki döşeme arasında teşkil edilmiştir. Döşemeler burkulma boylarını azaltmak, sisteme giren, çıkan ekipman ve borulara platform oluşturmak ve bakım onarım amaçlı platformlar olarak kullanılmak amacıyla çelik elemanlarla ızgara sistem olarak teşkil edilmişlerdir.

Yapıda üst yapı çeliği olarak S235JRG2 (EN) (RSt37-2) (DIN17100), S235JO (EN) (St37-3U) (DIN17100), S235J2G3 (EN) (St37-3N) (DIN17100) kullanılmış, çelik birleşimlerinde 4.6 - 10.9 kalitesinde civatalar tercih edilmiştir. Betonarme elemanlarda C35/45 (B35) betonu ve S420 donatı çeliği kullanılmıştır. Betonarme temel çelik kolon birleşimlerinde taban plakaları: S355K2G3 (EN) kalitesinde, ankraj Civataları; 5.6 veya S355JO (EN) (St52-3U) (DIN17100) kalitesinde çeliklerden seçilmiştir.

Bilgisayar modelinin hazırlanmasında SAP2000 programı kullanılmıştır. Kolon ve kirişler çubuk elemanlarla, döşemeler ise düşey yük taşımadığı için ve asıl görevleri kolonlardaki burkulma boylarını azaltmak ve düşey elemanların stabilitesini sağlamak olduğu için çubuk elemanlardan teşkil edilmişlerdir. Ayrıca döşemeler modellenirken herhangi bir hareket kısıtlaması tanımlanmamış ve ızgara sistem olarak teşkil edilmişler bunun yanında bazı çubuk elemanlara mafsallar atanmıştır.

Taban plakalarının, ankraj bulonlarının boyutlandırılması ve hesaplanması için SAP2000’ de ayrı bir model kurulmuş ve analiz sonuçlarına göre taban plakası ve ankraj civataları boyutlandırılmıştır.

Betonarme kazıkların hesabında da ayrı bir model SAP2000 de kurulmuş ve zemin yaylarla modellenerek gerçeğe yakın bir çözüm elde edilmeye çalışılmıştır.

Yapı ile ilgili imalat çizimler Autocad 2007 programıyla yapılmıştır. Bu çizimler aşağıdaki sıra ile verilmiştir.

- Temel planı ve detayı
- Dispozisyon planı
- İmalat detayları.





## **DESING OF A STEEL STRUCTURE**

### **SUMMARY**

In this study a steel construction emergency water tank system, placed at Iskenderun Steel and Iron Works Company (ISDEMIR) site, is analysed, desinged and detailed with respect to Eurocode and DIN (Deutches Institut für Norme) . The main purpose of this system is to supply water if sufficient flow case occured for Converter and Slab Casting Plant systems for a limited time.

First of all preliminary design of Isdemir Emergency Water System is done for sufficient water volume without considering earthquake loading and foundation of the structure is chosed with respect to the soil conditions. Reinforced concrete colums are prefered in order to place the steel structure and preliminary design is finised by determining the height of water tower considering the needed flow rate.

Tank volume which is calculated with respect to the emergency water that is needed for Converter and Slab Casting Plant Systems, clear spans and height of the tower kept as far as possible, if necessary only changes are made in bearing system and its components determined preliminary diemensioning. In this study important points for dimensioning of a steel stucture is mentioned and necessary drawings of desinged steel structure are prepared called shop drawings and erection drawings.

The structure height is 46 m with water tank, without water tank (only bearing system) is 34,74 m and its whole sitting are is 19 m x 19 m.

The height of raft foundation of the structure is 2 m and it is placed on 81 reinforced concrete piles, diameter and lenght of the piles are  $\varnothing$  650 mm, 16 m respectively. First of all group of piles are calculated and according to this calculations, checks and reinforcement bar placing of a single pile are made.

The steel structure consist of concentrical bracing system in order to achieve high ductility level and this bracing systems are placed between two slabs. Subfloors are constructed with steel members in form of grillages which are both used to reduce bucking lenghts of the columns and to use as maintaince and repair platforms for equipments and pipes.

Steel profiles and plates used in structure are S235JRG2 (EN) (RSt37-2) (DIN17100), S235JO (EN) (St37-3U) (DIN17100), S235J2G3 (EN) (St37-3N) (DIN17100) quality. Connection bolts used in structure are 4.6 - 10.9 quality. In the structure, C35 concrete and S420 steel bars are used. Base plates and anchor bolts are S355K2G3 (EN), 5.6 or S355JO (EN) (St52-3U) (DIN17100) quality respectively.

The SAP2000 structural analysis and design software is used as a computational program to analyze the superstructure. In the computer model, the coloums and the beams are defined as frame elements, subfloors are also defined as frame elements. As the subfloor system is formed as a grillage no constraints are applied to the nodes to form a diaphragme but hinges are assinged for some frame elements.

In order to calculate and dimension base plate and anchor bolts a different model established by using SAP2000 and with respect to the analysis results base plate and anchor bolts are dimensioned.

Reinforced concrete piles are modeled with SAP2000 and in this model soil modeled with springs in order to obtain a realistic calculation.

The Autocad drafting software is used to draw related drawings. These drawings are given below respectively.

- Foundation plan and details,
- Disposition plan,
- Shop drawing details.

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Giriş

Sunulan bu çalışmada İskenderun Demir ve Çelik A.Ş (İSDEMİR) içerisindeki ünitelerden olan Çelikhane ve Sürekli döküm tesislerinin acil su ihtiyacını karşılamak amacı ile bahsi geçen ünitelerin belirli bir zaman süresince su ihtiyacını devamlı olarak sağlayabilmek için gerekli su miktarı ve debisi verileri ışında çelik konstrüksiyondan bir acil su tankının tasarlanması ve detaylı olarak boyutlandırılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla önce istenilen hacim doğrultusunda deprem yüklemeleri göz önüne alınmadan İsdemir Emergency Water System yapısının ön tasarımı yapılmış zemin koşullarına bağlı olarak yapının temel sistemi seçilmiştir. Seçilen temelin üzerine çelik yapının oturtulması için betonarme ayaklar tercih edilerek ihtiyaç duyulan debi vasıtasıyla yapı yüksekliği belirlenip yapıya ait ön dizayn tamamlanmıştır. Saha ve imalat tecrübelerimden yararlanarak acil su tankını belirli bir yükseklikte taşıyacak olan çeliğin ön boyutlandırması tamamlanmıştır.



**Şekil 1.1 :** Mevcut Yapıya Ait Bir Görünüş

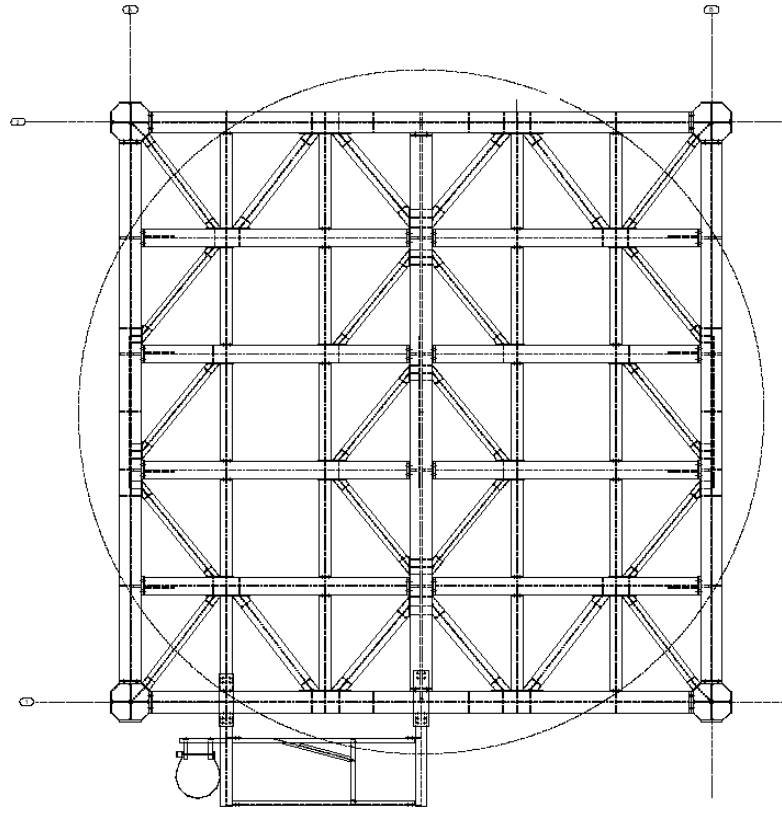
Mevcut yapı Şekil1.1’de görülmektedir. Yapının çevresindeki tesislerinin acil su ihtiyacı doğrultusunda hesaplanan tank hacmi, temiz açıklıkları ve yüksekliği sabit kabul edilmiş sadece bu tankı taşınması düşünülerek ön boyutlandırmada saptanan taşıyıcı sistem ve elemanlar hesaplar sonucunda gerekli durumlarda değiştirilmiştir. Bu çalışmada çelik yapılar ile ilgili boyutlandırmada önemle üzerinde durulması gereken bazı noktalara da değinilmiş ve boyutlanan yapının gerekli imalat çizimleri ekte verilmiştir.

## **1.2 Çalışmada Yapılan Kabuller ve Kullanılan Malzemeler**

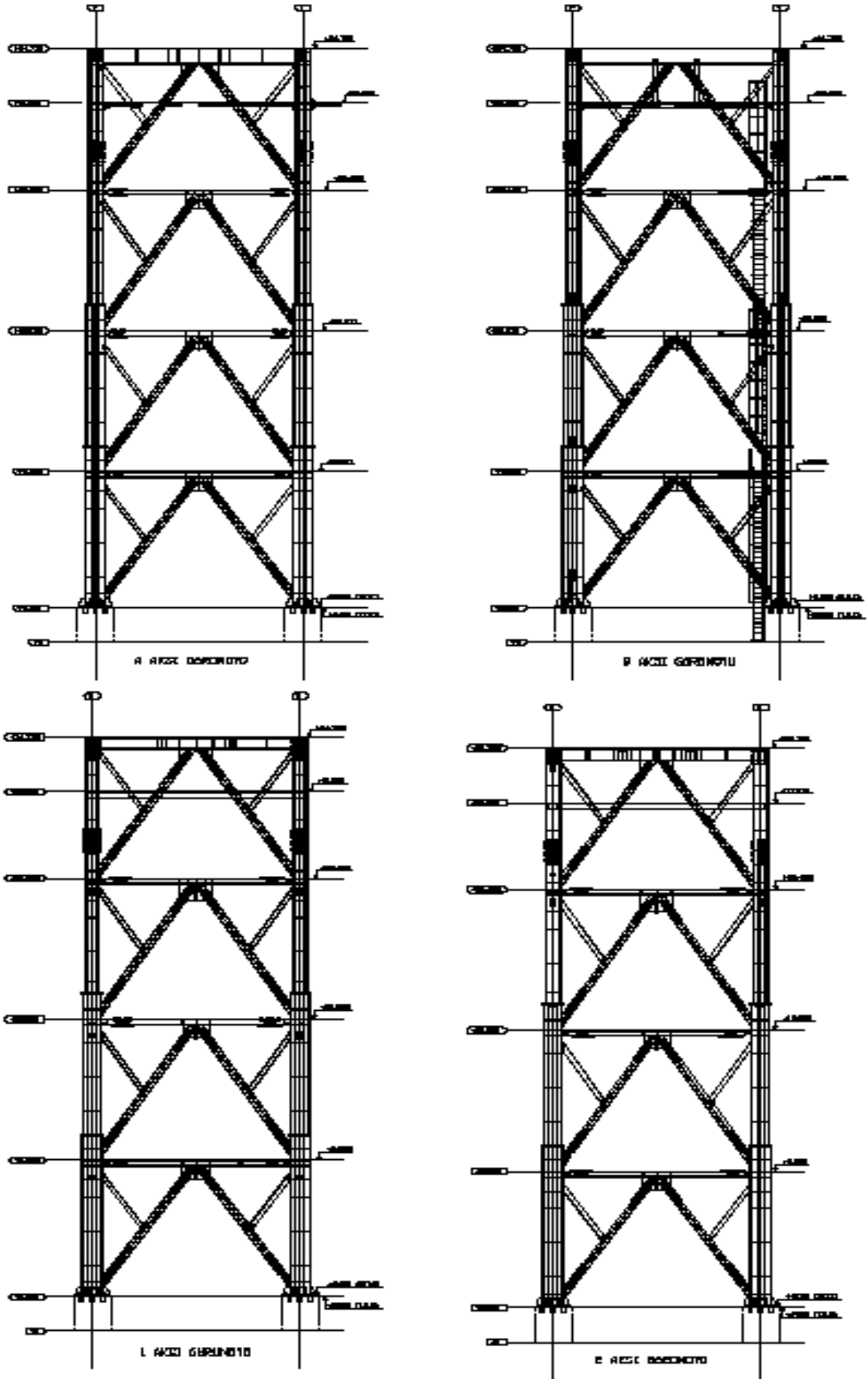
Yapı su tankı gövdesi dahil 46 m, su tankı gövdesi hariç (yalnız taşıyıcı sistem) 34,74 m yüksekliğinde, 19 m x 19 m alana oturan bir acil su tankı yapısıdır.

Yapını temelinde  $\varnothing$  650 mm çapında 81 adet 16 m betonarme kazık üzerine oturtulmuş 2 m yüksekliğinde radye temel tercih edilmiştir. Boyutlandırılan yapının taşıyıcı sistemi süneklik düzeyi yüksek çelik çaprazlardan oluşan çerçevelerden meydana gelmiştir.

Plan Şekil 1.2 ve kesitlerde Şekil 1.3’de görüldüğü gibi çaprazlar her iki döşeme arasında teşkil edilmiş ve döşemeler burkulma boylarını azaltmak, sisteme giren ve çıkan ekipman ve borulara platform oluşturmak ve bakım onarım amaçlı platformlar olarak kullanılmak amacıyla HEB profillerden üretilmiş çelik ızgara sistem olarak teşkil edilmişlerdir.



**Şekil 1.2 : Sistem Planı**



Şekil 1.3 : Sistem Görünüşleri

Yapı hakkındaki diğer bilgiler aşağıda belirtildiği gibidir;

- Yapı beş ara katlı toplam yapı yüksekliği (Su tankı hariç) 34,74 m'dir.
- Kat yükseklikleri:

Ara kat 7,94 m

Ara kat 8,25 m

Ara kat 8,25 m

Ara kat 5,07 m

Ara kat 3,19 m

- Yapının en yüksek kotu (Su tankı dahil) 46'dir.
- Yapı radyesinin oturma alanı 361 m<sup>2</sup>'dir.
- Çelik kulenin betonarme ayaklar üzerindeki oturma alanı 144 m<sup>2</sup>'dir.
- Ara kat alanları tüm katlar 100 m<sup>2</sup>'dir.
- Yapıda kullanılan malzemeler:

Üst yapı çeliği:

S235JRG2 (EN) (RSt37-2) (DIN17100)

S235JO (EN) (St37-3U) (DIN17100)

S235J2G3 (EN) (St37-3N) (DIN17100)

Çelik birleşimlerinde kullanılan Civatalar: 4.6 - 10.9

Beton kalitesi: C35/45 (B35)

Donatı çeliği: S420

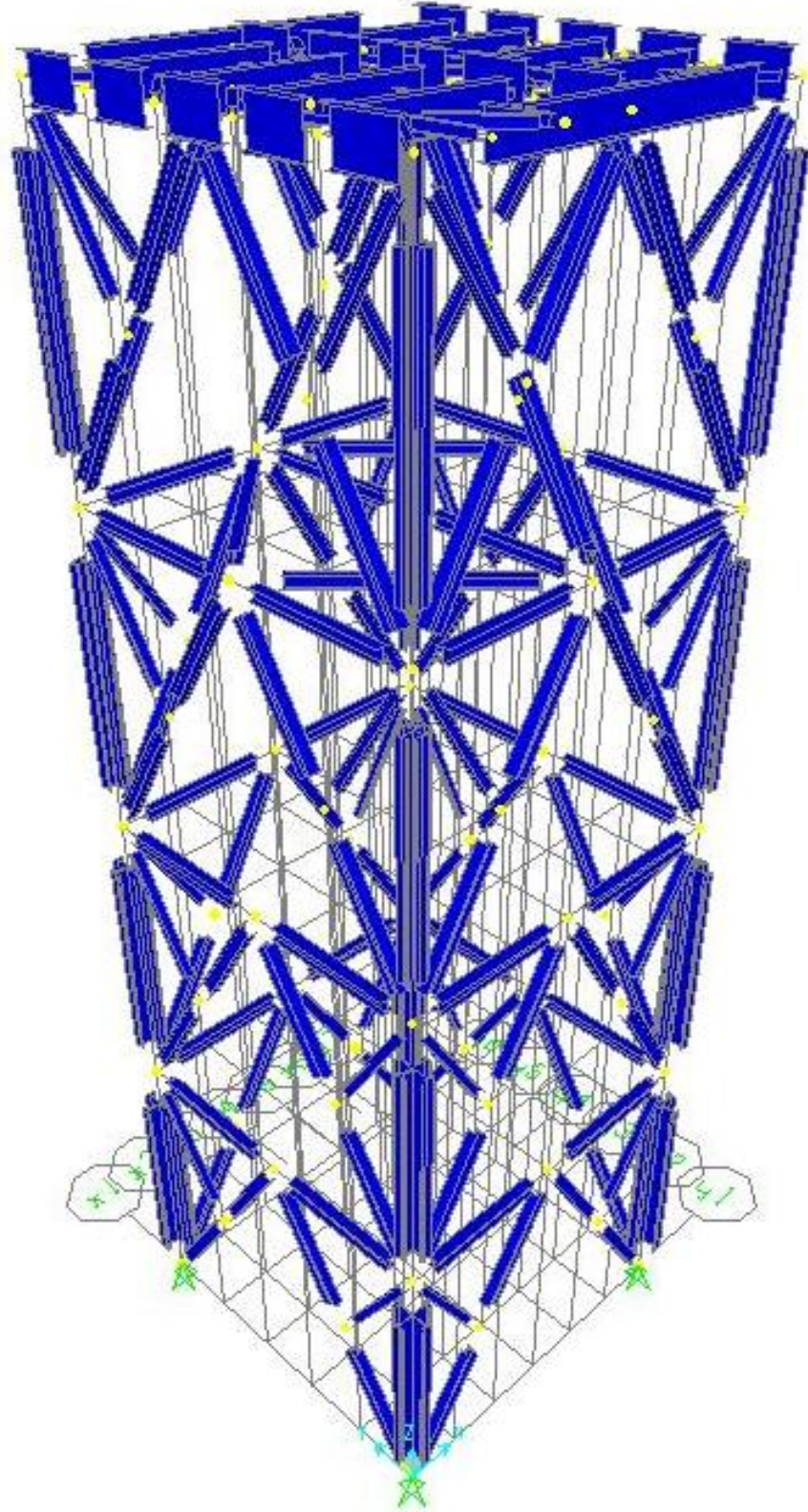
Betonarme temel çelik kolon birleşimlerinde kullanılan ankraj malzemeleri:

Taban plakası: S355K2G3 (EN)

Ankraj Civataları: 5.6 veya S355JO (EN) (St52-3U) (DIN17100)

- Yapı I. Derece Deprem Bölgesinde olup  $A_0=0,4$  alınmıştır.
- Yapı Z4 sınıfı zemin üzerinde yer almaktadır. Zemin karakteristik periyotları  $T_A=0,2$  sn ve  $T_B=0,9$  sn olarak kabul edilmiştir.

- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı  $R=2$  olarak alınmıştır.
- Temel sistemi kazıklar üzerine oturtulmuş 2m yüksekliğinde radye temel olarak seçilmiştir.



Şekil 1.4 : Yapı Modelinin Üç Boyutlu Görüntüsü

Hazırlanan bilgisayar modelinde Şekil 1.4, kolon ve kirişler çubuk elemanlarla, döşemeler ise düşey yük taşımadığı için ve asıl görevleri kolonlardaki burkulma boylarını azaltmak ve düşey elemanların stabilitesini sağlamak olduğu için çubuk elemanlarla ızgara sistem olarak teşkil edilmişlerdir. Ayrıca döşemeler modellenirken herhangi bir hareket kısıtlaması tanımlanmamıştır. Düşey yüklerin ilgili elemanlara aktarımı SAP2000 tarafından otomatik olarak yapılmıştır.

İkinci bölümde yapıya etkiyen yükler tanımlanmıştır. Yüklerin belirlenmesinde hangi yönetmeliklerden yararlanıldığı ve bilgisayar modeline nasıl aktarıldığı açıklanmıştır. Hesaplamalar ve yüklerin belirlenmesinde:

DIN 1055, part 1 Issue 7/78

DIN 1055, part3 Issue 6/71

DIN 1055, part4 Issue 8/86,

DIN 1055, part5 Issue 6/75

DIN 4132 Issue 2/81

DIN 18801 Issue 9/83

DIN EN 10025 Issue 3/94

DIN 18800, part1 Issue 11/90

DIN 18800, part2 Issue 11/90

DIN 18800, part3 Issue 11/90

Standartlarından yararlanılmıştır.

Yapıya ait max deplasman hesaplar kısmında 15 nolu yük grubunu içeren 1 nolu yük kombinasyonunda 109,2 mm olarak bulunmuştur.

Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmeliğin;

2.10.1.2- Herbir deprem doğrultusu için, binanın  $i$ 'inci katında ki kolon veya perdeler için görelî kat ötelemesi  $\delta_i$  denk. (1.1) ile elde edilecektir.

$$\delta_i = R \Delta_i \quad (1.1)$$

2.10.1.3- Herbir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir  $i$ 'inci katındaki kolon veya perdelerde, denk. (1.1) ile hesaplanan  $\delta_i$  etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri  $(\delta_i)_{\max}$ , denk. (1,2) de verilen koşulu sağlayacaktır.

$$\frac{(\delta_i)_{max}}{h_i} \leq 0,02 \quad (1.2)$$

$$\max d = 109,2 \text{ mm}$$

$$\frac{109,2}{33000} = \frac{1}{302} < 0,02 \checkmark$$



## 2. SİSTEMİN YÜK ANALİZİ

### 2.1 Yapıya Etkiyen Düşey Yükler

#### 2.1.1 Yükleme Durumu 1 (LS1) Yapıyı Oluşturan Elemanların Ağırlıklarına Ait Yük analizi

Ölü yükler yapının ağırlığı ve su tankının ağırlığı olarak olarak load system 1 ve load system 2 olarak hesap edilmiştir. Hesaplama bu yükler yapı içerisindeki tüm elemanların ağırlıklarının oluşturduğu statik kuvvetler olarak tanımlanmıştır. Döşemeler, kirişler, kolonlar, tüm çaprazlar, aşıklar, döşeme ve tavan kaplaması ve mekanik dağıtım sistemlerinin ağırlıklarıdır. Tanımlanan taşıyıcı elemanların tamamı load system1 adı altında öz ağırlıkları SAP2000 programı tarafından yapı çözümlenirken otomatik olarak alınmıştır. Load system 2'ye ait hesaplamalar aşağıda gösterilmiştir.

#### 2.1.2 Yükleme Durumu 2 (LS2) Su Tankı Ağırlığına Ait Yük Analizi

Su tankının çelik yapısı içerisinde halka şeklinde iki adet daire şeklinde bir adet rezervuar bulunacak şekilde dizayn edilmiştir dolayısıyla bir adet çelik iç duvar, bir adet çelik orta duvar ve bir adet çelik dış duvardan oluşmaktadır. Yapı bu şekilde tasarlanarak ayrıca bir çalkalanma etkisinde ortaya çıkacak yüklemeler ortadan kaldırılmış olmaktadır.

$$\text{Taban Plakası}, 2,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Taban Kirişleri}, 1,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Çatı}, 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum 4,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Alan} = 5,8 \times \pi = 105,7 \text{ m}^2$$

$$G_1 = 105,7 \text{ m}^2 \times 4,5 \text{ kN/m} = 476 \text{ kN}$$

$$\text{İç duvar A} = 6,5 \times \pi \times 10,3 = 210,3 \text{ m}^2$$

$$G_2 = 210,3 \times 15 \times 7,85 / 100 = 248 \text{ kN}$$

$$\text{Orta duvar } A = 9,6 \times \pi \times 10,5 = 316,7 \text{ m}^2$$

$$G_3 = 316,7 \times 15 \times 7,85 / 100 = 373 \text{ kN}$$

$$\text{Dış duvar } A = 11,6 \times \pi \times 11,5 = 419 \text{ m}^2$$

$$G_4 = 419 \times 15 \times 7,85 / 100 = 494 \text{ kN}$$

$$\Sigma G = 476 + 248 + 373 + 494 = 1591 \text{ kN} \approx 1600 \text{ kN}$$

$$g = \frac{1600 \text{ kN}}{10 \times 10 \text{ m}^2} = 16,0 \text{ kN/m}^2$$

### 2.1.3 Yükleme Durumu 3 (LS3) Tankta Bulunacak Suya Ait Yük Analizi

Su kulesi üzerine konulacak olan su tankı çevresindeki sistemlerin acil gereksinimi olan su miktarına göre 1060 m<sup>3</sup> olarak tasarlanmıştır. Buna bağlı olarak su tankı içerisindeki su ağırlığı:

$$W_s = 1060 \text{ m}^3 \times 10 \text{ kN/m}^3 = 10,600 \text{ kN}$$

$$P = \frac{10,600}{100 \text{ m}^2} = 106 \text{ kN/m}^2$$

### 2.1.4 Yükleme Durumu 4 (LS4) Platformun Kullanım Amacına Göre Hareketli Yük Analizi

$$F_z = 5 \times 5 \times 2,5 \text{ kN/m}^2 = 63 \text{ kN}$$

## 2.2 Yapıya Etkiyen Yatay Yükler

### 2.2.1 Yükleme Durumu 5 (LS5) X Doğrultusundaki Rüzgar Yükü

$$0 \text{ m'den } 8 \text{ m'ye kadar } p = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

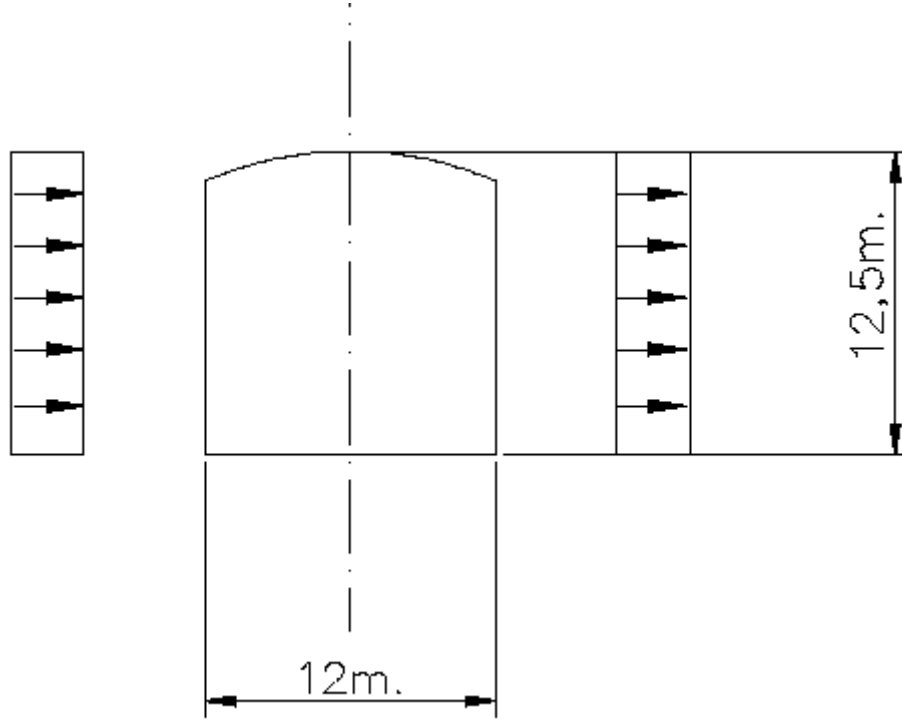
$$8 \text{ m'den } 20 \text{ m'ye kadar } p = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$20 \text{ m'den } 100 \text{ m'ye kadar } p = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

Load System 5 ve Load System 6 da kullanılan yüksekliklere göre rüzgar yükleri ve 1,375 darbe katsayısı Canada standartlarına göre alınmıştır.

Yapı her iki yönde de simetrik olduğundan Load System 5 de hesaplamalar gösterilmemiş, Load System 6 da yapılan yapılan hesaplamalar her ki doğrultu içinde kullanılmıştır.

### 2.2.2 Yükleme Durumu 6 (LS6) Y Doğrultusundaki Rüzgar Yüğü



**Şekil 2.1** : Rüzgar Yüğü Hesabı İçin Su tankına Ait Yardımcı Resim

Şekil 2.1'de ki şematik çizimden hesaplamalarda yararlanılmıştır.

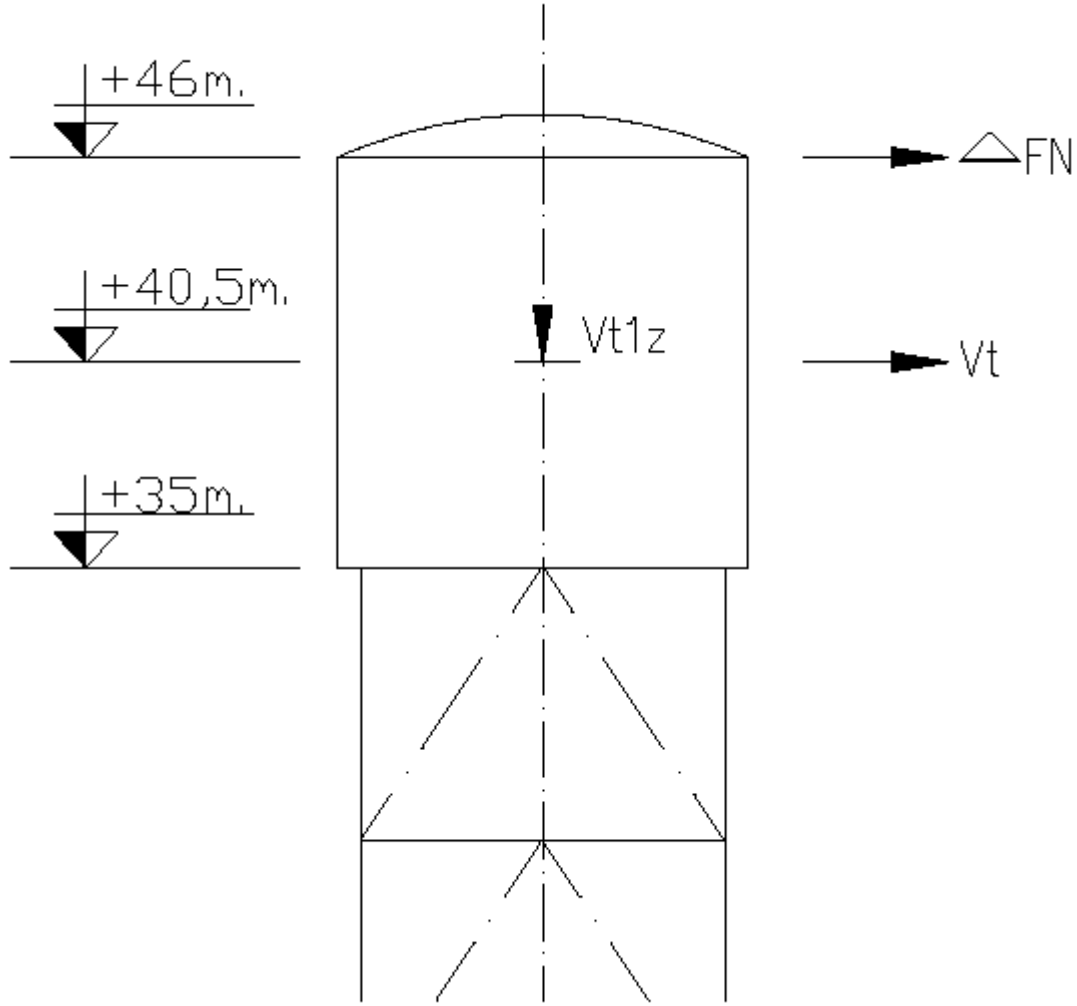
Su tankı için:

$$P = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$P_w = 1,375 \times 1,1 \times 12 \times 12,5 = 227 \text{ kN}$$

$$F_w = \frac{227}{4} = 57 \text{ kN}$$

### 2.2.3 Yükleme Durumu 7 (LS7) Düşey Doğrultudaki (Z-Doğrultusu) Deprem Yükleri



Şekil 2.2 : Su Tankına Etkiyen Deprem Yükleri

Şekil 2.2’de ki şematik çizimden hesaplamalarda yararlanılmıştır.

Su Tankı:

$$V'_{t1z} = 6100 + 385 = 6485 \text{ kN}$$

$$P_v = \frac{6485 \text{ kN}}{100 \text{ m}^2} = 64,85 \text{ kN/m}^2$$

Çelik Yapı:

$$q_z = w \times 0,5$$

### 2.2.4 Yükleme Durumu 8 (LS8) X Doğrultusundaki Deprem Yükleri

$$R = 2$$

$$V_t = \frac{A_o \times S(T) \times I \times W}{R} \quad (2.1)$$

$$V_t = \frac{0,4 \times 2,5 \times 1 \times W}{2}$$

$$V_t = 0,5 \times W$$

Kule sekiz katlı bir yapı gibi düşünülürse,

$$H_N > 25 \text{ m} \rightarrow \Delta F_N = 0,0075 \times N \times V_t \quad (2.2)$$

$\Delta F_N = 0,063 \times V_t$  Olarak hesaplanır.

$$V_t' = V_t + 0,063 \times V_t \quad (2.3)$$

Su tankına ait ölü yükler;

Ölü Yük 1600 kN

Su Dolgusu, 10.600 kN

$$W = 12200 \text{ kN}$$

$$V_t = 0,5 \times 12200 = 6100 \text{ kN}$$

$$\Delta F_N = 0,063 \times 6100 = 385 \text{ kN}$$

Su Tankı:

$$\Delta F_N = 385 \text{ kN}$$

$$V_t = 6100 \text{ kN}$$

$$\sum H = 6485 \text{ kN}$$

$$M_{y11} = 385 \times 11 = 4235 \text{ kNm}$$

$$M_{y12} = 6100 \times 5,5 = 33550 \text{ kNm}$$

$$\sum M_y = 37785 \text{ kNm}$$

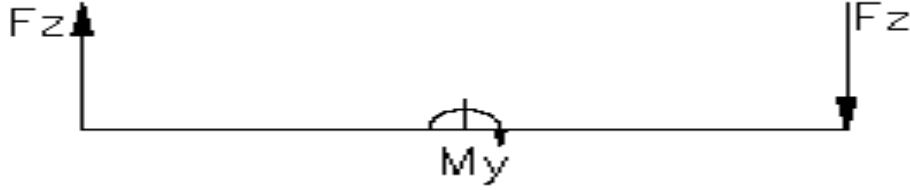
$$q_x = \frac{6485}{100} = 64,85 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$F_{11x} = 64,85 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} = 325 \text{ kN}$$

$$F_{21x} = 64,85 \times 2,0 \times 5,0 = 649 \text{ kN}$$

$M_y$  ' göre Düşey Yükler :

Şekil 2.3'de moment hesabında kullanılan yönler gösterilmiştir.



Şekil 2.3 :  $M_y$ 'e Göre Düşey Yükler

$$F_z \approx \frac{37,785}{9,4} \times \frac{1}{4} = 1005 \text{ kN}$$

Çelik Yapı:

$$q_x = w \times 0,5$$

### 2.2.5 Yükleme Durumu 9 (LS9) Y Doğrultusundaki Deprem Yükleri

$$q_{1y} = 64,85 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \text{ m} \approx 65 \text{ kN/m}$$

$$q_{2y} = 64,85 \times 2,0 \approx 130 \text{ kN/m}$$

$M_y$  ' göre Düşey Yükler :

$$F_{z11} \approx \frac{37,785}{10,0} \times \frac{1}{3} = 1260 \text{ kN}$$

$$F_{z12} \approx 1260 \times 0,75 = 945 \text{ kN}$$

$$F_{z13} \approx 1260 \times 0,25 = 315 \text{ kN}$$

Çelik Yapı:

$$q_y = w \times 0,5$$

### 2.3 Çelik Elemanların Boyutlandırılmasında Kullanılan Yük Kombinasyonları

Yukarıda tanımlanarak hesaplanan load system lerden sonra yük grupları aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

Yük Grupları (LG):

$$\text{LG1: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,50\text{LS3} + 1,50 \text{LS4} + \text{LS10} + \text{LS11}$$

$$\text{LG2: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,50\text{LS3} + 1,50 \text{LS4} - \text{LS10} + \text{LS11}$$

$$\text{LG3: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,50\text{LS3} + 1,50 \text{LS4} + \text{LS10} - \text{LS11}$$

$$\text{LG4: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,50\text{LS3} + 1,50 \text{LS4} - \text{LS10} - \text{LS11}$$

$$\text{LG5: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,50\text{LS3} + 1,50 \text{LS4}$$

$$\text{LG6: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,35\text{LS3} + 1,35 \text{LS4} + 1,35 \text{LS5} + \text{LS10}$$

$$\text{LG7: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,35\text{LS3} + 1,35 \text{LS4} - 1,35 \text{LS5} - \text{LS10}$$

$$\text{LG8: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,35\text{LS3} + 1,35 \text{LS4} + 1,35\text{LS5} + \text{LS10} + \text{LS11}$$

$$\text{LG9: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,35\text{LS3} + 1,35\text{LS4} + 1,35\text{LS5} - \text{LS10} - \text{LS11}$$

$$\text{LG10: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,35\text{LS3} + 1,35\text{LS4} + 1,35\text{LS6} + \text{LS11}$$

$$\text{LG11: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,35\text{LS3} + 1,35\text{LS4} - 1,35\text{LS6} - \text{LS11}$$

$$\text{LG12: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,35\text{LS3} + 1,35\text{LS4} + 1,35\text{LS6} + \text{LS10} + \text{LS11}$$

$$\text{LG13: } 1,35\text{LS1} + 1,35\text{LS2} + 1,35\text{LS3} + 1,35\text{LS4} + 1,35 \text{LS6} - \text{LS10} - \text{LS11}$$

$$\text{LG14: } \text{LS1} + \text{LS2} + \text{LS3} + \text{LS4} + \text{LS7} + \text{LS10} + \text{LS11}$$

$$\text{LG15: } \text{LS1} + \text{LS2} + \text{LS3} + \text{LS4} + \text{LS8} + \text{LS10} + \text{LS11}$$

$$\text{LG16: } \text{LS1} + \text{LS2} + \text{LS3} + \text{LS4} - \text{LS8} - \text{LS10} - \text{LS11}$$

$$\text{LG17: } \text{LS1} + \text{LS2} + \text{LS3} + \text{LS4} + \text{LS8} + \text{LS10} - \text{LS11}$$

$$\text{LG18: } \text{LS1} + \text{LS2} + \text{LS3} + \text{LS4} - \text{LS8} - \text{LS10} + \text{LS11}$$

$$\text{LG19: } \text{LS1} + \text{LS2} + \text{LS3} + \text{LS4} + \text{LS9} + \text{LS10} + \text{LS11}$$

$$\text{LG20: } \text{LS1} + \text{LS2} + \text{LS3} + \text{LS4} - \text{LS9} + \text{LS10} - \text{LS11}$$

$$\text{LG21: } \text{LS1} + \text{LS2} + \text{LS3} + \text{LS4} - \text{LS9} - \text{LS10} - \text{LS11}$$

LG22: LS1 + LS2 + LS3 + LS4 + LS9 - LS10 + LS11

Yük Sistemleri Kullanılarak Oluşturulan Yük Kombinasyonları:

Yük Kombinasyonu 1: LG1 veya LG2 veya LG3 veya LG4 veya LG5 veya LG6 veya LG7 veya LG8 veya LG9 veya LG10 veya LG11 veya LG12 veya LG13 veya LG14 veya LG15 veya LG16 veya LG17 veya LG18 veya LG19 veya LG20 veya LG21 veya LG22

Yukarıdaki 22 adet yük kombinasyonu yapının boyutlandırılmasında kullanılmıştır.

### **3. YAPININ ELEMANLARININ BOYUTLANDIRILMASI VE BİRLEŞİMLERİN DETAYLANDIRILMASI**

Yapı elemanları boyutlandırılırken elemanın taşıyıcı sistemdeki görevi dikkate alınmıştır. Yük kombinasyonlarına göre hesaplanan iç kuvvet değerlerine göre birleşimler tahkik edilmiş ve detaylandırılmış, 31.550 platformu ve acil su tankı kulesi elemanları boyutlandırılmış ve kesit tahkikleri yapılmıştır.

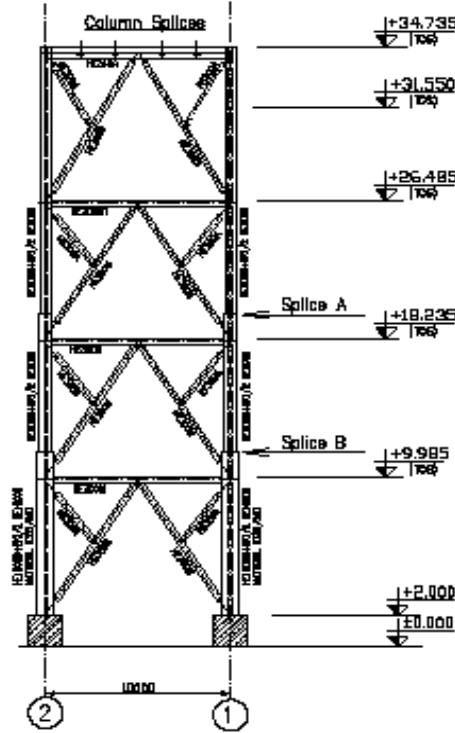
Bu bölümde önce genel yerleşimler, genel yerleşimler üzerinde ve kısmı çizimlerde hesaplara konu olan elemanların markalamaları, 35.000 platformuna ait max/min birleşim kuvvetleri, 26.485 kotundaki orta kısım düşey çaprazı max/min birleşim kuvvetleri, A/B-1/2 akslarındaki düşey çaprazların max/min birleşim kuvvetleri, layoutlardaki 2, 3, 4 ve 7 nolu elemanların gövdelerinde yapılan güçlendirmeler ve detayları, kolon eklerindeki birleşim kuvvetleri ve bu kısımlara ait birleşimlerdeki rijitleştirme detayları gösterilmiştir.

Yukarıdaki paragrafta anlatılanların yapılması akabinde yine bu bölümde 31.550 platformu yukarıdaki adımlara benzer olarak önce genel yerleşim, platformu oluşturan elemanların hesaplarda kullanılmak üzere markalanması, bu platforma ait elemanların birleşim kuvvetleri, hesaplamalar ardından kesit tahkikleri yapılarak boyutlandırılmış ve detaylandırılmıştır.

Ayrıca yukarıdaki işlemlerden sonra kolon taban plakaları ve ankraj civaları hesap ve tahkikleri gösterilmiştir.

### 3.1 Birleşim Kuvvetleri

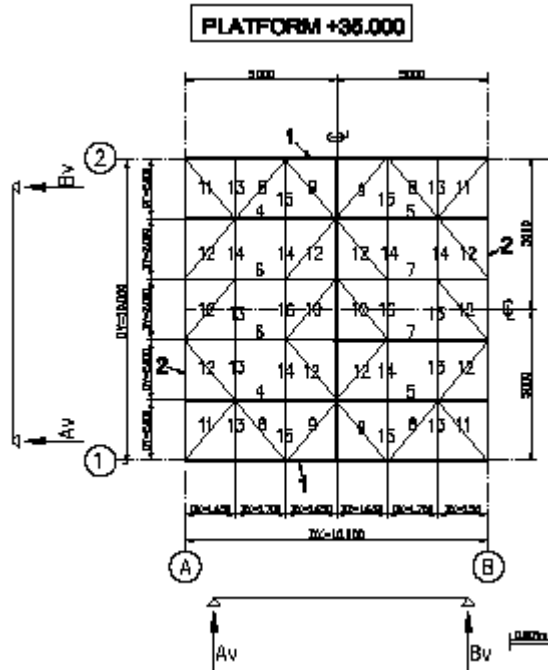
#### 3.1.1 Kolon Birleşimleri



Şekil 3.1 : Kolon Bağlantı Noktaları

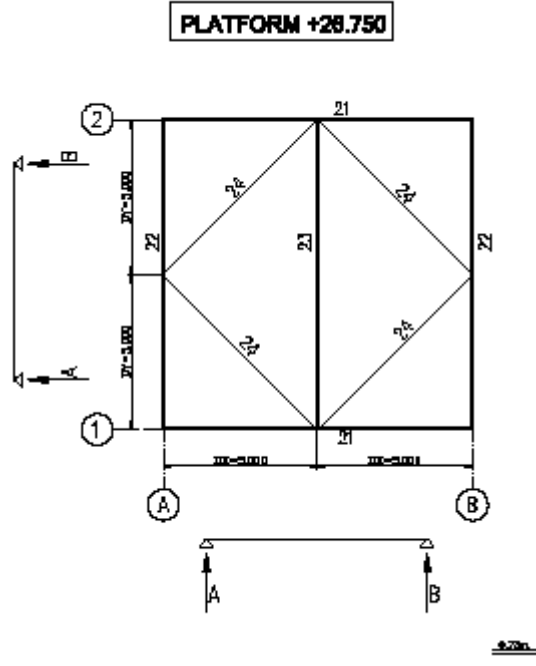
#### 3.1.1.1 Eleman Düzlemleri ve Elemanların Markalanması

35.000 Platformu:



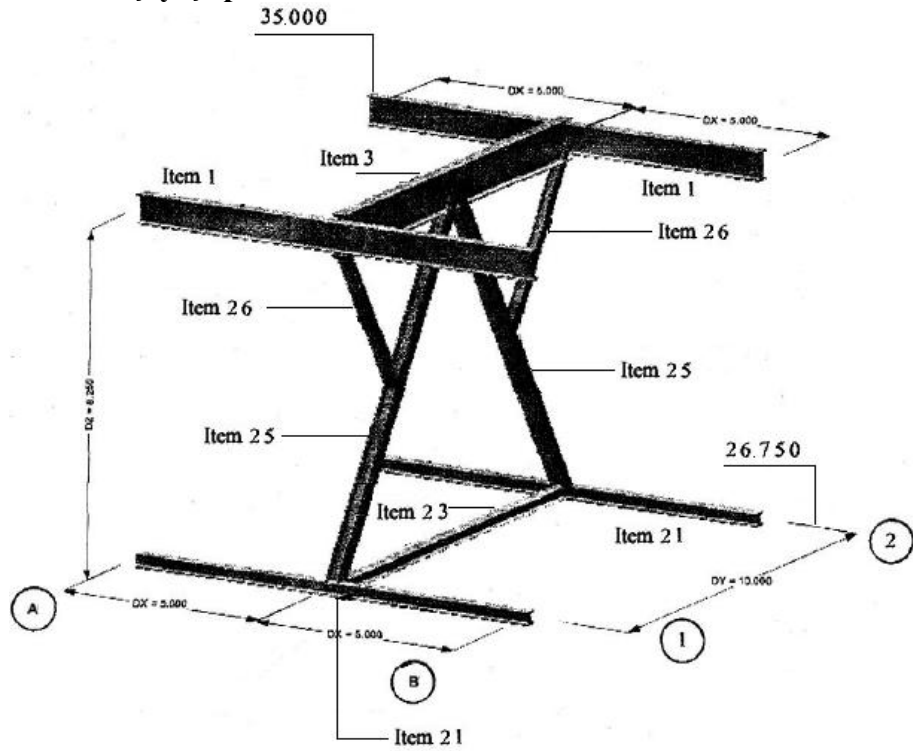
Şekil 3.2 : 35.000 Platformu Elemanlarına Ait Markalama

26.750 Platformu:



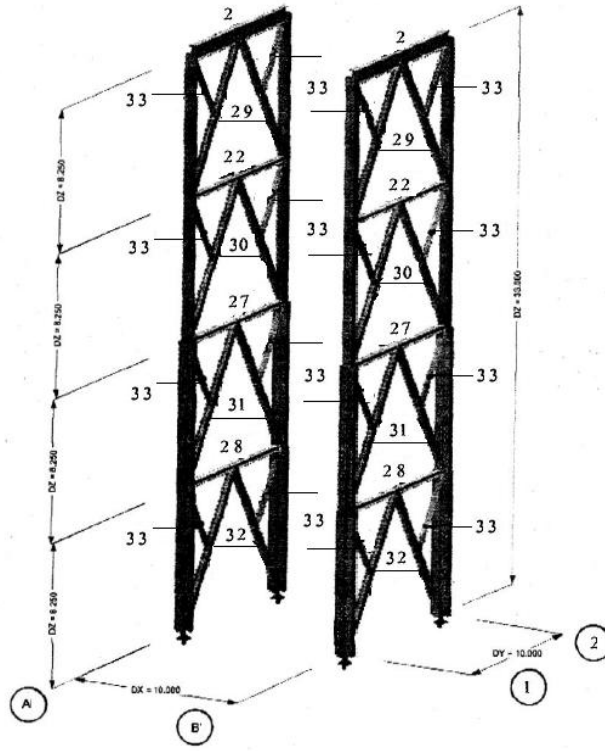
Şekil 3.3 : 26.750 Platformuna Ait Markalama

Orta Kısım Düşey Çaprazı:



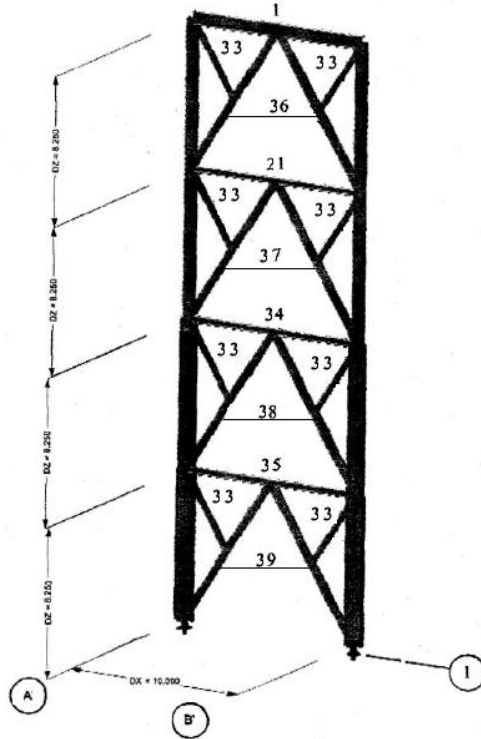
Şekil 3.4 : Orta Kısım Düşey Çaprazı

**A ve B Aksları:**



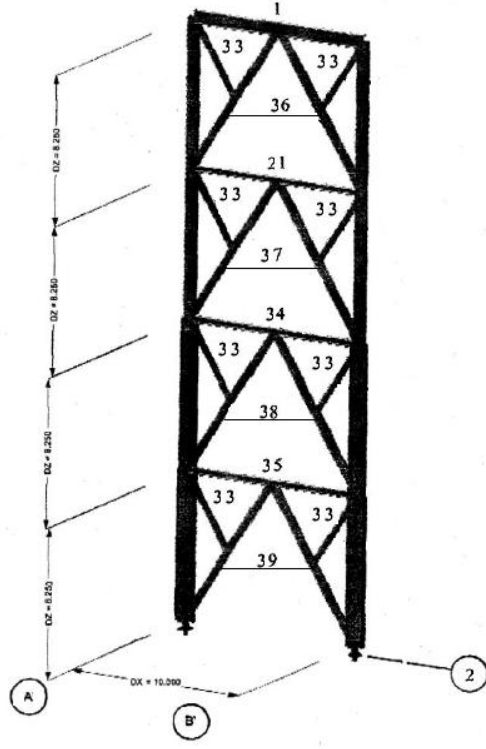
**Şekil 3.5 :** A ve B Akslarına Göre Elemanların Markalanması

**1 Aksı:**



**Şekil 3.6 :** 1 Aksına Göre Elemanların Markalanması

**2 Aksı:**

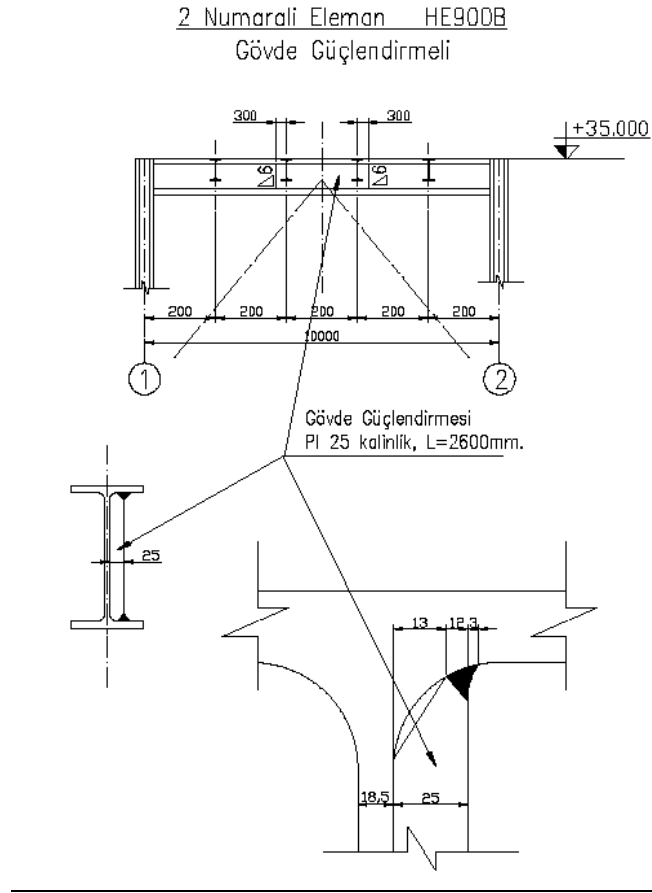


Şekil 3.7 : 2 Aksına Göre Elemanların Markalanması

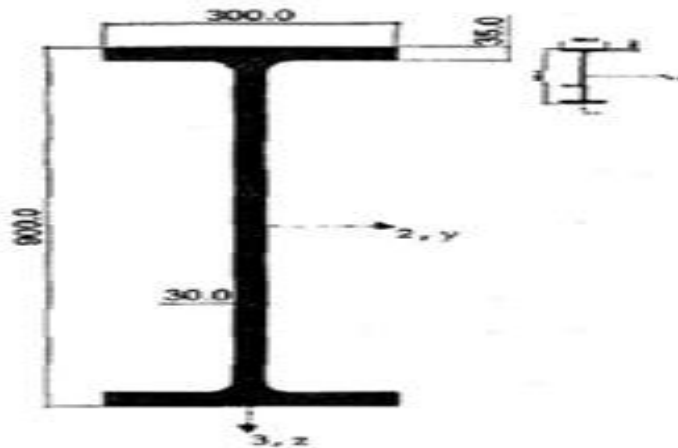
**Çizelge 3.1 : Max/Min Bağlantı Kuvvetleri**

Max/Min-Bağlantı Kuvvetleri												
Eleman No	Kesit	A <sub>v,d</sub> [kN]	A <sub>v,d</sub> [kN]	A <sub>H,d</sub> [kN]	B <sub>H,d</sub> [kN]	M <sub>y,A,d</sub> [kNm]	M <sub>y,B,d</sub> [kNm]	M <sub>z,A,d</sub> [kNm]	M <sub>z,B,d</sub> [kNm]	N <sub>d</sub> [kN]	e [kN]	Açıklama
<b>35.000 Platformu</b>												
1	HE700B	450 -50	450 -50	±55	±55					±360		Gövde Güçlendirmesi
2	HE900B	950 -110	950 -110	±5	±5					±425		Gövde Güçlendirmesi
3	HE1000B	1100	1100	±5	±5					±145		Gövde Güçlendirmesi
4	HE650B	1420 -410	940	±85	±105					±190		Gövde Güçlendirmesi
5	HE650B	940	1420 -410	±105	±85					±190		Gövde Güçlendirmesi
6	HE650B	1460 -450	940	±85	±105					±350		Gövde Güçlendirmesi
7	HE650B	940	1460 -450	±105	±85					±350		Gövde Güçlendirmesi
8	HE200B									±870		Çapraz
9	HE200B									±800		Çapraz
10	HE160B									±250		Çapraz
11	HE160B									±420		Çapraz
12	HE160B									±530		Çapraz
13	HE200A									±150		
14	HE200A									±100		
15	HE200A									±230		
16	HE200A									±300		
<b>26.485 Platformu</b>												
21	HE280M	20	20							2250 -1365		
22	HE280M	20	20							1760 -650		
23	HE300A	20	20							1650		
24	HE280B	10	10							±860		
<b>26.485 kotu ve 35.000 kotu arası düşey çapraz</b>												
25	HE300M									270 -4370		
26	HE240A					±10	±10			±100		
<b>A ve B aksları</b>												
27	HE300M	±20	±20	±10	±10					±1860		
28	HE300M	±20	±20	±10	±10					±1950		
29	HE300M									1130 -3310		
30	HE300M									3460 -3510		
31	HE300M									3560 -3610		
32	HE300M									3750 -3790		
33	HE240A					±10	±10			±100		
<b>1 ve 2 aksları</b>												
34	HE300M	±20	±20	±10	±10					2390 -1320		
35	HE300M	±20	±20	±10	±10					±1950		
36	HE300M									2520 -4240		
37	HE300M									3450 -4550		
38	HE300M									3560 -3610		
39	HE300M									3740 -3790		

## İki numaralı eleman (Gövde Güçlendirmeli):



Şekil 3.8 : İki Numaralı Elemana Ait Güçlendirme Detayı



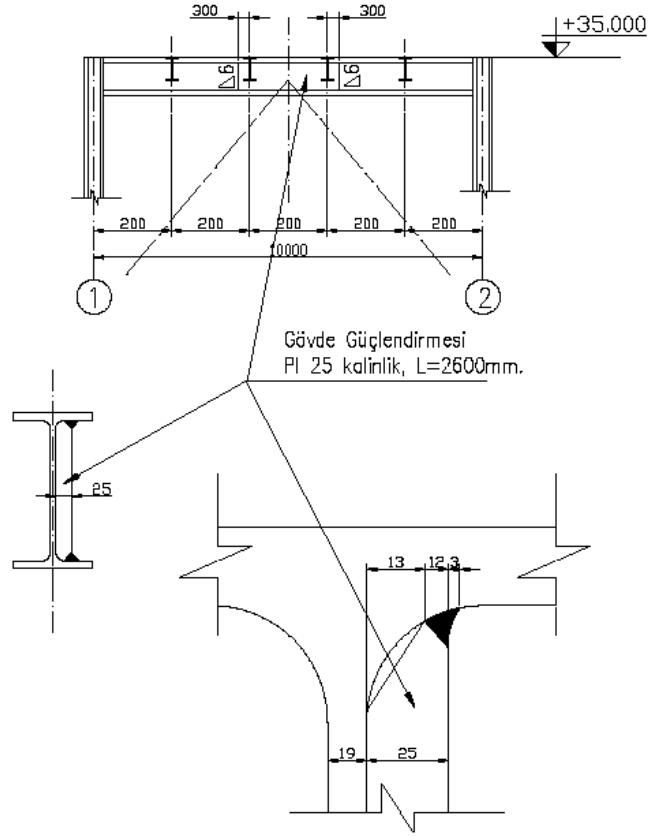
Şekil 3.9 : HEB900 Profiline Ait Kesit

**Çizelge 3.2 : HEB900 Profiline Ait Kesit Bilgileri**

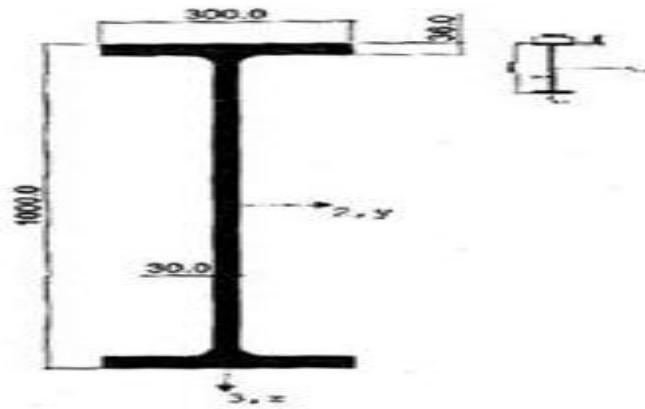
<b>Section Data</b>			
<b>Description</b>	<b>Name</b>	<b>Size</b>	<b>Unit</b>
Cross-Sectional Area	A	466,73	cm <sup>2</sup>
Shear Area	A-2	179,17	cm <sup>2</sup>
Shear Area	A-3	248,65	cm <sup>2</sup>
Moment of Inertia	I-y	548.861,00	cm <sup>4</sup>
Moment of Inertia	I-z	15.975,60	cm <sup>4</sup>
Polar Moment of Inertia	I-p	551.916,00	cm <sup>4</sup>
Radius of Gyration	j-y	34,29	cm
Radius of Gyration	j-z	5,85	cm
Polar Radius of Gyration	j-p	34,68	cm
Radius of Gyration Flange +1/5 of Web	j-zg	7,07	cm
Weight	G	366,38	kg/m
Surface	U	2,89	m <sup>2</sup> /m
Torsional Constant	I-T	1.939,29	cm <sup>4</sup>
Warping Constant	C-M	2,95E+07	cm <sup>6</sup>
Decrement Factor	Lambda	0,005039	1/cm
Statical Moment	S-2 max	7.282,34	cm <sup>3</sup>
Statical Moment	S-3 max	393,75	cm <sup>3</sup>
Warping Elastic Section Modulus	W-Om max	45.412,50	cm <sup>4</sup>
Normalized Warping Constant	Omega max	648,75	cm <sup>2</sup>
Warping Statical Moment	A-Om max	17.029,70	cm <sup>4</sup>
Plastic Section Modulus	Spl-2	14.564,70	cm <sup>3</sup>
Plastic Section Modulus	Spl-3	1.778,52	cm <sup>3</sup>
Plastic Shape Factor	Alpha-pl-2	1,19	
Plastic Shape Factor	Alpha-pl-3	1,67	
Buckling Curve	Bsc-2	a	
Buckling Curve	Bsc-3	b	

### Üç numaralı eleman (Gövde Güçlendirmeli):

3 Numaralı Eleman HE1000B  
Gövde Güçlendirmeli



Şekil 3.10 : 3 Numaralı Elemana Ait Güçlendirme Detayı



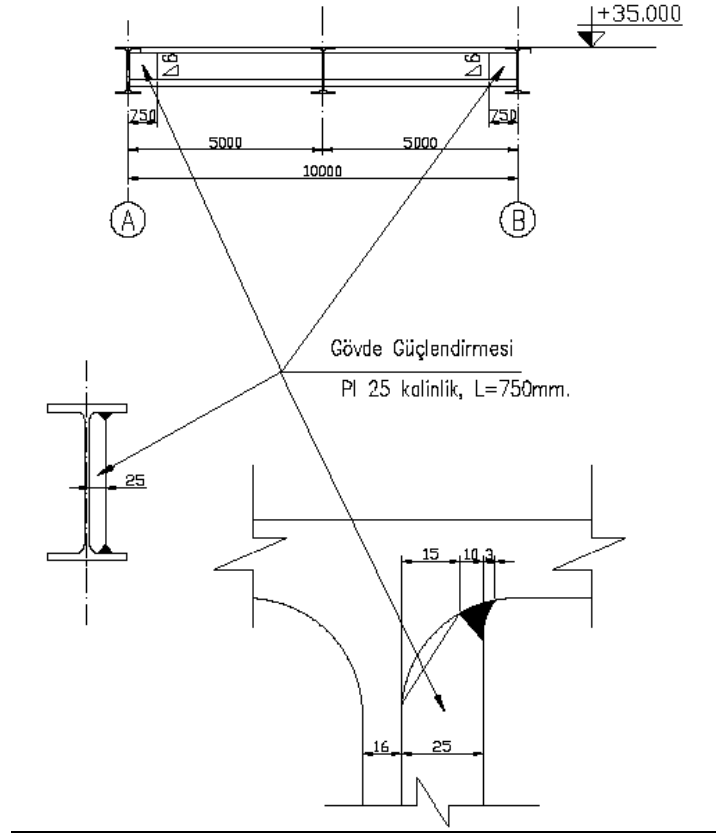
Şekil 3.11 : HEB1000 Profiline Ait Kesit

**Çizelge 3.3 : HEB1000 Profiline Ait Kesit Bilgileri**

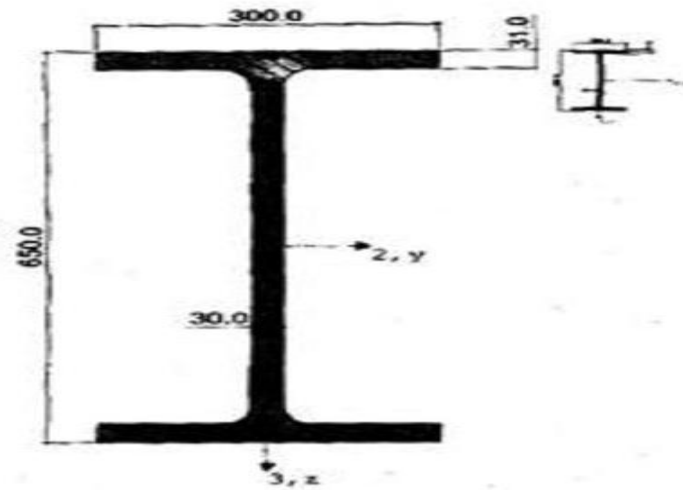
<b>Section Data</b>			
<b>Description</b>	<b>Name</b>	<b>Size</b>	<b>Unit</b>
Cross-Sectional Area	A	502,13	cm <sup>2</sup>
Shear Area	A-2	184,67	cm <sup>2</sup>
Shear Area	A-3	277,70	cm <sup>2</sup>
Moment of Inertia	I-y	718.006,00	cm <sup>4</sup>
Moment of Inertia	I-z	16.477,60	cm <sup>4</sup>
Polar Moment of Inertia	I-p	718.257,00	cm <sup>4</sup>
Radius of Gyration	j-y	37,81	cm
Radius of Gyration	j-z	5,72	cm
Polar Radius of Gyration	j-p	38,12	cm
Radius of Gyration Flange +1/5 of Web	j-zg	6,98	cm
Weight	G	394,17	kg/m
Surface	U	3,09	m <sup>2</sup> /m
Torsional Constant	I-T	2.102,14	cm <sup>4</sup>
Warping Constant	C-M	3,76E+07	cm <sup>6</sup>
Decrement Factor	Lambda	0,004642	1/cm
Statical Moment	S-2 max	8.611,69	cm <sup>3</sup>
Statical Moment	S-3 max	405,00	cm <sup>3</sup>
Warping Elastic Section Modulus	W-Om max	52.056,00	cm <sup>4</sup>
Normalized Warping Constant	Omega max	723,00	cm <sup>2</sup>
Warping Statical Moment	A-Om max	19.521,00	cm <sup>4</sup>
Plastic Section Modulus	Spl-2	17.223,40	cm <sup>3</sup>
Plastic Section Modulus	Spl-3	1.845,57	cm <sup>3</sup>
Plastic Shape Factor	Alpha-pl-2	1,20	
Plastic Shape Factor	Alpha-pl-3	1,68	
Buckling Curve	Bsc-2	a	
Buckling Curve	Bsc-3	b	

### Dört ve yedi numaralı elemanlar (Gövde Güçlendirmeli):

4 ve 7 Numaralı Elemanlar HE650B  
Gövde Güçlendirmeli



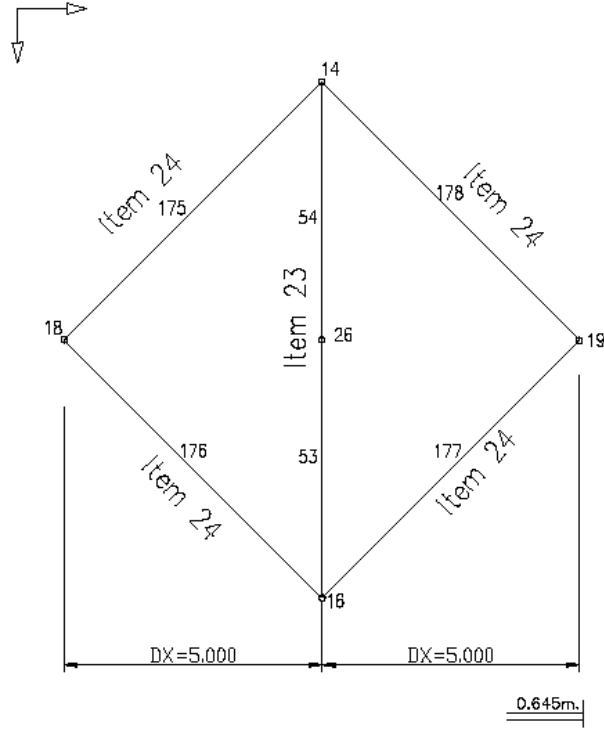
Şekil 3.12 : 4 ve 7 Numaralı Elemanlara Ait Güçlendirme Detayı



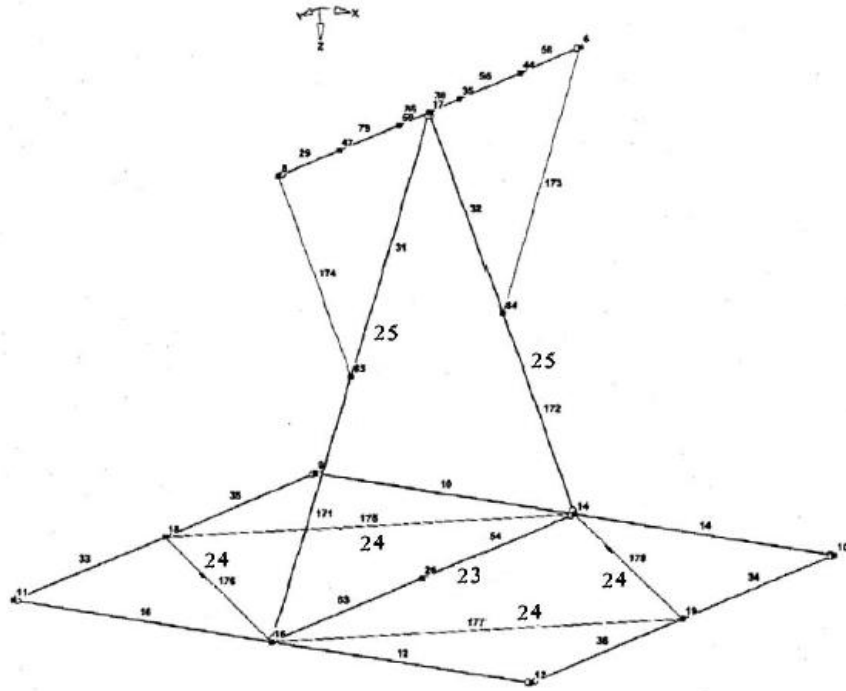
Şekil 3.13 : HE650 Profiline Ait Kesit

**Çizelge 3.4 : HEB650 Profiline Ait Kesit Bilgileri**

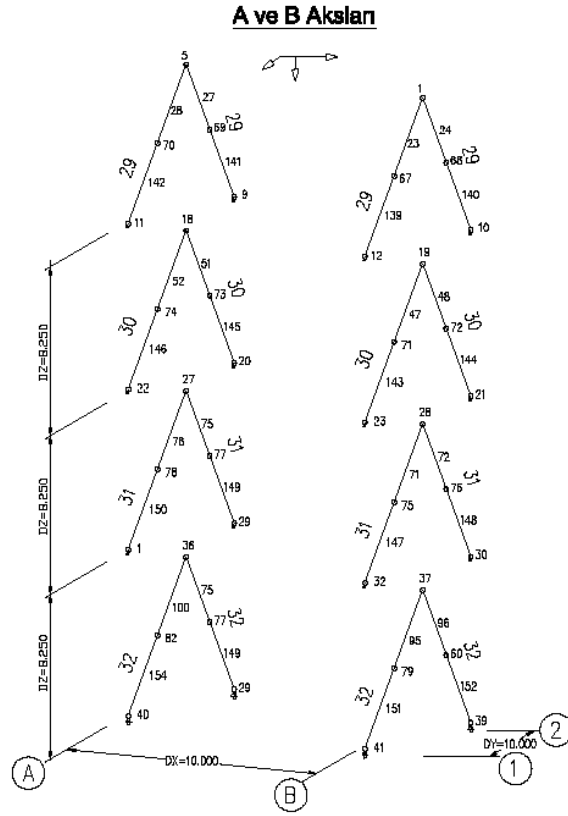
<b>Section Data</b>			
<b>Description</b>	<b>Name</b>	<b>Size</b>	<b>Unit</b>
Cross-Sectional Area	A	368,66	cm <sup>2</sup>
Shear Area	A-2	157,95	cm <sup>2</sup>
Shear Area	A-3	175,37	cm <sup>2</sup>
Moment of Inertia	I-y	234.334,00	cm <sup>4</sup>
Moment of Inertia	I-z	14.111,60	cm <sup>4</sup>
Polar Moment of Inertia	I-p	243.226,00	cm <sup>4</sup>
Radius of Gyration	j-y	25,21	cm
Radius of Gyration	j-z	6,19	cm
Polar Radius of Gyration	j-p	25,91	cm
Radius of Gyration Flange +1/5 of Web	j-zg	7,31	cm
Weight	G	289,40	kg/m
Surface	U	2,39	m <sup>2</sup> /m
Torsional Constant	I-T	1.408,49	cm <sup>4</sup>
Warping Constant	C-M	1,34E+07	cm <sup>6</sup>
Decrement Factor	Lambda	0,006376	1/cm
Statical Moment	S-2 max	4.264,99	cm <sup>3</sup>
Statical Moment	S-3 max	348,75	cm <sup>3</sup>
Warping Elastic Section Modulus	W-Om max	28.783,50	cm <sup>4</sup>
Normalized Warping Constant	Omega max	464,25	cm <sup>2</sup>
Warping Statical Moment	A-Om max	10.793,80	cm <sup>4</sup>
Plastic Section Modulus	Spl-2	8.529,99	cm <sup>3</sup>
Plastic Section Modulus	Spl-3	1.540,46	cm <sup>3</sup>
Plastic Shape Factor	Alpha-pl-2	1,18	
Plastic Shape Factor	Alpha-pl-3	1,64	
Buckling Curve	Bsc-2	a	
Buckling Curve	Bsc-3	b	



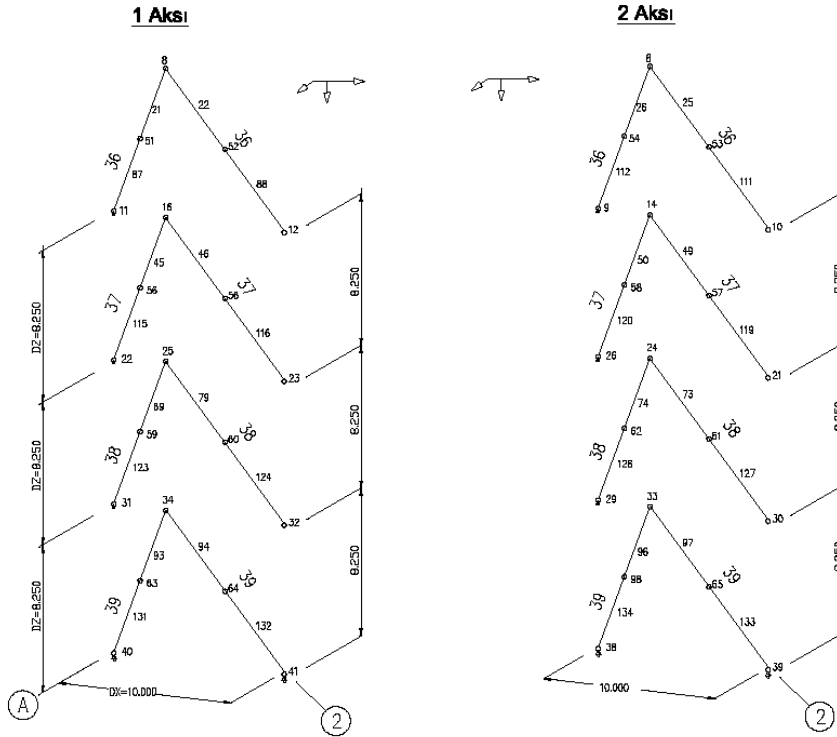
Şekil 3.14 : 26.450 Kotu Eleman Markalaması



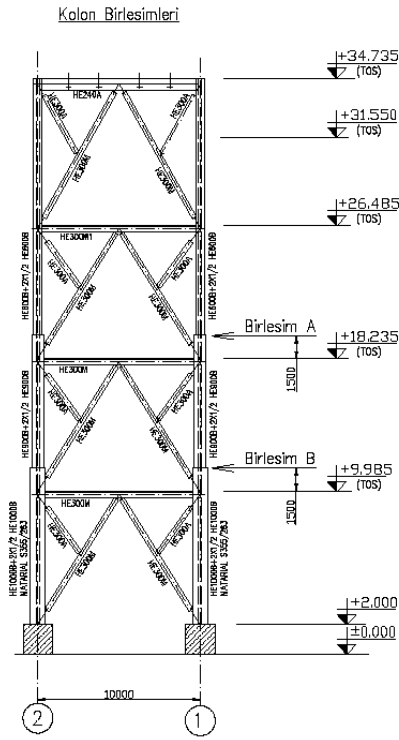
Şekil 3.15 : Orta Kısım Düşey Çaprazı Eleman Markalaması



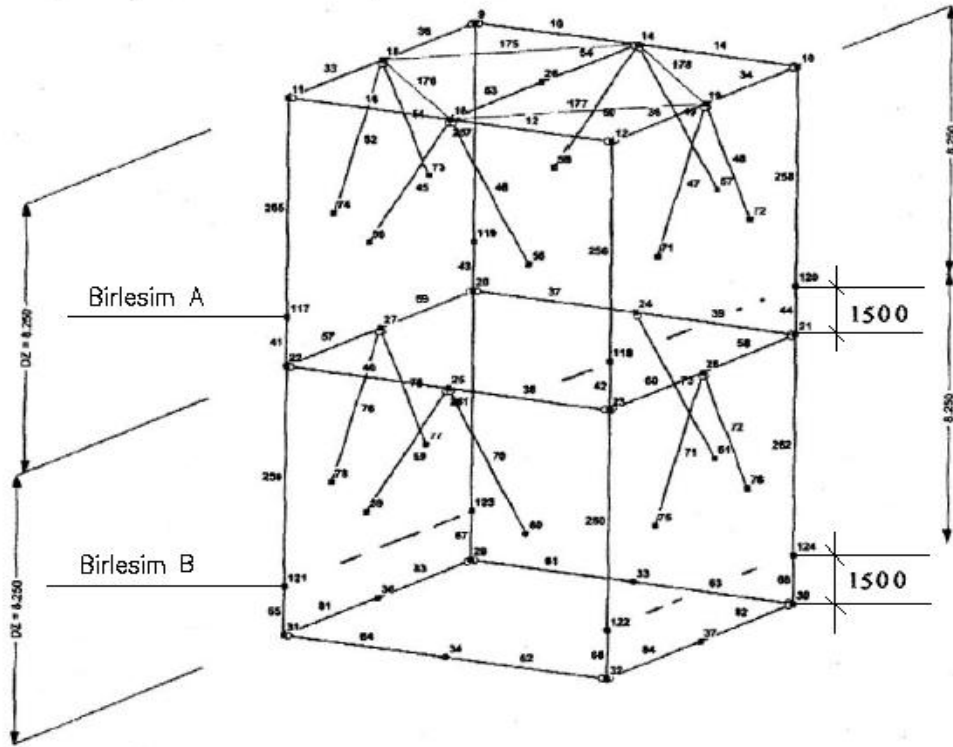
**Şekil 3.16 :** A ve B Akslarına Ait Çaprazların Eleman Markalamaları



**Şekil 3.17 :** 1 ve 2 Akslarına Ait Çaprazların Eleman Markalamaları



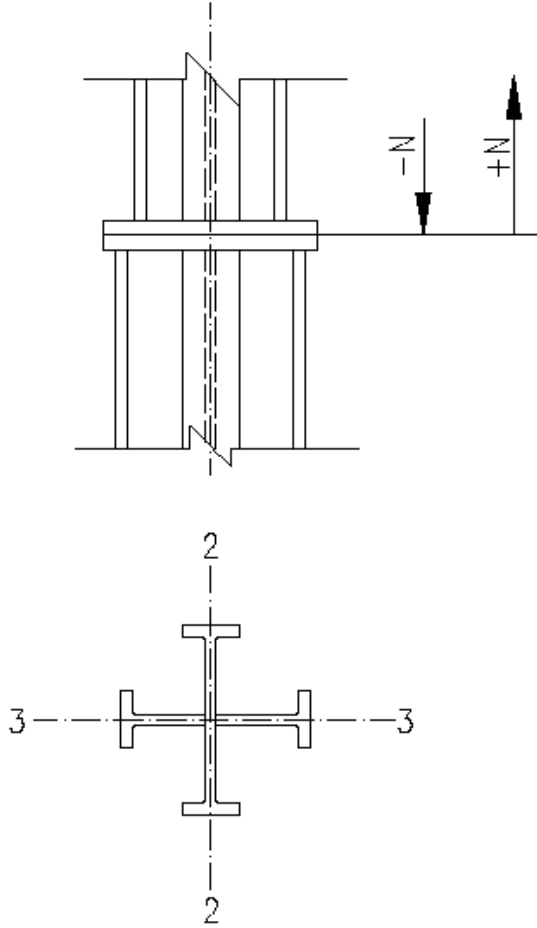
Şekil 3.18 : Kolon Birleşimleri



Şekil 3.19 : Kolon Birleşimlerinin Üç Boyutlu Gösterimi

### A Birlesimi

Kolon H900B+2X1/2 900B-HE600B+2X1/2 HE600B  
Birlesim Kuvvetleri



Şekil 3.20 : A Birleşim Detayı

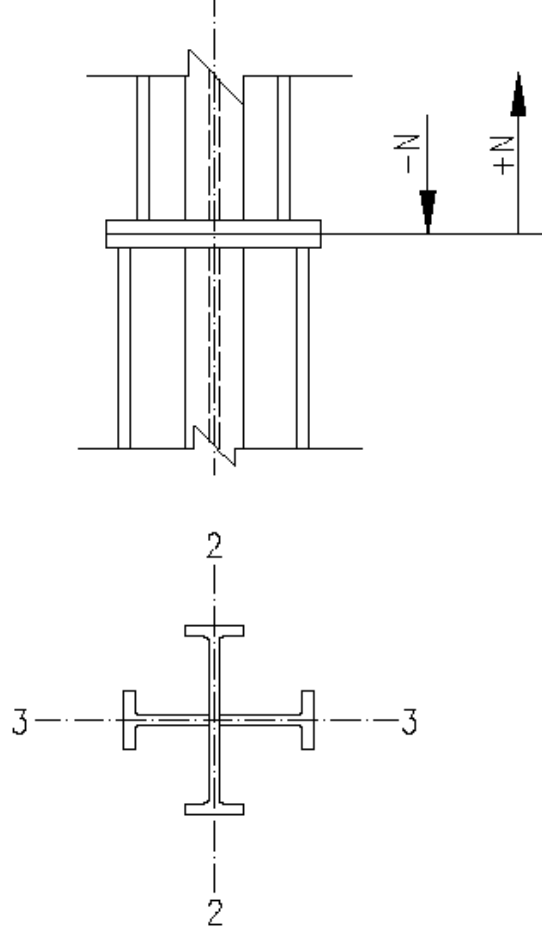
Çizelge 3.5 : A Birleşimine Etkiyen Yükler

Yük Grubu	N (kN)	V <sub>2</sub> (kN)	V <sub>3</sub> (kN)	M <sub>2</sub> (kNm)	M <sub>3</sub> (kNm)
17	-7195	10	5	41	50
15	2305 1240	10 10	5 5	57 5	4 37

### B Birlesimi

Kolon  $\boxplus$  HE1000B -  $\boxplus$  HE900B

Birlesim Kuvvetleri

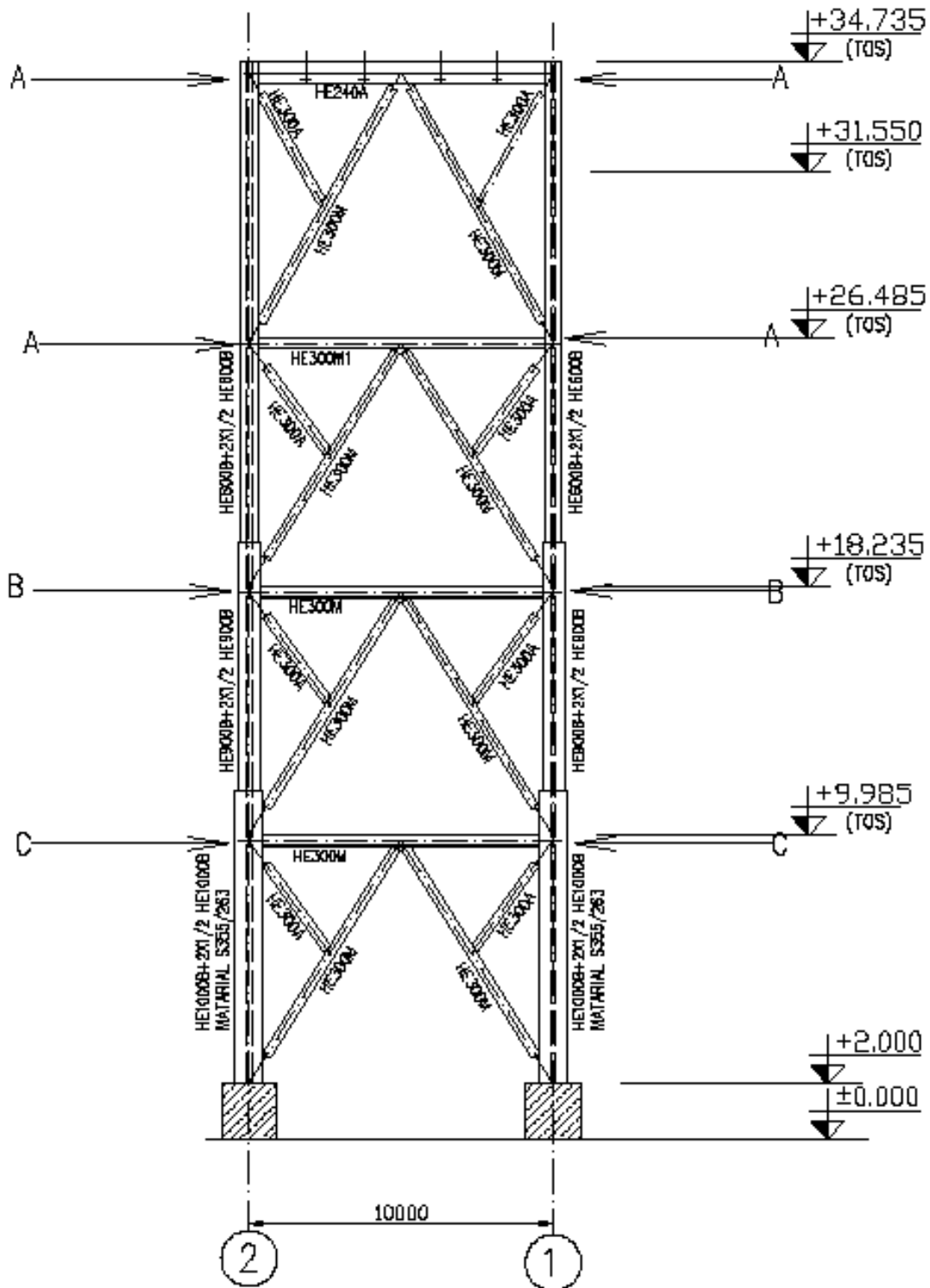


Şekil 3.21 : B Birleşim Detayı

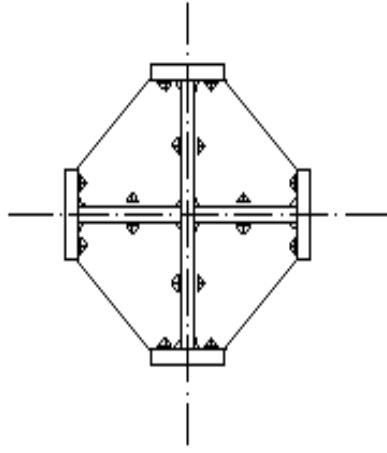
Çizelge 3.6 : B Birleşimine Etkiyen Yükler

Yük Grubu	N (kN)	V <sub>2</sub> (kN)	V <sub>3</sub> (kN)	M <sub>2</sub> (kNm)	M <sub>3</sub> (kNm)
	- 11200	10	15	177	2
	- 11210 - 11100	5 10	15 10	-197 20	6 167
	4310 4110	5 18	15 5	160 1	2 168

### Kolonlardaki Rijitleştiriciler



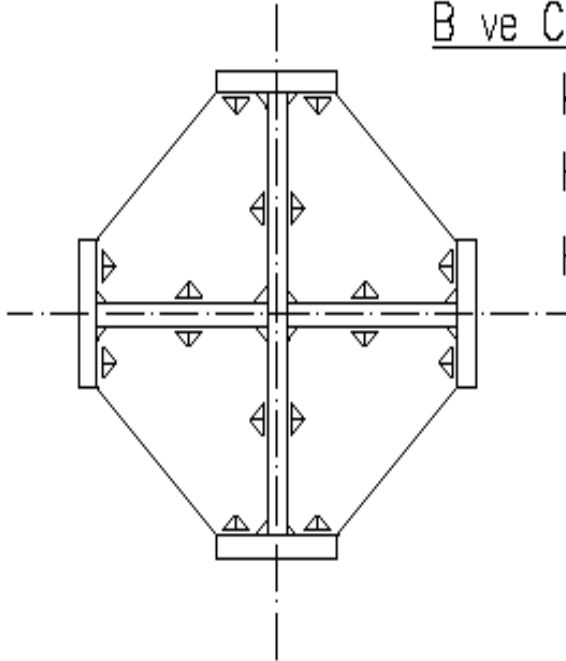
Şekil 3.22 : Kolonlardaki Rijitleştiriciler



A'daki rijitleştirilmiş kısım

Kolonlar:

HE600B+2X1/2 HE600B



B ve C'deki rijitleştirilmiş kısımlar

Kolonlar :

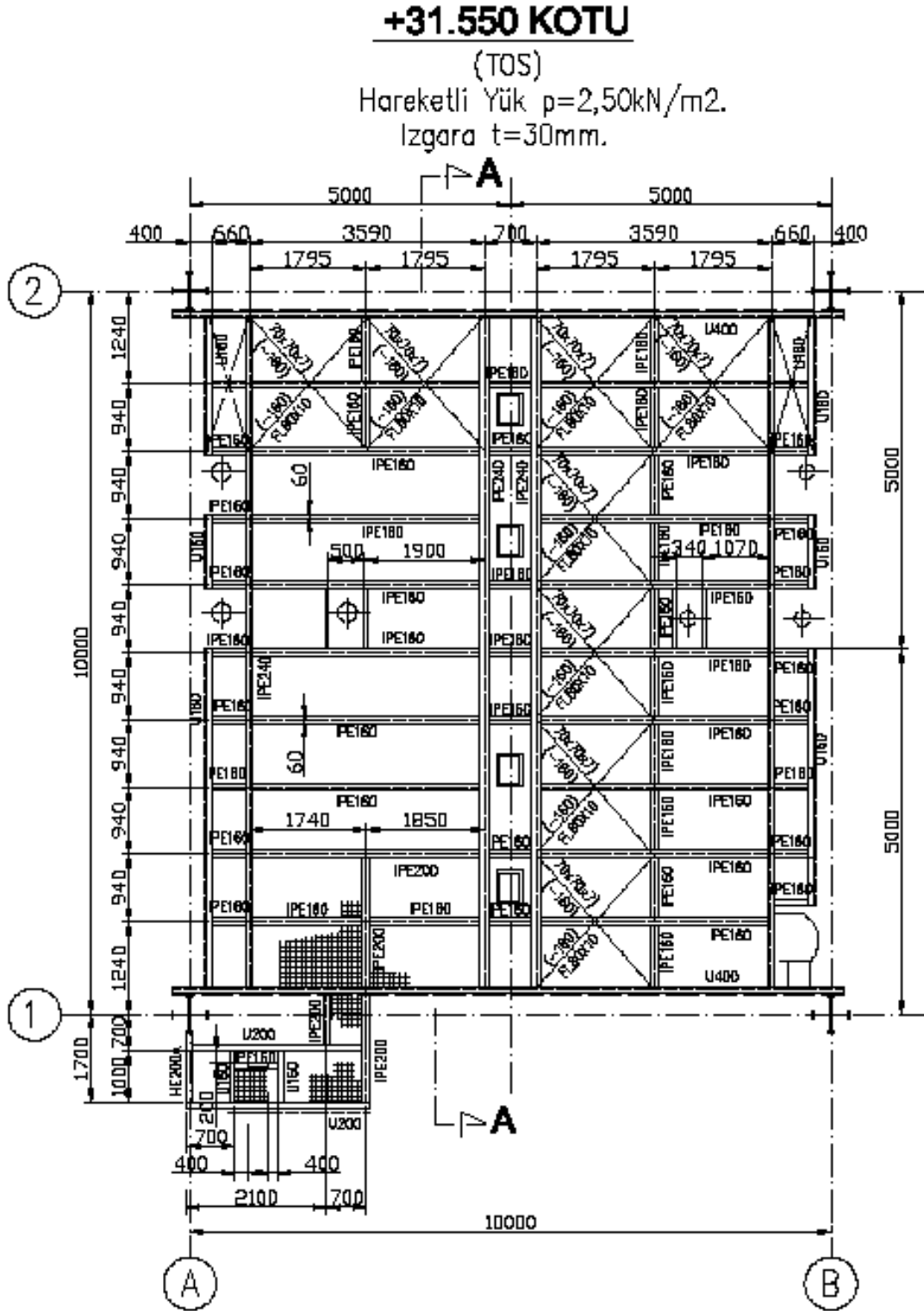
HE900B+2X1/2 HE900B

HE1000B+2X1/2 HE1000B

**Şekil 3.23** : A, B, C Birleşimlerindeki Rijitleştirilmiş Kısımlara Ait Kesitler

### 3.2 31.550 Platformu

#### 3.2.1 Genel Yerleşimler



Şekil 3.24 : 31.550 Platformu Genel Yerleşimi

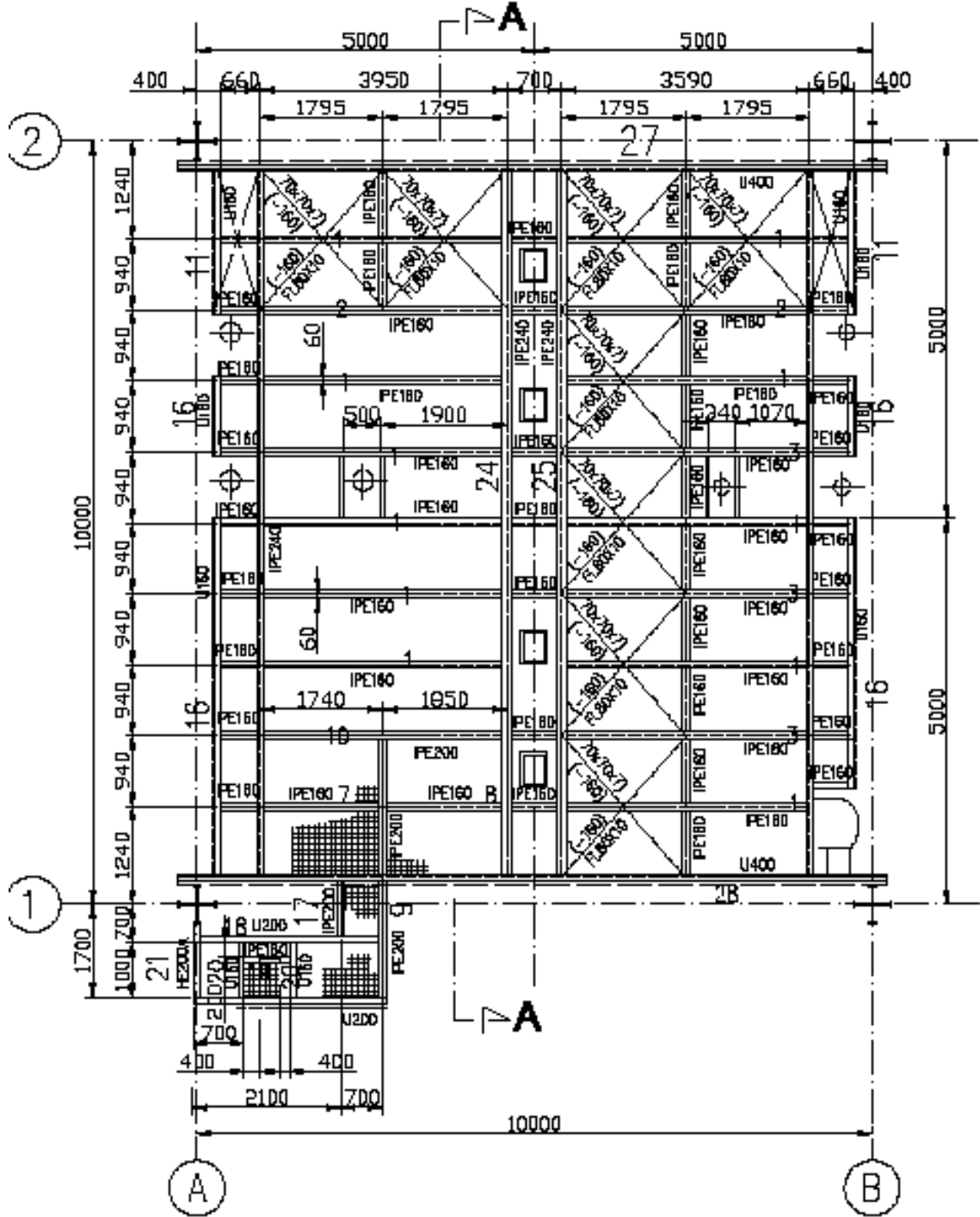
### 3.2.2 Elemanların Markalanması

## **+31.550 KOTU**

(TOS)

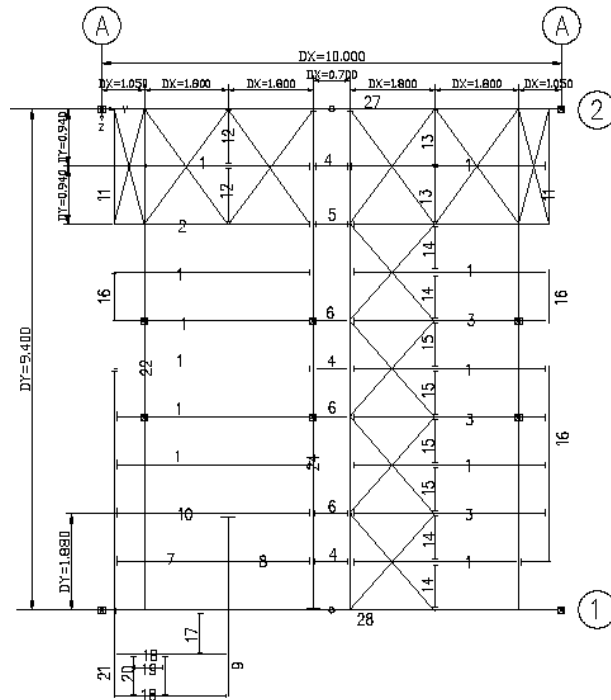
Hareketli Yük  $p=2,50\text{kN/m}^2$ .

Izgara  $t=30\text{mm}$ .



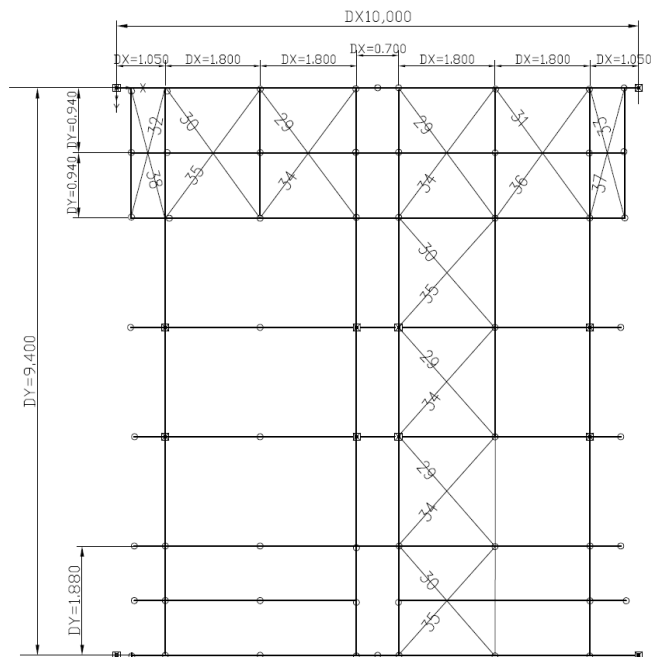
Şekil 3.25 : 31.550 Kotu Eleman Markalaması

**ITEMS-PLANE**  
**PLATFORM +31.550**

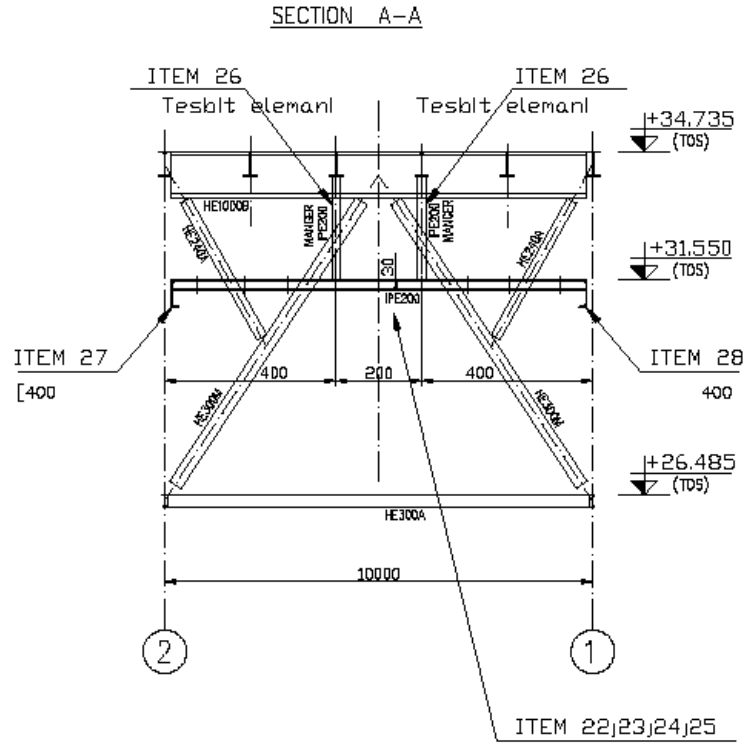


**Şekil 3.26 : 31.550 Kotu Eleman Markalaması**

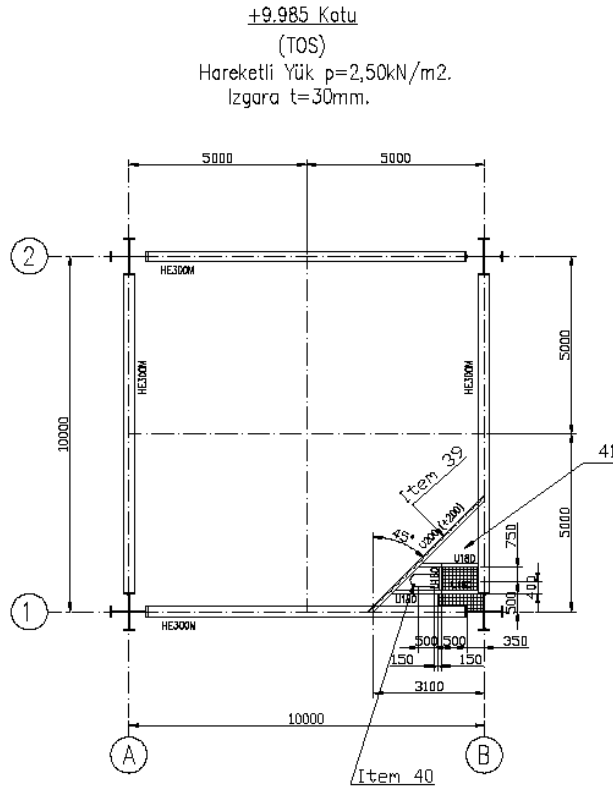
**ITEMS-PLANE**  
**+31.550**



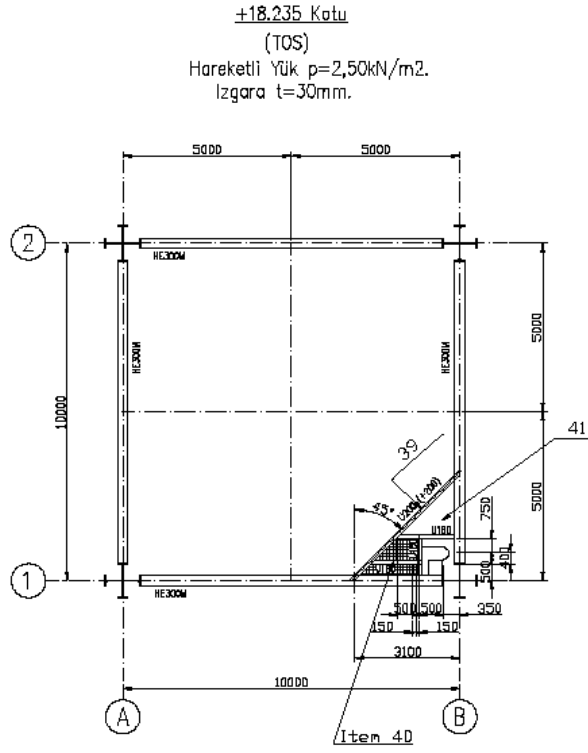
**Şekil 3.27 : 31.550 Kotu Eleman Markalaması**



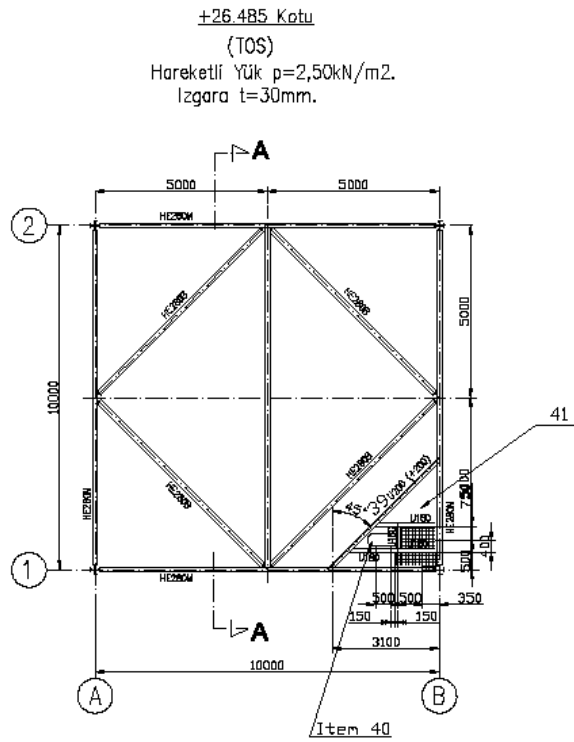
Şekil 3.28 : Orta Kısım Düşey Çaprazı Teşkil ve Elemanlarına Ait Markalama



Şekil 3.29 : 9.985 Kotuna Ait Genel Yerleşim



Şekil 3.30 : 18.235 Kotuna Ait Genel Yerleşim



Şekil 3.31 : 26.485 Kotuna Ait Genel Yerleşim

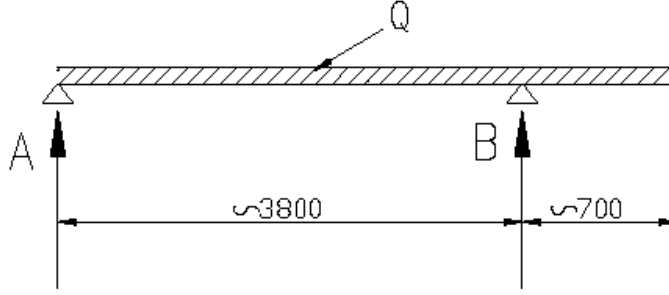
**Çizelge 3.7 : Döşeme Elemanlarına Ait Bağlantı Kuvvetleri**

Bağlantı Kuvvetleri												
Eleman No	Kesit	A <sub>v,d</sub> [kN]	B <sub>v,d</sub> [kN]	A <sub>H,d</sub> [kN]	B <sub>H,d</sub> [kN]	M <sub>y,A,d</sub> [kNm]	M <sub>y,B,d</sub> [kNm]	M <sub>z,A,d</sub> [kNm]	M <sub>z,B,d</sub> [kNm]	N <sub>d</sub> [kN]	e [cm]	Açıklama
<b>31.550 Platformu</b>												
1	IPE160	11	16				1,5			±7		ankastre kol
2	IPE160	11	16				1,5			±50		ankastre kol
3	IPE160	11	16				1,5			-25		ankastre kol
4	IPE160	5	5							±7		
5	IPE160	5	5							±50		
6	IPE160	5	5							±16		
7	IPE160	8	5			1,5				±7		
8	IPE160	5	5							±7		
9	IPE200	18	±6							±4		
10	IPE200	20	15			1,5				±7		ankastre kol
11	U160	3	3							-61		
12	IPE160	3	3							-23		
13	IPE160	3	3							-30		
14	IPE160	3	3							±23		
15	IPE160	3	3							±30		
16	U160	3	3									
17	IPE200	2	2									
18	U200	7	7									
19	IPE160	4	4									
20	U160	5	5									
21	HE200A		10				11					ankastre kol
22	IPE240											22 nolu el. Bkz.
23	IPE240											23 nolu el. Bkz.
24	IPE240											24 nolu el. Bkz.
25	IPE240											25 nolu el. Bkz.
26	IPE200									42		Askı
27	U400											27 nolu el. Bkz.
28	U400											28 nolu el. Bkz.
29	L70x7									14		çapraz
30	L70x7									34		çapraz
31	L70x7									40		çapraz
32	L70x7									55		çapraz
33	L70x7									62		çapraz
34	Lama 80/10									14		çapraz
35	Lama 80/10									34		çapraz
36	Lama 80/10									40		çapraz
37	Lama 80/10									62		çapraz
38	Lama 80/10									56		çapraz
<b>9.985; 18.235; 26.485 kotları</b>												
39	U200	10	10							±2		
40	U180	8	8							±2		
41	U180	8	8							±2		

### 3.2.3 Hesaplamalar

#### 3.2.3.1 1 Nolu Eleman

#### 1 Nolu Eleman



Şekil 3.32 : 1 Nolu Döşeme Elemanı

$$b \approx 1,0 \text{ m}$$

Ölü yük + Hareketli Yük:

$$q_d \approx (1,35 \times 1,5 + 1,5 \times 2,5)1,0 = 5,8 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Max. } A_d = 5,8 \times 1,9 = 11 \text{ kN}$$

$$B_d = 11,0 + 5,8 \times 0,7 \times 4,15 (1/3,8) = 15,5 \text{ kN}$$

$$N_d = (11 + 15,5) \times 0,25 = 6,6 \text{ kN}$$

$$\text{Max } m_d = \frac{5,8 \times 3,8^2}{8} = 10,47 \text{ kNm}$$

$$\text{Konsol: } M_d = 5,8 \times 0,7 \times 0,35 = 1,42 \text{ kNm}$$

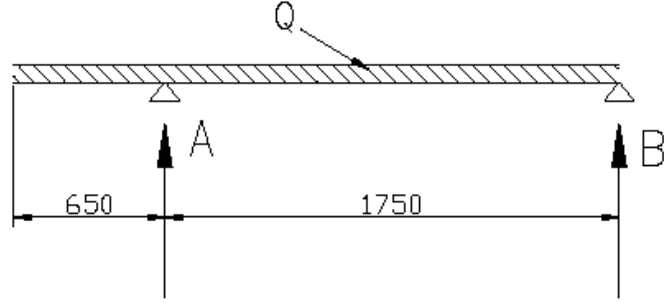
Seçilen kesit IPE 160

$$\sigma_d = \frac{1047}{109} = 9,61 \frac{kN}{cm^2} < 21,82 \frac{kN}{cm^2}$$

$$M_{e,d} \approx 12,5 \text{ kNm} > 10,47 \text{ kNm}$$

### 3.2.3.2 7 Nolu Eleman:

## 7 Nolu Eleman



Şekil 3.33 : 7 Nolu Döşeme Elemanı

$$b = 0,94 \text{ m}$$

Ölü yük + Hareketli Yük:

$$q_d = (1,35 \times 1,0 + 1,5 \times 2,5) \times 0,94 = 4,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$A_d = 4,8 \times 2,4 \times 1,2 / 1,75 = 7,9 \text{ kN}$$

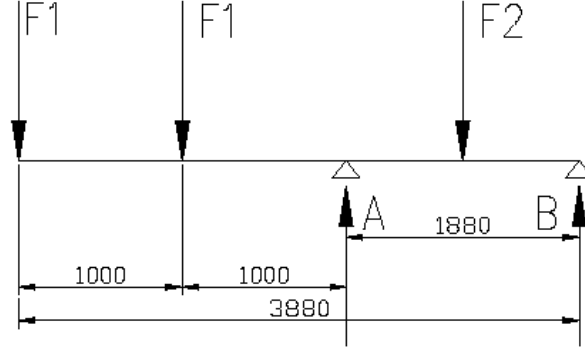
$$\max B_d = 4,8 \times 1,75 / 2 = 4,2 \text{ kN}$$

$$M_{A,d} = 4,8 \times 0,65 \times 0,65 \times 0,5 = 1,1 \text{ kNm}$$

Seçilen kesit IPE 160

### 3.2.3.3 9 Nolu Eleman

#### 9 Nolu Eleman



**Şekil 3.34 : 9 Nolu Döşeme Elemanı**

Ölü yük + Hareketli Yük:

$$p_d = (1,35 \times 1,0 + 1,5 \times 2,5) = 5,1 \frac{kN}{m^2}$$

$$F_{d,1} = 5,1 \times 0,5 \times 1,4 = 3,6 \text{ kN}$$

$$F_{d,2} = 5,1 \times 0,94 \times 1,8 = 8,6 \text{ kN}$$

$$A_d = \frac{3,6}{1,88} (3,88 + 2,88) + \frac{8,6}{2} = 17,3 \text{ kN}$$

$$MaxB_d = \frac{8,6}{2} = 4,3 \text{ kN}$$

$$MinB_d \approx -\frac{3,6}{1,88} (2 + 1) = -5,8 \text{ kN}$$

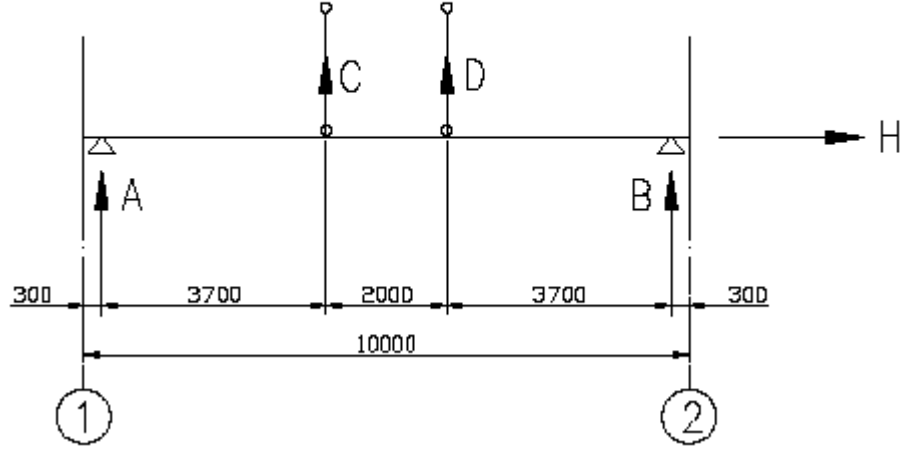
$$\text{Konsol: } M_d = 3,6 (2+1) = 10,8 \text{ kNm}$$

Seçilen Kesit: IPE 200

$$\sigma_d = \frac{1080}{194} = 5,6 \frac{kN}{cm^2}$$

### 3.2.3.4 22 ve 23 Nolu Elemanlar

#### 22 ve 23 Nolu Elemanlar



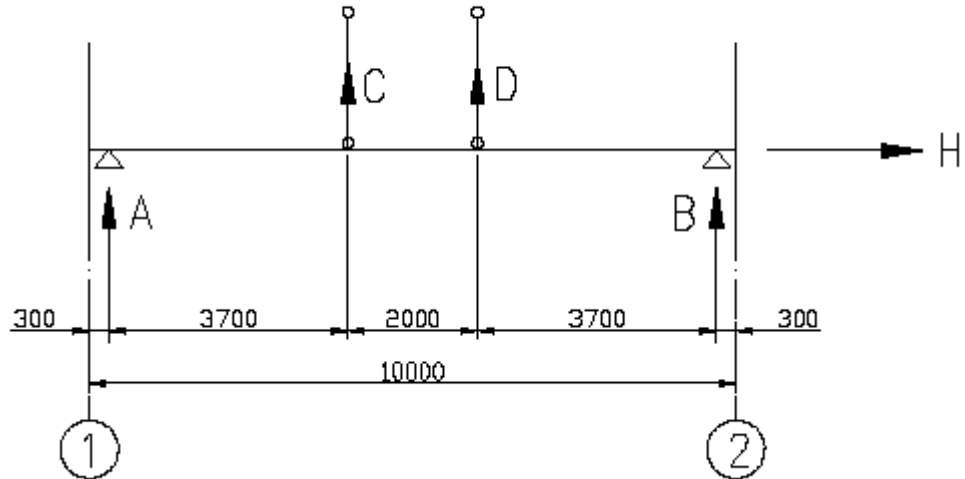
Şekil 3.35 : 22 ve 23 Nolu Döşeme Elemanları

$$A_d = 20 \text{ kN} \quad B_d = 20 \text{ kN} \quad C_d = 42 \text{ kN} \quad D_d = 42 \text{ kN} \quad H_d = 52 \text{ kN}$$

Seçilen Kesit: IPE 240

### 3.2.3.5 24 ve 25 Nolu Elemanlar

#### 24 ve 25 Nolu Elemanlar



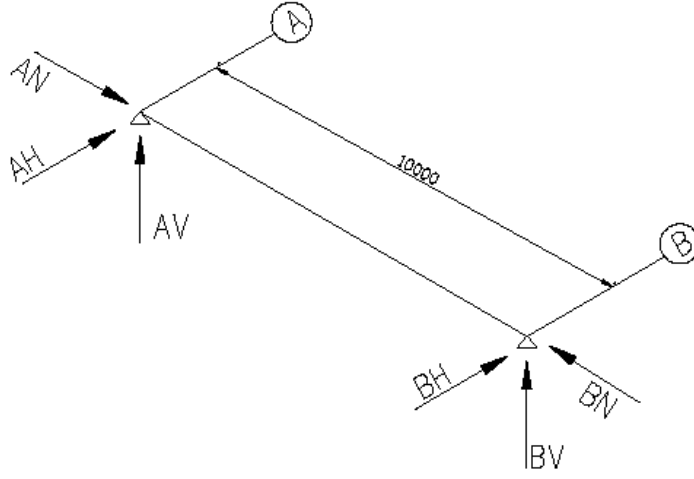
Şekil 3.36 : 24 ve 25 Nolu Döşeme Elemanları

$$A_d = 15 \text{ kN} \quad B_d = 15 \text{ kN} \quad C_d = 42 \text{ kN} \quad D_d = 42 \text{ kN} \quad H_d = 25 \text{ kN}$$

Seçilen Kesit: IPE 240

### 3.2.3.6 27 Nolu Eleman

27 Nolu Eleman



Şekil 3.37 : 27 Nolu Döşeme Elemanı

$$A_{v,d} = 45 \text{ kN} \quad B_{v,d} = 45 \text{ kN}$$

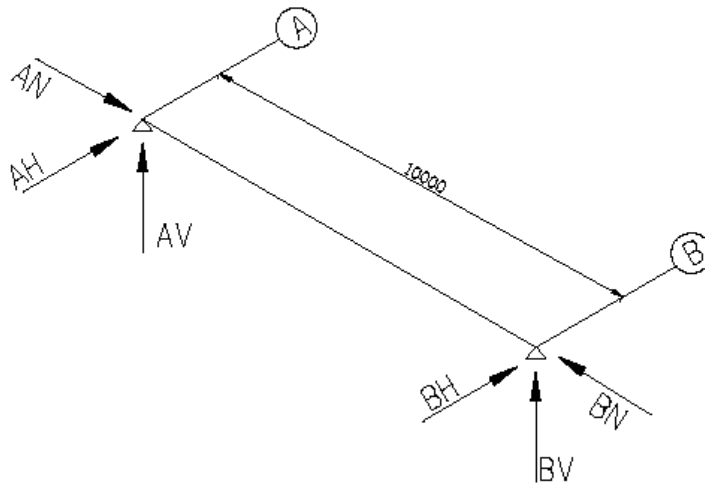
$$A_{M,d} = \pm 35 \text{ kN} \quad B_{H,d} = \pm 38 \text{ kN}$$

$$A_{N,d} = \pm 40 \text{ kN} \quad B_{N,d} = \pm 42 \text{ kN}$$

Seçilen Kesit: [ 400

### 3.2.3.7 28 Nolu Eleman

28 Nolu Eleman



Şekil 3.38 : 28 Nolu Döşeme Elemanı

$$A_{v,d} = 45 \text{ kN} \quad B_{v,d} = 45 \text{ kN}$$

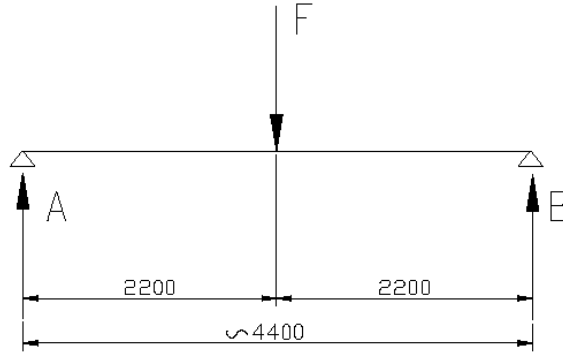
$$A_{M,d} = \pm 5 \text{ kN} \quad B_{H,d} = \pm 5 \text{ kN}$$

$$A_{N,d} = \pm 15 \text{ kN} \quad B_{N,d} = \pm 20 \text{ kN}$$

Seçilen Kesit: [ 400

### 3.2.3.8 39 Nolu Eleman

#### 39 Nolu Eleman



Şekil 3.39 : 39 Nolu Döşeme Elemanı

$$F_d \approx 1,5 (0,5 \text{ kN/m} \times 8,3 \text{ m} + 3,0 \text{ kN}) >$$

$$F_d \approx 12 \text{ kN}$$

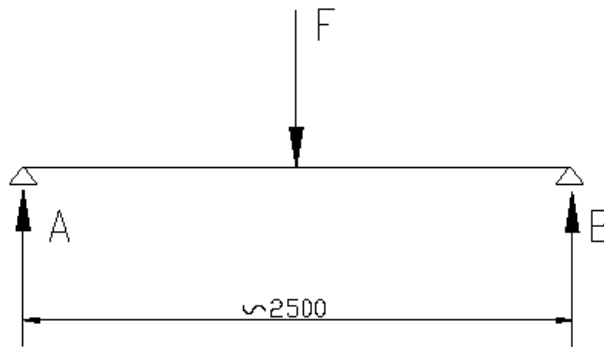
$$A_d \approx 8 \text{ kN} \quad B_d = 8 \text{ kN}$$

$$M_d \approx \frac{12 \times 4,4}{4} = 13,2 \text{ kNm}$$

Seçilen Kesit: [ 200

$$\sigma_d = \frac{1320}{191} = 6,91 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

#### 40 ve 41 Nolu Elemanlar



Şekil 3.40 : 40 ve 41 Nolu Döşeme Elemanları

$$F_d \approx 12 \text{ kN}$$

$$A_d = B_d \approx 8 \text{ kN}$$

Seçilen Kesit: [ 180

$$M_d = 7,5 \text{ kNm}$$

$$\sigma_d = \frac{750}{150} = 5,0 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

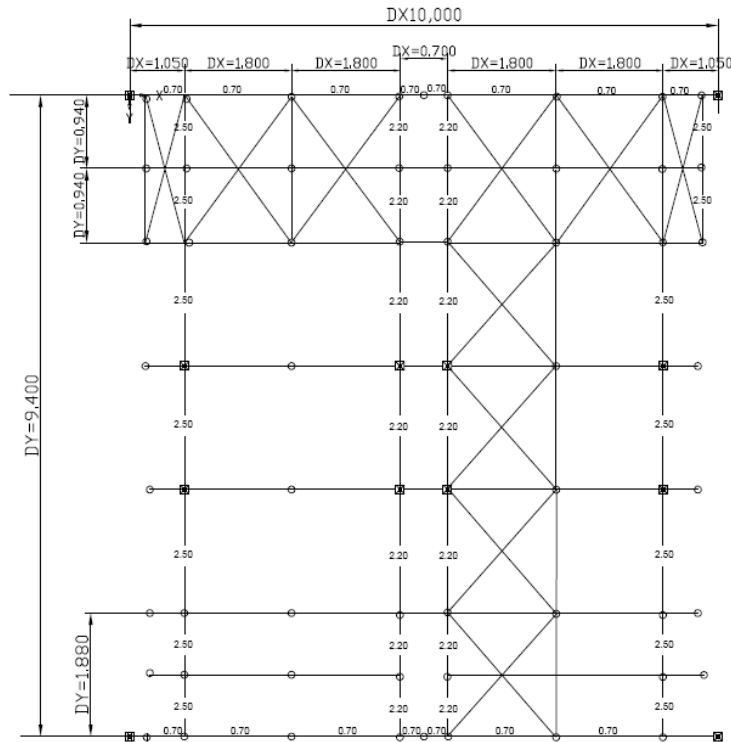
### 3.2.4 31.550 Platformuna Ait Yükler

#### 3.2.4.1 Ölü Yükler (Yük Sistemi 1)

$$W = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

$$W_1 = (1,8 + 0,35) 1,0 \approx 2,2 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = (1,8 + 0,66) 1,0 \approx 2,5 \text{ kN/m}$$



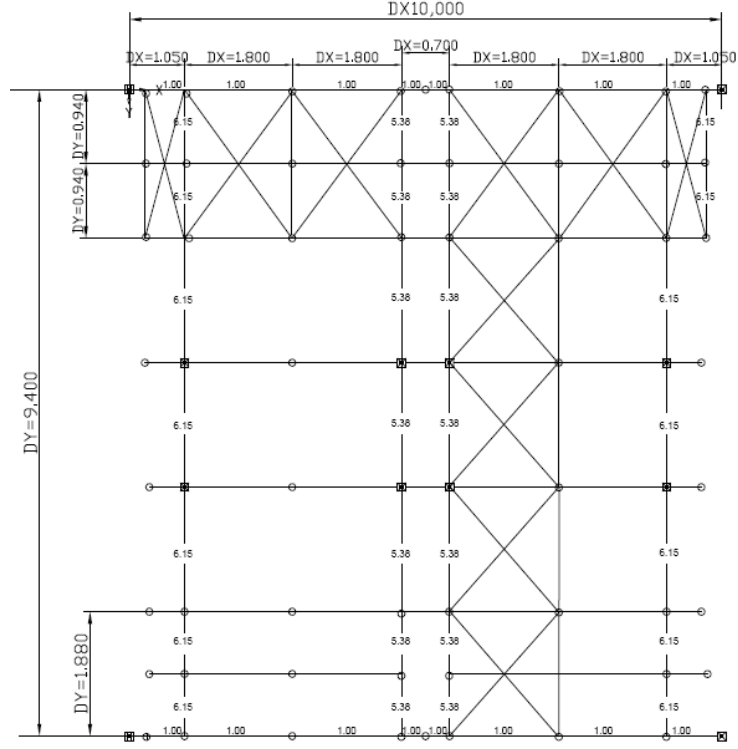
Şekil 3.41 : 31.550 Platformu Yük Sistemi 1

### 3.2.4.2 Hareketli Yükler (Yük Sistemi 2)

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

$$P_1 = (1,8 + 0,35) 2,5 \approx 5,38 \text{ kN/m}$$

$$P_2 = (1,8 + 0,66) 2,5 \approx 6,15 \text{ kN/m}$$



Şekil 3.42 : 31.550 Platformu Yük Sistemi 2

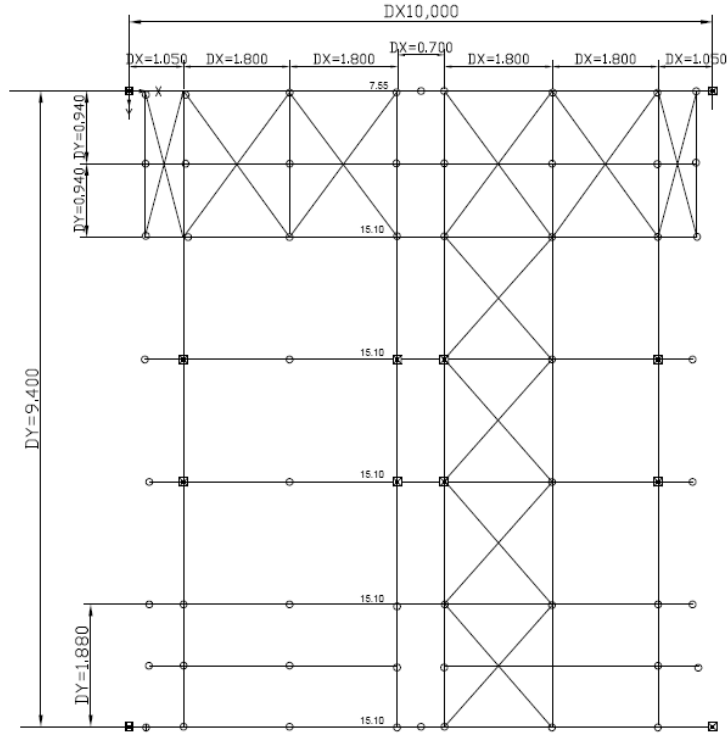
### 3.2.4.3 X Doğrultusundaki Deprem Yükleri (Yük Sistemi 3)

$$P = 1,0 + 2,5 = 3,5 \text{ kNm/m}^2$$

$$Q = 3,5 \times 9,4 \times 9,2 = 302 \text{ kN}$$

$$Q_e = 302 \times 0,25 = 75,5 \text{ kN}$$

$$q_e = 75,5 / 9,4 = 8,03 \text{ kN/m}$$



Şekil 3.43 : 31.550 Platformu Yük Sistemi 3

$$F_{e,1} = 8,03 \times 0,94 = 7,55 \text{ kN}$$

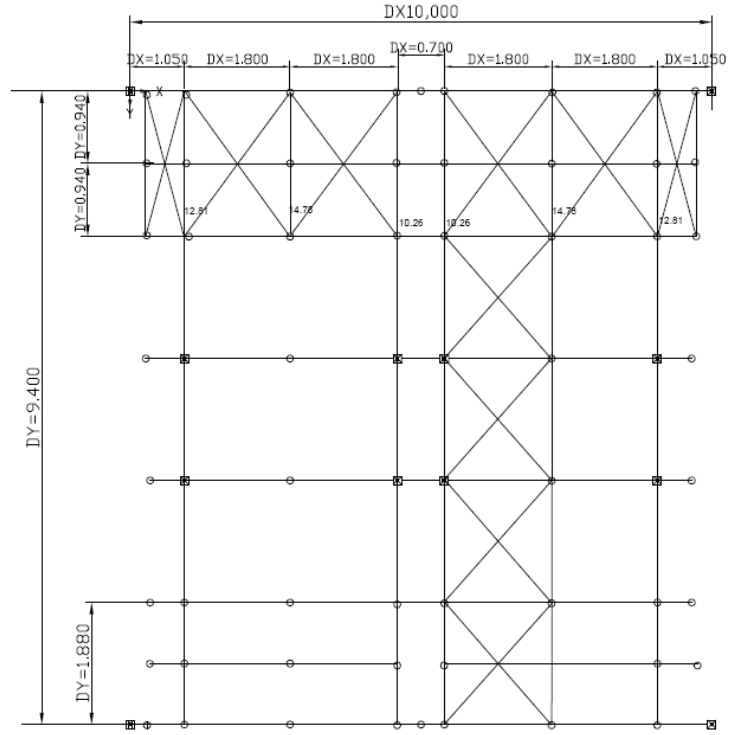
$$F_{e,2} = 8,03 \times 0,94 \times 2 = 15,10 \text{ kN}$$

#### 3.2.4.4 Y Doğrultusundaki Deprem Yükleri (Yük Sistemi 4)

$$Q_e = 75,5 \text{ kN}$$

$$q_e = 75,5/9,2 = 8,21 \text{ kN/m}$$

$$F_{e,1} = 8,21 ( 0,9 + 0,35 ) = 10,26 \text{ kN}$$

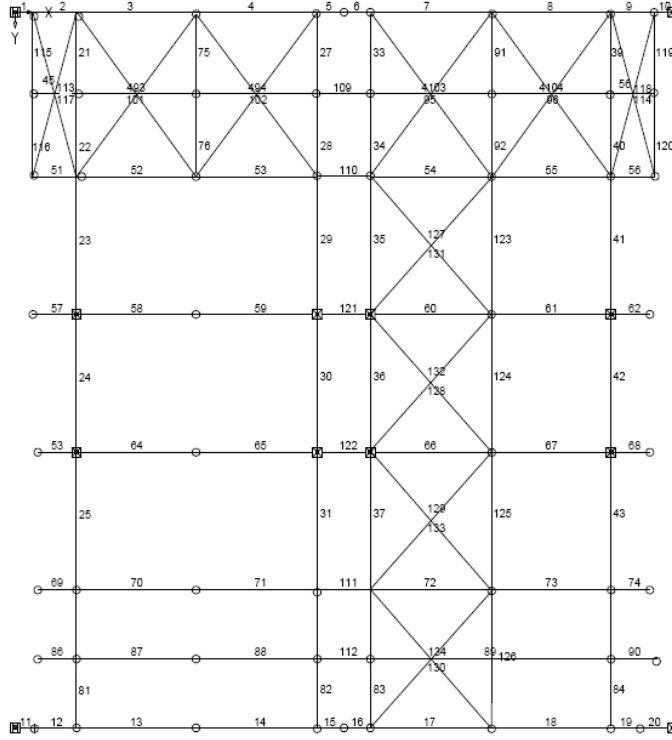


**Şekil 3.44 : 31.550 Platformu Yük Sistemi 4**

$$F_{e,2} = 8,21 \times 1,8 = 14,78 \text{ kN}$$

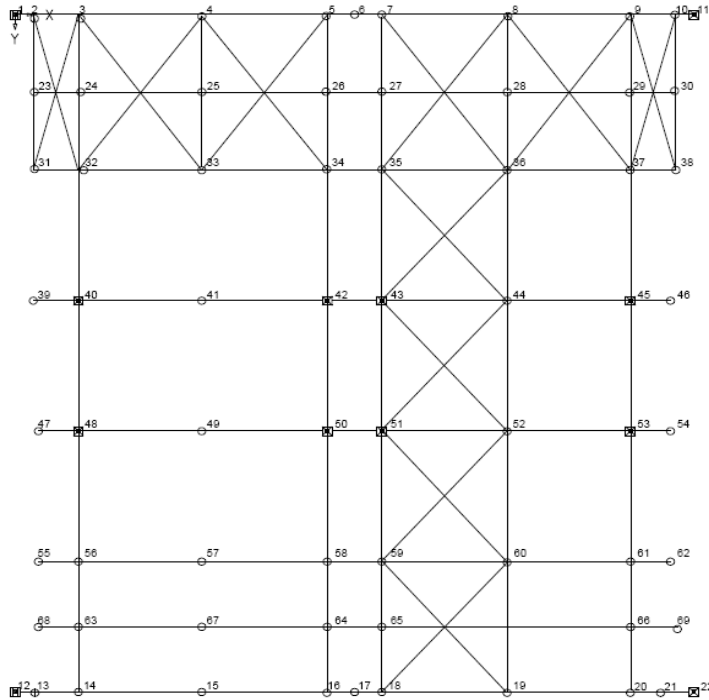
$$F_{e,3} = 8,21 (0,9 + 0,66) = 12,81 \text{ kN}$$

### 3.2.5 Elemanların Markalanması



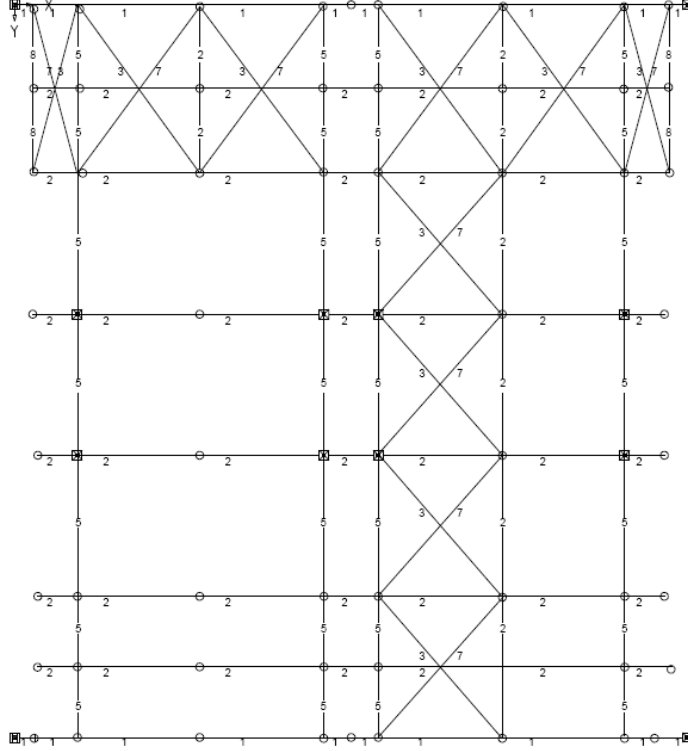
Şekil 3.45 : 31.550 Platformu Eleman Markalaması

### 3.2.6 Düğüm Noktalarının Markalanması



Şekil 3.46 : 31.550 Platformu Düğüm Noktaları Markalaması

### 3.2.7 Kesitlerin Markalanması

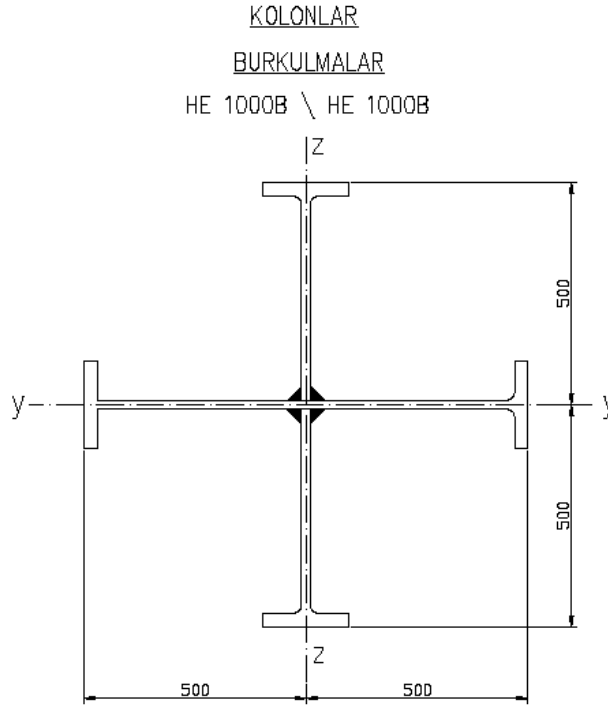


Şekil 3.47 : 31.550 Platformu Kesitlerine Ait Markalama

### 3.3 Kolonlar:

Bu kısımda kolonlara ait burkulma hesap ve tahkikleri; seçilen kesitlerin özelliklerinin gösterilmesi, bu kesitler üzerindeki kuvvetler ve bunlara bağlı hesaplar şeklinde her kolon için HE1000B + 2x ½ HE1000B (S355) , HE900B + 2x ½ HE900B (S235), HE600B + 2x ½ HE600B (S235) sıralarıyla yapılmıştır.

### 3.3.1 HE1000B/HE1000B Kolonu



Şekil 3.48 : HE1000B/HE1000B Kolonu

Çelik Sınıfı: S355

$$\sigma_{r,d} = 32,73 \text{ kN/cm}^2$$

$$A = 798 \text{ cm}^2$$

$$j_y = j_z = 660150 \text{ cm}^4$$

$$N_{PL,d} = 798 \times 32,73 = 26,116 \text{ kN}$$

$$W_{pl,y} = W_{pl,z} = 16532,4 \text{ cm}^3$$

$$\text{HE1000B} \rightarrow M_{pl,y} = M_{pl,z} = 1,5 \times 3565/1,1 = 4861 \text{ kNm}$$

## HEB1000-HEB1000 Kesit Bilgileri:

Çizelge 3.8 : HEB1000-HEB1000 Düğüm Noktası Bilgileri

Point No	Coordinate system	Ref- Point	Nodes			
			Node Coordinates		Principal axis coordinates	
			y [cm]	z [cm]	2 [cm]	3 [cm]
1	Cartesian	-	-15,000	-48,200	-15,000	-48,200
2	Cartesian	-	0,000	-48,200	0,000	-48,200
3	Cartesian	-	15,000	-48,200	15,000	-48,200
4	Cartesian	-	-15,000	48,200	-15,000	48,200
5	Cartesian	-	0,000	48,200	0,000	48,200
6	Cartesian	-	15,000	48,200	15,000	48,200
7	Cartesian	-	0,000	0,000	0,000	0,000
8	Cartesian	-	-48,200	15,000	-48,200	15,000
9	Cartesian	-	-48,200	0,000	-48,200	0,000
10	Cartesian	-	-48,200	-15,000	-48,200	-15,000
11	Cartesian	-	48,200	15,000	48,200	15,000
12	Cartesian	-	48,200	0,000	48,200	0,000
13	Cartesian	-	48,200	-15,000	48,200	-15,000

Çizelge 3.9 : HEB1000-HEB1000 Malzeme Bilgileri

Material Data					
Material No.	Material Description	E- Modulus [kN/cm <sup>2</sup> ]	G- Modulus [kN/cm <sup>2</sup> ]	Sp. Weight [kN/cm <sup>3</sup> ]	f-yk [kN/cm <sup>2</sup> ]
1	Steel St52	21000,000	8100,000	7,850E-05	36,000

Çizelge 3.10 : HEB1000-HEB1000 Eleman Bilgileri

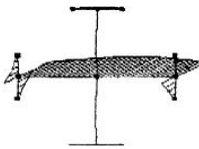
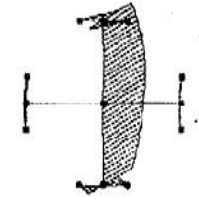
Element No.	Nodes Start	Nodes End	Thickness [cm]	Material No.	Length [cm]	Area [cm <sup>2</sup> ]						
							Elements					
1	1	2	3,600	1	15,000	54,000						
2	2	3	3,600	1	15,000	54,000						
3	4	5	3,600	1	15,000	54,000						
4	5	6	3,600	1	15,000	54,000						
5	2	7	1,900	1	48,200	91,580						
6	7	5	1,900	1	48,200	91,580						
7	8	9	3,600	1	15,000	54,000						
8	9	10	3,600	1	15,000	54,000						
9	11	12	3,600	1	15,000	54,000						
10	12	13	3,600	1	15,000	54,000						
11	9	7	1,900	1	48,200	91,580						
12	7	12	1,900	1	48,200	91,580						

**Çizelge 3.11 : HEB1000-HEB1000 Kesit Bilgileri**

Description	Section Properties			Comments
	Symbol	Value	Unit	
Cross-sectional area	A	789,32	cm <sup>2</sup>	
Shear Areas	A-2	187,6	cm <sup>2</sup>	
	A-3	187,6	cm <sup>2</sup>	
Centroid location	y-S	0	cm	With respect to the zero point
	z-S	0	cm	
Second moment of area	I-y	660150	cm <sup>4</sup>	With respect to the y,z centroidal axes
	I-z	660150	cm <sup>4</sup>	
	I-yz	0	cm <sup>4</sup>	
Inclination of the principal axes	Alpha	0	Degrees	clockwise positive
Second moment of area(about principal axes)	I-2	660150	cm <sup>4</sup>	With respect to the principal axes 2,3
	I-3	660150	cm <sup>4</sup>	
Polar second moment of area	I-p	1320300	cm <sup>4</sup>	
	I-p,M	1320300	cm <sup>4</sup>	With respect to the shear center M
Radii of gyration	i-y	28,756	cm	With respect to the shear centroid
	i-z	28,756	cm	
Radii of gyration(about principal axes)	i-yz	0	cm	
	i-2	28,756	cm	With respect to the principal axes 2,3
	i-3	28,756	cm	
	i-p	40,668	cm	
Polar radii of gyration	i-p,M	40,668	cm	With respect to the shear center M
Section weight	i-Om,M	7,551	cm	
Cross-section perimeter length	G	626,681	kg/m	
Torsional constant	U	654,4	cm	
Torsion (st. Venant)	I-T	2307,04	cm <sup>4</sup>	Sum of I-T (St Venant) and I-T (Bredt)
Torsion (st. Bredt)	I-T St Ven	2307,04	cm <sup>4</sup>	
Location of shear center	I-T Bredt	0	cm <sup>4</sup>	
	y-M (0)	0	cm	With respect to the zero point
	z-M (0)	0	cm	
	y-M (S)	0	cm	With respect to the zero centroid
Warping constant	z-M (S)	0	cm	
	C-S	75273000	cm <sup>6</sup>	With respect to the zero centroid
Calculation function for warping twist	C-M	75273000	cm <sup>6</sup>	With respect to the shear center
	R-Om,M	18503900	cm <sup>6</sup>	With respect to the shear center
	r-Om,M	0,246		
	W-2 max	13203	cm <sup>3</sup>	in node 5
Section moduli	W-2 min	-13203	cm <sup>3</sup>	in node 2
	W-3 max	13203	cm <sup>3</sup>	in node 12
	W-3 min	-13203	cm <sup>3</sup>	in node 9
	W-y max	13203	cm <sup>3</sup>	in node 5
	W-y min	-13203	cm <sup>3</sup>	in node 2
	W-z max	13203	cm <sup>3</sup>	in node 12
	W-z min	-13203	cm <sup>3</sup>	in node 9
	W-Om max	104112	cm <sup>4</sup>	in node 1
Warping section moduli	W-Om min	104112	cm <sup>4</sup>	in node 3
	r-2	0	cm	
Section ranges	r-3	0	cm	
Decrement factor	Lambda	0,00343828	1/cm	in node 3
Plastic moment capacity	M-pl,y	5951650	kNmm	without interaction condition
	M-pl,z	5951650	kNmm	
Plastic section moduli	W-pl,y	16532,4	cm <sup>3</sup>	Alpha-pl,2: 1,25
	W-pl,z	16532,4	cm <sup>3</sup>	Alpha-pl,3: 1,25
location of the area halving axis	f-y	0	cm	about the centroid S
	f-z	0	cm	
Plastic Shear capacity	Vpl,y	3899,19	kN	
Plastic Axial capacity	Vpl,z	3899,19	kN	
Plastic Warping capacity	N-pl	28739,5	kN	
	M-w-pl	5,62E+08	kNmm <sup>2</sup>	

Çizelge 3.12 : HEB1000-HEB1000 Statik Momentleri

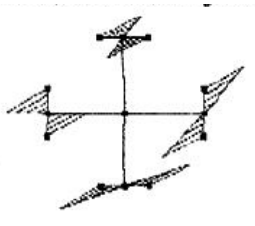
Statical Moments						
Elem- No	S- Diagram Node	Distance s [cm]	S-2 [cm3]	S-3 [cm3]	Max S-2 [cm3] at location [cm]	Max S-3 [cm3] at location [cm]
1	1	0,000	0,000	0,000	2602,800	405,000
	1	7,500	1301,400	303,750	15,000	15,000
	2	15,000	2602,800	405,000		
	2	0,000	-2602,800	405,000	-2602,800	405,000
	2	7,500	-1301,400	303,750	0,000	0,000
2	3	15,000	0,000	0,000		
	4	0,000	0,000	0,000	-2602,800	405,000
	3	7,500	-1301,400	303,750	15,000	15,000
	5	15,000	-2602,800	405,000		
	5	0,000	2602,800	405,000	2602,800	405,000
3	4	7,500	1301,400	303,750	0,000	0,000
	6	15,000	0,000	0,000		
	2	0,000	5205,600	0,000	7412,680	0,000
4	5	24,100	6860,910	0,000	48,200	0,000
	7	48,200	7412,680	0,000		
5	7	0,000	7412,680	0,000	7412,680	0,000
	6	24,100	6860,910	0,000	0,000	48,200
	5	48,200	5205,600	0,000		
6	8	0,000	0,000	0,000	-405,000	2602,800
	7	7,500	-303,750	1301,400	15,000	15,000



Statical Moments S-3

		9	15,000	-405,000	2602,800		
		9	0,000	-405,000	-2602,800	-405,000	-2602,800
	<b>8</b>		7,500	-303,750	-1301,400	0,000	0,000
		10	15,000	0,000	0,000		
		11	0,000	0,000	0,000	-405,000	-2602,800
	<b>9</b>		7,500	-303,750	-1301,400	15,000	15,000
		12	15,000	-405,000	-2602,800		
		12	0,000	-405,000	2602,800	-405,000	2602,800
	<b>10</b>		7,500	-303,750	1301,400	0,000	0,000
		13	15,000	0,000	0,000		
		9	0,000	0,000	5205,600	0,000	7412,680
	<b>11</b>		24,100	0,000	6860,910	0,000	48,200
		7	48,200	0,000	7412,680		
		7	0,000	0,000	7412,680	0,000	7412,680
	<b>12</b>		24,100	0,000	6860,910	0,000	0,000
		12	48,200	0,000	5205,600		

**Çizelge 3.13 : HEB1000-HEB1000 Eğilme Momentleri**

Normalized Warping Constants and Warping Statical Moments						
	Elem- No	Node No	Distance s [cm]	Norm. Warp. Const. Omega-M [cm <sup>2</sup> ]	Warp. Stat. Moments A-Omega [cm <sup>4</sup> ]	
Norm. Warp. Const. Omega-M  	<b>1</b>	1	0,000	723,000	0,000	
			7,500	361,500	14640,800	
		2	15,000	0,000	19521,000	
	<b>2</b>		2	0,000	0,000	14640,800
			7,500	-361,500	0,000	
		3	15,000	-723,000	0,000	
	<b>3</b>		4	0,000	-723,000	0,000
			7,500	-361,500	-14640,800	
		5	15,000	0,000	-19521,000	
	<b>4</b>		5	0,000	0,000	-19521,000
			7,500	361,500	-14640,800	
		6	15,000	723,000	0,000	

**Çizelge 3.14 : 2.0 m – 10,25 m Arası HEB1000-HEB1000 Kolon Kesit Kuvvetleri**

<b>Kolonlar ve Kesit Kuvvetleri</b>			
<b>2,0 m 10,25 m arası (HE1000B St52) (S355)</b>			
Yük Grubu	Nd (kN)	M2 ( kNm)	M3 (kNm)
	A1		
18	-14400	0	0
18	-14350	196,4	6
19	-14110	21	179,2
	A2		
16	-14355	196,5	6
20	-14110	21	179,2
	B1		
15	-14352	196,4	6
22	-14110	21	179,2
17	-14360	197	6
21	-14110	21	179,2

### 3.3.1.1 2,0 ve 10,25 Arası Kolonlara Ait Burkulmalar

#### Sistem Kesit Özellikleri:

Profil: HE1000B + HE1000B St52 (S355)

$$I_z = 660150,00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 660150,00 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 13203,00 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 13203,00 \text{ cm}^3$$

$$s_{k,y} = 8,3 \text{ m}$$

$$s_{k,z} = 8,3 \text{ m}$$

$$\gamma_M = 1,1$$

$$f_{y,k} = 36,0 \text{ kN/cm}^2$$

Kesit Kuvvetleri:

$$N_d = 14360,00 \text{ kN}$$

$$M_{y,d} = 10,00 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d} = 197,00 \text{ kNm}$$

Plastik Kapasite:

$$N_{pl,d} = 26116,00 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,d} = 4861,00 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,z,d} = 4861,00 \text{ kNm}$$

Y Aksı:

$$N_{Ki,y,d} = (\pi^2 \times 21000 \times I_y) / ((100 \times s_{k,y})^2 \times \gamma M) = 180556,06 \text{ kN} \quad (3.1)$$

$$\lambda_{k,y} = \sqrt{(N_{pl,d}/N_{Ki,y,d})} = 0,38 \quad (3.2)$$

$$\text{KSL 'den Parametreler } a/b/c/d = 0,21/ 0,34/ 0,49/ 0,76 \quad (\text{EK-A})$$

$$\alpha \text{ Parametresi} = 0,49$$

$$k = 0,5 \times (1 + \alpha \times (\lambda_{k,y} - 0,20) + \lambda_{k,y}^2) = 0,616 \quad (3.3)$$

$$K_y = \text{MIN}(1/(k + \sqrt{(k^2 - \lambda_{k,y}^2)}); 1,0) = 0,908 \quad (3.4)$$

$\beta_M$  (Moment şekillerine göre Dikdörtgen 1,1 / parabol 1,3 / üçgen 1,4 / hiçbirine uymuyorsa tablo değeri 8,48

$$\beta_{M,y} = 1,4 \quad (\text{EK-C})$$

$$W_{pl,y} = \gamma M \times 100 \times M_{pl,y,d} / f_{y,k} = 14853,06 \text{ cm}^3 \quad (3.5)$$

$$\alpha_{pl,y} = W_{pl,y} / W_y = 1,12 \quad (3.6)$$

$$a_y = \text{MIN}(\lambda_{k,y} \times (2 \times \beta_{M,y} - 4) + (\alpha_{pl,y} - 1) / 0,8) = -0,336 \quad (3.7)$$

$$k_y = \text{MIN}(1 - N_d / (K_y \times N_{pl,d}) \times a_y / 1,5) = 1,203 \quad (3.8)$$

Z Aksı:

$$N_{Ki,y,d} = (\pi^2 \times 21000 \times I_z) / ((100 \times s_{k,z})^2 \times \gamma M) = 180556,06 \text{ kN} \quad (3.9)$$

$$\lambda_{k,z} = \sqrt{(N_{pl,d}/N_{Ki,y,d})} = 0,38 \quad (3.10)$$

$$\text{KSL 'den Parametreler } a/b/c/d = 0,21/ 0,34/ 0,49/ 0,76 \quad (\text{EK-A})$$

$$\alpha \text{ Parametresi} = 0,49$$

$$k = 0,5 \times (1 + \alpha \times (\lambda_{k,z} - 0,20) + \lambda_{k,z}^2) = 0,616 \quad (3.11)$$

$$K_z = \text{MIN}(1/(k + \sqrt{(k^2 - \lambda_{k,z}^2)}); 1,0) = 0,908 \quad (3.12)$$

$\beta_M$  (Moment şekillerine göre Dikdörtgen 1,1 / parabol 1,3 / üçgen 1,4 / hiçbirine uymuyorsa tablo değeri 8,48

$$\beta_{M,z} = 1,4 \quad (\text{EK-C})$$

$$W_{pl,z} = \gamma M \times 100 \times M_{pl,z,d} / f_{y,k} = 14853,06 \text{ cm}^3 \quad (3.13)$$

$$\alpha_{pl,z} = W_{pl,z}/W_z = 1,12 \quad (3.14)$$

$$a_z = \text{MIN}(\lambda_{k,z} \times (2 \times \beta_{M,z} - 4) + (\alpha_{pl,z} - 1)/0,8) = -0,336 \quad (3.15)$$

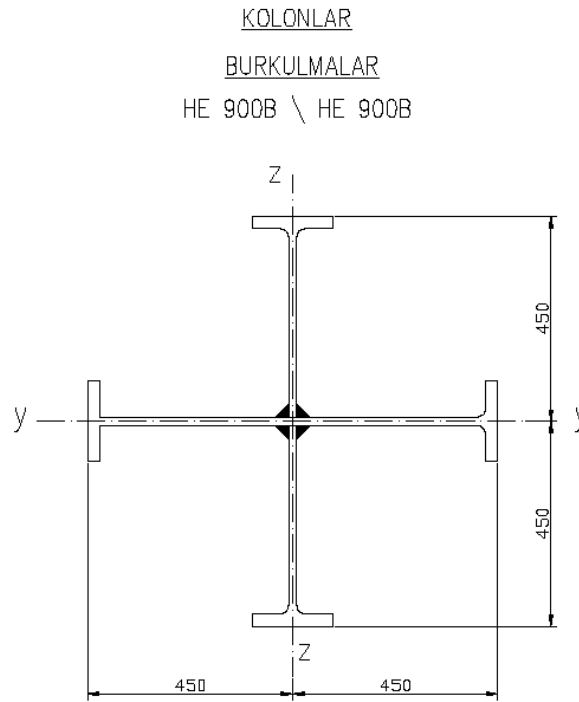
$$k_z = \text{MIN}(1 - N_d/(K_z \times N_{pl,d}) \times a_z/1,5) = 1,203 \quad (3.16)$$

İspat:

$$K = \text{MIN}(K_y; K_z) = 0,908 \quad (3.17)$$

$$N_d/(K \times N_{pl,d}) + M_{y,d} \times k_y/M_{pl,y,d} + M_{z,d} \times k_z/M_{pl,z,d} = \mathbf{0,66} < \mathbf{1} \quad (3.18)$$

### 3.3.2 HE900B/HE900B Kolonu



Şekil 3.49 : HE900B/HE900B Kolonu

Çelik Sınıfı: S235 (st37)

$$\sigma_{r,d} = 21,82 \text{ kN/cm}^2$$

$$A = 740 \text{ cm}^2$$

$$j_y = j_z = 508607 \text{ cm}^4$$

$$N_{PL,d} = 740 \times 21,82 = 16146 \text{ kN}$$

$$W_{pl,y} = W_{pl,z} = 14192 \text{ cm}^3$$

$$\text{HE900B} \rightarrow M_{pl,y} = M_{pl,z} = 3020/1,1 = 2746 \text{ kNm}$$

## HEB900-HEB900 Kesit Bilgileri:

Çizelge 3.15 : HEB900-HEB900 Düğüm Noktası Bilgileri

Point No	Coordinate system	Ref- Point	Nodes				
			Node Coordinates		Principal axis coordinates		
			y [cm]	z [cm]	2 [cm]	3 [cm]	
1	Cartesian	-	-15,000	-43,250	-15,000	-43,250	
2	Cartesian	-	0,000	-43,250	0,000	-43,250	
3	Cartesian	-	15,000	-43,250	15,000	-43,250	
4	Cartesian	-	-15,000	43,250	-15,000	43,250	
5	Cartesian	-	0,000	43,250	0,000	43,250	
6	Cartesian	-	15,000	43,250	15,000	43,250	
7	Cartesian	-	0,000	0,000	0,000	0,000	
8	Cartesian	-	-43,250	15,000	-43,250	15,000	
9	Cartesian	-	-43,250	0,000	-43,250	0,000	
10	Cartesian	-	-43,250	-15,000	-43,250	-15,000	
11	Cartesian	-	43,250	15,000	43,250	15,000	
12	Cartesian	-	43,250	0,000	43,250	0,000	
13	Cartesian	-	43,250	-15,000	43,250	-15,000	

Çizelge 3.16 : HEB1000-HEB1000 Malzeme Bilgileri

Material Data					
Material No.	Material Description	E- Modulus [kN/cm <sup>2</sup> ]	G- Modulus [kN/cm <sup>2</sup> ]	Sp. Weight [kN/cm <sup>3</sup> ]	f-yk [kN/cm <sup>2</sup> ]
1	Steel St37	21000,000	8100,000	7,850E-05	24,000

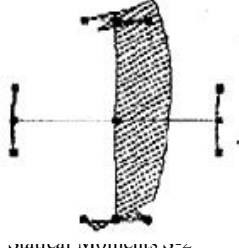
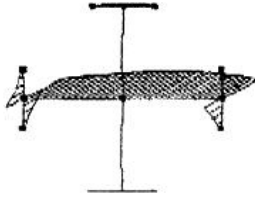
Çizelge 3.17 : HEB900-HEB900 Eleman Bilgileri

Element No.	Nodes		Thickness [cm]	Material No.	Length [cm]	Area [cm <sup>2</sup> ]
	Start	End				
1	1	2	3,500	1	15,000	52,500
2	2	3	3,500	1	15,000	52,500
3	4	5	3,500	1	15,000	52,500
4	5	6	3,500	1	15,000	52,500
5	2	7	1,850	1	43,250	80,013
6	7	5	1,850	1	43,250	80,013
7	8	9	3,500	1	15,000	52,500
8	9	10	3,500	1	15,000	52,500
9	11	12	3,500	1	15,000	52,500
10	12	13	3,500	1	15,000	52,500
11	9	7	1,850	1	43,250	80,013
12	7	12	1,850	1	43,250	80,013

**Çizelge 3.18 : HEB900-HEB900 Kesit Bilgileri**

Description	Section Properties			Comments
	Symbol	Value	Unit	
Cross-sectional area	A	740,05	cm <sup>2</sup>	
Shear Areas	A-2	165,858	cm <sup>2</sup>	
	A-3	165,858	cm <sup>2</sup>	
Centroid location	y-S	0	cm	With respect to the zero point
	z-S	0	cm	
Second moment of area	I-y	508607	cm <sup>4</sup>	With respect to the y,z centroidal axes
	I-z	508607	cm <sup>4</sup>	
	I-yz	0	cm <sup>4</sup>	
Inclination of the principal axes	Alpha	0	Degrees	clockwise positive
Second moment of area(about principal axes)	I-2	508607	cm <sup>4</sup>	With respect to the principal axes 2,3
	I-3	508607	cm <sup>4</sup>	
	I-p	1017210	cm <sup>4</sup>	
Polar second moment of area	I-p,M	1017210	cm <sup>4</sup>	With respect to the shear center M
	i-y	26,216	cm	With respect to the shear centroid
Radii of gyration	i-z	26,216	cm	
	i-yz	0	cm	
	i-2	26,216	cm	With respect to the principal axes 2,3
Radii of gyration(about principal axes)	i-3	26,216	cm	
	i-p	37,075	cm	
	i-p,M	37,075	cm	With respect to the shear center M
Polar radii of gyration	i-Om,M	7,611	cm	
Section weight	G	580,939	kg/m	
Cross-section perimeter lenght	U	614	cm	
Torsional constant	I-T	2080,12	cm <sup>4</sup>	Sum of I-T (St Venant) and I-T (Bredt)
Torsion (st. Venant)	I-T StVen	2080,12	cm <sup>4</sup>	
Torsion (st. Bredt)	I-T Bredt	0	cm <sup>4</sup>	
Location of shear center	y-M (0)	0	cm	With respect to the zero point
	z-M (0)	0	cm	
	y-M (S)	0	cm	With respect to the zero centroid
	z-M (S)	0	cm	
Warping constant	C-S	58922700	cm <sup>6</sup>	With respect to the zero centroid
	C-M	58922700	cm <sup>6</sup>	With respect to the shear center
Calculation function for warping twist	R-Om,M	11817300	cm <sup>6</sup>	With respect to the shear center
	r-Om,M	0,201		
	W-2 max	11302,4	cm <sup>3</sup>	in node 5
	W-2 min	-11302,4	cm <sup>3</sup>	in node 2
	W-3 max	11302,4	cm <sup>3</sup>	in node 12
	W-3 min	-11302,4	cm <sup>3</sup>	in node 9
	W-y max	11302,4	cm <sup>3</sup>	in node 5
	W-y min	-11302,4	cm <sup>3</sup>	in node 2
	W-z max	11302,4	cm <sup>3</sup>	in node 12
	W-z min	-11302,4	cm <sup>3</sup>	in node 9
Warping section moduli	W-Om max	90825	cm <sup>4</sup>	in node 1
	W-Om min	90825	cm <sup>4</sup>	in node 3
Section ranges	r-2	0	cm	
	r-3	0	cm	
Decrement factor	Lambda	0,00369008	1/cm	in node 3
Plastic moment capacity	M-pl,y	3406090	kNmm	without interaction condition
	M-pl,z	3406090	kNmm	
Plastic section moduli	W-pl,y	14192,1	cm <sup>3</sup>	Alpha-pl,2: 1,25
	W-pl,z	14192,1	cm <sup>3</sup>	Alpha-pl,3: 1,25
location of the area halving axis	f-y	0	cm	about the centroid S
	f-z	0	cm	
Plastic Shear capacity	Vpl,y	2298,19	kN	
	Vpl,z	2298,19	kN	
Plastic Axial capacity	N-pl	17761,2	kN	
Plastic Warping capacity	M-w-pl	3,27E+08	kNmm <sup>2</sup>	

Çizelge 3.19 : HEB900-HEB900 Statik Momentleri

		Statik Moments					
Elem- No	S- Diagram Node	Distance s [cm]	S-2 [cm3]	S-3 [cm3]	Max S-2 [cm3] at location [cm]	Max S-3 [cm3] at location [cm]	
1		1	0,000	0,000	0,000	2270,630	393,750
		7,500	1135,310	295,313	15,000	15,000	
		2	15,000	2270,630	393,750		
		2	0,000	-2270,630	393,750	-2270,630	393,750
		7,500	-1135,310	295,313	0,000	0,000	
2		3	15,000	0,000	0,000		
		4	0,000	0,000	0,000	-2270,630	393,750
		7,500	-1135,310	295,313	15,000	15,000	
3		5	15,000	-2270,630	393,750		
		5	0,000	2270,630	393,750	2270,630	393,750
		7,500	1135,310	295,313	0,000	0,000	
4		6	15,000	0,000	0,000		
		2	0,000	4541,250	0,000	6271,520	0,000
		21,625	5838,950	0,000	43,250	0,000	
5		7	43,250	6271,520	0,000		
		7	0,000	6271,520	0,000	6271,520	0,000
		21,625	5838,950	0,000	0,000	43,250	
6		5	43,250	4541,250	0,000		
		8	0,000	0,000	0	-393,750	2270,630
		7,500	-295,313	1135,310	15,000	15,000	
7		9	15,000	-393,750	2270,630		
		9	0,000	-393,750	-2270,630	-393,750	-2270,630
		7,500	-295,313	-1135,310	0,000	0,000	
8		10	15,000	0,000	0,000		
		11	0,000	0,000	0,000	-393,750	-2270,630
		7,500	-295,313	-1135,310	15,000	15,000	
9		12	15,000	-393,750	-2270,630		
		12	0,000	-393,750	2270,630	-393,750	2270,630
		7,500	-295,313	1135,310	0,000	0,000	
10		13	15,000	0,000	0,000		
		9	0,000	0,000	4541,250	0,000	6271,520
		21,625	0,000	5838,950	0,000	43,250	
11		7	43,250	0,000	6271,520		

	7	0,000	0,000	6271,520	0,000	6271,520
12		21,625	0,000	5838,950	0,000	0,000
	12	43,250	0,000	4541,250		

**Çizelge 3.20 : HEB900-HEB900 Eğilme Momentleri**

Normalized Warping Constants and Warping Statical Moments					
Elem- No	Node No	Distance s [cm]	Norm. Warp. Const. Omega-M [cm <sup>2</sup> ]	Warp. Stat. Moments A-Omega [cm <sup>4</sup> ]	
1	1	0,000	648,750	0,000	
		7,500	324,375	12772,300	
	2	15,000	0,000	17029,700	
2	2	0,000	0,000	12772,300	
		7,500	-324,375	0,000	
	3	15,000	-648,750	0,000	
3	4	0,000	-648,750	0,000	
		7,500	-324,375	-12772,300	
	5	15,000	0,000	-17029,700	
4	5	0,000	0,000	-17029,700	
		7,500	324,375	-12772,300	
	6	15,000	648,750	0,000	

**Çizelge 3.21 : 10.25 m – 18,50 m Arası HEB900-HEB900 Kolon Kesit Kuvvetleri**

Kolonlar ve Kesit Kuvvetleri			
10,25 m 18,50 m arası (HE900B St37) (S235)			
Yük Grubu	Nd (kN)	M2 ( kNm)	M3 (kNm)
	A1		
18	-11196	196	6
18	-11005	21	179,2
	A2		
16	-11203	196,5	6
20	-11004	21	179,2
	B1		
15	-11199	-196,4	6
20	-11008	21	179,2
	B2		
17	-11207	196,5	6
21	-11007	21	179,2

### 3.3.2.1 10,25 ve 18,50 Arası Kolonlara Ait Burkulmalar

#### Sistem Kesit Özellikleri:

Profil: HE900B + HE900B St37 (S235)

$$I_z = 508607,00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 508607,00 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 11302,00 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 11302,00 \text{ cm}^3$$

$$s_{k,y} = 8,3 \text{ m}$$

$$s_{k,z} = 8,3 \text{ m}$$

$$\gamma M = 1,1$$

$$f_{y,k} = 24,0 \text{ kN/cm}^2$$

Kesit Kuvvetleri:

$$N_d = 11210,00 \text{ kN}$$

$$M_{y,d} = 6,00 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d} = 197,00 \text{ kNm}$$

Plastik Kapasite:

$$N_{pl,d} = 16146,00 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,d} = 2746,00 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,z,d} = 2746,00 \text{ kNm}$$

Y Aksı:

$$N_{Ki,y,d} = (\pi^2 \times 21000 \times I_y) / ((100 \times s_{k,y})^2 \times \gamma M) = 139107,89 \text{ kN} \quad (3.19)$$

$$\lambda_{k,y} = \sqrt{(N_{pl,d} / N_{Ki,y,d})} = 0,34 \quad (3.20)$$

$$\text{KSL 'den Parametreler } a/b/c/d = 0,21/ 0,34/ 0,49/ 0,76 \quad (\text{EK-A})$$

$$\alpha \text{ Parametresi} = 0,49$$

$$k = 0,5 \times (1 + \alpha \times (\lambda_{k,y} - 0,20) + \lambda_{k,y}^2) = 0,592 \quad (3.21)$$

$$K_y = \text{MIN} (1/(k+\sqrt{(k^2 - \lambda_{k,y}^2)});1,0) = 0,929 \quad (3.22)$$

$\beta_M$  (Moment şekillerine göre Dikdörtgen 1,1 / parabol 1,3 / üçgen 1,4 / hiçbirine uymuyorsa tablo değeri 8,48

$$W_{pl,y} = \gamma M \times 100 \times M_{pl,y,d} / f_{y,k} = 12585,83 \text{ cm}^3 \quad (3.23)$$

$$\alpha_{pl,y} = W_{pl,y} / W_y = 1,11 \quad (3.24)$$

$$a_y = \text{MIN}(\lambda_{k,y} \times (2 \times \beta_{M,y} - 4) + (\alpha_{pl,y} - 1) / 0,8) = -0,298 \quad (3.25)$$

$$k_y = \text{MIN} (1 - N_d / (K_y \times N_{pl,d}) \times a_y / 1,5) = 1,223 \quad (3.26)$$

$$\beta_{M,y} = 1,4 \quad (\text{EK-C})$$

Z Aksı:

$$N_{Ki,y,d} = (\pi^2 \times 21000 \times I_z) / ((100 \times s_{k,z})^2 \times \gamma M) = 139107,89 \text{ kN} \quad (3.27)$$

$$\lambda_{k,z} = \sqrt{(N_{pl,d} / N_{Ki,y,d})} = 0,34 \quad (3.28)$$

$$\text{KSL 'den Parametreler } a/b/c/d = 0,21/ 0,34/ 0,49/ 0,76 \quad (\text{EK-A})$$

$\alpha$  Parametresi = 0,49

$$k = 0,5 \times (1 + \alpha \times (\lambda_{k,z} - 0,20) + \lambda_{k,z}^2) = 0,592 \quad (3.29)$$

$$K_z = \text{MIN} (1/(k+\sqrt{(k^2 - \lambda_{k,z}^2)});1,0) = 0,929 \quad (3.30)$$

$\beta_M$  (Movementenverl.) Rechteck 1,1 / parabel 1,3 / Dreieck 1,4 / sonst tafel 8,48

$$\beta_{M,z} = 1,4 \quad (\text{EK-C})$$

$$W_{pl,z} = \gamma M \times 100 \times M_{pl,z,d} / f_{y,k} = 12585,83 \text{ cm}^3 \quad (3.31)$$

$$\alpha_{pl,z} = W_{pl,z} / W_z = 1,11 \quad (3.32)$$

$$a_z = \text{MIN}(\lambda_{k,z} \times (2 \times \beta_{M,z} - 4) + (\alpha_{pl,z} - 1) / 0,8) = -0,298 \quad (3.33)$$

$$k_z = \text{MIN} (1 - N_d / (K_z \times N_{pl,d}) \times a_z / 1,5) = 1,223 \quad (3.34)$$

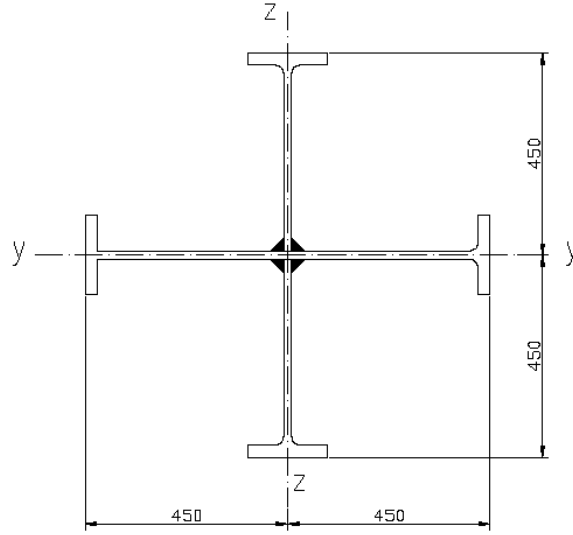
İspat:

$$K = \text{MIN} (K_y; K_z) = 0,929 \quad (3.35)$$

$$N_d / (K \times N_{pl,d}) + M_{y,d} \times k_y / M_{pl,y,d} + M_{z,d} \times k_z / M_{pl,z,d} = \mathbf{0,84} < \mathbf{1} \quad (3.36)$$

### 3.3.3 HE600B/HE600B Kolonu

KOLONLAR  
BURKULMALAR  
HE 900B \ HE 900B



Şekil 3.50 : HE600B/HE600B Kolonu

Çelik Sınıfı: S235 (st37)

$$\sigma_{r,d} = 21,82 \text{ kN/cm}^2$$

$$A = 536 \text{ cm}^2$$

$$j_y = j_z = 183778 \text{ cm}^4$$

$$W_y = W_z = 6126 \text{ cm}^3$$

$$N_{PL,d} = 536 \times 21,82 = 11695 \text{ kN}$$

$$W_{pl,y} = W_{pl,z} = 7773 \text{ cm}^3$$

$$\text{HE600B} \rightarrow M_{pl,y} = M_{pl,z} = 1542/1,1 = 1402 \text{ kNm}$$

## HEB600-HEB600 Kesit Bilgileri:

Çizelge 3.22 : HEB600-HEB600 Düğüm Noktası Bilgileri

Point No	Coordinate system	Ref- Point	Nodes				
			Node Coordinates		Principal axis coordinates		
			y [cm]	z [cm]	2 [cm]	3 [cm]	
1	Cartesian	-	-15,000	-28,500	-15,000	-28,500	
2	Cartesian	-	0,000	-28,500	0,000	-28,500	
3	Cartesian	-	15,000	-28,500	15,000	-28,500	
4	Cartesian	-	-15,000	28,500	-15,000	28,500	
5	Cartesian	-	0,000	28,500	0,000	28,500	
6	Cartesian	-	15,000	28,500	15,000	28,500	
7	Cartesian	-	0,000	0,000	0,000	0,000	
8	Cartesian	-	-28,500	15,000	-28,500	15,000	
9	Cartesian	-	-28,500	0,000	-28,500	0,000	
10	Cartesian	-	-28,500	-15,000	-28,500	-15,000	
11	Cartesian	-	28,500	15,000	28,500	15,000	
12	Cartesian	-	28,500	0,000	28,500	0,000	
13	Cartesian	-	28,500	-15,000	28,500	-15,000	

Çizelge 3.23 : HEB600-HEB600 Malzeme Bilgileri

Material Data					
Material No.	Material Description	E- Modulus [kN/cm <sup>2</sup> ]	G- Modulus [kN/cm <sup>2</sup> ]	Sp. Weight [kN/cm <sup>3</sup> ]	f-yk [kN/cm <sup>2</sup> ]
1	Steel St37	21000,000	8100,000	7,850E-05	24,000

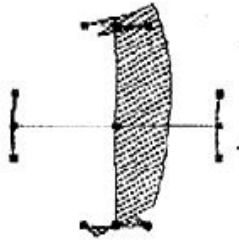
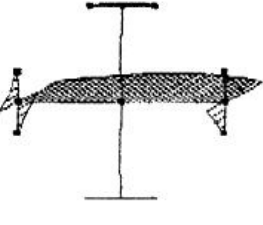
Çizelge 3.24 : HEB600-HEB600 Eleman Bilgileri

Element No.	Nodes		Thickness [cm]	Material No.	Length [cm]	Area [cm <sup>2</sup> ]
	Start	End				
	1	1				
2	2	3	3,000	1	15,000	45,000
3	4	5	3,000	1	15,000	45,000
4	5	6	3,000	1	15,000	45,000
5	2	7	1,550	1	28,500	44,175
6	7	5	1,550	1	28,500	44,175
7	8	9	3,000	1	15,000	45,000
8	9	10	3,000	1	15,000	45,000
9	11	12	3,000	1	15,000	45,000
10	12	13	3,000	1	15,000	45,000
11	9	7	1,550	1	28,500	44,175
12	7	12	1,550	1	28,500	44,175

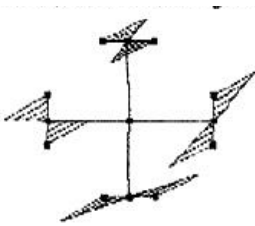
**Çizelge 3.25 : HEB600-HEB600 Kesit Bilgileri**

Description	Section Properties			Comments
	Symbol	Value	Unit	
Cross-sectional area	A	536,7	cm <sup>2</sup>	
Shear Areas	A-2	99,026	cm <sup>2</sup>	
	A-3	99,026	cm <sup>2</sup>	
Centroid location	y-S	0	cm	With respect to the zero point
	z-S	0	cm	
Second moment of area	I-y	183778	cm <sup>4</sup>	With respect to the y,z centroidal axes
	I-z	183778	cm <sup>4</sup>	
	I-yz	0	cm <sup>4</sup>	
Inclination of the principal axes	Alpha	0	Degrees	clockwise positive
Second moment of area(about principal axes)	I-2	183778	cm <sup>4</sup>	With respect to the principal axes 2,3
	I-3	183778	cm <sup>4</sup>	
	I-p	367557	cm <sup>4</sup>	
Polar second moment of area	I-p,M	367557	cm <sup>4</sup>	With respect to the shear center M
	i-y	18,505	cm	With respect to the shear centroid
Radii of gyration	i-z	18,505	cm	
	i-yz	0	cm	
	i-2	18,505	cm	With respect to the principal axes 2,3
Radii of gyration(about principal axes)	i-3	18,505	cm	
	i-p	26,17	cm	
	i-p,M	26,17	cm	With respect to the shear center M
Polar radii of gyration	i-Om,M	7,724	cm	
Section weight	G	421,31	kg/m	
Cross-section perimeter lenght	U	492	cm	
Torsional constant	I-T	1221,51	cm <sup>4</sup>	Sum of I-T (St Venant) and I-T (Bredt)
Torsion (st. Venant)	I-T StVen	1221,51	cm <sup>4</sup>	
Torsion (st. Bredt)	I-T Bredt	0	cm <sup>4</sup>	
Location of shear center	y-M (0)	0	cm	With respect to the zero point
	z-M (0)	0	cm	
	y-M (S)	0	cm	With respect to the zero centroid
	z-M (S)	0	cm	
Warping constant	C-S	21930800	cm <sup>6</sup>	With respect to the zero centroid
	C-M	21930800	cm <sup>6</sup>	With respect to the shear center
Calculation function for warping twist	R-Om,M	2077390	cm <sup>6</sup>	With respect to the shear center
	r-Om,M	0,095		
Section moduli	W-2 max	6125,95	cm <sup>3</sup>	in node 5
	W-2 min	-6125,95	cm <sup>3</sup>	in node 2
	W-3 max	6125,95	cm <sup>3</sup>	in node 12
	W-3 min	-6125,95	cm <sup>3</sup>	in node 9
	W-y max	6125,95	cm <sup>3</sup>	in node 5
	W-y min	-6125,95	cm <sup>3</sup>	in node 2
	W-z max	6125,95	cm <sup>3</sup>	in node 12
	W-z min	-6125,95	cm <sup>3</sup>	in node 9
	W-Om max	51300	cm <sup>4</sup>	in node 1
	W-Om min	-51300	cm <sup>4</sup>	in node 3
Section ranges	r-2	0	cm	
	r-3	0	cm	
Decrement factor	Lambda	0,00463505	1/cm	in node 3
Plastic moment capacity	M-pl,y	1865570	kNmm	without interaction condition
	M-pl,z	1865570	kNmm	
Plastic section moduli	W-pl,y	7773,22	cm <sup>3</sup>	Alpha-pl,2: 1,25
	W-pl,z	7773,22	cm <sup>3</sup>	Alpha-pl,3: 1,25
location of the area halving axis	f-y	0	cm	about the centroid S
	f-z	0	cm	
Plastic Shear capacity	Vpl,y	1372,14	kN	
	Vpl,z	1372,14	kN	
Plastic Axial capacity	N-pl	12880,8	kN	
Plastic Warping capacity	M-w-pl	1,85E+08	kNmm <sup>2</sup>	

Çizelge 3.26 : HEB900-HEB900 Statik Momentleri

Statical Moments S-2	Statical Moments							
	Elem- No	S- Diagram Node	Distance s [cm]	S-2 [cm3]	S-3 [cm3]	Max S-2 [cm3] at location [cm]	Max S-3 [cm3] at location [cm]	
	1	1	0,000	0,000	0,000	1282,500	337,500	
			2	7,500	641,250	253,125	15,000	15,000
	2	2	15,000	1282,500	337,500			
		2	0,000	-1282,500	337,500	-1282,500	337,500	
	3	3	7,500	-641,250	253,125	0,000	0,000	
		3	15,000	0,000	0,000			
	4	4	0,000	0,000	0,000	-1282,500	337,500	
		4	7,500	-641,250	253,125	15,000	15,000	
		5	5	15,000	-1282,500	337,500		
			5	0,000	1282,500	337,500	1282,500	337,500
		6	6	7,500	641,250	253,125	0,000	0,000
			6	15,000	0,000	0,000		
7		7	0,000	2565,000	0,000	3194,490	0,000	
		7	14,250	3037,120	0,000	28,500	0,000	
8		8	28,500	3194,490	0,000			
		8	0,000	3194,490	0,000	3194,490	0,000	
9		9	14,250	3037,120	0,000	0,000	28,500	
		9	28,500	2565,000	0,000			
10		10	0,000	0,000	0,000	-337,500	1282,500	
		10	7,500	-253,125	641,250	15,000	15,000	
11	11	15,000	-337,500	1282,500				
	11	0,000	-337,500	-1282,500	-337,500	-1282,500		
12	12	7,500	-253,125	-641,250	0,000	0,000		
	12	15,000	0,000	0,000				
13	13	0,000	0,000	0,000	-337,500	-1282,500		
	13	7,500	-253,125	-641,250	15,000	15,000		
14	14	15,000	-337,500	-1282,500				
	14	0,000	-337,500	1282,500	-337,500	1282,500		
15	15	7,500	-253,125	641,250	0,000	0,000		
	15	15,000	0,000	0,000				
16	16	0,000	2565,000	0,000	3194,490	0,000		
	16	14,250	3037,120	0,000	0,000	28,500		
17	17	28,500	3194,490	0,000				
	17	0,000	3194,490	0,000	3194,490	0,000		
18	18	14,250	3037,120	0,000	0,000	28,500		
	18	28,500	2565,000	0,000				

**Çizelge 3.27 : HEB600-HEB600 Eğilme Momentleri**

Norm. Warp. Const. Omega-M	Normalized Warping Constants and Warping Statical Moments				
	Elem- No	Node No	Distance s [cm]	Norm. Warp. Const. Omega-M [cm <sup>2</sup> ]	Warp. Stat. Moments A-Omega [cm <sup>4</sup> ]
	1	1	0,000	427,500	0,000
		2	7,500	213,750	7214,060
		3	15,000	0,000	9618,750
	2	2	0,000	0,000	9618,750
		2	7,500	-213,750	7214,060
		3	15,000	-427,500	0,000
	3	4	0,000	-427,500	0,000
		3	7,500	-213,750	-7214,060
		5	15,000	0,000	-9618,750
	4	5	0,000	0,000	-9618,750
		4	7,500	213,750	-7214,060
		6	15,000	427,500	0,000

**Çizelge 3.28 : 18.50 m – 26,75 m Arası HEB600-HEB600 Kolon Kesit Kuvvetleri**

Kolonlar ve Kesit Kuvvetleri			
18,5 m 26,75 m arası (HE600B St37) (S235)			
Yük Grubu	Nd (kN)	M2 ( kNm)	M3 (kNm)
	A1		
18	-7190	40,6	26
18	-6086	5	63
	A2		
16/18	-7198	40,6	26
20	-6085	5	63
	B1		
15/17	-7191	40,6	26
22	-6088	5	63
	B2		
18/15	-7200	40,6	26
21	-6088	5	63

### 3.3.3.1 18,50 ve 26,75 Arası Kolonlara Ait Burkulmalar

#### Sistem Kesit Özellikleri:

Profil: HE600B + HE600B St37 (S235)

$$I_z = 183778,00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 183778,00 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 6126,00 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 6126,00 \text{ cm}^3$$

$$s_{k,y} = 8,3 \text{ m}$$

$$s_{k,z} = 8,3 \text{ m}$$

$$\gamma M = 1,1$$

$$f_{y,k} = 24,0 \text{ kN/cm}^2$$

Kesit Kuvvetleri:

$$N_d = 7200,00 \text{ kN}$$

$$M_{y,d} = 41,00 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d} = 63,00 \text{ kNm}$$

Plastik Kapasite:

$$N_{pl,d} = 11695,00 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,d} = 1402,00 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,z,d} = 1402,00 \text{ kNm}$$

y-Aksı:

$$N_{Ki,y,d} = (\pi^2 \times 21000 \times I_y) / ((100 \times s_{k,y})^2 \times \gamma M) = 50264,68 \text{ kN} \quad (3.37)$$

$$\lambda_{k,y} = \sqrt{(N_{pl,d} / N_{Ki,y,d})} = 0,48 \quad (3.38)$$

$$\text{KSL 'den Parametreler } a/b/c/d = 0,21/ 0,34/ 0,49/ 0,76 \quad (\text{EK-A})$$

$$\alpha \text{ Parametresi} = 0,49$$

$$k = 0,5 \times (1 + \alpha \times (\lambda_{k,y} - 0,20) + \lambda_{k,y}^2) = 0,684 \quad (3.39)$$

$$K_y = \text{MIN} (1 / (k + \sqrt{(k^2 - \lambda_{k,y}^2)}); 1,0) = 0,854 \quad (3.40)$$

$\beta_M$  (Moment şekillerine göre Dikdörtgen 1,1 / parabol 1,3 / üçgen 1,4 / hiçbirine uymuyorsa tablo değeri 8,48

$$\beta_{M,y} = 1,4 \quad (\text{EK-C})$$

$$W_{pl,y} = \gamma M \times 100 \times M_{pl,y,d} / f_{y,k} = 6425,83 \text{ cm}^3 \quad (\text{3.41})$$

$$\alpha_{pl,y} = W_{pl,y} / W_y = 1,05 \quad (\text{3.42})$$

$$a_y = \text{MIN}(\lambda_{k,y} \times (2 \times \beta_{M,y} - 4) + (\alpha_{pl,y} - 1) / 0,8) = -0,526 \quad (\text{3.43})$$

$$k_y = \text{MIN} (1 - N_d / (K_y \times N_{pl,d}) \times a_y / 1,5) = 1,379 \quad (\text{3.44})$$

Z Aksı:

$$N_{Ki,y,d} = (\pi^2 \times 21000 \times I_z) / ((100 \times s_{k,z})^2 \times \gamma M) = 50264,68 \text{ kN} \quad (\text{3.45})$$

$$\lambda_{k,z} = \sqrt{(N_{pl,d} / N_{Ki,y,d})} = 0,48 \quad (\text{3.46})$$

KSL 'den Parametreler a/b/c/d = 0,21/ 0,34/ 0,49/ 0,76

$$\alpha \text{ Parametresi} = 0,49 \quad (\text{EK-A})$$

$$k = 0,5 \times (1 + \alpha \times (\lambda_{k,z} - 0,20) + \lambda_{k,z}^2) = 0,684 \quad (\text{3.47})$$

$$K_z = \text{MIN} (1 / (k + \sqrt{(k^2 - \lambda_{k,z}^2)}); 1,0) = 0,854 \quad (\text{3.48})$$

$\beta_M$  (Movemenentenverl.) Rechteck 1,1 / parabel 1,3 / Drejeck 1,4 / sonst tafel 8,48

$$\beta_{M,z} = 1,4 \quad (\text{EK-C})$$

$$W_{pl,z} = \gamma M \times 100 \times M_{pl,z,d} / f_{y,k} = 6425,83 \text{ cm}^3 \quad (\text{3.49})$$

$$\alpha_{pl,z} = W_{pl,z} / W_z = 1,05 \quad (\text{3.50})$$

$$a_z = \text{MIN}(\lambda_{k,z} \times (2 \times \beta_{M,z} - 4) + (\alpha_{pl,z} - 1) / 0,8) = -0,526 \quad (\text{3.51})$$

$$k_z = \text{MIN} (1 - N_d / (K_z \times N_{pl,d}) \times a_z / 1,5) = 1,379 \quad (\text{3.52})$$

İspat:

$$K = \text{MIN} (K_y; K_z) = 0,854 \quad (\text{3.53})$$

$$N_d / (K \times N_{pl,d}) + M_{y,d} \times k_y / M_{pl,y,d} + M_{z,d} \times k_z / M_{pl,z,d} = \mathbf{0,82} < \mathbf{1} \quad (\text{3.54})$$

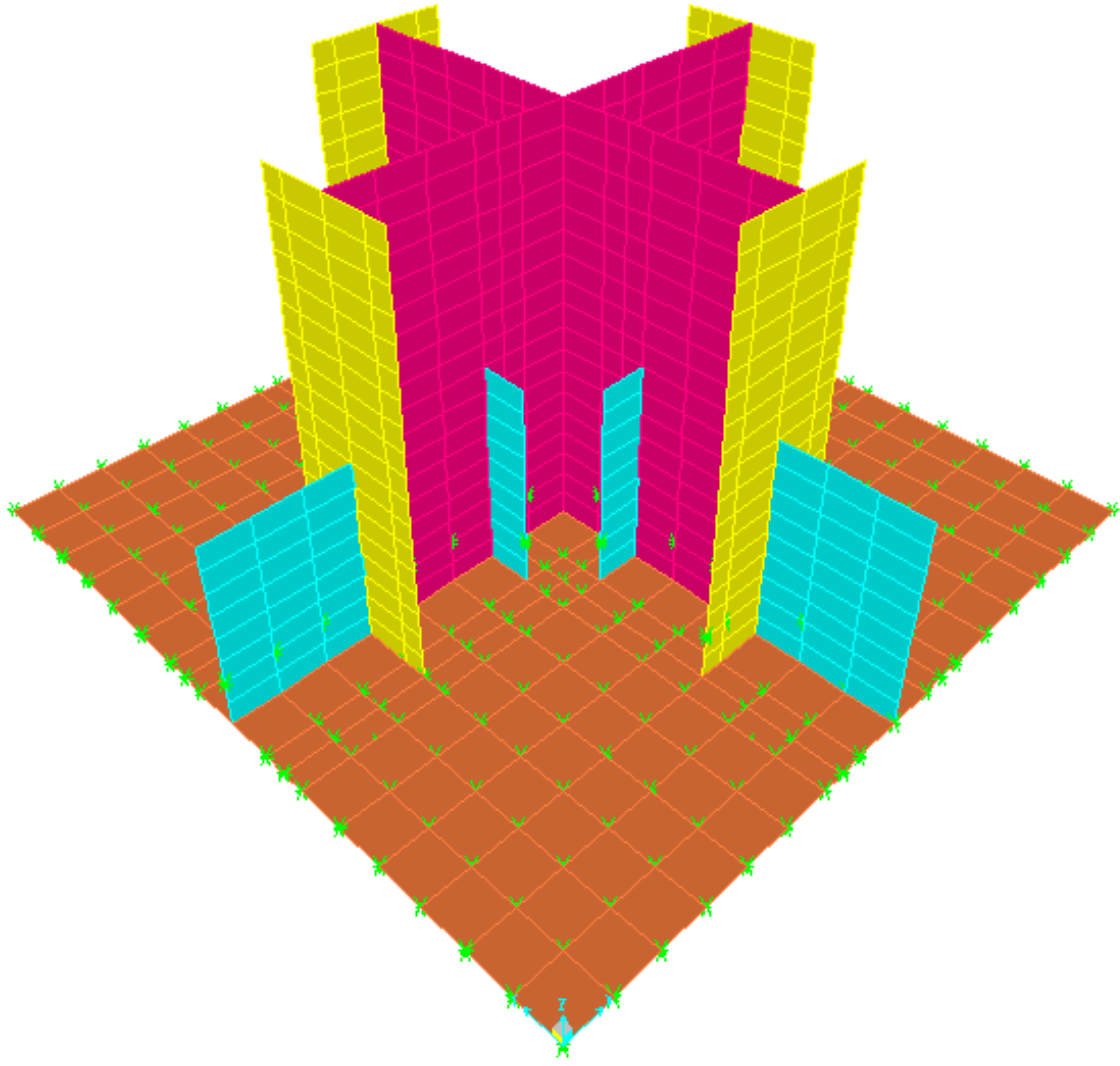
### **3.4 Kolon Ankraj ve Taban Plakası Hesabı:**

Bu bölümde taban plakası ve ankrajların hesaplamaları ve hesaplar sonucunda detaylandırmaları için; taban plakası ile birleşen HEB1000+HEB1000 kolonu ve taban plakasına ait bilgisayar modeli SAP2000 programı yardımıyla yapılmıştır.

Kurulan modelde taban plakası, HEB1000+HEB1000 kolonunun bir kısmı (modelleme için yeterli olduğu düşünülen kısım) ve kesme kamaları shell elemanlarla modellenmiştir. Ankrajlar ise taban plakası üzerinde sadece çekme yönünde çalışan mesnetler olarak modellenmişlerdir. Hesaplarda kullanılacak dataların daha hassas olabilmesi için shell elemanlar olabildiği kadar küçük seçilmeye çalışılmıştır. Taban plakası ve kesme kamalarını oluşturan shell elemanlara basınç yayları konulmuştur.

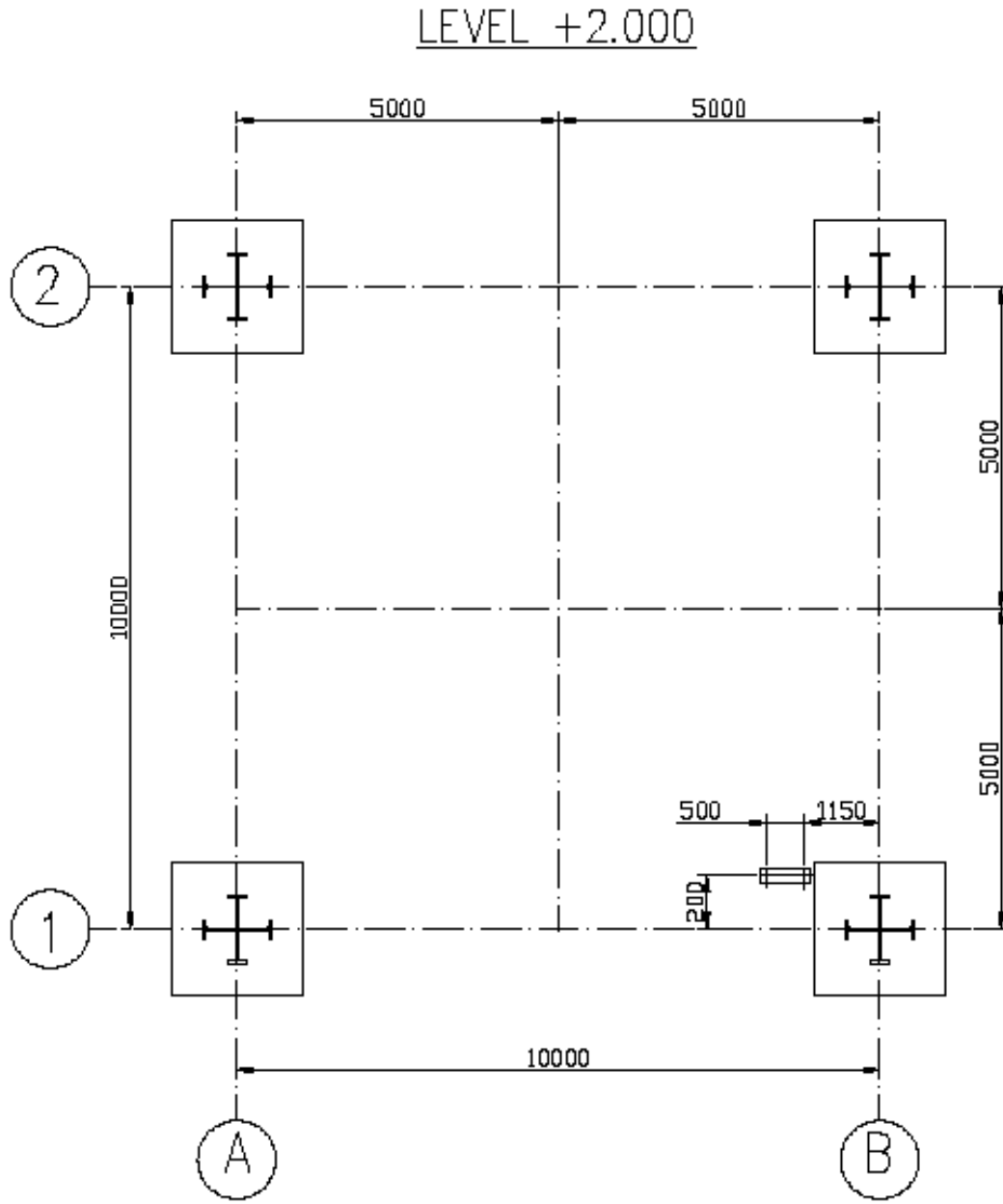
Modele etkiyen yükler olarak düşünülen normal kuvvet, kesme kuvveti ve moment yük analizleri ve ana modeldeki dataların en olumsuzlarını alarak bulunmuş ve modele uygulanmıştır.

ilk önce taban plakası için kurulan model, genel yerleşimler daha sonra sırası ile temelde oluşan hesaplarda kullanılacak yüklere ait tablolar, SAP2000 programı yardımıyla bulunan mesnet kuvvetleri, ankrajların yerleştirilmesi ve plan üzerinde gösterimi, yerleşimi yapılan ankraj civatalarının hesabı, taban plakasının boyutlandırılması, kesme kamalarının hesap ve çizimleri, taban plakaları yerleşimine ait plan, kolon ve taban plakasını birbirine bağlayan kaynaklı birleşimlere ait detaylar, taban plakasına ait güçlendirmeler ve en son olarak ankrajlara ait plakaların hesap ve detaylandırmaları gösterilmiştir.



**Şekil 3.51** : Taban Plakası Modeli 1 Nolu Görünüm



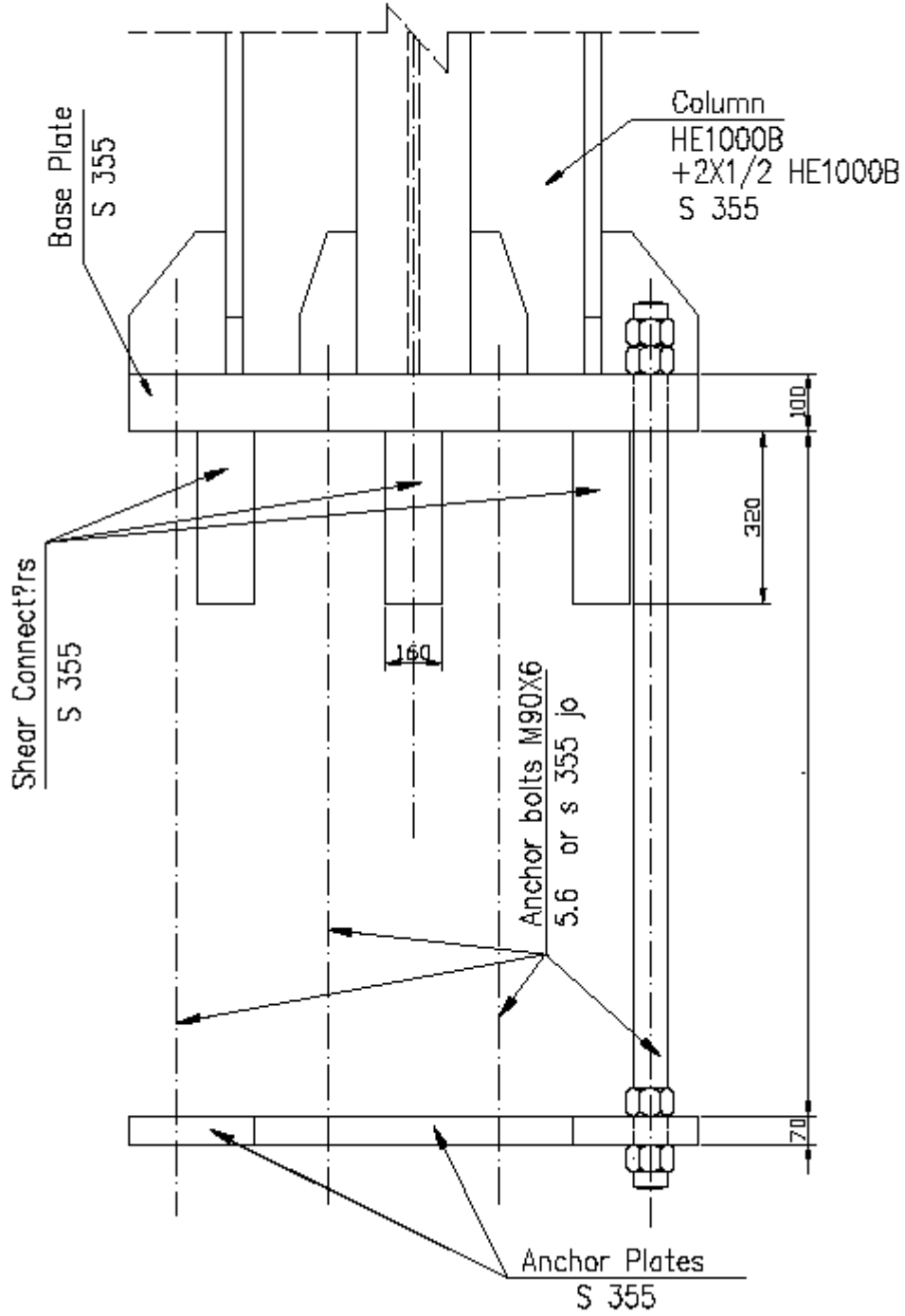


**Şekil 3.54 : 2.000 Kotu Yerleşimi**

Çizelge 3.29 : Mesnet Tepkileri

Acil Su Tankı Kulesi Mesnet Yükleri															
2.0 m Kotundaki Yükler (kN) (Yük Faktörü $\gamma F = 1,0$ )															
Mesnetler	A1				A2				B1				B2		
Kuvvetler	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>		F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>
1. Çelik Yapı Ölü Yükler	-12	12	540		-12	-12	540		12	12	540		12	12	540
2. Su Tankı Ölü Yükler			400				400				400				400
3. Su Yükü		2	2650			-2	2650			2	2650			-2	2650
4. Platform Hareketli Yükler			63				63				63				63
5. X Doğrultusundaki Rüzgar Yükleri +/-	140		-710		140		-710		140		710		140		710
6. Y Doğrultusundaki Rüzgar Yükleri +/-		140	710			140	-710			140	710			140	-710
7. Z Doğrultusundaki Deprem Yükü			1895				1895				1895				1895
8. X Doğrultusundaki Deprem Yükü +/-	1900	-10	-13735		1900	10	-13745		1900	10	13735		1900	-10	-13745
9. Y Doğrultusundaki Deprem Yükü +/-	-10	1900	13700		10	1900	-13700		10	1900	13700		-10	1900	-13700
10. X' deki Stabilizasyon Yükü +/-	16		-105		16		-105		16		-105		16		105
11. Y' deki Stabilizasyon Yükü +/-		16	105			16	-105			16	-105			16	-105

## ANKRAJ



Şekil 3.55 : Ankraj Civataları

### 3.4.1 Ankraj Bulonları

Seçilen:  $4 \times 4 = 16$  civata M90  $\times$  6

Çelik Tipi: 5.6 veya S355 JO

Gerilme Alanı:  $A_s = 55,9 \text{ cm}^2$

İzin Verilebilir Çekme Gerilmesi:  $\sigma_{R,d} = 22,5 \text{ kN/cm}^2$

İzin Verilebilir Çekme Kuvveti:  $F_{R,d} = 22,5 \times 55,9 = 1258 \text{ kN}$

Max Çekme Kuvveti:  $F_t = 10450 \text{ kN}$

Her Bir Civataya Gelen:  $F'_t \approx \frac{10450}{12} = 871 \text{ kN}$

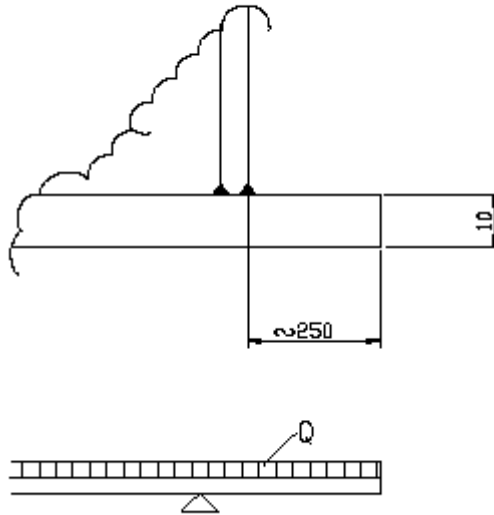
$$\frac{F'_t}{F_{R,d}} = \frac{871}{1258} = 0,69 < 1$$

Düzensiz yükler ve momentler için güvenli.

### 3.4.2 Taban Plakası

Çelik Tipi: S355

Taban Plakası (S 355)



Şekil 3.56 : Taban Plakası

Beton Sınıfı: C35

İzin Verilebilir Basınç Dayanımı:  $\sigma_{R,d} = 1,533 \text{ kN/cm}^2$

$Q_d = 1,533 \times 25 \times 70 = 2683 \text{ kN}$

$$M_d = 2683 \times 12,5 = 33538 \text{ kNcm}$$

$$W \approx \frac{10^2 \times 70}{6} = 1166,7 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{R,d} = \frac{36 - 4}{1,1} = 29,1 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_d = \frac{33538}{1166,7} = 28,75 \text{ kN/cm}^2$$

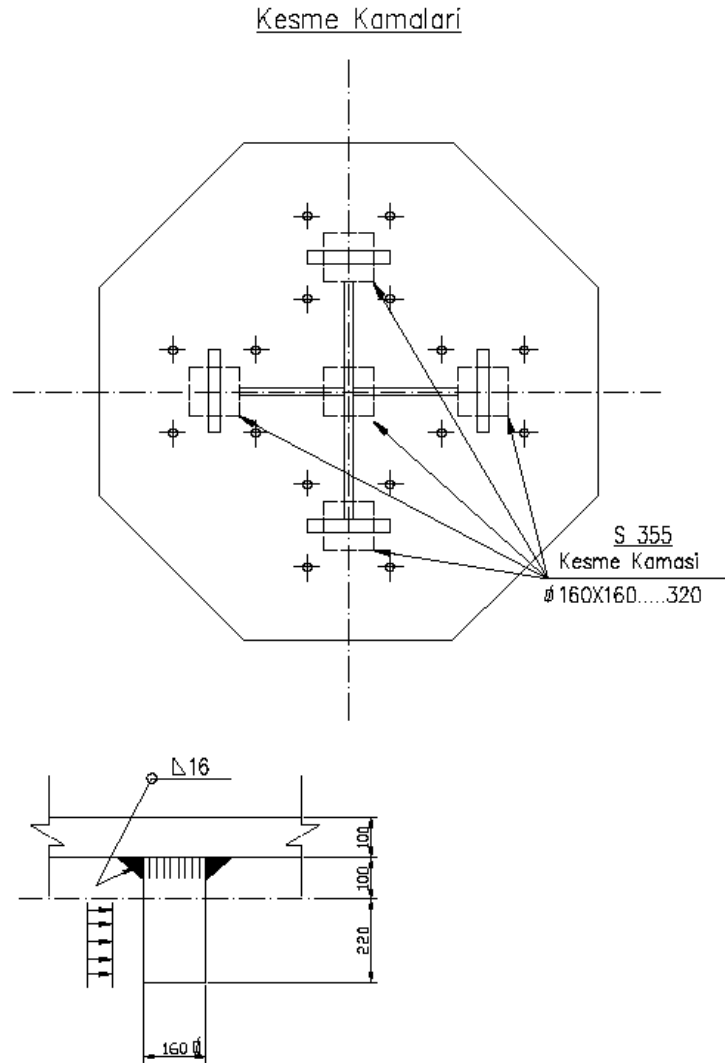
$$\frac{\sigma_d}{\sigma_{R,d}} = \frac{28,75}{29,1} = 0,99 < 1$$

$$\text{Max } V_{z,d} = 17735 \text{ kN (LC1)}$$

Beton Sınıfı: C35 →

$$\sigma \approx \frac{17735}{110 \times 110} = 1,47 \text{ kN/cm}^2 < 1,533 \text{ kN/cm}^2$$

### 3.4.3 Kesme Kamaları



Şekil 3.57 : Kesme Kamaları

Betondaki Kontrol:

$$\sigma = \frac{1915}{4(16 \times 22)} = 1,36 \text{ kN/cm}^2 < 1,533 \text{ kN/cm}^2$$

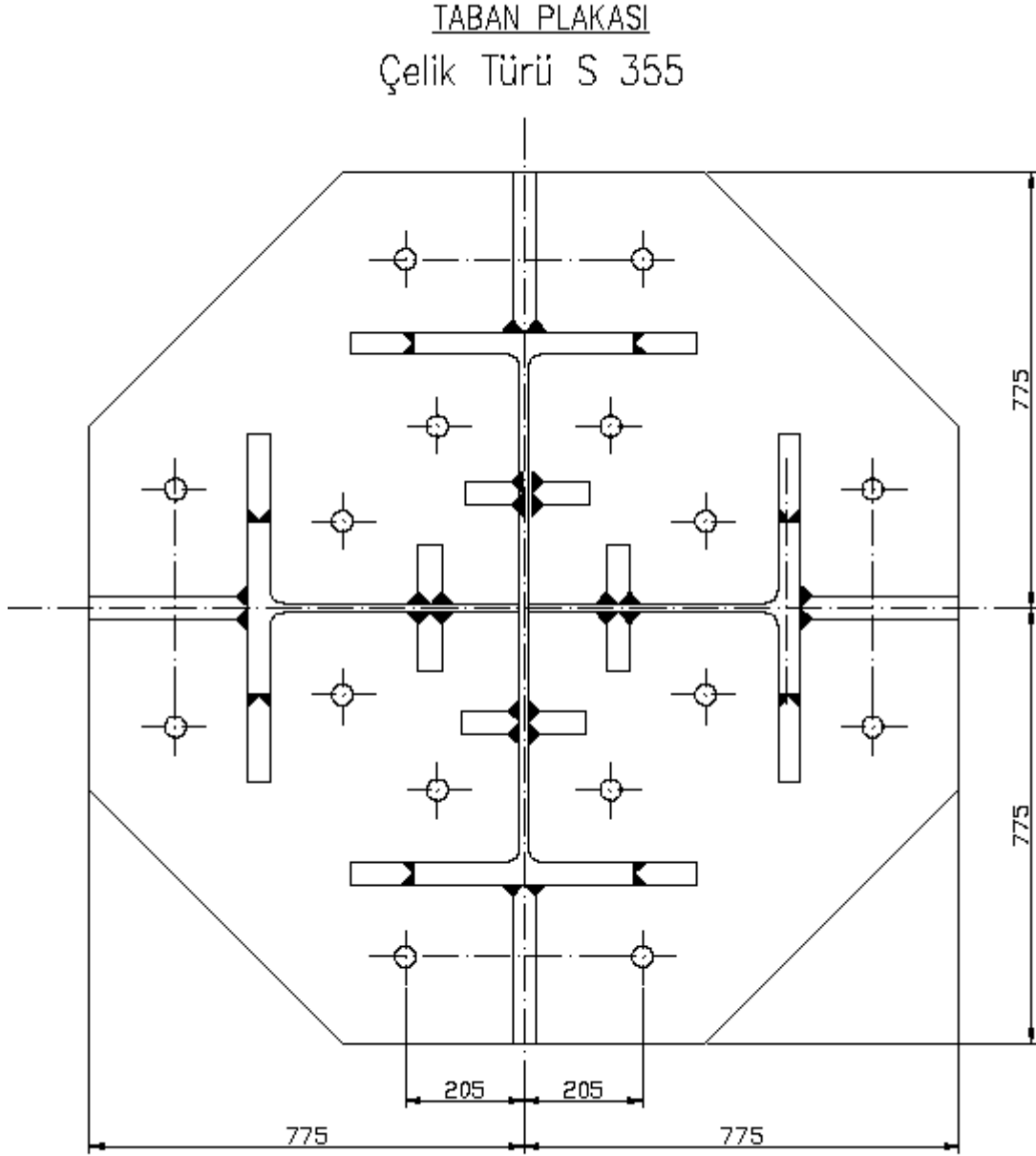
Kaynaktaki Kontrol:

$$F \approx \frac{1915}{4} \times \frac{21}{16} = 629 \text{ kN}$$

$$\sigma_w = \frac{629}{16 \times 1,6} = 24,57 \text{ kN/cm}^2 < 26,18 \text{ kN/cm}^2$$

### 3.4.4 Taban Plakası:

Çelik Tipi: S355



Şekil 3.58 : Taban Plakası Detayları



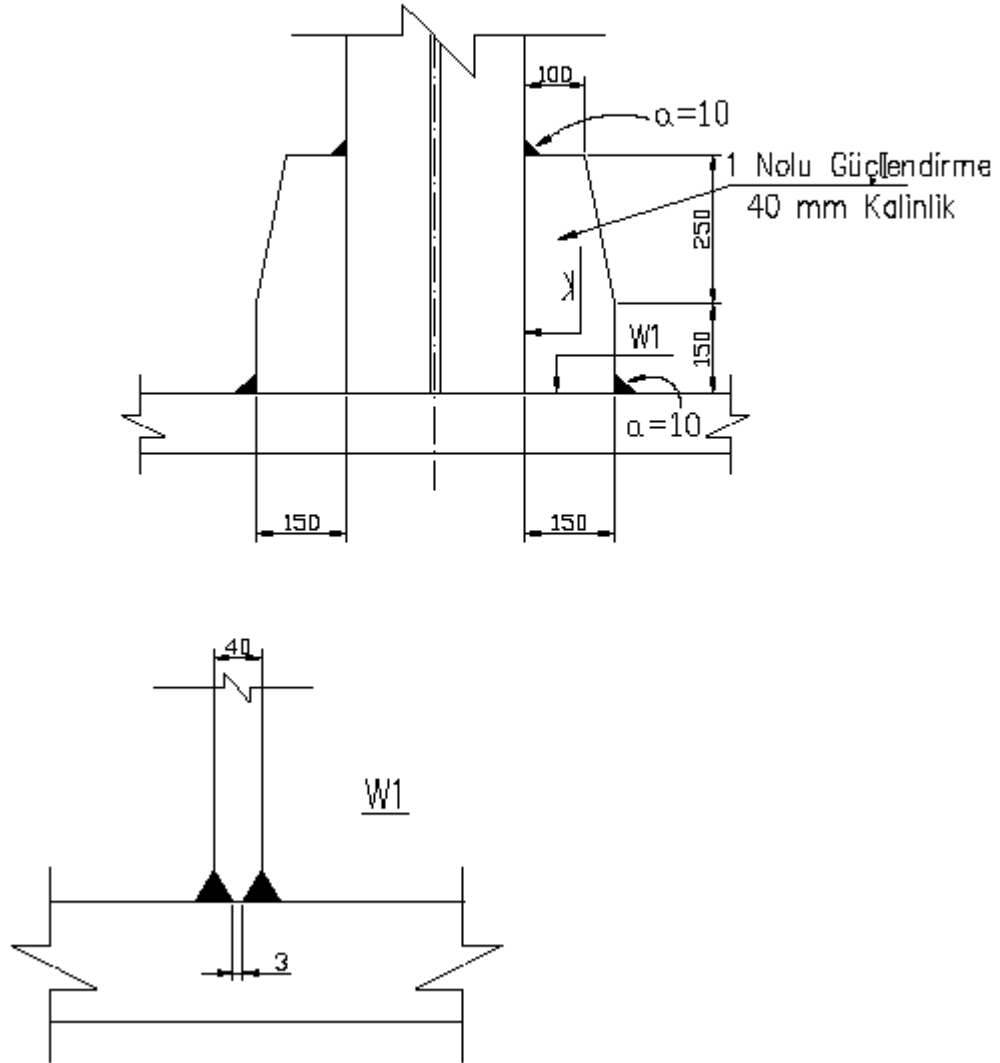


## Taban Plakası Güçlendirmelerine Ait Detaylar:

1 No.lu Güçlendirme: Detayı:

### Taban Plakası Güçlendirmeleri

1 Nolu Güçlendirme Çelik Tipi S 355

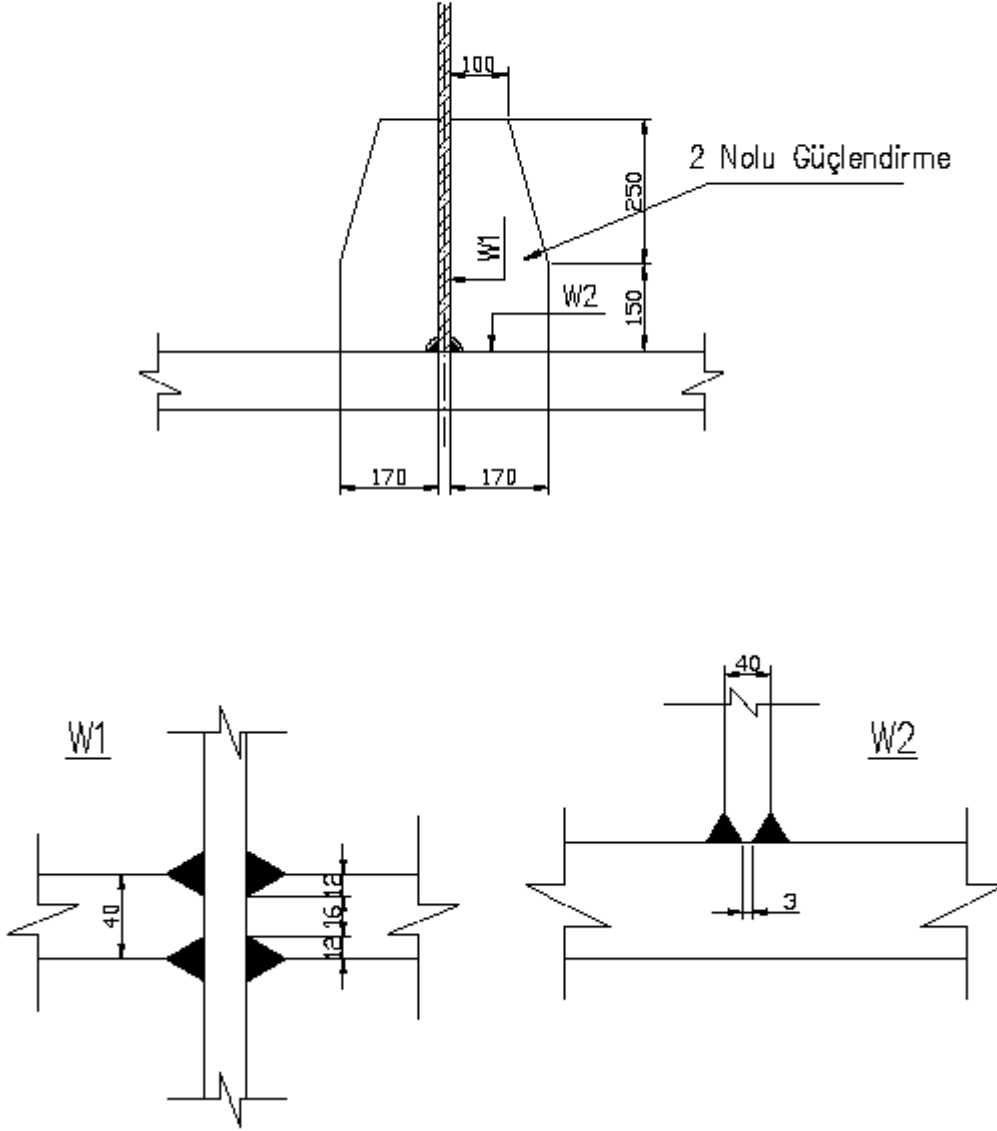


Şekil 3.61 : 1 Nolu Taban Plakası Güçlendirmesi Detayı

**2 No.lu Güçlendirme: Detayı:**

Taban Plakası Güçlendirmeleri

2 Nolu Güçlendirme Çelik Tipi S 355

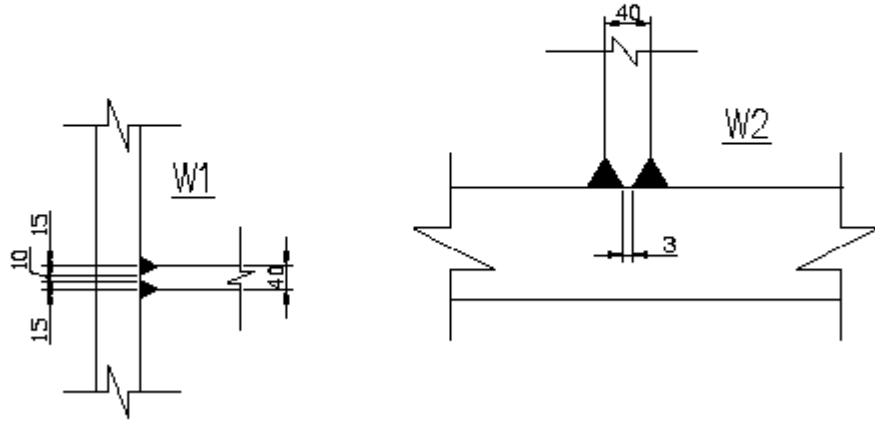
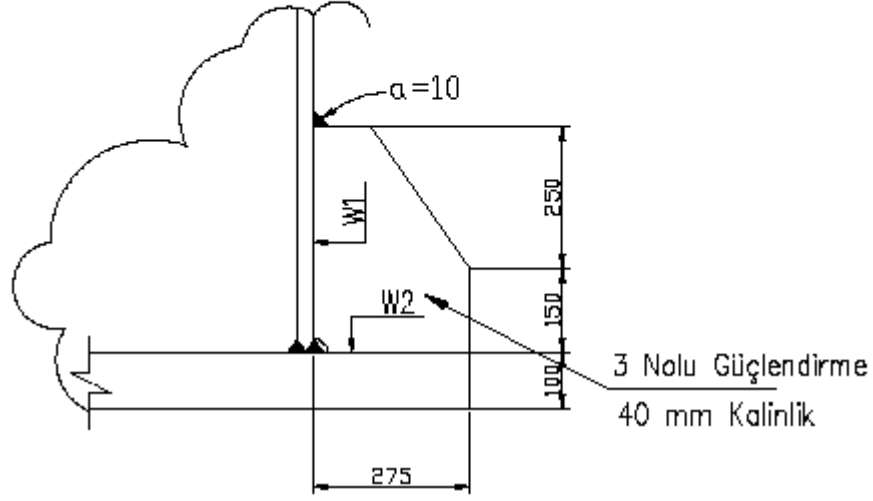


**Şekil 3.62 : 2 Nolu Taban Plakası Güçlendirmesi Detayı**

**3 No.lu Güçlendirme: Detayı:**

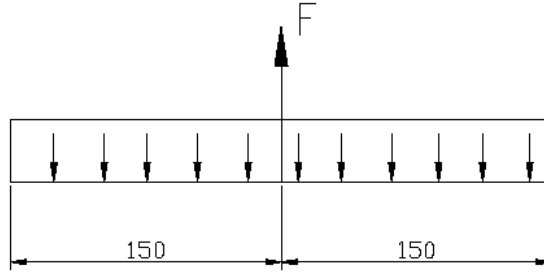
Taban Plakası Güçlendirmeleri

3 Nolu Güçlendirme Çelik Tipi S 355



**Şekil 3.63 :** 3 Nolu Taban Plakası Güçlendirmesi Detayı





**Şekil 3.66 :** Ankraj Plakalarına Gelen Yükler2

Max  $F \approx 1200$  kN

$$\sigma_c \approx \frac{1200}{30 \times 30} = 1,33 \text{ kN/cm}^2 < 1,533 \text{ kN/cm}^2$$

Plaka:

$$M = 600 \text{ kN} \times 7,5 \text{ cm} = 4500 \text{ kNcm}$$

$$W = \frac{7^2 \times 30}{6} = 245 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{4500}{245} = 18,37 \text{ kN/cm}^2$$





## 4.1 Kazıklara Gelen Y¼kler

### 4.1.1 Normal Kuvvet

Kazıklara Gelen D¼şey Y¼kler

LS1 → Binaya ait ölü yük

LS2 → Su tankı ölü yükü

LS3 → Tank içindeki su

LS1:

Üst Yapı Ağırlığı:

Üst yapının boyutlandırılmasından sonra oluşturulan imalat resimlerinden tablo 30'a göre 314,753 ton olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.1 : Üst Yapı Ağırlığı**

Pafta No	Paftaya Ait Ağırlık	Br.	Pafta No	Paftaya Ait Ağırlık	Br.
LK-2009-Çİ-0001	2.698,80	kg	LK-2009-Çİ-0036	12.486,30	kg
LK-2009-Çİ-0002	2.674,90	kg	LK-2009-Çİ-0037	12.493,20	kg
LK-2009-Çİ-0003	2.819,20	kg	LK-2009-Çİ-0038	7.711,90	kg
LK-2009-Çİ-0004	2.819,20	kg	LK-2009-Çİ-0039	7.686,20	kg
LK-2009-Çİ-0005	4.075,00	kg	LK-2009-Çİ-0040	7.686,20	kg
LK-2009-Çİ-0006	4.084,20	kg	LK-2009-Çİ-0041	7.686,70	kg
LK-2009-Çİ-0007	3.634,50	kg	LK-2009-Çİ-0042	7.065,50	kg
LK-2009-Çİ-0008	3.658,30	kg	LK-2009-Çİ-0043	7.062,90	kg
LK-2009-Çİ-0009	4.950,70	kg	LK-2009-Çİ-0044	7.062,90	kg
LK-2009-Çİ-0010	4.863,60	kg	LK-2009-Çİ-0045	6.067,90	kg
LK-2009-Çİ-0011	5.636,50	kg	LK-2009-Çİ-0046	3.465,80	kg
LK-2009-Çİ-0012	5.636,50	kg	LK-2009-Çİ-0047	3.966,00	kg
LK-2009-Çİ-0013	388,70	kg	LK-2009-Çİ-0048	4.033,50	kg
LK-2009-Çİ-0014	410,90	kg	LK-2009-Çİ-0049	3.933,70	kg
LK-2009-Çİ-0015	520,50	kg	LK-2009-Çİ-0050	5.411,40	kg
LK-2009-Çİ-0016	6.810,60	kg	LK-2009-Çİ-0051	8.907,40	kg
LK-2009-Çİ-0017	480,20	kg	LK-2009-Çİ-0052	24.029,40	kg
LK-2009-Çİ-0018	3.817,70	kg	LK-2009-Çİ-0053	20.734,90	kg
LK-2009-Çİ-0019	3.884,20	kg	LK-2009-Çİ-0054	14.657,70	kg
LK-2009-Çİ-0020	3.856,40	kg	LK-2009-Çİ-0055	2.544,20	kg
LK-2009-Çİ-0021	3.864,00	kg	LK-2009-Çİ-0056	1.703,30	kg
LK-2009-Çİ-0022	3.807,60	kg	LK-2009-Çİ-0057	605,60	kg
LK-2009-Çİ-0023	3.868,10	kg	LK-2009-Çİ-0058	1.137,20	kg
LK-2009-Çİ-0024	3.846,30	kg	LK-2009-Çİ-0059	7.337,60	kg
LK-2009-Çİ-0025	3.860,70	kg	LK-2009-Çİ-0060	4.101,10	kg
LK-2009-Çİ-0026	555,90	kg	LK-2009-Çİ-0061	192,90	kg
LK-2009-Çİ-0027	1.676,20	kg	LK-2009-Çİ-0062	320,50	kg
LK-2009-Çİ-0028	3.958,40	kg	LK-2009-Çİ-0063	191,40	kg
LK-2009-Çİ-0029	343,00	kg	LK-2009-Çİ-0064	283,90	kg
LK-2009-Çİ-0030	1.098,20	kg	LK-2009-Çİ-0065	315,60	kg
LK-2009-Çİ-0031	333,70	kg	LK-2009-Çİ-0066	272,10	kg
LK-2009-Çİ-0032	336,60	kg	LK-2009-Çİ-0067	860,80	kg
LK-2009-Çİ-0033	592,50	kg	LK-2009-Çİ-0068	743,60	kg
LK-2009-Çİ-0034	12.492,70	kg	LK-2009-Çİ-0069	1.153,50	kg
LK-2009-Çİ-0035	12.486,30	kg	<b>Toplam Ağırlık</b>	<b>314.753,60</b>	<b>kg</b>

Betonarme Temel ve Kolon Ağırlıkları:

Radye Ağırlığı:  $19 \times 19 \times 2 \times 2,4 = 1732,8 \text{ ton}$

Kolon Ağırlıkları :  $4 \times 2 \times 2 \times 3,5 \times 2,4 = 134,4 \text{ ton}$

Toplam :  $1732,8 + 134,4 = 1867,2 \text{ ton}$

$$\sum LS1 = 314,75 + 1867,2 = 2181,95 \text{ ton}$$

Bölüm 2 deki sistemin yük analizi datalarından

$$\sum LS2 = \frac{1591}{9,81} = 162,18 \text{ ton}$$

Bölüm 2 deki sistemin yük analizi datalarından

$$\sum LS3 = 1060 \text{ ton}$$

Olarak hesaplandıktan sonra toplam ölü yük:

$$\sum \text{Ölü Yük} = LS1 + LS2 + LS3 = 1867,2 + 162,18 + 1060 = 3089,38 \text{ ton}$$

$$\sum \text{Ölü Yük} = 30306,82 \text{ kN}$$

Olarak bulunur.

Herbir Kazığa Gelen Normal Kuvvet:

$$P = \frac{Q}{n} \mp \frac{m_x y}{I_{xx}} \mp \frac{m_y x}{I_{yy}} \quad (3.55)$$

Kazıların yerleşimlerine göre eksantiriste olmadığından

$$m_x = qe_y = 0 \quad (3.56)$$

$$m_y = qe_x = 0 \quad (3.57)$$

Dolayısıyla her bir kazığa gelen normal kuvvet

$$P = \frac{Q}{n} = \frac{30306,82}{81} = 374,16 \text{ kN}$$

Olarak bulunur.

#### 4.1.2 Kesme Kuvveti

$$\sum \text{Kesme Kuvveti} = \text{Rüzgar yükü} + \text{Deprem yükü}$$

Rüzgar Yükleri Toplamı:

Su tankına etkiyen rüzgar yükleri

$$P = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$P_w = 1,375 \times 1,1 \times 12 \times 12,5 = 227 \text{ kN}$$

Kuleye etkiyen yayılı rüzgar yüklerinin tekil yük haline dönüştürülmesi

0'm den 8'm ye kadar olan kısım

$$0,85 \times 6 = 5,1 \text{ kN}$$

$$5,1 \times 4 = 20,4 \text{ kN}$$

8'm den 20'm ye kadar olan kısım

$$1,36 \times 12 = 16,32 \text{ kN}$$

$$16,32 \times 4 = 65,28 \text{ kN}$$

20'm den 33'm ye kadar olan kısım

$$1,87 \times 13 = 24,31 \text{ kN}$$

$$24,31 \times 4 = 97,24 \text{ kN}$$

$$\sum \text{Rüzgar yükü} = 227 + 20,4 + 65,28 + 97,24 = 409,92 \text{ kN}$$

Yatay Deprem Yükleri Toplamı:

$$R=2$$

$$V_t=0,5 \times W$$

$$H_N > 25\text{m} \rightarrow \Delta F_N = 0,063 \times V_t$$

$$V'_t = V_t + 0,063 V_t$$

Su tankı

Ölü yük 1600 kN

Su yükü 10600 kN

$$W=12200 \text{ kN}$$

$$V_t = 0,5 \times 12200 = 6100 \text{ kN}$$

$$\Delta F_N = 0,063 \times 6100 = 385 \text{ kN}$$

Toplam yatay deprem yükü:

$$V_t + \Delta F_N = 6100 + 385 = 6485 \text{ kN}$$

$$\sum \text{Kesme kuvveti} = \text{Rüzgar yükü} + \text{Deprem yükü}$$

$$= 409,92 + 6485$$

$$= 6894,92 \text{ kN}$$

Kazık başına düşen kesme kuvveti:

$$V_n = \frac{6894,92}{81} = 85,12 \text{ kN}$$

#### 4.1.3 Moment

Daha önceden hesap ettiğimiz kesme kuvveti ve normal kuvvet verileri ışığında SAP2000 programı yardımıyla moment değeri hesaplanması yoluna gidilmiştir.

Bu modelde zemin yaylarla modellenmiş olup kazık boyu 20 m olduğundan kazık 20 parçaya bölünmüş ve düğüm noktalarının her birine yaylar tanımlanmıştır. Yaylara ait yay sabitleri zeminin içine tamamen giren noktalar ve yarım giren noktalar olarak iki ayrı değer olarak girilmiştir. Bu hesaplamalarda zemin yatak katsayısı 5000 t/m<sup>3</sup> olarak alınmıştır.

Yat Katsayılarının Hesaplanması:

Zemine tamamen giren yaylar için yay katsayısı:

1 m birim genişlik ve 1 m yükseklikteki bir alana basan yay için,

$$k = \frac{5000t}{m^3} \times 1 m^2 = 5000 \frac{t}{m} = 49050 kN/m$$

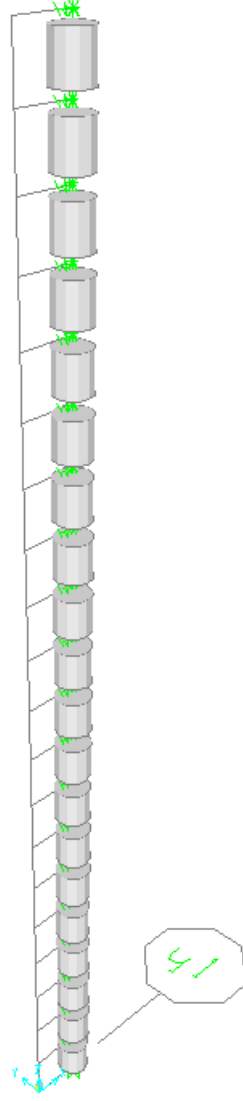
Zemine yarım giren yaylar için yay katsayısı:

1 m birim genişlik ve 0,5 m yükseklikteki bir alana basan yay için,

$$k = \frac{5000t}{m^3} \times 0,5 m^2 = 2500 \frac{t}{m} = 24525 kN/m$$

Olarak bulunur.

Aşağıda betonarme kazık için kurulan modelin bir görüntüsü verilmiştir.



**Şekil 4.2 :** Betonarma Kazık Bilgisayar Modeli

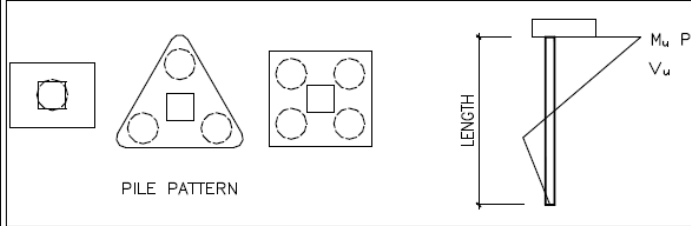
Bölüm 4’te hesaplamalar aracılığıyla elde edilen normal kuvvet, kesme kuvveti ve moment değerleri ışığında daha önceden boyutlandırılan kazığın tahkikleri ACI 318-5’ e göre değerlendirilmiş ve koşulların sağlatılmasına çalışılmıştır.

## Çizelge 4.2 : Kazıkların ACI 318-05'e Göre Tahkiki 1/2

### ACI 318-05'a Göre Yerinde Döküm Kazıkların Dizaynı

#### Dizayn Kriterleri

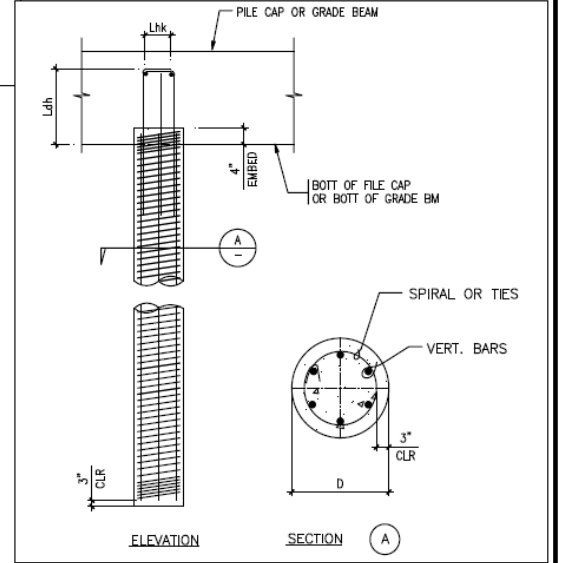
1. Geoteknik mühendisine kolonların taban kuvvetleri ve kazığın üst noktasındaki izin verilebilir yerdeğitirmeyi veriniz.  
(İzin verilebilir yerdeğitirme 0.25 in olarak alınmıştır bu örnekte)
2. L<sub>dh</sub> & L<sub>hk</sub> çekme gelişimine uyum sağladığı takdirde başlığın sabitlenmiş başlık durumunda olduğu düşünülebilir.
3. Zemin raporuna göre kazığın tip, boy ve maksimum kesit kuvvetlerine P<sub>u</sub>, M<sub>u</sub>, & V<sub>u</sub> karar veriniz.
4. Kazık başlıkları düşey kolon yüklemesindeki eksenel kapasitenin S<sub>D5</sub>/10 kadar alınabilir.  
(IBC 1808.2.23.1)



#### Data Girişi ve Dizayn Yeterliliği

BETON DAYANIMI	f' <sub>c</sub> =	5	ksi
DÜŞEY DONATI AKMA GERİLMESİ	f <sub>y</sub> =	60	ksi
KAZIK ÇAPI	D =	26	in
KAZIK BOYU	L =	64	ft
EKSENEL YÜK	P <sub>u</sub> =	84,1	k
MOMENT	M <sub>u</sub> =	41,03	ft-k
KESME KUVVETİ	V <sub>u</sub> =	19,1	k
KAZIK DÜŞEY DONATISI	#	7	# 9
ENİNE DONATI DURUMU (0=Spirals, 1=Ties)		0	Spirals
ENİNE DONATI	#	4	@ 3 in o.c.
			(02 in o.c. at each end.)
	( L <sub>dh</sub> =	11	in & L <sub>hk</sub> = 19 in )

KAZIK DİZAYNI UYGUN.

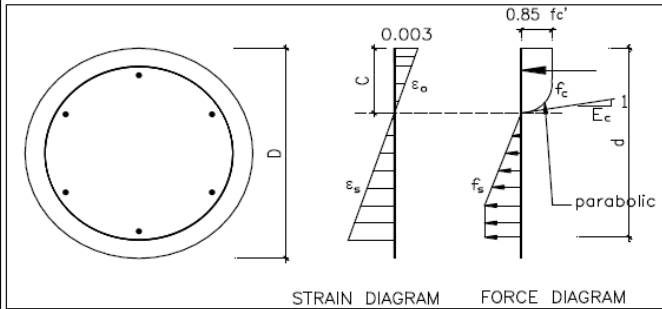


#### ANALİZ

##### KAZIK LİMİTLERİNİN KONTROLÜ

f' <sub>c</sub> =	5	ksi	>	2,5	ksi	[Uygun]	(IBC 1810.1.1)
D =	26	in	>	MAX( L / 30 , 12 in )	[Uygun]		(IBC 1810.3.2)

##### EĞİLME VE EKSENEL KAPASİTE KONTROLÜ

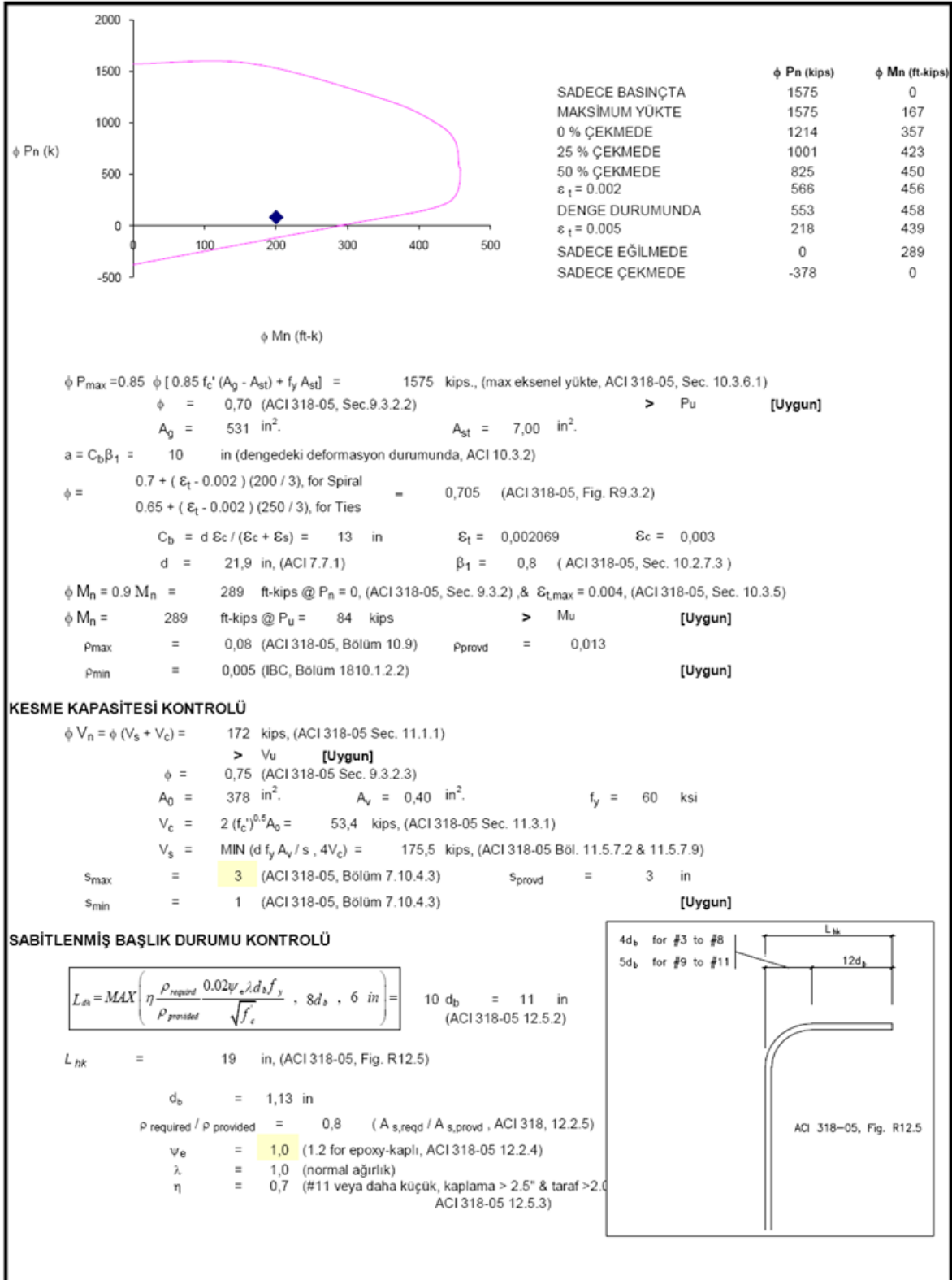


$$\varepsilon_o = \frac{2(0.85f'_c)}{E_c} , E_c = 57\sqrt{f'_c} , E_s = 29000 \text{ ksi}$$

$$f_c = \begin{cases} 0.85f'_c \left[ 2\left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_o}\right) - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_o}\right)^2 \right] , & \text{for } 0 < \varepsilon_c < \varepsilon_o \\ 0.85f'_c , & \text{for } \varepsilon_c \geq \varepsilon_o \end{cases}$$

$$f_s = \begin{cases} \varepsilon_s E_s , & \text{for } \varepsilon_s \leq \varepsilon_y \\ f_y , & \text{for } \varepsilon_s > \varepsilon_y \end{cases}$$

Çizelge 4.3 : Kazıkların ACI 318-05'e Göre Tahkiki 2/2



Tahkiklerden sonra elde edilen veriler ışığında kazığa ait imalar resimleri çizilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bir su kulesi yapısı yatay ve düşey yükler altında Eurocode ve DIN kuralları dahilinde projelendirilmiştir. Yapının taşıyıcı sistemi sünelik düzeyi yüksek merkezi güçlendirilmiş çaprazlardan oluşmaktadır.

Aşağıda hesaplarda izlenen sıra korunarak çelik bir yapının tasarım ve boyutlandırmasında dikkatle üzerinde durulması gereken bazı kurallara ve tasarımı yapılan bu yapı ile ilgili bazı önemli noktalara değinilmiştir.

Yapının döşeme sistemi düşey eleman burukulma boylarını azaltmak ve stabilitelerini sağlamak ana amacının yanında ekipmanlara ve bakım onarım amaçlı çalışmalara platform oluşturmak yan amaçlarının dışında bir görevi olmadığından detaylı bir sistem seçme yoluna gidilmemiş ana amaçları sağlayacak elemanların teşkili ile döşeme seçimi konusu sonlandırılmıştır.

Yapının düşey ve yatay yükler altında çözümlenmesi, boyutlandırılması ve detaylandırılması sonucu aşağıdaki hususların belirtilmesinde fayda görülmüştür.

- a) Yapının taşıyıcı sistemi ve buna ait elemanlar seçilirken yapının geometrisi büyük rol oynamaktadır dolayısıyla yapılar ön tasarım aşamasında mümkün olduğunca düzgün geometrilerde tasarlanmalıdırlar ki hesaplamalar tamamlandığında düzeltilmesi çok zor kesit zorları veya dizaynı en başa döndürecek plan düzensizlikleri ile karşılaşılmasın projelendirilen su kulesi olabildiğince simetrik olarak tasarlandığından yukarıda bahsi geçen problemlerle en alt seviyede karşı karşıya kalınmıştır.
- b) Su tankını haznesi modellenirken çalkalanma etkisi ortadan kalsın diye haznenin içerisi bölmeli yapılmıştır dolayısıyla çalkalanmadan doğacak ilave kuvvetler neticesinde yapının ön dizaynında değişikliklere sebep olabilecek yetersiz kesitler büyük ölçüde ortaya çıkmamıştır.

- c) Yapıların boyutlandırılmasında tekrar tekrar başa dönmek için ön boyutlandırmanın çok önemli olduğu bunun da edinilen tecrübelerle yapıldığı düşünülerek projelendirmede tecrübenin büyük önem taşıdığı yapılan bu çalışma ile tekrar dile getirilmiştir.
- d) Sahada yapılan kaynakların pek çok sebepten dolayı atelye kaynaklarına göre daha sağlıklı olduğu düşünülerek mümkün olduğu kadar saha kaynağı az kullanılmıştır.
- e) Elemanların imalatında kullanılacak malzemelerin önemi; üst yapı çeliği, ankraj elemanları, bağlantı civataları, taban plakaları vs. gibi elemanların tamamında hassasiyetle seçilerek vurgulanmaya çalışılmıştır.
- f) Yapıya ait döşemeler ekipman, boru, bakım onarım amaçlı platformlar olarak da kullanılarak ilave maliyet oluşması engellenmiştir.
- g) Yapının yatay yüklere göre hesabında hangi yöntemin kullanılacağı dikkatle belirlenmedir.
- h) Kazık hesapları yapılırken daha gerçekçi ve güvenilir sonuçların ortaya çıkması için zemin de yapı gibi detaylı şekilde modellenmelidir.
- i) Taban plakaları ve ankraj bulonları tahkik edilmeden önce daha kesin sonuç için bu elemanlarda ayrı bir model üzerinde çözülmeli analiz sonuçları ışığında hesap ve tahkikler tamamlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik**, 2007 İmar İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı
- [2] **Eurocode 3**, 2001, Desing of Steel Structures,
- [3] **DIN 1055**, 1999. Deutch Institute of Norme.
- [4] **DIN 4132**, 1999. Deutch Institute of Norme.
- [5] **DIN 18800**, 1999. Deutch Institute of Norme.
- [6] **DIN 10025**, 1999. Deutch Institute of Norme.
- [7] **Deren H. , Erdoğan U. , Piroğlu F. , Çağlayan B.Ö.** Çelik Yapılar, Çağlayan Kitapevi, İstanbul
- [8] **Odabaşı Y**, 1997, Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları, Beta, İstanbul
- [9] **SAP2000 Analyis Reference Manual**, 1998. Computers and Structures Inc. Berkley, California
- [10] **National Building Code of Canada**, 2005.



## EKLER


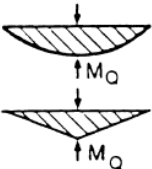
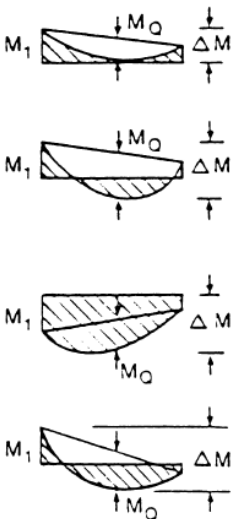
EK-A (Eurocode 3.1.1' e göre kusur katsayıları)

Buckling curve	a	b	c	d
Imperfection factor $\alpha$	0,21	0,34	0,49	0,76

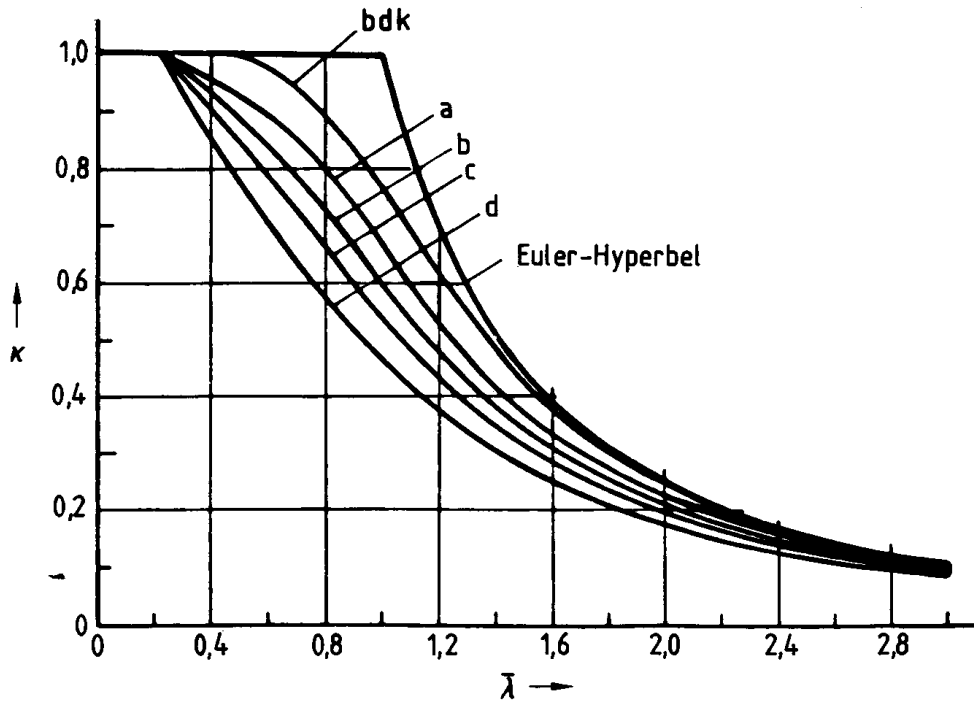
EK-B (Eurocode 3.1.1' e göre küçültme katsayıları)

$\bar{\lambda}$	Buckling curve			
	a	b	c	d
0,2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,3	0,9775	0,9641	0,9491	0,9235
0,4	0,9528	0,9261	0,8973	0,8504
0,5	0,9243	0,8842	0,8430	0,7793
0,6	0,8900	0,8371	0,7854	0,7100
0,7	0,8477	0,7837	0,7247	0,6431
0,8	0,7957	0,7245	0,6622	0,5797
0,9	0,7339	0,6612	0,5998	0,5208
1,0	0,6656	0,5970	0,5399	0,4671
1,1	0,5960	0,5352	0,4842	0,4189
1,2	0,5300	0,4781	0,4338	0,3762
1,3	0,4703	0,4269	0,3888	0,3385
1,4	0,4179	0,3817	0,3492	0,3055
1,5	0,3724	0,3422	0,3145	0,2766
1,6	0,3332	0,3079	0,2842	0,2512
1,7	0,2994	0,2781	0,2577	0,2289
1,8	0,2702	0,2521	0,2345	0,2093
1,9	0,2449	0,2294	0,2141	0,1920
2,0	0,2229	0,2095	0,1962	0,1766
2,1	0,2036	0,1920	0,1803	0,1630
2,2	0,1867	0,1765	0,1662	0,1508
2,3	0,1717	0,1628	0,1537	0,1399
2,4	0,1585	0,1506	0,1425	0,1302
2,5	0,1467	0,1397	0,1325	0,1214
2,6	0,1362	0,1299	0,1234	0,1134
2,7	0,1267	0,1211	0,1153	0,1062
2,8	0,1182	0,1132	0,1079	0,0997
2,9	0,1105	0,1060	0,1012	0,0937
3,0	0,1036	0,0994	0,0951	0,0882

EK-C (Eurocode 3.1.1' e göre eşdeğer moment katsayısı)

Moment diagram	Equivalent uniform moment factor $\beta_M$
<p>end moments</p>  <p><math>-1 \leq \psi \leq 1</math></p>	$\beta_{M,\psi} = 1,8 - 0,7\psi$
<p>moments due to in-plane lateral loads</p> 	$\beta_{M,Q} = 1,3$ $\beta_{M,Q} = 1,4$
<p>moments due to in-plane lateral loads plus end moments</p> 	$\beta_M = \beta_{M,\psi} + \frac{M_Q}{\Delta M} (\beta_{M,Q} - \beta_{M,\psi})$ <p><math>M_Q =   \max M  </math> due to lateral load only</p> $\Delta M \begin{cases}   \max M   & \text{for moment diagram without change of sign} \\   \max M   +   \min M   & \text{for moment diagram with change of sign} \end{cases}$

EK-D ( DIN 18800'e KSL skalası)



## EK-E PAFTA LİSTESİ

Pafta No	Pafta No	Pafta No	Pafta No
LK-2009-B-0001	LK-2009-Çİ-0009	LK-2009-Çİ-0030	LK-2009-Çİ-0051
LK-2009-B-0002	LK-2009-Çİ-0010	LK-2009-Çİ-0031	LK-2009-Çİ-0052
LK-2009-B-0003	LK-2009-Çİ-0011	LK-2009-Çİ-0032	LK-2009-Çİ-0053
LK-2009-B-0004	LK-2009-Çİ-0012	LK-2009-Çİ-0033	LK-2009-Çİ-0054
LK-2009-ÇM-0001	LK-2009-Çİ-0013	LK-2009-Çİ-0034	LK-2009-Çİ-0055
LK-2009-ÇM-0002	LK-2009-Çİ-0014	LK-2009-Çİ-0035	LK-2009-Çİ-0056
LK-2009-ÇM-0003	LK-2009-Çİ-0015	LK-2009-Çİ-0036	LK-2009-Çİ-0057
LK-2009-ÇM-0004	LK-2009-Çİ-0016	LK-2009-Çİ-0037	LK-2009-Çİ-0058
LK-2009-ÇM-0005	LK-2009-Çİ-0017	LK-2009-Çİ-0038	LK-2009-Çİ-0059
LK-2009-ÇM-0006	LK-2009-Çİ-0018	LK-2009-Çİ-0039	LK-2009-Çİ-0060
LK-2009-ÇM-0007	LK-2009-Çİ-0019	LK-2009-Çİ-0040	LK-2009-Çİ-0061
LK-2009-ÇM-0008	LK-2009-Çİ-0020	LK-2009-Çİ-0041	LK-2009-Çİ-0062
LK-2009-ÇM-0009	LK-2009-Çİ-0021	LK-2009-Çİ-0042	LK-2009-Çİ-0063
LK-2009-Çİ-0001	LK-2009-Çİ-0022	LK-2009-Çİ-0043	LK-2009-Çİ-0064
LK-2009-Çİ-0002	LK-2009-Çİ-0023	LK-2009-Çİ-0044	LK-2009-Çİ-0065
LK-2009-Çİ-0003	LK-2009-Çİ-0024	LK-2009-Çİ-0045	LK-2009-Çİ-0066
LK-2009-Çİ-0004	LK-2009-Çİ-0025	LK-2009-Çİ-0046	LK-2009-Çİ-0067
LK-2009-Çİ-0005	LK-2009-Çİ-0026	LK-2009-Çİ-0047	LK-2009-Çİ-0068
LK-2009-Çİ-0006	LK-2009-Çİ-0027	LK-2009-Çİ-0048	LK-2009-Çİ-0069
LK-2009-Çİ-0007	LK-2009-Çİ-0028	LK-2009-Çİ-0049	
LK-2009-Çİ-0008	LK-2009-Çİ-0029	LK-2009-Çİ-0050	



## **ÖZGEÇMİŞ**

**Ad Soyad: Levent KURŞUN**

**Doğum Yeri ve Tarihi: Turhal, 09.09.1982**

**Adres: İskenderun Demir Çelik A.Ş. Gemont A.Ş. Sıcak Haddehane Şantiyesi  
PAYAS/ DÖRTYOL/ HATAY**

**Lisans Üniversite: Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat  
Mühendisliği Bölümü**