

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİYEL YAPI TASARIMINDA H PROFİLLER İLE  
ONDÜLİN GÖVDELİ PROFİLLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS**

**İnşaat Müh. H.G.Gökşen GÖNEN**

**Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği**

**Danışman: Yrd.Doç.Dr. Fuad OKAY**

**KOCAELİ, 2007**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİYEL YAPI TASARIMINDA H PROFİLLER İLE  
ONDÜLİN GÖVDELİ PROFİLLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnşaat Müh. H.G.Gökşen GÖNEN**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 04.06.2007**

**Tezin Savunulduğu Tarih: 19.07.2007**

**Tez Danışmanı**

**Üye**

**Üye**

**Yrd.Doç.Dr.Fuad OKAY**

**Yrd.Doç.Dr.Şevket ÖZDEN**

**Yrd.Doç.Dr.Baha GÜNEY**

(.....)

(.....)

(.....)

**KOCAELİ, 2007**

## **ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR**

Bu çalışmada günümüzde kullanım alanı oldukça genişleyen çelik yapılarda, kullanılan geleneksel geniş başlıklı profiller ile ondülin gövdeli sin profiller karşılaştırılmıştır.

Tez çalışmalarım boyunca benden yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Fuad OKAY'a, bilgisayar modellemesi ile ilgili hiçbir sorumu yanıtızs bırakmayan Ar.Gör. Hilal MEYDANLI ATALAY ve Ar.Gör. Serkan ENGİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca NuroI&Zeman firmasından çalışmalarına destek veren, bilgilerini dokümanlarını benimle paylaşan değerli meslektaşım İnş.Müh. H.Sezgin ÜSTÜN'e, sin profillerle tanışmamı sağlayan Sinan AKŞİT ve Nejat AYKUT'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca bana her konuda destek olan, sıkıntımı stresimi paylaşan sevgili babam Ali GÖNEN'e, sevgili annem E.Ceyla GÖNEN'e ve ablam Elk.Müh. Ayşegül Selcan GÖNEN'e teşekkürü bir borç bilirim.

H.G.Gökşen GÖNEN

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ.....	vi
SEMBOLLER DİZİNİ.....	viii
ÖZET.....	x
İNGİLİZCE ÖZET.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÇELİK.....	2
2.1 Çeliğin Elde Edilmesi.....	2
2.2 Çeliğin Karakteristik Malzeme Özellikleri.....	6
2.2.1 Çeliğin elastik ve mukavemet özellikleri.....	6
2.2.1.1 Orantılı sınır $\sigma_p$ .....	6
2.2.1.2 Elastik sınır $\sigma_e$ .....	8
2.2.1.3 Akma sınırı $\sigma_f$ .....	8
2.2.1.4 Çekme mukavemeti $\sigma_c$ .....	9
2.2.1.5 Kopma uzaması $\epsilon_K$ .....	9
2.2.2 Çelik emniyet gerilmeleri.....	9
2.2.3 Çeliğin korunması.....	11
3. ÇELİK TAŞIYICILI YAPI SİSTEMLERİ.....	13
3.1 Çelik Yapılar.....	13
3.1.1 Çelik yapıların tarihçesi.....	14
3.1.2 Çelik yapıların kullanımı ve gelişimleri.....	15
3.1.3 Çelik yapıların maliyetine kısa bakış.....	15
3.1.4 Çelik yapıların avantajları.....	17
3.1.5 Çelik yapıların dezavantajları.....	21
3.2 Üretimi Yapılan Sık Kullanılan Çelik Malzemeler Şekil Ve Boyutları.....	22
3.2.1 Profiller.....	24
3.2.2 Lamalar.....	24
3.2.3 Levhalar.....	24
3.2.4 Diğer malzemeler.....	24
3.3 Çelik Yapı Tasarımı.....	24
3.3.1 Tasarım adımları.....	25
3.3.2 Taşıyıcı sistemin analizi.....	26
3.3.3 Çelik yapılarda yükleme durumları.....	26
3.4 Yönetmelikler.....	27
3.5 Uluslar Arası Çelik Standartlarında Malzeme Tanımlaması.....	27
3.6 Projelendirme.....	31
3.7 Çelik Taşıyıcı Sistemler.....	32
3.7.1 Çerçeveler.....	32
3.7.2 Kabuklar.....	32
3.7.3 Asma sistemler.....	32



3.8 Çelik Yapılarda Kullanılan Yardımcı Malzemeler.....	33
3.9 Çelik Yapıların Yangın Dayanımı .....	33
3.9.1 Aktif önlemler.....	34
3.9.1.1 Sprinkler sistemi .....	34
3.9.1.2 Gaz, toz ve köpük kullanımları.....	35
3.9.2 Pasif-Aktif önlemler.....	35
3.9.2.1 Kompartıman oluşturulması .....	35
3.9.3 Pasif önlemler .....	35
3.10 Çelik Yapıların Yalıtımı.....	36
3.10.1 Isı yalıtımı.....	36
3.10.2 Su yalıtımı.....	37
3.10.3. Ses yalıtımı .....	37
4. ONDÜLİN GÖVDELİ SIN PROFİLLER .....	39
4.1 Sin Profillerin Genel Tanımı .....	39
4.2 Ürün Çeşitleri ve Tanımlamaları .....	43
4.2.1 Standart kirişler.....	43
4.2.2 Konik kesitli kirişler.....	44
4.2.3 Korozyondan korunma.....	45
4.3 Hesap Yöntemleri .....	46
4.4 Sin Profillerde Gövde ve Flanşların Yük Taşıma Kapasitesi.....	47
4.4.1 Gövdenin düşey doğrultudaki yük taşıma kapasitesi.....	48
4.4.2 Flanşların normal kuvvet altındaki yük taşıma kapasitesi.....	56
4.4.3 Kirişlerin boyutlandırılması.....	63
4.4.4 Kolonların boyutlandırılması.....	66
4.5 Sin Profiller Üzerine Yapılan Araştırmalar.....	68
5. ENDÜSTRİYEL ÇELİK BİNANIN TASARIMI.....	75
5.1 Tasarımı yapılan binaya etkiyen yükler ve hesaplamaları .....	78
5.1.1 Kar yükü hesabı .....	78
5.1.2 Rüzgâr yükü hesabı .....	79
5.1.3 Kreyn yükü hesabı .....	80
5.1.4 Binanın deprem karakteristikleri.....	81
5.2 Düzensizliklerin Kontrolü .....	82
5.3 Binaya Uygulanan Yük Kombinasyonları .....	83
5.4 Yatay Yer Değiştirmelerin Kontrolü.....	85
5.5 Yapı Elemanlarının Gerilme Kontrolü.....	86
5.6 Sap2000 Programında H ve Sin Profillerin Tanımlanması.....	86
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
6.1 Analiz sonuçları .....	91
6.2 Öneriler.....	101
KAYNAKLAR.....	105
EKLER.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	161

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Çelik üretim çizelgesi.....	3
Şekil 2.2. Karbon oranının çeliklerin mekanik özelliklerine etkisi .....	4
Şekil 2.3. Karbon oranının çeliklerin mekanik özelliklerine etkisi .....	7
Şekil 3.1. Malzeme numarasının açılımı.....	28
Şekil 4.1. Sin Profil.....	39
Şekil 4.2. Sin Profil Üretiminde Kaynak Ünitesi .....	40
Şekil 4.3. Sin Profil Kullanılarak İnşa Edilen Endüstriyel Yapı .....	41
Şekil 4.4. Sin Profil Kullanılarak İnşa Edilen Antrepo.....	42
Şekil 4.5. Sin Profil Kullanılarak İnşa Edilen Fabrika Binası.....	42
Şekil 4.6. Ondülin gövdeli kirişlerin kesit özellikleri.....	43
Şekil 4.7. Sin profiller kodlarının açılımı (NZ Teknik Dokümantasyon).....	44
Şekil 4.8 Sin profil kesitindeki bazı kısaltmalar (NZ Teknik Dokümantasyon).....	45
Şekil 4.9. Paralel flanşlı kafes kiriş ve Ondülin gövdeli kiriş kesitinde oluşan kuvvetler.....	46
Şekil 4.10. Trapezoidal ve ondülin gövdeli kirişin TS ENV 1993-1-5 te kullanılan notasyonları .....	48
Şekil 4.11. Trapezoidal kesitte oluşan kesme kuvvetleri ve momentler.....	49
Şekil 4.12. Ondülin gövdeli kiriş kesitindeki rijitlikler .....	52
Şekil 4.13. Flanş ve plaka şeridinin çizim üzerinde gösterilmesi.....	57
Şekil 4.14. Ondülin gövde üzerinde takviye-serbest yük etkisi .....	67
Şekil 4.15. Deneyde kullanılan kiriş kesitleri .....	68
Şekil 4.16. Deneyde kullanılan sin profil kiriş kesiti.....	68
Şekil 4.17. Kullanılan deney düzeneği .....	69
Şekil 4.18. Kullanılan kiriş numunelerinde oluşan kalıcı deformasyon örnekleri .....	71
Şekil 4.19. İlk 3 deneyde kullanılan kiriş numunelerinde yapılan destekler .....	72
Şekil 4.20. İlk 3 deneyde kullanılan deney düzeneği .....	72
Şekil 4.21. Dördüncü deneyde kullanılan deney düzeneği .....	73
Şekil 4.22. Dördüncü deneyde oluşan ani göçme.....	73
Şekil 4.23. Sin profilin yük-deformasyon eğrisi .....	74
Şekil 5.1. Genel sistem görünüşü .....	75
Şekil 5.2. Kolon aplikasyon planı.....	76
Şekil 5.3. Tasarımı yapılan binanın 1-1 Kesiti.....	77
Şekil 5.4. Bina yüzeylerindeki rüzgar yükü değerleri .....	79
Şekil 5.5. Kreynin oluşturduğu yük yönleri .....	81
Şekil 5.6. Bir çerçeveye ve tüm binaya etkiyen kar yükü.....	84
Şekil 5.7. Bir çerçeveye ve tüm binaya etkiyen kar yükü.....	84
Şekil 5.8. 5-6 aksları arasına etkilmiş kreyn yükü.....	84
Şekil 5.9. H profil kesitlerinin Sap2000'e aktarılması.....	87
Şekil 5.10. Sap2000 deki profil kesitlerinin Excele aktarılması .....	88
Şekil 5.11. Excele aktarılacak dosyanın içeriğinin kesit özellikleri olarak seçimi .....	89
Şekil 5.12. Sap2000'e Excel dosyasının aktarılması .....	89
Şekil 5.13. Import Tabular Database penceresi.....	90
Şekil 6.1. Petek kirişin I profilden oluşturulması .....	102
Şekil 6.2. Petek kirişin üretimi .....	103

Şekil 6.3. Showroomda sin profil kullanımı .....103

## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Çeliklerin mekanik özellikleri .....	4
Tablo 2.2. Çelik yapı kısımları için emniyet gerilmeleri ( $N/mm^2$ ) .....	10
Tablo 2.3. Çeliklere ait özellikler .....	11
Tablo 3.1. Normal standartlara göre imal edilen profillerin şekil ve boyutları.....	23
Tablo 3.2. Karbon Çeliklerin Kodlanmasında Kullanılan Harflerin Açılımı.....	28
Tablo 3.3. İngiliz Standartlarındaki Çelik Ana Grupları ve Tanımları.....	30
Tablo 3.5. Yapı Çeliklerinde Kullanılan Uluslar Arası Kodların Denklik Tablosu...31	
Tablo 4.1. Ondülin gövde kalınlığına göre $s$ ve $I_z$ değerleri .....	53
Tablo 4.2. Ondülin Gövde Kesme Yüğü Taşıma Dayanımları .....	55
Tablo 4.3. Sabit bir normal kuvvet için yanıl desteklerin mesafelerine göre, flanşların yük destekleme kapasiteleri .....	62
Tablo 4.4. Ondülin Gövdeli Kirişlerin Tekil Yük Etki Genişliği.....	65
Tablo 4.5. Deneyde kullanılan kiriş ölçüleri .....	69
Tablo 4.6. Eşdeğer $S_{in}$ ve $H$ profil kesit ve mukavemet özellikleri .....	74
Tablo 5.1. Hesaplanan çelik yapının geometrisi .....	77
Tablo 5.2. Kreynin etkittiği yükler .....	81
Tablo 5.3. Modellenen çelik yapının tasarım kriterleri .....	82
Tablo 6.1. $H$ profil ve $S_{in}$ profil ile tasarlanmış yapının kolon kütlelerinin karşılaştırılması.....	91
Tablo 6.2. $H$ profil ve $S_{in}$ profil ile tasarlanmış yapının kiriş kütlelerinin karşılaştırılması.....	92
Tablo 6.3. $H$ profil ile $S_{in}$ profil ile tasarlanmış yapının $A_9$ kolonunda oluşan $x$ deplasmanlarının karşılaştırılması .....	93
Tablo 6.4. $H$ profil ve $S_{in}$ profil ile tasarlanmış yapının frekans ve periyot değerlerinin karşılaştırılması .....	94
Tablo 6.5. $H$ Profil ile tasarlanan yapının çelik konstrüksiyon toplam malzeme ağırlık tablosu .....	95
Tablo 6.6. $S_{in}$ Profil ile tasarlanan yapının çelik konstrüksiyon toplam malzeme ağırlık tablosu .....	95
Tablo 6.7. $H$ Profil ile tasarlanan yapının çelik konstrüksiyon toplam malzeme ağırlık tablosu .....	96
Tablo 6.8. $S_{in}$ Profil ile tasarlanan yapının çelik konstrüksiyon toplam malzeme maliyet tablosu.....	96
Tablo 6.9. $H$ profil ve $S_{in}$ profil ile tasarlanmış yapının toplam ağırlık ve maliyetinin karşılaştırılması.....	97
Tablo 6.10. $H$ Profil ve $S_{in}$ Profil ile tasarlanan yapılarda kullanılan kesitler ve birim ağırlıkları .....	98
Tablo 6.11. $S_{in}$ Profil ile tasarlanan yapının sürekli temel donatı metraj tablosu.....	99
Tablo 6.12. $H$ profil ile tasarlanan yapının sürekli temel donatı metraj tablosu .....	100
Tablo 6.13. $H - S_{in}$ profil ile tasarlanan yapının sürekli temel kalıp metraj tablosu .....	101
Tablo 6.14. $H - S_{in}$ profil ile tasarlanan yapının sürekli temel beton metraj tablosu .....	101

Tablo 6.15. 10kN/m'lik yayılı yük altında L/300 sehim limitine sahip kirişlerin ağırlıkları .....	104
--	-----

## SEMBOLLER DİZİNİ

a	: yük dağılıma genişliği, (mm)
A	: flanş kesit alanı, (mm <sup>2</sup> )
b	: genişlik, (mm)
c	: mesafe, (mm)
D	: ölü yük, (N)
E	: elastisite modülü, (N/mm <sup>2</sup> )
F	: kesit alanı, (mm <sup>2</sup> )
FS	: güvenlik sayısı
G	: kayma modülü, (N/mm <sup>2</sup> )
h	: yükseklik, (mm)
H	: esas yük, (N)
I	: atalet momenti, (Nmm)
İ	: atalet yarıçapı, (mm)
k	: kuvvet faktörü
K	: burkulma katsayısı
l	: uzunluk, (mm)
L	: hareketli yük, (N)
M	: moment, (Nmm)
N	: çekme durumunda yük taşıma kapasitesi, (N)
P	: kuvvet, (N)
R	: dayanım, (N/mm <sup>2</sup> )
Q	: yük, (N)
s	: düzleştirilmiş boy, (mm)
S	: kar yükü, (N)
t	: kalınlık, (mm)
T	: tali yük, (N)
V	: kesme kuvveti, (N)
w	: dalga boyu, (mm)
W	: rüzgâr yükü, (N)
z	: mesafe, (mm)
$\alpha$	: lineer ısı uzama sayısı
$\Delta$	: yanal deplasman, (mm)
$\varepsilon$	: Şekil Değiştirme Oranı, (%)
$\Phi$	: dayanım katsayısı
$\Psi$	: gerilme oranı
$\gamma$	: emniyet katsayısı
$\chi$	: azaltma faktörü
$\lambda$	: iletkenlik katsayısı, (W/mK)
$\bar{\lambda}$	: spesifik narinlik parametresi
$\sigma$	: gerilme, (N/mm <sup>2</sup> )
$\nu$	: poisson oranı

$\tau$  : burkulma gerilmesi, (N/mm<sup>2</sup>)

#### **Alt indisler**

bem : basınç emniyet  
c : çekme  
cem : çekme emniyet  
e : enine  
em : emniyet  
E : elastik sınır  
f : akma sınırı  
F : faktörü  
p : orantılı sınır  
pig : enine  
Rd : alternatif taşıma  
K : kopma  
og : üst flanş  
s : gövde plakası  
ug : alt flanş  
y : çatı  
0 : son değeri

#### **Kısaltmalar**

AISC : American Institute of Steel Construction  
ASD : Allowable Stress Design  
BS : British Standards  
DIN : Deutsch Norm  
EC3 : Eurocode3  
E.C.C.S. : Avrupa Yapısal Çelik Birliği  
LRFD : Load and Resistance Factor Design  
NZ : Nuro Zeman Çelik Yapı Müh.İnş.San.ve Tic. A.Ş.

# ENDÜSTRİYEL YAPI TASARIMINDA H PROFİLLER İLE ONDÜLİN GÖVDELİ PROFİLLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

**H.G.Gökşen GÖNEN**

**Anahtar Kelimeler:** Sin Profil, Ondülin Gövdeli Profil, H Profil, Endüstriyel Yapı Tasarımı, Çelik, Çelik Yapılar

**Özet:** Çelik yapıların günümüzde kullanımı, yapım ve kullanım avantajları nedeniyle bir hayli artmıştır. Yüksek katlı yapılarda, geniş açıklıkların geçildiği alanlarda ve endüstriyel yapılarda yapım-üretim avantajları nedeniyle sıkça tercih edilmektedirler. Bu çalışmada tipik bir endüstriyel yapı iki farklı çelik profil ile çözümlenerek karşılaştırılmıştır. Kullanılan birinci profil “arbed profilleri” olarak bilinen geleneksel geniş başlıklı çelik profillerdir. İkinci profil ise ülkemizde yeni yeni kullanılmaya başlanmış “sin profil” olarak bilinen “ondülin gövdeli” çelik profillerdir. 1000 m<sup>2</sup>'lik, içerisinde 10 tonluk bir kreyn bulunan yapı Sap2000 programında modellenerek analizi yapılmış ilgili standartlara göre kontrolleri yapılmış, maliyet analizi yapılmıştır.



# **THE COMPARISON OF H-PROFILE WITH CORRUGATED WEB BEAM, IN INDUSTRIAL BUILDING DESIGN**

**H.G.Gökşen GÖNEN**

**Keywords:** Sin Profile, Corrugated Web Beam, H Profile, Design of Industrial Building, Steel, Steel Buildings

**Abstract:** Nowadays the usage of steel structures increased, because of their construction and using advantages. They are rather frequently preferred for high rised structures, areas with wide spans and industrial structures because of their construction-production advantages. In this study, a typical industrial structure is designed and compared with two different steel profiles. The first profile is traditional wide flange steel profiles also known as “arbed profiles”. The second one is “sin profile” which is used newly in our country also called as steel profiles with “corrugated web”. The structure with an area of 1000 squaremeters including a ten tons crane, modeled and analysed with Sap2000 software, controlled according to related regulations and cost analysis is done.

## 1. GİRİŞ

Çelik mimaride ve yapılarda kullanılan diğer yapı malzemeleriyle karşılaştırıldığında oldukça yeni bir yapı malzemesidir. Çelik 1850 yıllarından sonra yapılarda kullanılabilir hale gelmiş, büyük köprüler, istasyonlar ve gökdelenler çelik olarak yapılmaya başlamıştır.

Çelik yapıların günümüzde kullanımı, yapım ve kullanım avantajları nedeniyle bir hayli artmıştır. Yüksek katlı yapılarda, geniş açıklıkların geçildiği alanlarda ve endüstriyel yapılarda yapım-üretim avantajları nedeniyle sıkça tercih edilmektedirler. Ülkemizde çelik yapılar genellikle endüstriyel binalarda, depo, atölye, alışveriş merkezleri, yüksek katlı binalarda kullanılmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle çeliğin malzeme ve mukavemet özellikleri irdelenmiş, daha sonra çelik yapılar hakkında genel bilgi verilmiş son olarak tipik bir endüstriyel yapı iki farklı çelik profil ile çözümlenerek karşılaştırılmıştır. Kullanılan birinci profil arbed profilleri olarakta geleneksel geniş başlıklı H çelik profillerdir. İkinci profil ise ülkemizde yeni yeni kullanılmaya başlanmış “sin profil” olarakta bilinen “ondülin gövdeli” çelik profillerdir. 1000 m<sup>2</sup>'lik, içerisinde 10 tonluk bir kreyn bulunan endüstriyel yapının çelik konstrüksiyonu Sap2000 programında, betonarme temeli İdeStatik programında modellenerek analizi yapılmış ilgili standartlara göre deplasman, çökme kontrolleri yapılmış, maliyet incelemeleri karşılaştırılmıştır.

## 2. ÇELİK

Bu bölümde çeliğin elde edilişi, malzeme ve mukavemet özellikleri irdelenmiştir.

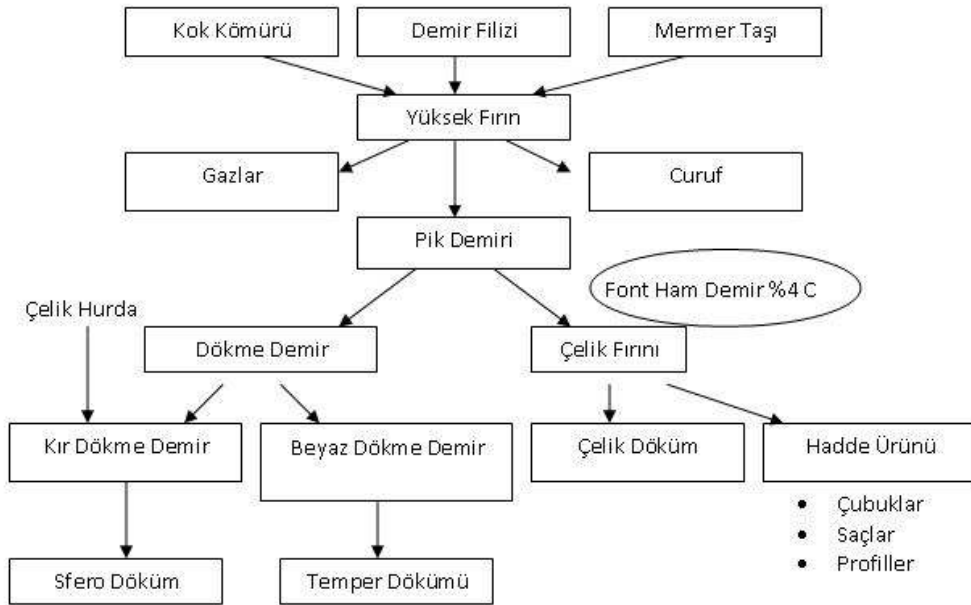
### 2.1 Çeliğin Elde Edilmesi

Çelik, sertlik ve mukavemetlerinin yanında elastisite modülünün yüksek oluşu nedeniyle en uygun yapı malzemesi olarak kullanılan metaldir. Çelik demirden elde edilir. Doğada arı halde bulunan demir çok yumuşak ve düşük mukavemetlidir. İçine karbon katılmasıyla sertlik ve mukavemet değeri artar, ancak süneklik ve tokluk değeri azalır.

Doğada çoğunlukla  $Fe_2O_3$  ve  $Fe_3O_4$  bileşikleri halinde bulunan demir filizleri yüksek fırında redüklenerek ham demire ( pik demir veya font) dönüştürülür. Yüksek fırında bir tabaka kok kömürü, bir tabaka demir filizi ve ayrıca bir miktar kireç taşı konur. Yüksek sıcaklıkta redüklenen demir bileşiklerinden elde edilen ham demirde %3-4 oranında karbon bulunur. Bu şekilde elde edilen ham demir ergimiş halde çelik fırınlarına konur içinden oksijen geçirilerek karbonun fazlası yakılır istenen düzeye indirilir. Çelik fırınından alınan sıvı metal kokil denen kalıplara dökülerek ham (ingot) çelik elde edilir. Döküm sırasında erimiş kütle içinde kalan FeO karbon tarafından deokside edilir, bu sırada oluşan CO gazı katılaşma tamamlanıncaya kadar kısmen kabarcıklar halinde yüzeye çıkmaya devam eder, kısmen de kütle içinde kalır. Kaynama şeklinde görüntü nedeniyle elde edilen bu tür çeliğe kaynar dökülmüş veya sakinleşmemiş çelik denir. Bu tür çeliğin kalitesi standartlarda K simgesi ile belirtilir. İçeride kalan gaz boşlukları çoğunlukla haddeleme sırasında kaynaklanarak kapanır. Bununla beraber K simgesi ile belirtilen bu çeliklerin kalitesi bağıl olarak düşüktür. Diğer taraftan döküm sırasında potaya katılan silisyum, alüminyum veya benzer katkıları doğrudan FeO'ı deoksite eder ve gaz kabarcıklarının oluşması önlenir, dolayısıyla kaynama görülmez. Bu yöntemle elde edilen çeliğe sakinleşmiş çelik denir ve S simgesi ile gösterilir. Bu işlem özenli yapılır ve tam

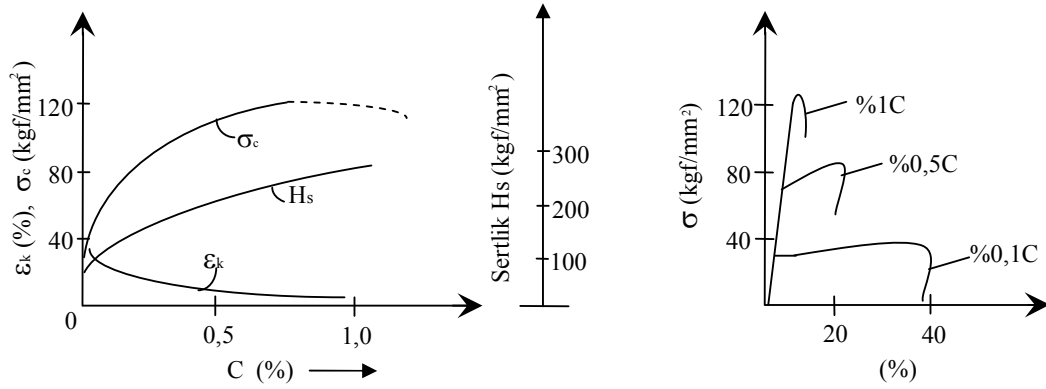
sakinleşme sağlanırsa SS simgesi kullanılır. Sakinleşmiş çelikler mekanik özellikler ve kaynak kabiliyeti yönünden üstün nitelikli sayılırlar.

Çeliklerin bileşiminde üretim sırasında bir miktar fosfor ve kükürt bulunur. Bu elemanlar çeliği gevrekleştirir, kaynak kabiliyetini azaltır ve kaliteyi düşürür. Bu nedenle bunların miktarını sınırlı tutmak gerekir. Şekil 2.1’de verilen üretim çizelgesinde demir karbon alaşımlarının üretim süresinde geçirdikleri aşamalar gösterilmiş ve kullanılan bazı terimler verilmiştir.



Şekil 2.1: Çelik üretim çizelgesi

Çelikler de karbon oranı yükseldikçe içyapıda yumuşak ferrit fazının yanında sert ve gevrek olan demir karbür fazının miktarı artar, şekil değiştirme zorlaşır, dolayısıyla Şekil 2.2 de görüldüğü gibi sertlik ve mukavemet artar, buna karşılık süneklik azalır. Çeliklerin elastisite modülleri karbona bağlı değildir. Düşük mukavemetli yumuşak çelikler ve yüksek mukavemetli çeliklerin elastisite modülleri aynı olup ortalama  $210.000 \text{ N/mm}^2$  'dir. Çeliklerin gerilme şekil değiştirme diyagramlarının karbon oranına bağlı olarak aldığı biçimler Şekil 2.2’de görülmektedir. Az karbonlu çeliklerde akma basamağı görülür, mukavemet düşük olmakla beraber tokluk yüksektir. Yüksek karbonlu çeliklerde mukavemet yüksek fakat tokluk düşüktür.



Şekil 2.2: Karbon oranının çeliklerin mekanik özelliklerine etkisi

Çeliklerde şekil verme işleminin uygulandığı sıcaklığın düzeyi mekanik özellikleri etkiler. Yeniden kristalleşme sıcaklığının üstünde şekil verilmiş (sıcak haddeleme) çeliklere doğal sertlikte çelikler denir. Tablo 2.1’de sıcak işlenmiş doğal sertlikteki çeliklerin mekanik özelliklerinin karbon oranına bağlı olarak değişimi verilmiştir. Çeliklerde yeniden kristalleşme sıcaklığı 600 °C civarındadır. Bu sıcaklığın altında şekil verilenlere soğuk işlenmiş çelikler denir. Bunların sertlik ve mukavemetleri şekil verme oranına bağlı olarak çok değişebilir.

Tablo 2.1: Çeliklerin mekanik özellikleri

C %	Akma Sınırı N/mm <sup>2</sup>	Çekme Mukavemeti N/mm <sup>2</sup>	Süneklik %
0,1	280	380	38
0,2	320	420	35
0,4	420	620	25
0,6	480	815	20
0,8	520	850	10
0,9	570	920	8

Az karbonlu çeliklerin sertlik ve mukavemetleri düşüktür. Kolay işlenir ve kolay kaynak yapılabilir. Su verme ile sertleştirilemezler, sertlik ve mukavemetleri soğuk şekil verme ile arttırılır. Genel amaçlar için kullanılan en ucuz çeliklerdir.

Orta karbonlu çeliklerin mukavemetleri ve toklukları yüksektir, plastik şekil verilerek işlenebilirler. Şekil verildikten sonra su verme ile sertlik ve mukavemetleri

birkaç kat arttırılabilir. Bu çelikler genellikle yapılarda makine parçaları, buhar kazanları, demir yolu rayları gibi mukavemet istenen yerlerde kullanılırlar.

Yüksek karbonlu çeliklerde sertlik ve mukavemet yüksek olmakla beraber, süneklikleri ve toklukları düşüktür, şekil vermek zordur. Kaynak yetenekleri iyi değildir. Kaynak sırasında yerel sertleşme ve gevrekleşme oluşur, çatlamlar meydana gelebilir. Bu çelikler genellikle takım kalıp ve yaya çeliklerli olarak kullanılırlar. Şekil vermeden önce 700 °C civarında uzun süre tavlınırsa tabaka ve ağ şeklindeki demir karbür fazı küresel şekil alır bu küreleştirme işleminden sonra yumuşak ferrit fazı içinde dağılmış küresel demir karbür tanelerinden oluşan çelik kolay işlenir. Daha sonra su verme ile sertleştirilir.

Demir cevherinin yüksek fırınlarda kok kömürü yakılarak ergitilmesi sonucunda elde edilen ham demirin Siemens Martin fırını, elektrik fırını, konventer, pudralama fırını gibi özel fırınlarda eritilip içerisine çeşitli katkıların yapılması sonucunda çelik malzeme elde edilir. Bu şekilde elde edilen çeliğin içerisinde bulunan ve miktarlarının artması oranında çeliğin sertleşmesi, dolayısıyla da mukavemetinin artması sonucunu doğuran başlıca malzeme karbondur. Çelik malzemede karbon oranı %0,3-1,7 arasında değişir. Çeliğin bünyesinde karbondan başka çeşitli oranlarda mangan, fosfor, kükürt gibi elementler de bulunur. Ayrıca çelik içerisinde krom, nikel, volfram ve vanadyum gibi madenlerin ilave edilmesi ile de çeşitli cins ve mukavemette çelik türleri elde edilir.

Bu esaslara göre imal edilen çelik türlerinden St 37, St 52 çelikleri çelik yapıların başlıca malzemesidir. Bunlardan St 37 çeliği hususi bir özelliği olmayan yapılarda kullanılır, normal piyasa çeliği niteliğindedir. St 52 çeliği ise mukavemeti St 37 den %50 daha fazla olan bir çelik olup bu özelliği nedeniyle aynı yük ve açıklıklar için daha küçük kesitlerin kullanılmasına imkân verdiği için zati ağırlıkların azaltılabilmesi imkânı ile yapılarda daha ekonomik ve güzel çözümler sağlar.

Çeliğin mukavemetini arttıran karbon kaynağa elverişli bir malzeme olmadığından mukavemet özellikleri St 52 çeliği ile aynı olup kaynak yapmaya elverişli olan HSB 50 çeliği imal edilmiştir. Burada mekanik olarak işlenebilme özelliği yüksek olan ve

perçin yapımında kullanılan St 34, St 44 çelikleri ile bulon yapımında kullanılan 4D ve 5D çelikleri mevcuttur (ONARAN,1999).

## 2.2 Çeliğin Karakteristik Malzeme Özellikleri

Çeliği diğer malzemelerden ayıran elastik, mukavemet özellikleri aşağıdaki alt başlıklarda irdelenmiştir.

### 2.2.1 Çeliğin elastik ve mukavemet özellikleri

Çeliğin elastik özellikleri Şekil 2.3'deki formda bulunan standart çekme çubuğunun çekme deneyine tabi tutulması ile tespit edilir. Çubuğun ilk  $F$  kesiti ile işaretler arasındaki  $l$  boyu  $P$  kuvveti tesiri ile  $F_0$  ve  $l_0$  değerlerini almış iseler

$$\text{Çubuğun uzama oranı } \varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} \quad (2.1)$$

$$\text{Çubuğun gerilmesi de } \sigma = \frac{P}{F_0} \quad (2.2)$$

Birbiriyle yakından ilgili olan bu uzama oranı gerilmeyi  $\varepsilon, \sigma$  düzlem koordinatlar takımı ile tasvir ederek bir diyagram çizmek ve buradan malzemenin aşağıdaki özellikleri tespit etmek mümkündür.

#### 2.2.1.1 Orantılı sınır $\sigma_p$

$\sigma$  gerilmesi bu sınırın altında kaldığı sürece cisim Hooke kanununa uyar ve  $\varepsilon, \sigma$  diyagramı bu bölgede denklemi

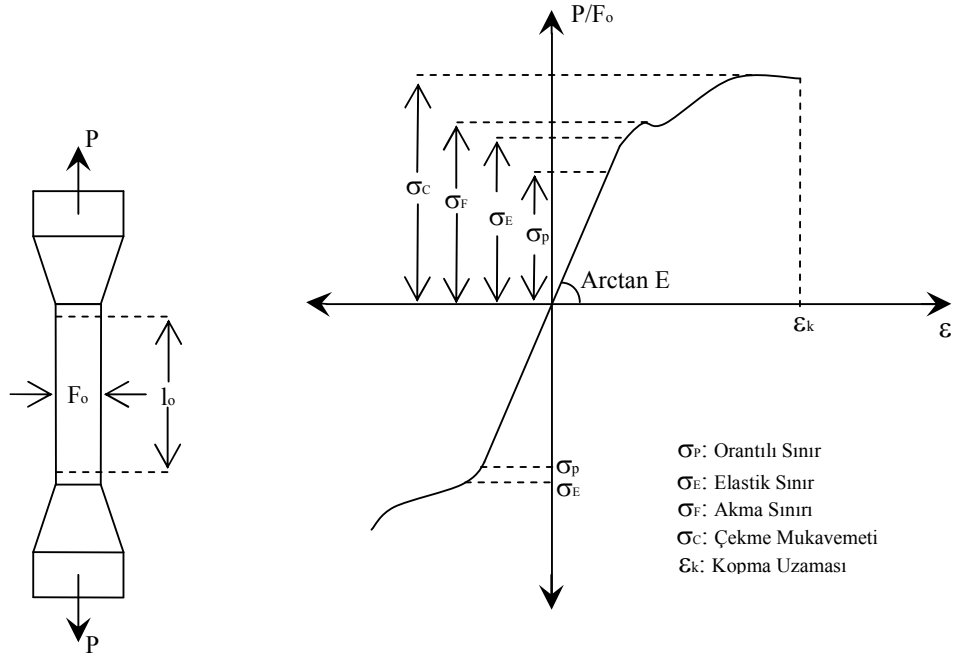
$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad \sigma \leq \sigma_p \quad (2.3)$$

olan bir doğru parçasından ibarettir. Bu doğru parçasının eğimi malzemenin elastik modülünü gösterir.

$\sigma_p$  'nin değeri

St 37 çeliğinde  $176,58 - 215,82 \text{ N/mm}^2$

St 52 çeliğinde  $255,06 - 372,78 \text{ N/mm}^2$  arasında değişir.



Şekil 2.3: Karbon oranının çeliklerin mekanik özelliklerine etkisi

Deneyler boyuna uzayan çubuğun enine olarak daraldığını gösterir. Eğer çubukta enine şekil değiştirme oranı  $\varepsilon_e$  ise

$$-\frac{\varepsilon_e}{\varepsilon} = \nu = \text{sabit} \quad (2.4)$$

değerine Poission Oranı denir ki çelikte  $\nu = 0,3$  civarındadır.



### 2.2.1.2 Elastik sınır $\sigma_E$

Malzemenin elastik özelliğinin sona erdiği sınır olup  $\sigma < \sigma_E$  olması halinde çubuktaki şekil değiştirmenin bir kısmı kuvvetle birlikte geri döndüğü halde bir kısmı kalıcı tiptendir. Çelikte, orantılı sınırın hemen üzerinde bulunan elastik sınırı ayırmak oldukça zordur.

### 2.2.1.3 Akma sınırı $\sigma_f$

Bu sınır çekme diyagramında  $\varepsilon$  eksenine paralel olan eşiğe karşı gelen ordinatla tarif edilir. Gerilme bu değere erişince çubukta uzamaların artması için gerilmelerin çoğalmasına lüzum yoktur. Bu sınıra erişen malzeme içerisinde büyük değişiklikler ve kaymalar olur. Akma sınırındaki uzama ilk uzunluğun % 2 si kadardır. Bu sebepten yapıları akma sınırına kadar yüklemeye deformasyonlar bakımından imkân yoktur. Çünkü kalıcı deformasyonlar yapıyı kullanılamaz hale getirmektedir. Yapı çelikleri için akma sınırının alt değeri normlarla tespit edilmemiş olduğundan mukavemet hesaplarında St 37 için  $\sigma_f = 235,44 \text{ N/mm}^2$ , St 52 için ise  $\sigma_f = 353,16 \text{ N/mm}^2$  alınır.

Akma eşiği çok devam etmez, diyagramda tekrar bir yükselme görülür ve uzamalar ancak gerilmelerin artmasıyla artar. Bu olaya malzemenin pekleşmesi (strain-hardening) denir. Pekleşme bölgesinde  $\varepsilon, \sigma$  diyagramındaki eğim, elastik bölgedekine kıyasla çok küçüktür. Gerilme arttıkça bu eğim sürekli bir şekilde azalarak nihayet 0 olur.

Yapılan ölçme büyük plastik şekil değiştirmelerinin hüküm sürdüğü akma halinde enine daralma oranının elastik haldekenden fazla olarak  $\nu = 0,5$  civarında olduğunu göstermiştir ki bu da malzemede şekil değiştirmenin hacim sabit kalarak meydana geldiğini ifade eder.

#### 2.2.1.4 Çekme mukavemeti $\sigma_c$

Çekme diyagramındaki en büyük ordinat olup, alan olarak malzemenin ilk kesitinin nazari itibare alınması halinde kaldırabileceği en büyük gerilmedir. İnşaat çeliğinde  $\sigma_c = 363 - 442 \text{ N/mm}^2$  civarındadır.

#### 2.2.1.5 Kopma uzaması $\epsilon_K$

Çubuk kopuncaya kadar meydana gelen toplam uzama oranı olup diyagramın en büyük apsinden ibarettir. İnşaat çeliğinde  $\epsilon_K = 0,15-0,20$  kadardır.

#### 2.2.2 Çelik emniyet gerilmeleri

Akma sınırına kadar yüklenmiş çelikte büyük plastik deformasyonlar meydana geldiğinden yapıların bu sınıra kadar yüklenmesi düşünülemez. Bu bakımdan çelik emniyet gerilmeleri yukarıda bahsi geçen akma sınırı dikkate alınarak tayin edilir. Yani çeliğin  $\sigma_F$  akma gerilmesi iki yükleme hali için farklı olan  $\gamma_F$  emniyet faktörlerine bölünerek  $\sigma_{em} = \frac{\sigma_F}{\gamma_F}$  formülünden emniyet gerilmeleri bulunur. Mesela

TS 498 de

(H) yüklemesi veya birinci yükleme halinde  $\gamma_F = 1,71$

(HZ) yüklemesi veya ikinci yükleme halinde  $\gamma_F = 1,50$  olarak verilmiştir (H yüklemesi; zati yükler, faydalı yükler, kar yükü, kreyn yükü makinelerin kütle kuvvetleri vb yükleri içerir. Z yüklemesi ise tali yükler, yan çarpma veya lase kuvveti, fren ve demeraj kuvvetleri, rüzgar yükü, ısı tesiri, kar yükü vb yükleri içerir). Buna göre ;

$$\text{St 37 Çeliğinde birinci yükleme halinde } \sigma_{em} = \frac{2,4}{1,71} = 1,4t / cm^2 = 137,34N / mm^2$$

$$\text{St 37 Çeliğinde ikinci yükleme halinde } \sigma_{em} = \frac{2,4}{1,50} = 1,6t / cm^2 = 156,96N / mm^2$$

$$\text{St 52 \u00c7eli\u011finde birinci y\u00fckleme halinde } \sigma_{em} = \frac{3,6}{1,71} = 2,1t / cm^2 = 206,01N / mm^2$$

$$\text{St 52 \u00c7eli\u011finde ikinci y\u00fckleme halinde } \sigma_{em} = \frac{3,6}{1,50} = 2,4t / cm^2 = 235,44N / mm^2$$

olur. Bu esasa g\u00f6re hesaplanan \u00e7elik emniyet gerilmeleri Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'de g\u00f6sterilmi\u015ftir.

Tablo 2.2: \u00c7elik yapı kısımları i\u00e7in emniyet gerilmeleri (N/mm<sup>2</sup>)

Yapı Cinsi	Gerilme Cinsi		Malzeme			
			St 37		St 52	
			Y\u00fckleme			
			H (I. y\u00fck.)	HZ (II. y\u00fck.)	H (I. y\u00fck.)	HZ (II. y\u00fck.)
Y\u00fcksek Yapı	\u00c7ekme, Basın\u00e7, E\u011filme		140	160	210	240
	Kayma		90	105	130	150
	Per\u00e7in veya uygun bulonlu birle\u015fimlerde delik cidarında ezilme		280	320	420	480
Demiryolu K\u00f6pr\u00fcs\u00fc	Ba\u011flantı ve mesnetler hari\u00e7 di\u011fer yapı kısımlarında	\u00c7ekme, basın\u00e7, ezilme	140	160	210	240
		Kayma	92	104	139	156
	Ba\u011flantılar	\u00c7ekme, Basın\u00e7, E\u011filme	100	100	150	150

Tablo 2.3: Çeliklere ait özellikler

Malzeme	Akma Sınırında gerilme $\sigma_F$ N/mm <sup>2</sup>	Çekme ve basınç için elastisite modülü $E$ N/mm <sup>2</sup>	Kayma Modülü $G$ N/mm <sup>2</sup>	Lineer Isı Uzama Sayısı $\alpha_t$
Yapı Çeliği St 37	240	210.000	81.000	0,000012
Yapı Çeliği St 52	360	210.000	81.000	0,000012
Çelik Font GS 52.1	250	210.000	81.000	-
Su Çeliği C 35	280	210.000	81.000	-
Gri Font GG 14	-	100.000	38.000	0,000010

### 2.2.3 Çeliğin korunması

Tüm yapılar ve yapı malzemeleri gibi çelik de ortamın getirdiği korozyon etkilerinden korunmalıdır. Gereken yerlerde (tuz, klor, su gibi etkilere maruz kalan yerlerde) beton da korunmalıdır veya betonarme içindeki çelik de korunma gerektirebilir. Bina iç mekânlarında kullanılan çelik yapı elemanları için korozyon önemsizdir. Yüz yılı aşkın süreden sonra sökülen çelik yapılarda, iç mekânda korozyonun çok az olduğu görülmüştür. Ayrıca yangına karşı koruma sıvaları kullanıldığında, korozyona karşı da yeterli koruma sağlanmış olmaktadır. Dış ortamlara açık uygulamalarda çelik paslanmaya karşı korunmalıdır. Bunun için de çeşitli koruyucu sistemler vardır. Bakır katkılı çelikler kendi kendini korur. Üstün performanslı boya sistemleri, doğru yüzey temizlemesi yapılarak (SA 2 kumlama), ön-imalat astarı, imalat sonrası astar ve tamir astarı uygulanmaları yapılır. Koruyucu son katlar ortam ve kullanım şartlarına göre seçilip uygulanmalıdır. Açıkta bırakılan çelikte oluşan korozyon çeliğin mekanik özelliklerini kaybetmesine neden olur. Son yüzyılda çelik sektöründeki ilerlemeler çeliğin galvanizleme (çinko ile kaplama) işlemi ile daha uzun süre dış etkenlere karşı kendini korumasını ve performansının artmasını sağlamıştır. Galvanizleme uygulanan çelik malzeme daha yüksek mukavemet, korozyona karşı tam koruma, kolay şekil alabilme ve estetik görünüm özelliklerine sahip olur. Aynı zamanda çeliğin düşük ağırlık ve tekrar geri dönüşüm gibi özellikleri de korunmuş olur. Bu yüzden galvanizlenmiş çelik, gerek otomotiv, gerek inşaat sektöründe ve gerekse diğer sektörlerde son 30 yılda sürekli artan bir

ivmeyle yoğun olarak kullanılmaktadır. elik gibi çinko da geri dntüŒümlü bir malzemedir.

Çinko kaplamalar metal bir bariyer Œeklinde eliği tamamen sararak nemin çelikle temasını engellerler. Nem olmayınca korozyon da oluŒmaz. Anca bazı kimyasalların bulunduğu atmosferik ortamlarda bir takım sorunlar yaŒanabilir. Kaplamanın performansı, kalınlığı ile doğru orantılıdır. Galvanizleme yönteminde elik 435–455°C lik sıcaklıkta erimiŒ çinkonun içine daldırılır, çinko çeliğe çok sıkı bir biçimde yapıŒır. En dıŒta çarpma ve aŒınmaya karŒı dayanıklı saf çinko katman yer alacak Œekilde içe doğru sıyrılması çok g çinko-elik katmanları oluŒturur. Malzeme herhangi bir Œekilde kesildiğinde ve i çekirdekdeki elik dıŒarısı ile temas ettiğinde, çeliğe yapıŒık olan çinko korozyona uğrayarak açık kısmı kaplar ve çeliği korumaya devam eder çeliğin paslanmasını önler.

### 3. ÇELİK TAŞIYICILI YAPI SİSTEMLERİ

Çeliğin diğer yapı malzemelerine göre oldukça yeni olmasına rağmen çelik taşıyıcılı yapı sistemlerinin kullanımı günümüzde giderek yaygınlaşmaktadır. Bu bölümde çelik yapıların tarihçesi, kullanım alanları ve gelişimleri, maliyetleri, avantajları-dezavantajları irdelenmiş olup, sıklıkla kullanılan çelik yapı elemanları hakkında bilgi verilmiştir.

#### 3.1 Çelik Yapılar

Ülkemizde en çok kullanılan yapı sistemi betonarme yapılardır. Betonarme yapılar, betonarme iskelet içine tuğla veya briket bloklarla duvar örülmesi bu duvarların sıvanarak örtülmesi ile oluştururlar. Çelik yapılar ise konstrüksiyon üzerine panel malzemelerinin kaplanması ile oluşturulur ve mevcut boşluklar yalıtılarak sistem tamamlanır. Türkiye’de inşaat sektöründe çelik yapıların oranı yaklaşık %5’tir.(Taşıyıcı yapı türüne göre sağlıklı bina sayım sonuçları bulunmadığından bu oran Avrupa Yapısal Çelik Birliği (E.C.C.S.) istatistikleri açısından tahmin edilmektedir.) Ekonomik büyüme oranının %6–8 arası olacağı var sayılarak yapısal çelik sektöründeki büyüme oranında 1–2 puan artış düşünülebilir. Üretilen yapıların yaklaşık %60’ı endüstriyel yapılardır. Kuleler ve enerji alt yapıları ile beraber bu oran %90’a ulaşır. Geriye kalan %10’luk pay da ticari yapılar ve köprülere aittir. Yatırımlar %80 oranında özel sektör kaynaklı olarak inşa edilmektedir. Bu yatırımları kendi içinde oranlandığında yaklaşık olarak %50 ticari yapılar, %30 sanayi yapıları, %15 sağlık-sosyal-kültürel amaçlı yapılar, % 5 diğer yapılar olarak sıralanır.

Türkiye ‘de 1999 depreminden sonra endüstri yapılarında çelik yapı seçiminde hızlı bir artış görülmüş, mevcut pazar payı yaklaşık olarak %25–30 aralığına ulaşmıştır (YARDIMCI, 2005).

Çok katlı çelik yapılar henüz ülkemizde çok fazla yaygınlaşmış değildir. Büyük açıklıklı otoyol ve demiryolu köprülerinde çok daha ekonomik ve hızlı olduğu için çelik tercih edilmektedir.

### 3.1.1 Çelik yapıların tarihçesi

Çeliğin mimaride ve yapılarda kullanımı diğer yapı malzemeleriyle karşılaştırıldığında çok yenidir. Çelik 1850 yıllarından sonra yapılarda kullanılabilir hale gelmiş, büyük köprüler, istasyonlar ve gökdelenler çelik olarak yapılmaya başlamıştır. Avrupa'da 18.yüzyıl sonlarında bazı ahşap binaların yanmasından ötürü yangına dayanıklı çelik elemanların değirmen yapımında kullanılması ile Amerika'da 19.yüzyıl ortalarına doğru altın arayıcılarının kullanması için prefabrik çelik evler imal edilmiştir. Çelik yapı terimi 1925'ten itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Daha önceleri demir yapı terimi kullanılmıştır. Bunun sebebi de önceleri malzeme olarak dökme demirin (font) kullanılmış olmasıdır. Demir malzemesi yani font ilk olarak köprü inşaatlarında kullanılmıştır. Fontun basınç mukavemeti yüksek olduğu halde çekme mukavemeti az olduğundan İngiltere Coalbrookdale kasabası civarında Severn nehri üzerinde 1779 yılında inşa edilen 31 m açıklığındaki ilk köprü kemer şeklinde yapılmıştır. Almanya'da Sehlesien bölgesinde Strienganer akarsuyu üzerinde 1796 da inşa edilen ilk köprüde kemer tarzında yapılmıştır. Dövme demirin köprülerde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte dolu gövdeli kiriş ve kafes kirişli köprülerin yapımına başlanmıştır. 1846 yılında İngiltere'de Menai Meerenge üzerinde orta açıklığı 140 m olan dövme demirden dolu gövdeli sandık ana kirişli, 1857 yılında Batı Prusya da 131 m açıklığında sık dokulu kafes kiriş tarzında inşa edilmiştir. 1890 yılında dökme çeliğin kullanımına başlanmasıyla birlikte dövme demir yerini dökme çeliğe bırakmıştır. 20. yüzyılın başından itibaren normal kaliteli dökme çeliğin yanında daha yüksek kaliteli çeliklerde üretilmeye başlanmıştır. Taşıyıcı malzeme olarak çeliğin binalarda kullanılması köprülerden sonra başlar. Bu konuda asıl gelişme I.Dünya Savaşından sonra hızlanmıştır. 1930 'dan sonra kaynak tekniği gelişmiş ve çelik konstrüksiyonlarda kullanılmaya başlanmıştır.

II.Dünya Savaşı'nın ardından çelik üreticilerinin elinde bol miktarda çelik bulunması, savaşın etkisiyle büyüyen kapasitelerini konut üretimine yönlendirmelerine yol açmıştır. Ancak galvanizleme teknolojisi henüz fazla ileri olmadığından, yapılarda korozyon problemleri yaşanmıştır. (ULUĞ, 1979)

### **3.1.2 Çelik yapıların kullanımı ve gelişimleri**

Avrupa genelinde 1998 verilerine göre tüketilen 170 milyon ton çeliğin %38'i inşaat sektöründe kullanılmaktadır. ABD, Japonya ve Avustralya'da yılda yaklaşık 500 bin konut soğuk bükülmüş ya da sıcak haddelenmiş çelik profillerle inşa edilmektedir. Oysa Türkiye'de inşaat sektöründeki payı %5'i geçmeyen yapısal çeliğin konut üretimindeki kullanım oranı sıfıra yakındır.

Bugün Türkiye'de yapı teknolojisi tamamen betona dayalı bir bina kültürü üzerine kuruludur. Betona geçiş 1940'ların başında tümüyle tasfiye edilen geleneksel yöntemlerle inşa edilen taş, ahşap, tuğla binalarla yer değiştirerek başlamıştır. Bugün Türkiye dünyada en büyük çimento üreticilerinden birisidir. Bu durum çimento kullanımına kolaylık sağlamaktadır.

Çelik yapıların taşıyıcı elemanların tasarımında malzeme olarak salt çelik yerine, çelik-betonarme kompozit kullanımına da olanak vardır. Taşıyıcı sistemler kompozit elemanlar kullanılarak oluşturulduğunda çelik enkesitler de ekonomi ve deformasyonlarda azalma sağlanır.

### **3.1.3 Çelik yapıların maliyetine kısa bakış**

Yaygın düşüncenin aksine çelik yapı ekonomiktir. Genelde yapıların maliyetlerinin karşılaştırması yalnızca taşıyıcı sistemlerin birim alan veya hacmine karşı gelen ve yapı malzemelerinin maliyeti kullanılarak yapılmaktadır. Ancak böyle bir yaklaşım ile yapının tümsel maliyetine etkileyen birçok etken göz ardı edilmiş ve yapı maliyeti olarak yalnızca üst yapı ve temel maliyeti hesaba katılmış olur. Bu tür maliyet karşılaştırması yapıldığında aynı mimari plan ve aynı fonksiyonlu iki yapıdan çelik konstrüksiyon olanın maliyeti betonarme yapıya göre %5–12 daha



pahalı olmaktadır. Eğer maliyetlerin karşılaştırılmasında kredi maliyeti kira gelirleri kullanım alanı geri kazanım yeniden kullanım çevre kirliliği ve deprem etkisi gibi etkenlerde kapsam içine alınarak değerlendirme yapılırsa aradaki farkın azaldığı görülecektir. Bunlara ek olarak yapının maliyetinin %8'inin taşıyıcı sisteme %24'ünün ince işlere %20'sinin dış yüzey kaplamasına %18'inin temel inşaatına %14'ünün hazırlık çalışmalarına %3'ünün mekanik aksama ait olduğu düşünülürse; %8'lik taşıyıcı sistem payının içinde değinilmiş olan %5–12 oranındaki farkın yapının tümsel maliyeti yanında ihmal edilebilir düzeyde olduğu söylenebilir. Dolayısıyla “Yapının 1 m<sup>2</sup> si kaçta geliyor?” sorusunun cevabı ekonomiklik ölçüsü değildir. Ekonomikliği anlamak için projeye bütünsel bakış ile doğrudan ve dolaylı tüm yarar ve kazançların projenin tüm ömrü boyunca değerlendirilmesi gerekir. Örneğin ;

- Yüksek mukavemetli çelik kullanılması halinde yapının tümsel çelik ağırlığı azalır. Bu durumda çelik üreticisinden çelik konstrüksiyon imalatçısına ve çelik konstrüksiyon imalatçısından montaja taşıma maliyetlerinde azalma sağlanır. Taşıyıcı sistemi az sayıda elemanla tasarlamak imal edilecek farklı eleman sayısını azaltmak ve birleşimleri basitleştirmek gibi yollarla imalat maliyetlerini aza indirmek mümkün olmaktadır. Atölyede imalat yıl boyu daha kontrollü bir ortamda çalışma olanağı sağladığı için şantiyede yapılacak montaj daha problemsiz olur ve montaj maliyeti düşer.
- Çelik yapıları kuru yapı yöntemleri ve hızlı yapım metotları kullanılarak çok kısa sürede yapılması, bu nedenle yapım süresinin alışılmış yöntemlere göre yarıya hatta üçte bire inmesi çok büyük zaman kazancı sağlar. Ayrıca hava koşullarından ve mevsimlerden bağımsız kış şartları da dâhil inşaat yapılabilir olması yapım hızını artırır. Sonuçta dolaylı maliyetlerin (şantiye, işçilik, kira vb) hepside belirgin bir biçimde azalır.
- Çelik yapıda kolon sayısı ve kesitlerinin çok küçük, döşeme kalınlıklarını düşük olması net kullanım alanının %3–5 artmasına neden olur. Bu da daha fazla kira geliri veya satış değeri demektir.

- Çelik taşıyıcı sistem çok hafiftir, temel maliyetlerini yaklaşık %15-%25 azaltır.
- Çelik %100 geri kazanımlı ve tekrar kullanılabilen bir malzemedir ve çeliğin bu avantajı tümsel yapı maliyetinin hesabında mutlaka göz önünde tutulmalıdır.

Sürdürülebilirlik için her binanın toplam yaşam döngüsü maliyeti hesaplanmalı ve ekonomiklik çevresel etki değerlendirilmesiyle birlikte ele alınır. Toplam yaşam döngüsü maliyeti başta enerji tasarrufu ve sosyal maliyetleri akla getirir. Daha sonra mimari kriterler olarak hafiflik, ince kesitler kullanılarak doğal ışık ve aydınlık kullanımı, geniş ve ferah mekânlarda kullanım esnekliği, mekânların değişebilir, genişleyebilir yeniden kullanılabilir olması düşünülebilir. Yapıların kırılmadan sökülebilmesi, yeniden kurulabilmesi de yapının ve yapı malzemelerinin geri dönüşümünden önce yeniden kazanımı ve kullanımına olanak verdiği için çelik sürdürülebilir bir malzemedir (YARDIMCI, 2005).

### **3.1.4 Çelik yapıların avantajları**

Çelik malzeme elastisite modülü ( $210.000 \text{ N/mm}^2$ ), ahşaptan ortalama 20, betondan ortalama 10 kat daha büyüktür. Yüksek mukavemeti nedeniyle malzeme gideri az olmaktadır. Malzemenin azlığına paralel olarak yapı ağırlığı düşmekte ve nihayetinde yapıya daha düşük bir kesme kuvveti etkimektedir. Yani daha düşük bir deprem yükü anlamına gelmektedir. Ayrıca elastisite modülünün yüksek olması nedeniyle stabilite sorunlarına, dinamik yüklere titreşimlere uygun bir davranış göstermekte ve sehim problemi olan taşıyıcı elemanların boyutlandırılmasında, eğilme rijitliğinin etkin olduğu yerlerde daha ekonomik kesitler elde edilmektedir.

Malzeme olarak çelik; yüksek dayanımlı olup öz ağırlığının taşıdığı yüke oranı çok küçüktür. Dolayısıyla yapının tümsel ağırlığı azalmaktadır.

Çelik homojen, izotrop olmasının yanı sıra yüksek rijitlik ve yüksek süneklik özelliklerine sahiptir.

Çelik malzeme ile yapılmış sistemler diğer malzemelerle yapılmış sistemlere göre daha sünektir. Özellikle deprem riski altındaki ülkelerde yapılan yapılarda çelik malzeme ile tasarıma sık rastlanmaktadır. Çekme ve basınç mukavemetleri eşittir. Bu nedenle çekme mukavemeti daha düşük malzemelerle yapılamayan sistemler için iyi bir çözümdür.

Sünek olduğu için büyük bir şekil değiştirme kapasitesi bulunmakta, dolayısıyla beklenmeyen olağan dışı yük durumlarında, çürük zeminlerde oluşabilecek oturmalarda ve deprem bölgelerinde çok önem kazanmaktadır. Yapıya bazı biçim bozukluklarına uğrasa bile ayakta kalabilme olanağı sağlar. Çeliğin sünekliği (düktilitesi) betonarmeye göre onsekiz kat daha fazladır.

Sıkı ve sürekli denetimle üretilen çelikten mamul yapı elemanları yerlerine monte edildikten sonra da birleşimleri dâhil, gözle bile kontrole açıktırlar. Bir aksaklığın fark edilememesi, olanaksıza yakın ölçüde zordur. Betonarmede ise beton döküldüğü andan itibaren donatı gözle görülemez ve aksaklıkların tespiti çok pahalı ve zor işlemler gerektirir

Çekme dayanımı basınç dayanımına eşittir. Bu niteliği çeliğe mimari açıdan tasarımı özellik gösteren yapılarda bir avantaj sağlamaktadır.

Mimari açıdan çelik yapı tasarımı estetik ve yaratıcılığa açıktır. Kolon sayısı en aza indirilebilir. Kiriş boyutları betonarmeye göre düşük olduğundan geniş açıklıklara karşı döşemeler incedir. Aynı yapı yüksekliği için daha fazla kat yapılabileceği gibi temiz kat yüksekliği de daha fazladır. Döşeme iç hacimleri boş olduğundan bu boşluk tüm tesisatı geçirmek için kullanılır ve böylece kullanılabilir kat yüksekliğinden kayıp olmaz.

Çelik taşıyıcı yapı yüksek kaliteli endüstriyel bir üründür. Taşıyıcı sistemin tüm parçaları fabrika ortamında üretilir ve endüstriyel kalite güvencesi içerir. Şantiye üretimleri ve tüm uygulamaları da benzer şekilde kontrol edilir. Genelde elemanlar

atölyede hazırlanıldığından şantiye yerinde çok uzun çalışmalar yapılmamaktadır. Şantiyede ya da atölyede imalatı gerçekleştirilen elemanların montajı hızlıdır. Diğer yapı sistemlerinde olduğu gibi hava koşulları (olağan dışı koşullar hariç) önem kazanmaksızın montaj devam edebilir. İnsanın çalışabildiği her türlü hava koşulunda inşaat yapılabilir. Atmosferik koşullar yapı inşaatı için engel teşkil etmez yani yapı yağmur, don, sıcak gibi olaylardan etkilenmez. Bu nedenle inşaat süresi kısadır.

Bina taşıyıcı sisteminin ömrü 50 – 100 yıl olduğu halde tesisat ömrü ortalama 10 yıl, bilgisayar kabloları, haberleşme sistemleri gibi diğer teknolojik donanımın ömrü 2–3 yıl kadardır. Çelik yapıda tesisat bölgelerine kolay ulaşıldığından tesisat montajı bakımı ve yenilemesi çok kolay yapılır. Ayrıca döşemede istenilen yerlerden çıkışlar için delik açılabilirdiğinden teknolojik donanımların yer değiştirmeleri sağlanabilir.

Çelik yapıda yapı elemanlarının sayı ve kesitlerinin diğer yapı çeşitlerine oranla çok küçük, döşeme kalınlıklarını düşük olması net kullanım alanında artışa sebep olur. Dolayısıyla kira-satış gelirinde de aynı olumlu etki görülür.

Çelik taşıyıcı sistem çok hafiftir. Temel maliyetleri %15–25 azalır.

Üretimi kontrol altında yapıldığı için güvenlik katsayısı küçüktür.

Elemanların takviyesinin gerekliliği durumunda takviyesi kolay ve hızlıdır.

Yapının herhangi bir neden ile sökülmesi gerekliliğinde işlem hızlı olacaktır. Sökülen sistem başka bir yerde çok az kayıpla tekrar aynı malzemelerle inşa edilebilir. Malzeme israfı düşüktür.

Değiştirme ve takviye olanağı çok kolay olduğu için elemanlar söküldüklerinde yeniden az bir kayıpla veya yeniden kullanılmaları önceden planlanmış ise hiç kayıpsız, kullanılabilir. Hatta yapının tümüyle sökülüp başka bir yere taşınması olanağı vardır. Restorasyona açıktır ve diğer tür yapıların restorasyonunda da pek çok olanaklar sunar.

Büyük açıklıkların olduğu sistemlerde diğer yapı malzemeleri ile geçilemeyen mesafeler çelik ile rahatlıkla geçilebilmektedir.

Elemanlar yerlerine monte edildiklerinde işletme yükü ile çalışabildiklerinden yapım süresi kısalmaktadır. Yapının inşa edileceği yükseklik ve bazı yapı sistemleri dışında doğru ve iyi yapılmış bir tasarımda iskele gereksinimi duyulmadan veya az iskeleli montaj yapılabilir.

Sıcakta çinko galvanizleme metoduyla elde edilen korozyon dayanımı (çinko kullanımı çift yüzey için 245–275 gr/m<sup>2</sup>) uzun yıllar boyunca yapının çevresel faktörlerden etkilenmesini önler.

Çoğunlukla vidalı birleşimlerin tercih edildiği çelik yapılar malzemenin geometrik karakteristiklerinin profil boyundan ve üretim adedinden bağımsız ve homojen olmasının yanı sıra birleşim noktalarında da insan faktörü taşımayan yöntemler kullanılması sayesinde yapılan tasarım sonucunda bulunan hesap değerlerinin birebir sağlandığı ve uygulandığı yapılardır. Bu şekilde uygulama hatalarından bağımsız yapılar elde edilebilmektedir.

İnce cidarlı çelik elemanlarla oluşturulan yapılar “yük taşıma kapasitesi/zati ağırlık” oranının yüksek olması nedeniyle diğer yapı türlerine depremden daha az etkilenmektedir.

Soğukta şekil verilmiş ince cidarlı çelik elemanlar ile orta büyüklükteki açıklıklar ve orta şiddette dış yüklere maruz kalan yapılar, yani az katlı konutlar için dolu gövde sıcak profillere göre daha ekonomik çözümler elde etmek mümkündür. Mimari tasarıma uygun olacak şekilde istenen boyda profil üretilebilmesi sonucunda zayıfsız ve en az ekle konstrüksiyon oluşturulur.

Çelik dünyanın en çok ve tam olarak dönüştürülen malzemesidir. Çeliğin geri dönüşüm özelliği sayesinde ömrünü doldurup yıkılan binalardan arda kalan çelik malzeme dönüştürülerek tekrar kullanılmaktadır. Çelik hurda %100 çeliğe dönüşür

ve doğru yapılırsa kalite ve güvenilirlik kaybı olmaz. Böylece yapılar yıkıldıktan sonra bile hammadde olarak kullanılmakta ülke ekonomisi ve çevre daha az zarar görmektedir.

Dönüşümlü bir malzeme olması ve inşaat sırasında zararlı atıkların bulunmaması ve kuru yöntemlerle yapılması küçük şantiye alanlarıyla ve hızlı temiz bir inşaatın gerçekleştirilebilmesi nedenleriyle çevreye zarar vermeyen bir malzeme konumundadır. Çelik yapı söküldüğü zaman bile geriye atık malzeme bırakmaz.

Uygulamada herhangi bir şekilde kalıp kullanılmadığından ölü malzeme maliyeti yoktur. Ayrıca üretim esnasında tesisat geçişlerine ait delikler açılabilirdiğinden elektrik tesisatı sıhhi ve kalorifer tesisatı geçişlerinde iş gücü ve zamandan tasarruf söz konusudur.

### **3.1.5 Çelik yapıların dezavantajları**

Ses ve ısı açısından çok iyi bir iletkenidir. Bu nedenle yapıya uygulanacak yalıtım zayıf kalmaktadır. Çok iyi bir yalıtım durumunda ise izolasyon maliyetler çok yükselmektedir.

Çeliğin yanıcı özelliği yoktur fakat ancak tüm yapı malzemeleri gibi yangın ısısından etkilenir. Isının yükselmesi durumunda mukavemetinde ve elastik modülünde hızla bir düşüş olmaktadır. İyi bir ısı iletkeni olduğu düşünülürse ısı nedeniyle mukavemeti zayıflayan bölgeler hızla büyümektedir. Yalnız çelik yapılar değil tüm yapılar yangın etkilerinden korunmalı; her tür yapıda yangın mühendisliği tasarımı yapılmalıdır. Çelik yapıları yangın etkisinden korumak için çeşitli yöntemler vardır. Yangın söndürme, engelleme, bölümlenme, gibi aktif sistemlerin yanı sıra alçı sıva, alçı kaplama, yanmaz boya, ısı yalıtım kaplamaları ve şilteleri gibi pasif sistemlerde geliştirilmiştir.

Tüm yapı malzemeleri gibi çelikte ortamın getirdiği korozyon etkilerinden korunmalıdır. Dış ortamlara açık yapılarda antipas ve boya gibi çeşitli koruyucu sistemlere ihtiyaç vardır. Periyodik olarak boya bakımı yapılması gereklidir. Bu

nedenle işletme maliyeti yüksektir. Bakır katkılı çelikler kendi kendini korur. Üstün performanslı boya sistemleri de paslanmaya karşı kullanılmaktadır. Ayrıca yangına karşı koruma sıvaları kullanıldığında korozyona karşıda yeterli koruma sağlanmış olmaktadır.

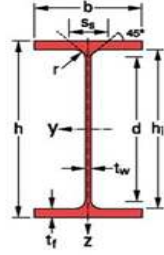
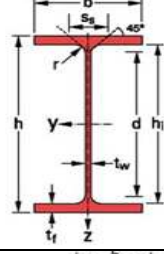
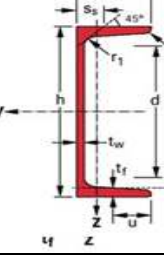
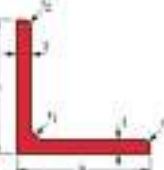
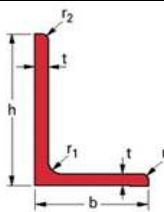
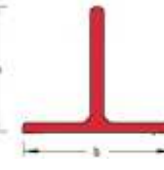

Çelik malzeme ile yapılan yapıların yüksek katlı olamaması bu malzemenin bu tip yapılarda seçilmemesinde büyük etkindir. Ülkemizde genelde çok katlı yapılar yapıldığı ve çelik maliyetinin yüksek olması nedeniyle çelik malzeme ile yapılan yapılar genelde çok katlı olmayan konut dışı yapılar olmaktadır.

### **3.2 Üretimi Yapılan Sık Kullanılan Çelik Malzemeler Şekil Ve Boyutları**

Yapılarda kullanılan çelik malzeme, hem çeşitli kesir tesirlerini en iktisadi tarzda aktaracak, hem de gerektiğinde yine en iktisadi kesitleri elde edebilecek şekil ve boyutlarda imal edilir. Çelik fabrikalarında yapılan bu, çeliğe şekil verme işlemi haddeleme, elde edilen çeşitli en kesit şekillerindeki çelik malzemeye de hadde mamulleri denir. Hadde mamulleri başlıca 4 gruba ayrılır.

- Profiller
- Lamalar
- Levhalar
- Diğer Malzemeler

Tablo 3.1: Normal standartlara göre imal edilen profillerin şekil ve boyutları

Adı	Şekli	Standart Boyutları			
I Profilleri		b=42-215mm	h=80-600mm	l=4-15m	
IPB Profilleri IP Profilleri IPBI Profilleri IPBv Profilleri		b=100-300mm	h=100-1000mm	l=4-15m	
U Profilleri		b=15-110mm	h=30-400mm	l=4-15m	
Kanıyerler (Koşbentler)	Eşit Kenarlı		h=b=20-200mm	t=3-28mm	l=3-15 m
	Çeşit Kenarlı		b=30-250mm	h=20-90mm	l=3-15 m
T Profilleri	Yüksek Gövdeli		h=b=20-140mm	t=3-15mm	l=3-12 m
	Geniş Ayaklı		b=60-200mm	h=30-100mm	l=3-12 m



### 3.2.1 Profiller

Normal standartlara göre imal edilen profillerin şekil ve boyutları Tablo 3.1'de verilmiştir.

### 3.2.2 Lamalar

Dikdörtgen kesitli bir çelik çeşidi olan lamalarda genişlik  $b=12-150$  mm , kalınlık  $t=5-60$  mm arasında değişir.

### 3.2.3 Levhalar

Düz, silindirik, kubbeli ve oluklu olarak imal edilen levhalardan çelik yapılarda en çok kullanılan düz levhalardır. Düz levhalarda genişlik  $b=160-1250$  mm , kalınlık  $t=0,45-24$  mm , uzunluk  $l=2,00-6,00$  m arasında değişir.

### 3.2.4 Diğer malzemeler

Özel mesnet parçaları imalinde kullanılan ve bir döküm çeliği olan G.S 52.1 ile mesnet ruloları imalinde kullanılan C3 döküm çeliği ve yine özel mesnet parçalarının imaline yarayan fontu bu bölümde sayılabilir.

## 3.3 Çelik Yapı Tasarımı

Yapısal tasarım sanat ve fen karışımı olarak tanımlanabilir. Mühendis, yapının davranışını, statik, dinamik, mekanik ve yapısal analiz prensiplerinden yararlanarak ve yaratıcılığını kullanarak incelemeli ve işlevlerine hizmet verebilecek güvenli ve ekonomik bir yapı yaratabilmelidir (emniyet-ekonomi-estetik). Tasarımın başarılı olması tasarımcıların sanatsal yetenekleri ve sezgilerini geliştirilmiş hesap yöntemleri ile birlikte kullanmasıyla gerçekleştirilebilir.

1950'lere değin yapısal tasarım yalnızca deneyim ve önsezilere dayanarak taşıyıcı elemanlar boyutlamak ve bir araya getirmekle gerçekleşiyordu. Tasarım yöntemlerinin daha bilinçli olarak gerçekleştirilmesi yapıların davranışı ve malzeme özellikleri ile ilgili olan bilgilerin artmasıyla başladı.

Tasarım bir optimum çözüm elde edebilme işlemidir ve bu optimum çözümü elde edebilmek için çeşitli kriterler bulunabilir. Örneğin bir yapı için tipik kriterler en düşük maliyet en az ağırlık en kısa inşaat süresi en düşük işçilik veya en fazla getiri olabilir. Eğer herhangi bir kritere matematiksel olarak ifade etme olanağı varsa optimizasyon yöntemlerinden yararlanılabilir. Bu nedenle ağırlık veya maliyet gibi sayısal olarak ifade edebilecek kriterlerin optimizasyonu daha kolay olmaktadır. Tasarımın birden fazla kriteri sağlaması da beklenebilir (YARDIMCI, 2005).

### **3.3.1 Tasarım adımları**

Genel olarak tasarım işlevsel tasarım ve taşıyıcı sistemin tasarımı olmak üzere iki bölümde düşünülebilir. İşlevsel tasarımda kullanmaya elverişli alan donanım aydınlatma ekipman ve estetik göz önünde tutulur; taşıyıcı sistemin tasarımında ise işletme yüklerinin güvenle taşıyacak elemanların seçimi gerekir.

Tasarımın adımları

- Planlama (yapının işlevinin ve optimum tasarım kriterlerinin belirlenmesi)
- Ön Tasarım
- Yüklerin Saptanması
- Ön boyutlama
- Analiz (yüklerin ve sistemin modellenmesi, iç kuvvetlerin ve yer değiştirmelerin saptanması)
- Değerlendirme (dayanım ve işletme koşullarının kontrolü; sonucun optimum tasarım kriterleri ile uyumunun belirlenmesi)
- Yeniden tasarım (önceki adımlardan elde edilen sonuçların yeterli olmaması halinde tasarımın gerçekleştirilmesi)
- Sonuç (optimum çözüme ulaşıp ulaşılamadığının incelenmesi)

olarak özetlenebilir.

### **3.3.2 Taşıyıcı sistemin analizi**

İşletme yüklerinin etkisinde taşıyıcı sistemlerin elemanlarında oluşan iç kuvvetleri elde etmek için yapılan analizlerde elastik veya plastik hesap yöntemleri kullanılabilir. Örneğin ASD ve LRFD yöntemleri için elastik hesap yöntemleri kullanılır. Sınır durum plastik göçme mekanizması ise plastik hesap yöntemleri kullanılarak hesap yapılır. Yanal hareketi önlenmiş çerçeveler için birinci mertebeye bir hesap yapmak yeterlidir. Bu tür analizlerde denge denklemleri sistemin orijinal durumundan elde edilir. Yani iç kuvvetler sistemdeki biçim değiştirmelerden etkilenmemektedir. Elastik yer değiştirmeler sistemin boyutları yanında küçük olduğunda bu varsayım geçerlidir.

### **3.3.3 Çelik yapılarda yükleme durumları**

Çelik yapıların hesabında dikkate alınan ve yukarıda bahsi geçen yükler iki gruba ayrılır.

Esas yükler (H) veya birinci yükleme

Tali yükler (Z) veya ikinci yükleme

Yüksek yapılarda (çelik karkas yapılar, haller) :

Esas Yükler: Zati yükler, faydalı yükler, kar yükü, kreyn yükü, makinelerin kitle kuvvetleri

Tali yükler: Rüzgâr yükü fren kuvvetleri ısı değişimi montaj safhalarındaki yük durumları

Bu yükler hesaplara

- 1 sadece esas yükler (H yüklemesi veya birinci yükleme)
  - 2 esas yüklerle birlikte tali yükler (HZ yüklemesi veya ikinci yükleme)
- şeklinde katılır.

### **3.4 Yönetmelikler**

Çelik yapıların tasarım ve boyutlandırmasında yararlanılan yönetmelikler Ek 1’de listelenmiştir. Dünyada kullanılan yönetmeliklerin başlıcaları EC3 (Eurocode3), BS5050 (British Standards), DIN (Deutsch Norm), AISC (American Institute of Steel Construction), ASD (Allowable Stress Design) ve LRFD (Load and Resistance Factor Design) olarak sıralanabilir.

### **3.5 Uluslar Arası Çelik Standartlarında Malzeme Tanımlaması**

TS – Türk Standartları

Çeliklerle ilgili Türk Standartları’nın hazırlanmasında DIN-Alman Standartları esas alınmış olup, Alman Standartları bölümünde yer alan açıklama ve örnekler Türk Standartları için de geçerlidir.

DIN – Alman Standartları

Alman Standartlarında malzeme tanımlaması için 3 değişik sistem kullanılmaktadır.

1. Malzeme Numarası
  2. Çeliğin çekme dayanımına göre kısa işareti
  3. Çeliğin kimyasal analizine göre kısa işareti
- Karbon Çelikleri
  - Düşük Alaşımli Çelikler
  - Yüksek Alaşımli Çelikler

Malzeme numarasının açılımı Şekil 3.1 de verilmiştir.

Malzeme Numarası	X . X X X X
(Çelik için 1)	
Çelik Türü	
Çelik Türü(Alt Grubu)	
Sıra Numarası	

Şekil 3.1: Malzeme numarasının açılımı

Çeliğin Çekme Dayanımına Göre Kısa İşareti;

Çeliğin minimum çekme dayanımı ( $\text{Kgf/mm}^2$ ) esas alınarak gösterilir. Örneğin St 37 ifadesi en az  $37 \text{ Kgf/mm}^2$  veya  $370 \text{ N/mm}^2$  çekme dayanımına sahip olan çeliği tanımlar.

Çeliğin Kimyasal Analizine Göre Kısa İşareti :

- Karbon Çelikleri

“C” ön harfi ile tanımlanır ve “C” harfinden sonra gelen sayı çelikte bulunan karbon miktarının yüzdesinin 100 katını gösterir.

Ayrıca diğer özellikler “C” harfinden sonra *k*, *m*, *q* ve *f* harfleri konularak tanımlanmaktadır.

Tablo 3.2 : Karbon Çeliklerin Kodlanmasında Kullanılan Harflerin Açılımı

HARFLER	TANIM
Ck	Genel amaçlı kaliteli karbon çelikleri( Düşük P ve S)
Cm	Kükürt miktarı belli sınırlar içerisinde olan ıslah edilebilir karbon çelikleri
Cq	Soğuk şekillendirilebilir karbon çelikleri
Cf	Alevle ve indüksiyonla yüzeyi sertleşebilir karbon çelikleri

- Düşük Alaşımli Çelikler

Alaşım elemanlarının ağırlık olarak toplam miktarı %5 veya %5' ten az çeliklerdir. Bu çeliklerin kısa işaretindeki ilk rakam Karbon miktarının 100 katı olup, bu sayıdan sonra alaşım elementi veya elementlerinin sembolleri ile daha sonraki sayı ve sayılarla da alaşım elementinin yüzde olarak ağırlıkları verilmektedir. Bu sayılar aşağıdaki alaşım elementi çarpanına bölünerek o elementin yüzde ağırlığı bulunur.

Cr, Mn, Si, Ni, Co, W için "4"

Al, Cu, Pb, Mo, V, Ti, Zr, Ti, T için "10"

C, S, P, N için "100"

B için "1000"

Örnek olarak 41Cr4 ifadesinde 41 sayısı;  $41/100 = 0,41$  ortalama % C miktarını, 4 sayısı;  $4/4 = 1$  ortalama % Cr miktarını ifade eder.

- Yüksek Alaşımli Çelikler

Alaşım elementlerinin ağırlık olarak toplam miktarı %5'ten fazla olan çeliklerdir. Yüksek alaşımı belirlemek için tüm ifadenin başına bir "X" işareti konulmuştur. "X" harfinden sonra gelen sayı ortalama C miktarının 100 katıdır. Bu sayıdan sonra alaşım elementlerinin sembolleri ile bunların yüzde olarak ağırlıklarının miktarları verilir. Tüm alaşım elementlerinin çarpanları "1" olarak kabul edilir.

Örnek olarak X20Cr13 ifadesindeki 20 sayısı;  $20/100 = 0,20$  ortalama % C miktarını, 13 sayısı;  $13/1 = 13$  ortalama % Cr miktarını ifade eder.

SAE / AISI – Amerikan Standartları

SAE ve AISI sistemlerinde malzemenin kısa işareti 4 veya 5 haneli sayı sistemi kullanılarak yapılır. 5 haneli sayı sistemi %C miktarı 1'in üzerinde olduğu zaman yapılır. İlk 2 rakam çelik türünü, diğer 2 veya 3 rakam ise %C miktarının 100 katıdır.

## AFNOR-FRANSIZ– Fransız Standartları

Çeliğin Çekme Dayanımına göre kısa işareti (Örn:A35)

Çeliğin kimyasal analizine göre kısa işareti

- Isıl işlem uygulanabilen C çelikleri (CC işareti ile ifade edilir)
- Isıl işlem uygulanması gereken C çelikleri (XC işareti ile ifade edilir)
- Düşük alaşımlı çeliklerin ifade şekli DIN normundaki gibidir. Alaşım elementlerini ifade eden harflerden bazıları değişir fakat alaşım elementi çarpanları DIN normundaki gibidir.
- Yüksek alaşımlı çeliklerde DIN normundaki “X” ibaresinin yerini “Z” harfi alır. Alaşım elementleri çarpanları ise DIN normundaki gibi “1” dir.

## BS– İngiliz Standartları

BS standartlarında çeliklerin kısa işaretleri, kimyasal analizlerine göre altı (6) haneli sayı sembol sistemi kullanılarak verilir.

İlk üç hane Çelik türü ve ana grubunu, ortadaki hane çeliğin özelliğini belirten harf ve son iki hanede %C miktarının 100 katını ifade eder. (Tablo 3.4)(Tablo 3.3)

Tablo 3.3: İngiliz Standartlarındaki Çelik Ana Grupları ve Tanımları

ÇELİK TÜRÜ ANA GRUPLARI	TANIMI
000 – 199	Karbon Çelikleri, Karbon ve Manganlı Çelikler
200 – 249	Otomat Çelikleri
250 – 299	Silisyum ve Manganlı Yay Çelikleri
300 – 499	Paslanmaz Çelikler, Isıya Dayanımlı Çelikler
500 – 999	Alaşımlı Çelikler

Tablo 3.4: İngiliz Standartlarında Kullanılan Harflerin Tanımları

HARFLER	TANIMI
A	Kimyasal analizi istenilen aralıklarda
H	Sertleşebilirlik eğrisi istenilen sınırlar arasında
M	Mekanik özelliklere ait değerler istenilen sınırlar arasında
S	Paslanmaz çelikler

Yapı çeliklerinde kullanılan uluslar arası kodlarının muadilleri Tablo 3.5 'te şematize edilmiştir.

Tablo 3.5: Yapı Çeliklerinde Kullanılan Uluslar Arası Kodların Denklik Tablosu

YAPI ÇELİKLERİ KALİTE MUADİL TABLOSU								
MALZEME NO	DIN	SAE/AISI	AFNOR	UNI	BS	JIS	EN	GOST
1.0038	St 37-2, S235JRG2		E24-2NE	Fe 360 B	Fe 3610B			St3ps
1.0570	St 52-3, S355JO, S355J2G3		E36-3, E36-4	Fe 510 B, C, D	Fe 510 D 1 FF	SM490 A, B, C		17GS
1.0060	St 60-2, E335	A572Gr-65	A 60-2	Fe 60-2	Fe 590- 2FN	SM 570		St6ps
1.0070	St 70-2		A 70-2	Fe 70-2	Fe 690- 2FN			St0
1.1170	28Mn6	1330	20M5	C28Mn	150M19	SCMn1	28Mn6	30G
1.1231	Ck67	1070	XC68	C70	060A67	S70C	2C67	65G
1.0035	St 34-2		A33	Fe 320	Fe 310-0			
1.0144	St 44-3	A573Gr-70	E 28-3	Fe 430B, Fe 430C	Fe 430 D1FF	SM 400 A, B, C		St4kp

### 3.6 Projelendirme

Çelik yapının en önemli aşamalarından biri projelendirmedir. Gerek atölyedeki imalatta, gerekse sahada inşaat sırasında yapı ile ilgili tüm detaylar önceden çözülmüş olmalı, böylece üretimde ve montaj esnasında ortaya çıkacak sorunlar en aza indirilmelidir. Yapının projelendirme süreci

- Mimari proje
- Mekanik proje
- Elektrik projesi
- Statik proje

hazırlanarak tamamlanır. Tüm bu projeler hazırlanırken amaç yapının bir bütün olarak ele alınarak konstrüksiyon için en uygun çözümün elde edilmesidir.



### **3.7 Çelik Taşıyıcı Sistemler**

Çelik yapılar genelde çerçeveler, kabuklar ve asma sistemler olmak üzere üç ana grupta toplanabilir.

#### **3.7.1 Çerçeveler**

Yapıların çoğu bu grupta yer alır. Çok katlı yapılar genellikle rijit veya stabilitesini sağlayacak çaprazlar kullanılmış olan mafsallı çerçevelerden oluşur. Bu yapılar 3 boyutlu olmalarına karşın çoğu kez bir doğrultuda daha rijit olacak şekilde tasarlandıklarından bir seri çerçeve olarak düşünülebilirler. Böyle olmakla beraber bir doğrultudaki elemanlar diğer doğrultudaki elemanların davranışı üzerinde etkili olduğundan üç boyutlu olarak ele alınmaları daha gerçekçi olmaktadır. Endüstri yapılarının ve tek katlı yapıların taşıyıcı sistemi, genelde tamamen veya kısmen çerçevelerden oluşur, çatıları da düzlem veya uzay kafes sistem veya kubbe olabilir. Bu yapılar düz veya kırık tek katlı çerçeve sistemlerle de tasarlanabilirler.

#### **3.7.2 Kabuklar**

Yüklerin bir kabuk taşıyıcı sistem tarafından taşındığı bu tip yapılara örnek olarak tanklar gösterilebilir. Birçok yapının taşıyıcı sisteminde kabuk ve çerçeve elemanları birlikte kullanılır.

#### **3.7.3 Asma sistemler**

Bu sistemlerde kablolar ana taşıyıcıları oluşturur. Örnek olarak çatılar veya asma köprüler verilebilir. Alt sistemleri çerçevelerden oluşur.

### **3.8 Çelik Yapılarda Kullanılan Yardımcı Malzemeler**

Çelik yapılarda çelik profiller haricinde, taşıyıcı sisteme, yalıtıma katkısı olan yapı elemanları kullanılır. Bu yapı elemanları olarak dış cephe ve çatılarda sandviç paneller veya tek kat saç kaplamalar; iç mekanlarda oda bölüntülerinde ve gerek görülen mimari unsurlarda kaplama panelleri olarak alçıpan ve OSB paneller kullanılabilir.

### **3.9 Çelik Yapıların Yangın Dayanımı**

Çelik yapıların avantajlarının yanı sıra, yangına olan hassasiyeti herkes tarafından bilinmektedir. Betonarme veya ahşap yapıların yangına karşı korunmasında kullanılan donanım ve metotların aynıları çelik yapılarda da kullanılmaktadır. Betonarme içindeki donatının beton tarafından korunmuş olması nedeniyle korunan çeliğin, korunmamış çeliğe nazaran yangındaki davranışı daha farklıdır.

Bilindiği üzere, yapılardaki yangına dayanım tanımı, "yangın yükü" tanımı ile anlam kazanmaktadır. Yangına dayanım süreleri ve bu süreleri sağlayan donanımın tanımının yapılabilmesi için yapıdaki yangın yükünün tanımı yapılmalıdır. Yangın yükü bir hacim içinde yer alan yanıcı maddelerin bir kilogramının yanması halinde açığa çıkan kilokalori cinsinden ısı değerinin o hacmin alanına bölünmesi ile bulunur. Başka bir deyişle, hacim içinde bulunan ve yanabilen maddelerin miktarlarının değiştirilmesi hacmin yangın yükünün değişimine etki etmektedir.

Yangına müdahale eden ekiplerin en önemli risklerinden biri içeride kurtarma operasyonu yaparken, çatının çökmesi veya sehim yapmasıdır. Özellikle endüstriyel amaçlı yapılarda, depolarda veya kamuya ait olan büyük alışveriş merkezlerinde kullanılan çelik kafes ve uzay kafes sistemleri korunmalıdır. Yangın anında, korunmuş olan kafes sistemleri, yangınla mücadele ve kurtarma operasyonları için bir sigortadır. Günümüzde sayıları giderek çoğalan büyük alışveriş merkezlerinde aynı anda yüzlerce kişinin bulunduğu dikkate alınacak olursa, çatıyı taşıyan çelik sistemin korunması kaçınılmazdır.

Çeliğin korunması için yapılacak olan çalışmaları bir bütün olarak ele almak doğru olacaktır. Yapının kullanım amacı, yeni yapı veya mevcut bir yapı olup olmadığı, mimari detaylar ve yapının havalandırma tesisatındaki prensipler ve detaylar, çatı detayları ve yapı içindeki trafik, yangın yükleri yapıya ait yangın senaryosu dikkate alınarak yangın önlemleri için bir proje yapılmalıdır.

Alınacak olan önlemler iki ayrı başlık halinde özetlenebilir.

- Aktif Önlemler
- Pasif-Aktif Önlemler
- Pasif Önlemler

### **3.9.1 Aktif önlemler**

Aktif önlemlerden maksat, soğutma ve söndürme çalışmaları ile taşıyıcı elemanların ısıya karşı korunması ve yangının söndürülmesidir.

#### **3.9.1.1 Sprinkler sistemi**

Dünyada en yaygın söndürme ajanı olarak kullanılan suyun basınçlandırılarak ve yangın yüklerine uygun nozullardan efektif olarak kullanılmasıdır.

Tesisat mühendisleri genellikle yapının içindeki mal ve donatımın korunmasını dikkate alarak çizim yaparlar. Ancak bu dizayna ilave olarak yerinde yapılacak olan değerlendirmeye göre çelik kirişlerin ve kolonların da korunması gerekir.

Örneğin endüstriyel alanlarda ve akaryakıt iskelelerindeki çelik kolon ve kulelerin korunmasında özel sprinkler sprej nozulları kullanılmaktadır.

### **3.9.1.2 Gaz, toz ve köpük kullanımları**

İçinde gazlı, tozlu veya köpüklü otomatik söndürme sistemi bulunan, geniş açıklıklı depo, fabrika veya hangarlarda taşıyıcı sistemi korumak üzere yapılacak uygulamalarla ayrıca bir soğutma sistemine gerek olmayabilir.

### **3.9.2 Pasif-Aktif önlemler**

Pasif-aktif önlemlerden maksat, ısı ve dumanın yatayda yayılmasını engellemek, düşeyde yayılımı kolaylaştırmak üzere önlemler almaktır.

#### **3.9.2.1 Kompartıman oluşturulması**

Yangın yükü fazla olan hacimlerde kompartıman oluşturularak yangın çıkmasıyla beraber yükselen dumanın yatayda dağıtılmasını önlemek, diğer hacimleri tehdit etmesine engel olmak, düşeyde yayılmasını sağlamak için yangın duvarları ve yangın kapıları kullanmak, yangın duvarı tatbik edilemeyecek alanlarda, duman ve yangın perdeleri uygulamak, yangın damperleri uygulamak ve biriken dumanı emniyetli bir şekilde otomatik veya manüel açılan ventilasyon kapakları ile atmosfere vermektir.

### **3.9.3 Pasif önlemler**

Pasif önlemlerden maksat aktif önlemler ile soğutma ve söndürme yapılamıyor, pasif-aktif önlemler ile kompartıman oluşturup konveksiyon yönlendirilemiyorsa, çelik yapı elemanlarının ısıya olan dayanımını artırarak yapı içindeki sorumluluğunu bir süre daha uzatmaktır. Bunun en kolay yolu, çelik elemanların boyalarla veya alçı esaslı ürünlerle korunmasıdır.

Özel boyaların başarılı olması için iyi bir yüzey temizliği yapmak ve primer uygulamalar ile aderansı artıracak tabakayı elde etmek, koruma sağlayacak olan son

katı başarılı bir şekilde tatbik etmektir. Uygulamaları, pratik ve süratlidir. Pistole veya rulo, fırça kullanılabilir.

### **3.10 Çelik Yapıların Yalıtımı**

Yapılar insanların barınma ihtiyacını karşılarken, diğer yandan güven, konfor, estetiklik, ekonomiklik gibi taleplere karşılık vermelidirler. Daha iyi koşullarda ve daha düşük maliyetlerde bir yaşam için teknolojik araştırma ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Binalarda konfor standartlarını artırmak için hem ekonomik hem de estetik çözümlere gidilmesi gerekir. Binanın dıştan ve içten ısı izolasyonlarının yapılması ilk başta inşaat maliyetini artıran bir etken olarak görünse de herhangi bir şekilde pratik olarak yaşama geçirildiğinde ısıtma, soğutma giderlerini minimuma indirmesinin yanı sıra konforlu bir yaşam içinde doğru adım olarak görülmektedir. Aynı şekilde ses ve su yalıtımı için çeşitli konfor derecelerinde ve çeşitli fiyat aralığında yapı malzemeleri ve uygulama sistemleri mevcuttur.

#### **3.10.1 Isı yalıtımı**

Çeliğin yüksek ısı iletkenliği nedeniyle yoğun olarak uygulanmaya başlayan hafif çelik yapıların ahşap yapılara oranla her zaman çok daha zayıf bir ısı yalıtım performansına sahip olacağı düşünülmekteydi. Son yıllarda bu konu ile ilgili çok çalışma yapıldı. Ahşaba göre yaklaşık 400 kat iletken olan çelikten yapılan konutun ısıtma giderlerinin çok yüksek değerlerde olmadığı bu araştırmalar sonucu açığa çıkmıştır. Bir binanın ısı yalıtım performansı ancak birçok etkenin bir araya gelmesiyle ve bir bütün olarak çalışmasıyla belirlenebilir.

Bir binanın ısı yalıtım performansı yapılan çeşitli uygulamaların bir arada değerlendirilmesiyle saptanabilir. Isı performansının,

- $R$  katsayılarını kullanarak elle hesaplanması

- Yalıtım şirketlerinin oluşturduğu bilgisayar yazılımları ile modelleme yapılarak hesaplanması
- Uygulanmış çeşitli modellerin ısıtma giderlerinin belirlenmesiyle hesaplanması

olarak 3 şekilde saptanması mümkündür. Bunlardan sonuncusu en gerçekçi sonucu verirken aynı zamanda en pahalı ve zaman gerektiren yöntemdir. İklim şartlarına göre seçilmiş malzemelerle doğru olarak yapılan bir ısı yalıtımı hem konutun ısıtma soğutma giderlerinin minimuma indirilmesi bakımından hem de milli kaynakların tasarrufu açısından önem taşımaktadır (TAŞKIRAN, 2005).

### **3.10.2 Su yalıtımı**

Su izolasyonu, zemin su seviyesi yüksek olan bölgelerde temelden gelebilecek suyu kesmek amacıyla membran uygulamaları şeklinde yapılır. Temel bohçalaması olarakta adlandırılan ve betonarme binalarda da uygulanan bu sistemde şaluma ile ısıtılan polimer veya cam elyaf içerikli istenen kalınlıktaki bitüm membran temel altındaki grobeton yüzey üzerine yapıştırılarak bindirme kenarları kaynatılır.

Cephede vinil yalı baskı türü kaplamalarda ve çatı kaplaması altlarındaki buhar geçirgenlik özelliği olan su yalıtım örtüleri kullanılır. Bu malzemeler OSB üzerine baskı zımba yardımıyla tutturulurlar. Dıştan gelecek su etkisine karşı binayı korurken buhar geçirgen yapıları sayesinde duvar içlerinin nefes almasını sağlarlar. Böylece ısı farklılıklarının oluşturacağı yoğuşmalar ve bunun sonucunda konstrüksiyona temas edecek nemli hava birikimi engellenmiş olur.

### **3.10.3. Ses yalıtımı**

Çelik yapılarda ses yalıtımı zorunlu olarak yapılmaktadır. Ses yalıtımının en çok gerektiği kısım döşemelerdir. İnsanların yürümesiyle oluşan sesler darbe etkisi ve konstrüksiyon arasında kalan yalıtılmamış boşluklar sesin katlar arasında dolaşmasına neden olur. Darbe etkisi genellikle döşeme üst kaplamasıyla ilgilidir. Parke gibi ahşap kaplamalarda daha fazla darbe etkisi oluşur. Bu yüzden parke altını ses emici şilte veya köpük konulması gerekir. Halı veya vinil kaplamalar ise parkeye

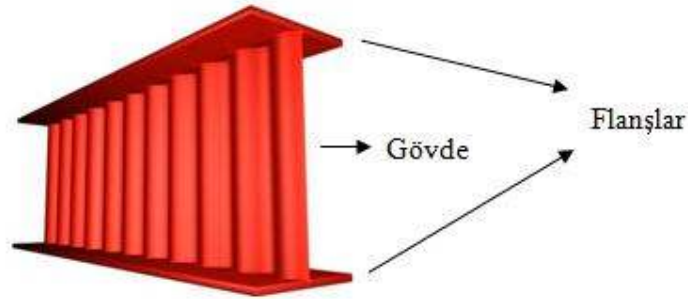
göre daha darbe emicidirler. Dış ve iç duvar araları ile döşeme araları hem ses hem ısı geçişini önlemek için taş yünü veya cam yünü levhalar ile kaplanmalıdır. Bu kaplamalar yapılırken özellikle dış duvar-döşeme birleşimlerinde kaplanmamış boşluk kalmamasına dikkat edilmelidir. (TAŞKIRAN, 2005)

## 4. ONDÜLİN GÖVDELİ SIN PROFİLLER

Bu bölümde çelik binalarda kullanılan geleneksel geniş başlıklı H çelik profillere alternatif olarak üretilen, aynı yükleri daha hafif bir yapı oluşturarak taşınmasına imkan veren yeni nesil bir profil çeşidi olan “ondülin gövdeli sin profiller” incelenmektedir. Bu profillerin gövdesi, bilinen H profilin gövde kısmının standart ölçülerinden daha ince, alt ve üst başlıklarla paralel sinüs dalgası şeklinde oluşturulmuştur. Sin profillerin en önemli özelliği gövde kalınlıklarının 1,5 mm ile 3 mm arasında değişmesidir.

### 4.1 Sin Profillerin Genel Tanımı

SIN Profiller ince ondülin (dalgalı) bir gövde ve geniş plaka flanşlardan oluşan taşıyıcılardır. Uluslararası endüstriyel bina inşaatlarında 30 seneyi aşkın süredir kullanılmaktadırlar.



Şekil 4.1: Sin Profil

Şekil 4.1 de kesiti gösterilen sin profillerin gövde kalınlıkları 1,5 mm, 2,0 mm, 2,5 mm ve 3,0 mm; gövde yükseklikleri 330 mm ila 1500 mm arasında değişmektedir. Flanş kalınlıkları ise 6 mm ila 30 mm, genişlikleri ise 120 mm ila 450 mm arasında değişir. Üretim hattında üretilen en kısa sin profil boyu 4 m olup, en uzun profil 16 m'dir. Geniş başlıklı profillerdeki en uzun boy ise 12 m'dir.



Sin profillerin üretim süreci kısaca şu şekilde özetlenebilir. Gövde kısmını oluşturacak istenen kalınlığa sahip çelik rulo, üretimi yapılacak profilin gövde yüksekliğinde kesilmek üzere rulo açıcıdan üretim hattına girer. Dilme hatlarında kesilir. Üretim hattında konveyörlerle hiç duraksamadan taşınan dilimlenmiş sac doğrultma ünitesine girer. Sac bu işlemde hem yüzey gerilimlerinden kurtulur hem sinüsoidal baskıya sahip olur. Sinüsoidal baskıya sahip olan sac ile aynı boyda kesilmiş olan alt ve üst flanşları oluşturacak saclar kaynak ünitesinin iki tarafına yerleştirilir. Şekil 4.2 de kaynak üretim hattı ve robot kaynak kolları gösterilmiştir.



Şekil 4.2: Sin Profil Üretiminde Kaynak Ünitesi

Sinüsoidal kesitli sac kaynak ünitesinde yerini aldıktan sonra robot kollar ile alt ve üst flanş sacları kaynak pozisyonuna konumlandırılır. Robot kol öncelikle hattaki sacın tüm boyunu lazer ile tarayarak kaynağa uygun olup olmadığını kontrol eder. Kontrolten sonra ilk pozisyonuna gelerek kaynaklama işlemine başlar. Kesintisiz ve seri bir şekilde kaynaklama işlemini tamamlar ve böylelikle sin profil üretilmiş olur. Kaynak ünitesinden konveyörlerle paketlenme kısmına ilerleyen profil stok sahasına taşınır. Stok sahasına taşınma işlemi üretim hattı boyunca otomatik olarak

makinelerle yapılmayan tek bölümdür. Yapılan kaynağın hızı, boyu, derinliği ve üretim hattının hızı, kapasitesi mevcut otomasyon aksam ile kontrol edilir.

Gövde profilin sinüsoidal yapısı kirişin plastik limit yüküne ulaşmadan stabilite kaybına bağlı burkulmasına engel olur. Bu yüzden analizler Elastik-Elastik Metodu ile yapılır. Üretim teknolojisindeki kazançlara ek olarak sinüsoidal dalga trapez kesitli düz gövde plakalarında oluşan lokal burkulmaları da önleme avantajına sahiptir.

Ondülin gövdeli kirişler hemen hemen hiçbir yapısal sınırlandırma olmaksızın çatı, kat veya inşaat kirişleri (yapısal kirişler) olarak veya normal kuvvetler etkisindeki parçalar (kolonlar) olarak kullanılabilirler. Çelik yapı mühendisliğindeki uygulama alanı klasik profillerden 240 mm veya daha fazla yüksekliğe sahip olanlar ile 1800 mm'den düşük yükseklikli kafes kirişlerin kullanıldığı tüm alanlardır (NZ Teknik Dokümantasyon).



Şekil 4.3: Sin Profil Kullanılarak İnşa Edilen Endüstriyel Yapı



Şekil 4.4: Sin Profil Kullanılarak İnşa Edilen Antrepo



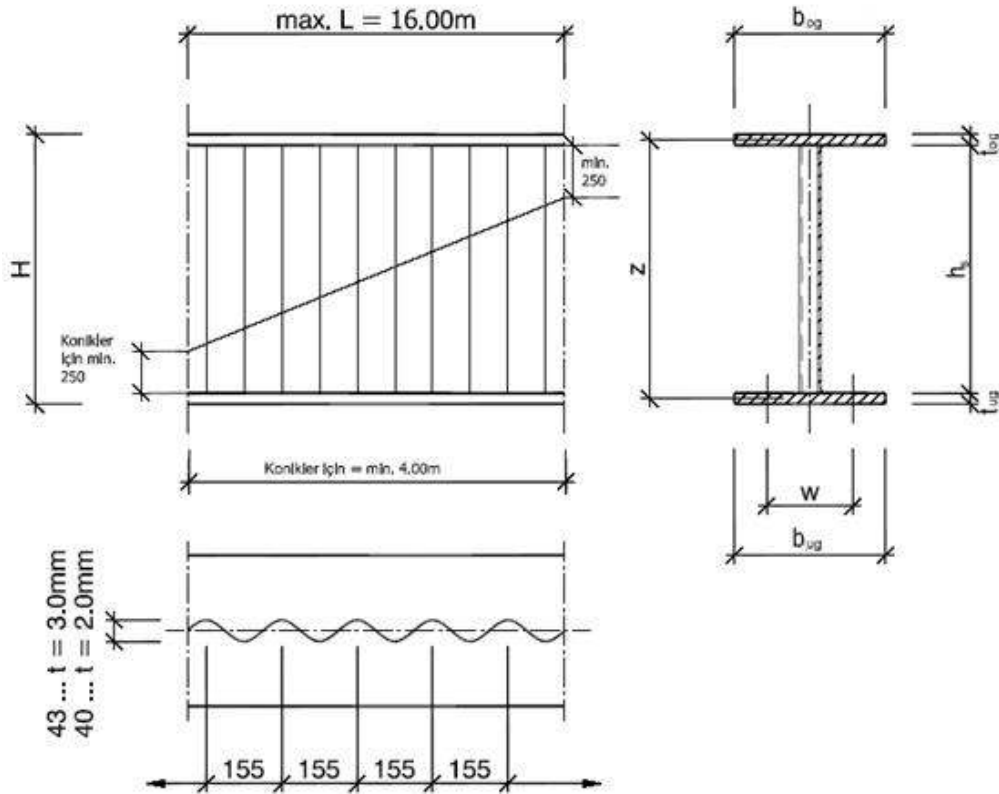
Şekil 4.5: Sin Profil Kullanılarak İnşa Edilen Fabrika Binası

## 4.2 Ürün Çeşitleri ve Tanımlamaları

Üretilen sin profillerin sahip oldukları ebat, ölçü ve özellikleri aşağıdaki bölümlerde irdelenmiştir.

### 4.2.1 Standart kirişler

Üst ve alt flanşların eşit ölçülere sahip olduğu uygun gövde ve flanşlardan oluşur. Gövde yüksekliği 333, 500, 625, 750, 1000, 1250, 1500 mm arasında; gövde kalınlığı 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 mm arasında değişmektedir. Flanşlarda en küçük  $w$  120 mm, en büyük  $w$  450 mm, en küçük  $t$  6mm, en büyük  $t$  30mm'dir (( $w$  dalga boyu,  $t$  gövde ve flanş için kalınlık olup, Şekil 4.6 da belirtilmiştir). Üretilen uzunluklar en küçük 4.000 mm, en büyük 16.000 mm'dir.

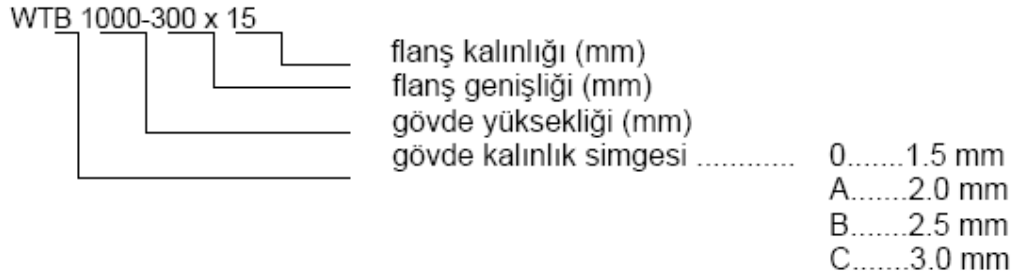


Şekil 4.6: Ondülin gövdeli kirişlerin kesit özellikleri

Üretimdeki toleranslar;

Flanşlar için	Plaka ve geniş düz çeliklerin toleransına göre
Gövde için	Dalga bölümü +2mm, Dalga yüksekliği ±2mm
Kirişin yapısal yüksekliği için	±5mm
Flanşların paralelliği için	Flanş kalınlığının %0,5'i
Boyuna tolerans	-0 mm, +5mm
Kirişin düzgünlüğü	Kiriş uzunluğunun %0,1'idir.

Kirişler tanımlanırken Şekil 4.7 'deki kodlama sistemi uygulanır. Şekilde verilen WTB 1000-300 x 15 koduna sahip kirişin flanş kalınlığı ( $t_f$ ) 15 mm, flanş genişliği ( $b$ ) 300 mm, gövde yüksekliğinin ( $h$ ) 1000 mm, gövde kalınlığının ( $t_w$ ) 2,5 mm olduğunu ifade etmektedir.

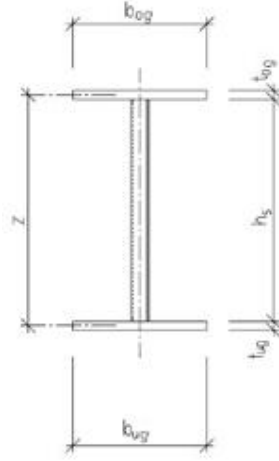


Şekil 4.7: Sin profiller kodlarının açıklımı (NZ Teknik Dokümantasyon)

#### 4.2.2 Konik kesitli kirişler

Gövde yükseklikleri sin profillerde doğrusal bir biçimde değişken olabilir. Bu konik kesitlerin gösterilişinde ise iki uç kısımdaki net gövde yükseklikleri ayrı ayrı belirtilir.

Yapısal biçimler isteğe göre herhangi bir ortalama yükseklikte ve veya farklı üst ve alt flanş boyutlarında yapılabilir. Bölüm 4.1 de açıklanan üretim süreçlerinde kullanılan üretim teknolojisi sebebi ile (robot kolların sahip olduğu kaynak yapabilme özellikleri) flanşların genişlikleri eşit olmalıdır ( $b_{og}=b_{ug}$ ).



$b_{og}$ : Üst flanş genişliği

$b_{Ug}$ : Alt flanş genişliği

$t_{og}$ : Üst flanş kalınlığı

$t_{Ug}$ : Alt flanş kalınlığı

Şekil 4.8 Sin profil kesitindeki bazı kısaltmalar (NZ Teknik Dokümantasyon)

Bazı istisnai durumlarda aynı flanş kalınlığı için  $b_{og}=b_{Ug}\pm 50$  mm olabilir. Üst ve alt flanş kalınlıkları birbirinden farklı olan ( $t_{og}\neq t_{Ug}$ ) kirişlere WTS kiriş denir. Örnek

WTS 1250-300x15/300x12

Flanşlar EN 10 025 'te S235JRG2 (St 37.2N) olarak kodlandırılan düz çelik plaka veya çelik lamalardan, gövde soğuk hadde rulo veya asitle temizlenmiş sıcak hadde rulolardan üretilmektedir.

Malzeme temini sırasındaki tüm diğer çelik kaliteleri özel kalite olarak tanımlanır. Flanşlarda daha yüksek mukavemetli malzemeler (S355J2G3=St52.3N) kullanılabilir, ancak bu durum statik açıdan sadece istisnai durumlar için gereklidir. Benzer olarak gövde malzemesini akma mukavemeti  $320 \text{ N/mm}^2$ 'ye (StE320) kadar kullanılabilir. Ancak bu durum malzeme temininde uzun teslim sürelerini ve uygun olmayan sipariş koşullarını beraberinde getirir.

#### 4.2.3 Korozyondan korunma

Bitmiş standart kirişte  $40 \mu\text{m}$ 'lik fabrika astar kaplaması bulunur. Standart dizaynda gövde flanşlara sürekli köşe kaynağı ile bağlanır. Gövdenin kaynaklanmamış boyun kısmında ilave kaplama olarak çinko astar uygulanır. Bu koruma ile ürün DIN 55



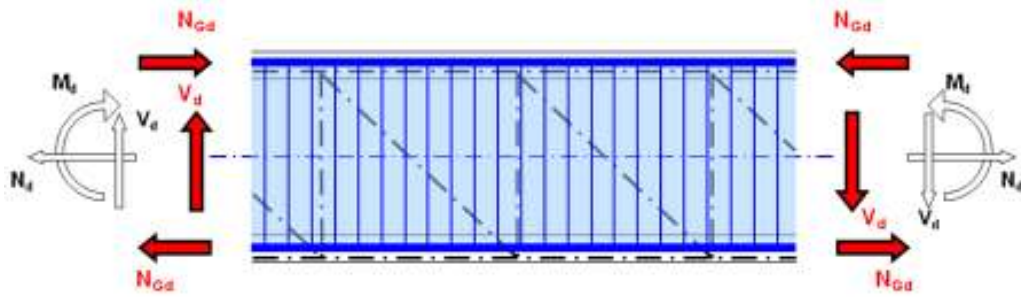
928 Bölüm 8'e göre Korozyon Koruma Sınıf 1 ve 2 kapsamına girer. Ayrıca ondülin gövdeli kirişler kolaylıkla sıcak galvaniz ile kaplanabilir.

### 4.3 Hesap Yöntemleri

Ondülin Gövdeli Profillerle yapılmış bir sistemin hesabında da tıpkı herhangi başka bir çelik sistem hesabındaki gibi yük kabulleri istenen şartnameye göre yapılabilir. Standart olarak yapılan tasarımlarda yük kabulleri TS 498 ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik'te belirtilmiş ilgili değerlere göre yapılabilir. İstenildiği takdirde herhangi bir uluslar arası şartnamede belirtilen yüklerde alınabildiği gibi işverenin vereceği yük değerleri de sisteme girebilir.

Sinüsoidal profil yapısından dolayı gövde, profil boyunca oluşan normal gerilmeleri iletememektedir.

Statik olarak; ondülin gövdeli kirişler eğilme momentleri ve normal kuvvetlerin sadece flanşlar tarafından iletiildiği kafes kirişlere benzemektedir. Kafes kirişlerde kesme kuvvetleri yalnızca kafes kirişin diyagonal ve dikey elemanlarıyla iletilirken, burada ondülin gövde ile iletilir. Şekil 4.9 'da ondülin gövdeli kirişte oluşan yükler ile paralel flanşlı kafes kirişte oluşan yükler birlikte gösterilmiştir.



Şekil 4.9: Paralel flanşlı kafes kiriş ve Ondülin gövdeli kiriş kesitinde oluşan kuvvetler

Şekil 4.9 da sin profil bünyesinde flanşlarla taşınan aksel kuvvetler  $N_{Cd}$ , kesitte oluşan kesme kuvveti  $V_d$  ile belirtilmiştir.  $M_d$ ,  $N_d$ ,  $V_d$  kirişe etkileyen moment kesme kuvveti ve aksel yük etkilerini belirtmektedir.

Bu statik modelin temelinde, boyutlandırma ve testler E-E (Elastik-Elastik) metoduna göre DAST-Ri.015 (DAST-Richtline 015 (1990; Träger mit Schlanken Stegen) ya da DIN 18 800 ( DIN 18 800 Teil 1 (1990) Stahbauten; Bemessung und Konstruktion; DIN 18 800 Teil 2 (1990) Stahbauten Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken.) yada TS ENV 1993-1-5 (Eurocode 3: Çelik yapıların tasarımı Bölüm 1-5: Genel Kurallar-Yanal yük etkisi olmayan düzlem plakalı yapılar için ilave kurallar) standartlarına göre yapılmaktadır. Buna bağlı olarak yük taşıma kapasitesi, iç kuvvetlerin seviyesi ve bağımsız kesit bileşenlerinin (flanş ve gövdenin) kesit dayanımlarına bakılarak ideal olarak hesaplanır.

Boyutlandırma ve tasarım Türk Şartnamelerindeki “Emniyet Gerilmesi Yöntemi”ne yada Eurocode 3 (DIN V ENV 1993-1-1 (1993) ; Eurocode 3 Design of steel structures Part1-1: General rules and rules for buildings) deki Taşıma Gücü Yöntemi’ne göre yapılabilir. Bununla beraber kafes kirişler, açık gövdeli kolonlar ve enine eğilmeli ortotropik plakalarla ilgili şartları içeren herhangi bir milli standarda da dayandırılabilir.

Türk şartnamelerine göre yapılan “Emniyet Gerilmesi” hesap yöntemine göre kesitte oluşacak maksimum gerilme esas yüklemeler (EY) durumunda olmalıdır. Standartta belirtildiği gibi deprem, rüzgâr gibi koşullarda oluşacak maksimum emniyet gerilmesi ilgili katsayılarla arttırılabilir.

Eurocode 3’e göre yapılan tahkiklerde ise yükler ilgili parametrelerle çarpılıp (ölü yükler için 1,35 ve hareketli yükler için 1,50 vs.) oluşacak gerilmenin çeliğin akma sınırının bir faktöre ( $\gamma_m$ ) bölümünden küçük olması aranır.

#### **4.4 Sin Profillerde Gövde ve Flanşların Yük Taşıma Kapasitesi**

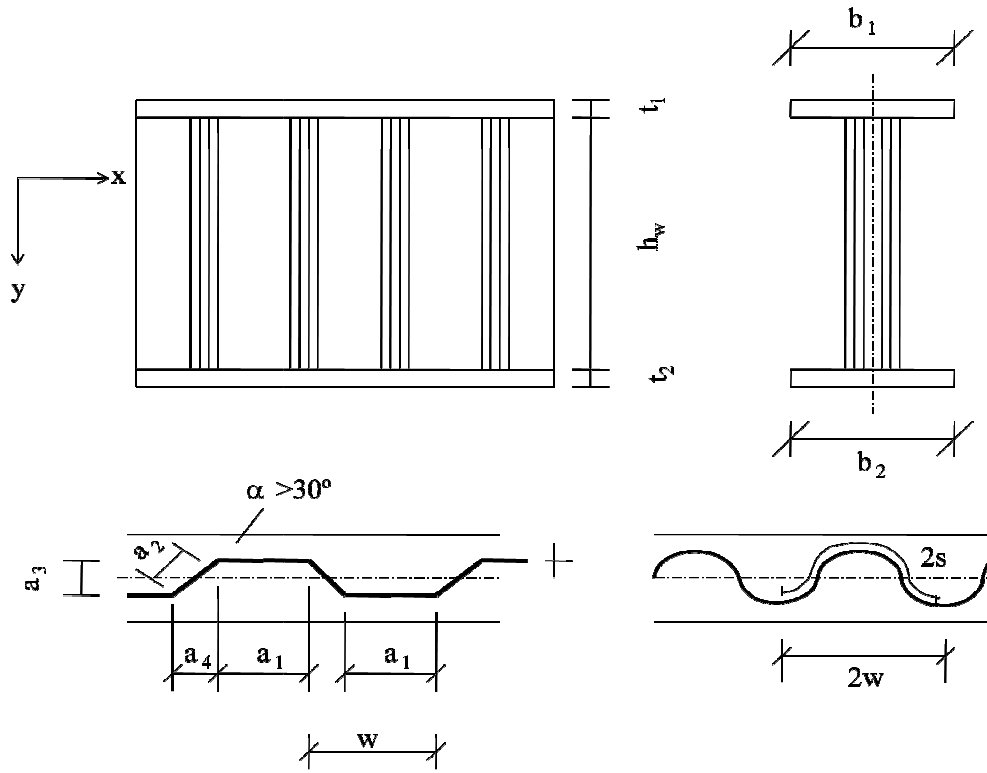
Sin profillerde gövde ve flanşların düşey doğrultuda ve normal kuvvet altındaki yük taşıma kapasiteleri aşağıdaki bölümlerde incelenmiştir.



#### 4.4.1 Gövdenin düşey doğrultudaki yük taşıma kapasitesi

DASt-Ri.015'e ve TS ENV 1993-1-5 (Eurocode 3: Çelik yapıların tasarımı Bölüm 1-5: Genel Kurallar-Yanal yük etkisi olmayan düzlem plakalı yapılar için ilave kurallar) göre gerçek dalgalı form yerine trapezoidal form kullanılarak ondülin gövdeli kirişlerin enine kuvvet altındaki yük taşıma kapasiteleri hesaplanabilir. Ancak bu durum çok uygun olmayan yalın sonuçlar doğurur. Bunun sebebi de, global ve yerel eğilmeler arasındaki etkileşimin ondülin gövdede oluşmaması ve burkulma (buruşma) katsayısının düşük olmasıdır.

TS ENV 1993-1-5 'te trapezoidal kesit ve sinüsoidal kesitli I profiller için dayanım momenti ve kesme dayanımı şu şekilde formülize edilmiştir.



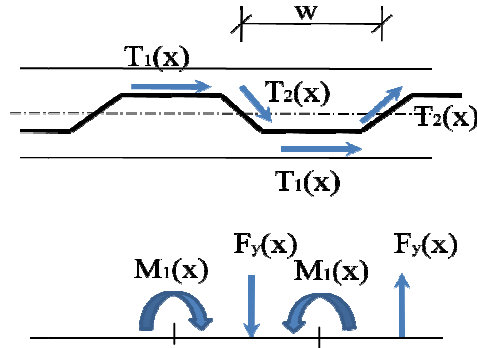
Şekil 4.10: Trapezoidal ve ondülin gövdeli kirişin TS ENV 1993-1-5 te kullanılan notasyonları

Eğilmeye karşı minimum Moment Dayanımı ( $M_{Rd}$ ; Moment of Resistance Design) TS ENV 1993-1-5 (D.1) bağıntısında şu şekilde belirtilmiştir;

(4.1)

$M_{Rd}$	Dayanım Momenti (Moment of Resistance Design)
$b_2, b_1$	Şekil 4.10 da belirtilen flanş enleri
$t_1, t_2$	Şekil 4.10 da belirtilen flanş kalınlıkları
$h_w$	Gövde yüksekliği
$\gamma_{m0}, \gamma_{m1}$	Eurocode 3: Part 1-1 de 6.1 de açıklanan kısmi faktör ( $\gamma_{m0} = \gamma_{m1} = 1$ )
$f_{yf}$	Akma gerilmesi
$f_{yf,r}$	Gövdede oluşan zıt yönlü momentlerden dolayı kullanılan azaltılmış akma gerilmesi

Şekil 4.10 da verilen kesite sahip trapezoidal kesite sahip kirişte oluşan kesme kuvvetleri ve momentler Şekil 4.11 de gösterilmiştir.



Şekil 4.11: Trapezoidal kesitte oluşan kesme kuvvetleri ve momentler

Denklem 4.1 de kullanılan  $f_{yf,r}$  azaltılmış akma gerilmesi

(4.2)

ile hesaplanır. Bu denklem de kullanılan  $f_r$  azaltma faktörü ise

$$f_T = 1 - 0,4 \sqrt{\frac{\sigma_x(M_z)}{\frac{f_{yf}}{\gamma_{M0}}}} \quad (4.3)$$

ile bulunur. Buradaki  $\sigma_x(M_z)$  ifadesi Şekil 4.11 de gösterilen ters yönlü momentlerin flanş üzerinde oluşturduğu gerilme,  $\chi$  ise EN 1993-1-1 6.3 te belirtilen eğilme alanı dışındaki bölgeler için kullanılan azaltma faktörüdür.

Sinüsoidal dalgalı kirişlerin gövdesi kesme kuvveti aktarmadığı için  $M_z$  oluşmaz bu yüzden  $f_T$  değeri 1 alınır.

Kesme dayanımı ise TS ENV 1993-1-5 'te verilen (D.4) formülü ile;

$$V_{Rd} = \chi_c \frac{f_{yw}}{\gamma_{M1}\sqrt{3}} h_w t_w \quad (4.4)$$

$V_{Rd}$  Gövdenin kesme dayanımı

$h_w$  Gövde yüksekliği

$t_w$  Gövde kalınlığı

$\chi_c$  Lokal ( $\chi_{c,l}$ ) ve global ( $\chi_{c,g}$ ) eğilme azaltma faktörlerinden daha küçük bir değere sahip azaltma faktörü

Lokal eğilme azaltma faktörü ( $\chi_{c,l}$ ) TS ENV 1993-1-5 'e göre şu şekilde hesaplanmalıdır.

$$\chi_{c,l} = \frac{1,15}{0,9 + \bar{\lambda}_{c,l}} \leq 1,0 \quad (4.5)$$

Denklem 4.5 'te kullanılan lokal narinlik parametresi ise

$$\bar{\lambda}_{c,l} = \sqrt{\frac{f_y}{\tau_{cr,l}\sqrt{3}}} \quad (4.6)$$

ile hesaplanır. İfadedeki  $\tau_{cr,l}$  lokal kritik kayma değeri olup;

$$\tau_{cr,l} = 4,83E \left[ \frac{t_w}{a_{max}} \right]^2 \quad (4.7)$$

eşittir. Bu denklemdeki  $t_w$  gövde kalınlığı,  $a_{max}$  ise Şekil 4.10 da kesit üzerinde gösterilen  $a_1+2a_2$  toplamına eşittir.

Trapezoidal kesite sahip kirişlerde Denklem 4.7 ile hesaplanan  $\tau_{cr,l}$  lokal kritik kayma değeri sinüsoidal kesitte

$$\tau_{cr,l} = \left( 5,34 + \frac{a_3 s}{h_w t_w} \right) \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left[ \frac{t_w}{s} \right] \quad (4.8)$$

ifadesi ile bulunur. Denklemdeki  $s$  düzleştirilmiş yarım dalga uzunluğuna eşittir.  $E$  elastisite modülü,  $\nu$  Poission oranı,  $a_3$  dalga yüksekliğidir.

Sinüsoidal kesitte global eğilme azaltma faktörü ( $\chi_{c,g}$ )

$$\chi_{c,g} = \frac{1,5}{0,5 + \bar{\lambda}_{c,g}^2} \leq 1,0 \quad (4.9)$$

ile hesaplanmalıdır. İfadedeki global narinlik parametresi  $\bar{\lambda}_{c,g}$  ise

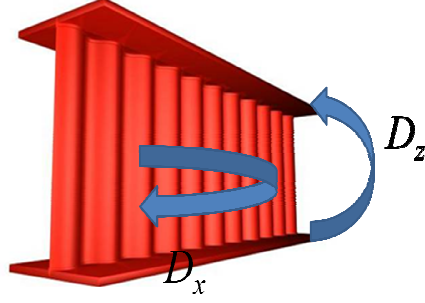
$$\bar{\lambda}_{c,g} = \sqrt{\frac{f_y}{\tau_{cr,g} \sqrt{3}}} \quad (4.10)$$

değeri alınmalıdır. Denklemdeki  $\tau_{cr,g}$  global kritik kayma gerilmesi ise TS ENV 1993-1-5 (D.10) (aynı denklem DAST-Ri.015 (1990; Träger mit Schlanken Stegen, Formül 415)) bağıntısı ;

$$\tau_{cr,g} = \frac{32,4}{t_w h_w^2} \sqrt[4]{D_x D_z^3} \quad (4.11)$$

ile bulunur. Bu ifadedeki  $D_x$ ,  $D_z$  sin profilin ondülin gövdesindeki rijitliklerdir. Yani  $D_x$  ifadesi Şekil 4.11 'de gösterildiği gibi gövdenin uzunluğu doğrultusunda dönmeyi

engelleyen,  $D_z$  ifadesi ise gövdenin yüksekliği doğrultusundaki dönmeyi engelleyen rijitliklerdir. Bu ifadeler yine TS ENV 1993-1-5 'te Denklem 4.12 ve 4.13 'teki gibi belirtilmiştir.



Şekil 4.12: Ondülin gövdeli kiriş kesitindeki rijitlikler

$$\text{---} \text{---} \quad (4.12)$$

$$\text{---} \quad (4.13)$$

- $w$ : Dalga boyu
- $t$ : Gövde kalınlığı
- $s$ : Ondülin levhanın düzleştirilmiş boyu
- $I_z$ : Bir dalganın atalet momenti

Denklem 4.12 ve 4.13 te belirtilen  $D_x$  rijitliği yani ondülin levhanın boyu doğrultusunda oluşacak dönmeye karşı rijitliği,  $D_z$  rijitliği yani burulmaya karşı gösterdiği dirençten oldukça küçüktür.  $s$  ve  $I_z$  dalganın asıl şeklinin integrasyonu ile belirlenir.

$$\text{---} \quad (4.14)$$

$$I_y = \int_0^w \frac{1}{12} t^3 + t \left[ \frac{h_w \pi}{w} \sin \left( \frac{2\pi x}{w} \right) \right]^2 dx \quad (4.15)$$

Tablo 4.1 de gövde kalınlıklarına göre hesaplanmış  $s$  ve  $I_z$  değerleri verilmiştir.

Tablo 4.1: Ondülin gövde kalınlığına göre  $s$  ve  $I_z$  değerleri

$t_w$ (mm)	$s$ (mm)	$I_z$ (cm <sup>4</sup> )
1,5	178	4,65
2,0	178	6,21
2,5	178	7,77
3,0	178	9,34

Sonuç olarak ondülin gövde için

➤ Enine yük taşıma kapasitesi

$$V_{Rd} = K_\tau \cdot \frac{\sigma_{all}}{\sqrt{3}} \cdot h \cdot t = 0,58 \cdot K_\tau \cdot f_{yk} \cdot h \cdot t \quad (4.15)$$

➤ Enine burkulma gerilmesi

$$\tau_{pi.g} = \frac{32,4}{t \cdot h^2} \sqrt[4]{D_x \cdot D_y^3} \quad (4.16)$$

➤  $K_\tau$  burkulma katsayısı ise

$$K_\tau = \frac{1}{\bar{\lambda}_p^{1,5}} \quad (4.17)$$

➤ Spesifik narinlik parametresi ( $\bar{\lambda}_p$ )

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \tau_{pi.g}}} \quad (4.18)$$

ne eşit olur. Tablo 4.2 de ondülin gövde kalınlıkları için geometrik ölçüler ve yukarıdaki denklemlerde belirtilen dayanım değerleri özetlenmiştir.

Çelik Akma Dayanımı													$f_{yk} = 240 \text{ N/mm}^2$			
$\gamma_m = 1.0$	<b>WT0</b>				<b>WTA</b>				<b>WTB</b>				<b>WTC</b>			
	$t_s = 1.5$		Mm		$t_w = 2.0$		mm		$t_s = 2.5$		mm		$t_s = 3.0$		mm	
	$D_x =$	51.4E+3	Nmm		$D_x =$	122.5E+3	Nmm		$D_x =$	237.7E+3	Nmm		$D_x =$	407.8E+3	Nmm	
	$D_y =$	63.0E+6	Nmm		$D_y =$	86.0E+6	Nmm		$D_y =$	114.4E+6	Nmm		$D_y =$	145.8E+6	Nmm	
<b>hgövde</b>	$\tau_{pi}$ N/mm <sup>2</sup>	$\lambda_{pi}$	$K_\tau$	<b>V R<sub>k</sub></b> kN	$\tau_{pi}$ N/mm <sup>2</sup>	$\lambda_{pi}$	$K_\tau$	<b>V R<sub>k</sub></b> kN	$\tau_{pi}$ N/mm <sup>2</sup>	$\lambda_{pi}$	$K_\tau$	<b>V R<sub>k</sub></b> kN	$\tau_{pi}$ N/mm <sup>2</sup>	$\lambda_{pi}$	$K_\tau$	<b>V R<sub>k</sub></b> kN
<b>333</b>	2074	0.25	1.00	<b>69.2</b>	2441	0.23	1.00	<b>92.3</b>	2,85	0.22	1.00	<b>115.4</b>	3,26	0.20	1.00	<b>138.4</b>
<b>500</b>	920.	0.38	1.00	<b>103.9</b>	1083	0.35	1.00	<b>138.6</b>	1,26	0.33	1.00	<b>173.2</b>	1,44	0.30	1.00	<b>207.8</b>
<b>625</b>	588.	0.48	1.00	<b>129.9</b>	692.	0.44	1.00	<b>173.2</b>	810	0.41	1.00	<b>216.5</b>	927	0.38	1.00	<b>259.8</b>
<b>750</b>	408.	0.58	1.00	<b>155.9</b>	481.	0.53	1.00	<b>207.8</b>	563	0.49	1.00	<b>259.8</b>	644	0.46	1.00	<b>311.8</b>
<b>1000</b>	230.	0.77	1.00	<b>207.8</b>	270.	0.71	1.00	<b>277.1</b>	317	0.66	1.00	<b>346.4</b>	362	0.61	1.00	<b>415.7</b>
<b>1250</b>	147.	0.97	1.00	<b>259.8</b>	173.	0.89	1.00	<b>346.4</b>	203	0.82	1.00	<b>433.0</b>	232	0.77	1.00	<b>519.6</b>
<b>1500</b>	102.	1.16	0.79	<b>248.2</b>	120.	1.07	0.89	<b>373.9</b>	141	0.99	1.00	<b>519.6</b>	161	0.92	1.00	<b>623.5</b>

Tablo 4.2: Ondülin Gövde Kesme Yüklü Tasırma Dayanımları



#### 4.4.2 Flanşların normal kuvvet altındaki yük taşıma kapasitesi

Flanşların normal kuvvet taşıma kapasiteleri çekme ve basınç gerilmeleri için;

$$N_{gRd,pl} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} \cdot b_g \cdot t_g \quad (4.19)$$

$b_g$  üst flanş eni

$t_g$  üst flanş kalınlığı

$\gamma_M$  Malzemenin kısmi güvenlik faktörü ( $\gamma_M=1$ )

$f_{yk}$  Akma gerilmesi

formülü ile hesaplanabilir.

Denklem 4.19 çekmeye ve basınca çalışan elemanlar için ayrı ayrı incelenirse;

Çekme durumunda, flanşların yük taşıma kapasitesi şu şekilde türetilir:

$$N_{gRd} = \sigma_{all} \cdot b_g \cdot t_g \quad (4.20)$$

Burada  $N_{gRd}$  çekme durumunda flanşların yük taşıma kapasitesi,  $b_g$  alt üst flanş genişliği,  $t_g$  alt üst flanş kalınlığı,  $\sigma_{all}$  ilgili standarttaki emniyet gerilmesidir.

Basınç gerilmesi durumunda; flanşların stabilitesi (burkulması) hesaba katılmalıdır. Flanşın lokal burkulması ile global burkulma (kiriş ekseninde oluşan enine burkulma) ayrı ayrı hesaplanmalıdır

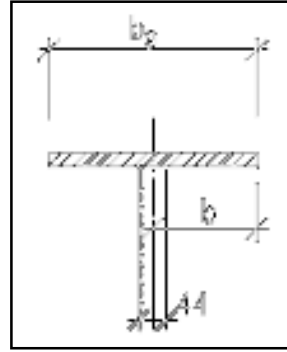
Yerel Burkulma durumunda; flanş kesitlerinde lokal burkulma oluşmaması için DIN 18 800 Teil 1- Tablo 13'e göre  $\lim(b/t)$ 'nin limit değerlerine göre hesaplanır (Denklem 4.21).

$$\lim (b/t_g) = 305 \sqrt{\frac{k_\sigma}{\sigma_1 \gamma_M}} \quad (4.21)$$

$b$	Plaka şeridinin genişliği
$t_g$	Flanş kalınlığı
$k_\sigma$	Burkulma kat sayısı ( $k_\sigma=0,43$ )
$\gamma_M$	Malzemenin kısmi güvenlik faktörü ( $\gamma_M=1$ )
$\sigma_1$	Kuvvetten dolayı flanşa oluşan gerilme (N/mm <sup>2</sup> )

DIN 18000 –Teil 1 Tablo 13’de ve Eurocode 3 1993-1-5 Tablo 4.2’de belirtilen basınca çalışan elemanlardaki elemanın başındaki ve sonundaki gerilmeler birbirine eşit yani oranları 1 ( $\Psi=1$ ) ise burkulma kat sayısı  $k_\sigma$  0,43 alınır.

Gövdenin elastik uzama etkisini hesaplamak için; flanş genişliği gövde yüksekliğinin yarısı kadar azaltılıp plaka şeridinin genişliği ( $b$ ) hesaplanır.(Şekil 4.4)



Şekil 4.13: Flanş ve plaka şeridinin çizim üzerinde gösterilmesi

$$b = \frac{b_g}{2} - 11 \text{ mm} \quad (4.22)$$

Denklem 4.21 ve 4.22 doğrultusunda flanşa oluşan gerilme tekrar hesaplandığında

$$\sigma_1 = \frac{305^2 \cdot k_g}{(b_g/t_g)^2 \cdot \gamma_M} = \frac{305^2 \cdot 0,43}{(b_g/t_g)^2 \cdot 1} = \frac{40.000}{(b_g/t_g)^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (4.23)$$

elastik limit gerilmesi elde edilir. Bu sebeple flanşa yerel burkulma oluşmadan taşınabilecek azaltılmış normal kuvvet

$$N_{gRd,l} = \sigma_1 \cdot b_g \cdot t_g \quad (4.24)$$

ile hesaplanmalıdır. Diğer bir tarafta burkulma oluşturmayacak olan  $b$  ve ona bağlı  $t_g$  değeri Denklem 4.23'ten şu şekilde hesaplanabilir.

$$b \leq 305 \cdot t_g \sqrt{\frac{k_\sigma}{f_{yk} \cdot \gamma_M}} \quad (4.25)$$

Farklı çelik dayanımları için aşağıdaki değerler geçerlidir.

$$f_{yk} = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ için } b > 12.9 \cdot t_g \quad (4.26)$$

$$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2 \text{ için } b > 10.5 \cdot t_g \quad (4.27)$$

Global Burkulma;

DIN 18 800 Teil 2 Clause 3.3.3 ; EI(310) global burkulma oluşmasını önleyecek bir kriter vermektedir (Denklem 4.28).

$$\frac{c \cdot k_c}{i_{z,g} \cdot \lambda_a} \leq 0,5 \frac{M_{pl,y,d}}{M_y} \quad (4.28)$$

$c$  Yan mesnetler arası mesafe

$i_{z,g}$  Flanşın  $z$  eksenini doğrultusundaki atalet yarıçapı

$k_c$  DIN 18 800 Teil 2 Tablo 10 da verilen moment dağılım tesir katsayısı

$\lambda_a$  Referans narinlik katsayısı ( $f_{yk} = 240 \text{ N/mm}^2$  için  $\lambda_a = 92,9$  ;  $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$  için  $\lambda_a = 75,9$ )

$M_{pl,y,d}$  Plastik deformasyonun olduğu moment

$M_y$  Akma momenti

Denklem 4.27 deki  $\lambda_a$  Referans narinlik katsayısı

$$\lambda_a = \pi \sqrt{\frac{E}{f_{yk}}} \quad (4.29)$$

ile,  $i_{z,g}$  flanşın  $z$  eksenini doğrultusundaki atalet yarıçapı

$$i_{z,g} = \sqrt{\frac{(t_g \cdot b_g^3)/12}{t_g \cdot b_g}} = \frac{b_g}{\sqrt{12}} \quad (4.30)$$

ile hesaplanır. Eğer flanşlar akma dayanımına kadar yüklenirse ( $N_g = N_{gRd}$ ) Denklem 4.28 yanal destekler arası mesafe için şu şekilde yazılabilir;

$$\frac{c \cdot k_c}{i_{z,g} \cdot \lambda_a} \leq 0,5 \frac{N_{Rd,pl}}{N_g} \quad (4.31)$$

$N_g = N_{gRd}$  olduğu dikkate alındığında denklem

$$c_{lim} = \frac{0,5 \cdot i_{z,g} \cdot \lambda_a}{k_c} \quad (4.32)$$

olur. Denklem 4.29'da verilen  $\lambda_a$  ve Denklem 4.29'ta verilen  $i_{z,g}$  Denklem 4.32'de yerine konduğunda;

$$c_{lim} = \frac{0,5 \cdot \pi \cdot b_g}{\sqrt{12} \cdot k_c} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yk}}} \quad (4.33)$$

elde edilmiş olur. Bu da demek oluyor ki; yanal destekler arası mesafe ( $c$ ), yanal destekler arası mesafe limitinden ( $c_{lim}$ ) küçük olduğu sürece burkulma oluşmaz. Flanşın azaltılmış normal kuvveti aynı DIN kriteri kullanılarak Denklem 4.31 'de Denklem 4.19 yerine konduğunda şu ifade elde edilir;

$$\frac{c \cdot k_c}{i_{z,g} \cdot \lambda_a} \leq 0,5 \frac{N_{Rd,pl}}{N_g} = 0,5 \frac{b_g \cdot t_g \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_M}}{N_{gRk,g}} \quad (4.34)$$

Denklem 4.34 düzenlendiğinde

$$N_{gRk,g} \leq 0,5 \cdot i_{z,g} \cdot \lambda_a \frac{b_g \cdot t_g}{k_c \cdot c} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_M} \quad (4.35)$$

Denklem 4.30 ve 4.31  $i_{z,g}$  ve  $\lambda_a$  yerine konulursa

$$N_{gRk,g} = \frac{0,5 \cdot \pi}{\sqrt{12}} \cdot \sqrt{E \cdot f_{yk}} \cdot \frac{b_g^2 \cdot t_g}{k_c \cdot c} \quad (4.36)$$

elde edilir. İfadede  $\pi$  ve  $E$  (210.000 N/mm<sup>2</sup>) yerine konduğunda global burkulma için azaltılmış normal kuvvet;

$$N_{gRk,g} = 65,7 \cdot \sqrt{f_{yk}} \cdot \frac{b_g^2 \cdot t_g}{k_c \cdot c} \quad (4.37)$$

sadeleştirilmiş halini alır.  $f_{yk}$  kN/cm<sup>2</sup>,  $t_g$ ,  $b_g$  ve  $c$  cm olarak kullanılmalıdır.

Sonuç olarak; basınç gerilmesi durumunda Denklemler 4.37, 4.25, 4.20 de hesaplanan flanşın yük taşıma kapasitesi

$$N_{gRk} = \min(N_{gRk}; N_{gRk,I}; N_{gRk,g}) \quad (4.38)$$

$$N_{gRd} = \frac{N_{gRk}}{\gamma_M} \quad (4.39)$$

olarak hesaplanır.

Tablo 4.3 sabit bir normal kuvvet için ( $\psi=1$ ) yanal desteklerin mesafelerine göre, S235(St37) çelik kalitesi için flanşların yük destekleme kapasitelerini gösterir. Bahsedilen flanş kesitleri için  $\text{act.}(b/t) < \text{lim}(b/t)$  DIN 18 800 Teil 1 Tablo 13 'e göre uygulanır. Uygulama limitleri ayrıntılı olarak aşağıdaki gibi tanımlanır.

- $c_{lim}$  yanal destekler arası mesafeler basınç altındaki flanş burkulmaya bağlı azalma olmaksızın tam elastik limit yükü  $N_{gRk}$  ile hesaplanır.
- $c_{max}$  250 maksimum narinlik ile (kiriş ekseninin enine) tanımlanmış yanal destekler arası maksimum mesafe

DAST-Ri.015'ten sapma yoluyla kesme kuvvetlerinin doğruluktan sapan momentlerinin yol açtığı flanşlar üzerindeki enine eğilme gerilmeleri gövde üzerindeki küçük dalgalanmalar nedeniyle hesabı katılmaya gerek görülmezler (Aschinger, Bejaev, Mikhailova : Zur Querkrafttragfähigkeit von I-Trägern mit verschiedenen Stegprofilierungen. Stahlbau 60, 1991, Heft 10, S.314)

Ek 2 deki kesit tabloları taşıma momentleri ve enine taşıma kuvvetlerini tüm flanş gövde kombinasyonları için gösterilmektedir.

Global burkulma için TS 648'de belirtilen metot da uygulanabilir. Narinlik ( $\lambda$ ) kat sayısına göre hesaplanabilecek ya da TS 648 Çizelge 6-7'den bulunacak  $w$  katsayısı ile indirgenen çekme emniyet gerilmesi basınç emniyet gerilmesini verir.

$$\lambda \geq w \geq \frac{\sigma_{bem} = \sigma_{\zeta em}}{w} \quad (4.40)$$

$\lambda$  : Narinlik

$w$  : Burkulma Katsayısı

$\sigma_{bem}$  : Basınç Emniyet Gerilmesi

$\sigma_{\zeta em}$  : Çekme Emniyet Gerilmesi

$f_{yk} = 240$ N/mm <sup>2</sup>		Normal Kuvvet Dağılım Faktörü kc=1.00 (DIN 18 800 Kısım 2, Tablo 8)													$\gamma_m = 1.0$	
Flanş Kesiti		Çekme $N_{Rd}$ [kN]	$c_{lim}$ [m]	Basınç $N_{Rd}$ [kN] Yanal Destek Mesafesi [m]											$C_{max}$ [m]	
b x t [mm]	A [cm <sup>2</sup> ]			3.00	4.00	5.00	6.00	8.00	10.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00		
160 x 6	9.60	230	2.15	165	124	99	82	62	49							11.55
180 x 6	10.80	259	2.41	209	156	125	104	78	63		52					12.99
200 x 6	12.00	288	2.68	258	193	155	129	97	77		64					14.43
160 x 8	12.80	307	2.15	220	165	132	110	82	66							11.55
180 x 8	14.40	346	2.41	278	209	167	139	104	83		70					12.99
200 x 8	16.00	384	2.68	343	258	206	172	129	103		86					14.43
220 x 8	17.60	422	2.95	415	312	249	208	156	125		104	83				15.88
200 x 10	20.00	480	2.68	429	322	258	215	161	129		107					14.43
220 x 10	22.00	528	2.95	519	390	312	260	195	156		130	104				15.88
250 x 10	25.00	600	3.35	600	503	402	335	251	201		168	134	112			18.04
200 x 12	24.00	576	2.68	515	386	309	258	193	155		129					14.43
220 x 12	26.40	634	2.95	623	467	374	312	234	187		156	125				15.88
250 x 12	30.00	720	3.35	720	604	483	402	302	241		201	161	134			18.04
300 x 12	36.00	864	4.02	864	864	695	579	435	348		290	232	193	166		21.65
220 x 15	33.00	792	2.95	779	584	467	390	292	234		195	156				15.88
250 x 15	37.50	900	3.35	900	754	604	503	377	302		251	201	168			18.04
300 x 15	45.00	1080	4.02	1080	1080	869	724	543	435		362	290	241	207		21.65
350 x 15	52.50	1260	4.69	1260	1260	1183	986	739	592		493	394	329	282	246	25.26
250 x 20	50.00	1200	3.35	1200	1006	805	671	503	402		335	268	224			18.04
300 x 20	60.00	1440	4.02	1440	1440	1159	966	724	579		483	386	322	276		21.65
350 x 20	70.00	1680	4.69	1680	1680	1577	1314	986	789		657	526	438	376	329	25.26
400 x 20	80.00	1920	5.37	1920	1920	1920	1717	1288	1030		858	687	572	491	429	28.87
450 x 20	90.00	2160	6.04	2160	2160	2160	2160	1630	1304		1086	869	724	621	543	32.48
300 x 25	75.00	1800	4.02	1800	1800	1449	1207	905	724		604	483	402	345		21.65
350 x 25	87.50	2100	4.69	2100	2100	1972	1643	1232	986		822	657	548	469	411	25.26
400 x 25	100.00	2400	5.37	2400	2400	2400	2146	1610	1288		1073	858	715	613	537	28.87
430 x 25	107.50	2580	5.77	2580	2580	2580	2480	1860	1488		1240	992	827	709	620	31.03
450 x 25	112.50	2700	6.04	2700	2700	2700	2700	2037	1630		1358	1086	905	776	679	32.48
350 x 30	105.00	2520	4.69	2520	2520	2366	1972	1479	1183		986	789	657	563	493	25.26
400 x 30	120.00	2880	5.37	2880	2880	2880	2575	1932	1545		1288	1030	858	736	644	28.87
430 x 30	129.00	3096	5.77	3096	3096	3096	2976	2232	1786		1488	1190	992	850	744	31.03
450 x 30	135.00	3240	6.04	3240	3240	3240	3240	2445	1956		1630	1304	1086	931	815	32.48

Tablo 4.3: Sabit bir normal kuvvet için yanıl desteklerin mesafelerine göre ,  
Flanşların yük destekleme kapasiteleri

#### 4.4.3 Kirişlerin boyutlandırılması

Hesaplama modeli için normal kuvvetlerin ve eğilme momentlerinin flanşlar tarafından taşındığı (flanşların eğilme rijitliği ihmal edilerek) ve düşey kuvvetlerin sadece gövdeye geldiği basitleştirici bir yol kabul edilir. Bu paralel plaka kafes kirişlerin benzer uygulama prosedürlerine benzer. Ondülin gövdeli kirişlerin dizaynı ve tanımlaması örnekleme ile belirtilmektedir.

Yüksekliği kiriş narınlığına bağlı olarak seçilmesi

$h_s = L_{St}/15$  den  $L_{St}/25$  e kadar (tek açıklıklı kirişler, sürekli kirişler, yada çerçevelerin yatay kirişleri)

$h_s$  Gövde yüksekliği

$L_{St}$  Kirişin geçtiği açıklık

Gövdenin belirlenmesi ya da gövde kalınlığının seçilmesi

Kesme yük taşıma kapasitesi  $V_{Rd}$  'e bağlı olarak

$$V_d = \gamma_F \cdot V < V_{Rd} \quad (4.41)$$

Flanşların belirlenmesi ya da seçilmesi

Normal kuvvet yük taşıma kapasitesi  $N_{Rd}$  cinsinden

$$N_{g,d} = N \frac{A_g}{A} \pm \frac{M}{z} \quad (4.42)$$

$A$  Her iki flanşın kesit alanı

$z$  Flanşların ağırlık merkezleri arasındaki mesafe

$N_{Rd}$  Tablo 4.3'e göre çekme yada basınç gerilmesi için yanal stabilite hesaba katılır.



olarak ifade edilir. Eğer kiriş çekmeye çalışıyorsa ;

$$N_{g,d} = \gamma_F \cdot N < N_{g,Rd} = N_{gRd,pl} \quad (4.43)$$

Eğer basınca çalışıyor ve  $c \leq c_{lim}$  ise

$$N_{g,d} = \gamma_F \cdot N_g < N_{g,Rd} = \min(N_{gRd,pl}; N_{gRd,l}) \quad (4.44)$$

Eğer basınca çalışıyor ve  $c \geq c_{lim}$  ise

$$N_{g,d} = \gamma_F \cdot N_g < N_{g,Rd} = \min(N_{gRd,pl}; N_{gRd,l}; N_{gRd,g}) \quad (4.45)$$

olmalıdır.

Flanşların tanımlanmasında alternatif olarak taşıma momentini

$$M_{Rd} = M_{Rk} / \gamma_M \quad (4.46)$$

$M_{Rd}$ : Emniyet taşıma momenti

$M_{Rk}$ : Karakteristik taşıma momenti

$\gamma_M$ : Malzeme ile ilgili güvenlik faktörü

ile tüm kesitler için direkt olarak tanımlamak mümkündür. Ancak bu basınç altındaki flanşın stabilitesinin yapısal önlemlerle garantilediğinin etkisini gerektirir.

Deformasyonların Kontrolü

Bu, sehimlerin belli limitler altında tutulmasıyla sağlanır. Kesme deformasyonu mutlaka dikkate alınmalıdır.

Yük etki noktalarının kontrolü

Aşağıdaki Tablo 4.4 'te özetlenmiştir.

Tablo 4.4: Ondülin Gövdeli Kirişlerin Tekil Yük Etki Genişliği

$\gamma_m=1.0$	WT0					WTA					WTB					WTC				
	t = 1.5 mm					t = 2.0 mm					t = 2,5 mm					t = 3.0 mm				
	Tekil Yük Etki Genişliği a [mm]																			
$t_{flaş}$	0	50	100	150	200	0	50	100	150	200	0	50	100	150	200	0	50	100	150	200
<b>6</b>	10.8	28.8	46.8	64.8	82.8	14.4	38.4	62.4	86.4	110.4	18.0	48.0	78.0	108.0	138.0	21.6	57.6	93.6	129.	165.6
<b>8</b>	14.4	32.4	50.4	68.4	86.4	19.2	43.2	67.2	91.2	115.2	24.0	54.0	84.0	114.0	144.0	28.8	64.8	100.	136.	172.8
<b>10</b>	18.0	36.0	54.0	72.0	90.0	24.0	48.0	72.0	96.0	120.0	30.0	60.0	90.0	120.0	150.0	36.0	72.0	108.	144.	180.0
<b>12</b>	21.6	39.6	57.6	75.6	93.6	28.8	52.8	76.8	100.	124.8	36.0	66.0	96.0	126.0	156.0	43.2	79.2	115.	151.	187.2
<b>15</b>	27.0	45.0	63.0	81.0	99.0	36.0	60.0	84.0	108.	132.0	45.0	75.0	105.	135.0	165.0	54.0	90.0	126.	162.	198.0
<b>20</b>	36.0	54.0	72.0	90.0	108.	48.0	72.0	96.0	120.	144.0	60.0	90.0	120.	150.0	180.0	72.0	108.	144.	180.	216.0
<b>25</b>	45.0	63.0	81.0	99.0	117.	60.0	84.0	108.	132.	156.0	75.0	105.	135.	165.0	195.0	90.0	126.	162.	198.	234.0
<b>30</b>	54.0	72.0	90.0	108.	126.	72.0	96.0	120.	144.	168.0	90.0	120.	150.	180.0	210.0	108.	144.	180.	216.	252.0

#### 4.4.4 Kolonların boyutlandırılması

Kolonların ölçülendirilmesinde kafesin ya da çerçeve düşey taşıyıcı tipinin çok parçalı elemanlarının statik modeli düşünülür. Eğilmeye maruz kirişlerde, normal kuvvet flanşlara doğru dağıtılır. Ondülin gövde kesme kuvvetlerinin flanşlar arasında transfer edilmesini sağlar. Güçlü eksen yönünde burkulma doğrulanarak gövdenin kesme esnekliğine müsaade edilir.

Güçlü eksen etrafındaki burulma davranışının hesaplanmasında kesme dayanımı önemlidir. DIN 18800 de verilen kurallar doğrultusunda çerçevenin ya da kolonun kritik burulma yükü hesaplanır.

$$N_{ki} = \frac{1}{\frac{l^2}{\pi^2(EI)} + \frac{1}{S_d}} \quad (4.47)$$

$$S_d = G \cdot A_Q \quad (4.48)$$

Denklem 4.46 'daki  $\frac{l^2}{\pi^2(EI)}$  ifadesi eğilme burkulması,  $\frac{1}{S_d}$  ifadesi ise kesme burkulmasıdır. Denklem 4.47 'de denklem 4.48 yerine konur ve paydalar eşitlenirse;

$$N_{ki} = \frac{1}{\frac{l^2 A}{I} \frac{1}{\pi^2 EA} + \frac{\pi^2 EA}{GA_Q} \frac{1}{\pi^2 EA}} = \frac{\pi^2 EA}{\frac{l^2 A}{I} + \frac{\pi^2 EA}{GA_Q}} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda_y^2 + \lambda_l^2} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda_{ki}^2} \quad (4.49)$$

elde edilir.

$$\lambda_{id} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_l^2} \quad (4.50)$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{l^2 A}{I}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = \frac{l}{i_y} = \frac{s_{ky}}{i_y} \quad (4.51)$$

$$\lambda_1^2 = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{G_s \cdot t_s \cdot h_s} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{G_s \cdot A_Q} = 25,9 \cdot \frac{A}{A_Q} \quad (4.52)$$

Zayıf eksendeki burkulma testi ve eğilme-burkulma sonucu burkulma doğrulaması güvenli tarafta yapılabilir.

Tekil yük etkisi kontrolü

Gövde profilin yapısı, tekil yük etkisi yapıldığında, takviyelerin genişçe dağıtılarak uygulanmasını sağlar. Yük taşıma kapasitelerinin takviye-serbest yük tanımlamasının DIN 18 800 Teil1 1990 Stahbauten; Bemessung und Konstruktion 'daki Clause 744 prensipleri ile araştırılması ve (6) ve (7) de önerilen prosedürlere göre

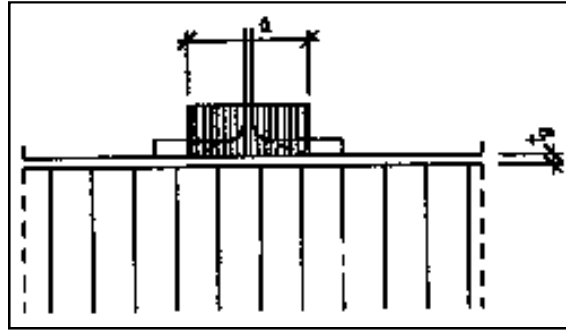
- Yerel burkulma (gövde bozulması) oluşmaz
- Flanştaki Deformasyon oldukça küçük seviyede tutulur.

Gövdede takviye serbest yük etkisine göre taşıma yükü (6) ya göre hesaplanır.

$$P_{Rk} = t_s (a + 5t_g) \cdot f_{yk} \quad (4.53)$$

$a$  : yük dağılma genişliği

$t_s$  : gövde plakası kalınlığı



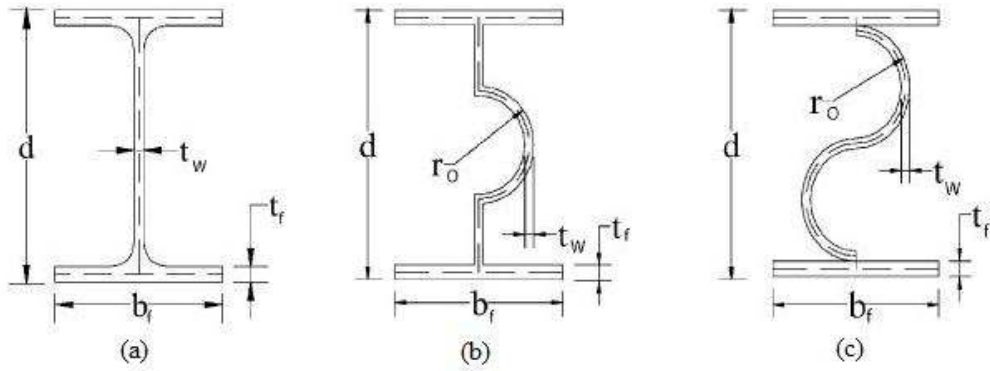
Şekil 4.14: Ondülin gövde üzerinde takviye-serbest yük etkisi

Eğer haddelenmiş profiller direkt olarak desteklenirse, yük dağılma genişliği  $a$  profil yapıları için ölçülendirme kılavuzlarından alınabilir.

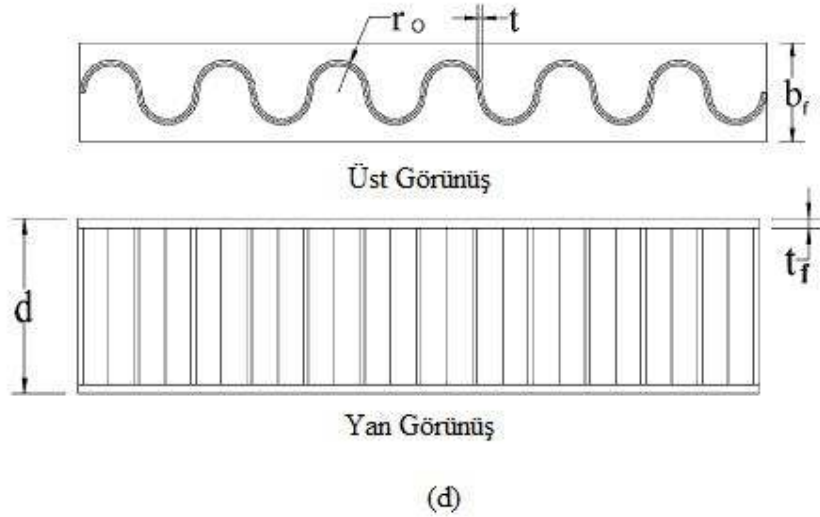
Ürün çeşitlerindeki gövde kalınlıkları için taşıma yükleri ve muhtelif yük dağılım genişlikleri (a) Tablo 4.4 'te özetlenmiştir.

#### 4.5 Sin Profiller Üzerine Yapılan Araştırmalar

Y.A.Khalid, C.L.Chan, B.B.Sahari, A.M.S. Hamouda, 2004 yılında ondülin gövdeli kirişlerin eğilme davranışını incelemişlerdir. Bu çalışmalarında Şekil 4.15 ve Şekil 4.16 deki kesitlere, Tablo 4.5 deki ölçülere sahip kirişler kullanılmıştır.



Şekil 4.15: Denede kullanılan kiriş kesitleri



Şekil 4.16: Denede kullanılan sin profil kiriş kesiti

Tablo 4.5: Denejde kullanılan kiriş ölçüleri

Kiriş Tipi	Kiriş İsmi	$d$ (mm)	$t_f$ (mm)	$b_t$ (mm)	$t_w/t$	$R_o$ (mm)
<b>Basit I Kirişi</b>	(a)					
Çekme	OPW	127,05	7,05	77,00	4,45	-
Kaynaklı	WPW1	113,60	6,00	75,00	4,50	-
<b>Yatay Ondülin Gövdeli</b>	(b),(c)					
Tek yaylı	HC1R1-1	111,8	6,00	75,00	4,50	24,50
Çift yaylı	HC2R1-1	106,00	6,00	75,00	4,50	24,50
<b>Düşey Ondülin Gövdeli</b>	(d)					
	VCR3-1	106,00	6,00	75,00	4,00	24,50

$d$  : Kirişin yüksekliği

$t_f$  : Flanşın kalınlığı

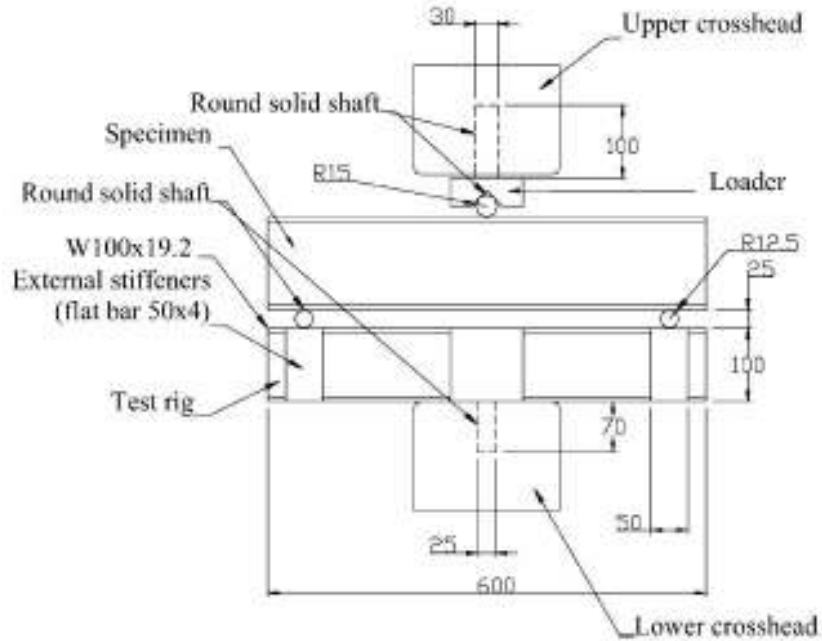
$b_f$  : Flanşın genişliği

$t_w$  : Gövde kalınlığı

$t$  : Kesişim noktasındaki gövde kalınlığı

$R_o$  : Ondülin gövdeyi oluşturan her bir yaym dış ölçüsü

Gerilme testi yapılması için Şekil 4.17 'deki düzenek hazırlanmış ve her kiriş için 3 noktada yük-deplasman değerleri okunmuştur.



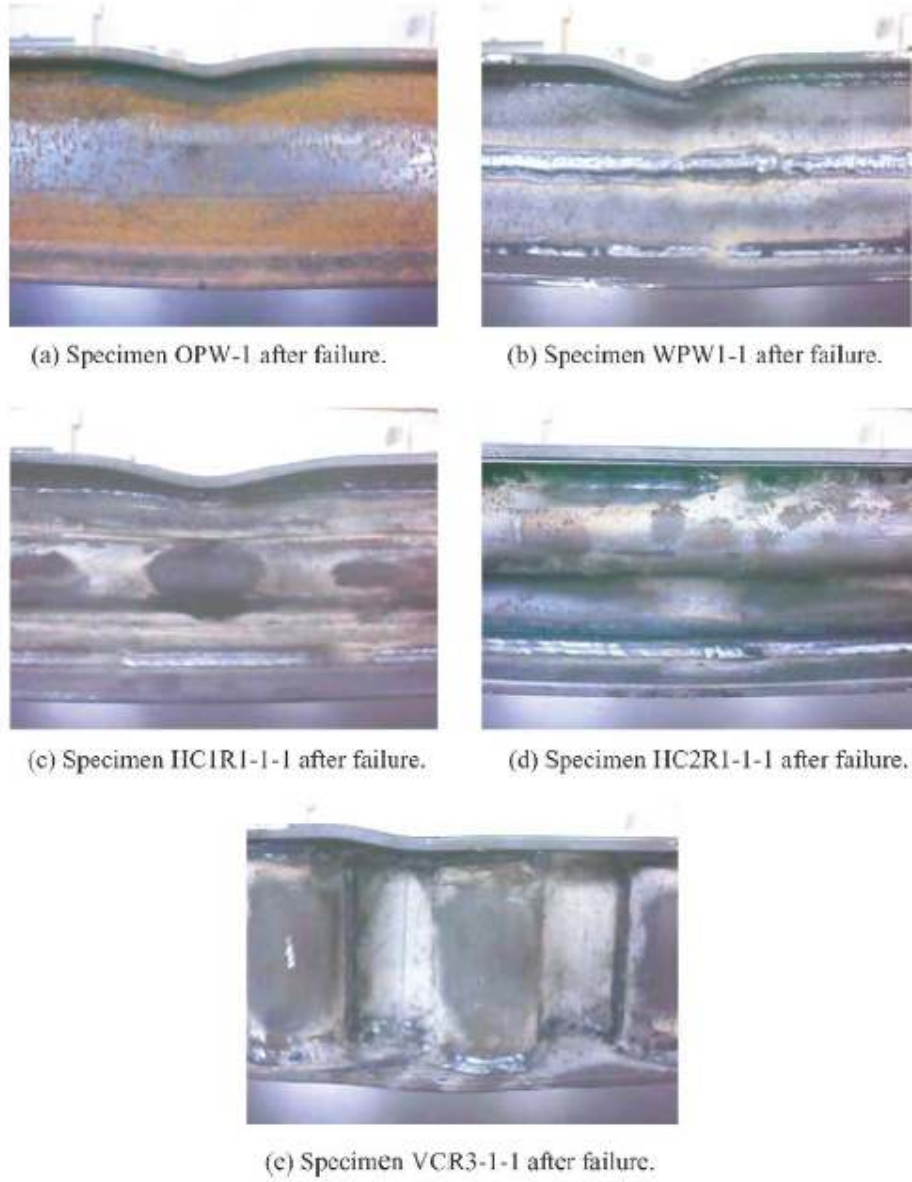
Şekil 4.17: Kullanılan deney düzeneği

Sonuçta düşey ondülin gövdeli kirişlerin akma ve sınır durum dayanımlarının diğer kirişlere oranla daha yüksek olduğu bulunmuştur. En düşük değerler ise yatay ondülin gövdeli kirişlerde okunmuştur.

Ondülin gövdeli kirişlerin sahip oldukları bu yüksek dayanım; sıkıştırılmış flanşların içersinde bulunan ondülin gövdeden ve atalet momentinden kaynaklanan eğilme deformasyonlarına karşı oluşmuştur. Ayrıca kaynaklı düz kiriş (WPW1), ondülin gövdeli (VCR3-1) numunesine göre akma dayanımı olarak daha düşük bir değerde olmasına rağmen sınır durum dayanımı daha yüksek bir değere ulaşmıştır. Test boyunca numunelerde gitgide eğilmeye kadar sıkıştırma etkisinde flanşta akma ve bükülmeye beraber gövdede bozulma meydana gelmiştir. Yatay ondülin gövdeli kiriş (HC2R1-1) ve düşey ondülin gövdeli kiriş (VCR3-1) numunelerinde buna rağmen gövdedeki bozulmalar önemli olarak gözlemlenmemiştir. Bu da kirişlerdeki yükün önemli bir kısmının öncelikle flanşlarla taşındığını göstermektedir. Farklı örneklerin göçme durumları fotoğraf olarak Şekil 4.18 de verilmiştir.

Gövdeler tarandığında I tipi kirişlerde ve yatay ondülin gövdeli kirişlerde eğilmenin ilk olarak flanşlarda meydana geldiği görülmüştür. Daha sonra gövdenin yan yana dizilmiş kıvrımlarında açılmalar meydana gelebilir. Bu açılmaların kapatılabilmesi için sıkıştırma uygulanır. Bunun yanında dikey ondülin gövdeli kirişlerde de eğilme ilk olarak flanşlarda oluşmaktadır fakat ihmal edilebilecek ölçüde oluşmuştur.

Test numunelerinin kaynakları oldukça dikkatli yapılmasına rağmen bazı kusurlar meydana gelmiştir. Kaynak yapılırken yoğun sıcaklık etkisinde flanşlarda küçük başlangıç eğilmeleri oluşmuştur. Deformasyon hareketleri kabul edilebilir sınırlar içersindedir ve testin başından sonuna kadar kaynaktan dolayı göçme olmamıştır.



Şekil 4.18: Kullanılan kiriş numunelerinde oluşan kalıcı deformasyon örnekleri

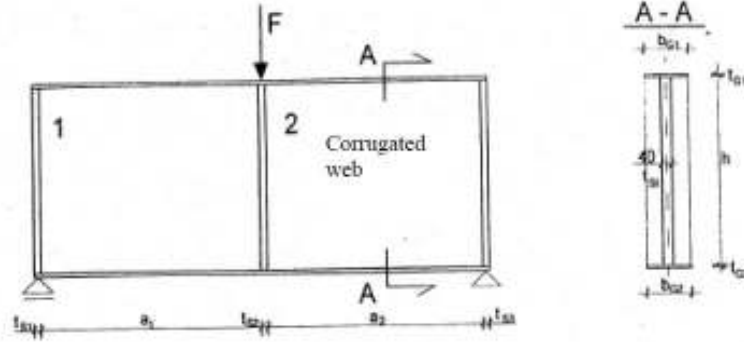
Ayrıca Bradenburg Teknik Üniversitesi Prof.Dr.H.Pasternak ve P.Branka 1996 yılında sinüsoidal kesitli kirişlerin taşıma gücü dayanımlarını test etmişlerdir. 4 farklı deney yapılmıştır. İlk üç deneyde Şekil 4.19’da görüldüğü gibi flanşların enlerini dik kesen doğrultuda tam orta noktalarına destekler yerleştirilen WTA 1500-250-12 kesitine sahip sin profil kullanılmıştır.





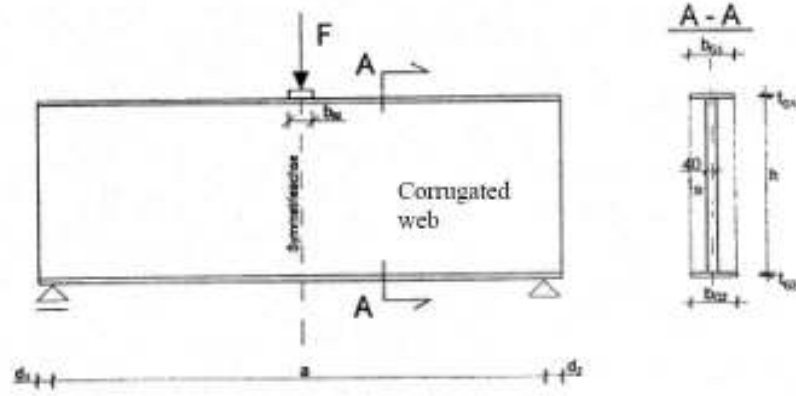
Şekil 4.19: İlk 3 deneyde kullanılan kiriş numunelerinde yapılan destekler

Dördüncü deneyde ise yoğun yük etkisi alındaki WTA 1250-250-20 kesitine sahip kiriş enine destek yerleştirilmeden kullanılmıştır. İlk üç deney için oluşturulan düzenek Şekil 4.20 'de, dördüncü deney için hazırlanan düzenek Şekil 4.21'de gösterilmiştir.



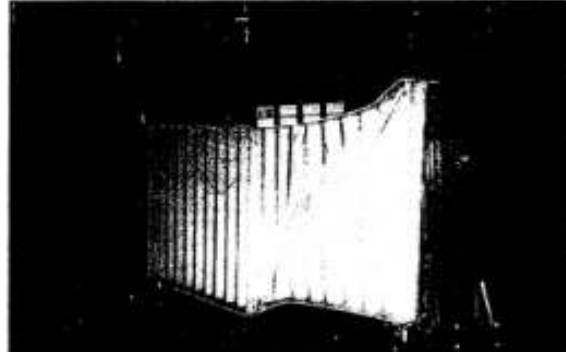
Şekil 4.20: İlk 3 deneyde kullanılan deney düzeneği

Deneylerde yükleme tek yük şeklinde 1000 kN 'luk bir test makinesiyle sağlamıştır. Dayanım güçleri sağ ve sol kaidelerdeki 500 kN'luk güç ölçüm hücreleri ile ölçülmüştür. Yükleme sonrası oluşan eğilmeler ve gövdede oluşacak esneme gövdenin her iki kenarına yerleştirilen mesafe ölçerle ölçülmüştür.



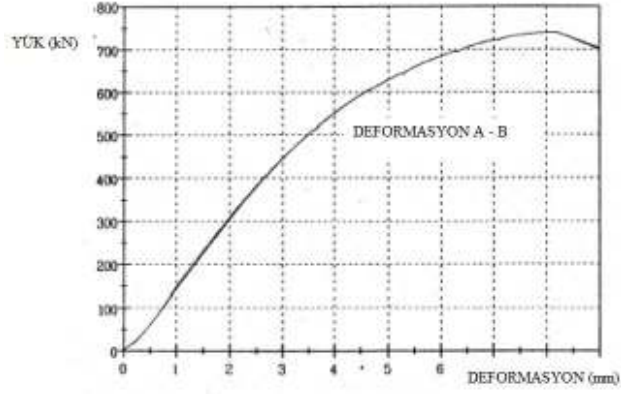
Şekil 4.21: Dördüncü deneyde kullanılan deney düzeneği

Dördüncü deneyde yükleme 300 kN'a kadar 0,3 kN/s olarak, 300 kN'dan yük taşıma kapasitesi 739 kN'a kadar 0,1 kN/s hızla yüklenmiştir. Deney sırasında yerel ve lokal burkulmaya rastlanmamıştır. Deney numunesinin bir yarısında aniden gerilme bandı oluşmasıyla alt ve üst flaşa akma hattı oluşmuştur. (Şekil 4.21)



Şekil 4.22: Dördüncü deneyde oluşan ani göçme







Üçüncü deneyde periyodik, yük kontrollü yükleme yapılmış olup, ilk yükleme 480 kN'a kadar yapıldıktan sonra 10 kN'a kadar azaltılmıştır. 500 periyodik yükleme 50 kN/s'lik hızla yapılmış olup, yük değişimleri arasında 5 sn'lik mola verilmiştir. 480 kN sınır durum taşıma kapasitesinin 2/3'üne denk gelmektedir. 500 periyodik yükleme sonunda deney yer değiştirme kontrolü yapılarak devam etmiştir. Bu kısımda numune gövdesinde oluşan global burkulmadan göçmüştür. Yükleme-deformasyon eğrisi şekil 4.21 'de verilmiştir.



Şekil 4.23: Sin profilin yük-deformasyon eğrisi

Aşağıdaki Tablo 4.6 'da eşdeğer mukavemet özelliklerine sahip sin ve H profillerden bazılarının kesit ölçüleri özetlenmiştir.

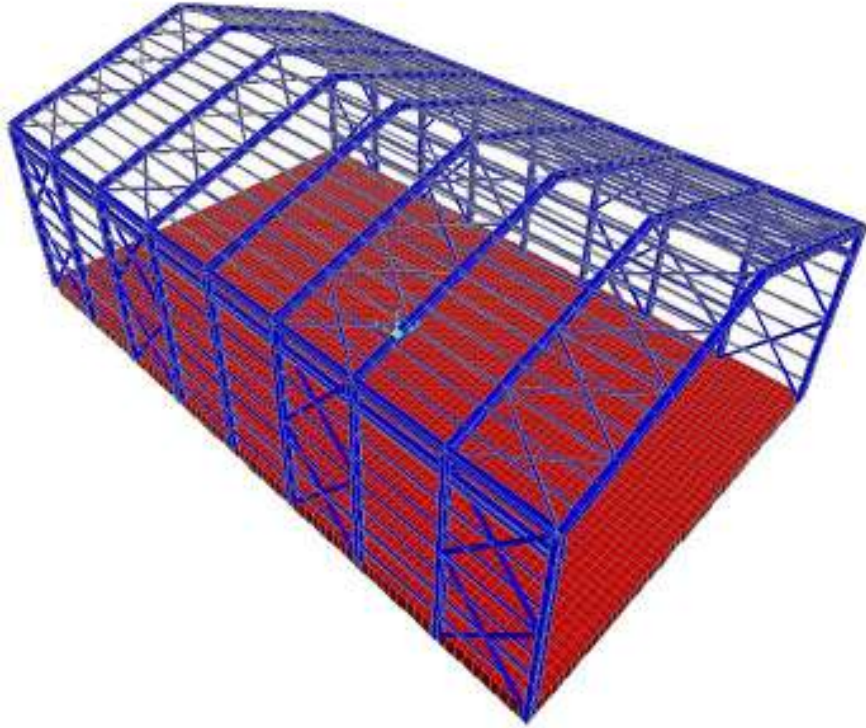
Tablo 4.6: Eşdeğer Sin ve H profil kesit ve mukavemet özellikleri

							
		<b>IPE 400</b>	<b>WTA 500 200 12</b>	<b>HE 450 A</b>	<b>WTA 750 260 15</b>	<b>HE 650 A</b>	<b>WTA 1000 270 20</b>
G	kg/m	66,30	37,68	140,00	75,36	190,00	84,78
h	mm	400,00	500,00	440,00	750,00	640,00	1.000,00
b	mm	180,00	200,00	300,00	260,00	300,00	270,00
t <sub>w</sub>	mm	8,60	2,00	11,50	2,00	13,50	2,00
t <sub>f</sub>	mm	13,50	12,00	21,00	15,00	26,00	20,00
I <sub>y</sub>	cm <sup>4</sup>	23.130,00	31.463,04	63.720,00	114.133,50	175.200,00	280.944,00
I <sub>z</sub>	cm <sup>4</sup>	1.318,00	1.600,00	9.465,00	4.394,00	5.474,00	6.561,00
W <sub>el,y</sub>	cm <sup>3</sup>	1.156,00	1.229,03	2.896,00	2.983,88	11.720,00	5.508,71
W <sub>el,z</sub>	cm <sup>3</sup>	146,40	160,00	631,00	338,00	781,60	486,00

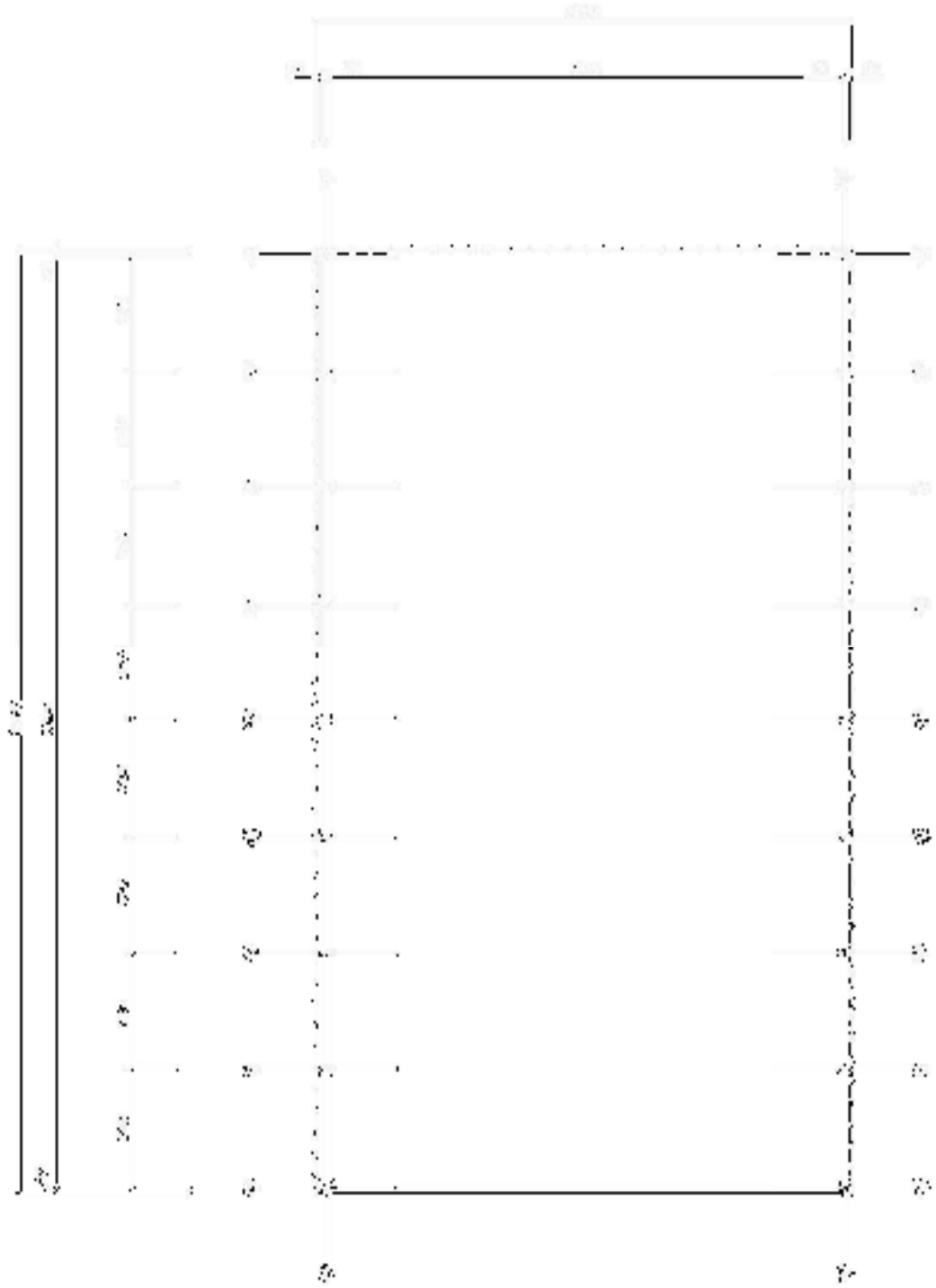
## 5. ENDÜSTRİYEL ÇELİK BİNANIN TASARIMI

Bu bölümde aynı zemin koşullarına, aynı geometri ve yükleme durumlarına sahip iki bina geleneksel H başlıklı profil ve sin profil kullanılarak tasarlanmış, sonuçlar karşılaştırılarak hangi profil çeşitinin diğerine göre daha avantajlı olduğu incelenmiştir.

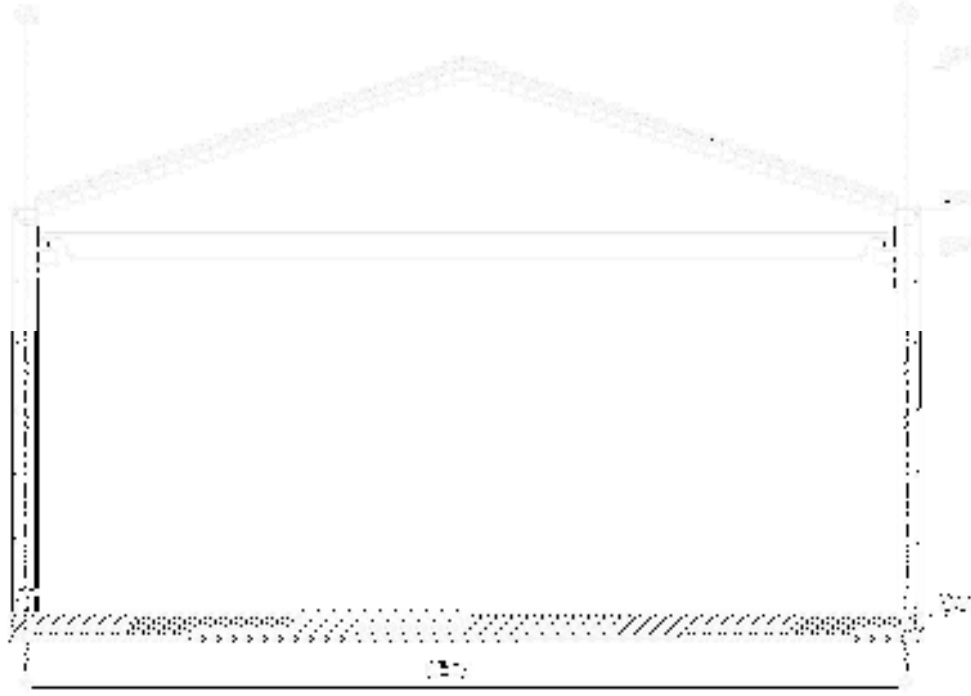
Şekil 5.1 de üç boyutlu genel sistemi gösterilmiş olan, Şekil 5.2’de kolon aplikasyon planı verilmiş olan yapının geometrisi Tablo 5.1 de özetlenmiştir. Genel işyeri kullanım amaçlı toplam 1000 m<sup>2</sup> alana sahip yapı  $x$  doğrultusunda 25 m,  $y$  doğrultusunda 40 m uzunluğa sahiptir. Yapı  $y$  doğrultusu boyunca 10 ton’luk bir kreyn yüküne maruz kalmaktadır. Çatı makası altı yüksekliği 12 m, guse kotu 10,5 m’dir. Çatı makası üst kotu ise 16 m’dir.



Şekil 5.1: Genel sistem görünüşü



Şekil 5.2: Kolon aplikasyon planı



Şekil 5.3: Tasarımı yapılan binanın 1-1 Kesiti

Tablo 5.1: Hesaplanan çelik yapının geometrisi

DOĞRULTU	AKS ADETİ	AKS ARASI MESAFE	TOPLAM MESAFE
X	1	25 m	25 m
Y	9	5 m	40 m

Binanın x doğrultusundaki yatay yük taşıyıcı sistemi, Deprem yönetmeliği Tablo 6.5 'te belirtildiği gibi süneklik düzeyi normal moment aktaran çerçevelerden, y doğrultusundaki yatay yük taşıyıcı sistemi süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdelerden oluşmaktadır.

Çatı ve cephe kaplaması, çelik aşıklar ile bunlara mesnetlenen sandviç panellerden oluşmaktadır. Düzlemi içinde rijit diyafram oluşturmayan çatı döşemesinde 1-2, 3-4, 6-7, 8-9 aksları arası merkezi çatı çapraz sistemi bulunmaktadır. Çapraz sistemi aynı aks aralarında düşey düzlemde de devam ederek binanın y doğrultusundaki yatay yük taşıyıcı sistemini meydana getirmektedir. Çapraz sistemi çatı döşemesinde 200 mm

dış çapa sahip 6,35 mm et kalınlığına sahip borulardan; düşey doğrultuda 120 mm'lik 10 mm et kalınlığına sahip köşebentlerden oluşmaktadır. Çatı döşemesinin rijit bir diyafram oluşturmaması nedeniyle  $x$  ve  $y$  doğrultularındaki yatay yük taşıyıcı sistemler birbirinden bağımsız olarak davranmaktadır.

Çatı çapraz sisteminin elemanları ile bunları birbirine bağlayan  $y$  doğrultusundaki kirişler çerçeve kirişlerine ve kolonlara mafsallı olarak bağlanmaktadır. Akslardaki çerçeve kirişlerinin kolonlara bağlantısı ise rijittir. Kolonların  $\pm 0.00$  kotunda temele ankastre olarak mesnetlendiği göz önünde tutulacaktır.

### 5.1 Tasarımı yapılan binaya etkiyen yükler ve hesaplamaları

Tasarlanan yapıya rüzgar yükü, kar yükü, kreyn yükü ve deprem yükü etkilmiştir.

#### 5.1.1 Kar yükü hesabı

Çatı eğimi  $18^\circ$  olduğundan  $m$  değerinin hesaplanması gerekir. TS 498 de verilen

$$m = 1 - \frac{\alpha - 30}{40} \quad (5.1)$$

$$P_k = m \cdot P_{ko} \quad (5.2)$$

denklemler kullanılarak  $m=0,925$  olarak bulunur. TS 498 Çizelge 4 'te binanın rakım yüksekliği 100 m'ye karşılık gelen zati kar yükü  $P_{ko}=0,75$  olarak belirtilmiştir. Bu durumda

$$P_k=0,925 \cdot 0,75=0,69 \text{ kN/m}^2 \quad (5.3)$$

eşit olur. Çatı metre kare alanı ve kirişlere aktarılacak alanlar orantılandığında kirişlere düşen kar yükleri Kiriş AB/1 ve AB/9 da 1,75 kN diğer tüm kirişlerde 3,50 kN olarak hesaplanmıştır.

### 5.1.2 Rüzgâr yükü hesabı

TS 498 madde 11.2.3 ve madde 11.3 'e göre hesaplanır. Rüzgarın esiş yönüne çarptığı yapı yüzeylerinde basınç, arka yüzlerinde emme kuvveti oluşur.

$$w = c_p \cdot q \quad (5.4)$$

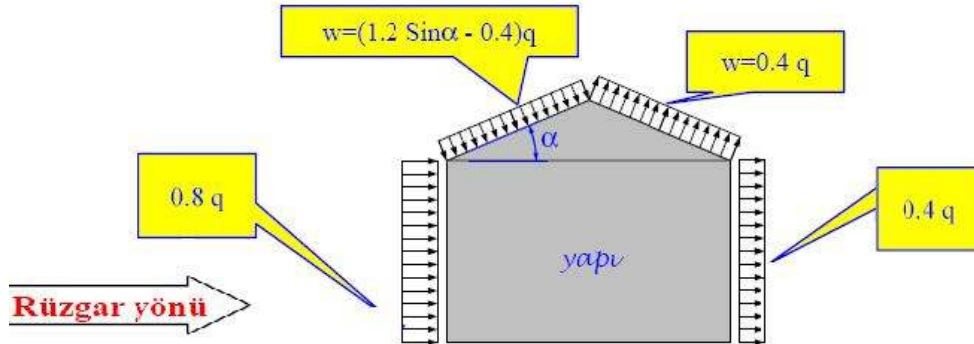
$$q = \frac{v^2}{1600} \quad (5.5)$$

$w$  Eş değer statik basınç veya emme ( $\text{kN/m}^2$ )

$c_p$  Yapı yüzeyinin konumuna bağlı katsayı TS 498 Çizelge 6'dan alınır

$q$  Yüzeye yayılı rüzgar basıncı ( $\text{kN/m}^2$ ) TS 498 Çizelge 5'den alınır

TS 498 'de belirtilen yapı yüzeylerine uygulanacak  $w$  değerleri Şekil 5.4'te şematize edilmiştir.



Şekil 5.4: Bina yüzeylerindeki rüzgar yükü değerleri

Çizelge 5 'e göre alınacak  $V$  değeri 36 m/s, kullanılacak  $q$  değeri 0,8'dir.

Binanın A aksı boyunca basınç yükü altındaki kolonlara etkiyen  $w$  değeri;

$$w=0,8 \cdot q=0,8 \cdot 0,8=0,64 \text{ kN/m}^2 \quad (5.6)$$



olarak hesaplanır. Toplam cephe yüzey alanı ve kolonlara aktarılacak alanlar orantılandığında A1 ve A9 kolonlarında 1,62 kN/m, diğer tüm A aksı kolonlarında 3,24 kN/m olarak hesaplanmıştır.

Binanın B aksı boyunca emme yükü altındaki kolonlara etkiyen  $w$  değeri;

$$w = 0,4 \cdot q = 0,4 \cdot 0,8 = 0,32 \text{ kN/m}^2 \quad (5.7)$$

olarak hesaplanır. Toplam cephe yüzey alanı ve kolonlara aktarılacak alanlar orantılandığında B1 ve B9 kolonlarında 0,81 kN/m, diğer tüm B aksı kolonlarında 1,62 kN/m olarak hesaplanmıştır.

Binanın basınç yükü altındaki çatı makaslarına etkiyen  $w$  değeri;

$$w = (1,2 \cdot \sin \alpha - 0,40) \cdot q = (1,2 \cdot \sin 18 - 0,40) \cdot 0,8 = -0,023 \text{ kN/m} \quad (5.8)$$

olarak hesaplanır. Toplam çatı yüzey alanı ve kirişlere aktarılacak alanlar orantılandığında AB/1 ve AB/9 makaslarının basınç bölgesi -0,78 kN/m (yani emme durumunda), diğer tüm basınç bölgesi çatı makaslarında 1,55 kN/m olarak hesaplanmıştır.

Binanın emme yükü altındaki çatı makaslarına etkiyen  $w$  değeri;

$$w = 0,4 \cdot q = 0,4 \cdot 0,8 = 0,32 \text{ kN/m}^2 \quad (5.9)$$

olarak hesaplanır. Toplam çatı yüzey alanı ve kirişlere aktarılacak alanlar orantılandığında AB/1 ve AB/9 makaslarının emme bölgesi 0,81 kN/m, diğer tüm emme bölgesi çatı makaslarında 1,62 kN/m olarak hesaplanmıştır.

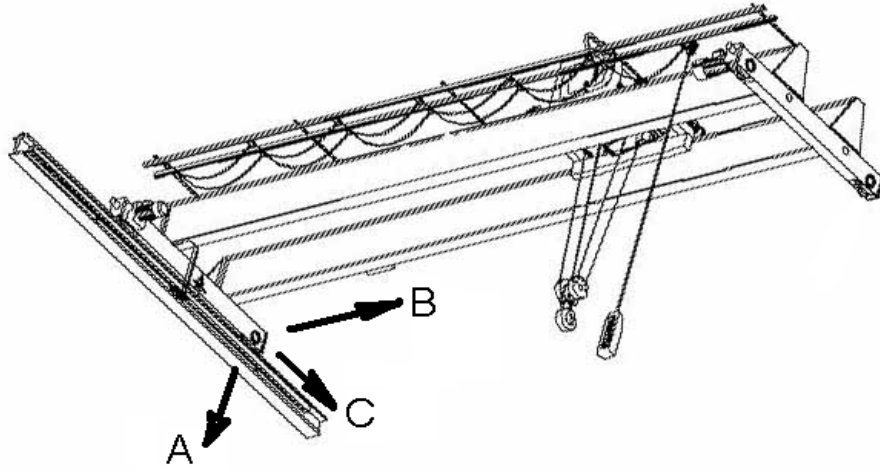
### 5.1.3 Kreyn yükü hesabı

10 tonluk kreyn yükü en elverişsiz durumda 5-6 aksları arasında etkitilmiştir. 10 tonluk kreynin binada oluşturacağı statik yükler ilgili vinç firmasından alınmıştır.

Tasarımda kullanılacak yükler Şekil 5.5 de ve Tablo 5.2 'de verilmiştir.

Tablo 5.2: Kreyinin etkittiği yükler

Maksimum tekerlek yükü	A	kg	<b>5306</b>
Yanal yük %10	B	kg	<b>531</b>
<b>Yol boyu yük % 15</b>	C	kg	<b>796</b>



Şekil 5.5: Kreyinin oluşturduğu yük yönleri

#### 5.1.4 Binanın deprem karakteristikleri

Modellenen tek katlı çelik endüstriyel bina birinci derece deprem bölgesinde, Z1 zemin sınıfı üzerinde Kocaeli'nde 100 m'lik rakıma sahip bir yere inşa edilerek işyeri olarak kullanılacaktır. Yapı taşıyıcı sistemi  $x$  doğrultusunda süneklik düzeyi normal çerçevelerden,  $y$  doğrultusunda süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdelerden oluşturulacaktır. Bu bilgiler doğrultusunda binanın tasarım kriterleri Tablo 5.3 'deki gibidir. (İlgili tablolar Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik teki tablo numaralarıdır.)

Tablo 5.3: Modellenen elik yapının tasarım kriterleri

Tasarım Kriteri	Etken	Değer	İlgili Tablo
Etkin yer ivme katsayısı	1. Derece deprem bōlgesi	$A_0=0,40$	Tablo 2.2
Bina önem katsayısı	Depo	$I= 1.00$	Tablo 2.3
Spektrum karakteristik periyotları	Z1 yerel zemin sınıfı	$T_A = 0,10$ sn $T_B = 0,30$ sn	Tablo 2.4
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	$x$ doğrultusunda deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi normal çerçevelerle taşındığı elik bina	$R_x=5$	Tablo 2.5
	$y$ doğrultusunda deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi normal merkezi elik aprazlı perdelerle taşındığı bina	$R_y=4$	Tablo 2.5
Hareketli yük katılım katsayısı	İşyeri	$n=0,30$	Tablo 2.7

## 5.2 Düzensizliklerin Kontrolü

Deprem Bōlgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Madde 2.3 uyarınca düzensizlik kontrolleri yapılacaktır.

atı döşemesi rijit bir diyafram oluşturmadığından taşıyıcı sistemde A2 türü düzensizlik bulunmaktadır. Bu nedenle Deprem Yönetmeliği Madde 2.3.2.2 ‘ye uygun olarak  $x$  doğrultusundaki deprem etkileri ve altında çerçeveler birbirinden bağımsız olarak hesaplanacak ve  $y$  doğrultusundaki deprem etkilerinin bu

doğrultudaki düşey düzlem bağlantılarına güvenle aktarıldığı hesapla doğrulanacaktır.

Ayrıca tüm kolonların burulma düzensizliği Deprem Yönetmeliği Madde 2.3.2.1 'e göre kontrol edilecektir.

### 5.3 Binaya Uygulanan Yük Kombinasyonları

Yapı sisteminin düşey yükler ile yatay deprem ve rüzgar kuvvetleri altında analizi TS 648 Çelik Yapılar Standardı'na uygun olarak aşağıdaki 7 kombinasyon oluşturularak yapılacaktır.

- Kombinasyon1=  $1,4 G + 1,6 Q$
- Kombinasyon2=  $1,0 G + 1,0 Q + 1,3 W$
- Kombinasyon3=  $1,3 G + 1,3 W$
- Kombinasyon4=  $1,0 G + 1,0 Q + 1,0 E_X$
- Kombinasyon5=  $1,0 G + 1,0 Q + 1,0 E_Y$
- Kombinasyon6=  $0,9 G + 1,0 E_X$
- Kombinasyon7=  $0,9 G + 1,0 E_Y$

Buradaki ifadelerde kısaltmalar

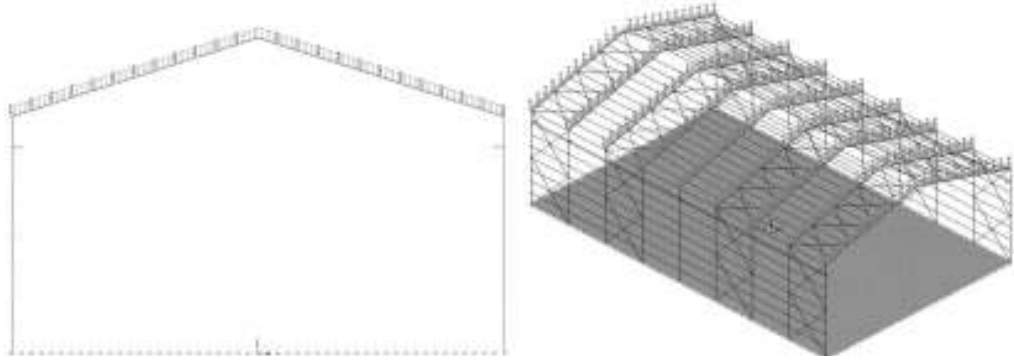
$G$  : Ölü yük (Öz ağırlık ve kalıcı tesisat)

$Q$  : Hareketli yük ( Kar yükü ve Kreyn yükü)

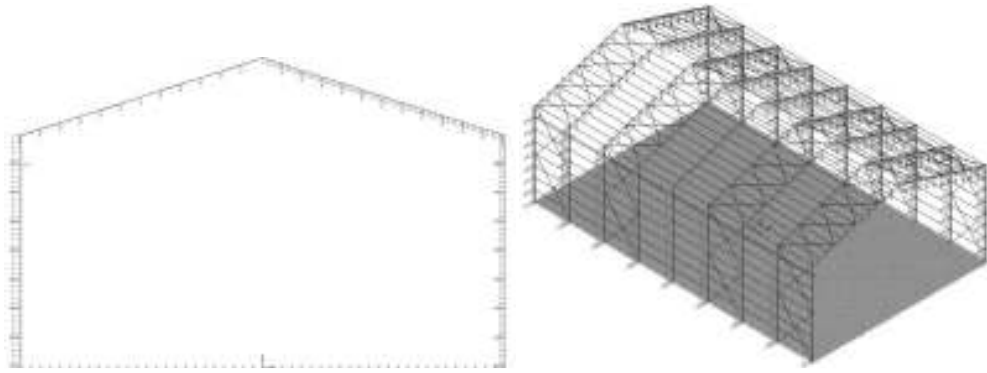
$W$  : Rüzgâr yükü

$E_X$  :  $x$  doğrultusundaki deprem yükü

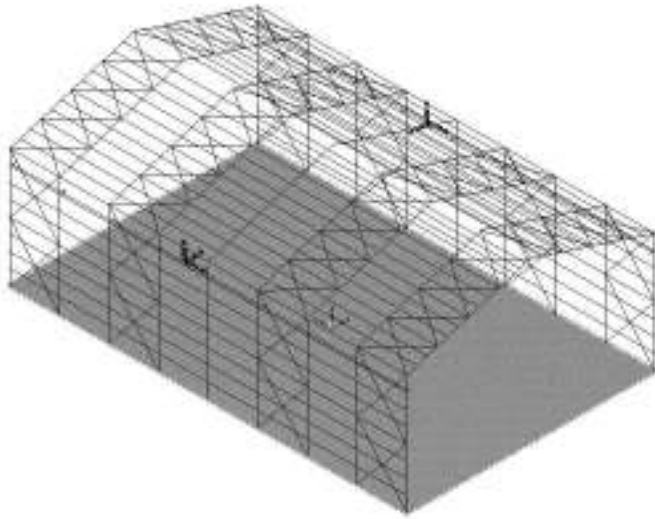
$E_Y$  :  $y$  doğrultusundaki deprem yükünü ifade etmektedir.



Şekil 5.6: Bir çerçeveye ve tüm binaya etkiyen kar yükü



Şekil 5.7: Bir çerçeveye ve tüm binaya etkiyen kar yükü



Şekil 5.8: 5-6 aksları arasına etkililmiş kreyn yükü

#### 5.4 Yatay Yer Değişirmelerin Kontrolü

Yatay yer değiştirmelerin kontrolü, Deprem yönetmeliği Madde 2.10.1'e göre yapılacaktır. Buna göre her bir kolon için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelemesi  $\Delta_i$

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (5.10)$$

denklemi ile hesaplanır. Bu denklemde  $d_i$  ve  $d_{i-1}$  binanın ardışık iki katı arasında, herhangi bir kolonun uçlarında azaltılmış deprem yüklerinden meydana gelen en büyük yerdeğiştirmeyi göstermektedir. Tasarımı yapılan tek katlı bu endüstriyel yapıda  $d_{i-1}=0$  olduğundan (5.1) denklemi;

$$\Delta_i = d_i \quad (5.11)$$

halini alır.

Çerçevenin etkin görelî kat ötelemesi  $\delta_i$  ise

$$\delta_i = R\Delta_i \quad (5.12)$$

bağıntısı ile hesaplanacaktır. Bu bağıntıdaki  $R$  taşıyıcı sistem davranış katsayısı  $x$  doğrultusundaki öteleme kontrol edilirken  $R_x$ , katsayısı  $y$  doğrultusundaki öteleme kontrol edilirken  $R_y$  değerine eşittir.

İkinci mertebe etkileri

Deprem yönetmeliği Madde 2.10.2 uyarınca, göz önüne alınan deprem doğrultusunda ikinci mertebe etkilerini temsil eden ikinci mertebe gösterge değeri  $\theta_i$  hesaplanarak

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0,12 \quad (5.13)$$

koşulunu kontrol edilecektir.

$(\Delta_i)_{ort}$  : i. kat için azaltılmış kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri

$V_i$  : Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın i. Katına etkiyen kat kesme kuvveti

$h_i$  : Binanın i. katının kat yüksekliği

$w_j$  : Binanın j. Katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı

(5.13) koşulunun sağlanması durumunda, ikinci mertebe etkileri TS 648 Çelik Yapılar Standardı'na uygun olarak değerlendirilecektir. Bu koşulun sağlanmaması durumunda ise, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli olacak şekilde deprem hesabı tekrarlanacaktır.

y doğrultusundaki deprem ve rüzgar etkilerine karşı düzenlenen süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perde sisteminin deprem etkileri ve rüzgar yükleri altında yapılan analizi sonucunda; 1-2, 3-4, 6-7, 8-9 aksları arasındaki açıklıklara konulan çatı ve düşey düzlem çapraz elemanlar kullanılmaktadır. Bu çapraz sistemler boyutlandırılırken tüm açıklıklardaki çapraz sistemi elde edilen en kötü analiz sonucuna göre ortak olarak boyutlandırılacaktır. Tüm çapraz sisteminin boyutları aynı olacaktır.

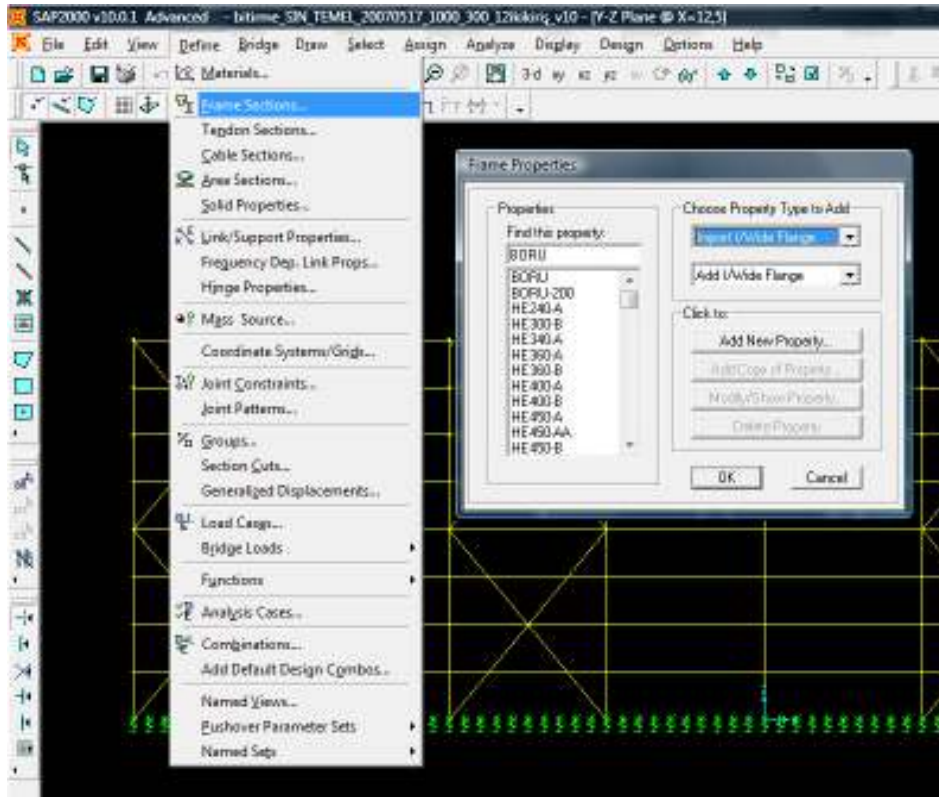
### **5.5 Yapı Elemanlarının Gerilme Kontrolü**

Mevcut yüklere maruz bırakılan yapı elemanlarının gerilme kontrolleri Sap2000 programının Eurocode3 ve AISC standartlarına göre kontrolü ile yapılacaktır. İlgili standartlardaki sınır şartları aşan durumlarda kırmızı ile belirtilen yapı elemanlarının kesitleri değiştirilerek uygun hale getirilecektir.

### **5.6 Sap2000 Programında H ve Sin Profillerin Tanımlanması**

Sap2000 programının kütüphanesinde H profillerin kesitleri ve kesit özellikleri kayıtlıdır. Fakat Frame Section penceresinde aktif olarak gözükmezler. Tasarımda bu

kesitlerin kullanılabilmesi için öncelikle Sap2000 kütüphanesinden programa çağrılmaları gerekmektedir. Bunun için Define menüsü altında Frame Properties penceresinde Choose Property Type to Add seçeneğinin ilk kutucuğundaki Import I/Wide Flange seçilerek Add New Property tıklanarak Program Files klasörü içerisinde Sap2000 dizinine ulaşıldığında “Euro.pro” dosyası seçilir. Uzantıları “.pro” olan dosyalar Avrupa, Amerika, Çin, Hindistan vs normlarında kullanılan profillerin kesit özelliklerini içerir. Euro.pro dosyası seçildikten sonra kullanılacak profiller control tuşu ile birlikte işaretlendikten sonra OK butonuna tıkladığında Sap2000’ne kesitler aktarılmış olur. Gerekli yapı elemanlarına atamalar yapılabilir.

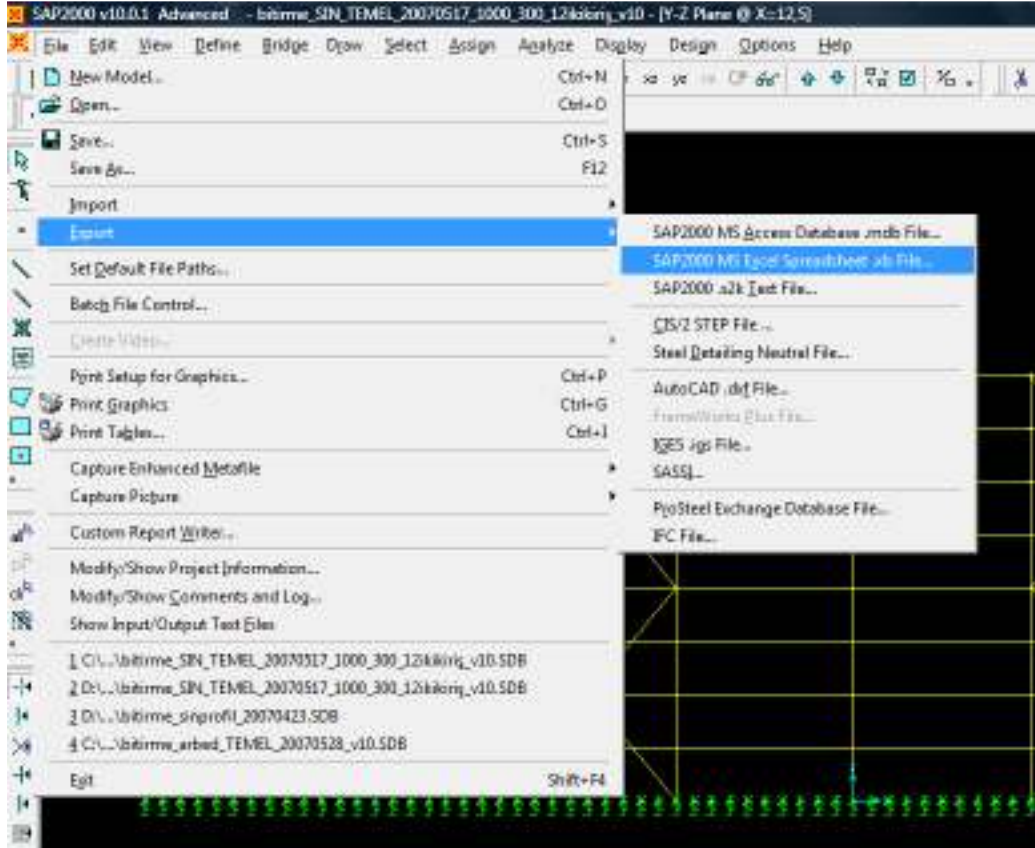


Şekil 5.9: H profil kesitlerinin Sap2000’e aktarılması

Sin profillerin kesitleri henüz Sap2000 ‘in kütüphane dosyalarında mevcut değildir. Bu sebeple EK 2 de verilen sin profillerin kesit özelliklerinin Sap2000 ‘e aktarılması gerekir. Bu özellikleri Excel tablosu olarak aktarmak en kolay yöntemdir. Hazırlanacak Excel dosyasının formatının Sap2000’deki kesit özellikleri formatıyla aynı olması gerekmektedir. Sistemdeki herhangi eleman işaretlenerek File

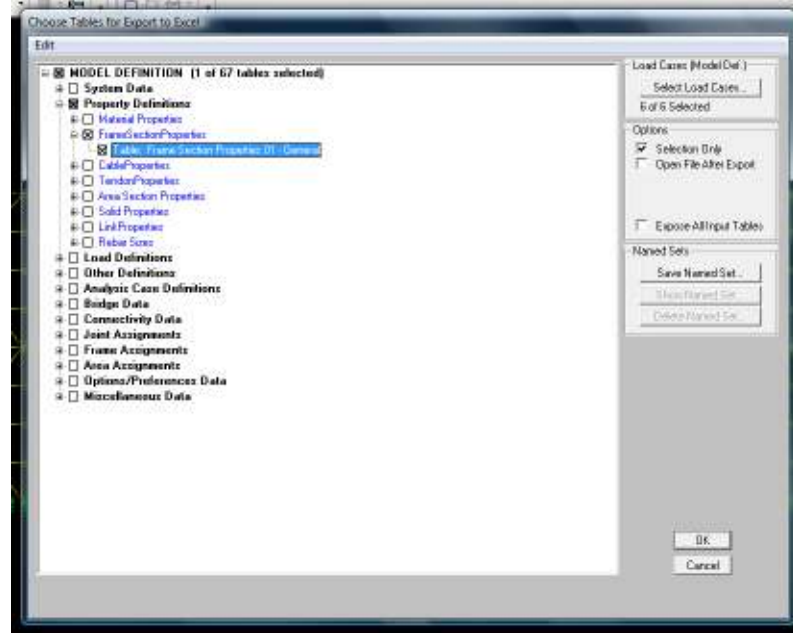


menüsünden Export seçeneği, alt menüsünden “SAP 2000 MS Excel Spreadsheet.xls file...” tıklanır (Şekil5.10).

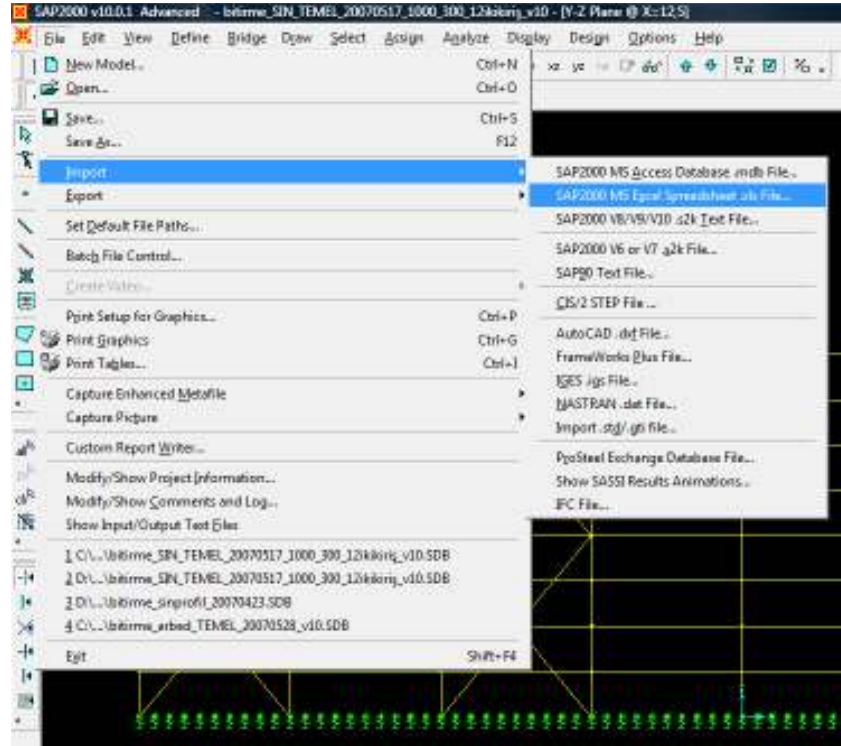


Şekil 5.10: Sap2000 deki profil kesitlerinin Excele aktarılması

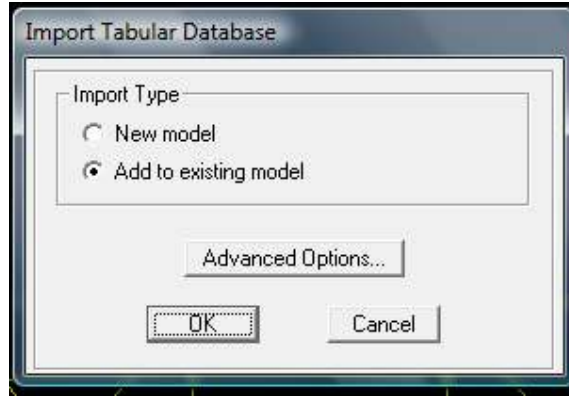
Ekrana gelen yeni “Choose Tables for Export to Excel” penceresinden “Model Definition” ve alt başlıklarından “Property Definitions” seçilir. Açılan yeni alt başlıklardan “Frame Section Properties” ve “Table Frame Sections Properties 01 – General” işaretlenerek belirtilen klasörde excel dosyasının oluşturulması sağlanır. Ek 2 deki kesit özellikleri oluşturulan tablodaki ilgili yerlere yazılarak sin profil kesitleri tanımlanmış olur. File menüsünden Import seçeneği, alt menüsünden “SAP 2000 MS Excel Spreadsheet.xls file...” tıklanır (Şekil5.12). Ekrana gelen yeni “Import Tabular Database” penceresinden (Şekil 5.13) “Add to existing Model” işaretlenerek mevcut Sap2000 dosyasına yeni kesitlerin aktarılması sağlanır.



Şekil 5.11: Excele aktarılabacak dosyanın içeriğinin kesit özellikleri olarak seçimi



Şekil 5.12: Sap2000'e Excel dosyasının aktarılması



Şekil 5.13: Import Tabular Database penceresi

Aktarılan kesitlerin özellikleri Frame Sections menüsünden seçilerek Modify/Show Property tıklanarak kontrol edilebilir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 6.1 Analiz sonuçları

#### Kolon Kütleleri

Yapıdaki tüm kolon kütleleri, azalma miktarları ve sin profil ile tasarlanmamış yapının kolonunun H profil ile tasarlanmış yapının kolonuna oranı Tablo 6.1 de özetlenmiştir. Sin profil ile tasarlanmış yapıdaki kolon kütle azalma yüzdesi 51,08 ‘dir.

Tablo 6.1: H profil ve Sin profil ile tasarlanmış yapının kolon kütlelerinin karşılaştırılması

Kolon Adı	H Profil Taşıyıcı Sistem kN	Sin Profil Taşıyıcı Sistem		Azalma yüzdesi %
		Taşıyıcı Sistem kN	Azalma kN	
A1	6,37	3,02	3,35	47,41
A2	8,06	4,23	3,83	52,48
A3	8,06	4,23	3,83	52,48
A4	8,06	4,23	3,83	52,48
A5	7,66	3,83	3,83	50,00
A6	8,06	4,23	3,83	52,48
A7	8,06	4,23	3,83	52,48
A8	8,06	4,23	3,83	52,48
A9	6,37	3,02	3,35	47,41
B1	6,37	3,02	3,35	47,41
B2	8,06	4,23	3,83	52,48
B3	8,06	4,23	3,83	52,48
B4	8,06	4,23	3,83	52,48
B5	7,66	3,83	3,83	50,00
B6	8,06	4,23	3,83	52,48
B7	8,06	4,23	3,83	52,48
B8	8,06	4,23	3,83	52,48
B9	6,37	3,02	3,35	47,41

#### Kiriş Kütleleri

Yapıdaki tüm kiriş kütleleri, azalma miktarları ve sin profil ile tasarlanmamış yapının kirişinin H profil ile tasarlanmış yapının kirişine oranı Tablo 6.2 de özetlenmiştir. Sin profil ile tasarlanmış yapıdaki kiriş kütle azalma yüzdesi 42,22 ‘dir.

Tablo 6.2: H profil ve Sin profil ile tasarlanmış yapının kiriş kütlelerinin karşılaştırılması

ÇATI MAKASLARI	KÜTLE (kN)		AZALAMA	AZALMA YÜZDESİ
	H PROFİL	SIN PROFİL		
AB1	10,74	5,96	4,78	44,51
AB2	13,86	9,08	4,78	34,49
AB3	13,86	9,08	4,78	34,49
AB4	13,86	9,08	4,78	34,49
AB5	13,18	8,4	4,78	36,27
AB6	13,86	9,08	4,78	34,49
AB7	13,86	9,08	4,78	34,49
AB8	13,86	9,08	4,78	34,49
AB9	10,74	5,96	4,78	44,51
A AKSI KİRİŞLERİ	16,58	6,22	10,36	62,48
B AKSI KİRİŞLERİ	16,58	6,22	10,36	62,48
TOPLAM	150,98	87,24	63,74	42,22

#### Yanal Deplasman Kontrolü

Geleneksel H başlıklı profillerle ve ondülin gövdeli sin profillerle tasarlanan yapının yanal deplasmanları Bölüm 5.4 'te belirtilen esaslar doğrultusunda kontrol edildi. Uygun şartlar sağlanana kadar kesitler değiştirildi. En uygun sonuçları veren kesitlere sahip yapının deplasmanları ve kontrolleri EK 4 'te sunulan tablolarda özetlenmiştir. Tablolarda da görüldüğü üzere  $x$  yönündeki deplasmanlar sin profillerle tasarlanan yapıda geleneksel H başlıklı profillere oranla daha azdır. Bu azalmanın ortalaması yaklaşık %63,72 'dir. Tablo 6.3 'te A 9 (687 numaralı eleman) kolonunda her kombinasyon için oluşan  $x$  deplasmanları belirtilmiştir. Sin profiller ile tasarlanmış yapı, H profillerle tasarlanmış yapıya göre daha rijit bir haldedir.

Tablo 6.3: H profil ile Sin profil ile tasarlanmış yapının A9 kolonunda oluşan  $x$  deplasmanlarının karşılaştırılması

Eleman	Kombinasyon	Sin Profil ile Tasarlanan Yapının $x$ yönündeki deplasmanı	H Profil ile Tasarlanan Yapının $x$ yönündeki deplasmanı	Azalma Yüzdesi %
A 9	COMB1	6,52	21,77	70
A 9	COMB2	4,88	11,12	56
A 9	COMB3	8,76	22,12	60
A 9	COMB4 Max	2,91	3,34	13
A 9	COMB4 Min	11,41	32,16	65
A 9	COMB5 Max	2,57	10,40	75
A 9	COMB5 Min	5,93	18,42	68
A 9	COMB6 Max	5,93	11,95	50
A 9	COMB6 Min	8,39	23,55	64
A 9	COMB7 Max	0,45	1,79	75
A 9	COMB7 Min	2,91	9,81	70
<b>Ortalama</b>		<b>5,51</b>	<b>15,13</b>	<b>61</b>

#### Periyot ve Frekans

Tasarımı ve analizi yapılan binanın hesaplanan geniş başlıklı kiriş ve sin profillerle oluşturulan binanın frekans ve periyot değerleri Tablo 6.4 de belirtilmiştir. Sin profiller kullanılan binada periyot değeri azalmış buna bağlı olarak frekans değeri yükselmiştir. İlk on moddaki periyot düşüşleri çok belirgin olup, kırk mod için ortalama periyot azalması 0,05 sn, azalma yüzdesi ise %10 'dur.

Periyottaki düşüşün anlamı deplasmanların daha küçük miktarlarda oluşması demektir.

Tablo 6.4: H profil ve Sin profil ile tasarlanmış yapının frekans ve periyot değerlerinin karşılaştırılması

MOD	H PROFİL				SİN PROFİL				
			FREKANS (sn <sup>-1</sup> )	PERİYOT (sn)			FREKANS (sn <sup>-1</sup> )	PERİYOT (sn)	
Found mode	1 of 40:	f=	1,013	T=	0,986	f=	2,141	T=	0,467
Found mode	2 of 40:	f=	1,270	T=	0,786	f=	2,254	T=	0,444
Found mode	3 of 40:	f=	2,041	T=	0,489	f=	2,759	T=	0,362
Found mode	4 of 40:	f=	2,135	T=	0,468	f=	2,760	T=	0,362
Found mode	5 of 40:	f=	2,139	T=	0,467	f=	2,884	T=	0,347
Found mode	6 of 40:	f=	2,303	T=	0,434	f=	4,088	T=	0,245
Found mode	7 of 40:	f=	2,402	T=	0,416	f=	4,131	T=	0,242
Found mode	8 of 40:	f=	2,669	T=	0,375	f=	4,152	T=	0,241
Found mode	9 of 40:	f=	3,054	T=	0,327	f=	4,374	T=	0,229
Found mode	10 of 40:	f=	3,842	T=	0,260	f=	4,382	T=	0,228
Found mode	11 of 40:	f=	4,032	T=	0,248	f=	5,118	T=	0,195
Found mode	12 of 40:	f=	4,772	T=	0,210	f=	5,401	T=	0,185
Found mode	13 of 40:	f=	4,780	T=	0,209	f=	5,407	T=	0,185
Found mode	14 of 40:	f=	4,931	T=	0,203	f=	5,421	T=	0,185
Found mode	15 of 40:	f=	4,948	T=	0,202	f=	5,427	T=	0,184
Found mode	16 of 40:	f=	5,381	T=	0,186	f=	5,434	T=	0,184
Found mode	17 of 40:	f=	5,391	T=	0,186	f=	5,434	T=	0,184
Found mode	18 of 40:	f=	5,397	T=	0,186	f=	5,437	T=	0,184
Found mode	19 of 40:	f=	5,399	T=	0,185	f=	5,438	T=	0,184
Found mode	20 of 40:	f=	5,400	T=	0,185	f=	5,454	T=	0,184
Found mode	21 of 40:	f=	5,448	T=	0,184	f=	5,455	T=	0,184
Found mode	22 of 40:	f=	5,449	T=	0,183	f=	5,455	T=	0,184
Found mode	23 of 40:	f=	5,450	T=	0,183	f=	5,455	T=	0,184
Found mode	24 of 40:	f=	5,454	T=	0,183	f=	5,461	T=	0,183
Found mode	25 of 40:	f=	5,458	T=	0,183	f=	5,461	T=	0,183
Found mode	26 of 40:	f=	5,461	T=	0,183	f=	5,461	T=	0,183
Found mode	27 of 40:	f=	5,461	T=	0,183	f=	5,461	T=	0,183
Found mode	28 of 40:	f=	5,461	T=	0,183	f=	5,461	T=	0,183
Found mode	29 of 40:	f=	5,461	T=	0,183	f=	5,462	T=	0,183
Found mode	30 of 40:	f=	5,461	T=	0,183	f=	5,462	T=	0,183
Found mode	31 of 40:	f=	5,461	T=	0,183	f=	5,462	T=	0,183
Found mode	32 of 40:	f=	5,461	T=	0,183	f=	5,462	T=	0,183
Found mode	33 of 40:	f=	5,461	T=	0,183	f=	5,462	T=	0,183
Found mode	34 of 40:	f=	5,462	T=	0,183	f=	5,463	T=	0,183
Found mode	35 of 40:	f=	5,462	T=	0,183	f=	5,463	T=	0,183
Found mode	36 of 40:	f=	5,463	T=	0,183	f=	5,464	T=	0,183
Found mode	37 of 40:	f=	5,463	T=	0,183	f=	5,465	T=	0,183
Found mode	38 of 40:	f=	5,464	T=	0,183	f=	5,468	T=	0,183
Found mode	39 of 40:	f=	5,464	T=	0,183	f=	5,470	T=	0,183
Found mode	40 of 40:	f=	5,479	T=	0,183	f=	5,860	T=	0,171

Tablo 6.5 ve 6.6 'da H profil ile tasarlanan binanın sırasıyla toplam çelik konstrüksiyonun ağırlığı ve malzeme maliyeti gösterilmiştir.

Tablo 6.5: H Profil ile tasarlanan yapının çelik konstrüksiyon toplam malzeme ağırlık tablosu

	Yapı Elemanı	Kesit	Adet	Uzunluk (m)	Toplam Uzunluk (m)	Birim Ağırlık (kg/m)	Toplam Ağırlık (kg)	Genel Toplam (kg)
Ana Taşıyıcı	Kolon	HE 450 B	18	12,00	216,00	171,00	36.936,00	
	Çatı Makası	HE 450 A	18	13,12	236,16	140,00	33.062,40	
	Kirişler	HE 450 A	16	5,00	80,00	140,00	11.200,00	<b>81.198,40</b>
Sabit Elemanlar	Guseler	HE 360 B	18	0,50	9,00	142,00	1.278,00	
	Ray altı kirişi	HE 300 B	16	5,00	80,00	117,00	9.360,00	
	Çatı aşıkları	IPE 160	176	5,00	880,00	15,8,00	13.904,00	
	Cephe aşıkları	UPN 160	112	5,00	560,00	18,8,00	10.528,00	
	Çatı Çaprazları	200 boru	64	6,00	384,00	31,00	11.904,00	
	Cephe çaprazları	120*120*10	32	7,82	250,24	18,80	4.704,51	<b>51.678,51</b>
<b>Toplam</b>							<b>132.876,91</b>	

Tablo 6.6: Sin Profil ile tasarlanan yapının çelik konstrüksiyon toplam malzeme ağırlık tablosu

	Yapı Elemanı	Kesit	Adet	Uzunluk (m)	Toplam Uzunluk (m)	Birim Ağırlık (kg/m)	Toplam Ağırlık (kg)	Genel Toplam (kg)
Ana Taşıyıcı	Kolon	WTC-1000-300-12	18	12,00	216,00	84,8	18.316,80	
	Çatı Makası1	WTC-1000-300-12	18	5,00	90,00	84,8	7.632,00	
	Çatı Makası2	WTC-1000-250-12	18	8,12	146,16	75,4	11.020,46	
	Kirişler	WTC-1000-250-10	16	5,00	80,00	67,5	5.400,00	<b>42.369,26</b>
Sabit Elemanlar	Guseler	HE 360 B	18	0,50	9,00	142	1.278,00	
	Ray altıkirişi	HE 300 B	16	5,00	80,00	117	9.360,00	
	Çatı aşıkları	IPE 160	176	5,00	880,00	15,8	13.904,00	
	Cephe aşıkları	UPN 160	112	5,00	560,00	18,8	10.528,00	
	Çatı Çaprazları	200 boru	64	6,00	384,00	31	11.904,00	
	Cephe çaprazları	120*120*10	32	7,82	250,24	18,8	4.704,51	<b>35.070,00</b>
<b>Toplam</b>							<b>94.047,78</b>	

Tablo 6.7 ve 6.8 'de Sin profil ile tasarlanan binanın sırasıyla toplam çelik konstrüksiyonun ağırlığı ve malzeme maliyeti gösterilmiştir.



Tablo 6.7: H Profil ile tasarlanan yapının çelik konstrüksiyon toplam malzeme ağırlık tablosu

	Yapı Elemanı	Kesit	Toplam Ağırlık (Ton)	Birim Fiyat (Ton/Euro)	Toplam Tutar (Euro)	Genel Toplam (Euro)
Ana Taşıyıcı	Kolon	HE 450 B	36,936	780	28.810,08	
	Çatı Makası	HE 450 A	33,062	780	25.788,67	
	Kirişler	HE 450 A	11,200	780	8.736,00	<b>63.334,75</b>
Sabit Elemanlar	Guseler	HE 360 B	1,278	760	971,28	
	Ray altı kirişi	HE 300 B	9,360	760	7.113,60	
	Çatı aşıkları	IPE 160	13,904	685	9.524,24	
	Cephe aşıkları	UPN 160	10,528	550	5.790,40	
	Çatı Çaprazları	200 boru	11,904	550	6.547,20	
	Cephe çaprazları	120*120*10	4,705	550	2.587,48	<b>32.534,20</b>
					<b>Toplam</b>	<b>95.868,95</b>

Tablo 6.8: Sin Profil ile tasarlanan yapının çelik konstrüksiyon toplam malzeme maliyet tablosu

	Yapı Elemanı	Kesit	Toplam Ağırlık (Ton)	Birim Fiyat (Ton/Euro)	Toplam Tutar (Euro)	Genel Toplam (Euro)
Ana Taşıyıcı	Kolon	WTC-1000-300-12	18,317	780	14.287,10	
	Çatı Makası1	WTC-1000-300-12	7,632	780	5.952,96	
	Çatı Makası2	WTC-1000-250-12	11,021	780	8.595,96	
	Kirişler	WTC-1000-250-10	5,400	780	4.212,00	<b>33.048,03</b>
Sabit Elemanlar	Guseler	HE 360 B	1,278	760	971,28	
	Ray altıkirişi	HE 300 B	9,360	760	7.113,60	
	Çatı aşıkları	IPE 160	13,904	685	9.524,24	
	Cephe aşıkları	UPN 160	10,528	550	5.790,40	
	Çatı Çaprazları	200 boru	11,904	550	6.547,20	
	Cephe çaprazları	120*120*10	4,705	550	2.587,48	<b>32.534,20</b>
					<b>Toplam</b>	<b>65.582,23</b>

Binanın toplam kütle ve maliyet analizi karşılaştırması Tablo 6.9 da özetlenmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere toplam bina %29,22 ana taşıyıcılar ise %47,82 hafiflemiş olup, bu durum maliyet toplamına 31,59 ‘luk, ana taşıyıcı maliyetine %47,82 ‘lik bir azalma olarak yansımıştır.

Tablo 6.9: H profil ve Sin profil ile tasarlanmış yapının toplam ağırlık ve maliyetinin karşılaştırılması

	H Profil	Sin Profil	Azalma	Azalma Yüzdesi
Toplam Ağırlık (ton)	132,88	94,05	38,83	29,22
Ana Taşıyıcı Ağırlığı (ton)	81,20	42,37	38,83	47,82
Sabit Eleman Ağırlığı (ton)	35,07	35,07	0,00	0,00
Ana Taşıyıcı Maliyeti (Euro)	63.334,75	33.048,03	30.286,73	47,82
Sabit Eleman Maliyeti (Euro)	32.534,20	32.534,20	0,00	0,00
<b>Toplam Maliyet (Euro)</b>	<b>95.868,95</b>	<b>65.582,23</b>	<b>30.286,73</b>	<b>31,59</b>

Tasarlanan iki binada kullanılan tüm kesitler Tablo 6.10 'da belirtilmiştir. H profil ile Sin profilin aynı yükler etkisi altında, aynı açıklıkları çok daha hafif kütlelerle geçtiği oldukça açıktır. Tüm yapı elemanlarının kesit çizimleri EK 6 ve EK 7 'de belirtilmiştir.

#### Temel Hesabı

Sin profil ve geleneksel H başlıklı profil ile tasarlanmış yapının kolon mesnet uçlarında oluşan EK 3 'te verilen reaksiyon kuvvetlerinin maksimum değerleri dikkate alınarak yapının temel hesabı İdeStatik programı kullanılarak yapılmıştır. Mevcut zemin koşulları ve yapının geometrisi dikkate alındığında sürekli temel uygun görülmüştür. Her iki profil kullanılan yapının temel kesitleri değiştirilmemiş olup, donatı miktarındaki değişiklikler incelenmiştir. Sonuç olarak toplam kalıp metrajı her iki yapı için 190,40 m<sup>2</sup>, toplam beton metrajı 123,20 m<sup>2</sup>, toplam donatı metrajı sin profilli yapı için 9.267,31 kg, H profilli yapı için 9.731,27 kg hesaplanmıştır. Tüm metrajlar sırasıyla Tablo 6.13, Tablo 6.14, Tablo 6.12 ve Tablo 6.11'de özetlenmiştir. EK 5 'te temel aplikasyon planları ve donatı çizimleri verilmiştir. Görülmüştür ki; mesnet reaksiyonlarındaki azalma fazla olmadığı için temel maliyetinde kayda değer bir düşüş oluşmamıştır. Yapı modal analiz yapılarak incelendiği için, her modta hesaplanan maksimum değere göre hesaplamalar yapıldığı için mesnet reaksiyonlarında büyük bir düşüş gözlenmemiştir.

Tablo 6.10: H Profil ve Sin Profil ile tasarlanan yapılarda kullanılan kesitler ve birim ağırlıkları

		<b>H Profil</b>			<b>Sin Profil</b>		
		<b>Yapı Elemanı</b>	<b>Kesit</b>	<b>Birim Ağırlık (kg/m)</b>	<b>Yapı Elemanı</b>	<b>Kesit</b>	<b>Birim Ağırlık (kg/m)</b>
<b>Ana Taşıyıcılar</b>	Kolon	HE 450 B	171,0	Kolon	WTC-1000-300-12	84,8	
	Çatı Makası	HE 450 A	140,0	Çatı Makası1	WTC-1000-300-12	84,8	
				Çatı Makası2	WTC-1000-250-12	75,4	
				Çatı Makası Ortalama Birim Ağırlığı		79,0	
Kirişler	HE 450 A	140,0	Kirişler	WTC-1000-250-10	67,5		
<b>Sabit Elemanlar</b>	Guseler	HE 360 B	142,0	Guseler	HE 360 B	142,0	
	Ray altı kirişi	HE 300 B	117,0	Ray altı kirişi	HE 300 B	117,0	
	Çatı aşıkları	IPE 160	15,8	Çatı aşıkları	IPE 160	15,8	
	Cephe aşıkları	UPN 160	18,8	Cephe aşıkları	UPN 160	18,8	
	Çatı Çaprazları	200 boru	31,0	Çatı Çaprazları	200 boru	31,0	
	Cephe çaprazları	120*120*10	18,8	Cephe çaprazları	120*120*10	18,8	

Tablo 6.11: Sin Profil ile tasarlanan yapının sürekli temel donatı metraj tablosu

SİN PROFİL SÜREKLİ TEMEL DEMİR METRAJ TABLOSU					
Takım Adeti	Adet	Çap	Uzunluk (m)	Toplam Uzunluk (m)	Toplam Ağırlık (kg)
<b>A AKSI</b>					
10	1	Φ 18	4,27	42,70	85,40
5	1	Φ 16	8,87	44,35	70,07
5	1	Φ 16	8,78	43,90	69,36
5	6	Φ 16	7,90	237,00	374,46
4	1	Φ 18	7,27	29,08	58,16
4	1	Φ 18	7,18	28,72	57,44
4	6	Φ 18	5,75	138,00	276,00
6	6	Φ 18	2,90	104,40	208,80
6	1	Φ 18	3,36	20,16	40,32
14	1	Φ 18	7,97	111,58	223,16
14	6	Φ 18	7,90	663,60	1.327,20
14	1	Φ 18	7,88	110,32	220,64
3	241	Φ 8	3,16	2.284,68	902,45
<b>B AKSI</b>					
14	1	Φ 18	7,47	104,58	209,16
14	6	Φ 18	7,90	663,60	1.327,20
14	1	Φ 18	7,58	106,12	212,24
10	1	Φ 10	3,88	38,80	23,94
10	1	Φ 10	3,77	37,70	23,26
5	1	Φ 16	8,48	42,40	66,99
5	6	Φ 16	7,90	237,00	374,46
5	1	Φ 16	8,37	41,85	66,12
4	6	Φ 18	5,75	138,00	276,00
4	1	Φ 18	6,88	27,52	55,04
4	1	Φ 18	6,77	27,08	54,16
3	241	Φ 8	3,16	2.284,68	902,45
<b>BAĞ KİRİŞİ 1</b>					
6	1	Φ 16	30,35	182,10	287,72
2	1	Φ 16	30,35	60,70	95,91
4	1	Φ 18	28,55	114,20	228,40
2	140	Φ 8	2,46	688,80	272,08
<b>BAĞ KİRİŞİ 2</b>					
7	1	Φ 16	27,95	195,65	309,13
2	1	Φ 16	27,95	55,90	88,32
4	1	Φ 18	26,15	104,60	209,20
2	140	Φ 8	2,46	688,80	272,08
<b>TOPLAM</b>				<b>9.698,57</b>	<b>9.267,31</b>

Tablo 6.12: H profil ile tasarlanan yapının sürekli temel donatı metraj tablosu

H PROFİL SÜREKLİ TEMEL DEMİR METRAJ TABLOSU					
Takım Adeti	Adet	Çap	Uzunluk (m)	Toplam Uzunluk (m)	Toplam Ağırlık (kg)
<b>A AKSI</b>					
14	1	Φ 18	7,93	111,02	222,04
14	6	Φ 18	7,90	663,60	1.327,20
14	1	Φ 18	7,92	110,88	221,76
4	1	Φ 18	7,22	28,88	57,76
4	6	Φ 18	5,75	138,00	276,00
4	1	Φ 18	7,23	28,92	57,84
5	1	Φ 16	8,82	44,10	69,68
5	6	Φ 16	7,90	237,00	374,46
5	1	Φ 16	8,83	44,15	69,76
10	1	Φ 18	4,22	42,20	84,40
10	1	Φ 18	4,23	42,30	84,60
6	6	Φ 18	2,90	104,40	208,80
6	1	Φ 18	3,38	20,28	40,56
3	241	Φ 8	3,16	2.284,68	902,45
<b>B AKSI</b>					
14	1	Φ 18	7,52	105,28	210,56
14	6	Φ 18	7,90	663,60	1.327,20
14	1	Φ 18	7,53	105,42	210,84
10	1	Φ 18	3,83	38,30	76,60
10	1	Φ 18	3,82	38,20	76,40
5	1	Φ 16	8,43	42,15	66,60
5	6	Φ 16	7,90	237,00	374,46
5	1	Φ 16	8,42	42,10	66,52
4	1	Φ 18	6,83	27,32	54,64
4	1	Φ 18	6,82	27,28	54,56
4	6	Φ 18	5,75	138,00	276,00
6	6	Φ 18	2,90	104,40	208,80
6	1	Φ 18	3,27	19,62	39,24
3	241	Φ 8	3,16	2.284,68	902,45
<b>BAĞ KİRİŞİ 1</b>					
6	1	Φ 18	27,95	167,70	335,40
2	1	Φ 16	27,95	55,90	88,32
4	1	Φ 18	26,15	104,60	209,20
2	140	Φ 8	2,46	688,80	272,08
<b>BAĞ KİRİŞİ 2</b>					
6	1	Φ 16	30,35	182,10	287,72
2	1	Φ 16	30,35	60,70	95,91
4	1	Φ 18	28,55	114,20	228,40
2	140	Φ 8	2,46	688,80	272,08
<b>TOPLAM</b>				<b>9.836,56</b>	<b>9.731,27</b>

Tablo 6.13: H – Sin profil ile tasarlanan yapının sürekli temel kalıp metraj tablosu

<b>H-SİN PROFİL SÜREKLİ TEMEL KALIP METRAJ TABLOSU</b>			
<b>Kiriş</b>	<b>En (m)</b>	<b>Boy (m)</b>	<b>Toplam (m<sup>2</sup>)</b>
A Aksı	1,4	43	60,2
B Aksı	1,4	43	60,2
A1-B1 Aksı	1,4	25	35
A9-B9 Aksı	1,4	25	35
<b>Toplam</b>			<b>190,40</b>

Tablo 6.14: H – Sin profil ile tasarlanan yapının sürekli temel beton metraj tablosu

<b>H-SİN PROFİL SÜREKLİ TEMEL BETON METRAJ TABLOSU</b>				
<b>Kiriş</b>	<b>En (m)</b>	<b>Boy (m)</b>	<b>Yükseklik (m)</b>	<b>Toplam (m<sup>2</sup>)</b>
A Aksı	1,2	43	1	51,6
B Aksı	1,2	43	1	51,6
A1-B1 Aksı	0,4	25	1	10
A9-B9 Aksı	0,4	25	1	10
<b>Toplam</b>				<b>123,20</b>

## 6.2 Öneriler

Sin profillerle tasarlanan yapının periyot değerleri H profillerle tasarlanan yapıdan oldukça düşüktür. Bu sebeple sin profillerle tasarlanmış yapıdaki deplasman değerleri de H profillerle tasarlanmış yapıdan oldukça düşük olarak hesaplanmıştır. Bu sebeple sin profillerin deplasman sınırlamasına olumlu etki yaptığı söylenebilir.

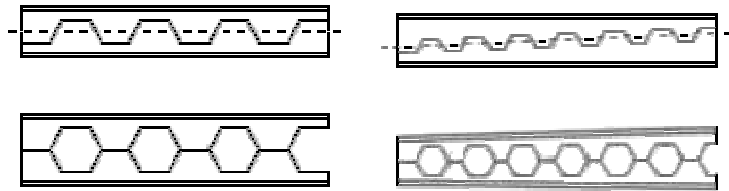
Bölüm 4’te verilen, DAST, DIN ve Eurocode ‘taki ilgili formüllerle (Denklem 4.32, 4.37 ve 4.39) de ispatlandığı üzere, sin profiller kesme kuvvetini olduğu gibi flanşlarla ileterek berkitmeye ihtiyaç duymuyor.

Sin profiller ince ve hafif bir gövde yapısına sahip olmasına rağmen, mevcut sinusoidal ondülin kesit, profil gövdede oluşacak buruşma etkisini önüyor.

Sin profillerle tasarlanmış yapının daha hafif olması H profillerle tasarlanmış yapıdan daha küçük deprem kuvvetlerine maruz kalması demektir

Tablo 6.15’de 10 kN/m ‘lik yüke maruz bırakılan  $L/300$  sehim şartı ile kontrol edilen H profilleri ve sin profillerin ağırlık kesit değişimleri grafik üzerinde gösterilmiştir. Grafikte HEA profiller ile sin profillerin taşınan yük/kiriş m ağırlığı eğrileri çizilmiştir. Farklı kesitlere sahip sin profiller için optimum sin profil eğriside belirtilmiştir. Sonuçta aynı yük etkisi ve sehim şartı altında HEA profillerin 20 m’lik açıklığı yaklaşık 180 kg/m ile geçerken, optimum sin profil eğrisinin yaklaşık 90 kg/m ile geçtiği görülmektedir. Sin profillerin üretim mantığı, profil kesitinin yüksekliğini artırarak moment kolunu artırmak, buna bağlı olarak alt ve üst flanş alanını azaltarak aynı yük taşıma kapasitesine sahip daha hafif yapılar üretmektir. Bu mantık petek kirişlerde de görülmektedir. Petek kirişlerde burulma oluşacak alan petek ya da dairesel kesit şeklinde kesilerek azaltılmakta, kiriş hafifleyerek burulmaya direnç kazanmaktadır. Fakat petek kirişler I profilin gövdesi boyunca zigzaglı olarak kesilmesiyle elde edilen iki parçanın kaydırılıp uç bölgelerinden istenildiğinde ek parça kullanılarak kaynakla yeniden birleştirilmesi sonucu oluşturulur (Şekil 6.1). Petek Kesitler daha çok düzgün yayılı yüklerin taşınmasında kiriş olarak kullanılmaktadır.

Buda daha fazla işçilik, zaman kaybı ve kaynak etkisi demektir. Sin profiller de böyle bir sorun yoktur. Petek kirişler çok nadir olarak hafif yükler altındaki kolonlarda kullanılmalarına rağmen sin profiller kolonlarda kirişlerde rahatlıkla kullanılabilir.



Şekil 6.1: Petek kirişin I profilden oluşturulması



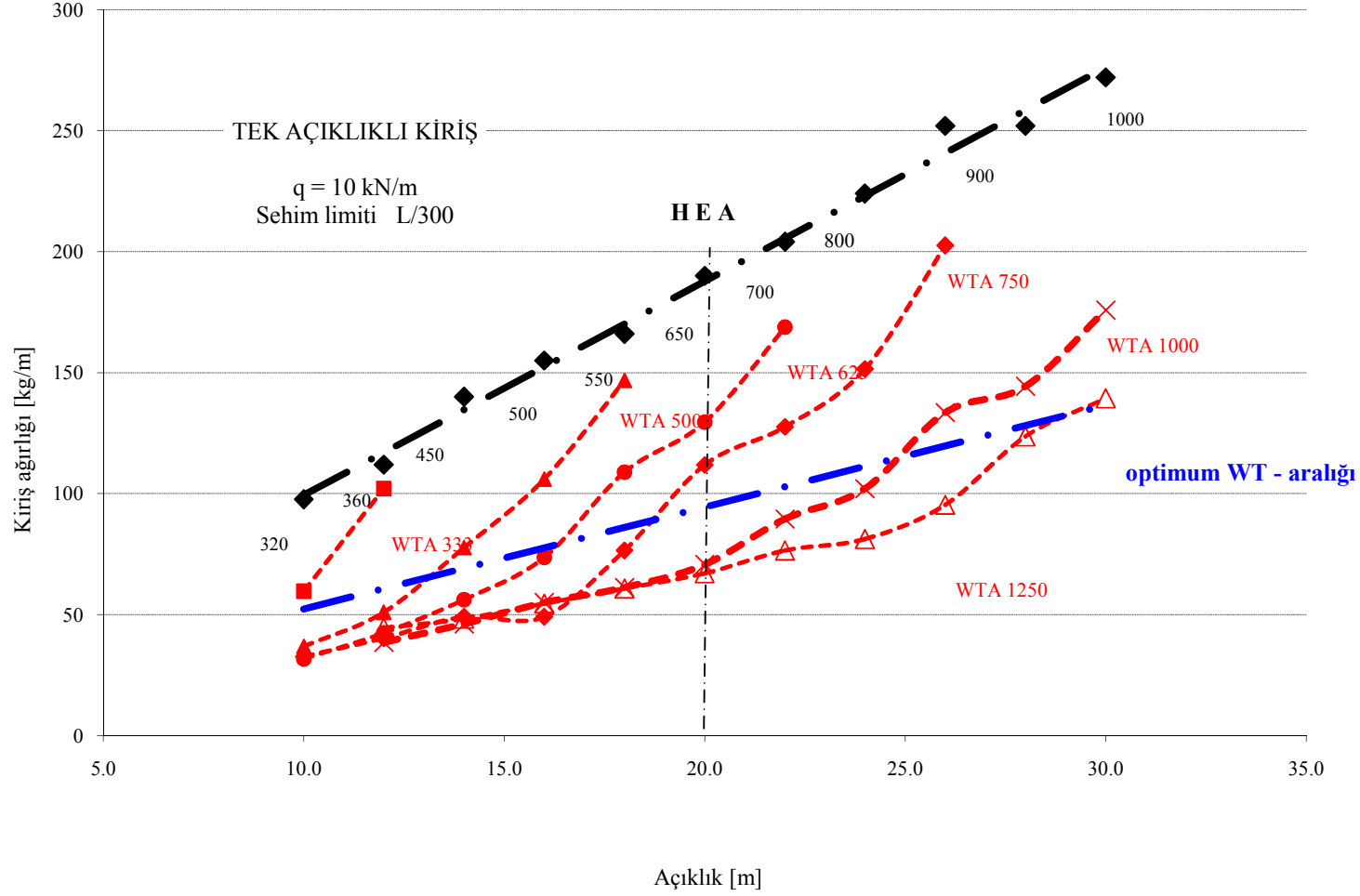
Şekil 6.2: Petek kirişin üretimi

Sin profiller en az petek kirişler kadar estetikdir. Bina tamamlandıktan sonra herhangi bir şekilde kaplanma zorunluluğu yoktur. Yalnızca kesitlerinin diğer profillere oranla daha yüksek olması taşıyıcı elemanların kapladıkları hacim miktarını artırır.



Şekil 6.3: Showroomda sin profil kullanımı





Tablo 6.15: 10kN/m'lik yayılı yük altında L/300 sehim limitine sahip kirişlerin ağırlıkları

## KAYNAKLAR

DIN 18800 TEIL 2 ( Deutsche Norm – Stahlbauten), *Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH*, Berlin, (1990).

DIN 18800 TEIL 3 ( Deutsche Norm – Stahlbauten), *Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH*, Berlin, (1990).

EN 1993- 1- 5 (European Standard, Eurocode 3 – Desig of Steel Structures – Part 1-5: Plated Structural Elements), European Committee for Standardization, Brussels, (1997).

Erşen, N., “Çelik Yapılar ve çözümlenmiş problemler”, *Birsen Yayınevi*, 5.Baskı, (2003).

Khalid, Y.A., Chan, C.L., Sahari, B.B., Hamouda, A.M.S., “Bending Behavior of Corrugated Web Beams”, *Journal of Materials Processing Tecnology*, 150–242–254, (2004).

Kıymaz, G., *Steel Design* [online], İstanbul Kültür Üniversitesi, web.iku.edu.tr/courses/insaat/ce007/FINAL%20SUNUM%20SEISMIC%20STEEL%20DESIGN.ppt, (Ziyaret Tarihi: 17 Nisan 2007).

Onaran, K., “Malzeme Bilimi”, *Bilim Teknik Yayınevi*,7.Baskı, (1999).

Park Çelik, “Çelik Yapıların Avantajları-Dezavantajları”, [www.parksteel.com](http://www.parksteel.com), (Ziyaret Tarihi: 26 Mart 2007).

Pasternak, H., Branka, P., “Final Report on Bearing Performance of Corrugated Web Beams”, *Bradenburgische Technische Universität Lehrstuhl für Stahllau*, Cottbuss, (1996).

Protechnic Çelik Yapı Sistemleri, “Çelik Yapılar”, <http://www.protechnic.com.tr/celik.html>, (Ziyaret Tarihi: 24 Nisan 2007).

Taşkıran, E., “Çelik Taşıyıcı Konut Yapım Teknikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2005).

Teknik Dokümantasyon, *NZ Çelik Yapı Müh. Sanayi ve Ticaret A.Ş.*

Topçu, A., *2006-2007 Yılı Betonarme 1 Ders Notları*, Osmangazi Üniversitesi, [http://mmf.ogu.edu.tr/atopcu/index\\_dosyalar/Dersler/Betonarme1/Sunular2006\\_2007/Betonarme\\_1\\_4.pdf](http://mmf.ogu.edu.tr/atopcu/index_dosyalar/Dersler/Betonarme1/Sunular2006_2007/Betonarme_1_4.pdf), (Ziyaret Tarihi: 24 Nisan 2007).

Trimetal, “Neden Çelik”, <http://www.trimetal.com.tr/amerikan/index.html>, (Ziyaret Tarihi: 24 Nisan 2007).

Türk Yapısal Çelik Standartları -2007 / 253 Ocak, **Dizayn Konstrüksiyon**, (2007).

TS 498, Türk Standardı – Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, **Türk Standardları Enstitüsü**, Ankara, (1997).

TS 500, Türk Standardı – Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, **Türk Standardları Enstitüsü**, Ankara, (1984).

TS 648, Türk Standardı – Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, **Türk Standardları Enstitüsü**, Ankara, (1980).

TS ENV 1993- 1- 5, Türk Standardı – Eurocode 3: Çelik Yapıların Tasarımı – Bölüm 1-5: Genel Kurallar – Yanal Yük Etkisi Olmayan Düzlem Plakalı Yapılar İçin İlave Kurallar, **Türk Standardları Enstitüsü**, Ankara, (2005).

Uluğ, T.N., Odabaşı, Y., “Ahşap ve Çelik İnşaat Hesapları”, **TKY**, 8. Baskı, (1979).

Yardımcı, N., “Türkiye ‘de Çelik Yapılar”, **Türkiye Mühendislik Haberleri**, sayı: 435- 2005 /1, (2005).

Yardımcı, N., “Çelik Yapıların Tasarımı ve Tasarım Yöntemleri”, **Türkiye Mühendislik Haberleri**, sayı: 435- 2005 / 1, (2005).

## **EKLER**

### **EK 1**

#### **Çelik Yapı Tasarımında Kullanılan Türk Yönetmelikleri**

- ABYYHY– 1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- TS–648 Çelik Yapıların Hesap Ve Yapım Kuralları
- TS–4567 Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Kuralları
- TS–498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri
- TS–7046 Yapıların Tasarımı İçin Hesaplar – Çatılardaki Kar Yüklerinin Tespiti
- TS–3357 Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap Ve Yapım Kuralları
- TS 11372 Çelik Yapılar-Hafif-Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan- Hesap Kuralları
- TS 11590 Boyalar Epoksi Reçine Esaslı-Çelik Yapılarda Kullanılan
- TS 4359 Koruyucu Kaplamalar-Atmosfer Etkisinde Kalan Çelik Yapılar İçin
- TS EN 20898 Bağlama Elemanlarının-Mekanik Özellikleri Kısım 7: Anma Çapları 1mm-10mm Olan Cıvatalar İçin Burkulma Deneyi Ve En Küçük Momentler
- TS ENV 1090-1 Çelik Yapılar- Bölüm1: Genel Kurallar Ve İnşa Kuralları
- TS ENV 1993–1-1+AC+A1+A2 Eurocode 3: Çelik Yapıların Projelendirilmesi Bölüm1-1:Genel Kurallar Ve Bina Kuralları
- TS ENV 1993–1-2 Eurocode 3: Çelik Yapıların Projelendirilmesi Bölüm 1-2: Genel Kurallar-Yapısal, Yangın Projelendirilmesi
- TS ENV 1993–1-3 Eurocode 3: Çelik Yapıların Projelendirilmesi Bölüm1-3: Genel Kurallar-Soğukta Biçimlendirilmiş İnce Ölçülü Elemanlar Ve Saçla Kaplama İçin
- TS ENV 1993–1-4 Eurocode 3: Çelik Yapıların Projelendirilmesi Bölüm1-4: Genel Kurallar- Paslanmaz Çelik İçin Ek Kurallar

- TS ENV 1090–3 Çelik Yapılar- Bölüm 3: Yüksek Dayanımlı Çelikler İçin Ek Kurallar
- TS EN ISO 12944–1 Boyalar Ve Vernikler-Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriyle Korozyona Karşı Korunması- Bölüm 1: Genel Bilgiler
- TS EN ISO 12944–2 Boyalar Ve Vernikler-Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriyle Korozyona Karşı Korunması- Bölüm 2: Çevrenin Sınıflandırılması
- TS EN ISO 12944–3 Boyalar Ve Vernikler-Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriyle Korozyona Karşı Korunması- Bölüm 3: Tasarım
- TS EN ISO 12944–3 Boyalar Ve Vernikler-Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriyle Korozyona Karşı Korunması- Bölüm 4: Yüzey Tipleri Ve Yüzey Hazırlama
- TS EN ISO 12944–3 Boyalar Ve Vernikler-Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriyle Korozyona Karşı Korunması- Bölüm 5: Koruyucu Boya Sistemleri
- TS EN ISO 12944–3 Boyalar Ve Vernikler-Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriyle Korozyona Karşı Korunması- Bölüm 6: Laboratuar Performansı Deney Metotları
- TS EN ISO 12944–3 Boyalar Ve Vernikler-Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriyle Korozyona Karşı Korunması- Bölüm 7: Boyama İşlemlerinin Uygulanması Ve Denetimi
- TS EN ISO 12944–3 Boyalar Ve Vernikler-Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriyle Korozyona Karşı Korunması- Bölüm 8: Yeni Çalışma Ve Bakım İçin Özelliklerin Geliştirilmesi
- TS En 12495 Katodik Koruma-Kıyıda Uzak Sabit Çelik Yapılar
- TS En 13173 Katodik Koruma- Kıyıda Uzak Yüzen Çelik Yapılar
- TS ENV 12837 Boyalar Ve Vernikler-Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriyle Korozyona Karşı Korunması-Denetçilerin Nitelikleri
- TS ISO 13819 Petrol Ve Doğalgaz Sanayi-Açık Deniz Platformları- Bölüm 2: Sabit Çelik Yapılar Direktif: 89/686/EEC
- TS 11590/T1 Boyalar Epoksi Reçine Esaslı-Çelik Yapılarda Kullanılan
- TS 11590/T2 Boyalar Epoksi Reçine Esaslı-Çelik Yapılarda Kullanılan

- TS 11590/T3 Boyalar Epoksi Reçine Esaslı-Çelik Yapılarda Kullanılan

b <sub>g</sub> x t <sub>g</sub> mm	H mm	WT0	birim ağırlık kg/m			U m <sup>3</sup> /m	2 A <sub>y</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	e <sub>max</sub> cm	N <sub>Rk</sub> kN	M <sub>Rk</sub> kNm	69 kN WT0 92 kN WTA 115 kN WTB 138 kN WTC
			WTA	WTB	WTC															
160 x 6	345	19,8	21,3	22,9	24,5	1,46	19,2	5.500	16,93	410	4,62	410	2,5	118.000	215	461	078			
180 x 6	345	21,7	23,2	24,8	26,4	1,54	21,6	6.200	16,94	580	5,18	580	2,8	168.000	241	518	088			
200 x 6	345	23,5	25,1	26,7	28,3	1,62	24,0	6.900	16,96	800	5,77	800	3,1	230.000	268	576	098			
160 x 8	349	24,8	26,4	27,9	29,5	1,47	25,6	7.400	17,00	550	4,64	550	5,6	159.000	215	614	105			
180 x 8	349	27,3	28,9	30,5	32,0	1,55	28,8	8.400	17,08	780	5,20	780	6,3	226.000	242	691	118			
200 x 8	349	29,8	31,4	33,0	34,5	1,63	32,0	9.300	17,05	1.070	5,78	1.070	7,0	310.000	269	768	131			
220 x 8	349	32,3	33,9	35,5	37,0	1,71	35,2	10.200	17,02	1.420	6,35	1.420	7,7	413.000	295	845	144			
200 x 10	353	36,1	37,7	39,2	40,8	1,64	40,0	11.800	17,18	1.330	5,77	1.330	13,5	392.000	268	960	165			
220 x 10	353	39,2	40,8	42,4	44,0	1,72	44,0	12.900	17,12	1.770	6,34	1.770	14,8	522.000	295	1.056	181			
250 x 10	353	44,0	45,5	47,1	48,7	1,84	50,0	14.700	17,15	2.600	7,21	2.600	16,8	766.000	335	1.200	206			
200 x 12	357	42,4	44,0	45,5	47,1	1,65	48,0	14.300	17,26	1.600	5,77	1.600	23,2	476.000	268	1.152	199			
220 x 12	357	46,2	47,7	49,3	50,9	1,73	52,8	15.700	17,24	2.130	6,35	2.130	25,5	634.000	295	1.267	219			
250 x 12	357	51,8	53,4	54,9	56,5	1,85	60,0	17.900	17,27	3.130	7,22	3.130	29,0	930.000	336	1.440	248			
300 x 12	357	61,2	62,8	64,4	65,9	2,05	72,0	21.400	17,24	5.400	8,66	5.400	34,7	1.607.000	402	1.728	298			
220 x 15	363	56,5	58,1	59,7	61,2	1,74	66,0	20.000	17,41	2.660	6,35	2.660	49,7	806.000	295	1.584	276			
260 x 15	363	65,9	67,5	69,1	70,6	1,90	78,0	23.600	17,39	4.390	7,50	4.390	58,7	1.330.000	349	1.872	326			
320 x 15	363	80,1	81,6	83,2	84,8	2,14	96,0	29.100	17,41	8.190	9,24	8.190	72,2	2.480.000	429	2.304	401			
350 x 15	363	87,1	88,7	90,3	91,8	2,26	105,0	31.800	17,40	10.720	10,10	10.720	78,9	3.245.000	469	2.520	438			
260 x 20	373	86,3	87,9	89,5	91,1	1,92	104,0	32.400	17,65	5.860	7,51	5.860	138,8	1.825.000	349	2.496	441			
280 x 20	373	92,6	94,2	95,8	97,3	2,00	112,0	34.900	17,65	7.320	8,08	7.320	149,5	2.280.000	376	2.688	474			
350 x 20	373	114,6	116,2	117,7	119,3	2,28	140,0	43.600	17,65	14.290	10,10	14.290	186,8	4.452.000	469	3.360	593			
400 x 20	373	130,3	131,9	133,4	135,0	2,48	160,0	49.800	17,64	21.330	11,55	21.330	213,5	6.646.000	536	3.840	678			
300 x 25	383	122,5	124,0	125,6	127,2	2,10	150,0	48.100	17,91	11.250	8,66	11.250	312,7	3.605.000	402	3.600	644			
350 x 25	383	142,1	143,6	145,2	146,8	2,30	175,0	56.100	17,90	17.860	10,10	17.860	364,8	5.724.000	469	4.200	752			
400 x 25	383	161,7	163,3	164,8	166,4	2,50	200,0	64.100	17,90	26.670	11,55	26.670	416,8	8.544.000	536	4.800	859			
430 x 25	383	173,5	175,0	176,6	178,2	2,62	215,0	68.900	17,90	33.130	12,41	33.130	448,1	10.615.000	577	5.160	924			
450 x 25	383	181,3	182,9	184,5	186,0	2,70	225,0	72.100	17,90	37.970	12,99	37.970	468,9	12.166.000	603	5.400	967			
350 x 30	393	169,6	171,1	172,7	174,3	2,32	210,0	69.200	18,15	21.440	10,10	21.440	630,2	7.062.000	469	5.040	915			
400 x 30	393	193,1	194,7	196,2	197,8	2,52	240,0	79.100	18,15	32.000	11,55	32.000	770,2	10.542.000	536	5.760	1.045			
430 x 30	393	207,2	208,8	210,4	211,9	2,64	258,0	85.000	18,15	39.750	12,41	39.750	774,2	13.096.000	577	6.192	1.124			
450 x 30	393	216,7	218,2	219,8	221,4	2,72	270,0	88.900	18,15	45.560	12,99	45.560	810,2	15.009.000	603	6.480	1.176			

WT-333



b <sub>g</sub> x t <sub>g</sub> mm	H mm	WT 500				WT0				WTB				WTC				gövde kalınlığı, ts = 1,5 mm				A <sub>0</sub> = 6,38 cm <sup>2</sup>				A <sub>0</sub> = 8,50 cm <sup>2</sup>				A <sub>0</sub> = 10,63 cm <sup>2</sup>				A <sub>0</sub> = 12,75 cm <sup>2</sup>				V <sub>RK</sub> =				104 kN WT0		139 kN WTA		173 kN WTB		208 kN WTC	
		birim ağırlık		WTA		WTB		WTC		U		2 A <sub>y</sub>		I <sub>y</sub>		I <sub>x</sub>		i <sub>y</sub>		i <sub>x</sub>		I <sub>y</sub>		I <sub>x</sub>		I <sub>y</sub>		I <sub>x</sub>		I <sub>y</sub>		I <sub>x</sub>		I <sub>y</sub>		e <sub>max</sub>		N <sub>RK</sub>		M <sub>RK</sub>									
		kg/m	WT0	WTB	WTC	m <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	kN	kN	kNm	kNm											
160 x 6	512	22,1	24,5	26,8	29,2	1,86	19,2	12.300	25,31	410	4,62	2,6	262.000	215	461	117																																	
180 x 6	512	24,0	26,4	28,7	31,1	1,94	21,6	13.800	25,28	580	5,18	2,9	373.000	241	518	131																																	
200 x 6	512	25,9	28,3	30,6	33,0	2,02	24,0	15.400	25,33	800	5,77	3,1	512.000	268	576	146																																	
160 x 8	516	27,2	29,5	31,9	34,2	1,87	25,6	16.500	25,39	550	4,64	5,7	552.000	215	614	156																																	
180 x 8	516	29,7	32,0	34,4	36,7	1,95	28,8	18.600	25,41	780	5,20	6,4	502.000	242	691	176																																	
200 x 8	516	32,2	34,5	36,9	39,3	2,03	32,0	20.600	25,37	1.070	5,78	7,1	688.000	269	768	195																																	
220 x 8	516	34,7	37,1	39,4	41,8	2,11	35,2	22.700	25,39	1.420	6,35	7,8	916.000	295	845	215																																	
200 x 10	520	38,5	40,8	43,2	45,5	2,04	40,0	26.000	25,50	1.330	5,77	13,6	867.000	268	960	245																																	
220 x 10	520	41,6	44,0	46,3	48,7	2,12	44,0	28.600	25,50	1.770	6,34	14,9	1.154.000	295	1.056	269																																	
250 x 10	520	46,3	48,7	51,0	53,4	2,24	50,0	32.500	25,50	2.600	7,21	16,9	1.693.000	335	1.200	306																																	
200 x 12	524	44,7	47,1	49,5	51,8	2,05	48,0	31.500	25,62	1.600	5,77	23,3	1.049.000	268	1.152	295																																	
220 x 12	524	48,5	50,9	53,2	55,6	2,13	52,8	34.600	25,60	2.130	6,35	25,6	1.396.000	295	1.267	324																																	
250 x 12	524	54,2	56,5	58,9	61,2	2,25	60,0	39.300	25,59	3.130	7,22	29,1	2.048.000	336	1.440	369																																	
300 x 12	524	63,6	65,9	68,3	70,7	2,45	72,0	47.200	25,60	5.400	8,66	34,8	3.539.000	402	1.728	442																																	
220 x 15	530	58,9	61,2	63,6	65,9	2,14	66,0	43.800	25,76	2.660	6,35	49,8	1.765.000	295	1.584	408																																	
260 x 15	530	68,3	70,7	73,0	75,4	2,30	78,0	51.700	25,75	4.390	7,50	58,8	2.913.000	349	1.872	482																																	
320 x 15	530	82,4	84,8	87,1	89,5	2,54	96,0	63.700	25,76	8.190	9,24	72,3	5.432.000	429	2.304	593																																	
350 x 15	530	89,5	91,8	94,2	96,6	2,66	105,0	69.600	25,75	10.720	10,10	79,0	7.107.000	469	2.520	649																																	
260 x 20	540	88,7	91,1	93,4	95,8	2,32	104,0	70.300	26,00	5.860	7,51	138,9	3.960.000	349	2.496	649																																	
280 x 20	540	95,0	97,3	99,7	102,1	2,40	112,0	75.700	26,00	7.320	8,08	149,6	4.947.000	376	2.688	699																																	
350 x 20	540	117,0	119,3	121,7	124,0	2,68	140,0	94.600	25,99	14.290	10,10	186,9	9.661.000	469	3.360	874																																	
400 x 20	540	132,7	135,0	137,4	139,7	2,88	160,0	108.200	26,00	21.330	11,55	213,6	14.421.000	536	3.840	998																																	
300 x 25	550	124,8	127,2	129,5	131,9	2,50	150,0	103.400	26,26	11.250	8,66	312,8	7.752.000	402	3.600	945																																	
350 x 25	550	144,4	146,8	149,2	151,5	2,70	175,0	120.600	26,25	17.860	10,10	364,8	12.310.000	469	4.200	1.103																																	
400 x 25	550	164,1	166,4	168,8	171,1	2,90	200,0	137.800	26,25	26.670	11,55	416,9	18.375.000	536	4.800	1.260																																	
430 x 25	550	175,8	178,2	180,6	182,9	3,02	215,0	148.100	26,25	33.130	12,41	448,2	22.827.000	577	5.160	1.355																																	
450 x 25	550	183,7	186,0	188,4	190,8	3,10	225,0	155.000	26,25	37.970	12,99	469,0	26.163.000	603	5.400	1.418																																	
350 x 30	560	171,9	174,3	176,6	179,0	2,72	210,0	147.500	26,50	21.440	10,10	630,3	15.054.000	469	5.040	1.336																																	
400 x 30	560	195,5	197,8	200,2	202,5	2,92	240,0	168.500	26,50	32.000	11,55	720,3	22.472.000	536	5.760	1.526																																	
430 x 30	560	209,6	212,0	214,3	216,7	3,04	258,0	181.200	26,50	39.750	12,41	774,3	27.917.000	577	6.192	1.641																																	
450 x 30	560	219,0	221,4	223,7	226,1	3,12	270,0	189.600	26,50	45.560	12,99	810,3	31.996.000	603	6.480	1.717																																	



b <sub>g</sub> x t <sub>g</sub> mm	H mm	WT0			WTB			WTC			gövde kalınlığı, ts =			A <sub>0</sub> =			V <sub>RR</sub> =			N <sub>RR</sub> kN	M <sub>RR</sub> kNm
		WT0	WTA	WTB	WTC	WTA	WTB	WTC	U	2A <sub>g</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	e <sub>max</sub>		
<b>WT_ 625</b>																					
<b>KESİT ÖZELLİKLERİ</b>																					
160 x 6	637	23,9	26,8	29,8	32,7	2,16	19,2	31,54	410	4,62	2,6	408.000	215	461	145						
180 x 6	637	25,8	28,7	31,7	34,6	2,24	21,6	31,55	580	5,18	2,9	581.000	241	518	164						
200 x 6	637	27,7	30,6	33,6	36,5	2,32	24,0	31,56	800	5,77	3,2	796.000	268	576	182						
160 x 8	641	28,9	31,9	34,8	37,8	2,17	25,6	31,62	550	4,64	5,8	547.000	215	614	194						
180 x 8	641	31,4	34,4	37,3	40,3	2,25	28,8	31,62	780	5,20	6,5	779.000	242	691	219						
200 x 8	641	34,0	36,9	39,8	42,8	2,33	32,0	31,67	1.070	5,78	7,2	1.069.000	269	768	243						
220 x 8	641	36,5	39,4	42,4	45,3	2,41	35,2	31,67	1.420	6,35	7,8	1.422.000	295	845	267						
200 x 10	645	40,2	43,2	46,1	49,1	2,34	40,0	31,74	1.330	5,77	13,7	1.344.000	268	960	305						
220 x 10	645	43,4	46,3	49,3	52,2	2,42	44,0	31,77	1.770	6,34	15,0	1.789.000	295	1.056	335						
250 x 10	645	48,1	51,0	54,0	56,9	2,54	50,0	31,75	2.600	7,21	17,0	2.625.000	335	1.200	381						
200 x 12	649	46,5	49,5	52,4	55,3	2,35	48,0	31,85	1.600	5,77	23,4	1.623.000	268	1.152	367						
220 x 12	649	50,3	53,2	56,2	59,1	2,43	52,8	31,86	2.130	6,35	25,7	2.160.000	295	1.267	404						
250 x 12	649	55,9	58,9	61,8	64,8	2,55	60,0	31,86	3.130	7,22	29,1	3.170.000	336	1.440	459						
300 x 12	649	65,4	68,3	71,2	74,2	2,75	72,0	31,84	5.400	8,66	34,9	5.478.000	402	1.728	550						
220 x 15	655	60,6	63,6	66,5	69,5	2,44	66,0	32,00	2.660	6,35	49,8	2.726.000	295	1.584	507						
260 x 15	655	70,1	73,0	75,9	78,9	2,60	78,0	32,01	4.390	7,50	58,8	4.499.000	349	1.872	599						
320 x 15	655	84,2	87,1	90,1	93,0	2,84	96,0	32,00	8.190	9,24	72,3	8.389.000	429	2.304	737						
350 x 15	655	91,3	94,2	97,1	100,1	2,96	105,0	32,00	10.720	10,10	79,1	10.976.000	469	2.520	806						
260 x 20	665	90,5	93,4	96,4	99,3	2,62	104,0	32,25	5.860	7,51	139,0	6.093.000	349	2.496	805						
280 x 20	665	96,8	99,7	102,6	105,6	2,70	112,0	32,25	7.320	8,08	149,7	7.610.000	376	2.688	867						
350 x 20	665	118,7	121,7	124,6	127,6	2,98	140,0	32,25	14.290	10,10	187,0	14.864.000	469	3.360	1.084						
400 x 20	665	134,4	137,4	140,3	143,3	3,18	160,0	32,25	21.330	11,55	213,7	22.188.000	536	3.840	1.238						
300 x 25	675	126,6	129,5	132,5	135,4	2,80	150,0	32,50	11.250	8,66	312,8	11.883.000	402	3.600	1.170						
350 x 25	675	146,2	149,2	152,1	155,0	3,00	175,0	32,50	17.860	10,10	364,9	18.869.000	469	4.200	1.365						
400 x 25	675	165,8	168,8	171,7	174,7	3,20	200,0	32,50	26.670	11,55	417,0	28.167.000	536	4.800	1.560						
430 x 25	675	177,6	180,6	183,5	186,4	3,32	215,0	32,50	33.130	12,41	448,2	34.991.000	577	5.160	1.677						
450 x 25	675	185,5	188,4	191,3	194,3	3,40	225,0	32,50	37.970	12,99	469,1	40.104.000	603	5.400	1.755						
350 x 30	685	173,7	176,6	179,6	182,5	3,02	210,0	32,75	21.440	10,10	630,3	22.993.000	469	5.040	1.651						
400 x 30	685	197,2	200,2	203,1	206,1	3,22	240,0	32,75	32.000	11,55	720,3	34.322.000	536	5.760	1.886						
430 x 30	685	211,4	214,3	217,2	220,2	3,34	258,0	32,75	39.750	12,41	774,3	42.638.000	577	6.192	2.028						
450 x 30	685	220,8	223,7	226,7	229,6	3,42	270,0	32,75	45.560	12,99	810,3	48.869.000	603	6.480	2.122						

b <sub>g</sub> x t <sub>g</sub> mm	H mm	WT0	birim ağırlık			U m <sup>2</sup> /m	2 A <sub>g</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>x</sub> cm	KESİT ÖZELLİKLERİ						c <sub>lim</sub> cm	N <sub>Rk</sub> kN	M <sub>Rk</sub> kNm				
			WTA	WTB	WTC							I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>				I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	I <sub>x</sub>
		WT0	WTA	WTB	WTC													V <sub>Rk</sub> =						
		750																156 kN WT0						
																		208 kN WTA						
																		260 kN WTB						
																		312 kN WTC						
						gövde kalınlığı t <sub>s</sub> =	1,5	mm													A <sub>0</sub> =	9,56	cm <sup>2</sup>	
						gövde kalınlığı t <sub>s</sub> =	2,0	mm													A <sub>0</sub> =	12,75	cm <sup>2</sup>	
						gövde kalınlığı t <sub>s</sub> =	2,5	mm													A <sub>0</sub> =	15,94	cm <sup>2</sup>	
						gövde kalınlığı t <sub>s</sub> =	3,0	mm													A <sub>0</sub> =	19,13	cm <sup>2</sup>	
160 x 6	762	25,7	29,2	32,7	36,3	2,46	19,2	27,400	37,78	410	4,62	2,7	585,000	215	461	174								
180 x 6	762	27,6	31,1	34,6	38,2	2,54	21,6	30,900	37,82	580	5,18	3,0	833,000	241	518	196								
200 x 6	762	29,4	33,0	36,5	40,0	2,62	24,0	34,300	37,80	800	5,77	3,3	1.143,000	268	576	218								
160 x 8	766	30,7	34,2	37,8	41,3	2,47	25,6	36,800	37,91	550	4,64	5,9	784,000	215	614	233								
180 x 8	766	33,2	36,7	40,3	43,8	2,55	28,8	41,400	37,91	780	5,20	6,5	1.117,000	242	691	262								
200 x 8	766	35,7	39,3	42,8	46,3	2,63	32,0	46,000	37,91	1.070	5,78	7,2	1.532,000	269	768	291								
220 x 8	766	38,2	41,8	45,3	48,8	2,71	35,2	50,600	37,91	1.420	6,35	7,9	2.039,000	295	845	320								
200 x 10	770	42,0	45,5	49,1	52,6	2,64	40,0	57,800	38,01	1.330	5,77	13,7	1.925,000	268	960	365								
220 x 10	770	45,1	48,7	52,2	55,7	2,72	44,0	63,500	37,99	1.770	6,34	15,1	2.563,000	295	1.056	401								
250 x 10	770	49,8	53,4	56,9	60,4	2,84	50,0	72,200	38,00	2.600	7,21	17,1	3.760,000	335	1.200	456								
200 x 12	774	48,3	51,8	55,3	58,9	2,65	48,0	69,700	38,11	1.600	5,77	23,4	2.323,000	268	1.152	439								
220 x 12	774	52,0	55,6	59,1	62,6	2,73	52,8	76,600	38,09	2.130	6,35	25,7	3.091,000	295	1.267	483								
250 x 12	774	57,7	61,2	64,8	68,3	2,85	60,0	87,100	38,10	3.130	7,22	29,2	4.536,000	336	1.440	549								
300 x 12	774	67,1	70,7	74,2	77,7	3,05	72,0	104,500	38,10	5,400	8,66	35,0	7.839,000	402	1.728	658								
220 x 15	780	62,4	65,9	69,5	73,0	2,74	66,0	96,600	38,26	2,660	6,35	49,9	3.895,000	295	1.584	606								
260 x 15	780	71,8	75,4	78,9	82,4	2,90	78,0	114,100	38,25	4,390	7,50	58,9	6.429,000	349	1.872	716								
320 x 15	780	86,0	89,5	93,0	96,6	3,14	96,0	140,500	38,26	8,190	9,24	72,4	11.985,000	429	2.304	881								
350 x 15	780	93,0	96,6	100,1	103,6	3,26	105,0	153,600	38,25	10,720	10,10	79,1	15.682,000	469	2.520	964								
260 x 20	790	92,2	95,8	99,3	102,8	2,92	104,0	154,200	38,51	5,860	7,51	139,1	8.684,000	349	2.496	961								
280 x 20	790	98,5	102,1	105,6	109,1	3,00	112,0	166,000	38,50	7,320	8,08	149,7	10.846,000	376	2.688	1.035								
350 x 20	790	120,5	124,0	127,6	131,1	3,28	140,0	207,500	38,50	14,290	10,10	187,1	21.184,000	469	3.360	1.294								
400 x 20	790	136,2	139,7	143,3	146,8	3,48	160,0	237,200	38,50	21,330	11,55	213,7	31.621,000	536	3.840	1.478								
300 x 25	800	128,3	131,9	135,4	138,9	3,10	150,0	225,200	38,75	11,250	8,66	312,9	16.893,000	402	3.600	1.395								
350 x 25	800	148,0	151,5	155,0	158,6	3,30	175,0	262,800	38,75	17,860	10,10	365,0	26.825,000	469	4.200	1.628								
400 x 25	800	167,6	171,1	174,7	178,2	3,50	200,0	300,300	38,75	26,670	11,55	417,1	40.042,000	536	4.800	1.860								
430 x 25	800	179,4	182,9	186,4	190,0	3,62	215,0	322,800	38,75	33,130	12,41	448,3	49.744,000	577	5.160	2.000								
450 x 25	800	187,2	190,8	194,3	197,8	3,70	225,0	337,900	38,75	37,970	12,99	469,1	57.012,000	603	5.400	2.093								
350 x 30	810	175,4	179,0	182,5	186,0	3,32	210,0	319,400	39,00	21,440	10,10	630,4	32.606,000	469	5.040	1.966								
400 x 30	810	199,0	202,5	206,1	209,6	3,52	240,0	363,000	39,00	32,000	11,55	720,4	48.672,000	536	5.760	2.246								
430 x 30	810	213,1	216,7	220,2	223,7	3,64	258,0	392,400	39,00	39,750	12,41	774,4	60.465,000	577	6.192	2.415								
450 x 30	810	222,5	226,1	229,6	233,1	3,72	270,0	410,700	39,00	45,560	12,99	810,4	69.301,000	603	6.480	2.527								



b <sub>g</sub> x t <sub>g</sub> mm	H mm	WT 1000			WT0			WTB			WTC			KESİT ÖZELLİKLERİ			c <sub>ba</sub> cm	N <sub>Rk</sub> kN	M <sub>Rk</sub> kNm
		WT0	WTB	WTC	WT0	WTB	WTC	WT0	WTB	WTC	WT0	WTB	WTC	U m <sup>2</sup> /m	2 A <sub>y</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>			
160 x 6	1012	29,2	33,9	38,6	43,3	3,06	19,2	48.600	50,31	410	4,62	2,8	1.036.000	215	461	232	208 kN	WT0	
180 x 6	1012	31,1	35,8	40,5	45,2	3,14	21,6	54.600	50,28	580	5,18	3,1	1.476.000	241	518	261	277 kN	WT1A	
200 x 6	1012	33,0	37,7	42,4	47,1	3,22	24,0	60.700	50,29	800	5,77	3,4	2.024.000	268	576	290	346 kN	WTB	
160 x 8	1016	34,2	38,9	43,6	48,4	3,07	25,6	65.000	50,39	550	4,64	6,0	1.387.000	215	614	310	416 kN	WTC	
180 x 8	1016	36,7	41,4	46,2	50,9	3,15	28,8	73.200	50,41	780	5,20	6,7	1.975.000	242	691	348			
200 x 8	1016	39,3	44,0	48,7	53,4	3,23	32,0	81.300	50,40	1.070	5,78	7,3	2.710.000	269	768	387			
220 x 8	1016	41,8	46,5	51,2	55,9	3,31	35,2	89.400	50,40	1.420	6,35	8,0	3.606.000	295	845	426			
200 x 10	1020	45,5	50,2	55,0	59,7	3,24	40,0	102.000	50,50	1.330	5,77	13,9	3.400.000	268	960	485			
220 x 10	1020	48,7	53,4	58,1	62,8	3,32	44,0	112.200	50,50	1.770	6,34	15,2	4.526.000	295	1.056	533			
250 x 10	1020	53,4	58,1	62,8	67,5	3,44	50,0	127.500	50,50	2.600	7,21	17,2	6.641.000	335	1.200	606			
200 x 12	1024	51,8	56,5	61,2	65,9	3,25	48,0	122.900	50,60	1.600	5,77	23,6	4.097.000	268	1.152	583			
220 x 12	1024	55,6	60,3	65,0	69,7	3,33	52,8	135.200	50,60	2.130	6,35	25,9	5.453.000	295	1.267	641			
250 x 12	1024	61,2	65,9	70,7	75,4	3,45	60,0	153.600	50,60	3.130	7,22	29,3	8.001.000	336	1.440	729			
300 x 12	1024	70,7	75,4	80,1	84,8	3,65	72,0	184.300	50,59	5.400	8,66	35,1	13.826.000	402	1.728	874			
220 x 15	1030	65,9	70,7	75,4	80,1	3,34	66,0	170.000	50,75	2.660	6,35	50,0	6.856.000	295	1.584	804			
260 x 15	1030	75,4	80,1	84,8	89,5	3,50	78,0	200.900	50,75	4.390	7,50	59,0	11.317.000	349	1.872	950			
320 x 15	1030	89,5	94,2	98,9	103,6	3,74	96,0	247.300	50,75	8.190	9,24	72,5	21.099.000	429	2.304	1.169			
350 x 15	1030	96,6	101,3	106,0	110,7	3,86	105,0	270.400	50,75	10.720	10,10	79,3	27.607.000	469	2.520	1.279			
260 x 20	1040	95,8	100,5	105,2	109,9	3,52	104,0	270.500	51,00	5.860	7,51	139,2	15.238.000	549	2.496	1.273			
280 x 20	1040	102,1	106,8	111,5	116,2	3,60	112,0	291.300	51,00	7.320	8,08	149,9	19.032.000	576	2.688	1.371			
350 x 20	1040	124,0	128,7	133,5	138,2	3,88	140,0	364.100	51,00	14.290	10,10	187,2	37.173.000	699	3.560	1.714			
400 x 20	1040	139,7	144,4	149,2	153,9	4,08	160,0	416.200	51,00	21.330	11,55	213,9	55.488.000	536	3.840	1.958			
300 x 25	1050	131,9	136,6	141,3	146,0	3,70	150,0	394.000	51,25	11.250	8,66	313,0	29.549.000	402	3.600	1.845			
350 x 25	1050	151,5	156,2	160,9	165,6	3,90	175,0	459.600	51,25	17.860	10,10	365,1	46.922.000	499	4.200	2.153			
400 x 25	1050	171,1	175,8	180,6	185,3	4,10	200,0	523.300	51,25	26.670	11,55	417,2	70.042.000	536	4.800	2.460			
430 x 25	1050	182,9	187,6	192,3	197,0	4,22	215,0	564.700	51,25	35.130	12,41	448,4	87.013.000	577	5.160	2.645			
450 x 25	1050	190,8	195,5	200,2	204,9	4,30	225,0	591.000	51,25	37.970	12,99	469,3	99.727.000	603	5.400	2.768			
350 x 30	1060	179,0	183,7	188,4	193,1	3,92	210,0	557.000	51,50	21.440	10,10	630,5	56.838.000	469	5.040	2.596			
400 x 30	1060	202,5	207,2	212,0	216,7	4,12	240,0	636.500	51,50	33.000	11,55	720,5	84.872.000	536	5.760	2.966			
430 x 30	1060	216,7	221,4	226,1	230,8	4,24	258,0	684.300	51,50	39.750	12,41	774,5	105.436.000	577	6.192	3.189			
450 x 30	1060	226,1	230,8	235,5	240,2	4,32	270,0	716.100	51,50	45.560	12,99	810,5	120.843.000	603	6.480	3.337			

<b>WT</b>		<b>1250</b>		<b>WT0</b>										<b>V<sub>Rk</sub> =</b>		
				<b>gövde kalınlığı, ts = mm</b>												<b>433 kN WTb</b>
<b>b<sub>g</sub> x t<sub>g</sub></b> mm	<b>H</b> mm	<b>WT0</b>	<b>birim ağırlık</b>		<b>U</b> m <sup>3</sup> /m	<b>2 A<sub>g</sub></b> cm <sup>2</sup>	<b>I<sub>y</sub></b> cm <sup>4</sup>	<b>i<sub>y</sub></b> cm	<b>I<sub>x</sub></b> cm <sup>4</sup>	<b>i<sub>x</sub></b> cm	<b>I<sub>y</sub></b> cm <sup>4</sup>	<b>I<sub>x</sub></b> cm <sup>4</sup>	<b>I<sub>y</sub></b> cm <sup>4</sup>	<b>e<sub>loc</sub></b> cm	<b>NRk</b> kN	<b>MRk</b> kNm
		<b>WTA</b>	<b>WTB</b>	<b>WTC</b>												
160 x 6	1262		44,5	50,4	3,66	19,2	75.700	62,79	410	4,62	3,0	1.615.000	215	461	289	
180 x 6	1262		46,4	52,3	3,74	21,6	85.200	62,80	580	5,18	3,2	2.300.000	241	518	326	
200 x 6	1262		48,3	54,2	3,82	24,0	94.700	62,82	800	5,77	3,5	3.155.000	268	576	362	
160 x 8	1266		49,5	55,4	3,67	25,6	101.300	62,90	550	4,64	6,1	2.161.000	215	614	386	
180 x 8	1266		52,0	57,9	3,75	28,8	113.900	62,89	780	5,20	6,8	3.077.000	242	691	435	
200 x 8	1266		54,6	60,4	3,83	32,0	126.600	62,90	1.070	5,78	7,5	4.220.000	269	768	483	
220 x 8	1266		57,1	63,0	3,91	35,2	139.300	62,91	1.420	6,35	8,2	5.617.000	295	845	531	
200 x 10	1270		60,8	66,7	3,84	40,0	158.800	63,01	1.330	5,77	14,0	5.292.000	268	960	605	
220 x 10	1270		64,0	69,9	3,92	44,0	174.600	62,99	1.770	6,34	15,3	7.044.000	295	1.056	665	
250 x 10	1270		68,7	74,6	4,04	50,0	198.500	63,01	2.600	7,21	17,3	10.336.000	335	1.200	756	
200 x 12	1274		67,1	73,0	3,85	48,0	191.100	63,10	1.600	5,77	23,7	6.371.000	268	1.152	727	
220 x 12	1274		70,9	76,8	3,93	52,8	210.200	63,10	2.130	6,35	26,0	8.479.000	295	1.267	800	
250 x 12	1274		76,5	82,4	4,05	60,0	238.900	63,10	3.130	7,22	29,5	12.443.000	336	1.440	909	
300 x 12	1274		86,0	91,8	4,25	72,0	286.700	63,10	5.400	8,66	35,2	21.501.000	402	1.728	1.090	
220 x 15	1280		81,2	87,1	3,94	66,0	264.000	63,25	2.660	6,35	50,2	10.649.000	295	1.584	1.002	
260 x 15	1280		90,7	96,6	4,10	78,0	312.000	63,25	4.390	7,50	59,2	17.578.000	349	1.872	1.184	
320 x 15	1280		104,8	110,7	4,34	96,0	384.100	63,25	8.190	9,24	72,7	32.773.000	429	2.304	1.457	
350 x 15	1280		111,9	117,8	4,46	105,0	420.100	63,25	10.720	10,10	79,4	42.881.000	469	2.520	1.594	
260 x 20	1290		111,1	117,0	4,12	104,0	419.400	63,50	5.860	7,51	139,3	23.624.000	349	2.496	1.585	
280 x 20	1290		117,4	123,2	4,20	112,0	451.600	63,50	7.320	8,08	150,0	29.505.000	376	2.688	1.707	
350 x 20	1290		139,3	145,2	4,48	140,0	564.500	63,50	14.290	10,10	187,3	57.628.000	469	3.360	2.134	
400 x 20	1290		155,0	160,9	4,68	160,0	645.200	63,50	21.330	11,55	214,0	86.021.000	536	3.840	2.438	
300 x 25	1300		147,2	153,1	4,30	150,0	609.600	63,75	11.250	8,66	313,2	45.721.000	402	3.600	2.295	
350 x 25	1300		166,8	172,7	4,50	175,0	711.200	63,75	17.860	10,10	365,2	72.603.000	469	4.200	2.678	
400 x 25	1300		186,4	192,3	4,70	200,0	812.800	63,75	26.670	11,55	417,3	108.375.000	536	4.800	3.060	
430 x 25	1300		198,2	204,1	4,82	215,0	873.800	63,75	33.130	12,41	448,6	134.634.000	577	5.160	3.290	
450 x 25	1300		206,1	212,0	4,90	225,0	914.400	63,75	37.970	12,99	469,4	154.307.000	603	5.400	3.443	
350 x 30	1310		194,3	200,2	4,52	210,0	860.200	64,00	21.440	10,10	630,7	87.808.000	469	5.040	3.226	
400 x 30	1310		217,8	223,7	4,72	240,0	983.000	64,00	32.000	11,55	720,7	131.072.000	536	5.760	3.686	
430 x 30	1310		232,0	237,9	4,84	258,0	1.056.800	64,00	39.750	12,41	774,7	162.830.000	577	6.192	3.963	
450 x 30	1310		241,4	247,3	4,92	270,0	1.105.900	64,00	45.560	12,99	810,7	186.624.000	603	6.480	4.147	



b <sub>g</sub> x t <sub>g</sub> mm	H mm	WT0		birim ağırlık		WTC		U m <sup>2</sup> /m	2A <sub>0</sub> cm <sup>2</sup>		I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>y</sub> cm	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	i <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>6</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>6</sup>	L <sub>x</sub> cm	L <sub>y</sub> cm	c <sub>lim</sub> cm	N <sub>Rk</sub> kN	M <sub>Rk</sub> kNm		
		WTA	WTB	WTB	WTC	gövde kalınlığı, ts =	gövde kalınlığı, ts =		gövde kalınlığı, ts =	gövde kalınlığı, ts =													A <sub>0</sub> =	A <sub>0</sub> =
<b>WT</b> <b>1500</b>																								
									KESİTİ ÖZELLİKLERİ												V <sub>Rk</sub> =			
																					520 kN WTb		624 kN WTC	
160 x 6	1512		50,4	57,5	4,26	19,2	108.900	75,31	410	4,62	3,1	2.322.000	215	461	347									
180 x 6	1512		52,3	59,3	4,34	21,6	122.500	75,31	580	5,18	3,4	3.307.000	241	518	390									
200 x 6	1512		54,2	61,2	4,42	24,0	136.100	75,30	800	5,77	3,7	4.536.000	268	576	434									
160 x 8	1516		55,4	62,5	4,27	25,6	145.500	75,39	550	4,64	6,2	3.105.000	215	614	463									
180 x 8	1516		57,9	65,0	4,35	28,8	163.700	75,39	780	5,20	6,9	4.421.000	242	691	521									
200 x 8	1516		60,4	67,5	4,43	32,0	181.900	75,39	1.070	5,78	7,6	6.064.000	269	768	579									
220 x 8	1516		63,0	70,0	4,51	35,2	200.100	75,40	1.420	6,35	8,3	8.071.000	295	845	637									
200 x 10	1520		66,7	73,8	4,44	40,0	228.000	75,50	1.330	5,77	14,1	7.600.000	268	960	725									
220 x 10	1520		69,9	76,9	4,52	44,0	250.800	75,50	1.770	6,34	15,4	10.116.000	295	1.056	797									
250 x 10	1520		74,6	81,6	4,64	50,0	285.000	75,50	2.600	7,21	17,4	14.844.000	335	1.200	906									
200 x 12	1524		73,0	80,1	4,45	48,0	274.300	75,59	1.600	5,77	23,8	9.145.000	268	1.152	871									
220 x 12	1524		76,8	83,8	4,53	52,8	301.800	75,60	2.130	6,35	26,1	12.171.000	295	1.267	958									
250 x 12	1524		82,4	89,5	4,65	60,0	342.900	75,60	3.130	7,22	29,6	17.861.000	336	1.440	1.089									
300 x 12	1524		91,8	98,9	4,85	72,0	411.500	75,60	5.400	8,66	35,3	30.863.000	402	1.728	1.306									
220 x 15	1530		87,1	94,2	4,54	66,0	378.700	75,75	2.660	6,35	50,3	15.275.000	295	1.584	1.200									
260 x 15	1530		96,6	103,6	4,70	78,0	447.600	75,75	4.390	7,50	59,3	25.213.000	349	1.872	1.418									
320 x 15	1530		110,7	117,8	4,94	96,0	550.900	75,75	8.190	9,24	72,8	47.006.000	429	2.304	1.745									
350 x 15	1530		117,8	124,8	5,06	105,0	602.500	75,75	10.720	10,10	79,5	61.505.000	469	2.520	1.909									
260 x 20	1540		117,0	124,0	4,72	104,0	600.700	76,00	5.860	7,51	139,4	33.840.000	349	2.496	1.897									
280 x 20	1540		123,2	130,3	4,80	112,0	646.900	76,00	7.320	8,08	150,1	42.265.000	376	2.688	2.043									
350 x 20	1540		145,2	152,3	5,08	140,0	808.600	76,00	14.290	10,10	187,4	82.549.000	469	3.360	2.554									
400 x 20	1540		160,9	168,0	5,28	160,0	924.200	76,00	21.330	11,55	214,1	123.221.000	536	3.840	2.918									
300 x 25	1550		153,1	160,1	4,90	150,0	872.100	76,25	11.250	8,66	313,3	65.408.000	402	3.600	2.745									
350 x 25	1550		172,7	179,8	5,10	175,0	1.017.500	76,25	17.860	10,10	365,4	103.866.000	469	4.200	3.203									
400 x 25	1550		192,3	199,4	5,30	200,0	1.162.800	76,25	26.670	11,55	417,4	155.042.000	536	4.800	3.600									
430 x 25	1550		204,1	211,2	5,42	215,0	1.250.000	76,25	33.130	12,41	448,7	192.608.000	577	5.160	3.955									
450 x 25	1550		212,0	219,0	5,50	225,0	1.308.200	76,25	37.970	12,99	469,5	220.753.000	603	5.400	4.118									
350 x 30	1560		200,2	207,2	5,12	210,0	1.229.000	76,50	21.440	10,10	630,8	125.438.000	469	5.040	3.856									
400 x 30	1560		223,7	230,8	5,32	240,0	1.404.500	76,50	32.000	11,55	720,8	187.272.000	536	5.760	4.406									
430 x 30	1560		237,9	244,9	5,44	258,0	1.509.900	76,50	39.750	12,41	774,8	232.647.000	577	6.192	4.737									
450 x 30	1560		247,3	254,3	5,52	270,0	1.580.100	76,50	45.560	12,99	810,8	266.643.000	603	6.480	4.957									

**EK 3**

Mesnet Reaksiyonları		H Başlıklı Profil Kullanılan Yapı		Sin Profil Kullanılan Yapı	
Eleman	Kombinasyon	P	M3	P	M3
		KN	KN-m	KN	KN-m
885	COMB1	-112,79	-185,26	-77,10	-120,44
885	COMB2	-70,55	-10,98	-47,38	15,42
885	COMB3	-29,95	82,94	-11,56	89,00
885	COMB4 Max	-74,08	-47,55	-48,38	-6,90
885	COMB4 Min	-79,20	-197,66	-54,45	-149,50
885	COMB5 Max	-42,40	-85,94	-16,73	-49,18
885	COMB5 Min	-110,89	-159,28	-86,11	-107,22
885	COMB6 Max	-41,72	25,95	-20,23	50,24
885	COMB6 Min	-46,83	-124,16	-26,30	-92,36
885	COMB7 Max	-10,03	-12,44	11,42	7,96
885	COMB7 Min	-78,52	-85,78	-57,96	-50,08
1052	COMB1	-112,86	185,25	-77,12	120,42
1052	COMB2	-77,98	236,82	-51,95	177,34
1052	COMB3	-37,34	142,91	-16,12	103,77
1052	COMB4 Max	-74,13	197,64	-48,40	149,47
1052	COMB4 Min	-79,25	47,56	-54,46	6,90
1052	COMB5 Max	-42,48	159,29	-16,74	107,21
1052	COMB5 Min	-110,90	85,91	-86,13	49,16
1052	COMB6 Max	-41,73	124,14	-20,24	92,35
1052	COMB6 Min	-46,86	-25,93	-26,31	-50,23
1052	COMB7 Max	-10,08	85,79	11,42	50,09
1052	COMB7 Min	-78,51	12,41	-57,97	-7,97
1060	COMB1	-170,37	-210,37	-105,70	-152,09
1060	COMB2	-123,46	33,16	-76,01	59,61
1060	COMB3	-65,41	142,60	-29,35	153,64
1060	COMB4 Max	-111,71	-61,43	-67,31	-21,64
1060	COMB4 Min	-120,62	-216,36	-74,26	-175,59
1060	COMB5 Max	-86,54	-114,08	-45,05	-74,66
1060	COMB5 Min	-145,79	-163,71	-96,52	-122,58
1060	COMB6 Max	-65,27	24,13	-30,55	51,35
1060	COMB6 Min	-74,18	-130,81	-37,50	-102,61
1060	COMB7 Max	-40,10	-28,52	-8,29	-1,67
1060	COMB7 Min	-99,35	-78,15	-59,76	-49,59
1068	COMB1	-167,79	-231,99	-114,67	-182,10
1068	COMB2	-112,62	35,31	-76,56	74,58
1068	COMB3	-45,87	160,54	-20,47	189,98
1068	COMB4 Max	-109,70	-72,93	-72,30	-28,61
1068	COMB4 Min	-116,81	-232,29	-79,98	-206,86

1068	COMB5 Max	-70,01	-134,57	-40,34	-94,81
1068	COMB5 Min	-156,50	-170,65	-111,93	-140,66
1068	COMB6 Max	-56,81	24,81	-28,33	60,88
1068	COMB6 Min	-63,92	-134,55	-36,01	-117,37
1068	COMB7 Max	-17,12	-36,83	3,62	-5,32
1068	COMB7 Min	-103,60	-72,91	-67,97	-51,17
1076	COMB1	-157,76	-234,67	-108,52	-181,42
1076	COMB2	-111,78	37,42	-74,96	79,96
1076	COMB3	-57,94	164,99	-25,56	194,65
1076	COMB4 Max	-103,54	-74,28	-68,80	-27,52
1076	COMB4 Min	-111,58	-234,26	-76,19	-207,14
1076	COMB5 Max	-64,66	-132,55	-31,92	-86,64
1076	COMB5 Min	-150,46	-175,99	-113,07	-148,02
1076	COMB6 Max	-60,47	25,25	-29,94	61,43
1076	COMB6 Min	-68,50	-134,73	-37,33	-118,19
1076	COMB7 Max	-21,59	-33,02	6,94	2,31
1076	COMB7 Min	-107,39	-76,46	-74,21	-59,07
1084	COMB1	-214,10	-239,45	-164,69	-182,60
1084	COMB2	-153,27	35,36	-117,34	80,11
1084	COMB3	-49,69	169,20	-21,34	202,41
1084	COMB4 Max	-138,60	-77,58	-103,42	-31,33
1084	COMB4 Min	-145,98	-236,36	-111,56	-203,19
1084	COMB5 Max	-142,26	-156,81	-107,38	-116,81
1084	COMB5 Min	-142,33	-157,13	-107,59	-117,71
1084	COMB6 Max	-57,36	26,72	-28,73	63,33
1084	COMB6 Min	-64,74	-132,06	-36,87	-108,53
1084	COMB7 Max	-61,01	-52,51	-32,69	-22,15
1084	COMB7 Min	-61,08	-52,83	-32,90	-23,05
1092	COMB1	-196,11	-243,23	-138,72	-190,47
1092	COMB2	-138,68	33,34	-97,88	73,02
1092	COMB3	-53,66	167,88	-23,94	195,07
1092	COMB4 Max	-127,51	-79,55	-87,69	-32,90
1092	COMB4 Min	-135,54	-239,69	-95,05	-213,07
1092	COMB5 Max	-88,63	-137,97	-50,81	-92,33
1092	COMB5 Min	-174,43	-181,27	-131,94	-153,63
1092	COMB6 Max	-60,46	25,34	-29,96	61,71
1092	COMB6 Min	-68,49	-134,80	-37,31	-118,46
1092	COMB7 Max	-21,58	-33,07	6,93	2,28
1092	COMB7 Min	-107,38	-76,38	-74,20	-59,03
1100	COMB1	-172,72	-232,37	-122,52	-181,54
1100	COMB2	-120,48	40,76	-84,02	79,38
1100	COMB3	-49,75	166,34	-21,57	194,34
1100	COMB4 Max	-112,77	-73,13	-77,16	-28,08
1100	COMB4 Min	-119,90	-232,57	-84,92	-206,69

1100	COMB5 Max	-73,09	-134,92	-45,25	-94,44
1100	COMB5 Min	-159,58	-170,78	-116,83	-140,33
1100	COMB6 Max	-56,81	24,87	-28,30	61,07
1100	COMB6 Min	-63,95	-134,56	-36,05	-117,54
1100	COMB7 Max	-17,14	-36,91	3,62	-5,29
1100	COMB7 Min	-103,62	-72,78	-67,97	-51,18
1108	COMB1	-169,00	-210,80	-105,58	-153,05
1108	COMB2	-117,34	45,87	-73,01	76,13
1108	COMB3	-60,38	155,66	-26,44	170,93
1108	COMB4 Max	-110,87	-61,63	-67,26	-22,13
1108	COMB4 Min	-119,75	-216,68	-74,17	-176,30
1108	COMB5 Max	-85,68	-114,38	-44,98	-75,25
1108	COMB5 Min	-144,93	-163,94	-96,45	-123,17
1108	COMB6 Max	-65,26	24,19	-30,56	51,45
1108	COMB6 Min	-74,14	-130,86	-37,47	-102,72
1108	COMB7 Max	-40,07	-28,56	-8,28	-1,67
1108	COMB7 Min	-99,33	-78,12	-59,76	-49,59
1116	COMB1	-115,61	-184,46	-77,62	-118,33
1116	COMB2	-77,55	29,67	-50,26	61,22
1116	COMB3	-34,68	122,96	-14,02	133,10
1116	COMB4 Max	-75,84	-47,01	-48,68	-5,51
1116	COMB4 Min	-80,98	-197,21	-54,81	-148,25
1116	COMB5 Max	-44,16	-85,45	-17,05	-47,86
1116	COMB5 Min	-112,65	-158,76	-86,44	-105,90
1116	COMB6 Max	-41,72	26,02	-20,21	50,32
1116	COMB6 Min	-46,87	-124,19	-26,34	-92,43
1116	COMB7 Max	-10,05	-12,43	11,42	7,96
1116	COMB7 Min	-78,54	-85,74	-57,96	-50,07
1124	COMB1	-170,31	210,40	-105,67	152,10
1124	COMB2	-110,20	269,73	-66,24	216,78
1124	COMB3	-52,18	160,27	-19,60	122,75
1124	COMB4 Max	-111,68	216,36	-67,30	175,60
1124	COMB4 Min	-120,57	61,45	-74,24	21,65
1124	COMB5 Max	-86,51	163,73	-45,03	122,58
1124	COMB5 Min	-145,74	114,08	-96,51	74,67
1124	COMB6 Max	-65,26	130,80	-30,55	102,61
1124	COMB6 Min	-74,15	-24,12	-37,49	-51,34
1124	COMB7 Max	-40,09	78,17	-8,28	49,58
1124	COMB7 Min	-99,32	28,52	-59,76	1,68
1132	COMB1	-167,86	231,85	-114,69	182,04
1132	COMB2	-113,21	291,66	-74,88	261,99
1132	COMB3	-46,43	166,50	-18,79	146,63
1132	COMB4 Max	-109,74	232,19	-72,31	206,82
1132	COMB4 Min	-116,85	72,86	-79,99	28,58



1132	COMB5 Max	-70,09	170,55	-40,35	140,63
1132	COMB5 Min	-156,50	134,50	-111,95	94,77
1132	COMB6 Max	-56,82	134,50	-28,33	117,35
1132	COMB6 Min	-63,94	-24,83	-36,02	-60,89
1132	COMB7 Max	-17,17	72,86	3,62	51,16
1132	COMB7 Min	-103,58	36,81	-67,97	5,30
1140	COMB1	-157,72	234,55	-108,51	181,37
1140	COMB2	-98,60	294,27	-66,65	262,22
1140	COMB3	-44,78	166,76	-17,25	147,57
1140	COMB4 Max	-103,52	234,18	-68,80	207,10
1140	COMB4 Min	-111,54	74,21	-76,19	27,49
1140	COMB5 Max	-64,67	175,90	-31,92	147,98
1140	COMB5 Min	-150,39	132,48	-113,07	86,61
1140	COMB6 Max	-60,46	134,69	-29,94	118,18
1140	COMB6 Min	-68,49	-25,28	-37,33	-61,44
1140	COMB7 Max	-21,62	76,42	6,94	59,06
1140	COMB7 Min	-107,34	33,00	-74,21	-2,32
1148	COMB1	-214,10	239,38	-164,69	182,58
1148	COMB2	-147,00	300,94	-111,76	267,56
1148	COMB3	-43,42	167,14	-15,76	145,27
1148	COMB4 Max	-138,60	236,31	-103,42	203,18
1148	COMB4 Min	-145,98	77,54	-111,56	31,32
1148	COMB5 Max	-142,25	157,08	-107,38	117,70
1148	COMB5 Min	-142,32	156,77	-107,59	116,79
1148	COMB6 Max	-57,36	132,04	-28,73	108,53
1148	COMB6 Min	-64,74	-26,74	-36,87	-63,33
1148	COMB7 Max	-61,01	52,81	-32,69	23,05
1148	COMB7 Min	-61,08	52,49	-32,90	22,14
1156	COMB1	-196,16	243,19	-138,73	190,46
1156	COMB2	-134,75	304,48	-93,46	272,08
1156	COMB3	-49,71	169,97	-19,51	150,04
1156	COMB4 Max	-127,54	239,66	-87,70	213,06
1156	COMB4 Min	-135,57	79,53	-95,06	32,90
1156	COMB5 Max	-88,69	181,25	-50,81	153,63
1156	COMB5 Min	-174,41	137,95	-131,95	92,33
1156	COMB6 Max	-60,47	134,78	-29,96	118,46
1156	COMB6 Min	-68,50	-25,35	-37,31	-61,71
1156	COMB7 Max	-21,63	76,37	6,93	59,03
1156	COMB7 Min	-107,35	33,07	-74,20	-2,28
1164	COMB1	-172,67	232,35	-122,51	181,54
1164	COMB2	-112,48	295,00	-79,39	262,55
1164	COMB3	-41,78	169,43	-16,94	147,59
1164	COMB4 Max	-112,74	232,55	-77,16	206,70
1164	COMB4 Min	-119,87	73,12	-84,91	28,07

1164	COMB5 Max	-73,10	170,76	-45,24	140,33
1164	COMB5 Min	-159,51	134,91	-116,83	94,44
1164	COMB6 Max	-56,80	134,56	-28,30	117,55
1164	COMB6 Min	-63,94	-24,88	-36,05	-61,08
1164	COMB7 Max	-17,17	72,76	3,62	51,18
1164	COMB7 Min	-103,57	36,91	-67,97	5,29
1172	COMB1	-169,03	210,78	-105,59	153,05
1172	COMB2	-112,61	275,86	-68,13	229,42
1172	COMB3	-55,64	166,08	-21,55	134,62
1172	COMB4 Max	-110,88	216,67	-67,27	176,30
1172	COMB4 Min	-119,77	61,62	-74,17	22,13
1172	COMB5 Max	-85,71	163,93	-44,98	123,17
1172	COMB5 Min	-144,94	114,36	-96,46	75,26
1172	COMB6 Max	-65,27	130,86	-30,57	102,71
1172	COMB6 Min	-74,15	-24,19	-37,47	-51,45
1172	COMB7 Max	-40,09	78,11	-8,28	49,59
1172	COMB7 Min	-99,32	28,55	-59,76	1,67
1180	COMB1	-115,58	184,45	-77,61	118,33
1180	COMB2	-76,86	241,30	-50,81	185,34
1180	COMB3	-34,01	148,01	-14,58	113,47
1180	COMB4 Max	-75,81	197,21	-48,67	148,26
1180	COMB4 Min	-80,96	46,99	-54,80	5,51
1180	COMB5 Max	-44,18	158,76	-17,04	105,90
1180	COMB5 Min	-112,59	85,44	-86,43	47,86
1180	COMB6 Max	-41,71	124,19	-20,21	92,43
1180	COMB6 Min	-46,86	-26,02	-26,34	-50,32
1180	COMB7 Max	-10,08	85,74	11,42	50,08
1180	COMB7 Min	-78,49	12,42	-57,96	-7,97

Nokta	Kombinasyon	Yanal Yer Değiştirme Kontrolü				İkinci Mertebe Kontrolü			
		X Yönündeki Deplasman mm	$\delta_i=R_x \cdot \Delta_i$	$\delta_i/h$	KONTROL $\delta_i/h \leq 0,02$	Kesme Kuvveti kN	Kütle kN	$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=1}^N w_j}{V_i h_i}$	KONTROL $\theta_i \leq 0,12$
687	COMB1	-21,77	108,84	0,009	UYGUN	-38,76	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB2	11,12	55,58	0,005	UYGUN	-6,12	6,37	0,001	UYGUN
687	COMB3	22,12	110,58	0,009	UYGUN	13,26	6,37	0,001	UYGUN
687	COMB4 Max	3,34	16,71	0,001	UYGUN	-15,66	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB4 Min	-32,16	160,81	0,013	UYGUN	-35,71	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB5 Max	-10,40	52,01	0,004	UYGUN	-17,85	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB5 Min	-18,42	92,09	0,008	UYGUN	-33,52	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB6 Max	11,95	59,75	0,005	UYGUN	-0,48	6,37	0,013	UYGUN
687	COMB6 Min	-23,55	117,76	0,010	UYGUN	-20,53	6,37	0,001	UYGUN
687	COMB7 Max	-1,79	8,96	0,001	UYGUN	-2,67	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB7 Min	-9,81	49,05	0,004	UYGUN	-18,34	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB1	21,76	108,81	0,009	UYGUN	38,79	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB2	39,16	195,81	0,016	UYGUN	45,10	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB3	28,17	140,83	0,012	UYGUN	25,71	6,37	0,001	UYGUN
777	COMB4 Max	32,16	160,78	0,013	UYGUN	35,72	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB4 Min	-3,34	16,71	0,001	UYGUN	15,68	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB5 Max	18,42	92,09	0,008	UYGUN	33,54	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB5 Min	10,40	51,98	0,004	UYGUN	17,86	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB6 Max	23,55	117,74	0,010	UYGUN	20,54	6,37	0,001	UYGUN
777	COMB6 Min	-11,95	59,75	0,005	UYGUN	0,49	6,37	0,013	UYGUN

777	COMB7	Max	9,81	49,05	0,004	UYGUN	18,36	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB7	Min	1,79	8,94	0,001	UYGUN	2,67	6,37	0,000	UYGUN
779	COMB1		-22,16	110,82	0,009	UYGUN	-44,14	8,06	0,000	UYGUN
779	COMB2		11,22	56,09	0,005	UYGUN	13,39	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB3		22,48	112,39	0,009	UYGUN	36,21	8,06	0,000	UYGUN
779	COMB4	Max	3,11	15,55	0,001	UYGUN	-18,78	8,06	0,000	UYGUN
779	COMB4	Min	-32,44	162,20	0,014	UYGUN	-39,54	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB5	Max	-12,14	60,69	0,005	UYGUN	-23,82	8,06	0,000	UYGUN
779	COMB5	Min	-17,19	85,97	0,007	UYGUN	-34,50	8,06	0,000	UYGUN
779	COMB6	Max	11,92	59,61	0,005	UYGUN	-0,93	8,06	0,009	UYGUN
779	COMB6	Min	-23,63	118,14	0,010	UYGUN	-21,70	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB7	Max	-3,33	16,63	0,001	UYGUN	-5,97	8,06	0,000	UYGUN
779	COMB7	Min	-8,38	41,91	0,003	UYGUN	-16,66	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB1		-25,10	125,51	0,010	UYGUN	-48,00	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB2		13,03	65,16	0,005	UYGUN	13,01	8,06	0,001	UYGUN
781	COMB3		26,48	132,39	0,011	UYGUN	38,69	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB4	Max	1,81	9,07	0,001	UYGUN	-20,99	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB4	Min	-34,86	174,32	0,015	UYGUN	-42,23	8,06	0,001	UYGUN
781	COMB5	Max	-14,49	72,44	0,006	UYGUN	-27,78	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB5	Min	-18,56	92,82	0,008	UYGUN	-35,43	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB6	Max	12,31	61,56	0,005	UYGUN	-0,93	8,06	0,009	UYGUN
781	COMB6	Min	-24,36	121,82	0,010	UYGUN	-22,17	8,06	0,001	UYGUN
781	COMB7	Max	-3,99	19,94	0,002	UYGUN	-7,73	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB7	Min	-8,06	40,32	0,003	UYGUN	-15,38	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB1		-25,21	126,05	0,011	UYGUN	-48,62	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB2		13,19	65,95	0,005	UYGUN	13,46	8,06	0,001	UYGUN

783	COMB3		26,72	133,59	0,011	UYGUN	39,70	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB4	Max	1,76	8,78	0,001	UYGUN	-21,30	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB4	Min	-34,94	174,71	0,015	UYGUN	-42,66	8,06	0,001	UYGUN
783	COMB5	Max	-14,24	71,20	0,006	UYGUN	-27,42	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB5	Min	-18,95	94,74	0,008	UYGUN	-36,55	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB6	Max	12,32	61,58	0,005	UYGUN	-0,82	8,06	0,010	UYGUN
783	COMB6	Min	-24,38	121,90	0,010	UYGUN	-22,18	8,06	0,001	UYGUN
783	COMB7	Max	-3,68	18,39	0,002	UYGUN	-6,93	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB7	Min	-8,39	41,93	0,003	UYGUN	-16,06	8,06	0,000	UYGUN
785	COMB1		-25,29	126,43	0,011	UYGUN	-49,71	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB2		13,89	69,44	0,006	UYGUN	12,41	7,66	0,001	UYGUN
785	COMB3		27,75	138,73	0,012	UYGUN	40,10	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB4	Max	1,67	8,36	0,001	UYGUN	-22,17	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB4	Min	-34,89	174,45	0,015	UYGUN	-43,02	7,66	0,001	UYGUN
785	COMB5	Max	-16,60	82,98	0,007	UYGUN	-32,56	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB5	Min	-16,62	83,11	0,007	UYGUN	-32,63	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB6	Max	12,48	62,40	0,005	UYGUN	-0,58	7,66	0,014	UYGUN
785	COMB6	Min	-24,08	120,40	0,010	UYGUN	-21,44	7,66	0,001	UYGUN
785	COMB7	Max	-5,79	28,94	0,002	UYGUN	-10,97	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB7	Min	-5,81	29,07	0,002	UYGUN	-11,04	7,66	0,000	UYGUN
787	COMB1		-25,50	127,52	0,011	UYGUN	-50,85	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB2		13,75	68,73	0,006	UYGUN	11,96	8,06	0,001	UYGUN
787	COMB3		27,52	137,59	0,011	UYGUN	40,02	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB4	Max	1,58	7,92	0,001	UYGUN	-22,68	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB4	Min	-35,14	175,69	0,015	UYGUN	-44,07	8,06	0,001	UYGUN
787	COMB5	Max	-14,43	72,15	0,006	UYGUN	-28,83	8,06	0,000	UYGUN

787	COMB5	Min	-19,13	95,63	0,008	UYGUN	-37,93	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB6	Max	12,33	61,66	0,005	UYGUN	-0,80	8,06	0,010	UYGUN
787	COMB6	Min	-24,39	121,95	0,010	UYGUN	-22,19	8,06	0,001	UYGUN
787	COMB7	Max	-3,68	18,41	0,002	UYGUN	-6,95	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB7	Min	-8,38	41,89	0,003	UYGUN	-16,05	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB1		-25,31	126,54	0,011	UYGUN	-48,09	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB2		13,96	69,79	0,006	UYGUN	13,83	8,06	0,001	UYGUN
789	COMB3		27,58	137,89	0,011	UYGUN	39,59	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB4	Max	1,70	8,49	0,001	UYGUN	-21,03	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB4	Min	-35,00	175,02	0,015	UYGUN	-42,28	8,06	0,001	UYGUN
789	COMB5	Max	-14,62	73,12	0,006	UYGUN	-27,86	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB5	Min	-18,68	93,42	0,008	UYGUN	-35,46	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB6	Max	12,33	61,65	0,005	UYGUN	-0,92	8,06	0,009	UYGUN
789	COMB6	Min	-24,37	121,86	0,010	UYGUN	-22,17	8,06	0,001	UYGUN
789	COMB7	Max	-3,99	19,96	0,002	UYGUN	-7,75	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB7	Min	-8,05	40,26	0,003	UYGUN	-15,35	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB1		-22,23	111,13	0,009	UYGUN	-44,29	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB2		13,87	69,37	0,006	UYGUN	15,20	8,06	0,001	UYGUN
791	COMB3		25,19	125,94	0,010	UYGUN	38,13	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB4	Max	3,08	15,42	0,001	UYGUN	-18,86	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB4	Min	-32,49	162,46	0,014	UYGUN	-39,65	8,06	0,001	UYGUN
791	COMB5	Max	-12,18	60,89	0,005	UYGUN	-23,92	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB5	Min	-17,23	86,15	0,007	UYGUN	-34,59	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB6	Max	11,94	59,68	0,005	UYGUN	-0,93	8,06	0,009	UYGUN
791	COMB6	Min	-23,64	118,20	0,010	UYGUN	-21,72	8,06	0,001	UYGUN
791	COMB7	Max	-3,33	16,63	0,001	UYGUN	-5,99	8,06	0,000	UYGUN

791	COMB7	Min	-8,38	41,89	0,003	UYGUN	-16,66	8,06	0,000	UYGUN
793	COMB1		-21,71	108,56	0,009	UYGUN	-38,67	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB2		14,22	71,12	0,006	UYGUN	4,62	6,37	0,002	UYGUN
793	COMB3		25,18	125,91	0,010	UYGUN	23,93	6,37	0,001	UYGUN
793	COMB4	Max	3,39	16,94	0,001	UYGUN	-15,60	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB4	Min	-32,14	160,69	0,013	UYGUN	-35,66	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB5	Max	-10,37	51,85	0,004	UYGUN	-17,80	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB5	Min	-18,38	91,91	0,008	UYGUN	-33,47	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB6	Max	11,97	59,83	0,005	UYGUN	-0,48	6,37	0,013	UYGUN
793	COMB6	Min	-23,56	117,80	0,010	UYGUN	-20,54	6,37	0,001	UYGUN
793	COMB7	Max	-1,79	8,95	0,001	UYGUN	-2,68	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB7	Min	-9,80	49,02	0,004	UYGUN	-18,35	6,37	0,000	UYGUN
802	COMB1		22,16	110,80	0,009	UYGUN	44,18	8,06	0,000	UYGUN
802	COMB2		39,36	196,82	0,016	UYGUN	55,52	8,06	0,000	UYGUN
802	COMB3		28,11	140,53	0,012	UYGUN	32,68	8,06	0,001	UYGUN
802	COMB4	Max	32,44	162,18	0,014	UYGUN	39,57	8,06	0,001	UYGUN
802	COMB4	Min	-3,11	15,55	0,001	UYGUN	18,80	8,06	0,000	UYGUN
802	COMB5	Max	17,20	85,98	0,007	UYGUN	34,53	8,06	0,000	UYGUN
802	COMB5	Min	12,13	60,66	0,005	UYGUN	23,84	8,06	0,000	UYGUN
802	COMB6	Max	23,63	118,13	0,010	UYGUN	21,71	8,06	0,001	UYGUN
802	COMB6	Min	-11,92	59,60	0,005	UYGUN	0,94	8,06	0,009	UYGUN
802	COMB7	Max	8,38	41,92	0,003	UYGUN	16,67	8,06	0,000	UYGUN
802	COMB7	Min	3,32	16,60	0,001	UYGUN	5,98	8,06	0,000	UYGUN
811	COMB1		25,07	125,36	0,010	UYGUN	47,99	8,06	0,000	UYGUN
811	COMB2		43,99	219,93	0,018	UYGUN	58,50	8,06	0,001	UYGUN
811	COMB3		30,55	152,77	0,013	UYGUN	32,82	8,06	0,001	UYGUN

811	COMB4	Max	34,84	174,21	0,015	UYGUN	42,21	8,06	0,001	UYGUN
811	COMB4	Min	-1,83	9,16	0,001	UYGUN	20,98	8,06	0,000	UYGUN
811	COMB5	Max	18,54	92,71	0,008	UYGUN	35,42	8,06	0,000	UYGUN
811	COMB5	Min	14,47	72,35	0,006	UYGUN	27,77	8,06	0,000	UYGUN
811	COMB6	Max	24,36	121,78	0,010	UYGUN	22,17	8,06	0,001	UYGUN
811	COMB6	Min	-12,32	61,59	0,005	UYGUN	0,93	8,06	0,009	UYGUN
811	COMB7	Max	8,05	40,27	0,003	UYGUN	15,37	8,06	0,000	UYGUN
811	COMB7	Min	3,98	19,92	0,002	UYGUN	7,72	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB1		25,18	125,90	0,010	UYGUN	48,60	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB2		44,00	219,99	0,018	UYGUN	59,13	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB3		30,48	152,42	0,013	UYGUN	32,89	8,06	0,001	UYGUN
820	COMB4	Max	34,92	174,61	0,015	UYGUN	42,65	8,06	0,001	UYGUN
820	COMB4	Min	-1,77	8,87	0,001	UYGUN	21,29	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB5	Max	18,93	94,63	0,008	UYGUN	36,54	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB5	Min	14,22	71,11	0,006	UYGUN	27,41	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB6	Max	24,37	121,86	0,010	UYGUN	22,17	8,06	0,001	UYGUN
820	COMB6	Min	-12,32	61,61	0,005	UYGUN	0,81	8,06	0,010	UYGUN
820	COMB7	Max	8,38	41,89	0,003	UYGUN	16,06	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB7	Min	3,67	18,36	0,002	UYGUN	6,93	8,06	0,000	UYGUN
829	COMB1		25,27	126,34	0,011	UYGUN	49,70	7,66	0,000	UYGUN
829	COMB2		44,88	224,38	0,019	UYGUN	60,19	7,66	0,000	UYGUN
829	COMB3		31,03	155,14	0,013	UYGUN	32,49	7,66	0,001	UYGUN
829	COMB4	Max	34,88	174,39	0,015	UYGUN	43,02	7,66	0,001	UYGUN
829	COMB4	Min	-1,68	8,41	0,001	UYGUN	22,16	7,66	0,000	UYGUN
829	COMB5	Max	16,61	83,06	0,007	UYGUN	32,62	7,66	0,000	UYGUN
829	COMB5	Min	16,59	82,93	0,007	UYGUN	32,55	7,66	0,000	UYGUN



829	COMB6	Max	24,08	120,38	0,010	UYGUN	21,43	7,66	0,001	UYGUN
829	COMB6	Min	-12,48	62,42	0,005	UYGUN	0,58	7,66	0,014	UYGUN
829	COMB7	Max	5,81	29,05	0,002	UYGUN	11,04	7,66	0,000	UYGUN
829	COMB7	Min	5,78	28,92	0,002	UYGUN	10,97	7,66	0,000	UYGUN
838	COMB1		25,50	127,49	0,011	UYGUN	50,84	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB2		45,16	225,78	0,019	UYGUN	61,29	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB3		31,39	156,94	0,013	UYGUN	33,23	8,06	0,001	UYGUN
838	COMB4	Max	35,13	175,67	0,015	UYGUN	44,07	8,06	0,001	UYGUN
838	COMB4	Min	-1,59	7,94	0,001	UYGUN	22,68	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB5	Max	19,12	95,61	0,008	UYGUN	37,92	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB5	Min	14,42	72,12	0,006	UYGUN	28,82	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB6	Max	24,39	121,94	0,010	UYGUN	22,19	8,06	0,001	UYGUN
838	COMB6	Min	-12,33	61,67	0,005	UYGUN	0,80	8,06	0,010	UYGUN
838	COMB7	Max	8,38	41,88	0,003	UYGUN	16,04	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB7	Min	3,68	18,40	0,002	UYGUN	6,95	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB1		25,30	126,51	0,011	UYGUN	48,08	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB2		44,91	224,55	0,019	UYGUN	58,92	8,06	0,001	UYGUN
847	COMB3		31,29	156,46	0,013	UYGUN	33,16	8,06	0,001	UYGUN
847	COMB4	Max	35,00	175,00	0,015	UYGUN	42,28	8,06	0,001	UYGUN
847	COMB4	Min	-1,70	8,51	0,001	UYGUN	21,03	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB5	Max	18,68	93,39	0,008	UYGUN	35,46	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB5	Min	14,62	73,11	0,006	UYGUN	27,85	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB6	Max	24,37	121,86	0,010	UYGUN	22,17	8,06	0,001	UYGUN
847	COMB6	Min	-12,33	61,65	0,005	UYGUN	0,92	8,06	0,009	UYGUN
847	COMB7	Max	8,05	40,24	0,003	UYGUN	15,35	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB7	Min	3,99	19,96	0,002	UYGUN	7,75	8,06	0,000	UYGUN

856	COMB1		22,22	111,11	0,009	UYGUN	44,29	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB2		41,33	206,64	0,017	UYGUN	56,05	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB3		30,02	150,08	0,013	UYGUN	33,12	8,06	0,001	UYGUN
856	COMB4	Max	32,49	162,45	0,014	UYGUN	39,65	8,06	0,001	UYGUN
856	COMB4	Min	-3,09	15,43	0,001	UYGUN	18,86	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB5	Max	17,23	86,14	0,007	UYGUN	34,59	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB5	Min	12,18	60,88	0,005	UYGUN	23,92	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB6	Max	23,64	118,19	0,010	UYGUN	21,72	8,06	0,001	UYGUN
856	COMB6	Min	-11,94	59,68	0,005	UYGUN	0,93	8,06	0,009	UYGUN
856	COMB7	Max	8,38	41,89	0,003	UYGUN	16,66	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB7	Min	3,32	16,62	0,001	UYGUN	5,99	8,06	0,000	UYGUN
865	COMB1		21,71	108,55	0,009	UYGUN	38,67	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB2		40,85	204,24	0,017	UYGUN	45,33	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB3		29,89	149,45	0,012	UYGUN	26,02	6,37	0,001	UYGUN
865	COMB4	Max	32,14	160,68	0,013	UYGUN	35,66	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB4	Min	-3,39	16,95	0,001	UYGUN	15,60	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB5	Max	18,38	91,90	0,008	UYGUN	33,47	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB5	Min	10,37	51,83	0,004	UYGUN	17,79	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB6	Max	23,56	117,80	0,010	UYGUN	20,54	6,37	0,001	UYGUN
865	COMB6	Min	-11,97	59,84	0,005	UYGUN	0,48	6,37	0,013	UYGUN
865	COMB7	Max	9,80	49,02	0,004	UYGUN	18,35	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB7	Min	1,79	8,95	0,001	UYGUN	2,67	6,37	0,000	UYGUN

Nokta	Kombinasyon	Yanal Yer Değiştirme Kontrolü				İkinci Mertebe Kontrolü			
		Y Yönündeki Deplasman mm	$\delta_i=R_y \cdot \Delta_i$	$\delta_i/h$	KONTROL $\delta_i/h \leq 0,02$	Kesme Kuvveti kN	Kütle kN	$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=1}^N w_j}{V_i h_i}$	KONTROL $\theta_i \leq 0,12$
687	COMB1	-0,09	0,47	0,000039	UYGUN	1,42	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB2	0,03	0,15	0,000013	UYGUN	0,73	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB3	0,08	0,40	0,000033	UYGUN	0,14	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB4 Max	-0,05	0,26	0,000022	UYGUN	1,07	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB4 Min	-0,07	0,36	0,000030	UYGUN	0,84	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB5 Max	1,02	5,12	0,000426	UYGUN	1,33	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB5 Min	-1,15	5,74	0,000478	UYGUN	0,58	6,37	0,001	UYGUN
687	COMB6 Max	-0,01	0,07	0,000006	UYGUN	0,60	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB6 Min	-0,03	0,17	0,000014	UYGUN	0,37	6,37	0,000	UYGUN
687	COMB7 Max	1,06	5,31	0,000443	UYGUN	0,86	6,37	0,001	UYGUN
687	COMB7 Min	-1,11	5,55	0,000462	UYGUN	0,11	6,37	0,005	UYGUN
777	COMB1	-0,10	0,48	0,000040	UYGUN	1,42	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB2	-0,12	0,62	0,000052	UYGUN	1,14	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB3	-0,07	0,37	0,000031	UYGUN	0,55	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB4 Max	-0,05	0,27	0,000022	UYGUN	1,07	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB4 Min	-0,07	0,37	0,000030	UYGUN	0,84	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB5 Max	1,02	5,11	0,000425	UYGUN	1,33	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB5 Min	-1,15	5,74	0,000478	UYGUN	0,58	6,37	0,001	UYGUN
777	COMB6 Max	-0,01	0,07	0,000006	UYGUN	0,60	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB6 Min	-0,03	0,17	0,000014	UYGUN	0,37	6,37	0,000	UYGUN
777	COMB7 Max	1,06	5,30	0,000442	UYGUN	0,86	6,37	0,001	UYGUN
777	COMB7 Min	-1,11	5,54	0,000462	UYGUN	0,11	6,37	0,005	UYGUN
779	COMB1	-0,08	0,39	0,000033	UYGUN	0,04	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB2	0,04	0,20	0,000017	UYGUN	0,07	8,06	0,000	UYGUN

Geleneksel H Profil ile tasarlanan yapının y yönündeki deplasman kontrolleri

779	COMB3		0,08	0,41	0,000034	UYGUN	0,06	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB4	Max	-0,04	0,21	0,000018	UYGUN	0,03	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB4	Min	-0,06	0,31	0,000025	UYGUN	0,02	8,06	0,002	UYGUN
779	COMB5	Max	1,04	5,22	0,000435	UYGUN	0,58	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB5	Min	-1,15	5,73	0,000478	UYGUN	-0,53	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB6	Max	-0,01	0,05	0,000004	UYGUN	0,03	8,06	0,000	UYGUN
779	COMB6	Min	-0,03	0,15	0,000012	UYGUN	0,02	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB7	Max	1,08	5,38	0,000448	UYGUN	0,58	8,06	0,001	UYGUN
779	COMB7	Min	-1,11	5,57	0,000464	UYGUN	-0,54	8,06	0,001	UYGUN
781	COMB1		-0,05	0,25	0,000021	UYGUN	-0,11	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB2		0,05	0,23	0,000019	UYGUN	-0,05	8,06	0,001	UYGUN
781	COMB3		0,07	0,35	0,000029	UYGUN	0,02	8,06	0,002	UYGUN
781	COMB4	Max	-0,03	0,13	0,000010	UYGUN	-0,06	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB4	Min	-0,04	0,20	0,000017	UYGUN	-0,08	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB5	Max	1,07	5,34	0,000445	UYGUN	0,47	8,06	0,002	UYGUN
781	COMB5	Min	-1,13	5,67	0,000472	UYGUN	-0,62	8,06	0,001	UYGUN
781	COMB6	Max	-0,01	0,03	0,000003	UYGUN	-0,01	8,06	0,000	UYGUN
781	COMB6	Min	-0,02	0,11	0,000009	UYGUN	-0,03	8,06	0,001	UYGUN
781	COMB7	Max	1,09	5,43	0,000453	UYGUN	0,53	8,06	0,001	UYGUN
781	COMB7	Min	-1,11	5,57	0,000464	UYGUN	-0,57	8,06	0,001	UYGUN
783	COMB1		0,00	0,02	0,000001	UYGUN	-0,35	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB2		0,06	0,28	0,000023	UYGUN	-0,27	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB3		0,05	0,27	0,000022	UYGUN	0,00	8,06	0,008	UYGUN
783	COMB4	Max	0,00	0,00	0,000000	UYGUN	-0,22	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB4	Min	-0,01	0,03	0,000002	UYGUN	-0,23	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB5	Max	1,10	5,50	0,000458	UYGUN	0,33	8,06	0,002	UYGUN
783	COMB5	Min	-1,11	5,53	0,000461	UYGUN	-0,78	8,06	0,001	UYGUN
783	COMB6	Max	0,00	0,01	0,000001	UYGUN	0,00	8,06	0,001	UYGUN
783	COMB6	Min	-0,01	0,04	0,000003	UYGUN	-0,02	8,06	0,000	UYGUN
783	COMB7	Max	1,10	5,49	0,000458	UYGUN	0,55	8,06	0,001	UYGUN
783	COMB7	Min	-1,11	5,54	0,000462	UYGUN	-0,56	8,06	0,001	UYGUN

785	COMB1	0,03	0,16	0,000013	UYGUN	-0,21	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB2	0,06	0,30	0,000025	UYGUN	-0,12	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB3	0,04	0,18	0,000015	UYGUN	0,05	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB4 Max	0,02	0,10	0,000008	UYGUN	-0,13	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB4 Min	0,02	0,10	0,000008	UYGUN	-0,13	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB5 Max	1,13	5,65	0,000471	UYGUN	1,26	7,66	0,001	UYGUN
785	COMB5 Min	-1,09	5,46	0,000455	UYGUN	-1,52	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB6 Max	0,00	0,00	0,000000	UYGUN	0,00	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB6 Min	0,00	0,00	0,000000	UYGUN	0,00	7,66	0,000	UYGUN
785	COMB7 Max	1,11	5,56	0,000463	UYGUN	1,39	7,66	0,001	UYGUN
785	COMB7 Min	-1,11	5,56	0,000463	UYGUN	-1,39	7,66	0,001	UYGUN
787	COMB1	0,07	0,33	0,000027	UYGUN	0,34	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB2	0,06	0,32	0,000026	UYGUN	0,29	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB3	0,02	0,09	0,000007	UYGUN	0,02	8,06	0,001	UYGUN
787	COMB4 Max	0,04	0,22	0,000018	UYGUN	0,22	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB4 Min	0,04	0,19	0,000016	UYGUN	0,21	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB5 Max	1,14	5,72	0,000477	UYGUN	0,77	8,06	0,001	UYGUN
787	COMB5 Min	-1,06	5,31	0,000443	UYGUN	-0,34	8,06	0,002	UYGUN
787	COMB6 Max	0,01	0,04	0,000004	UYGUN	0,02	8,06	0,000	UYGUN
787	COMB6 Min	0,00	0,01	0,000001	UYGUN	0,00	8,06	0,001	UYGUN
787	COMB7 Max	1,11	5,54	0,000462	UYGUN	0,56	8,06	0,001	UYGUN
787	COMB7 Min	-1,10	5,49	0,000458	UYGUN	-0,55	8,06	0,001	UYGUN
789	COMB1	0,11	0,57	0,000048	UYGUN	0,52	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB2	0,08	0,39	0,000033	UYGUN	0,43	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB3	0,00	0,01	0,000001	UYGUN	0,02	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB4 Max	0,08	0,41	0,000034	UYGUN	0,34	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB4 Min	0,07	0,33	0,000027	UYGUN	0,32	8,06	0,000	UYGUN
789	COMB5 Max	1,17	5,87	0,000489	UYGUN	0,88	8,06	0,001	UYGUN
789	COMB5 Min	-1,03	5,14	0,000428	UYGUN	-0,22	8,06	0,003	UYGUN
789	COMB6 Max	0,02	0,11	0,000009	UYGUN	0,03	8,06	0,001	UYGUN
789	COMB6 Min	0,01	0,03	0,000003	UYGUN	0,01	8,06	0,000	UYGUN

789	COMB7	Max	1,11	5,57	0,000464	UYGUN	0,57	8,06	0,001	UYGUN
789	COMB7	Min	-1,09	5,43	0,000452	UYGUN	-0,53	8,06	0,001	UYGUN
791	COMB1		0,15	0,73	0,000061	UYGUN	0,23	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB2		0,09	0,45	0,000038	UYGUN	0,19	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB3		-0,01	0,03	0,000003	UYGUN	-0,02	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB4	Max	0,10	0,52	0,000043	UYGUN	0,14	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB4	Min	0,08	0,42	0,000035	UYGUN	0,13	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB5	Max	1,19	5,95	0,000495	UYGUN	0,70	8,06	0,001	UYGUN
791	COMB5	Min	-1,00	5,01	0,000417	UYGUN	-0,42	8,06	0,002	UYGUN
791	COMB6	Max	0,03	0,15	0,000012	UYGUN	-0,02	8,06	0,001	UYGUN
791	COMB6	Min	0,01	0,05	0,000004	UYGUN	-0,03	8,06	0,000	UYGUN
791	COMB7	Max	1,11	5,57	0,000464	UYGUN	0,54	8,06	0,001	UYGUN
791	COMB7	Min	-1,08	5,38	0,000448	UYGUN	-0,58	8,06	0,001	UYGUN
793	COMB1		0,16	0,82	0,000068	UYGUN	-1,37	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB2		0,10	0,51	0,000042	UYGUN	-0,71	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB3		0,00	0,02	0,000002	UYGUN	-0,16	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB4	Max	0,12	0,58	0,000048	UYGUN	-0,81	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB4	Min	0,10	0,48	0,000040	UYGUN	-1,04	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB5	Max	1,19	5,96	0,000496	UYGUN	-0,55	6,37	0,001	UYGUN
793	COMB5	Min	-0,98	4,90	0,000408	UYGUN	-1,30	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB6	Max	0,03	0,17	0,000014	UYGUN	-0,37	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB6	Min	0,01	0,07	0,000006	UYGUN	-0,60	6,37	0,000	UYGUN
793	COMB7	Max	1,11	5,55	0,000462	UYGUN	-0,11	6,37	0,005	UYGUN
793	COMB7	Min	-1,06	5,31	0,000442	UYGUN	-0,86	6,37	0,001	UYGUN
802	COMB1		-0,08	0,40	0,000033	UYGUN	0,04	8,06	0,001	UYGUN
802	COMB2		-0,12	0,59	0,000049	UYGUN	0,03	8,06	0,003	UYGUN
802	COMB3		-0,08	0,38	0,000032	UYGUN	0,02	8,06	0,002	UYGUN
802	COMB4	Max	-0,04	0,22	0,000018	UYGUN	0,03	8,06	0,001	UYGUN
802	COMB4	Min	-0,06	0,31	0,000025	UYGUN	0,02	8,06	0,002	UYGUN
802	COMB5	Max	1,04	5,21	0,000434	UYGUN	0,58	8,06	0,001	UYGUN
802	COMB5	Min	-1,15	5,73	0,000478	UYGUN	-0,53	8,06	0,001	UYGUN

802	COMB6	Max	-0,01	0,05	0,000004	UYGUN	0,03	8,06	0,000	UYGUN
802	COMB6	Min	-0,03	0,15	0,000012	UYGUN	0,02	8,06	0,001	UYGUN
802	COMB7	Max	1,07	5,37	0,000448	UYGUN	0,58	8,06	0,001	UYGUN
802	COMB7	Min	-1,11	5,57	0,000464	UYGUN	-0,54	8,06	0,001	UYGUN
811	COMB1		-0,05	0,26	0,000021	UYGUN	-0,11	8,06	0,000	UYGUN
811	COMB2		-0,10	0,48	0,000040	UYGUN	-0,06	8,06	0,001	UYGUN
811	COMB3		-0,07	0,36	0,000030	UYGUN	0,01	8,06	0,006	UYGUN
811	COMB4	Max	-0,03	0,13	0,000011	UYGUN	-0,06	8,06	0,000	UYGUN
811	COMB4	Min	-0,04	0,21	0,000017	UYGUN	-0,08	8,06	0,000	UYGUN
811	COMB5	Max	1,07	5,33	0,000444	UYGUN	0,47	8,06	0,002	UYGUN
811	COMB5	Min	-1,13	5,66	0,000472	UYGUN	-0,62	8,06	0,001	UYGUN
811	COMB6	Max	-0,01	0,03	0,000003	UYGUN	-0,01	8,06	0,001	UYGUN
811	COMB6	Min	-0,02	0,11	0,000009	UYGUN	-0,03	8,06	0,001	UYGUN
811	COMB7	Max	1,08	5,42	0,000452	UYGUN	0,53	8,06	0,001	UYGUN
811	COMB7	Min	-1,11	5,57	0,000464	UYGUN	-0,57	8,06	0,001	UYGUN
820	COMB1		0,00	0,02	0,000002	UYGUN	-0,35	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB2		-0,06	0,29	0,000024	UYGUN	-0,29	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB3		-0,06	0,30	0,000025	UYGUN	-0,01	8,06	0,003	UYGUN
820	COMB4	Max	0,00	0,00	0,000000	UYGUN	-0,22	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB4	Min	-0,01	0,03	0,000003	UYGUN	-0,23	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB5	Max	1,10	5,49	0,000458	UYGUN	0,33	8,06	0,002	UYGUN
820	COMB5	Min	-1,11	5,53	0,000460	UYGUN	-0,77	8,06	0,001	UYGUN
820	COMB6	Max	0,00	0,01	0,000001	UYGUN	0,00	8,06	0,001	UYGUN
820	COMB6	Min	-0,01	0,04	0,000004	UYGUN	-0,02	8,06	0,000	UYGUN
820	COMB7	Max	1,10	5,48	0,000457	UYGUN	0,54	8,06	0,001	UYGUN
820	COMB7	Min	-1,11	5,54	0,000461	UYGUN	-0,56	8,06	0,001	UYGUN
829	COMB1		0,03	0,15	0,000012	UYGUN	-0,21	7,66	0,000	UYGUN
829	COMB2		-0,03	0,14	0,000012	UYGUN	-0,23	7,66	0,000	UYGUN
829	COMB3		-0,05	0,26	0,000022	UYGUN	-0,07	7,66	0,001	UYGUN
829	COMB4	Max	0,02	0,10	0,000008	UYGUN	-0,13	7,66	0,000	UYGUN
829	COMB4	Min	0,02	0,09	0,000008	UYGUN	-0,13	7,66	0,000	UYGUN

829	COMB5	Max	1,13	5,64	0,000470	UYGUN	1,26	7,66	0,001	UYGUN
829	COMB5	Min	-1,09	5,46	0,000455	UYGUN	-1,52	7,66	0,000	UYGUN
829	COMB6	Max	0,00	0,00	0,000000	UYGUN	0,00	7,66	0,001	UYGUN
829	COMB6	Min	0,00	0,00	0,000000	UYGUN	0,00	7,66	0,001	UYGUN
829	COMB7	Max	1,11	5,55	0,000463	UYGUN	1,39	7,66	0,001	UYGUN
829	COMB7	Min	-1,11	5,55	0,000463	UYGUN	-1,39	7,66	0,001	UYGUN
838	COMB1		0,06	0,32	0,000026	UYGUN	0,34	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB2		0,00	0,02	0,000002	UYGUN	0,24	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB3		-0,04	0,21	0,000017	UYGUN	-0,03	8,06	0,001	UYGUN
838	COMB4	Max	0,04	0,22	0,000018	UYGUN	0,22	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB4	Min	0,04	0,19	0,000015	UYGUN	0,21	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB5	Max	1,14	5,71	0,000476	UYGUN	0,76	8,06	0,001	UYGUN
838	COMB5	Min	-1,06	5,31	0,000442	UYGUN	-0,34	8,06	0,002	UYGUN
838	COMB6	Max	0,01	0,04	0,000004	UYGUN	0,02	8,06	0,000	UYGUN
838	COMB6	Min	0,00	0,01	0,000001	UYGUN	0,00	8,06	0,001	UYGUN
838	COMB7	Max	1,11	5,54	0,000461	UYGUN	0,56	8,06	0,001	UYGUN
838	COMB7	Min	-1,10	5,48	0,000457	UYGUN	-0,54	8,06	0,001	UYGUN
847	COMB1		0,11	0,57	0,000047	UYGUN	0,52	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB2		0,05	0,23	0,000019	UYGUN	0,35	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB3		-0,03	0,15	0,000012	UYGUN	-0,05	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB4	Max	0,08	0,40	0,000033	UYGUN	0,34	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB4	Min	0,07	0,33	0,000027	UYGUN	0,32	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB5	Max	1,17	5,86	0,000488	UYGUN	0,88	8,06	0,001	UYGUN
847	COMB5	Min	-1,03	5,13	0,000428	UYGUN	-0,22	8,06	0,003	UYGUN
847	COMB6	Max	0,02	0,11	0,000009	UYGUN	0,03	8,06	0,001	UYGUN
847	COMB6	Min	0,01	0,03	0,000003	UYGUN	0,01	8,06	0,000	UYGUN
847	COMB7	Max	1,11	5,56	0,000463	UYGUN	0,57	8,06	0,001	UYGUN
847	COMB7	Min	-1,08	5,42	0,000452	UYGUN	-0,53	8,06	0,001	UYGUN
856	COMB1		0,15	0,73	0,000060	UYGUN	0,23	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB2		0,07	0,37	0,000030	UYGUN	0,14	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB3		-0,02	0,12	0,000010	UYGUN	-0,07	8,06	0,000	UYGUN



856	COMB4	Max	0,10	0,52	0,000043	UYGUN	0,14	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB4	Min	0,08	0,42	0,000035	UYGUN	0,13	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB5	Max	1,19	5,94	0,000495	UYGUN	0,70	8,06	0,001	UYGUN
856	COMB5	Min	-1,00	5,00	0,000417	UYGUN	-0,42	8,06	0,002	UYGUN
856	COMB6	Max	0,03	0,15	0,000012	UYGUN	-0,02	8,06	0,001	UYGUN
856	COMB6	Min	0,01	0,05	0,000004	UYGUN	-0,03	8,06	0,000	UYGUN
856	COMB7	Max	1,11	5,57	0,000464	UYGUN	0,54	8,06	0,001	UYGUN
856	COMB7	Min	-1,07	5,37	0,000448	UYGUN	-0,58	8,06	0,001	UYGUN
865	COMB1		0,16	0,82	0,000068	UYGUN	-1,37	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB2		0,08	0,42	0,000035	UYGUN	-1,06	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB3		-0,02	0,11	0,000009	UYGUN	-0,51	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB4	Max	0,12	0,58	0,000048	UYGUN	-0,81	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB4	Min	0,10	0,48	0,000040	UYGUN	-1,04	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB5	Max	1,19	5,95	0,000495	UYGUN	-0,55	6,37	0,001	UYGUN
865	COMB5	Min	-0,98	4,90	0,000408	UYGUN	-1,30	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB6	Max	0,03	0,17	0,000014	UYGUN	-0,37	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB6	Min	0,01	0,07	0,000006	UYGUN	-0,60	6,37	0,000	UYGUN
865	COMB7	Max	1,11	5,54	0,000462	UYGUN	-0,11	6,37	0,005	UYGUN
865	COMB7	Min	-1,06	5,30	0,000442	UYGUN	-0,86	6,37	0,001	UYGUN

Nokta	Kombinasyon	Yanal Yer Değiştirme Kontrolü				İkinci Mertebe Kontrolü			
		X Yönündeki Deplasman mm	$\delta_i=R_x \cdot \Delta_i$	$\delta_i/h$	KONTROL $\delta_i/h \leq 0,02$	Kesme Kuvveti kN	Kütle kN	$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i}$	KONTROL $\theta_i \leq 0,12$
687	COMB1	-6,52	32,62	0,003	UYGUN	-28,63	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB2	4,88	24,41	0,002	UYGUN	-1,19	3,02	0,001	UYGUN
687	COMB3	8,76	43,82	0,004	UYGUN	15,85	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB4 Max	2,91	14,55	0,001	UYGUN	-8,86	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB4 Min	-11,41	57,03	0,005	UYGUN	-28,42	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB5 Max	-2,57	12,85	0,001	UYGUN	-12,21	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB5 Min	-5,93	29,64	0,002	UYGUN	-25,08	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB6 Max	5,93	29,64	0,002	UYGUN	4,38	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB6 Min	-8,39	41,94	0,003	UYGUN	-15,18	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB7 Max	0,45	2,25	0,000	UYGUN	1,04	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB7 Min	-2,91	14,55	0,001	UYGUN	-11,83	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB1	6,52	32,61	0,003	UYGUN	28,64	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB2	13,20	66,00	0,006	UYGUN	36,47	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB3	9,32	46,60	0,004	UYGUN	19,42	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB4 Max	11,40	57,02	0,005	UYGUN	28,43	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB4 Min	-2,91	14,55	0,001	UYGUN	8,87	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB5 Max	5,93	29,63	0,002	UYGUN	25,08	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB5 Min	2,57	12,84	0,001	UYGUN	12,21	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB6 Max	8,39	41,93	0,003	UYGUN	15,18	3,02	0,000	UYGUN

Ondüin gövdeli Sin Profili ile tasarlanan yapının x yönündeki deplasman kontrolleri

777	COMB6	Min	-5,93	29,63	0,002	UYGUN	-4,38	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB7	Max	2,91	14,55	0,001	UYGUN	11,83	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB7	Min	-0,45	2,25	0,000	UYGUN	-1,04	3,02	0,000	UYGUN
779	COMB1		-6,68	33,38	0,003	UYGUN	-35,23	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB2		5,14	25,71	0,002	UYGUN	18,27	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB3		9,12	45,62	0,004	UYGUN	39,70	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB4	Max	2,85	14,25	0,001	UYGUN	-12,32	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB4	Min	-11,54	57,71	0,005	UYGUN	-33,44	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB5	Max	-3,18	15,88	0,001	UYGUN	-18,35	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB5	Min	-5,52	27,59	0,002	UYGUN	-27,42	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB6	Max	5,95	29,73	0,002	UYGUN	4,32	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB6	Min	-8,45	42,23	0,004	UYGUN	-16,80	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB7	Max	-0,08	0,40	0,000	UYGUN	-1,70	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB7	Min	-2,42	12,11	0,001	UYGUN	-10,77	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB1		-8,16	40,81	0,003	UYGUN	-40,99	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB2		7,37	36,86	0,003	UYGUN	19,01	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB3		12,44	62,19	0,005	UYGUN	44,58	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB4	Max	3,07	15,34	0,001	UYGUN	-14,50	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB4	Min	-13,65	68,23	0,006	UYGUN	-38,59	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB5	Max	-4,02	20,12	0,002	UYGUN	-22,00	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB5	Min	-6,55	32,77	0,003	UYGUN	-31,10	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB6	Max	7,00	35,00	0,003	UYGUN	5,34	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB6	Min	-9,71	48,57	0,004	UYGUN	-18,74	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB7	Max	-0,09	0,46	0,000	UYGUN	-2,15	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB7	Min	-2,62	13,11	0,001	UYGUN	-11,25	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB1		-8,15	40,73	0,003	UYGUN	-40,87	4,23	0,000	UYGUN

783	COMB2		7,54	37,72	0,003	UYGUN	20,16	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB3		12,59	62,96	0,005	UYGUN	45,64	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB4	Max	3,09	15,46	0,001	UYGUN	-14,28	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB4	Min	-13,65	68,26	0,006	UYGUN	-38,66	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB5	Max	-3,70	18,52	0,002	UYGUN	-20,22	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB5	Min	-6,86	34,29	0,003	UYGUN	-32,72	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB6	Max	7,01	35,05	0,003	UYGUN	5,50	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB6	Min	-9,73	48,67	0,004	UYGUN	-18,89	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB7	Max	0,22	1,08	0,000	UYGUN	-0,44	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB7	Min	-2,94	14,70	0,001	UYGUN	-12,95	4,23	0,000	UYGUN
785	COMB1		-8,07	40,35	0,003	UYGUN	-41,56	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB2		7,88	39,41	0,003	UYGUN	19,41	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB3		13,15	65,76	0,005	UYGUN	46,89	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB4	Max	2,81	14,06	0,001	UYGUN	-15,13	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB4	Min	-13,21	66,05	0,006	UYGUN	-38,33	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB5	Max	-5,18	25,91	0,002	UYGUN	-26,63	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB5	Min	-5,22	26,08	0,002	UYGUN	-26,83	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB6	Max	6,90	34,48	0,003	UYGUN	6,15	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB6	Min	-9,13	45,64	0,004	UYGUN	-17,05	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB7	Max	-1,10	5,50	0,000	UYGUN	-5,36	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB7	Min	-1,13	5,67	0,000	UYGUN	-5,55	3,83	0,000	UYGUN
787	COMB1		-8,36	41,78	0,003	UYGUN	-43,36	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB2		7,50	37,52	0,003	UYGUN	18,09	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB3		12,72	63,61	0,005	UYGUN	45,60	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB4	Max	2,98	14,91	0,001	UYGUN	-15,79	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB4	Min	-13,80	69,02	0,006	UYGUN	-40,26	4,23	0,000	UYGUN

787	COMB5	Max	-3,84	19,18	0,002	UYGUN	-21,79	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB5	Min	-6,99	34,94	0,003	UYGUN	-34,27	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB6	Max	7,03	35,16	0,003	UYGUN	5,54	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB6	Min	-9,75	48,77	0,004	UYGUN	-18,93	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB7	Max	0,21	1,07	0,000	UYGUN	-0,45	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB7	Min	-2,94	14,69	0,001	UYGUN	-12,94	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB1		-8,27	41,34	0,003	UYGUN	-40,97	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB2		7,60	38,00	0,003	UYGUN	19,78	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB3		12,75	63,77	0,005	UYGUN	45,34	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB4	Max	3,02	15,11	0,001	UYGUN	-14,47	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB4	Min	-13,73	68,66	0,006	UYGUN	-38,60	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB5	Max	-4,09	20,45	0,002	UYGUN	-21,98	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB5	Min	-6,62	33,11	0,003	UYGUN	-31,09	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB6	Max	7,02	35,10	0,003	UYGUN	5,37	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB6	Min	-9,73	48,67	0,004	UYGUN	-18,76	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB7	Max	-0,09	0,46	0,000	UYGUN	-2,15	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB7	Min	-2,62	13,12	0,001	UYGUN	-11,25	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB1		-6,76	33,78	0,003	UYGUN	-35,51	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB2		6,66	33,29	0,003	UYGUN	20,47	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB3		10,70	53,52	0,004	UYGUN	42,13	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB4	Max	2,81	14,05	0,001	UYGUN	-12,48	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB4	Min	-11,60	58,01	0,005	UYGUN	-33,64	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB5	Max	-3,22	16,12	0,001	UYGUN	-18,53	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB5	Min	-5,57	27,84	0,002	UYGUN	-27,59	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB6	Max	5,96	29,78	0,002	UYGUN	4,34	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB6	Min	-8,46	42,28	0,004	UYGUN	-16,82	4,23	0,000	UYGUN

791	COMB7	Max	-0,08	0,40	0,000	UYGUN	-1,71	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB7	Min	-2,42	12,11	0,001	UYGUN	-10,77	4,23	0,000	UYGUN
793	COMB1		-6,45	32,27	0,003	UYGUN	-28,30	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB2		6,79	33,97	0,003	UYGUN	10,48	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB3		10,62	53,10	0,004	UYGUN	27,25	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB4	Max	2,96	14,81	0,001	UYGUN	-8,65	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB4	Min	-11,37	56,85	0,005	UYGUN	-28,23	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB5	Max	-2,53	12,63	0,001	UYGUN	-12,00	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB5	Min	-5,88	29,42	0,002	UYGUN	-24,87	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB6	Max	5,94	29,68	0,002	UYGUN	4,39	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB6	Min	-8,40	41,98	0,003	UYGUN	-15,19	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB7	Max	0,45	2,25	0,000	UYGUN	1,04	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB7	Min	-2,91	14,55	0,001	UYGUN	-11,83	3,02	0,000	UYGUN
802	COMB1		6,68	33,38	0,003	UYGUN	35,24	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB2		13,30	66,51	0,006	UYGUN	47,83	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB3		9,32	46,60	0,004	UYGUN	26,39	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB4	Max	11,54	57,71	0,005	UYGUN	33,45	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB4	Min	-2,85	14,25	0,001	UYGUN	12,33	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB5	Max	5,52	27,58	0,002	UYGUN	27,43	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB5	Min	3,18	15,88	0,001	UYGUN	18,36	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB6	Max	8,45	42,23	0,004	UYGUN	16,80	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB6	Min	-5,95	29,73	0,002	UYGUN	-4,32	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB7	Max	2,42	12,11	0,001	UYGUN	10,77	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB7	Min	0,08	0,40	0,000	UYGUN	1,71	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB1		8,16	40,78	0,003	UYGUN	40,98	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB2		17,03	85,16	0,007	UYGUN	54,28	4,23	0,000	UYGUN

811	COMB3		11,97	59,85	0,005	UYGUN	28,71	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB4	Max	13,64	68,21	0,006	UYGUN	38,58	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB4	Min	-3,07	15,36	0,001	UYGUN	14,50	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB5	Max	6,55	32,76	0,003	UYGUN	31,09	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB5	Min	4,02	20,10	0,002	UYGUN	21,99	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB6	Max	9,71	48,57	0,004	UYGUN	18,74	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB6	Min	-7,00	35,00	0,003	UYGUN	-5,34	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB7	Max	2,62	13,11	0,001	UYGUN	11,25	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB7	Min	0,09	0,46	0,000	UYGUN	2,15	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB1		8,14	40,71	0,003	UYGUN	40,86	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB2		16,99	84,95	0,007	UYGUN	54,42	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB3		11,95	59,73	0,005	UYGUN	28,94	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB4	Max	13,65	68,24	0,006	UYGUN	38,66	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB4	Min	-3,09	15,47	0,001	UYGUN	14,27	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB5	Max	6,85	34,27	0,003	UYGUN	32,72	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB5	Min	3,70	18,50	0,002	UYGUN	20,21	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB6	Max	9,73	48,66	0,004	UYGUN	18,89	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB6	Min	-7,01	35,05	0,003	UYGUN	-5,50	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB7	Max	2,94	14,69	0,001	UYGUN	12,95	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB7	Min	-0,22	1,08	0,000	UYGUN	0,44	4,23	0,000	UYGUN
829	COMB1		8,07	40,34	0,003	UYGUN	41,55	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB2		17,35	86,76	0,007	UYGUN	55,51	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB3		12,08	60,41	0,005	UYGUN	28,03	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB4	Max	13,21	66,05	0,006	UYGUN	38,33	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB4	Min	-2,81	14,07	0,001	UYGUN	15,13	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB5	Max	5,22	26,08	0,002	UYGUN	26,83	3,83	0,000	UYGUN

829	COMB5	Min	5,18	25,90	0,002	UYGUN	26,63	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB6	Max	9,13	45,64	0,004	UYGUN	17,05	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB6	Min	-6,90	34,48	0,003	UYGUN	-6,15	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB7	Max	1,13	5,67	0,000	UYGUN	5,55	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB7	Min	1,10	5,49	0,000	UYGUN	5,36	3,83	0,000	UYGUN
838	COMB1		8,35	41,77	0,003	UYGUN	43,36	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB2		17,41	87,05	0,007	UYGUN	56,78	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB3		12,19	60,95	0,005	UYGUN	29,27	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB4	Max	13,80	69,02	0,006	UYGUN	40,26	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB4	Min	-2,98	14,91	0,001	UYGUN	15,79	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB5	Max	6,99	34,94	0,003	UYGUN	34,27	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB5	Min	3,84	19,18	0,002	UYGUN	21,78	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB6	Max	9,75	48,77	0,004	UYGUN	18,93	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB6	Min	-7,03	35,16	0,003	UYGUN	-5,54	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB7	Max	2,94	14,69	0,001	UYGUN	12,94	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB7	Min	-0,21	1,07	0,000	UYGUN	0,45	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB1		8,27	41,34	0,003	UYGUN	40,97	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB2		17,26	86,29	0,007	UYGUN	54,34	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB3		12,11	60,53	0,005	UYGUN	28,78	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB4	Max	13,73	68,66	0,006	UYGUN	38,60	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB4	Min	-3,02	15,11	0,001	UYGUN	14,47	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB5	Max	6,62	33,11	0,003	UYGUN	31,09	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB5	Min	4,09	20,45	0,002	UYGUN	21,98	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB6	Max	9,73	48,67	0,004	UYGUN	18,76	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB6	Min	-7,02	35,10	0,003	UYGUN	-5,37	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB7	Max	2,62	13,12	0,001	UYGUN	11,25	4,23	0,000	UYGUN



847	COMB7	Min	0,09	0,46	0,000	UYGUN	2,15	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB1		6,76	33,78	0,003	UYGUN	35,51	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB2		14,68	73,40	0,006	UYGUN	49,31	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB3		10,63	53,16	0,004	UYGUN	27,65	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB4	Max	11,60	58,01	0,005	UYGUN	33,64	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB4	Min	-2,81	14,05	0,001	UYGUN	12,48	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB5	Max	5,57	27,84	0,002	UYGUN	27,59	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB5	Min	3,23	16,13	0,001	UYGUN	18,53	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB6	Max	8,46	42,28	0,004	UYGUN	16,82	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB6	Min	-5,96	29,78	0,002	UYGUN	-4,34	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB7	Max	2,42	12,11	0,001	UYGUN	10,77	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB7	Min	0,08	0,40	0,000	UYGUN	1,71	4,23	0,000	UYGUN
865	COMB1		6,45	32,27	0,003	UYGUN	28,30	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB2		14,34	71,71	0,006	UYGUN	37,08	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB3		10,52	52,58	0,004	UYGUN	20,30	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB4	Max	11,37	56,85	0,005	UYGUN	28,23	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB4	Min	-2,96	14,81	0,001	UYGUN	8,65	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB5	Max	5,88	29,42	0,002	UYGUN	24,87	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB5	Min	2,53	12,63	0,001	UYGUN	12,00	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB6	Max	8,40	41,98	0,003	UYGUN	15,19	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB6	Min	-5,94	29,68	0,002	UYGUN	-4,39	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB7	Max	2,91	14,55	0,001	UYGUN	11,83	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB7	Min	-0,45	2,25	0,000	UYGUN	-1,04	3,02	0,000	UYGUN

Ondülin gövdeli Sin Profil ile tasarlanan yapının y yönündeki deplasman kontrolleri

Nokta	Kombinasyon	Yanal Yer Değiştirme Kontrolü				İkinci Mertebe Kontrolü			
		Y Yönündeki Deplasman mm	$\delta_i=R_y \cdot \Delta_i$	$\delta_i/h$	KONTROL $\delta_i/h \leq 0,02$	Kesme Kuvveti kN	Kütle kN	$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i}$	KONTROL $\theta_i \leq 0,12$
687	COMB1	-0,15	0,604000	0,000050	UYGUN	0,753	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB2	0,00	0,015960	0,000001	UYGUN	0,401	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB3	0,09	0,352000	0,000029	UYGUN	0,012	3,02	0,002	UYGUN
687	COMB4 Max	-0,07	0,296000	0,000025	UYGUN	0,574	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB4 Min	-0,12	0,484000	0,000040	UYGUN	0,421	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB5 Max	1,39	5,552000	0,000463	UYGUN	0,921	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB5 Min	-1,58	6,336000	0,000528	UYGUN	0,074	3,02	0,005	UYGUN
687	COMB6 Max	0,00	0,010836	0,000001	UYGUN	0,269	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB6 Min	-0,05	0,200000	0,000017	UYGUN	0,117	3,02	0,000	UYGUN
687	COMB7 Max	1,46	5,840000	0,000487	UYGUN	0,616	3,02	0,001	UYGUN
687	COMB7 Min	-1,51	6,048000	0,000504	UYGUN	-0,23	3,02	0,002	UYGUN
777	COMB1	-0,15	0,608000	0,000051	UYGUN	0,753	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB2	-0,16	0,636000	0,000053	UYGUN	0,593	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB3	-0,07	0,264000	0,000022	UYGUN	0,203	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB4 Max	-0,08	0,300000	0,000025	UYGUN	0,574	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB4 Min	-0,12	0,488000	0,000041	UYGUN	0,422	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB5 Max	1,39	5,552000	0,000463	UYGUN	0,921	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB5 Min	-1,59	6,340000	0,000528	UYGUN	0,075	3,02	0,005	UYGUN
777	COMB6 Max	0,00	0,011608	0,000001	UYGUN	0,27	3,02	0,000	UYGUN

777	COMB6	Min	-0,05	0,200000	0,000017	UYGUN	0,117	3,02	0,000	UYGUN
777	COMB7	Max	1,46	5,840000	0,000487	UYGUN	0,616	3,02	0,001	UYGUN
777	COMB7	Min	-1,51	6,052000	0,000504	UYGUN	-0,23	3,02	0,002	UYGUN
779	COMB1		-0,10	0,384000	0,000032	UYGUN	0,049	4,23	0,001	UYGUN
779	COMB2		0,03	0,112000	0,000009	UYGUN	0,059	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB3		0,09	0,352000	0,000029	UYGUN	0,033	4,23	0,001	UYGUN
779	COMB4	Max	-0,04	0,160000	0,000013	UYGUN	0,039	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB4	Min	-0,08	0,336000	0,000028	UYGUN	0,026	4,23	0,001	UYGUN
779	COMB5	Max	1,43	5,732000	0,000478	UYGUN	0,129	4,23	0,004	UYGUN
779	COMB5	Min	-1,56	6,228000	0,000519	UYGUN	-0,065	4,23	0,008	UYGUN
779	COMB6	Max	0,01	0,026020	0,000002	UYGUN	0,018	4,23	0,000	UYGUN
779	COMB6	Min	-0,04	0,148000	0,000012	UYGUN	0,005354	4,23	0,002	UYGUN
779	COMB7	Max	1,48	5,920000	0,000493	UYGUN	0,109	4,23	0,005	UYGUN
779	COMB7	Min	-1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	-0,085	4,23	0,006	UYGUN
781	COMB1		-0,09	0,344000	0,000029	UYGUN	-0,155	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB2		0,01	0,027716	0,000002	UYGUN	-0,092	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB3		0,06	0,232000	0,000019	UYGUN	-0,00059	4,23	0,035	UYGUN
781	COMB4	Max	-0,04	0,152000	0,000013	UYGUN	-0,09	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB4	Min	-0,07	0,296000	0,000025	UYGUN	-0,112	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB5	Max	1,44	5,756000	0,000480	UYGUN	0,074	4,23	0,007	UYGUN
781	COMB5	Min	-1,55	6,200000	0,000517	UYGUN	-0,275	4,23	0,002	UYGUN
781	COMB6	Max	0,00	0,008976	0,000001	UYGUN	-0,018	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB6	Min	-0,03	0,136000	0,000011	UYGUN	-0,041	4,23	0,000	UYGUN
781	COMB7	Max	1,48	5,916000	0,000493	UYGUN	0,145	4,23	0,004	UYGUN
781	COMB7	Min	-1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	-0,204	4,23	0,003	UYGUN
783	COMB1		0,00	0,018404	0,000002	UYGUN	-0,226	4,23	0,000	UYGUN

783	COMB2		0,03	0,132000	0,000011	UYGUN	-0,183	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB3		0,04	0,148000	0,000012	UYGUN	-0,00585	4,23	0,002	UYGUN
783	COMB4	Max	0,00	0,010176	0,000001	UYGUN	-0,139	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB4	Min	-0,01	0,033488	0,000003	UYGUN	-0,145	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB5	Max	1,50	5,980000	0,000498	UYGUN	0,108	4,23	0,005	UYGUN
783	COMB5	Min	-1,50	6,004000	0,000500	UYGUN	-0,392	4,23	0,001	UYGUN
783	COMB6	Max	0,01	0,020748	0,000002	UYGUN	-0,00297	4,23	0,001	UYGUN
783	COMB6	Min	-0,01	0,022920	0,000002	UYGUN	-0,00821	4,23	0,000	UYGUN
783	COMB7	Max	1,50	5,988000	0,000499	UYGUN	0,245	4,23	0,002	UYGUN
783	COMB7	Min	-1,50	5,992000	0,000499	UYGUN	-0,256	4,23	0,002	UYGUN
785	COMB1		-0,01	0,037268	0,000003	UYGUN	-0,107	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB2		0,00	0,017984	0,000001	UYGUN	-0,087	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB3		0,01	0,048000	0,000004	UYGUN	0,00	3,83	0,016	UYGUN
785	COMB4	Max	-0,01	0,021972	0,000002	UYGUN	-0,066	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB4	Min	-0,01	0,024568	0,000002	UYGUN	-0,067	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB5	Max	1,51	6,020000	0,000502	UYGUN	0,629	3,83	0,001	UYGUN
785	COMB5	Min	-1,52	6,064000	0,000505	UYGUN	-0,763	3,83	0,001	UYGUN
785	COMB6	Max	0,00	0,001464	0,000000	UYGUN	0,000324	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB6	Min	0,00	0,001130	0,000000	UYGUN	-0,0003	3,83	0,000	UYGUN
785	COMB7	Max	1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	0,696	3,83	0,001	UYGUN
785	COMB7	Min	-1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	-0,696	3,83	0,001	UYGUN
787	COMB1		-0,02	0,080000	0,000007	UYGUN	0,178	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB2		-0,03	0,112000	0,000009	UYGUN	0,133	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB3		-0,01	0,044000	0,000004	UYGUN	-0,00528	4,23	0,001	UYGUN
787	COMB4	Max	-0,01	0,024424	0,000002	UYGUN	0,115	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB4	Min	-0,02	0,076000	0,000006	UYGUN	0,109	4,23	0,000	UYGUN

787	COMB5	Max	1,49	5,940000	0,000495	UYGUN	0,362	4,23	0,001	UYGUN
787	COMB5	Min	-1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	-0,138	4,23	0,004	UYGUN
787	COMB6	Max	0,01	0,026560	0,000002	UYGUN	0,008251	4,23	0,000	UYGUN
787	COMB6	Min	-0,01	0,023744	0,000002	UYGUN	0,002924	4,23	0,001	UYGUN
787	COMB7	Max	1,50	5,992000	0,000499	UYGUN	0,255	4,23	0,002	UYGUN
787	COMB7	Min	-1,50	5,988000	0,000499	UYGUN	-0,244	4,23	0,002	UYGUN
789	COMB1		0,07	0,284000	0,000024	UYGUN	0,34	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB2		0,01	0,056000	0,000005	UYGUN	0,247	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB3		-0,03	0,104000	0,000009	UYGUN	0,005768	4,23	0,002	UYGUN
789	COMB4	Max	0,07	0,264000	0,000022	UYGUN	0,228	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB4	Min	0,03	0,112000	0,000009	UYGUN	0,205	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB5	Max	1,54	6,168000	0,000514	UYGUN	0,391	4,23	0,001	UYGUN
789	COMB5	Min	-1,45	5,792000	0,000483	UYGUN	0,042	4,23	0,012	UYGUN
789	COMB6	Max	0,04	0,140000	0,000012	UYGUN	0,041	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB6	Min	0,00	0,012860	0,000001	UYGUN	0,018	4,23	0,000	UYGUN
789	COMB7	Max	1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	0,204	4,23	0,003	UYGUN
789	COMB7	Min	-1,48	5,916000	0,000493	UYGUN	-0,145	4,23	0,004	UYGUN
791	COMB1		0,10	0,384000	0,000032	UYGUN	0,146	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB2		0,02	0,060000	0,000005	UYGUN	0,109	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB3		-0,05	0,184000	0,000015	UYGUN	-0,024	4,23	0,001	UYGUN
791	COMB4	Max	0,09	0,340000	0,000028	UYGUN	0,097	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB4	Min	0,04	0,156000	0,000013	UYGUN	0,083	4,23	0,000	UYGUN
791	COMB5	Max	1,56	6,228000	0,000519	UYGUN	0,187	4,23	0,003	UYGUN
791	COMB5	Min	-1,43	5,732000	0,000478	UYGUN	-0,00734	4,23	0,069	UYGUN
791	COMB6	Max	0,04	0,152000	0,000013	UYGUN	-0,00526	4,23	0,003	UYGUN
791	COMB6	Min	-0,01	0,029888	0,000002	UYGUN	-0,019	4,23	0,000	UYGUN

791	COMB7	Max	1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	0,085	4,23	0,006	UYGUN
791	COMB7	Min	-1,48	5,920000	0,000493	UYGUN	-0,109	4,23	0,005	UYGUN
793	COMB1		0,16	0,636000	0,000053	UYGUN	-0,652	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB2		0,06	0,220000	0,000018	UYGUN	-0,318	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB3		-0,04	0,176000	0,000015	UYGUN	-0,011	3,02	0,001	UYGUN
793	COMB4	Max	0,13	0,512000	0,000043	UYGUN	-0,358	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB4	Min	0,08	0,312000	0,000026	UYGUN	-0,511	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB5	Max	1,59	6,360000	0,000530	UYGUN	-0,011	3,02	0,036	UYGUN
793	COMB5	Min	-1,38	5,532000	0,000461	UYGUN	-0,857	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB6	Max	0,05	0,204000	0,000017	UYGUN	-0,117	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB6	Min	0,00	0,007236	0,000001	UYGUN	-0,27	3,02	0,000	UYGUN
793	COMB7	Max	1,51	6,052000	0,000504	UYGUN	0,23	3,02	0,002	UYGUN
793	COMB7	Min	-1,46	5,840000	0,000487	UYGUN	-0,616	3,02	0,001	UYGUN
802	COMB1		-0,10	0,384000	0,000032	UYGUN	0,049	4,23	0,001	UYGUN
802	COMB2		-0,13	0,508000	0,000042	UYGUN	0,036	4,23	0,001	UYGUN
802	COMB3		-0,07	0,268000	0,000022	UYGUN	0,009933	4,23	0,002	UYGUN
802	COMB4	Max	-0,04	0,160000	0,000013	UYGUN	0,039	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB4	Min	-0,08	0,336000	0,000028	UYGUN	0,026	4,23	0,001	UYGUN
802	COMB5	Max	1,43	5,732000	0,000478	UYGUN	0,129	4,23	0,004	UYGUN
802	COMB5	Min	-1,56	6,228000	0,000519	UYGUN	-0,065	4,23	0,008	UYGUN
802	COMB6	Max	0,01	0,025492	0,000002	UYGUN	0,018	4,23	0,000	UYGUN
802	COMB6	Min	-0,04	0,148000	0,000012	UYGUN	0,005367	4,23	0,002	UYGUN
802	COMB7	Max	1,48	5,920000	0,000493	UYGUN	0,109	4,23	0,005	UYGUN
802	COMB7	Min	-1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	-0,085	4,23	0,006	UYGUN
811	COMB1		-0,09	0,344000	0,000029	UYGUN	-0,155	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB2		-0,11	0,452000	0,000038	UYGUN	-0,1	4,23	0,000	UYGUN

811	COMB3		-0,06	0,248000	0,000021	UYGUN	-0,00868	4,23	0,003	UYGUN
811	COMB4	Max	-0,04	0,152000	0,000013	UYGUN	-0,09	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB4	Min	-0,07	0,296000	0,000025	UYGUN	-0,112	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB5	Max	1,44	5,756000	0,000480	UYGUN	0,074	4,23	0,007	UYGUN
811	COMB5	Min	-1,55	6,204000	0,000517	UYGUN	-0,275	4,23	0,002	UYGUN
811	COMB6	Max	0,00	0,008468	0,000001	UYGUN	-0,018	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB6	Min	-0,03	0,136000	0,000011	UYGUN	-0,041	4,23	0,000	UYGUN
811	COMB7	Max	1,48	5,916000	0,000493	UYGUN	0,145	4,23	0,004	UYGUN
811	COMB7	Min	-1,51	6,044000	0,000504	UYGUN	-0,204	4,23	0,003	UYGUN
820	COMB1		0,00	0,019984	0,000002	UYGUN	-0,226	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB2		-0,05	0,192000	0,000016	UYGUN	-0,169	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB3		-0,05	0,180000	0,000015	UYGUN	0,007783	4,23	0,002	UYGUN
820	COMB4	Max	0,00	0,008876	0,000001	UYGUN	-0,139	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB4	Min	-0,01	0,034236	0,000003	UYGUN	-0,145	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB5	Max	1,49	5,976000	0,000498	UYGUN	0,108	4,23	0,005	UYGUN
820	COMB5	Min	-1,50	6,004000	0,000500	UYGUN	-0,392	4,23	0,001	UYGUN
820	COMB6	Max	0,01	0,020184	0,000002	UYGUN	-0,00298	4,23	0,001	UYGUN
820	COMB6	Min	-0,01	0,022924	0,000002	UYGUN	-0,00821	4,23	0,000	UYGUN
820	COMB7	Max	1,50	5,988000	0,000499	UYGUN	0,245	4,23	0,002	UYGUN
820	COMB7	Min	-1,50	5,992000	0,000499	UYGUN	-0,256	4,23	0,002	UYGUN
829	COMB1		-0,01	0,038900	0,000003	UYGUN	-0,107	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB2		-0,04	0,164000	0,000014	UYGUN	-0,1	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB3		-0,03	0,132000	0,000011	UYGUN	-0,013	3,83	0,001	UYGUN
829	COMB4	Max	-0,01	0,022880	0,000002	UYGUN	-0,067	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB4	Min	-0,01	0,025780	0,000002	UYGUN	-0,067	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB5	Max	1,50	6,016000	0,000501	UYGUN	0,629	3,83	0,001	UYGUN

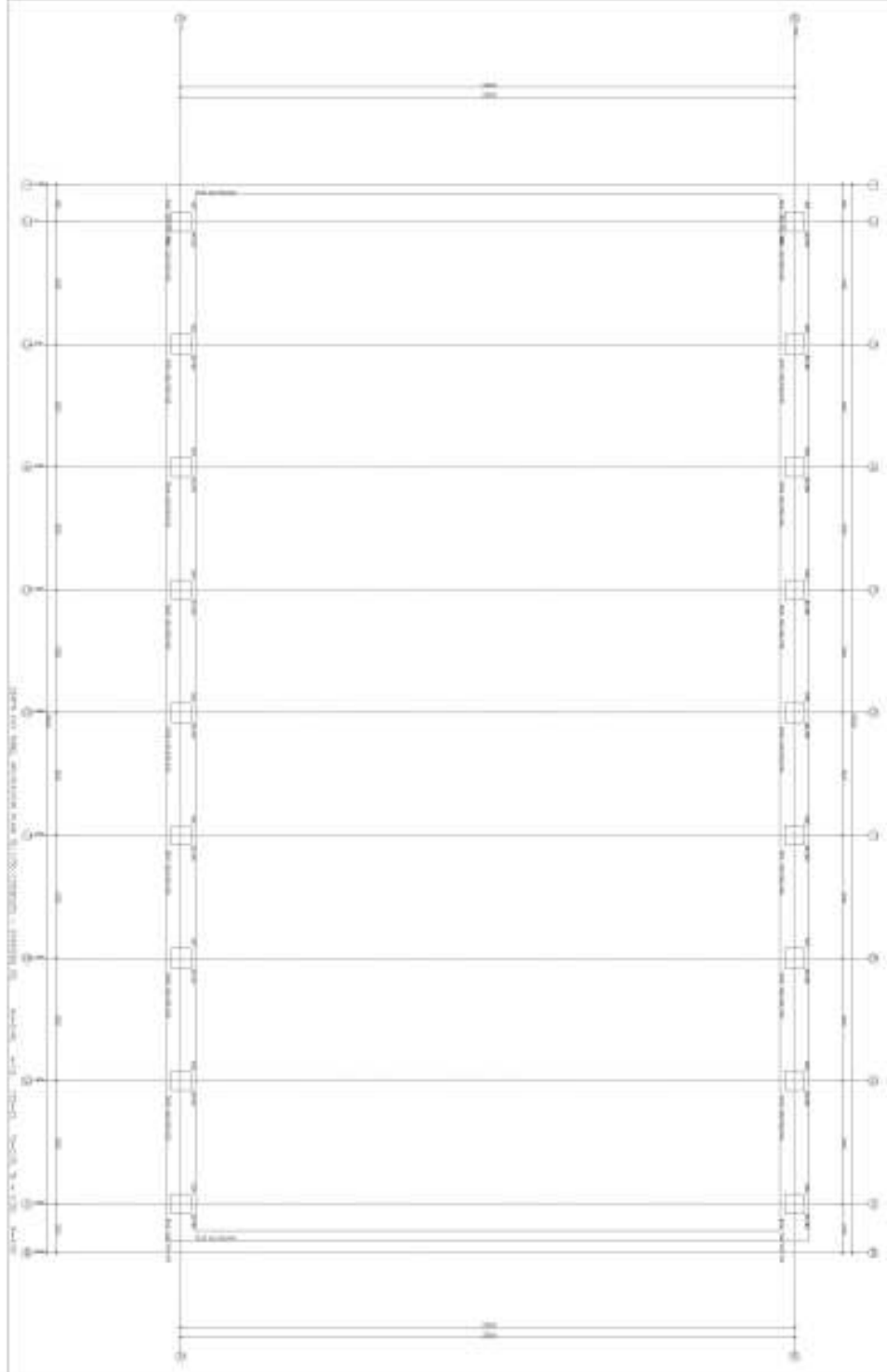
829	COMB5	Min	-1,52	6,064000	0,000505	UYGUN	-0,763	3,83	0,001	UYGUN
829	COMB6	Max	0,00	0,001326	0,000000	UYGUN	0,000285	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB6	Min	0,00	0,001573	0,000000	UYGUN	-0,00032	3,83	0,000	UYGUN
829	COMB7	Max	1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	0,696	3,83	0,001	UYGUN
829	COMB7	Min	-1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	-0,696	3,83	0,001	UYGUN
838	COMB1		-0,02	0,080000	0,000007	UYGUN	0,178	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB2		-0,04	0,148000	0,000012	UYGUN	0,126	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB3		-0,02	0,080000	0,000007	UYGUN	-0,012	4,23	0,001	UYGUN
838	COMB4	Max	-0,01	0,025156	0,000002	UYGUN	0,114	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB4	Min	-0,02	0,076000	0,000006	UYGUN	0,109	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB5	Max	1,49	5,940000	0,000495	UYGUN	0,362	4,23	0,001	UYGUN
838	COMB5	Min	-1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	-0,138	4,23	0,004	UYGUN
838	COMB6	Max	0,01	0,026560	0,000002	UYGUN	0,008243	4,23	0,000	UYGUN
838	COMB6	Min	-0,01	0,024296	0,000002	UYGUN	0,00291	4,23	0,001	UYGUN
838	COMB7	Max	1,50	5,992000	0,000499	UYGUN	0,255	4,23	0,002	UYGUN
838	COMB7	Min	-1,50	5,988000	0,000499	UYGUN	-0,244	4,23	0,002	UYGUN
847	COMB1		0,07	0,284000	0,000024	UYGUN	0,34	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB2		0,03	0,136000	0,000011	UYGUN	0,241	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB3		-0,01	0,022112	0,000002	UYGUN	-0,00071	4,23	0,003	UYGUN
847	COMB4	Max	0,07	0,264000	0,000022	UYGUN	0,228	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB4	Min	0,03	0,112000	0,000009	UYGUN	0,205	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB5	Max	1,54	6,164000	0,000514	UYGUN	0,391	4,23	0,001	UYGUN
847	COMB5	Min	-1,45	5,792000	0,000483	UYGUN	0,042	4,23	0,012	UYGUN
847	COMB6	Max	0,04	0,140000	0,000012	UYGUN	0,041	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB6	Min	0,00	0,013368	0,000001	UYGUN	0,018	4,23	0,000	UYGUN
847	COMB7	Max	1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	0,204	4,23	0,003	UYGUN



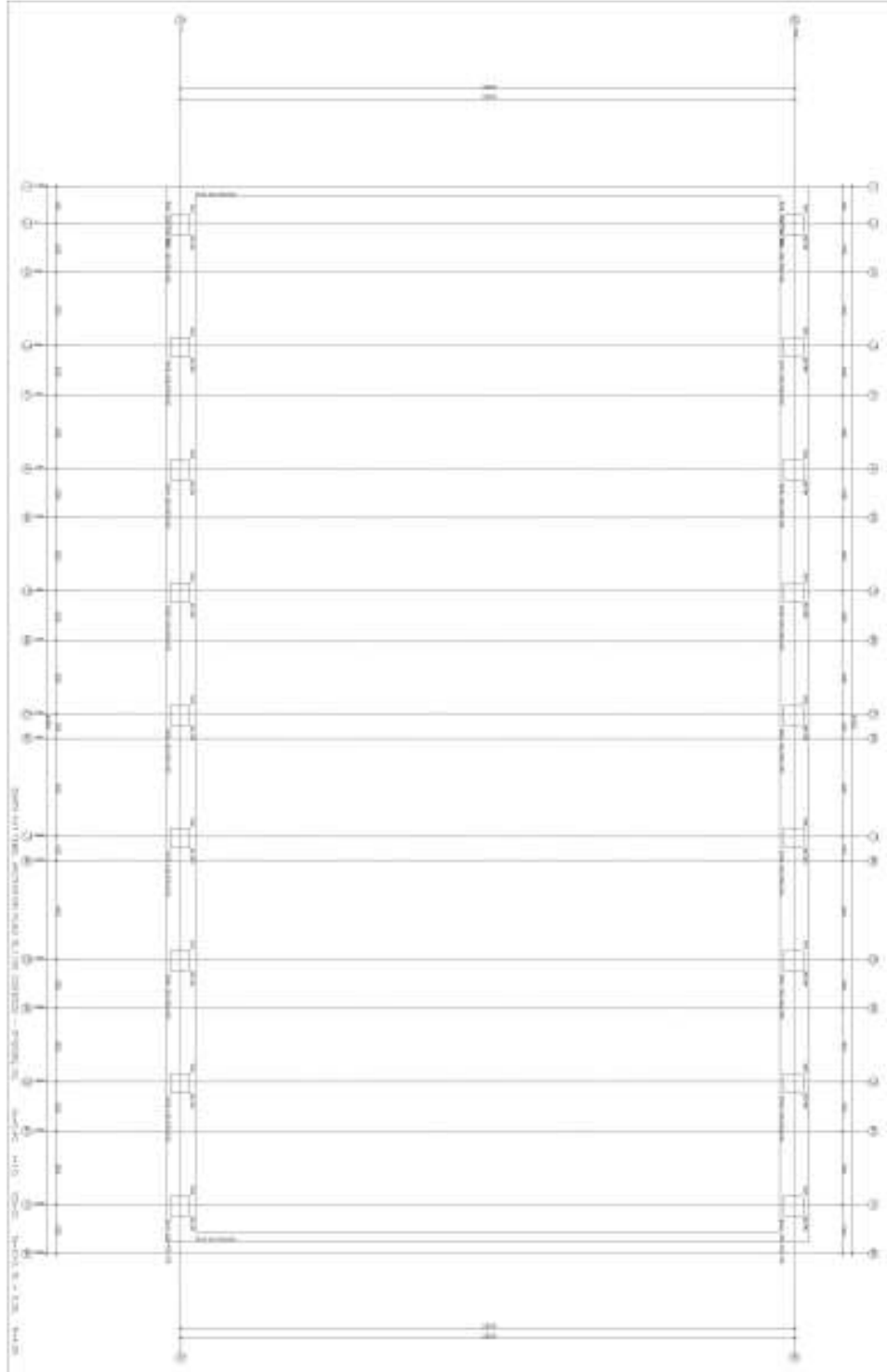
847	COMB7	Min	-1,48	5,916000	0,000493	UYGUN	-0,145	4,23	0,004	UYGUN
856	COMB1		0,10	0,384000	0,000032	UYGUN	0,146	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB2		0,06	0,244000	0,000020	UYGUN	0,116	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB3		0,00	0,003255	0,000000	UYGUN	-0,017	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB4	Max	0,09	0,340000	0,000028	UYGUN	0,096	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB4	Min	0,04	0,156000	0,000013	UYGUN	0,083	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB5	Max	1,56	6,228000	0,000519	UYGUN	0,187	4,23	0,003	UYGUN
856	COMB5	Min	-1,43	5,732000	0,000478	UYGUN	-0,00736	4,23	0,069	UYGUN
856	COMB6	Max	0,04	0,152000	0,000013	UYGUN	-0,00526	4,23	0,003	UYGUN
856	COMB6	Min	-0,01	0,030388	0,000003	UYGUN	-0,019	4,23	0,000	UYGUN
856	COMB7	Max	1,51	6,040000	0,000503	UYGUN	0,085	4,23	0,006	UYGUN
856	COMB7	Min	-1,48	5,920000	0,000493	UYGUN	-0,109	4,23	0,005	UYGUN
865	COMB1		0,16	0,636000	0,000053	UYGUN	-0,652	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB2		0,10	0,408000	0,000034	UYGUN	-0,494	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB3		0,00	0,014000	0,000001	UYGUN	-0,187	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB4	Max	0,13	0,508000	0,000042	UYGUN	-0,358	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB4	Min	0,08	0,312000	0,000026	UYGUN	-0,511	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB5	Max	1,59	6,356000	0,000530	UYGUN	-0,011	3,02	0,036	UYGUN
865	COMB5	Min	-1,38	5,536000	0,000461	UYGUN	-0,857	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB6	Max	0,05	0,204000	0,000017	UYGUN	-0,117	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB6	Min	0,00	0,006772	0,000001	UYGUN	-0,27	3,02	0,000	UYGUN
865	COMB7	Max	1,51	6,052000	0,000504	UYGUN	0,23	3,02	0,002	UYGUN
865	COMB7	Min	-1,46	5,840000	0,000487	UYGUN	-0,616	3,02	0,001	UYGUN

## EK 5

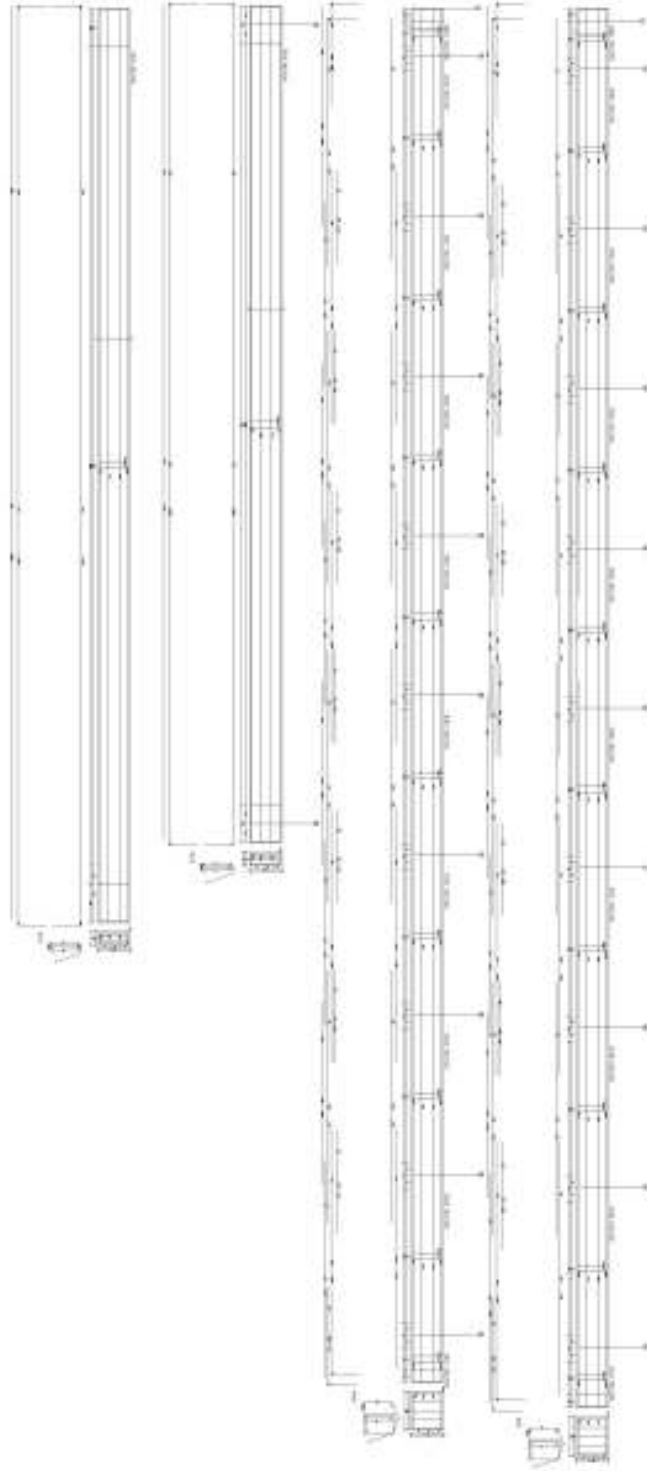
### H PROFİL İLE TASARLANAN YAPININ TEMEL APLİKASYON PLANI



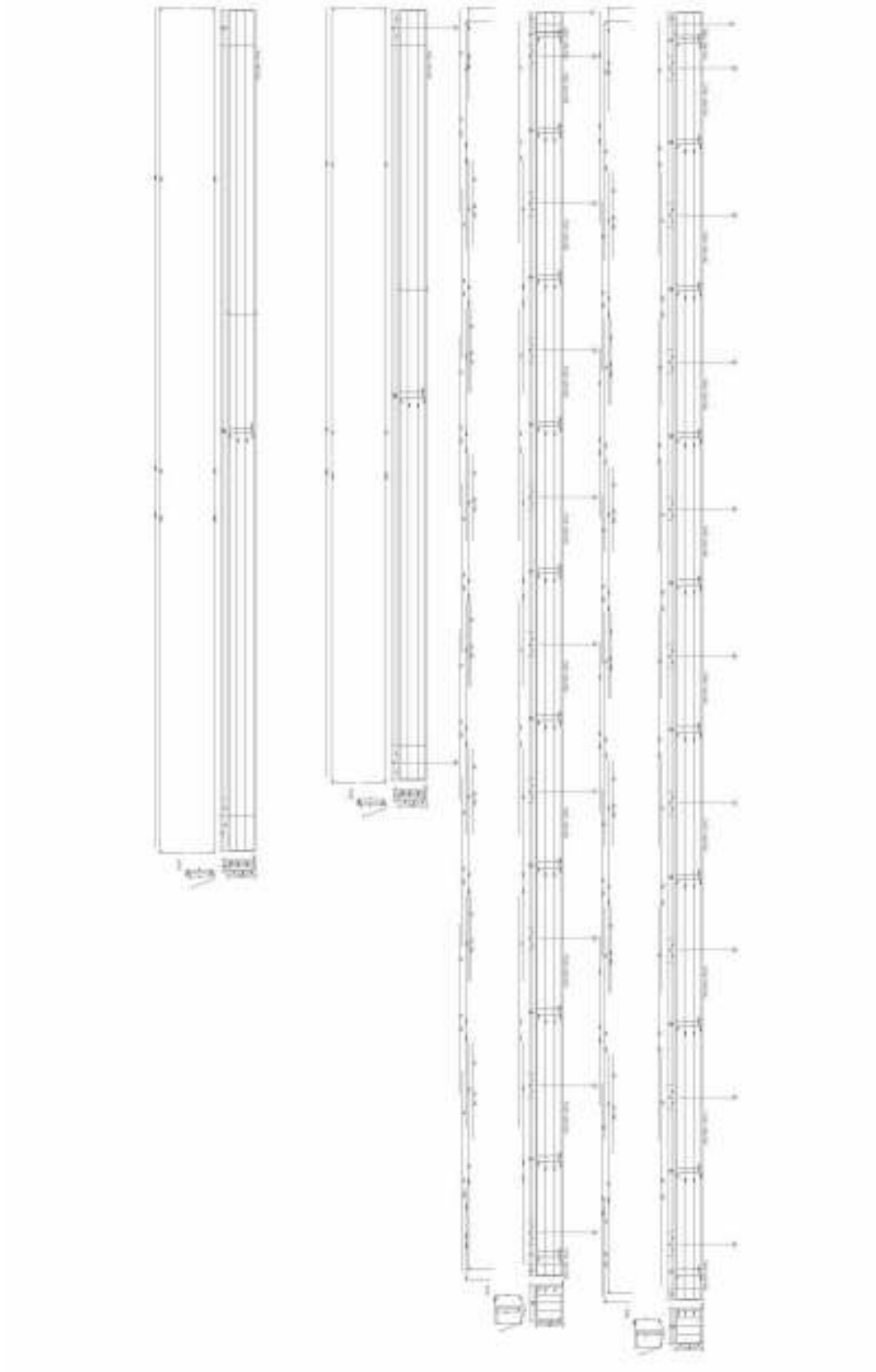
## SİN PROFİL İLE TASARLANAN YAPININ TEMEL APLİKASYON PLANI



## SİN PROFİL İLE TASARLANAN YAPININ SÜREKLİ TEMEL AÇILIMI

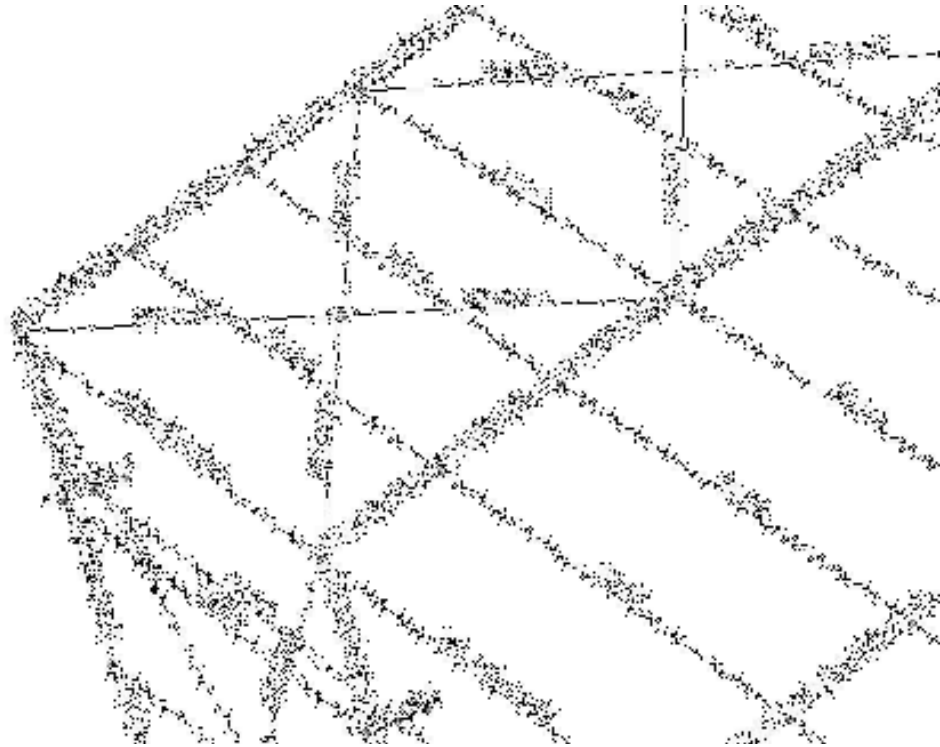
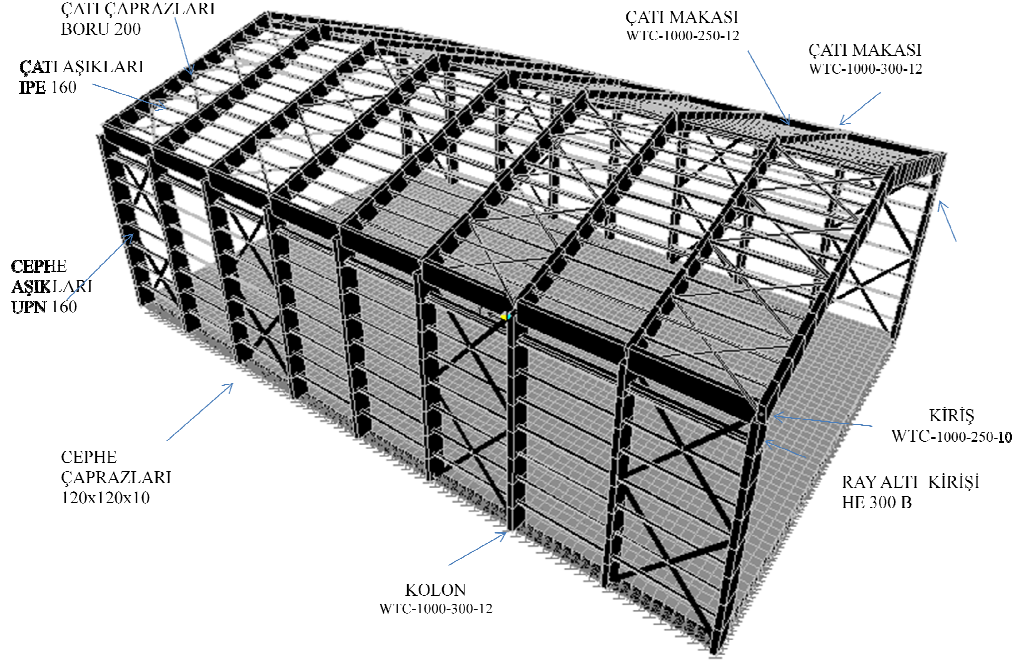


## H PROFİL İLE TASARLANAN YAPININ SÜREKLİ TEMEL AÇILIMI

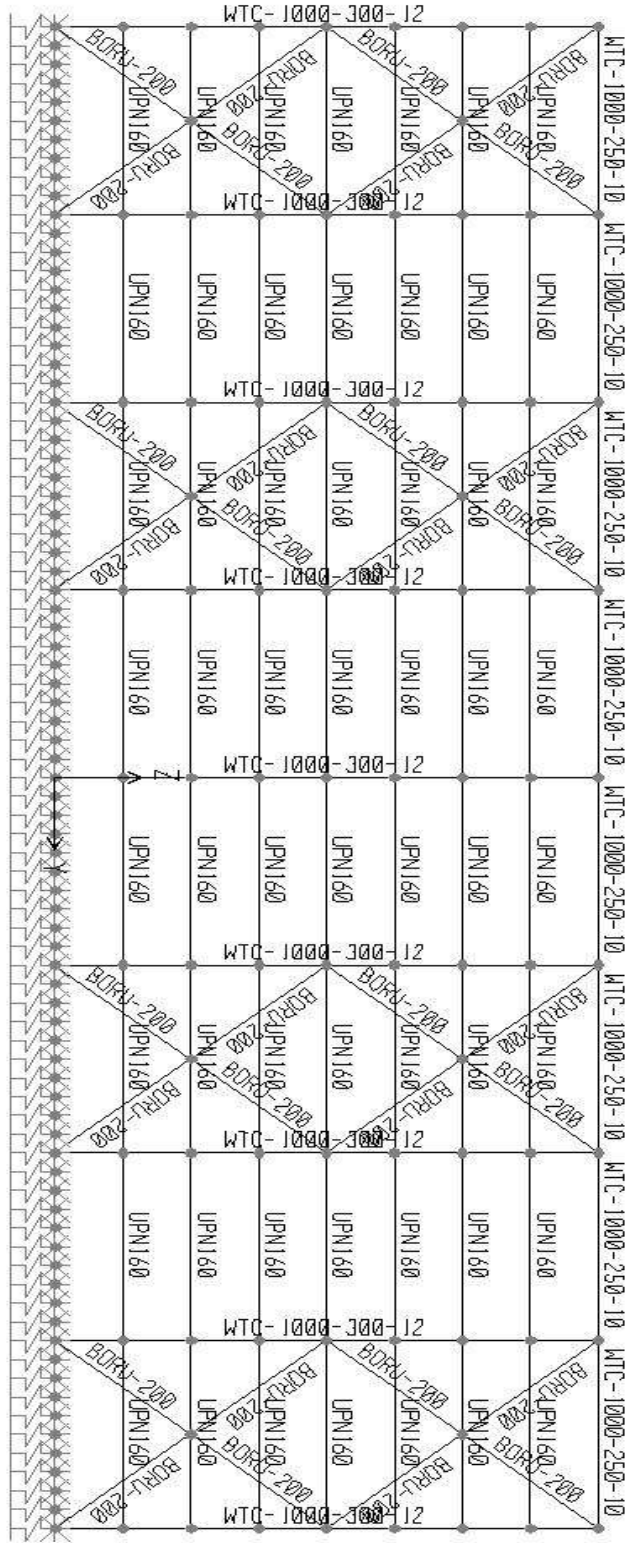


## EK 6

### SİN PROFİL İLE TASARLANAN YAPININ KESİT ÖZELLİKLERİ

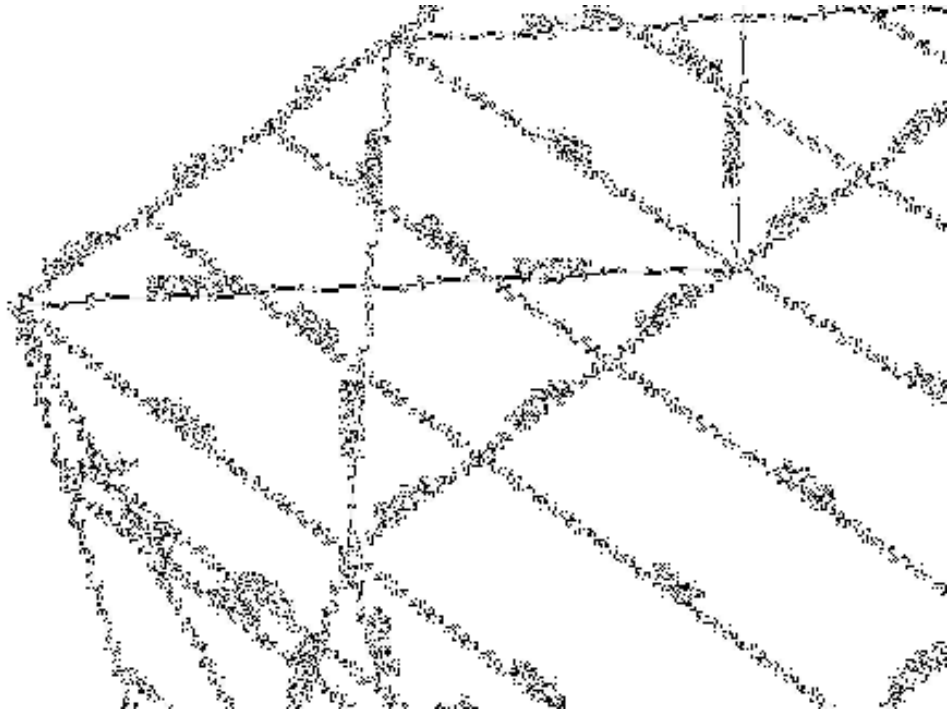
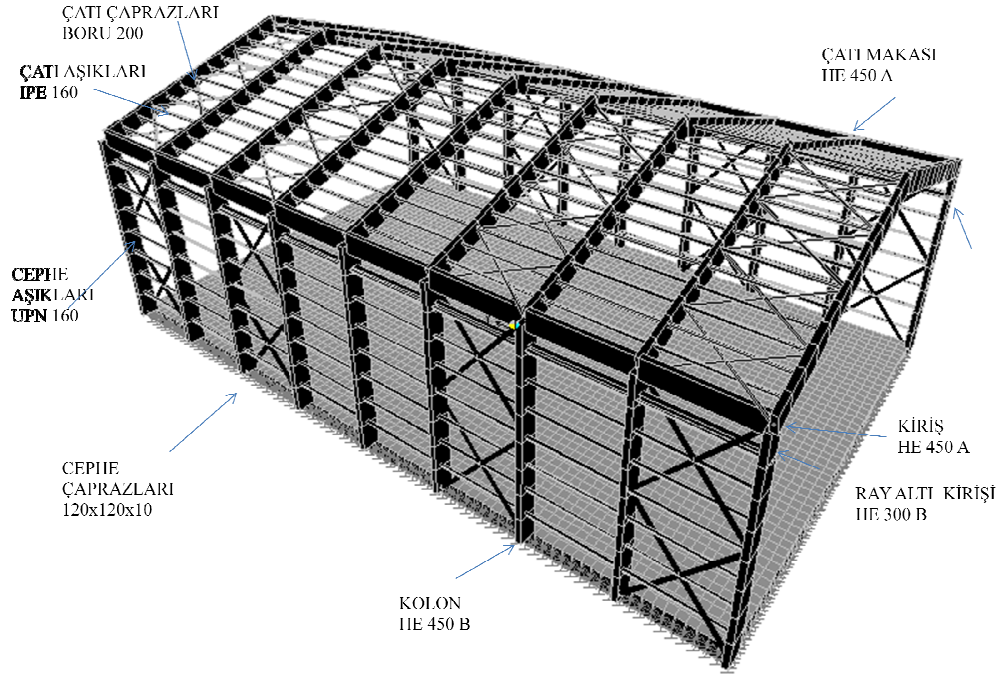


## SIN PROFİL İLE TASARLANAN YAPININ A AKSI KESİTLERİ



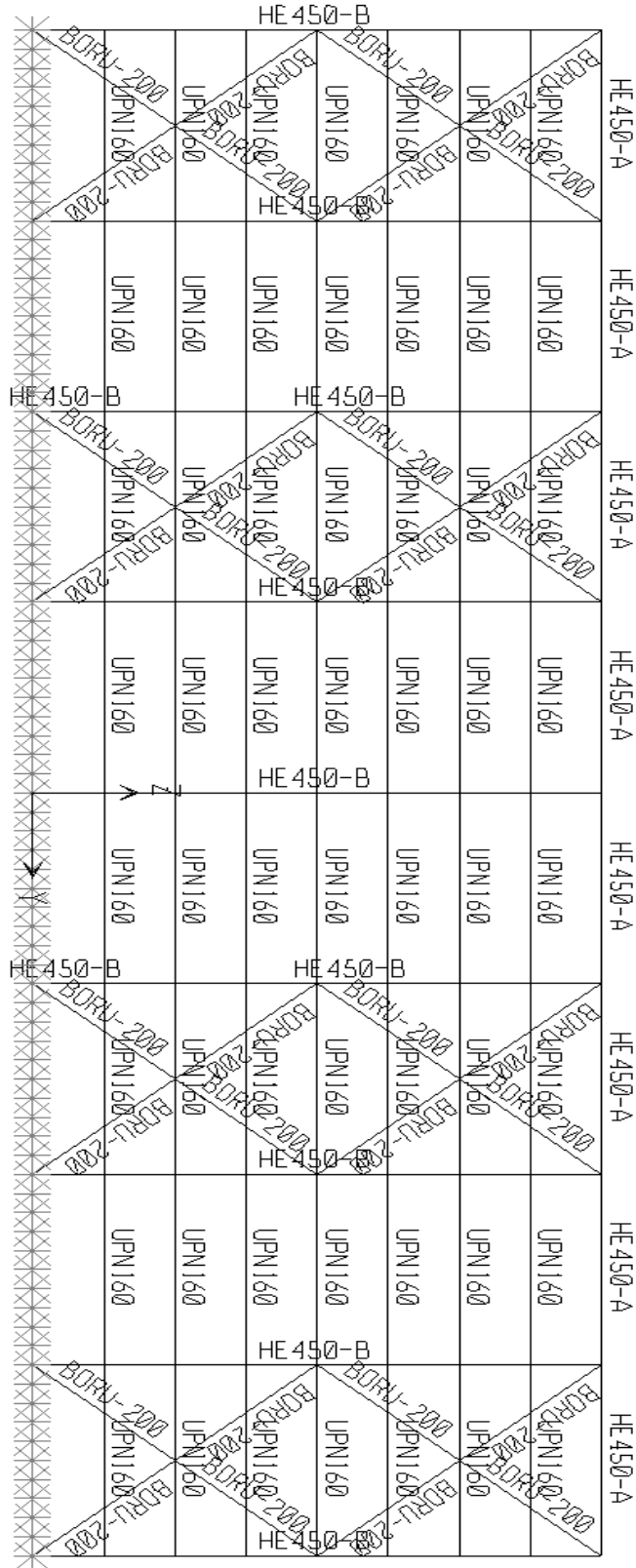
## EK 7

### H PROFİL İLE TASARLANAN YAPININ KESİT ÖZELLİKLERİ





## H PROFİL İLE TASARLANAN YAPININ A AKSI KESİTLERİ



## **ÖZGEÇMİŞ**

01.03.1982 'de Ulaşlı'da doğdu. 1998 yılında Değirmendere Hacı Halit Erkut Lisesi'ni bitirdi. Aynı yıl Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2003 yılında üniversite eğitimini tamamlayıp, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü Mekanik ABD 'nda Yüksek Lisans'a başladı. Aynı yıl Kocaeli Serbest Bölgesi'nde EMS Mak. San. Tic. Koll. Şti. fabrika binasının inşaatı şantiyesinde şantiye şefi olarak içe başladı.