

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**T-KESİTLİ ÇELİK ELEMANLARIN ENKESİT ÖZELLİKLERİNİN  
HESAPLANMASI**

**TUĞBA ŞİMŞEK**

**KOCAELİ 2019**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**T-KESİTLİ ÇELİK ELEMANLARIN ENKESİT ÖZELLİKLERİNİN  
HESAPLANMASI**

**TUĞBA ŞİMŞEK**

**Doç Dr. Fuad OKAY**  
**Danışman, Kocaeli Üniversitesi**

**Doç. Dr. Seval PINARBAŞI ÇUHADAROĞLU**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Melis TAŞKIN**  
**Jüri Üyesi, Süleyman Demirel Üniversitesi**

.....  
.....  
.....

**Tezin Savunulduğu Tarih: 12.07.2019**

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, T-kesitli çelik basınç elemanlarının nominal basınç dayanımlarını hesaplamak için gerekli olan kesit özellikleri hesaplanarak tablolar oluşturuldu.

Lisans ve yüksek lisans eğitim dönemim boyunca desteğini ve bilgi birikimlerini esirgemeyen aynı zamanda tez danışmanım olan değerli hocam Doç. Dr. Fuad OKAY'a ve yine hiçbir zaman desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Seval PINARBAŞI ÇUHADAROĞLU'na teşekkür ederim.

Ayrıca destekleriyle her zaman arkamda duran değerli aileme ve tüm sevdiklerime teşekkür ederim.

Haziran 2019

Tuğba ŞİMŞEK

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLOLAR DİZİNİ .....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ÖZET.....	x
ABSTRACT .....	xi
GİRİŞ .....	1
1. T-ENKESİTLİ ÇELİK ELEMANLAR .....	3
2. DÜZ VE EĞİMLİ BAŞLIĞA SAHİP I ENKESİTLİ ÇELİK HADDE PROFİLLER.....	6
2.1. Eğimli Başlığa Sahip IPN80 Profiline Ait Hesaplamalar .....	6
2.1.1. IPN80 profiline ait alan hesapları.....	7
2.1.2. IPN80 kesitin birim boy kütleinin ve birim uzunluktaki yüzey alanının hesaplanması .....	13
2.1.3. Atalet momentinin hesaplanması .....	14
2.1.4. Elastik mukavemet momentleri ve atalet yarıçaplarının hesaplanması .....	27
2.1.5. Plastik mukavemet momentinin hesaplanması.....	27
2.1.6. Burulma sabitinin hesaplanması.....	33
2.1.7. Çarpılma sabitinin hesaplanması.....	39
2.2. Düz başlığa sahip HE100A profiline ait Hesaplamalar.....	39
2.2.1. HE100A profiline ait alan hesapları .....	40
2.2.2. HE100A profilin birim boy ağırlığının ve birim uzunluktaki boya alanının hesaplanması.....	41
2.2.3. HE100A profilin atalet momentinin hesaplanması .....	42
2.2.4. Elastik mukavemet momentlerinin ve atalet yarıçaplarının hesaplanması .....	43
2.2.5. Plastik mukavemet momentinin hesaplanması.....	44
2.2.6. Burulma sabitinin hesaplanması.....	44
2.2.7. HE100A profili için çarpılma momentinin hesaplanması .....	45
3. DÜZ VE EĞİMLİ BAŞLIĞA SAHİP T-KESİTLİ ÇELİK HADDE PROFİLLER.....	46
3.1. Eğimli Başlığa Sahip %50 IPN80 Profiline Ait Hesaplamalar .....	46
3.1.1. %50 IPN80 profiline ait alan hesapları .....	48
3.1.2. %50 IPN80 profilin birim boy kütleinin ve birim uzunluktaki yüzey alanının hesaplanması .....	48
3.1.3. Atalet momenti hesapları.....	49
3.1.4. Elastik mukavemet momentinin ve atalet yarıçapının hesaplanması .....	50
3.1.5. Plastik mukavemet momentinin hesaplanması.....	51
3.1.6. Burulma sabitinin hesaplanması.....	62
3.1.7. Çarpılma sabitinin hesaplanması.....	63

3.2. Düz Başlığa Sahip %50 HE100A Profiline ait Hesaplamalar.....	63
3.2.1. %50 HE100A profile ait alan hesapları.....	64
3.2.2. %50 HE100A profilin birim boy kütleinin ve birim uzunluktaki yüzey alanının hesaplanması.....	65
3.2.3. %50 HE100A profilin atalet momentinin hesaplanması.....	65
3.2.4. %50 HE100A profilin elastik mukavemet momenti ve atalet yarıçapının hesaplanması.....	65
3.2.5. %50 HE100A profilin plastik mukavemet momentinin hesaplanması.....	66
3.2.6. %50 HE100A profilin burulma sabitinin hesaplanması.....	67
3.2.7. %50 HE100A profilin çarpılma sabitinin hesaplanması.....	69
3.3. Düz Başlığa Sahip %60 HE100A Profiline Ait Hesaplamalar.....	69
3.3.1. %60 HE100A profile ait alan hesapları.....	69
3.3.2. %60 HE100A profilin birim boy kütleinin ve birim uzunluktaki yüzey alanının hesaplanması.....	70
3.3.3. %60 HE100A profilin atalet momentlerinin hesaplanması.....	70
3.3.4. %60 HE100A profilin elastik mukavemet momenti ve atalet yarıçapının hesabı.....	71
3.3.5. %60 HE100A profilin plastik mukavemet momentinin hesaplanması.....	72
3.3.6. %60 HE100A profilin burulma sabitinin hesaplanması.....	73
3.3.7. %60 HE100A profilin çarpılma sabitinin hesaplanması.....	73
4. ENKESİT TABLOLARI VE GRAFİKLER.....	74
4.1. IPN Kesitler İçin Oluşturulan Enkesit Tabloları.....	74
4.1.1. % 70 - % 30 oranında T-kesitler için oluşturulan tablolar.....	76
4.1.2. % 60 - % 40 oranında T-kesitler için oluşturulan tablolar.....	80
4.1.3. % 50 - % 50 oranında T-kesitler için oluşturulan tablolar.....	83
4.2. HE ve IPE Kesitler İçin Oluşturulan Enkesit Tabloları.....	85
4.2.2. % 70 -% 30 oranında bölünen düz başlıklı kesitler için enkesit tabloları.....	93
4.2.3. %60 - %40 oranında bölünen düz başlıklı T-kesitler için profil tabloları.....	112
4.2.4. %50 - %50 oranında bölünen düz başlıklı T-kesitler için enkesit tabloları.....	131
4.3. IPN Kesitler İçin Oluşturulan Grafikler.....	140
4.4. IPE ve HE Kesitler İçin Oluşturulan Grafikler.....	146
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	154
KAYNAKLAR.....	157
ÖZGEÇMİŞ.....	159

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. I-kesitli profilin gövdesinden kesilmesiyle T-kesitli profil elde edilmesi .....	3
Şekil 1.2. Eğri eksenli T-kesitler .....	4
Şekil 1.3. İstavroz kolon.....	4
Şekil 2.1. IPN 80 profillerde boyutlara ait simgelerin şekil üzerinde gösterimi.....	6
Şekil 2.2. Çelik profilin bölgelere ayrılması .....	7
Şekil 2.3. Gövde-başlık birleşimi (2 no.lu bölge) .....	8
Şekil 2.4. Başlıkta bulunan daire dilimi (6 no.lu bölge) .....	9
Şekil 2.5. Başlıkta yer alan parçaların uzunluk ve yükseklikleri .....	10
Şekil 2.6. Başlık ve gövde birleşiminde bulunan spandrel(2 no.lu bölge).....	11
Şekil 2.7. 6 no.lu bölgenin atalet momentinin hesaplanması a)6 no.lu bölge b) 6 no.lu bölgenin $\gamma$ açısı kadar döndürülmüş hali.....	14
Şekil 2.8. 6 no.lu bölge için Mohr Dairesinin çizilmesi .....	16
Şekil 2.9. Başlık ve gövde birleşiminde bulunana spandrel için atalet hesapları.....	17
Şekil 2.10. Gövdedeki 1 no.lu bölgenin kesitin geo. merkezine mesafesi.....	21
Şekil 2.11. Spandrelin kesitin geometrik merkezine mesafesi.....	21
Şekil 2.12. 3 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi.....	22
Şekil 2.13. 4 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi.....	22
Şekil 2.14. 5 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi.....	23
Şekil 2.15. 6 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi.....	23
Şekil 2.16. 7 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi.....	24
Şekil 2.17. 8 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi.....	24
Şekil 2.18. 9 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi.....	25
Şekil 2.19. 1 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi .....	28
Şekil 2.20. 2 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi .....	29
Şekil 2.21. 3 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi .....	29
Şekil 2.22. 4 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi .....	30
Şekil 2.23. 5 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi .....	30
Şekil 2.24. 6 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi .....	31
Şekil 2.25. 7 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi .....	31
Şekil 2.26. 8 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi .....	32
Şekil 2.27. 9 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi .....	32
Şekil 2.28. $t_1$ , $t_2$ ve $t_3$ ifadelerinin gösterimi .....	34
Şekil 2.29. başlıktaki $t_1$ kalınlığının gösterilmesi .....	34
Şekil 2.30. Enkesitin başlığında yer alan ifadelerin gösterimi.....	35
Şekil 2.31. $t_1$ kalınlık hesabı.....	35
Şekil 2.32. $t_2$ kalınlığının hesaplanması .....	36
Şekil 2.33. $t_3$ kalınlığı hesabı.....	36
Şekil 2.34. $D_2$ ifadesinin gösterimi .....	37
Şekil 2.35. $\alpha_{21}$ katsayılarının enterpolasyon ile hesaplanması .....	38

Şekil 2.36. HE100A profiline ait tanımlamalar .....	40
Şekil 2.37. Kesit yüksekliklerinin gösterimi gösterimi.....	41
Şekil 2.38. Başlık ve gövde birleşiminde bulunan spandrel.....	42
Şekil 2.39. Düz başlıklı kesitler için burulma sabiti.....	45
Şekil 3.1. %50 IPN 80 profiline ait değerler.....	46
Şekil 3.2. Plastik tarafsız eksenin yeri.....	52
Şekil 3.3. Plastik tarafsız eksenin geçtiği başlığın uç kısmı.....	53
Şekil 3.4. 1 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi.....	55
Şekil 3.5. 2 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi.....	56
Şekil 3.6. 3 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi.....	56
Şekil 3.7. 4 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi.....	57
Şekil 3.8. 5 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi.....	57
Şekil 3.9. 6 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi.....	58
Şekil 3.10. 7 no.lu parça ve plastik tarafsız eksen.....	59
Şekil 3.11. 7 no.lu parça ve plastik tarafsız eksen.....	59
Şekil 3.12. 8 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi.....	60
Şekil 3.13. 9 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi.....	61
Şekil 3.14. %50 HE100A kesiti.....	63
Şekil 3.15. T-kesitler için $\alpha_1$ katsayısının belirlenmesi.....	68
Şekil 4.1. IPN kesitler için $I_x$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	141
Şekil 4.2. IPN kesitler için $I_y$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	141
Şekil 4.3. IPN kesitler için $W_{ex}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	142
Şekil 4.4. IPN kesitler için $W_{ey}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	143
Şekil 4.5. IPN kesitler için $W_{px}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	143
Şekil 4.6. IPN kesitler için $W_{py}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	144
Şekil 4.7. IPN kesitler için $J$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	145
Şekil 4.8. IPN kesitler için $C_w$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	145
Şekil 4.9. IPE300 kesitinin $I_x$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	146
Şekil 4.10. HE300B kesitinin $I_x$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	146
Şekil 4.11. IPE300 kesitinin $I_y$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	147
Şekil 4.12. HE300B kesitinin $I_y$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	147
Şekil 4.13. IPE300 kesitinin $W_{ex}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	148
Şekil 4.14. HE300B kesitinin $W_{ex}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	148
Şekil 4.15. IPE300 kesitinin $W_{ey}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	149
Şekil 4.16. HE300B kesitinin $W_{ey}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	149
Şekil 4.17. IPE300 kesitinin $W_{px}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	150
Şekil 4.18. HE300B kesitinin $W_{px}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	150
Şekil 4.19. IPE300 kesitinin $W_{py}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	151
Şekil 4.20. HE300B kesitinin $W_{py}$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	151
Şekil 4.21. IPE300 kesitinin $J$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	152
Şekil 4.22. HE300B kesitinin $J$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	152
Şekil 4.23. IPE300 kesitinin $C_w$ değerinin gövde boyuna göre değişimi .....	153
Şekil 4.24. HE300B kesitinin $C_w$ değerinin gövde boyuna göre değişimi.....	153

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1. IPN kesitlerin enkesit tablosu.....	75
Tablo 4.2. IPN profillerin karşılaştırılmasıyla elde edilen farklılık yüzdeleri.....	76
Tablo 4.3. %70 IPN enkesit tablosu.....	77
Tablo 4.4. %30 IPN enkesit tablosu.....	78
Tablo 4.5. %70 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi.....	79
Tablo 4.6. %30 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi.....	80
Tablo 4.7. %60 IPN kesitlere ait kesit tablosu.....	81
Tablo 4.8. %40 IPN kesitlere ait kesit tablosu.....	82
Tablo 4.9. %60 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi.....	83
Tablo 4.10. %60 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi.....	83
Tablo 4.11. %50 IPN kesitlere ait kesit tablosu.....	84
Tablo 4.12. %50 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi.....	85
Tablo 4.13. HE kesitlere ait kesit tablosu.....	86
Tablo 4.14. HE kesitlerin farklılık yüzdesi.....	91
Tablo 4.15. IPE kesitler için enkesit tablosu.....	94
Tablo 4.16. IPE kesitlere ait farklılık yüzdesi.....	96
Tablo 4.17. %70 HE kesitler için enkesit tablosu.....	97
Tablo 4.18. %70 IPE kesitler için enkesit tablosu.....	102
Tablo 4.19. %70 kesitler için farklılık yüzdeleri.....	104
Tablo 4.20. %30 HE kesitler için enkesit tablosu.....	105
Tablo 4.21. %30 IPE kesitler için enkesit tablosu.....	110
Tablo 4.22. %30 profillerin farklılık yüzdeleri.....	112
Tablo 4.23. %60 HE kesitler için enkesit tablosu.....	113
Tablo 4.24. %60 IPE kesitler için enkesit tablosu.....	118
Tablo 4.25. %60 HE kesitlerin farklılık yüzdesi.....	120
Tablo 4.26. %60 IPE kesitlerin farklılık yüzdesi.....	121
Tablo 4.27. %40 HE kesitler için enkesit tablosu.....	122
Tablo 4.28. %40 IPE kesitler için enkesit tablosu.....	127
Tablo 4.29. %40 HE kesitlerin farklılık yüzdesi.....	129
Tablo 4.30. %40 IPE kesitlerin farklılık yüzdesi.....	131
Tablo 4.31. %50 HE kesitler için enkesit tablosu.....	132
Tablo 4.32. %50 IPE kesitler için enkesit tabloları.....	137
Tablo 4.33. %50 HE kesitlerin farklılık yüzdeleri.....	139
Tablo 4.34. %50 IPE kesitlerin farklılık yüzdesi.....	140



## SİMGELER VE KISALTMALAR

$\alpha_1$	: Düz başlıklı kesitler için burulma hesabında kullanılan katsayı
$\alpha_2$	: Başlık eğimi 1/6 olan kesitler için burulma hesabında kullanılan katsayı
$\alpha_{21}$	: Başlık eğimi 14/100 olan kesitler için burulma hesabında kullanılan katsayı
$\beta$	: Daire diliminin açısının yarısı, (rad)
$\rho_{\text{çelik}}$	: Çeliğin birim hacim ağırlığı, ( 7850 kg/m <sup>3</sup> )
$\gamma$	: Daire dilimini u ve v eksenine taşımak için döndürülen açı, (rad)
$\theta$	: Daire dilimlerinin açısı, (rad)
A	: Toplam enkesit alanı, (mm <sup>2</sup> )
a	: 4 no.lu bölgenin orta noktasındaki yükseklik, (mm)
$A_i$	: i no.'lu bölgenin alanı, (mm <sup>2</sup> )
$A'_i$	: i no.'lu bölgede tarafsız eksenin ayırdığı 1. parçanın alanı, (mm <sup>2</sup> )
$A''_i$	: i no.'lu bölgede tarafsız eksenin ayırdığı 2. parçanın alanı, (mm <sup>2</sup> )
$A_L$	: Birim uzunluktaki boya alanı, (m <sup>2</sup> /m)
$A_{sp}$	: Spandrel alanı, (mm <sup>2</sup> )
$b_{ed}$	: 4 no.lu parçadaki üçgenin taban uzunluğu, (mm)
$b_f$	: Başlık genişliği, (mm)
$b_s$	: Dik yamuğun alt taban uzunluğu, (mm)
c	: $t_1$ ile $t_{f1}$ arasında kalan mesafe, (mm)
$C_w$	: Çarpılma sabiti, (mm <sup>6</sup> )
d	: Kesit yüksekliği, (mm)
$D_1$	: Düzbaşlıklı kesitlerde, kesitin içine çizilebilecek en büyük dairenin çapı, (mm)
$D_2$	: Eğimli başlıklı kesitlerde, kesitin içine çizilebilecek en büyük dairenin çapı, (mm)
$d_s$	: Spandrelin kesitin ağırlık merkezine olan mesafesi, (mm)
$d_{xi}$	: i no.'lu bölgenin geometrik merkezinin, x eksenini üzerinde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi, (mm)
$d_{y22}$	: Spandrelin geometrik merkezinin, y eksenini üzerinde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi, (mm)
$d_{yi}$	: i no.'lu bölgenin geometrik merkezinin, y eksenini üzerinde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi, (mm)
$d_{y66}$	: 6 no.'lu bölgenin geometrik merkezinin profilin en alt ucuna olan mesafesi, (mm)
$d_{ypi}$	: i no.'lu bölgenin geometrik merkezi ile y eksenini üzerinde, kesitin plastik tarafsız eksenine olan mesafesi, (mm)
F	: Burulma sabiti hesabında kullanılan bir katsayı, (mm)
f	: $t_3$ kalınlığı ile $t_{f1}$ kalınlığı arasındaki mesafe, (mm)
G	: Birim boy ağırlığı, (kg/m <sup>3</sup> )
h	: Kesit düz gövde yüksekliği, (mm)
$h_i$	: Kesit gövde yüksekliği, (mm)
$I_{ave}$	: Ortalama atalet momenti, (mm <sup>4</sup> )
$I_{CD}$	: Çeyrek dairenin atalet momenti, (mm <sup>4</sup> )

$I_u$	: u eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_{uv}$	: u ve v eksenlerine göre çarpım atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_s$	: Düz başlıklı kesitlerde spandrelin atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_x$	: Tüm kesitin, geometrik merkezden geçen x eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_{x\text{başlık}}$	: Düz başlıklı %60 kesitlerde başlığın, kesitin x eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_{x\text{gövde}}$	: Düz başlıklı %60 kesitlerde gövdenin, kesitin x eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_{xi}$	: i no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_{xxi}$	: i no.'lu bölgenin geometrik merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_y$	: Tüm kesitin, geometrik merkezden geçen y eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_{yyi}$	: i no.'lu bölgenin kendi geometrik merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_{yi}$	: i no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$I_v$	: v eksenine göre atalet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$i_x$	: Kesitin, geometrik merkezden geçen x eksenine göre atalet yarıçapı, (mm)
$i_y$	: Kesitin, geometrik merkezden geçen y eksenine göre atalet yarıçapı, (mm)
$J$	: Burulma sabiti, ( $\text{mm}^4$ )
$k$	: Burulma sabiti hesabında $t_1$ 'den $t_f$ 'ye kadar olan mesafe, (mm)
$L_{\text{çevre}}$	: Tüm kesitin çevre uzunluğu, (mm)
$L_{\text{dlm}}$	: Altıncı bölgedeki daire diliminin yay uzunluğu, (mm)
$L_{\text{ed}}$	: Eğimli doğrusal bölgenin uzunluğu, (mm)
$L_{\text{spa}}$	: İkinci bölgedeki spandrelin uzunluğu, (mm)
$R$	: Mohr çemberinin yarıçapı, (mm)
$r_1$	: Gövde ile başlık birleşiminde bulunan çeyrek dairenin yarıçapı, (mm)
$r_2$	: Başlığın ucundaki çeyrek dairenin yarıçapı, (mm)
$S$	: Başlık eğimi
$t_1$	: Başlık eğiminin başladığı noktanın kalınlığı, (mm)
$t_2$	: Başlık eğimi ile gövde doğrusunun kesiştiği noktadaki başlık kalınlığı, (mm)
$t_3$	: Başlık eğim çizgilerinin kesitin ortasında birleştiği noktadaki başlık kalınlığı, (mm)
$t_f$	: Başlık kalınlığı, (mm)
$t_{f1}$	: Kesitin başlığının en dış lifinden başlık-gövde birleşim yerine kadar olan mesafe, (mm)
$t_{f2}$	: 9 no.lu bölgenin yüksekliği, (mm)
$t_w$	: Gövde kalınlığı, (mm)
$\bar{v}$	: döndürülmüş daire diliminin ağırlık merkezi koordinatı, (mm)
$V_s$	: Başlığın eğimli parçasına ait bir sabit
$W_{\text{ex}}$	: Kesitin x eksenine göre elastik mukavemet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$W_{\text{px}}$	: Tüm kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
$W_{\text{ey}}$	: Kesitin y eksenine göre elastik mukavemet momenti, ( $\text{mm}^4$ )

- $W_{py}$  : Tüm kesitin y eksenine göre plastik mukavemet momenti, ( $\text{mm}^4$ )
- $x_1$  : 2 no.lu bölgede yarıçaptan spandrelin taban genişliği çıkınca kalan mesafe, (mm)
- $\bar{x}_1$  : 2 no.lu bölgede bulunan  $\theta$  açılı daire diliminin ağırlık merkezinin x koordinatı, (mm)
- $x_2$  : 7 no.lu bölgede bulunan üçgenin taban genişliği, (mm)
- $\bar{x}_2$  : 6 no.lu bölgede bulunan  $\theta$  açılı daire diliminin ağırlık merkezinin x koordinatı, (mm)
- $\bar{x}_s$  : 2 no.'lu bölgede bulunan spandrelin ağırlık merkezinin x koordinatı, (mm)
- $y_1$  : 2 no.lu bölgede bulunan spandrelin yüksekliği, (mm)
- $\bar{y}_1$  : 2 no.lu bölgede bulunan  $\theta$  açılı daire diliminin ağırlık merkezinin y koordinatı, (mm)
- $y_2$  : 7 no.lu bölgede bulunan üçgenin yüksekliği, (mm)
- $\bar{y}_2$  : 6 no.lu bölgede bulunan  $\theta$  açılı daire diliminin ağırlık merkezinin y koordinatı, (mm)
- $\bar{y}_s$  : 2 no.'lu bölgede bulunan spandrelin ağırlık merkezinin y koordinatı, (mm)

## T-KESİTLİ ÇELİK ELEMANLARIN ENKESİT ÖZELLİKLERİNİN HESAPLANMASI

### ÖZET

T-kesitli profiller yapı sektöründe ikincil taşıyıcı (çatı aşığı) veya birincil taşıyıcı (istavroz kolon) eleman olarak kullanılmaktadır. Yaygın kullanımının yanında T-kesitlere ait profil tablolarının yeterli olmadığı düşünüldüğü için, bu çalışmada, düz ve eğimli başlığa sahip I ve T-kesitli çelik elemanların kesit özellikleri hesaplanarak enkesit tabloları oluşturuldu. Çalışmanın ilk aşamasında düz ve eğimli başlığa sahip I-kesitli çelik profillerden birer tane örnek seçilmiş ve seçilen profile ait kesit özellikleri basamak basamak hesaplandı. İkinci aşamada, yukarıda bahsedilen I-kesitli çelik profillerin gövdeleri sırasıyla %30-%70, %40-%60, %50-%50 oranlarında bölünmüş ve beşer adet farklı gövde boyuna sahip T-kesitli çelik elemanlar elde edilmiştir. Elde edilen T-kesitli çelik elemanlara ait kesit özellikleri hesaplanırken, başlık boyutlarının kesilen I-kesitli profil ile aynı olduğu ancak gövde boyunun değişmesiyle kesitin geometrik merkezinin ve buna bağlı olarak kesitin özelliklerinin değiştiği görüldü. Üçüncü aşamada, düz ve eğimli başlığa sahip I ve T-kesitli çelik profiller için yapılan hesaplamalar bilgisayar programında yazılarak, farklı I-profiller ve bu profillerin gövdelerinin belirli oranlarla kesilmesiyle oluşan T-kesitli profiller için enkesit tabloları oluşturuldu. Oluşturulan tablolardaki değerlerin doğruluğu farklı yollarla kontrol edilmiştir. I-kesitli profillere ait değerler uluslararası çelik üreticisi bir firmanın yayınladığı profil tablolarındaki değerler ile karşılaştırıldı. Düz başlıklı I-profillerin gövdelerinin %40-%60 oranlarında kesilmesiyle oluşan T-kesitli profillerin hesaplanan değerleri yapı analizi ve tasarımı programı olan Sap2000 programından alınan değerler ile karşılaştırıldı. Eğimli başlıklı I profillerin gövdelerinden %40-%60 ve %30-%70 oranlarında kesilmesiyle oluşan T-kesitli profillerin kesit özelliklerini karşılaştıracak veriler bulunamamıştır. Eğimli başlıklı I profillerin %50-%50 oranında gövdelerinden kesilmesiyle oluşan T-kesitli profiller (eğimli başlıklı yarım I profiller) DIN 1025'e göre hazırlanan profil tablosu ile karşılaştırıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Enkesit Özellikleri, I-Kesitli Çelik Elemanlar, Sap2000, T-Kesitli Çelik Elemanlar, Yarım I profiller.

## **CALCULATION OF CROSS-SECTIONAL PROPERTIES OF T-SECTION STEEL MEMBERS**

### **ABSTRACT**

T- section profiles are used in construction industry as secondary load bearing(purlin) member or primary load bearing(cross column) member. In widespread using, profile tables of T-profiles are not considered sufficient. In this study, cross-sectional properties of steel I and T-section steel members which have flanges with uniform and variable thickness are calculated and the related tables are generated. In the first part of the study, one specimen is selected from both straight and curved flanged I-sections and their cross-sectional properties are calculated step by step. In the second part, the above mentioned profiles are separated into two parts 30%-70%, 40%-60%, 50%-50% respectively and five new T-section profiles with five different heights are obtained. While calculating the cross-sectional properties of these T-shaped profiles, although the flange dimensions are the same for all specimens; it is observed that the location of the centroid and consequently cross-sectional properties differ for each specimen. In the third part, the calculations that are made for straight and curved flanged I and T-profiles are written in a program to generate electronic cross-section tables for different I-profiles and T-profiles that are obtained by separation of I profiles in different amounts. The accuracy of the values in the tables are checked by different ways. The values that belong to I-profiles are compared with the values of the profile tables that are published by an international steel manufacturing company. The values of the T-profiles that are obtained by cutting of a straight flanged I-section in 40%-60% amounts, are compared with the values that are taken from the structural analysis and design computer program SAP2000. No data can be found to compare the values of the T-profiles obtained by the separation of flanges with uniform and variable thickness flanged I-profiles in 40%-60% and 30%-70% amounts. T-section with 50%-50% separation are compared by profile tables that are prepared by DIN 1025.

**Keywords:** Cross Section Properties, I-Section Steel Members, Sap2000, T-Section Steel Members, Half I Profiles.

## GİRİŞ

Çelik, birçok sektörde eski zamanlardan beri kullanılan bir malzemedir. Yapı sektöründeki kullanım alanları sahip olduğu avantajlar sayesinde gün geçtikçe artmaktadır. Yapı sektöründe, farklı amaç ve şekillerde birçok çelik profil kullanılır. I-kesitli ve T-kesitli çelik yapı elemanları bu profillerden sadece iki tanesidir.

I-kesitli profiller, yapılarda taşıyıcı sistemi oluşturan basınç elemanı ve eğilme elemanı olarak kullanılabilir. Bunun yanı sıra özellikle endüstriyel yapılarda kren rayı olarak I profillerin kullanılması da oldukça yaygındır.

Çelik profillerden bir diğeri olan T-kesitli çelik profiller, genellikle haddelenmiş I-kesitli çelik profillerin gövdelerinden kesilmesiyle elde edilir. T-kesitli çelik profillerin kullanımı da oldukça yaygındır. Çatı aşıkları, kafes sistemler, çelik çaprazlar T-kesitli çelik profillerin kullanım alanlarından birkaçıdır. Bir diğer kullanım alanı, iki adet T-kesitli çelik profilin gövdesi bir adet I-kesitli profile gövdeden kaynaklanmasıyla artı (haç) enkesitli kolonlardır. Eğrisel eksenli T-kesitli çelik profiller tünellerde destek elemanı olarak ya da su tanklarında rijitleştirici eleman olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca T-kesitli profiller yapı güçlendirme çalışmalarında da sıklıkla kullanılan profillerdendir. Oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olan T-kesitli çelik profillerin enkesit özelliklerinin bilinmesi tasarımın daha güvenli, daha pratik ve daha ekonomik olması açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, I-kesitli çelik hadde profillerin farklı yerlerinden kesilerek elde edilen T-profillerin enkesit özelliklerinin hesaplanması ve farklı kullanım alanları için imal edilen T-kesitli çelik elemanların enkesit özelliklerini tablolar halinde tasarımcılara sunmaktır.

Bu çalışma, düz ve eğimli başlığa sahip I-kesitli (IPN, IPE, HE) çelik hadde profilleriyle, bu profillerin kesilmesiyle oluşan T-profillerin enkesit alanı, atalet momentleri, atalet yarıçapları, mukavemet momentleri, burulma sabitleri gibi kesit özelliklerinin hesaplanmasından oluşmaktadır.

Çalışmanın 1. Bölümünde T-kesitli çelik elemanların üretimlerinden ve kullanım alanlarından bahsedildi.

Çalışmanın 2. Bölümünde düz ve eğimli başlığa sahip I-kesitli çelik hadde profillerden birer tane örnek seçilerek kesit özelliklerini belirleyebilmek için hesaplamalar yapıldı. Eğimli başlığa sahip I-kesitli çelik hadde profillerde IPN kesitler için hesaplamalar yapıldı. Düz başlığa sahip I-kesitli profillerde ise IPE ve HE profiller için hesaplamalar yapıldı. Yapılan hesaplamalar bilgisayar programına da yazıldı ve böylelikle farklı I-kesitli çelik hadde profillere ait kesit tabloları oluşturuldu.

Çalışmanın 3. Bölümünde, kesit özellikleri hesaplanan I profillerin gövdelerinin %50-%50 oranında kesilmesiyle oluşan T-kesitli çelik elemanlar için hesaplamalar yapıldı. Yapılan hesaplamalar bilgisayar programına yazılarak farklı T-kesitli çelik hadde profillere ait kesit tabloları oluşturuldu. Yine bu bölümde %60 HE profiline ait hesaplamalar da gösterildi.

Çalışmanın 4. Bölümünde I-kesitli çelik hadde profillere ve bu profillerin gövdesinden sırasıyla %30-%70, %40-%60 ve %50-%50 oranlarında kesilmesiyle oluşan T-kesitli çelik hadde profillere ait kesit tabloları gösterildi. Tablolardaki değerlerin doğruluğunu kanıtlamak için karşılaştırılan tablolardan bahsedildi. Karşılaştırma sonucu farklılık yüzdelerine ait tablolar oluşturuldu. I-kesitli profillerin gövdelerinin farklı oranlarda kesilmesiyle oluşan T-kesitli profillerde hesaplanan enkesit özelliklerinin değişen gövde boyuna göre grafikler çizildi.

Çalışmanın 5. Bölümünde, I ve T-kesite ait oluşturulan tablolardaki değerlerden ve karşılaştırma sonucu elde edilen farklılık yüzdelerinden bahsedildi.

## 1. T-ENKESİTLİ ÇELİK ELEMANLAR

Çelik yapılar, İngiltere de 1876 tarihinde inşa edilen ilk çelik karkas binanın yapılmasından yaklaşık 150 yıl sonra binlerce yıllık inşaat sektörünün yapı taşlarından biri haline gelmiştir. Çeliğin bu gelişimi hızla göstermesinin sebebi sahip olduğu avantajlardır. Çeliğin geri dönüştürülebilir bir malzeme olması, yüksek ve sabit elastisite modülüne sahip olması, homojen ve izotrop malzemedен oluşuyor olması ve elastik davranış göstermesi sahip olduğu avantajlardan birkaçıdır.

Yapılarda, farklı amaç ve şekillerde çelik profiller kullanılmaktadır. T-kesitli elemanlar bu profillerden bir tanesidir. Bu profiller diğer profil tiplerine nazaran yapılarda daha az kullanılmasına rağmen, doğru kullanıldığında ciddi avantajlar sağlayabilirler.

T-kesit, fabrikalarda üretilen bir çelik profil tipi değildir. Fabrikalar sadece küçük boyutlu olanların üretimi yapılabilir. Daha büyük çelik T-kesitler, yaygın olarak geniş başlıklı profillerin bölünmesiyle elde edilir ve çoğunlukla I profiller kullanılır. İki T-kesit üretmek için, bir kirişin gövdesi özel cihazlarla kesilir. Genellikle, kesme işlemi kesitin ortasından gerçekleştirilir ama bazen merkezin dışından da kesilebilir.



Şekil 1.1. I-kesitli profilin gövdesinden kesilmesiyle T-kesitli profil elde edilmesi[1]



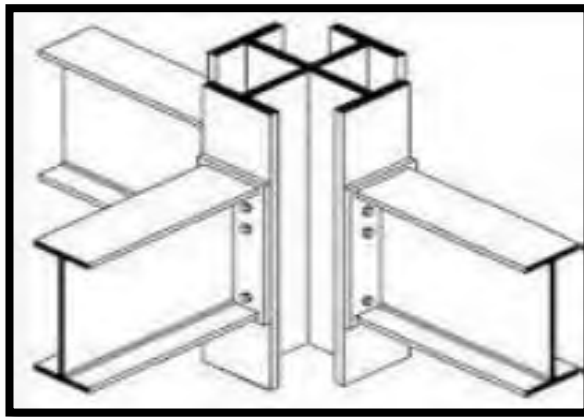
Elde edilen T-kesitin, bölünen I kesite göre temel avantajları, kesit yüksekliği ve bununla beraber montaj ağırlığının düşmesi ve daha kolay eğri eksenli şekle getirilebilen bir kesit elde edilmesidir.



Şekil 1.2.Eğri eksenli T-kesitler[2]

Eğri eksenli T-kesitler büyük tanklarda rijitleştirici olarak ve tünellerde destek elemanı olarak kullanılabilirler[2]. T-profiller, çatı aşıkları gibi ikincil elemanlarda da yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, yapı çaprazlarında yaygın şekilde kullanılan bu çelik profiller, yapı güçlendirmesinde de önemli rol oynayabilirler.

Bir diğer kullanım alanı ise, iki T-profilin, bir I-profile gövdesinden kaynaklanmasıyla oluşturulan istavroz (artı, haç) kolonlardır.



Şekil 1.3. İstavroz kolon [3]

T-kesitin sahip olduğu avantajları yapılarda doğru bir şekilde kullanmak çok önemlidir. Örneğin; T-profiller eğilme elemanı olarak kullanıldığında, pozitif moment etkisi altında yüksek dayanıma sahipken, negatif moment altında çok zayıftırlar. T kesitli kirişler tek simetri eksenine sahiptir. Başlığın çekme etkisinde olduğu durumlarda ve gövdenin sabitlenmemiş kısmının basınç etkisinde olduğu durumlarda, çoğu T kesitli konsol kiriş için düşey yükler, başlığın üst kısmında taşınır. Çünkü bu kirişlerin tarafsız eksen, gövdedeki maksimum basınç gerilmesinin, başlıktaki maksimum çekme gerilmesinden çok daha büyük olduğu durumlarda, başlığa yakındır. Bundan dolayı, kirişin basınç etkisinde göçmesi ve yanal burkulma ya da yanal burulmalı burkulması, temel göçme modlarından biri olabilir[4].

Enkesit tablolarında yer alan özellikler, tasarımın pratik, güvenli ve ekonomik olabilmesi adına büyük bir öneme sahiptir. Enkesit tablolarında yer alan özelliklerden biri olan atalet momenti, kesitin dönmeye karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Eğilme elemanı olarak tasarlanan kesitte, atalet momenti ne kadar yüksek olursa, eğilme gerilmesi o kadar az olur. Böylelikle, oluşabilecek sehim, eğilme gerilmesiyle doğru orantılı olarak azalacaktır[5]. Elastik ve plastik mukavemet momentleri de dayanım tasarımlarında kullanılan parametrelerdendir. Elastik mukavemet momenti, eğilme altındaki elemanda kesitin en dıştaki lifinin akması, plastik mukavemet momenti ise kesitteki tüm liflerin aktığı nokta olarak tanımlanabilir. Burulma sabiti ise, yapı elemanlarını uzun eksenleri boyunca burmaya çalışan burulma momentine karşı gösterdikleri direnç olarak tanımlanabilir. Burulma, boyu uzun olan her eleman için sınır durumu olacağından dolayı, burulma sabitleri kesit tablolarında bulunması gereken değerlerdendir.

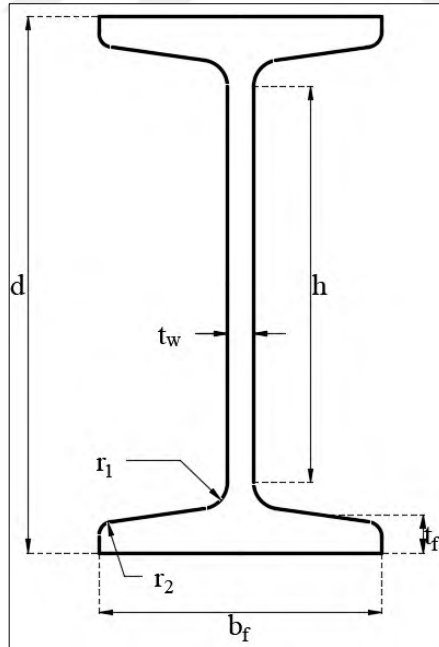
Birçok farklı ve yaygın kullanım alanına sahip T-kesitli bir çelik elemanın güvenli, ekonomik ve pratik tasarımı için enkesit özelliklerinin kolay ulaşılabilir olması gerekmektedir.

## 2. DÜZ VE EĞİMLİ BAŞLIĞA SAHİP I ENKESİTLİ ÇELİK HADDE PROFİLLER

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye’de yaygın olarak kullanılmakta olan düz ve eğimli başlığa sahip I-kesitli (HE, IPN, IPE) çelik hadde profillerinin kesit özellikleri hesaplanarak enkesit tabloları oluşturuldu. Hesaplamalara başlamadan önce her iki profil çeşidinden de birer örnek seçildi ve hesaplama adımları seçilen örnek kesitler üzerinden detaylıca anlatıldı. Eğimli başlığa sahip I-kesitli çelik hadde profiller için IPN80 profili, düz başlığa sahip I-kesitli çelik hadde profiller için HEA100 profili seçildi.

### 2.1. Eğimli Başlığa Sahip IPN 80 Profiline Ait Hesaplamalar

Eğimli başlığa sahip I-kesitli çelik hadde profillere ait T-kesit tablolarını oluşturabilmek için IPN 80 profili seçildi ve bu profile ait hesaplamalar yapıldı.



Şekil 2.1. IPN 80 profillerde boyutlara ait simgelerin şekil üzerinde gösterimi

Şekil 2.1’de gösterilen profile ait simgeler ve IPN80 profili için değerleri aşağıdaki gibidir[6].

$d$  : Kesit yüksekliği, 80 mm [6],

$b_f$  : Başlık genişliği, 42 mm [6],

$t_w$  : Gövde kalınlığı, 3,9 mm [6],

$t_f$  : Başlık kalınlığı (IPN kesitler için başlık genişliğinin  $\frac{1}{4}$ ’ündeki başlık kalınlığını ifade eder), 5,9 mm [6],

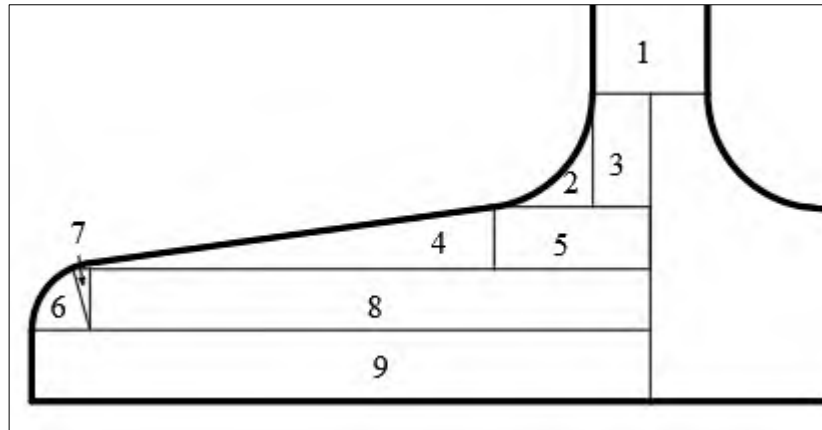
$r_1$  : Başlık ile gövde birleşim yerinde bulunan daire diliminin yarı çapı, 3,9 mm [6],

$r_2$  : Başlık uçlarında bulunan daire diliminin yarıçapı, 2,3 mm [6],

IPN enkesitli çelik profillerin başlık eğimi %14’tür [6],

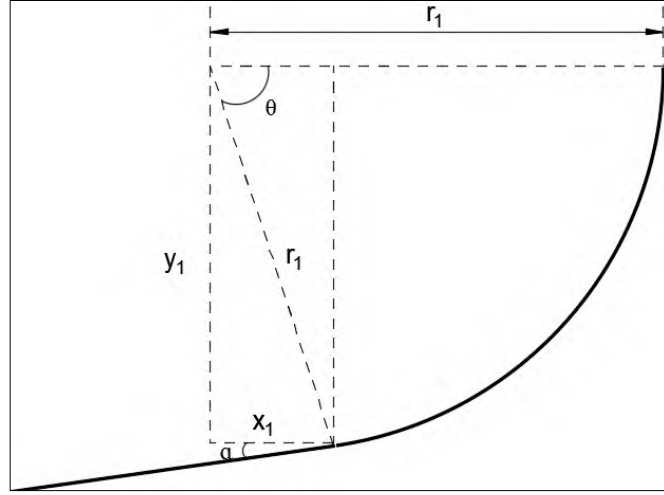
### 2.1.1. IPN 80 profiline ait alan hesapları

IPN 80 çelik profilinin kesit özellikleri hesaplanırken, hesaplamada kolaylık sağlamak için kesit parçalara ayrılmıştır. Bu parçalar Şekil 2.2’de gösterildi.



Şekil 2.2. Çelik profilin bölgelere ayrılması

Şekil 2.2’de gösterilen parçaların geometrik özellikleri tek tek hesaplandı. 1 no.lu parça olarak belirtilen kısmın kenar uzunluğunu belirleyebilmek için, öncelikle 2 no.lu parça (gövde-başlık birleşimi) ile ilgili hesapların yapılması gereklidir. Bu nedenle geometrik özelliklerin hesaplanmasına 2 no.lu bölgeden başlandı.



Şekil 2.3. Gövde-başlık birleşimi (2 no.lu bölge)

Şekil 2.3'te gösterilen 2 no.lu bölgede (gövde-başlık birleşimi) yer alan daire diliminin merkezinden, 4 no.lu bölge (eğimli doğrusal bölge) ile 2 no.lu bölgenin kesiştikleri noktanın hizasına bir dik inilmesi sonucu oluşan  $y_1$  değeri, Şekil 2.3.'te de belirtilen dik üçgen yardımıyla, aşağıdaki denklem ile ifade edildi,

$$y_1 = \sqrt{r_1^2 - x_1^2} \quad (2.1)$$

Kesitin başlık eğimini kullanarak aşağıdaki ifade elde edildi,

$$\frac{x_1}{\sqrt{r_1^2 - x_1^2}} = \frac{14}{100} \quad (2.2)$$

$r_1 = 3,9$  mm değeri Denklem (2.2)'de yerine yazılıp çözümlenerek  $x_1 = 0,541$  mm değeri bulundu.

Bulunan  $x_1$  değeri Denklem (2.1)'de yerine yazılarak  $y_1 = 3,862$  mm değeri bulundu.

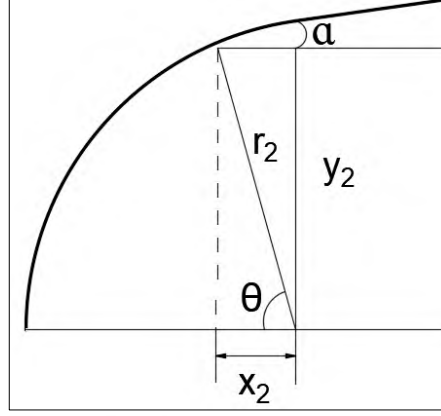
Şekil 2.3.'te gösterilen  $\theta$  açısı aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$\theta = \arccos\left(\frac{x_1}{r_1}\right) = 1,432 \text{ rad} \quad (2.3)$$

IPN80 kesitin doğrusal gövde boyu aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$h = d - 2 \cdot (t_{f1} + y_1) = 59,029 \text{ mm} \quad (2.4)$$

Başlığın doğrusal kısmından eğimli kısmına geçişte bulunan daire dilimine ait hesaplamalar yapılırken aşağıda adımlar izlenmiştir,



Şekil 2.4. Başlıkta bulunan daire dilimi (6 no.lu bölge)

Şekil 2.4'te  $\theta$  açısı ile gösterilen daire dilimi 6 no.lu bölge olarak adlandırıldı. Bu bölge ile ilgili hesaplar yapılırken, IPN kesitli elemanların başlık eğimlerinin 14/100 olması özelliğinden faydalanıldı[6]. Buna göre, Şekil 2.4'te gösterilen dik üçgen için Pisagor teoremi uygulanarak aşağıdaki eşitlik elde edildi,

$$y_2 = \sqrt{r_2^2 - x_2^2} \quad (2.5)$$

IPN kesitlerin başlık eğimi  $\tan(\alpha) = 0,14$  olarak ifade edilebilir[6]. Başlık eğiminden faydalanarak Denklem (2.5) yeniden düzenlenirse aşağıdaki ifade elde edilir,

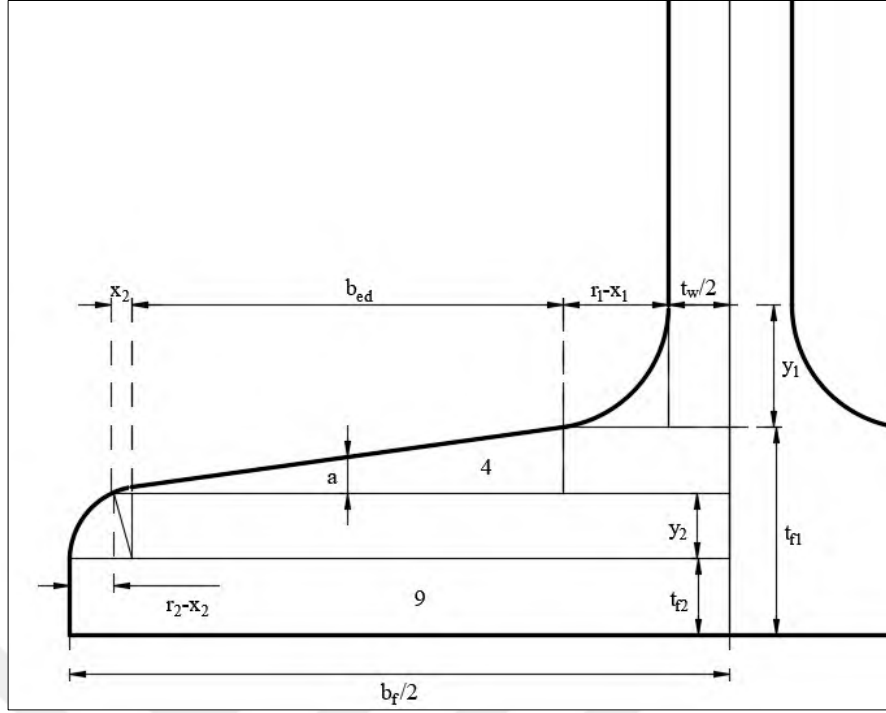
$$\frac{x_2}{\sqrt{r_2^2 - x_2^2}} = \frac{14}{100} \quad (2.6)$$

$r_2 = 2,3$  mm değeri Denklem (2.6)'da yerine yazılarak,  $x_2 = 0,319$  mm ve  $y_2 = 2,278$  mm ifadeleri bulundu.

2 no.lu bölge ve 6 no.lu bölge aynı eğime ulaştıklarından dolayı,  $\theta$  açısı iki parça için de aynı değere sahiptir. Bu ifade Denklem (2.7) ile gösterildi,

$$\theta = \arccos\left(\frac{x_2}{r_2}\right) = 1,432 \text{ rad} \quad (2.7)$$

Başlıkta bulunan bölgelerin boyutlarına ait ifadeler Şekil 2.5'te gösterildi.



Şekil 2.5. Başlıkta yer alan parçaların uzunluk ve yükseklikleri

Şekil 2.5'te gösterilen, 4 no.lu bölgedeki üçgenin taban uzunluğu olan ve eğimli doğrusal parça uzunluğu olarak adlandırılan  $b_{ed}$  ifadesi aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$b_{ed} = \frac{b_f}{2} - (r_2 - x_2) - (r_1 - x_1) - \frac{t_w}{2} = 13,710 \text{ mm} \quad (2.8)$$

Şekil 2.5'te gösterilen ve  $a$  ifadesi ile tanımlanan 4 no.lu bölgede bulunan üçgenin orta noktasındaki yüksekliği aşağıdaki şekilde hesaplandı,

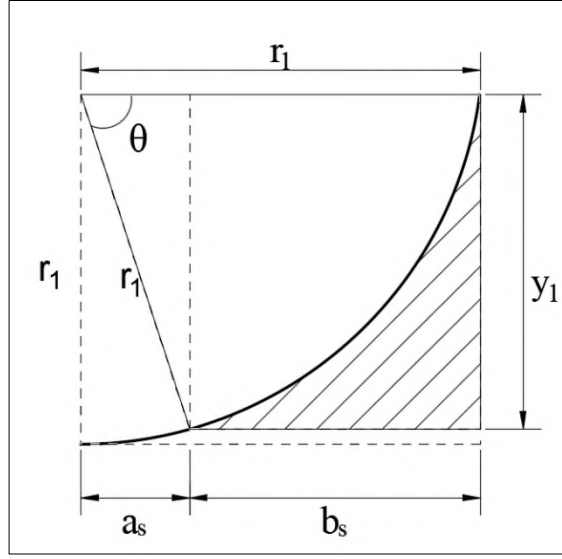
$$a = \left[ \frac{b_f}{4} - (r_2 - x_2) \right] \cdot \frac{14}{100} = 1,193 \text{ mm} \quad (2.9)$$

Şekil 2.5'te gösterilen 9 no.lu bölgenin yüksekliği aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$t_{f2} = t_f - (a + y_2) = 2,430 \text{ mm} \quad (2.10)$$

Şekil 2.5'te gösterilen ve kesitin başlığının en dış lifinden başlık-gövde birleşim yerine kadar olan mesafe aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır,

$$t_{f1} = t_{f2} + y_2 + b_{ed} \cdot 0,14 = 6,627 \text{ mm} \quad (2.11)$$



Şekil 2.6. Başlık ve gövde birleşiminde bulunan spandrel(2 no.lu bölge)

Başlık ve gövde birleşiminde bulunan asimetric spandrelin şekli ve boyutları Şekil 2.6'da gösterildi.

2 no.lu parçada yer alan asimetric spandrelin alanını bulmak için parça, Şekil 2.6'da gösterildiği gibi dik yamuğa tamamlanmıştır. Dik yamuk dışında kalan ve  $a_s$  ifadesi ile tanımlanan kenar uzunluğu ise daha önce hesaplanan  $x_1 = 0,541$  mm değerine eşittir. Dik yamuğun alt taban uzunluğu  $b_s$  ifadesi ile tanımlanmıştır ve aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$b_s = r_1 - a_s = 3,359 \text{ mm} \quad (2.12)$$

Spandrelin alanını hesaplamak için oluşan yamuk alanından daire diliminin alanı çıkarılmıştır. Bu ifade aşağıdaki şekilde gösterildi,

$$A_{sp} = A_{yamuk} - A_{d.dilimi} = \frac{b_s + r_1}{2} y_1 - \frac{\theta r_1^2}{2} = 3,131 \text{ mm}^2 \quad (2.13)$$

Kesitin gövdesinde yer alan birinci bölgenin alanı aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$A_1 = t_w \cdot h_i = 230.185 \text{ mm}^2 \quad (2.14)$$



Başlık ve gövde birleşiminde bulunan ikinci bölgenin alanı, Denklem (2.13) ile hesaplanan spandrelin alanına eşittir,

$$A_2 = A_{sp} = 9,131 \text{ mm}^2 \quad (2.15)$$

Gövde ve başlığın birleştiği yerde, spandrelin yanında yer alan üçüncü bölgenin alanı aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$A_3 = \frac{t_w}{2} \cdot y_1 = 7,531 \text{ mm}^2 \quad (2.16)$$

Başlığın eğimli doğrusal bölgesinde yer alan üçgen şeklindeki dördüncü bölgenin alanı aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$A_4 = \frac{1}{2} \cdot b_{ed} \cdot [t_{f1} - (y_2 + t_{f2})] = 13,157 \text{ mm}^2 \quad (2.17)$$

Başlığın eğimli doğrusal bölgesinin yanında yer alan dikdörtgen şeklindeki beşinci bölgenin alanı aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$A_5 = \left[ (r_1 - x_1) + \frac{t_w}{2} \right] \cdot [t_{f1} - (y_2 + t_{f2})] = 10,190 \text{ mm}^2 \quad (2.18)$$

Başlığın düz parçasından doğrusal eğimli bölgesine geçişte yer alan daire dilimi şeklindeki altıncı bölgenin alanı aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$A_6 = \frac{\theta \cdot r_2^2}{2} = 3,787 \text{ mm}^2 \quad (2.19)$$

Başlığın düz bölgesinden doğrusal eğimli bölgesine geçişte yer alan daire diliminin yanında yer alan ve dik üçgen şeklindeki yedinci bölgenin alanı aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$A_7 = \frac{x_2 \cdot y_2}{2} = 0,363 \text{ mm}^2 \quad (2.20)$$

Başlığın orta kısmında yer alan dikdörtgen şeklindeki sekizinci bölgenin alanı aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$A_8 = \left[ \frac{b_f}{2} - r_2 \right] \cdot y_2 = 42,595 \text{ mm}^2 \quad (2.21)$$

Başlığın düz bölgesinde yer alan dikdörtgen şeklindeki dokuzuncu bölgenin alanı aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$A_9 = \frac{b_f}{2} \cdot t_{f2} = 51,021 \text{ mm}^2 \quad (2.22)$$

Birbirinden farklı geometrik şekle ve ölçülere sahip dokuz adet bölgeye ayrılmış olan IPN kesitinin her bir parçasının alanı yukarıdaki denklemler yardımıyla hesaplandı. IPN 80 kesitinin toplam alanını bulmak için ise dokuz adet bölgeye ait hesaplanan alan değerleri toplandı. Bu hesaplama Denklem (2.23)'te gösterildi,

$$A = A_1 + 4 \cdot (A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + A_8 + A_9) = 757,285 \text{ mm}^2 \quad (2.23)$$

### 2.1.2. IPN 80 kesitin birim boy kütleinin ve birim uzunluktaki yüzey alanının hesaplanması

İncelenen IPN 80 profilinin birim boy kütleini hesaplamak için, profilin toplam alanı ile çeliğin birim hacim ağırlığı çarpıldı.

$\rho_{\text{çelik}}$  : Çeliğin birim hacim ağırlığı, 7850 kg/m<sup>3</sup>

$$G = 757,285 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 7850 \text{ kg/m}^3 = 5,945 \text{ kg/m} \quad (2.24)$$

Çelik profillerdeki birim uzunluğa denk gelen yüzey alanının hesaplanması için öncelikle I-kesitin çevre uzunluğu hesaplandı. Hesaplanan değer birim boy uzunluğu ile çarpılarak birim uzunluktaki yüzey alanı ( $A_L$ ) hesaplandı.

IPN 80 kesitinin çevre uzunluğunu hesaplariken, başlık ve gövde birleşiminde yer alan spandrelin uzunluğu, başlığın eğimli bölgesinde yer alan eğimli doğrusal bölgenin uzunluğu, başlığın düz bölgesinden eğimli bölgesine geçişte yer alan daire diliminin yay uzunluğu değerleri hesaplandı ve hesaplanan değerlere gövde ve başlık uzunluğu da eklenerek IPN 80 kesitinin çevre uzunluğu hesaplandı.

$L_{spa}$  : İkinci parçadaki spandrelin yay uzunluğu Denklem (2.25) ile hesaplandı,

$$L_{spa} = \theta \cdot r_2 = 5,584 \text{ mm} \quad (2.25)$$

$L_{dlm}$  : Altıncı parçadaki daire diliminin yay uzunluğu, Denklem (2.26) ile hesaplandı,

$$L_{dlm} = \theta \cdot r_1 = 3,293 \text{ mm} \quad (2.26)$$

$L_{ed}$  : Eğimli doğrusal bölgenin eğimli çizgisinin uzunluğu, Denklem (2.27) ile hesaplandı,

$$L_{ed} = \frac{b_{ed}}{\sin(\theta)} = 13,843 \text{ mm} \quad (2.27)$$

$L_{\text{çevre}}$  : Tüm kesitin çevre uzunluğu, Denklem (2.28) ile hesaplandı,

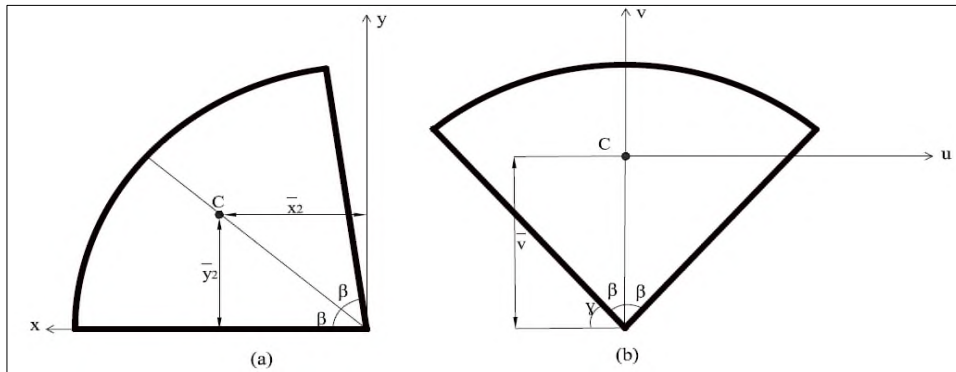
$$L_{\text{çevre}} = 2 \cdot (b_f + h_i) + 4 \cdot (t_{f2} + L_{dlm} + L_{ed} + L_{spa}) = 302,642 \text{ mm} \quad (2.28)$$

Birim boy yüzey alanı, tüm kesitin çevre uzunluğunun birim boy ile çarpılmasıyla Denklem 2.29'da hesaplandı,

$$A_L = L_{\text{çevre}} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{m}} = 0,302 \frac{\text{m}^2}{\text{m}} \quad (2.29)$$

### 2.1.3. Atalet momentinin hesaplanması

IPN 80 kesitin x ve y eksenlerine göre atalet momentini hesaplarken de her bölgenin kendi geometrik merkezine göre atalet momentini hesaplanmış ve hesaplanan bu değerler IPN kesitin geometrik merkezine taşınmıştır.



Şekil 2.7. 6 no.lu bölgenin atalet momentinin hesaplanması a) 6 no.lu parça b) 6 no.lu bölgenin  $\gamma$  açısı kadar döndürülmüş hali

Başlık uçlarında bulunan ve 6 no.lu bölge olarak adlandırılan daire diliminin atalet momentini hesaplariken, hesaplamalarda kolaylık olması için, bölge  $\gamma$  açısı kadar döndürülerek hesaplamalar yapıldı. Böylece Şekil 2.7b’de gösterilen kesitin öncelikle ağırlık merkezi hesaplandı, daha sonra trigonometrik bağıntılar kullanılarak, döndürülmemiş kesit olan Şekil 2.7a’ya göre gerekli değerler hesaplandı.

6 no.lu parçada bulunan daire diliminin açısı Denklem (2.7) ile hesaplanmıştı. Daire merkezinden geometrik merkeze çizilen çizgi, daire dilimini iki eşit parçaya ayırdığı için Şekil 2.7’de gösterilen  $\beta$  aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$\beta = \frac{\theta}{2} = 0,716 \text{ rad} \quad (2.30)$$

Şekil 2.7b’de gösterilen  $\gamma$  açısı aşağıdaki gibi hesaplandı,

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - \beta = 0,855 \text{ rad} \quad (2.31)$$

Döndürülmüş şeklin geometrik merkezinin v ekseni üzerindeki koordinatı,

$$\bar{v} = \frac{2 \cdot r_2 \cdot \sin(\beta)}{3 \cdot \beta} = 1,406 \text{ mm} \quad (2.32)$$

6 no.’lu bölgenin geometrik merkezinin x koordinatı,

$$\bar{x}_2 = \bar{v} \cdot \cos(\beta) = 1,061 \text{ mm} \quad (2.33)$$

Aynı bölgenin y koordinatı,

$$\bar{y}_2 = \bar{v} \cdot \sin(\beta) = 0,923 \text{ mm} \quad (2.34)$$

Döndürülmüş şeklin geometrik merkezinden geçen u eksene göre atalet momenti[7],

$$I_u = \left[ \beta + \frac{1}{2} \cdot \sin(2\beta) \right] \cdot \frac{r_2^4}{4} - \frac{4}{9} \cdot \frac{(\sin(\beta))^2}{\beta} \cdot r_2^4 = 0,990 \text{ mm}^4 \quad (2.35)$$

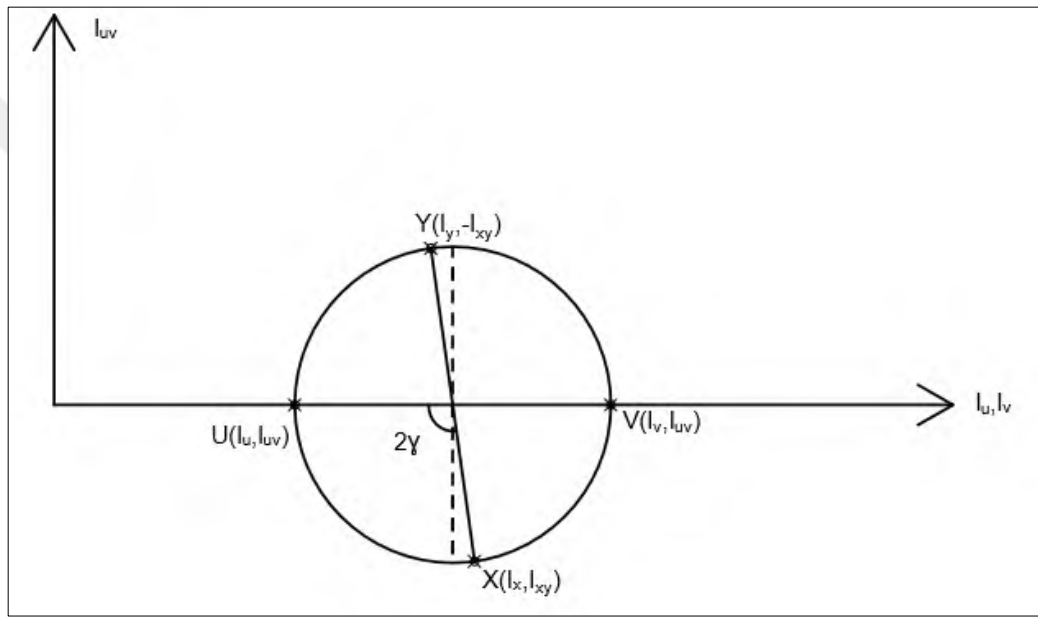
Yine aynı şeklin v eksene göre atalet momenti[7],

$$I_v = \left[ \beta - \frac{1}{2} \cdot \sin(2\beta) \right] \cdot \frac{r_2^4}{4} = 1,544 \text{ mm}^4 \quad (2.36)$$

Döndürülmüş daire dilimi v eksenine göre simetrik olduğundan dolayı çarpım atalet momenti,

$$I_{uv}=0 \quad (2.37)$$

değerine eşittir. Döndürülmüş şeklin geometrik merkezinden geçen u ve v eksenlerine göre hesaplanan atalet momenti değerleri mohr dairesi üzerine Şekil 2.8'deki gibi yerleştirildi. Böylece 6 no.lu bölgenin geometrik merkezinden geçen x ve y eksenlerine göre atalet momentleri hesaplandı.



Şekil 2.8. 6 no.lu bölge için Mohr Dairesinin çizilmesi

Çizilen Mohr çemberinin yarıçapı[7],

$$R = \frac{I_v - I_u}{2} = 0,277 \text{ mm}^4 \quad (2.38)$$

Ortalama atalet momenti[7],

$$I_{ave} = \frac{I_v + I_u}{2} = 1,267 \text{ mm}^4 \quad (2.39)$$

6 no.'lu bölgenin geometrik merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti,

$$I_{xx6} = I_{ave} + R \cdot \sin\left(2\gamma - \frac{\pi}{2}\right) = 1,305 \text{ mm}^4 \quad (2.40)$$

denklemleri ile hesaplandı. Yine aynı bölgenin geometrik merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti,

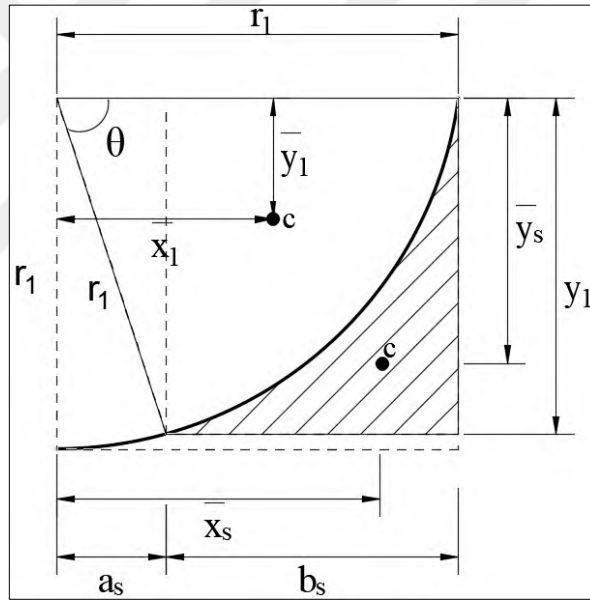
$$I_{yy6} = I_{ave} - R \cdot \sin\left(2\gamma - \frac{\pi}{2}\right) = 1,228 \text{ mm}^4 \quad (2.41)$$

6 no.'lu bölgenin geometrik merkezinin profilin en alt ucuna olan mesafesi,

$$d_{y6} = \frac{d}{2} - (t_{f2} + \bar{y}_2) = 36,648 \text{ mm} \quad (2.42)$$

Yine aynı bölgenin kesitin tam ortasından geçen y eksenine olan mesafesi,

$$d_{x6} = \frac{b_f}{2} - r_2 + \bar{x}_2 = 19,761 \text{ mm} \quad (2.43)$$



Şekil 2.9. Başlık ve gövde birleşiminde bulunan spandrel için atalet hesapları

Başlık ve gövde birleşim yerinde bulunan ve Şekil 2.9'da taralı olarak gösterilen asimetric spandrelin geometrik merkezinden geçen x ve y eksenlerine göre atalet momentini hesaplamak için  $\theta$  açılı daire diliminin ağırlık merkezinin x koordinatı Denklem (2.44) ile hesaplandı,

$$\bar{x}_1 = \frac{4 \cdot r_1}{3 \cdot \theta} \cdot \sin^2 \beta = 1,564 \text{ mm} \quad (2.44)$$

$\theta$  açılı daire diliminin ağırlık merkezinin y koordinatı Denklem (2.45) ile hesaplandı,

$$\bar{y}_1 = \frac{4.r_1}{3.\theta} . \sin\beta . \cos\beta = 1,798 \text{ mm} \quad (2.45)$$

2 no.'lu bölgeyi oluşturan spandrelin y eksenini üzerindeki ağırlık merkezi Denklem (2.46) ile hesaplandı,

$$\bar{y}_s = \frac{y_1 b_s \frac{y_1}{2} + a_s \frac{y_1 y_1}{2} \frac{1}{3} - \beta r_1^2 \bar{y}_1}{y_1 b_s + \frac{a_s y_1}{2} - \beta r_1^2} = 2,992 \text{ mm} \quad (2.46)$$

Aynı bölgenin x eksenini üzerindeki ağırlık merkezi Denklem (2.47) ile hesaplandı,

$$\bar{x}_s = \frac{y_1 . b_s . \left( \frac{b_s}{2} + a_s \right) + a_s . \frac{y_1}{2} . \frac{2 . a_s}{3} - \beta . r_1^2 . \bar{x}_1}{y_1 . b_s + \frac{a_s . y_1}{2} - \beta . r_1^2} = 3,067 \text{ mm} \quad (2.47)$$

Spandrelin kendi ağırlık merkezindeki x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.48) ile hesaplandı,

$$I_{xx2} = \frac{1}{12} b_s y_1^3 + b_s y_1 \left( \bar{y}_s - \frac{y_1}{2} \right)^2 + \frac{1}{36} a_s y_1^3 + \frac{a_s y_1}{2} \left( \bar{y}_s - \frac{y_1}{3} \right)^2 - \quad (2.48)$$

$$\left( I_{xx6} \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^4 + \beta r_1^2 + (\bar{y}_s - \bar{y}_1)^2 \right) = 1,644 \text{ mm}^4$$

Spandrelin geometrik merkezinin, y eksenini üzerinde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Denklem (2.49) ile hesaplandı,

$$d_{y2} = \frac{h_i}{2} + \bar{y}_s = 32,503 \text{ mm} \quad (2.49)$$

Spandrelin kendi ağırlık merkezindeki y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.50) ile hesaplandı,

$$I_{yy2} = \frac{1}{12} y_1 b_s^3 + b_s y_1 \left( \bar{x}_s - \left( \frac{b_s}{2} + a_s \right) \right)^2 + \frac{1}{36} y_1 a_s^3 + \frac{a_s y_1}{2} \left( \bar{x}_s - \frac{2a_s}{3} \right)^2 - \quad (2.50)$$

$$\left( I_{yy6} \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^4 + \beta r_1^2 + (\bar{x}_s - \bar{x}_1)^2 \right) = 1,492 \text{ mm}^4$$

Spandrelin geometrik merkezinin, x eksenini üzerinde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Denklem (2.51) ile hesaplandı,

$$d_{x2} = \frac{t_w}{2} + r_1 - \bar{x}_s = 2,783 \text{ mm} \quad (2.51)$$

Gövdede bulunan 1 no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.52) ile hesaplandı,

$$I_{x1} = \frac{1}{12} \cdot t_w \cdot h_i^3 = 66,823 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.52)$$

2 no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.53) ile hesaplandı,

$$I_{x2} = I_{xx2} + A_2 \cdot d_{y2}^2 = 3,309 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.53)$$

3 no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.54) ile hesaplandı,

$$I_{x3} = \frac{1}{12} \cdot \frac{t_w}{2} \cdot y_1^3 + A_3 \cdot \left( \frac{d}{2} - \left( \frac{y_1}{2} + tf_1 \right) \right)^2 = 7,455 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.54)$$

4 no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.55) ile hesaplandı,

$$I_{x4} = \frac{1}{36} \cdot \text{bed.} \cdot (tf_1 - (y_2 + tf_2))^3 + A_4 \cdot \left( \frac{h_i}{2} + y_1 + \frac{2}{3} \cdot (tf_1 - (y_2 + tf_2)) \right)^2 \quad (2.55)$$

$$= 15,802 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

5 no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.56) ile hesaplandı,

$$I_{x5} = \frac{1}{12} \cdot \left( (r_1 - x_1) + \frac{t_w}{2} \right) \cdot (tf_1 - (y_2 + tf_2))^3 + A_5 \cdot \left( \frac{h_i}{2} + y_1 + \frac{1}{2} \cdot (tf_1 - (y_2 + tf_2)) \right)^2 \quad (2.56)$$

$$= 12,015 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$



6 no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.57) ile hesaplandı,

$$I_{x6}=I_{xx6}+A_6 \cdot d_{y6}^2=5,087 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.57)$$

7 no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.58) ile hesaplandı,

$$I_{x7}=\frac{1}{36} \cdot x_2 \cdot y_2^3+A_7 \cdot \left( \frac{d}{2} - \left( tf_2 + \frac{2}{3} \cdot y_2 \right) \right)^2 =4721,464 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.58)$$

8 no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.59) ile hesaplandı,

$$I_{x8}=\frac{1}{12} \cdot \left( \frac{bf}{2} - r_2 \right) \cdot y_2^3+A_8 \cdot \left( \frac{d}{2} - \left( tf_2 + \frac{y_2}{2} \right) \right)^2 =56,552 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.59)$$

9 no.'lu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.60) ile hesaplandı,

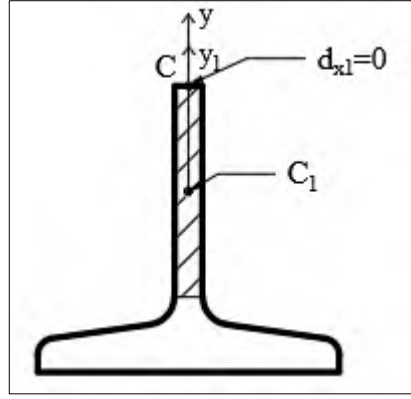
$$I_{x9}=\frac{1}{12} \cdot \frac{bf}{2} \cdot tf_2^3+A_9 \cdot \left( \frac{d}{2} - \frac{tf_2}{2} \right)^2 =76,776 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.60)$$

Tüm kesitin, geometrik merkezden geçen x eksenine göre atalet momenti Denklem 2.61 ile hesaplandı,

$$I_x=I_{x1}+4 \cdot (I_{x2}+I_{x3}+I_{x4}+I_{x5}+I_{x6}+I_{x7}+I_{x8}+I_{x9})=776,696 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.61)$$

Y eksenine göre atalet momenti hesaplanmadan önce, hesaplarda kolaylık sağlamak için parçaların ağırlık merkezleri ile kesitin ağırlık merkezi arasındaki mesafeler öncelikle hesaplandı.

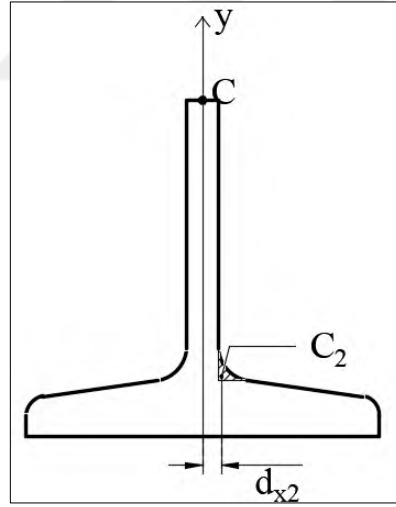
Birinci bölgenin geometrik merkezinin, x ekseninde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi  $d_{x1} = 0$  değerine eşittir.



Şekil 2.10. Gövdede bulunan 1 no.lu parçanın kesitin geometrik merkezine mesafesi

İkinci bölgenin geometrik merkezinin, x ekseninde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Şekil 2.11’de gösterildi ve Denklem (2.62) ile hesaplandı,

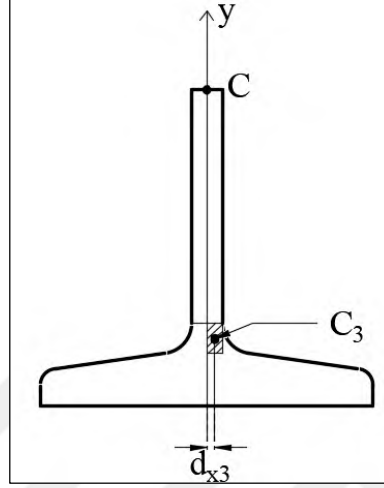
$$d_{x2} = \frac{t_w}{2} + r_1 - \bar{x}_s = 2,783 \text{ mm} \quad (2.62)$$



Şekil 2.11. Spandrelin kesitin geometrik merkezine mesafesi

Üçüncü bölgenin geometrik merkezinin, x ekseninde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Şekil 2.12’de gösterildi ve Denklem (2.63) ile hesaplandı,

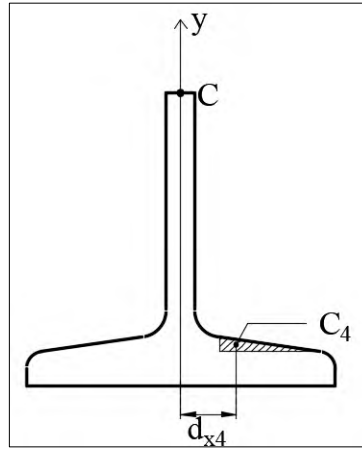
$$d_{x3} = \left( \frac{t_w}{4} \right) = 0,975 \text{ mm} \quad (2.63)$$



Şekil 2.12. 3 no.lu parçanın kesitin geometrik merkezine mesafesi

Dördüncü bölgenin geometrik merkezinin, x ekseninde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Şekil 2.13’te gösterildi ve Denklem (2.64) ile hesaplandı,

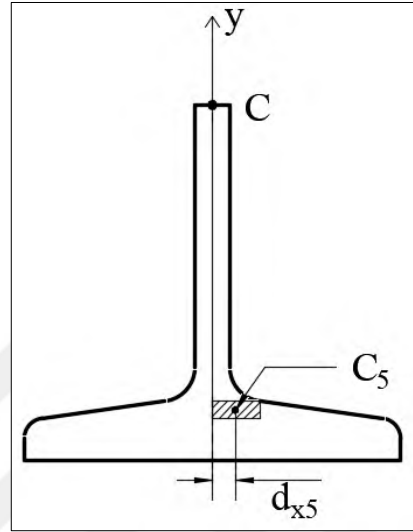
$$d_{x4} = \left( \frac{b_{ed}}{3} + \left( (r_1 - x_1) + \frac{t_w}{2} \right) \right) = 9,789 \text{ mm} \quad (2.64)$$



Şekil 2.13. 4 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi

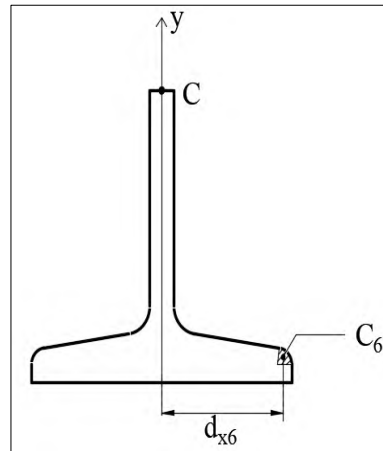
Beşinci bölgenin geometrik merkezinin, x ekseninde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Şekil 2.14'te gösterildi ve Denklem (2.65) ile hesaplandı,

$$d_{x5} = \left( \frac{(r_1 - x_1) + \frac{t_w}{2}}{2} \right) = 2,655 \text{ mm} \quad (2.65)$$



Şekil 2.14. 5 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi

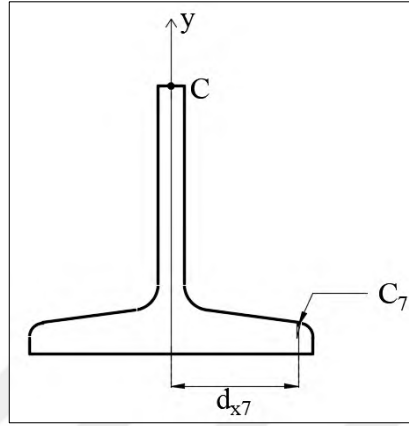
Altıncı bölgenin geometrik merkezinin, x ekseninde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Denklem (2.43) ile hesaplandı ve  $d_{x6} = 19,761 \text{ mm}$  değeri bulundu,



Şekil 2.15. 6 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi

Yedinci bölgenin geometrik merkezinin, x ekseninde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Şekil 2.16'de gösterildi ve Denklem (2.66) ile hesaplandı,

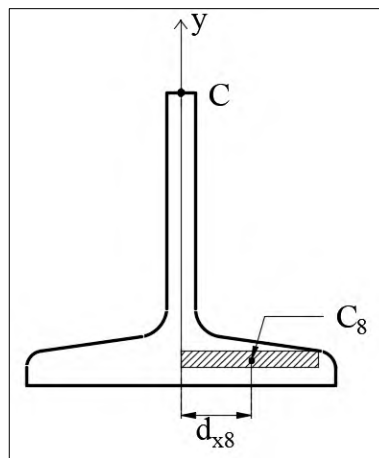
$$d_{x7} = \left( \frac{x_2}{2} + \left( \frac{b_f}{2} - r_2 \right) \right) = 18,806 \text{ mm} \quad (2.66)$$



Şekil 2.16. 7 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi

Sekizinci bölgenin geometrik merkezinin, x ekseninde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Şekil 2.17'de gösterildi ve Denklem (2.67) ile hesaplandı,

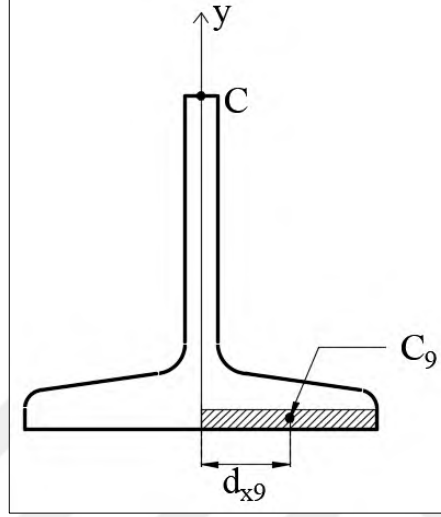
$$d_{x8} = \left( \frac{\frac{b_f}{2} - r_2}{2} \right) = 9,35 \text{ mm} \quad (2.67)$$



Şekil 2.17. 8 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi

Dokuzuncu bölgenin geometrik merkezinin, x eksenini üzerinde, kesitin geometrik merkezine olan mesafesi Şekil 2.18’de gösterildi ve Denklem 2.68 ile hesaplandı,

$$d_{x9} = \frac{b_f}{4} = 10,5 \text{ mm} \quad (2.68)$$



Şekil 2.18. 9 no.lu bölgenin kesitin geometrik merkezine mesafesi

Gövdenin bulunduğu birinci bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.69) ile hesaplandı,

$$I_{y1} = \frac{1}{12} \cdot h_i \cdot t_w^3 = 291,760 \text{ mm}^4 \quad (2.69)$$

İkinci bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.70) ile hesaplandı,

$$I_{y2} = I_{yy2} + A_2 \cdot d_{x2}^2 = 25,737 \text{ mm}^4 \quad (2.70)$$

Üçüncü bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.71) ile hesaplandı,

$$I_{y3} = \frac{1}{12} \cdot y_1 \cdot \left(\frac{t_w}{2}\right)^3 + A_3 \cdot d_{x3}^2 = 9,546 \text{ mm}^4 \quad (2.71)$$

Dördüncü bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.72) ile hesaplandı,

$$I_{y4} = \frac{1}{36} \cdot (t_{f1} - (y_2 + t_{f2})) \cdot b_{ed}^3 + A_4 \cdot d_{x4}^2 = 1,421 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.72)$$

Beşinci bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.73) ile hesaplandı,

$$I_{y5} = \frac{1}{12} \cdot (t_{f1} - (y_2 + t_{f2})) \cdot \left( (r_1 - x_1) + \frac{t_w}{2} \right)^3 + A_5 \cdot d_{x5}^2 = 95,750 \text{ mm}^4 \quad (2.73)$$

Altıncı bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.74) ile hesaplandı,

$$I_{y6} = I_{yy6} + A_6 \cdot d_{x6}^2 = 1,480 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.74)$$

Yedinci bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.75) ile hesaplandı,

$$I_{y7} = \frac{1}{36} \cdot y_2 \cdot x_2^2 + A_7 \cdot d_{x7}^2 = 128,451 \text{ mm}^4 \quad (2.75)$$

Sekizinci bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.76) ile hesaplandı,

$$I_{y8} = \frac{1}{12} \cdot y_2 \cdot \left( \frac{b_f}{2} - r_2 \right)^3 + A_8 \cdot d_{x8}^2 = 4964,968 \text{ mm}^4 \quad (2.76)$$

Dokuzuncu bölgenin kesitin ağırlık merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.77) ile hesaplandı,

$$I_{y9} = \frac{1}{12} \cdot t_{f2} \cdot \left( \frac{b_f}{2} \right)^3 + A_9 \cdot d_{x9}^2 = 7500,081 \text{ mm}^4 \quad (2.77)$$

Tüm kesitin, geometrik merkezden geçen y eksenine göre atalet momenti Denklem (2.78) ile hesaplandı,

$$I_y = I_{y1} + 4 \cdot (I_{y2} + I_{y3} + I_{y4} + I_{y5} + I_{y6} + I_{y7} + I_{y8} + I_{y9}) = 62,795 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (2.78)$$

#### 2.1.4. Elastik mukavemet momentleri ve atalet yarıçaplarının hesaplanması

Kesitin en dış lifinin akması olarak tanımlanabilen elastik mukavemet momenti hesabı yapılırken, elastik mukavemet momentinin hesaplanacağı eksene ait atalet momenti kesitin en dışındaki mesafeye bölünür.

Kesitin x eksenine göre elastik mukavemet momenti Denklem (2.79) ile hesaplandı,

$$W_{ex} = \frac{I_x}{\frac{d}{2}} = 19,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (2.79)$$

Tüm kesitin, geometrik merkezden geçen y eksenine göre elastik mukavemet momenti Denklem (2.80) ile hesaplandı,

$$W_{ey} = \frac{I_y}{\frac{b_f}{2}} = 2,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (2.80)$$

Kesitin x eksenine göre atalet yarıçapı Denklem (2.81) ile hesaplandı,

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 32,0 \text{ mm} \quad (2.81)$$

Kesitin, geometrik merkezden geçen y eksenine göre atalet yarıçapı Denklem (2.82) ile hesaplandı,

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 9,1 \text{ mm} \quad (2.82)$$

#### 2.1.5. Plastik mukavemet momentinin hesaplanması

Plastik mukavemet momenti, tüm enkesitin aktığı nokta olarak tanımlanan çelik elemanların limit durumunu tanımlamakta kullanılır. Bu özellik sünek olan bütün malzemelerde gözlenebilir. Elastik mukavemet momentinin aksine, plastik mukavemet momenti, enkesitin atalet momentiyile doğrudan bir ilişkiye sahip değildir. Bireysel temel merkezlerin her birinin, enkesitin tamamının merkezine olan



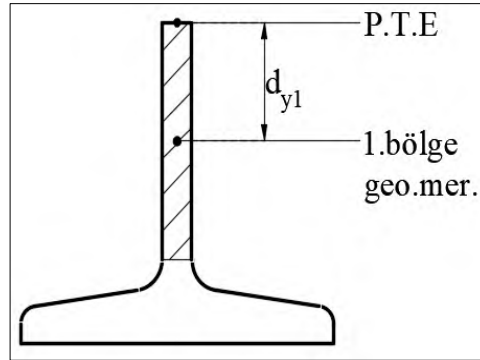
mesafesiyle çarpılan enkesitin merkezinin, altındaki ya da üstündeki tüm temel alanların toplamı olarak tanımlanır[7].

Kesitteki tüm liflerin akması olarak tanımlanabilen plastik mukavemet momenti hesabında öncelikle x eksenine göre hesap yapıldı. Kesit simetrik olduğu için, kesitin plastik tarafsız ekseni geometrik merkezle çakışacaktır. Yani, kesitin plastik tarafsız ekseni, tıpkı geometrik merkez gibi, kesitin tam ortasında bulunmaktadır. Hesaplarda kolaylık sağlanması için kesit ikiye bölünerek hesap yapıldı.

Plastik mukavemet momenti hesabı için, öncelikle her bir bölgenin geometrik merkezinin kesitin plastik tarafsız eksenine olan mesafeleri hesaplandı. I kesit çift simetri eksenine sahip olduğu için plastik tarafsız eksen geometrik merkez ile çakışmaktadır. Her bir bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi aynı zamanda geometrik eksene mesafesine eşittir.

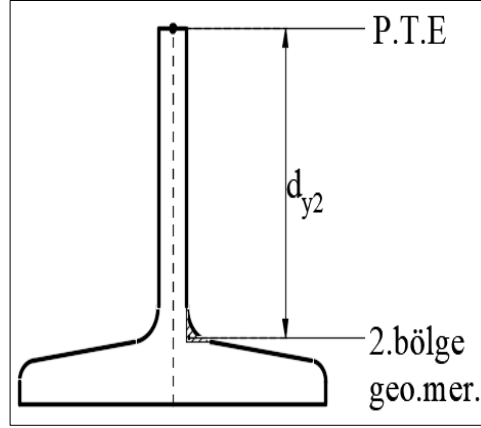
Kesit ikiye bölünerek hesap yapıldığı için birinci bölgenin geometrik merkezi  $h_i / 4$  oldu. Buna göre, birinci bölgenin geometrik merkezi ile kesitin plastik tarafsız ekseni arasındaki mesafe Denklem (2.83) ile hesaplandı,

$$d_{y1} = \frac{h_i}{4} = 14,755 \text{ mm} \quad (2.83)$$



Şekil 2.19. 1 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

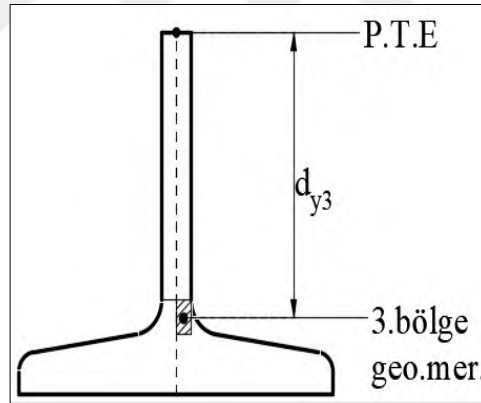
İkinci bölgenin geometrik merkezi ile kesitin plastik tarafsız ekseni arasındaki mesafe Bölüm 2.1.3'te Denklem (2.49) ile  $d_{y2} = 32,503 \text{ mm}$  olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.20. 2 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Üçüncü bölgenin geometrik merkezi ile kesitin plastik tarafsız eksenine arasındaki mesafe Denklem (2.84) ile hesaplandı,

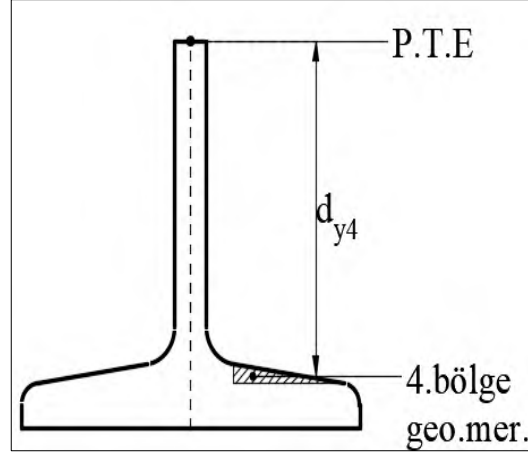
$$d_{y3} = \frac{d}{2} - \left( \frac{y_1}{2} + t_{f1} \right) = 31,442 \text{ mm} \quad (2.84)$$



Şekil 2.21. 3 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Dördüncü bölgenin geometrik merkezi ile kesitin plastik tarafsız eksenine arasındaki mesafe Denklem (2.85) ile hesaplandı,

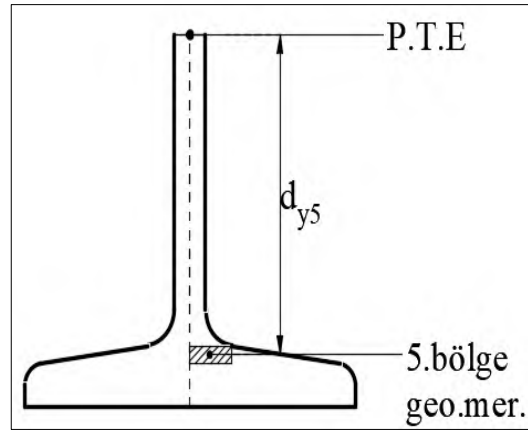
$$d_{y4} = \frac{h_i}{2} + y_1 + \frac{2}{3} \cdot (t_{f1} - (y_2 + t_{f2})) = 34,653 \text{ mm} \quad (2.85)$$



Şekil 2.22. 4 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

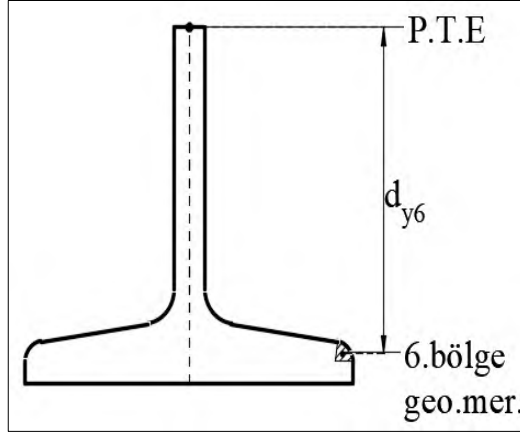
Beşinci bölgenin geometrik merkezi ile kesitin plastik tarafsız eksenini arasındaki mesafe Denklem (2.86) ile hesaplandı,

$$d_{y5} = \frac{h_i}{2} + y_1 + \frac{1}{2} \cdot (t_{f1} - (y_2 + t_{f2})) = 34,333 \text{ mm} \quad (2.86)$$



Şekil 2.23. 5 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

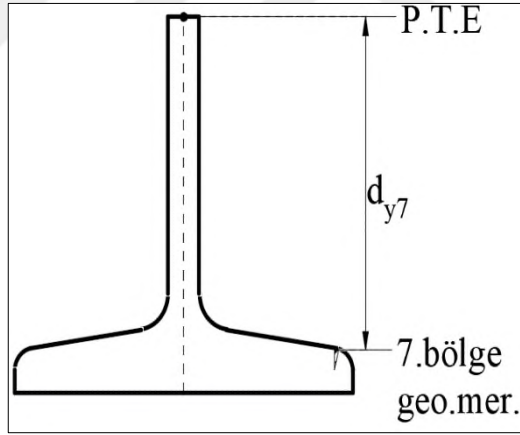
Altıncı bölgenin geometrik merkezi ile kesitin plastik tarafsız eksenini arasındaki mesafe Bölüm 2.1.3'te Denklem (2.42) ile  $d_{y6} = 36,648 \text{ mm}$  olarak hesaplanmıştır,



Şekil 2.24. 6 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Yedinci bölgenin geometrik merkezi ile kesitin plastik tarafsız ekseni arasındaki mesafe Denklem (2.87) ile hesaplandı,

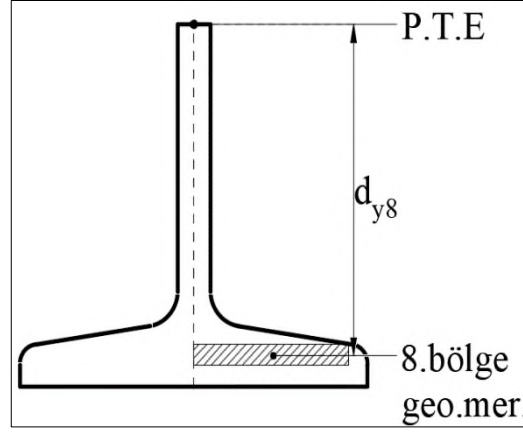
$$d_{y7} = \frac{d}{2} - \left( t_{f2} + \frac{2}{3} \cdot y_2 \right) = 36,052 \text{ mm} \quad (2.87)$$



Şekil 2.25. 7 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Sekizinci bölgenin geometrik merkezi ile kesitin plastik tarafsız ekseni arasındaki mesafe Denklem (2.88) ile hesaplandı,

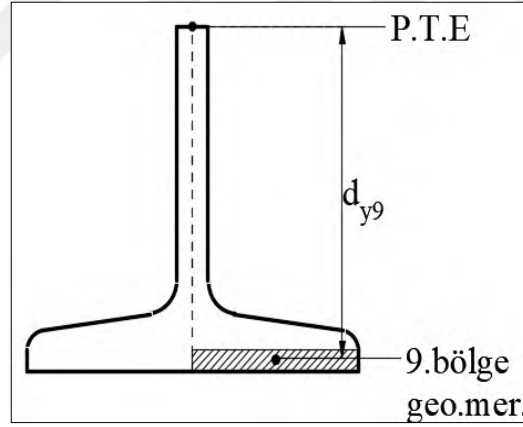
$$d_{y8} = \frac{d}{2} - \left( t_{f2} + \frac{1}{2} \cdot y_2 \right) = 36,431 \text{ mm} \quad (2.88)$$



Şekil 2.26. 8 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Dokuzuncu bölgenin geometrik merkezi ile kesitin plastik tarafsız eksenini arasındaki mesafe Denklem (2.89) ile hesaplandı,

$$d_{y9} = \frac{d}{2} - \frac{t_{f2}}{2} = 38,785 \text{ mm} \quad (2.89)$$



Şekil 2.27. 9 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Tüm kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momenti Denklem (2.90) ile hesaplandı.

$$W_{px} = 2 \frac{A_1}{2} d_{y1} + 4 \cdot (A_2 \cdot d_{y2} + A_3 \cdot d_{y3} + A_4 \cdot d_{y4} + A_5 \cdot d_{y5} + A_6 \cdot d_{y6} + A_7 \cdot d_{y7} + A_8 \cdot d_{y8} + A_9 \cdot d_{y9})$$

$$= 22,704 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (2.90)$$

Kesitin y eksenine göre plastik mukavemet momentini hesaplariken, kesiti oluşturan parçaların, x eksenı üzerinde geometrik merkezlerinden kesitin geometrik merkezine olan mesafesi için Bölüm 2.1.3’de hesaplanan değerler kullanıldı. Kesitin y eksenine göre plastik mukavemet momentini Denklem (2.91) ile hesaplandı,

$$W_{py} = 2 \cdot \frac{A_1}{2} \cdot \frac{t_w}{4} + 4 \cdot (A_2 \cdot d_{x2} + A_3 \cdot d_{x3} + A_4 \cdot d_{x4} + A_5 \cdot d_{x5} + A_6 \cdot d_{x6} + A_7 \cdot d_{x7} + A_8 \cdot d_{x8} + A_9 \cdot d_{x9})$$

$$= 4,979 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (2.91)$$

### 2.1.6. Burulma sabitinin hesaplanması

Yapı elemanlarını uzun eksenleri boyunca burmaya çalışın momente burulma denir. Bir yapı elemanına burulma momenti etki ettiği zaman eleman belirli bir açıyla döner. Bu açı, elemanın rijitliğine, uzunluğuna ve burulma sabitine bağlıdır. Bu sebeple burulma sabiti yapı elemanlarının davranışında önemli rol oynamaktadır. Burulma sabitini hesaplariken, eğimli başlıklı I-kesitli çelik elemanlar için Denklem (2.92) kullanıldı[8],

J : Burulma sabiti.

$$J = \frac{b_f \cdot t_w}{6} (t_1 + t_2) (t_1^2 + t_2^2) + \frac{2}{3} t_w t_2^3 + \frac{1}{3} (d - 2t_2) t_w^3 + 2\alpha_2 D_2^4 - 4V_s t_1^4 \quad (2.92)$$

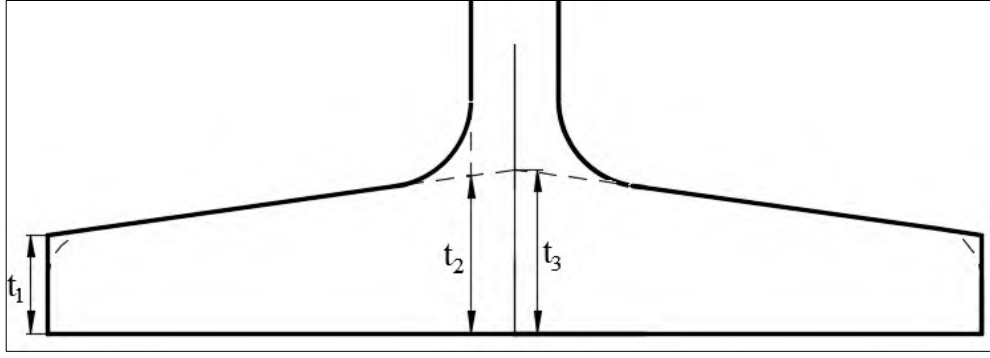
Yukarıdaki denklemde kullanılan ifadeler aşağıda açıklanmıştır.

$b_f$  : Başlık genişliği, 42 mm [6].

$t_w$  : Gövde kalınlığı, 3,90 mm [6].

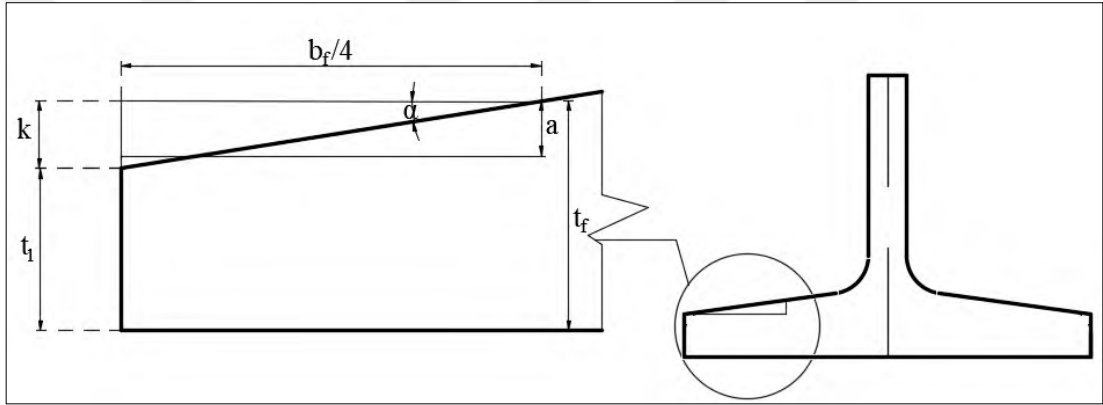
$d$  : Kesit yüksekliği, I-kesitli profil için 80 mm [6].

$r_1$  : Başlık ve gövde birleşim yerinde bulunan daire diliminin yarıçapı, 3,90 mm [6].



Şekil 2.28.  $t_1$ ,  $t_2$  ve  $t_3$  ifadelerinin gösterimi

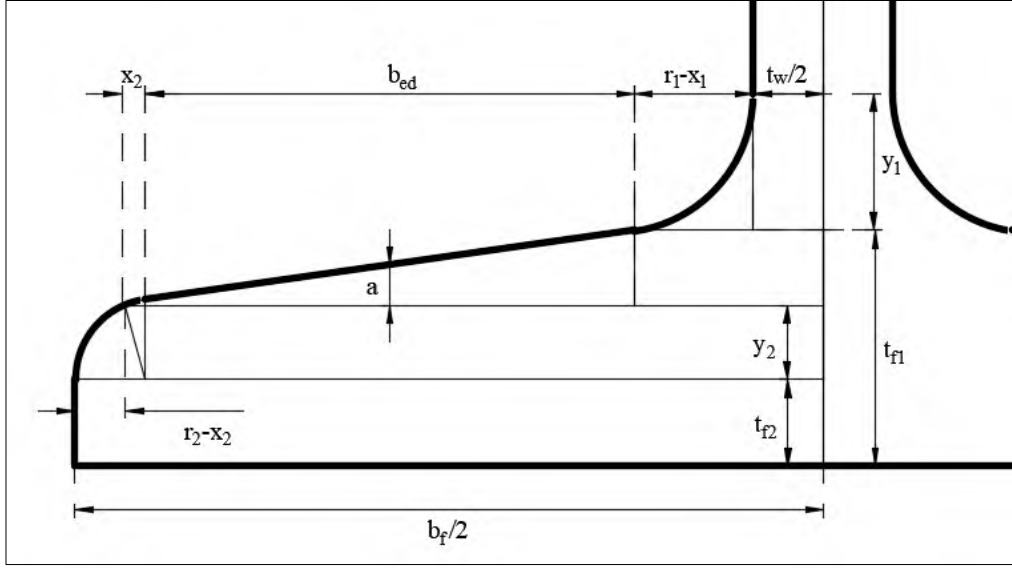
$t_1$  : Başlık eğiminin başladığı noktadaki başlık kalınlığıdır. Başlık köşelerinde bulunan dairesel kısımlar ihmal edilmiş, başlık pahsız kabul edilmiştir[8].



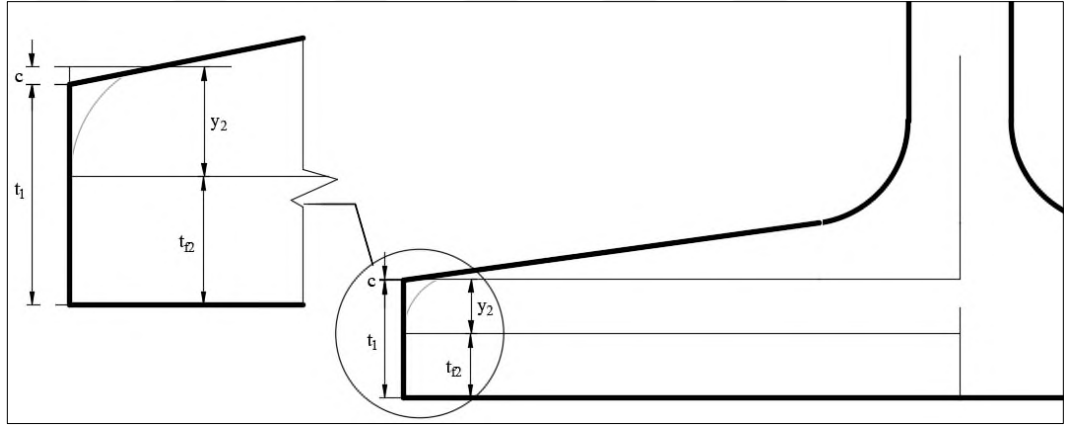
Şekil 2.29. başlıktaki  $t_1$  kalınlığının gösterimi

Şekil 2.29'da gösterildiği gibi başlıktaki  $t_f$  kalınlığından dik kenarları  $k$  ve  $b_f/4$  diye tanımlanan bir üçgen oluşturulduğunda başlık eğiminden dolayı  $\tan(\alpha) = 0,14$  olacaktır. Trigonometrik bağıntılar kullanılarak  $k$  diye tanımlanan kenar uzunluğu Denklem (2.93) ile hesaplandı,

$$k = \tan \alpha \cdot \frac{b_f}{4} = 1,47 \text{ mm} \quad (2.93)$$



Şekil 2.30. Enkesitin başlığında yer alan ifadelerin gösterimi



Şekil 2.31.  $t_1$  kalınlık hesabı

Şekil 2.30'de gösterilen  $a$  ifadesi Denklem (2.94) ile hesaplandı,

$$a = \left[ \frac{b_f}{4} - (r_2 - x_2) \right] \cdot \frac{14}{100} = 1,193 \text{ mm} \quad (2.94)$$

Şekil 2.31'de de gösterilen, oluşturulan üçgen ve I profil başlığı arasında kalan ve  $c$  ile tanımlanan ifade Denklem (2.95) ile hesaplandı,

$$c = k - a = 0,277 \text{ mm} \quad (2.95)$$

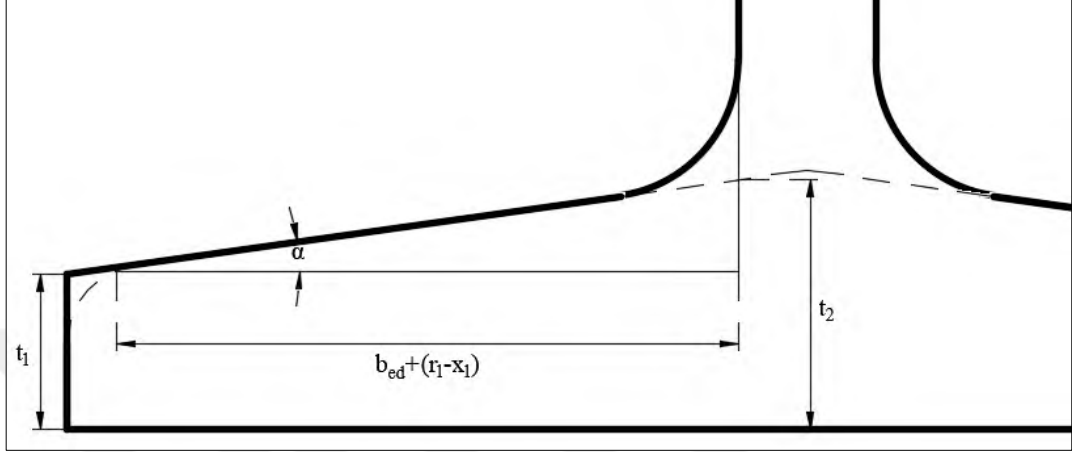
Başlık eğiminin başladığı noktanın kalınlığı olan  $t_1$  Denklem (2.96) ile hesaplandı,

$$t_1 = t_{f2} + y_2 - c = 4,43 \text{ mm} \quad (2.96)$$



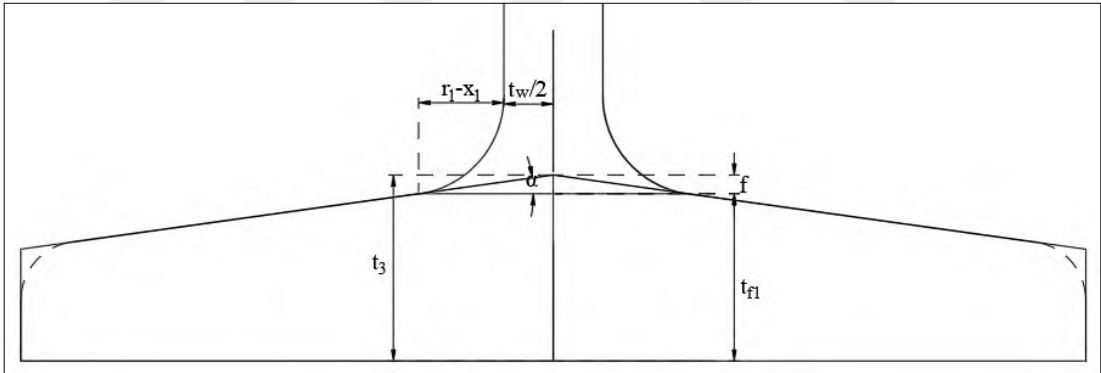
Başlık eğimi ile gövde doğrusunun kesiştiği noktadaki başlık kalınlığı  $t_2$  ifadesi ile gösterildi. Bu ifade Denklem 2.97 ile hesaplandı,

$$t_2 = t_{f2} + y_2 + (b_{ed} + (r_1 - x_1)) \cdot 0,14 = 7,097 \text{ mm} \quad (2.97)$$



Şekil 2.32.  $t_2$  kalınlığının hesaplanması

$t_3$ : başlık eğim çizgilerinin kesitin ortasında birleştiği noktadaki başlık kalınlığı[8],



Şekil 2.33.  $t_3$  kalınlığının hesabı

$t_3$  kalınlığı bulabilmek için öncelikle Şekil 2.33'de gösterilen kesitin ortasında oluşan üçgenin yüksekliği olan  $f$  ifadesi Denklem (2.98) ile hesaplandı,

$$f = \tan \alpha \cdot \left( r_1 - x_1 + \frac{t_w}{2} \right) = 0,743 \text{ mm} \quad (2.98)$$

$t_3$  değeri Denklem (2.99) ile hesaplandı,

$$t_3 = f + t_{f1} = 7,370 \text{ mm} \quad (2.99)$$

$D_2$ : Kesitin içine çizilebilecek en büyük dairenin çapıdır, Denklem (2.100) ile hesaplandı[8],

$$D_2 = \frac{(F+t_3)^2 + t_w \cdot \left(r_1 + \frac{t_w}{4}\right)}{F+r_1+t_3} \quad (2.100)$$

Yukarıdaki denklemde kullanılan “F” sabiti aşağıdaki denklem ile hesaplandı[8],

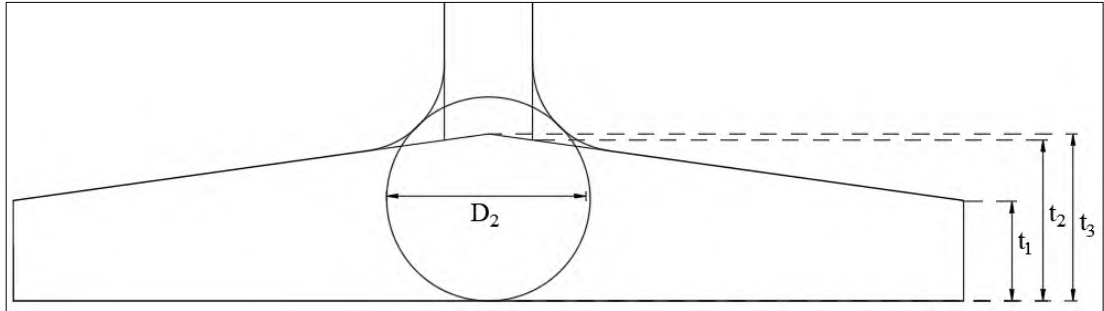
$$F = r_1 \cdot S \cdot \left( \left( \frac{1}{S^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 - \frac{t_w}{2 \cdot r_1} \right) \quad (2.101)$$

S : Başlık eğimidir. IPN enkesitli elemanlarda başlık eğimi 14/100’dür[6].

Değerler yerine konularak Denklem (2.101)’de belirtilen ifade  $F = 3,119$  mm olarak hesaplandı.

Denklem (2.101) ile hesaplanan ifade Denklem (2.100)’de yerine konularak kesit için çizilebilecek en büyük dairenin çapı,

$D_2 = 8,967$  mm olarak hesaplandı.



Şekil 2.34.  $D_2$  ifadesinin gösterimi

Burulma sabiti denkleminde kullanılan  $V_s$  başlığın eğimli parçasına ait bir sabittir ve aşağıdaki denklem ile hesaplandı[8],

$$V_s = 0.10504 + 0.10 \cdot S + 0.08480 \cdot S^2 + 0.06746 \cdot S^3 + 0.05153 \cdot S^4 = 0,1209 \quad (2.102)$$

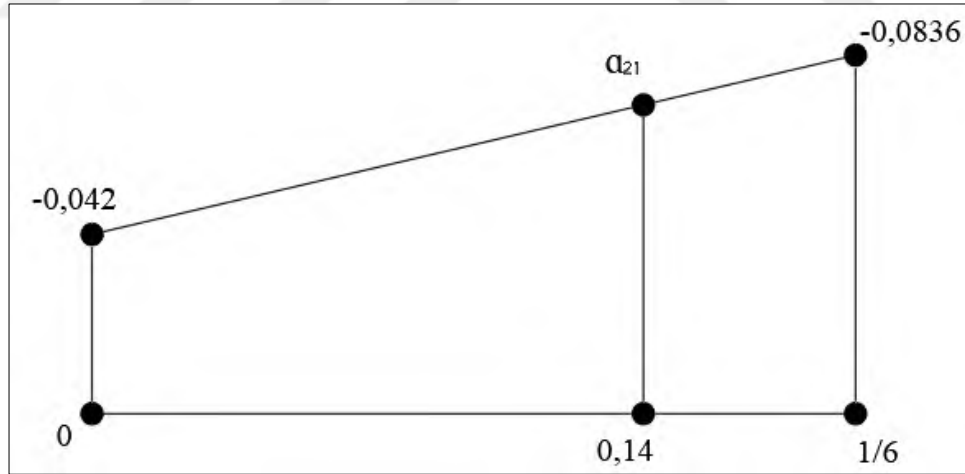
El Darwish ve Johnston tarafından, 0 (sıfır) eğim durumunda, kesitin düz başlıklı kesite dönüşeceği, dolayısıyla düz başlıklı kesitler için Denklem (2.103)'de tanımlanan  $\alpha_1$  katsayısının kullanılması önerilmiştir[8],

$$\alpha_1 = -0,0420 + 0,2204 \frac{t_w}{t_f} + 0,1355 \frac{r_1}{t_f} - 0,0865 \frac{t_w r_1}{t_f^2} - 0,0725 \left( \frac{t_w}{t_f} \right)^2 \quad (2.103)$$

Burulma sabiti denkleminde yer alan  $\alpha_2$  katsayısı, başlık eğimi 1/6 olan kesitler için El Darwish ve Johnston tarafından Denklem (2.104) ile tanımlanmış ve daha küçük eğimli kesitler için  $\alpha_2$  katsayısının 0 (sıfır) eğim durumuyla, 1/6 eğim durumu arasında lineer enterpolasyon yöntemiyle elde edilebileceği tavsiye edilmiştir [8],

$$\alpha_2 = -0,0836 + 0,2536 \frac{t_w}{t_2} + 0,1268 \frac{r_1}{t_2} - 0,0806 \frac{t_w r_1}{t_2^2} - 0,0858 \left( \frac{t_w}{t_2} \right)^2 \quad (2.104)$$

İncelenen IPN profillerin başlıkları %14'lük eğime sahiptir[1]. Bu kesitlerin  $\alpha_2$  katsayılarının hesabı için, Denklem (2.103) ve (2.104) kullanılarak, enterpolasyon yöntemi ile hesaplandı.



Şekil 2. 35.  $\alpha_{21}$  katsayılarının enterpolasyon ile hesaplanması

$\alpha_{21}$  ifadesinin ilk teriminin enterpolasyon yöntemi ile hesaplanması Şekil 2.35'de gösterildi ve Denklem 2.105 ile hesaplandı,

$$\alpha_{21} = \frac{(-0,0836) - (-0,042)}{1/6} \cdot \tan(8^\circ) + (-0,042) = -0,07708 \quad (2.105)$$

IPN kesitlerine ait  $\alpha_2$  denkleminin diğerk katsayıları da yine enterpolasyon yöntemi kullanılarak hesaplandı ve hesaplanan katsayılar kullanılarak  $\alpha_2$  ifadesi Denklem (2.106) ile hesaplandı,

$$\alpha_2 = -0,07708 + 0,24840 \frac{t_w}{t_2} + 0,12816 \frac{r_1}{t_2} - 0,08152 \frac{t_w r_1}{t_2^2} - 0,08372 \left( \frac{t_w}{t_2} \right)^2 = 0,08 \quad (2.106)$$

Denklem (2.92)'de verilen burulma sabiti denklemini, burulma sabiti için hesaplanan değerler yerine konularak, Denklem (2.107) ile hesaplandı,

$$J = \frac{b_f - t_w}{6} (t_1 + t_2) (t_1^2 + t_2^2) + \frac{2}{3} t_w t_2^3 + \frac{1}{3} (d - 2t_2) t_w^3 + 2\alpha_2 D_2^4 - 4V_s t_1^4 = 8201,4597 \text{ mm}^4 \quad (2.107)$$

### 2.1.7. Çarpılma sabitinin hesaplanması

Kesite burulma momenti etki ettiği zaman kesitin ucu mesnetlenmemişse, burulma momenti kesitte çarpılmaya neden olabilir. Çarpılma sabiti kesitin zayıf eksendeki atalet momentine ve başlıkların geometrik merkezi arasındaki mesafesine bağlıdır.

Çift simetri eksenine sahip I-kesitlerde zayıf eksen y eksenine olduğu için çarpılma momenti hesaplanırken y eksenine göre atalet momenti ( $I_y$ ) kullanılır. I kesitler için çarpılma momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı[9],

$$C_w = \frac{I_y (d - t_f)^2}{4} = 86,199 \text{ cm}^6 \quad (2.108)$$

### 2.2. Düz başlığa sahip HE100A profiline ait hesaplamalar

Türkiye'de sıklıkla kullanılan I-kesitli çelik hadde profillerden bir diğeri de düz başlığa sahip I-kesitli profillerdir. Bu bölümde, düz başlığa sahip I-kesitli çelik hadde profillerin enkesit tablolarının oluşturulması için gerekli olan kesit özelliklerinin hesaplanması gösterilecektir.

HE100A çelik profilinin kesit özelliklerini hesaplamak için kullanılacak olan ve Şekil 2.37'de gösterilen ifadelerin açıklamaları ve HE100A profili için sayısal değerleri aşağıdaki gibidir[6].

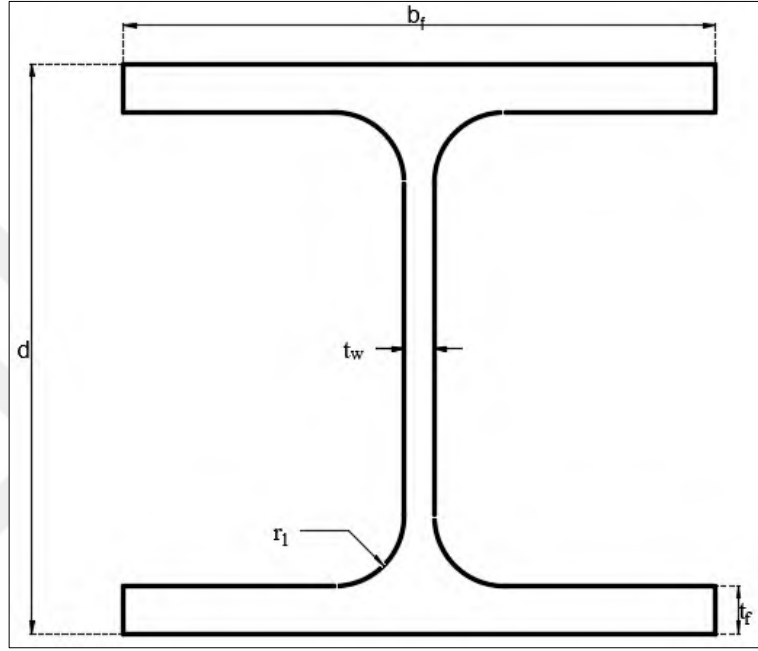
d : kesit yüksekliği, 96 mm[6],

$b_f$  : başlık genişliği, 100 mm[6],

$t_w$  : gövde et kalınlığı, 5 mm[6],

$t_f$  : başlık et kalınlığı, 8 mm[6],

$r$  : gövde ile başlık birleşiminde bulunan çeyrek dairenin yarıçapı, 12 mm[6].



Şekil 2.36. HE100A profiline ait tanımlamalar

### 2.2.1. HE100A profiline ait alan hesapları

Yukarıda kesite ait sayısal değerleri verilen profilin gövde yüksekliği, kesit yüksekliğinden başlık kalınlıkları çıkartılarak hesaplandı,

$$h_i = d - 2t_f = 96 - 2 \cdot 8 = 80 \text{ mm} \quad (2.109)$$

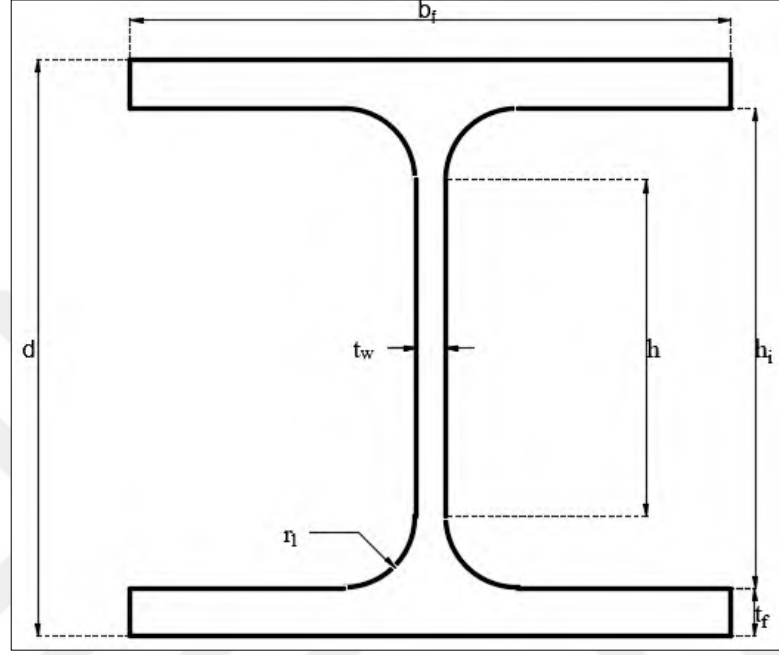
Kesitin düz gövde yüksekliği ise kesitin gövde yüksekliğinden daire dilimlerinin yarıçapı çıkartılarak hesaplandı,

$$h = h_i - 2r = 80 - 2 \cdot 12 = 56 \text{ mm} \quad (2.110)$$

Kesitin alanını hesaplarken, başlık alanını bulmak için başlık genişliği ile kalınlığı çarpıldı, gövde alanını bulmak için gövde boyu ile gövde kalınlığı çarpıldı, başlık ve gövde birleşiminde bulunan spandrelin alan hesabı için ise bir kenar uzunluğu “r” olan

kareden “r” yarıçaplı çeyrek daire dilimi çıkartılarak hesaplandı. Alan hesabı Denklem (2.111) ile gösterildi,

$$A=2b_f t_f + t_w h_i + (4-\pi)r^2 = 2123,61 \text{ mm}^2 \quad (2.111)$$



Şekil 2.37. Kesit yüksekliklerinin gösterimi

### 2.2.2. HE100A profilin birim boy ağırlığının ve birim uzunluktaki boya alanının hesaplanması

Kesitin birim boy ağırlığını hesaplarken kesitin alanı çeliğin birim hacim ağırlığı ile çarpılarak aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

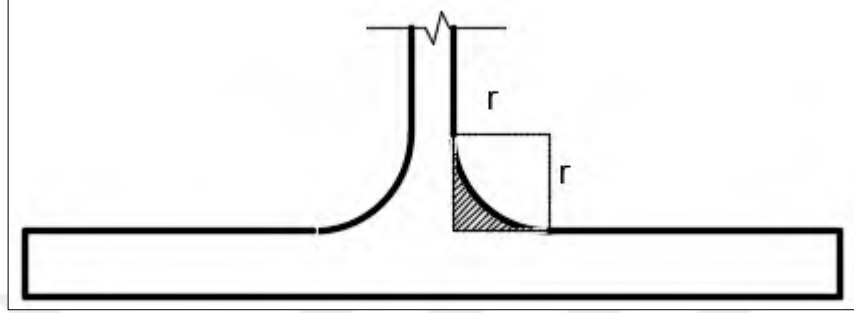
$$G=2123,61 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \text{ m} \cdot 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 16,67 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad (2.112)$$

Birim boy yüzey alanı, kesitin çevre uzunluğu ile birim boyu çarpılarak aşağıdaki denklem ile hesaplandı,

$$A_L=(2b_f+2h+4t_f+2(b_f-t_w-2r)+2\pi r) \cdot 1 \text{ m}=0,561 \frac{\text{m}^2}{\text{m}} \quad (2.113)$$

### 2.2.3. HE100A profilin atalet momentinin hesaplanması

Kesitin x eksenine göre atalet momentini hesaplariken, alan hesabında olduğu gibi, kesiti oluşturan başlıklar, gövde ve spandrellerin kesitin geometrik merkezine göre atalet momentleri hesaplandı.



Şekil 2.38. Başlık ve gövde birleşiminde bulunan spandrel

Spandrelin kesitin geometrik merkezine göre atalet momenti hesaplanırken, öncelikle spandrelin kendi geometri merkezine göre atalet momenti hesaplandı. Bunun için spandrel, r kenar uzunluğuna sahip kareye tamamlandı ve oluşan kareden, Şekil 2.37’de gösterilen r yarıçaplı daire dilimi çıkartılarak gerekli hesaplamalar yapıldı.

Çeyrek dairenin kendi ağırlık merkezi etrafındaki atalet momenti Denklem (2.114) ile hesaplandı,

$$I_{CD} = \frac{\pi \cdot r^4}{16} - \frac{\pi \cdot r^2}{4} \times \left(\frac{4r}{3\pi}\right)^2 = 1137,96 \text{ mm}^4 \quad (2.114)$$

Spandrelin ağırlık merkezi, r kenar uzunluğuna sahip kare şeklinden r yarıçaplı çeyrek daire diliminin çıkartılmasıyla hesaplandı. Bu ifade Denklem (2.115)’de gösterildi.

$$y_S = \frac{r^2 \cdot \left(\frac{r}{2}\right) - \frac{\pi r^2}{4} \cdot \left(\frac{4r}{3\pi}\right)}{\left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \cdot r^2} = 9,32 \text{ mm} \quad (2.115)$$

Spandrelin atalet momenti karenin atalet momentinden çeyrek dairenin atalet momenti çıkartılarak hesaplandı.

$$I_s = \frac{r^4}{12} + r^2 \cdot ((0,7766 - 0,5) \cdot r)^2 - \left( I_{\zeta D} + \frac{\pi r^2}{4} \cdot \left( 0,7766r - \frac{4r}{3\pi} \right)^2 \right) \quad (2.116)$$

$$= 156,46 \text{ mm}^4$$

Spandrelin kesitin ağırlık merkezine olan mesafesi Denklem (2.117) ile hesaplandı,

$$d_s = \frac{h}{2} + y_s = 37,319 \text{ mm} \quad (2.117)$$

Kesitin x eksenine göre atalet momenti Denklem (2.118) ile hesaplandı,

$$I_x = t_w \cdot \frac{h_i^3}{12} + 2 \cdot \left( b_f \cdot \frac{t_f^3}{12} + b_f \cdot t_f \cdot \left( \frac{h_i}{2} + \frac{t_f}{2} \right)^2 \right) + 4 \cdot \left( I_s + \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) \cdot r^2 \cdot (d_s)^2 \right) \quad (2.118)$$

$$= 349,2246 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

Kesitin y eksenine göre atalet momenti hesaplanırken de yine başlıklar, gövde ve spandrellerin önce kendi geometrik merkezlerinden geçen y doğrusuna göre atalet momentleri hesaplandı. Bulunan değerler kullanılarak HE kesitin geometrik merkezinden geçen y eksenine göre atalet momenti hesaplandı. Bu hesaplama Denklem (2.119) ile gösterildi,

$$I_y = \frac{h_i t_w^3}{12} + 2 \left( \frac{t_f b_f^3}{12} \right) + 4 \left( I_s + \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) r^2 \cdot \left( (r - y_s) + \frac{t_w}{2} \right)^2 \right) \quad (2.119)$$

$$= 133,811 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

#### 2.2.4. Elastik mukavemet momentlerinin ve atalet yarıçaplarının hesaplanması

Kesitin x eksenine göre elastik mukavemet momenti Denklem (2.120) ile hesaplandı,

$$W_{\text{ex}} = \frac{I_x}{\frac{d}{2}} = 72,755 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (2.120)$$



Kesitin y eksenine göre elastik mukavemet momenti Denklem (2.121) ile hesaplandı,

$$W_{ey} = \frac{I_y}{\frac{b_f}{2}} = 26,762.10^3 \text{ mm}^3 \quad (2.121)$$

Kesitin x eksenine göre atalet yarıçapı Denklem (2.122) ile hesaplandı,

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 40,552 \text{ mm} \quad (2.122)$$

Kesitin y eksenine göre atalet yarıçapı Denklem (2.123) ile hesaplandı,

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 25,102 \text{ mm} \quad (2.123)$$

### 2.2.5. Plastik mukavemet momentinin hesaplanması

Kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momenti Denklem (2.124) ile hesaplandı,

$$W_{px} = 2 \left( b_f t_f \left( \frac{d}{2} - \frac{t_f}{2} \right) + \frac{h_i}{2} t_w \left( \frac{h_i}{4} \right) + 2 \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) r^2 \cdot d_s \right) \quad (2.124)$$

$$= 83,013.10^3 \text{ mm}^3$$

Kesitin y eksenine göre plastik mukavemet momenti Denklem (2.125) ile hesaplandı,

$$W_{py} = 2 \left( \frac{h_i t_w}{2} \left( \frac{t_w}{4} \right) + \frac{b_f}{2} t_f \left( \frac{b_f}{4} \right) + 2 \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) r^2 \cdot \left( (r - y_s) + \frac{t_w}{2} \right) \right) \quad (2.125)$$

$$= 41,140 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

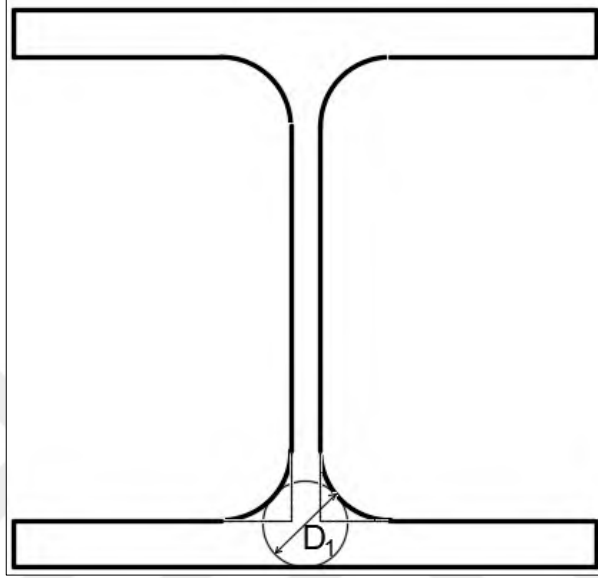
### 2.2.6. Burulma sabitinin hesaplanması

Düz başlıklı kesitler için burulma sabiti Denklem (2.126) ile hesaplandı[8],

$$J = \frac{2}{3} b_f t_f^3 + \frac{1}{3} (d - 2t_f) t_w^3 + 2\alpha_1 D_1^4 - 0,420 t_f^4 \quad (2.126)$$

Burulma sabiti denkleminde yer alan  $\alpha_1$  katsayısı Denklem (2.127)'de tanımlanmıştır[8],

$$\alpha_1 = -0,042 + 0,2204 \frac{t_w}{t_f} + 0,1355 \frac{r}{t_f} - 0,0865 \frac{rt_w}{t_f^2} - 0,0725 \frac{t_w^2}{t_f^2} = 0,189 \quad (2.127)$$



Şekil 2.39. Düz başlıklı kesitler için  $D_1$  katsayısı

Burulma sabiti denkleminde kullanılan  $D_1$  ifadesi, kesitin içine çizilebilecek en büyük dairenin çapıdır ve Denklem (2.128) ile hesaplanmaktadır[8],

$$D_1 = \frac{((t_f + r)^2 + t_w(r + \frac{t_w}{4}))}{2r + t_f} = 14,57 \text{ mm} \quad (2.128)$$

Yukarıda hesaplanan  $D_1$  ve  $\alpha_1$  ifadeleri Denklem (2.126)'de yerine konulduğunda HE100A kesiti için burulma sabiti,  $J = 52,835 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$  değerine eşit bulundu.

### 2.2.7. HE100A profili için çarpılma momentinin hesaplanması

Düz başlığa sahip I kesitli profiller için çarpılma momenti hesaplanırken, Bölüm 2.1.7'de eğimli başlığa sahip I kesitli profillerin çarpılma sabitinde kullanılan Denklem (2.108) ile  $C_w = 2591 \text{ cm}^6$  değeri bulundu[9].

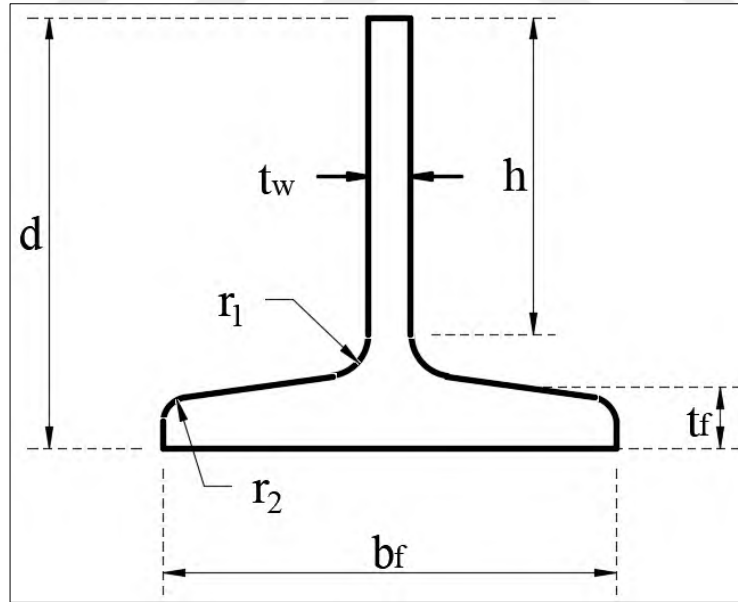
### 3. DÜZ VE EĞİMLİ BAŞLIĞA SAHİP T-KESİTLİ ÇELİK HADDE PROFİLLER

Türkiye’de birçok alanda kullanılabilen T-kesitli çelik hadde profiller, genellikle I-kesitli çelik hadde profillerin gövdelerinde kesilmesiyle elde edilir. Bunun dışında iki adet plakanın kaynatılması ile oluşan T-kesitli yapma profiller de mevcuttur.

Bu bölümde, Bölüm 2’de kesit özellikleri hesaplanan I-kesitli profillerin gövdelerinin tam ortasından kesilmesiyle oluşan T-kesitli hadde profillere ait kesit özellikleri hesaplandı.

#### 3.1. Eğimli Başlığa Sahip %50IPN 80 Profiline Ait Hesaplamalar

IPN 80 profilin gövdesinin tam ortadan bölünmesiyle elde edilen profil Şekil 3.1’de gösterildi.



Şekil 3.1. %50 IPN 80 profiline ait değerler

Şekil 3.1’de gösterilen %50 IPN 80 profile ait ifadeler ve sayısal değerleri aşağıdaki gibidir.

d: kesit yüksekliği,40mm (IPN80 kesitin %50'si)

b<sub>f</sub>: başlık genişliği, 42mm [6],

t<sub>w</sub>: gövde kalınlığı, 3,9mm[6],

t<sub>f</sub>: başlığın b<sub>f</sub>/4 mesafesindeki kalınlığı, 5,9mm[6],

r<sub>1</sub>: başlık ile gövde birleşim yerinde bulunan daire diliminin yarıçapı, 3,9mm[6],

r<sub>2</sub>: başlık uçlarında bulunan daire dilimlerinin yarıçapı, 2,3 mm[6],

h: kesite ait doğrusal gövde boyu, Denklem (3.1) ile hesaplandı.

$$h=d-(t_{f1}+y_1)=29,511 \text{ mm} \quad (3.1)$$

Eğimli başlığa sahip %50IPN kesitler için yapılan hesaplamalarda Bölüm 2.1.'de hesaplanan eğimli başlığa sahip IPN kesite ait değerler de kullanıldı. Bu değerler aşığıdaki gibidir.

A<sub>IPN80</sub> : IPN80 profilin kesit alanı, 757,29 mm<sup>2</sup>

(I<sub>x</sub>)<sub>IPN80</sub> :IPN80 profilin x eksenine göre atalet momenti, 776696,16 mm<sup>4</sup>

(W<sub>ex</sub>)<sub>IPN80</sub> :IPN80 profilin x eksenine göre elastik mukavemet momenti, 19417,40 mm<sup>3</sup>

(W<sub>px</sub>)<sub>IPN80</sub> : IPN80 profilin x eksenine göre plastik mukavemet momenti, 22703,98 mm<sup>3</sup>

(I<sub>y</sub>)<sub>IPN80</sub> : IPN80 profilin y eksenine göre atalet momenti, 62795,39 mm<sup>4</sup>

(W<sub>ey</sub>)<sub>IPN80</sub> : IPN80 profilin y eksenine göre elastik mukavemet momenti 2990,26 mm<sup>3</sup>

(W<sub>py</sub>)<sub>IPN80</sub> :IPN80 profilin y eksenine göre plastik mukavemet momenti 4979,33 mm<sup>3</sup>

A<sub>2</sub> : 2 no.lu bölgenin alanı, 3,131 mm<sup>2</sup>

A<sub>3</sub> : 3 no.lu bölgenin alanı, 7,531 mm<sup>2</sup>

A<sub>4</sub> : 4 no.lu bölgenin alanı, 13,157 mm<sup>2</sup>

$A_5$  : 5 no.lu bölgenin alanı, 10,19 mm<sup>2</sup>

$A_6$  : 6 no.lu bölgenin alanı, 3,786 mm<sup>2</sup>

$A_7$  : 7 no.lu bölgenin alanı, 0,363 mm<sup>2</sup>

$A_8$  : 8 no.lu bölgenin alanı, 42,595 mm<sup>2</sup>

$A_9$  : 9 no.lu bölgenin alanı, 51,021 mm<sup>2</sup>

### 3.1.1. %50 IPN80 profiline ait alan hesapları

IPN80 profilinin ortadan kesilmesiyle oluşturulan T kesite ait hesaplarda, IPN80 profilinde olduğu gibi, daha yüksek duyarlılıkta sonuçlar almak için, kesit parçalara ayrılarak hesaplamalar yapıldı. IPN kesitin gövdesinin kesilmesiyle oluşan T-kesitte, değişen tek değer gövde boyu olduğu için, başlıktaki bölgelere ait hesaplamalar, Bölüm 2’de hesaplanan değerlerden alındı. Ancak gövde boyunun değişmesi, kesitin geometrik merkezi başta olmak üzere birçok geometrik özelliğini değiştirdiğinden dolayı, T-kesite ait hesaplamalar yeniden yapıldı.

T-kesit IPN80 profilin ortadan kesilmesiyle elde edildiğinden dolayı, kesitin toplam alanı IPN80 profilin toplam alanının yarısına eşittir. T kesitin toplam alanı Denklem (3.2) ile hesaplandı,

$$A = \frac{A_{IPN80}}{2} = 378,643 \text{ mm}^2 \quad (3.2)$$

### 3.1.2. %50 IPN80 profilin birim boy kütleinin ve birim uzunluktaki yüzey alanının hesaplanması

T kesitin birim boy kütleini hesaplamak için, profilin toplam alanı ile çeliğin birim hacim ağırlığı çarpıldı. Buna göre birim boy ağırlığı Denklem (3.3) ile hesaplandı,

$$G = 378,643 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,972 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad (3.3)$$

IPN kesitin gövdesinden kesilmesiyle oluşan T-kesitli profilin birim uzunluğundaki yüzey alanını hesaplamak için, öncelikle kesitin çevre uzunluğu Denklem (3.4) ile hesaplandı,

$$L_{\text{çevre}}=2 \cdot h_i + b_f + 2 \cdot (t_{f2} + L_{\text{dim}} + L_{\text{ed}} + L_{\text{spa}}) + t_w = 155,221 \text{ mm} \quad (3.4)$$

Hesaplanan çevre uzunluğu birim uzunluk ile çarpılarak, T-kesite ait birim boyağı yüzey alanı Denklem (3.5) ile hesaplandı,

$$A_L = L_{\text{çevre}} \cdot 1 \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} = 0,155 \frac{\text{m}^2}{\text{m}} \quad (3.5)$$

### 3.1.3. Atalet momenti hesapları

Atalet momenti hesaplarında her bölgenin kendi geometrik merkezine göre atalet momenti hesaplanarak, bulunan değerler T-kesitli profilin geometrik merkezine taşındı. Bunun için öncelikle kesitin geometrik merkezinin koordinatları belirlendi.

T kesit y eksenine göre simetrik olduğu için, kesitin geometrik merkezi y ekseninde olacaktır. Geometrik merkezin y eksenindeki koordinatını belirlerken, IPN80 kesiti için hesaplanan x eksenine göre plastik mukavemet momenti değeri kullanıldı. IPN kesiti çift simetri eksenine sahip enkesit olduğundan dolayı plastik tarafsız eksen kesitin tam ortasından geçmektedir. Plastik tarafsız eksenin altına kalan alan ise, IPN kesiti tam ortasından bölerek elde edilen alana eşit olduğu için, T-kesitin geometrik merkezinin y eksenindeki koordinatı belirlenirken, IPN kesit için hesaplanan x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerinin yarısı T-kesitin alanına bölünerek bulundu,

$$y = \frac{\frac{(W_{px})_{\text{IPN80}}}{2}}{A} = 29,981 \text{ mm} \quad (3.6)$$

Kesitin x eksenine göre atalet momentini hesaplanırken, IPN80 profilin geometrik merkezine göre hesaplanan atalet momenti değeri ile IPN kesit ve %50 IPN kesitlerinin geometrik merkezleri arasındaki mesafe kullanılarak hesaplama yapıldı. %50 IPN80 kesitin x eksenine göre atalet momenti Denklem (3.7) ile hesaplandı,

$$I_x = \frac{(I_x)_{IPN80}}{2} - A \cdot y^2 = 48,007 \cdot 10^3 \text{ mm}^4 \quad (3.7)$$

Yarım kesitin y eksenine göre atalet momenti, IPN80 profilin y eksenine göre atalet momentinin yarısına eşittir. Buna göre, yarım kesitin y eksenine göre atalet momenti Denklem (3.8) ile hesaplandı,

$$I_y = \frac{(I_y)_{IPN80}}{2} = 3,140 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad (3.8)$$

#### 3.1.4. Elastik mukavemet momentinin ve atalet yarıçapının hesaplanması

Kesitin x eksenine göre elastik mukavemet momenti Denklem (3.9) ile hesaplandı,

$$W_{ex} = \frac{I_x}{y} = 1,601 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (3.9)$$

Yarım kesitin y eksenine göre elastik mukavemet momenti, yarım kesitin y eksenine göre atalet momentinin başlık genişliğinin yarısına bölünmesiyle elde edilir. Buna göre yarım kesitin y eksenine göre elastik mukavemet momenti Denklem (3.10) ile hesaplandı,

$$W_{ey} = \frac{I_y}{\frac{b_f}{2}} = 1,495 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (3.10)$$

Kesitin x eksenine göre atalet yarıçapı Denklem (3.11) ile hesaplandı,

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 11,260 \text{ mm} \quad (3.11)$$

Yarım kesitin y eksenine göre atalet yarıçapı Denklem (3.12) ile hesaplandı,

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 9,106 \text{ mm} \quad (3.12)$$

### 3.1.5. Plastik mukavemet momentinin hesaplanması

T-kesitin plastik mukavemet momentini hesaplariken öncelikle plastik tarafsız eksenin yeri belirlendi. x eksenine göre plastik mukavemet momenti hesaplanırken, plastik tarafsız eksenin geçtiği yer alanı iki eşit parçaya ayıracağı gerçeğinden yola çıkarak plastik tarafsız eksenin yeri belirlendi. Belirlenen tarafsız eksenin yerine göre her bir parça için plastik mukavemet momenti hesaplandı. Hesaplanan değerler toplanarak kesitin x eksenine göre mukavemet momenti hesaplandı.

T-kesitli profil y eksenine göre simetrik olduğu için, plastik tarafsız eksen y eksenini üzerinden geçmektedir. Y eksenine göre plastik mukavemet momentini hesaplariken de parçaların, kesitin ortasından geçen y eksenine göre plastik mukavemet momentleri hesaplandı. Hesaplanan değerler kullanılarak y eksenine göre mukavemet momenti hesaplandı.

X eksenine göre plastik mukavemet momenti hesapları yapılırken ilk önce plastik tarafsız eksenin yeri belirlendi. Plastik tarafsız eksenin yerinin belirlenmesinde varsayımlar yapıldı. Bunlardan ilki, plastik tarafsız eksenin gövdede olduğu varsayımdır,

$$y_p = \frac{A}{t_w} = 48,544 \text{ mm} > h_i \quad (3.13)$$

Denklem (3.13)'de belirtilen varsayımda, plastik tarafsız eksen gövdede bulunuyor olsaydı, tarafsız eksenin geçtiği yer alanı iki eşit parçaya böleceği için, tarafsız eksenin üstünde kalan alan toplam alanın yarısına eşit olacaktı. Yani, toplam alanın yarısı gövde kalınlığına bölüldüğü zaman çıkan yükseklik değeri T-kesitin gövde yüksekliğinden büyük olduğu için tarafsız eksen gövdede değildir.



Bir sonraki varsayımda plastik tarafsız eksenin başlığın doğrusal kısmında olma durumu incelendi,

$$y_p = \frac{A}{2b_f} = 4,508 \text{ mm} > t_{f2} \quad (3.14)$$

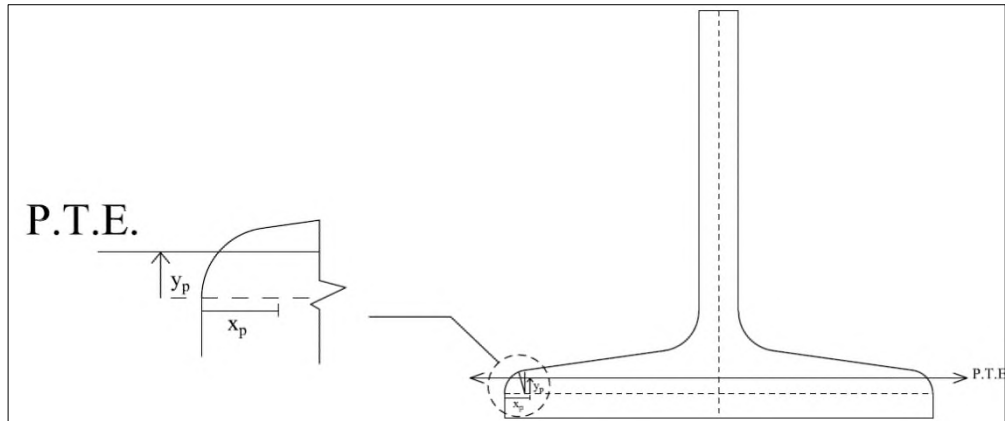
Plastik tarafsız eksen başlığın doğrusal kısmında yer alıyorsa, tarafsız eksenin altında kalan alan toplam alanın yarısına eşit olacağı için, toplam alanın yarısının başlık genişliğine bölünmesi ile bulunan değer, başlığın doğrusal kısmının kalınlığından küçük olması gerekirdi. Buna göre Denklem (3.14)'de belirtilen ifadeye göre plastik tarafsız eksen başlığın doğrusal kısmında değildir.

Bir diğer varsayım da, plastik tarafsız eksenin başlığın doğrusal eğimli kısmında olma durumu incelendi. Kesiti iki eşit parçaya bölen tarafsız eksenin ayırdığı her bir bölgenin alanı,  $A/2 = 189,321 \text{ mm}^2$  olmalıdır. Tarafsız eksen başlığın doğrusal eğimli parçasından geçiyor olsaydı, tarafsız eksen altında kalan 6, 7, 8 ve 9 no.lu bölgelerin alanlarının toplamının kesitin toplam alanının yarısından küçük olması gerekirdi,

$$2.(A_6+A_7+A_8+A_9)=195,531 \text{ mm}^2 > \frac{A}{2} \quad (3.15)$$

Denklem (3.15)'te de belirtildiği gibi tarafsız eksen başlığın doğrusal eğimli parçasından da geçmemektedir. Buna göre plastik tarafsız eksen başlığın ucunda bulunan daire dilimlerinin olduğu yerden geçmektedir.

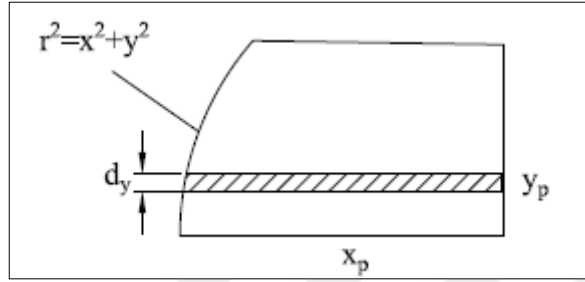
Plastik tarafsız eksenin yeri Şekil 3.2 'de gösterildi.



Şekil 3.2. Plastik tarafsız eksenin yeri

Buna göre,  $y_p$  ve  $x_p$  ile boyutlandırılan kısmın alanını hesaplamak için Denklem (3.16)'da belirtilen integralin hesaplanması gerekmektedir,

$$dA = \int_0^{y_p} x_p \cdot dy \quad (3.16)$$



Şekil 3.3. Plastik tarafsız eksenin geçtiği başlığın uç kısmı

İntegraldeki  $x_p$  değerini daire denkleminden çekilerek integralde yerine yazılırsa Denklem 3.17'deki ifade elde edilir,

$$dA = \int_0^{y_p} \sqrt{r^2 - y^2} \cdot dy \quad (3.17)$$

İntegrali çözebilmek için Denklem (3.18)'de belirtilen dönüşüm yapıldı,

$$y = r \cdot \sin t \quad (3.18)$$

Dönüşümü yapılacak ifadenin türevi alınarak Denklem (3.19) elde edildi,

$$dy = r \cdot \cos t \cdot dt \quad (3.19)$$

Denklem (3.18) ve Denklem (3.19)'da belirtilen ifadelerle göre integralin sınırları da yeniden düzenlenerek integral yazılırsa Denklem (3.20)'deki ifade elde edildi,

$$dA = \int_0^{\sin^{-1} \frac{y_p}{r}} \sqrt{r^2 - r^2 \sin^2 t} (r \cos t) dt \quad (3.20)$$

Denklem 3.20'deki ifade sadeleştirilerek Denklem (3.21) elde edildi,

$$dA = \int_0^{\sin^{-1} \frac{y_p}{r_2}} r^2 \cdot \cos^2 t \cdot dt \quad (3.21)$$

Denklem (3.21)'de belirtilen integralin çözümünde kolaylık sağlanması için Denklem (3.22)'deki eşitlik kullanıldı,

$$\sin^{-1} \frac{y_p}{r_2} = \beta \quad (3.22)$$

Belirtilen integral çözülerek Denklem (3.23)'teki ifade elde edildi,

$$dA = \frac{r_2^2}{2} \cdot \left( \frac{\sin(2\beta)}{2} + \beta \right) \quad (3.23)$$

Tarafsız eksenin altında kalan alan, toplam alanın yarısına eşittir. Bu ifade Denklem (3.24) ile gösterildi,

$$\frac{A}{2} = 2 \cdot \left( A_9 + y_p \cdot \left( \frac{b_f}{2} - r_2 \right) + \frac{r_2^2}{2} \cdot \left( \frac{\sin(2\beta)}{2} + \beta \right) \right) \quad (3.24)$$

Denklem (3.24)'te belirtilen eşitliği, tek bilinmeyenli denklem haline getirebilmek için,

$$y_p = \sin(\beta) \cdot r_2 \quad (3.25)$$

İfadesi kullanılarak eşitlik yeniden yazıldı ve Denklem (3.26) ifadesi elde edildi,

$$\frac{A}{2} = 2 \cdot \left( A_9 + \sin(\beta) r_2 \cdot \left( \frac{b_f}{2} - r_2 \right) + \frac{r_2^2}{2} \cdot \left( \frac{\sin(2\beta)}{2} + \beta \right) \right) \quad (3.26)$$

Denklem (3.26)'da ifade edilen eşitlik bilgisayar programında yazılarak çözüldü ve  $\beta = 1.170$  rad değeri bulundu. Buna göre, hesaplanan  $\beta$  değeri kullanılarak, başlıkta doğrusal kısımdan plastik tarafsız eksene mesafe olarak tanımlana  $y_p$  ifadesi Denklem (3.27) ile hesaplandı,

$$y_p = \sin(\beta) \cdot r_2 = 2,117 \text{ mm} \quad (3.27)$$

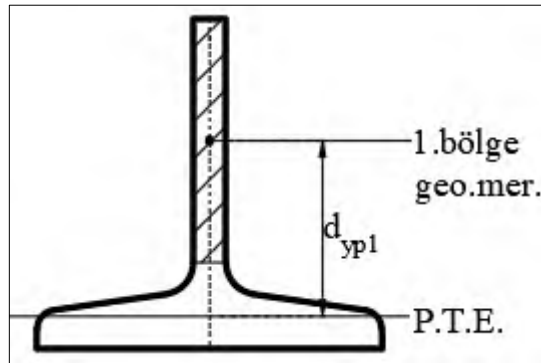
Kesitin üst ucundan tarafsız eksene olan mesafe Denklem (3.28) ile hesaplandı,

$$d_{yp} = d - (t_{f2} + y_p) = 35,453 \text{ mm} \quad (3.28)$$

Yarım kesitin x eksenine göre plastik atalet momentinin hesaplanabilmesi için, öncelikle, kesiti oluşturan parçaların alanlarının tarafsız eksene olan mesafeleri hesaplandı,

Birinci bölgenin tarafsız eksene olan mesafesi Denklem (3.29) ile hesaplandı,

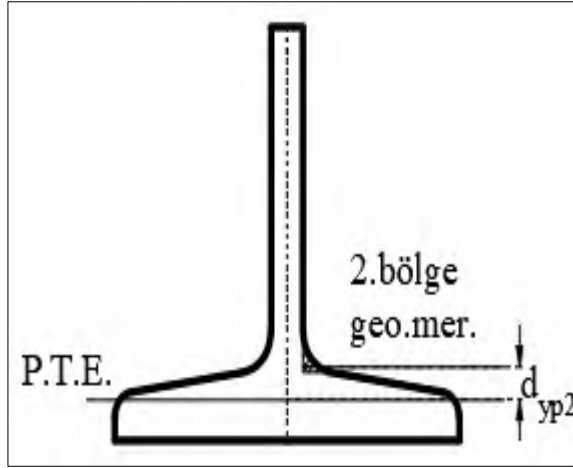
$$d_{yp1} = \frac{h_i}{2} + y_1 + t_{f1} - (t_{f2} + y_p) = 20,697 \text{ mm} \quad (3.29)$$



Şekil 3.4. 1 no.lu parçanın plastik tarafsız eksene mesafesi

İkinci bölgenin tarafsız eksene olan mesafesi Denklem (3.30) ile hesaplandı,

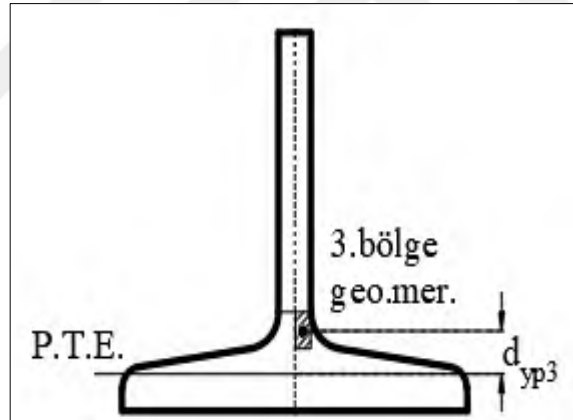
$$d_{yp2} = (y_1 - \bar{y}_s) + t_{f1} - (t_{f2} + y_p) = 2,949 \text{ mm} \quad (3.30)$$



Şekil 3.5. 2 no.lu parçanın plastik tarafsız eksene mesafesi

Üçüncü bölgenin tarafsız eksene olan mesafesi Denklem (3.31) ile hesaplandı,

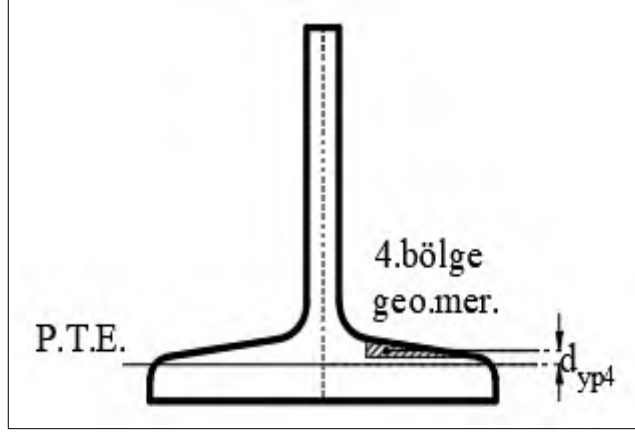
$$d_{yp3} = \frac{y_1}{2} + t_{f1} - (t_{f2} + y_p) = 4,011 \text{ mm} \quad (3.31)$$



Şekil 3.6. 3 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Dördüncü bölgenin tarafsız eksene olan mesafesi Denklem 3.32 ile hesaplandı,

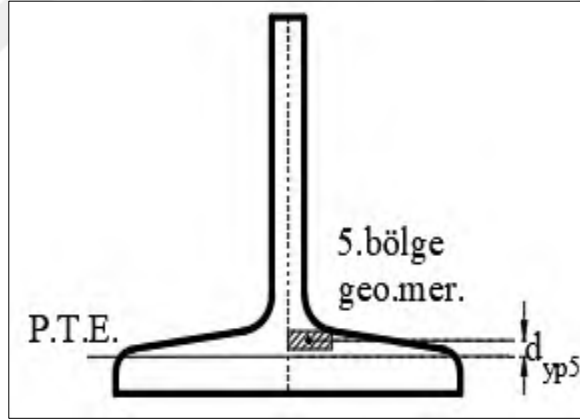
$$d_{yp4} = \frac{t_{f1} - (y_2 + t_{f2})}{3} + t_{f2} + y_2 - (t_{f2} + y_p) = 0,800 \text{ mm} \quad (3.32)$$



Şekil 3.7. 4 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

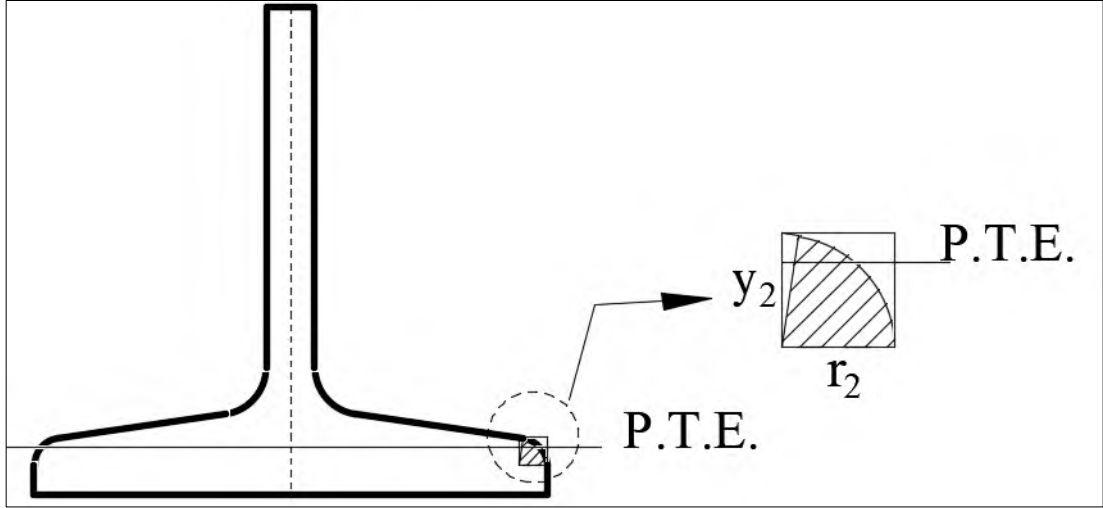
Beşinci bölgenin tarafsız eksene olan mesafesi Denklem (3.33) ile hesaplandı,

$$d_{yp5} = \frac{t_{f1} - (y_2 + t_{f2})}{2} + t_{f2} + y_2 - (t_{f2} + y_p) = 1,120 \text{ mm} \quad (3.33)$$



Şekil 3.8: 5 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Plastik tarafsız eksen 6 no. lu bölgeden geçtiği için, bu bölgenin geometrik merkezinin tarafsız eksene olan mesafesi hesaplanırken, plastik tarafsız eksenin ayırdığı iki parça için de ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır. Mukavemet momenti hesaplarında, bu bölgenin alanı diğer parçalara kıyasla daha az olduğu ve bu sebeple mümkün olduğu kadar az hata ile doğru sonuca yaklaşmak için, 6 no. lu bölge, kenar uzunlukları  $y_2$  ve  $r_2$  olan dikdörtgene çevrilerek hesap yapılmıştır.



Şekil 3.9. 6 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Plastik tarafsız eksenin altında kalan kısmının alanı Denklem (3.34) ile hesaplandı,

$$A'_6 = y_p \cdot r_2 = 4,870 \text{ mm}^2 \quad (3.34)$$

Plastik tarafsız eksenin altında kalan kısmının geometrik merkezinin plastik tarafsız eksene mesafesi,  $d'_{yp6}$ , Denklem (3.35) ile hesaplandı,

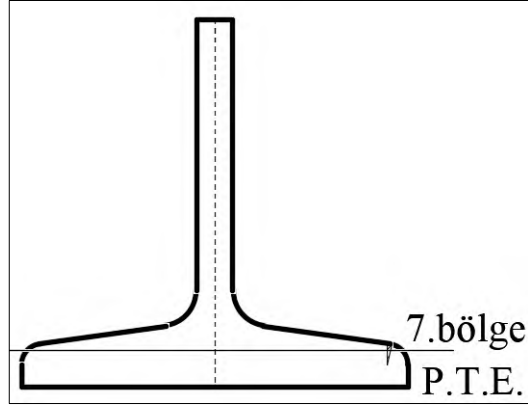
$$d'_{yp6} = \frac{y_p}{2} = 1.059 \text{ mm} \quad (3.35)$$

Plastik tarafsız eksenin üstünde kalan kısmının alanı,  $A''_6$ , Denklem (3.36) ile hesaplandı,

$$A''_6 = (y_2 - y_p) \cdot r_2 = 0,369 \text{ mm}^2 \quad (3.36)$$

Plastik tarafsız eksenin üstünde kalan kısmının geometrik merkezinin plastik tarafsız eksene mesafesi,  $d''_{y6}$ , Denklem (3.37) ile hesaplandı,

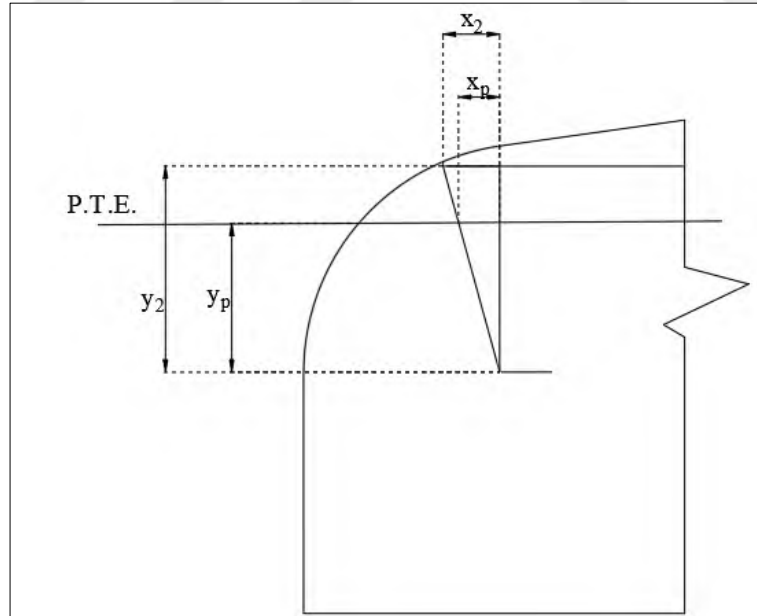
$$d''_{y6} = \frac{y_2 - y_p}{2} = 0,080 \text{ mm} \quad (3.37)$$



Şekil 3.10. 7 no.lu bölge ve plastik tarafsız eksen

7 no.lu bölgede plastik tarafsız eksenin altında kalan kısmının alanı hesaplayabilmek için Şekil 3.11’de gösterilen  $x_p$  değeri Denklem (3.38)’de üçgen benzerliğinden bulunmuştur,

$$x_p = \frac{y_p \cdot x_2}{y_2} = 0,296 \text{ mm} \quad (3.38)$$



Şekil 3.11. 7 no.lu parça ve plastik tarafsız eksen



Hesaplanan  $x_p$  ifadesi kullanılarak plastik tarafsız eksen altında kalan kısım olan  $A_7'$  Denklem (3.39) ile hesaplandı,

$$A_7' = \frac{y_p \cdot x_p}{2} = 0,314 \text{ mm}^2 \quad (3.39)$$

Plastik tarafsız eksenin altında kalan kısmının geometrik merkezinin plastik tarafsız eksene mesafesi Denklem (3.40) ile hesaplandı,

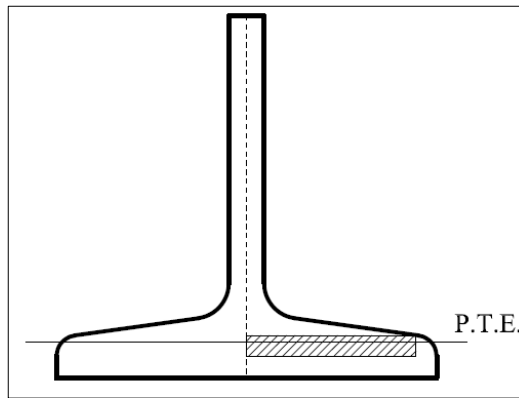
$$d_{yp7}' = \frac{y_p}{3} = 0,706 \text{ mm} \quad (3.40)$$

Plastik tarafsız eksenin üstünde kalan kısmının alanını hesaplamak için 7. Parçada bulunan dik üçgenden, taban alanı  $x_p$  olan dik üçgen çıkartılmıştır. Bu hesaplama Denklem (3.41)'de gösterildi,

$$A_7'' = A_7 - A_7' = 0,114 \text{ mm}^2 \quad (3.41)$$

Plastik tarafsız eksenin üstünde kalan kısmının geometrik merkezinin plastik tarafsız eksene mesafesi Denklem (3.42)'de hesaplandı,

$$d_{yp7}'' = \frac{A_7 \cdot \frac{2y_2}{3} - \frac{y_p \cdot x_p}{2} \cdot \frac{2y_p}{3}}{A_7 - \frac{y_p \cdot x_p}{2}} - y_p = 0,081 \text{ mm} \quad (3.42)$$



Şekil 3.12. 8 no.lu bölgenin plastik tarafsız eksene mesafesi

Sekizinci parça için de yine tarafsız eksenin ayırdığı parçalar için ayrı hesap yapıldı. Plastik tarafsız eksenin altında kalan kısmının alanı Denklem (3.43) ile hesaplandı,

$$A'_8 = \left( \frac{b_f}{2} - r_2 \right) \cdot y_p = 39,595 \text{ mm}^2 \quad (3.43)$$

Plastik tarafsız eksenin altında kalan kısmının geometrik merkezinin plastik tarafsız eksene mesafesi Denklem (3.44) ile hesaplandı,

$$d'_{yp8} = \frac{y_p}{2} = 1,059 \text{ mm} \quad (3.44)$$

Plastik tarafsız eksenin üstünde kalan kısmının alanını Denklem (3.45) ile hesaplandı,

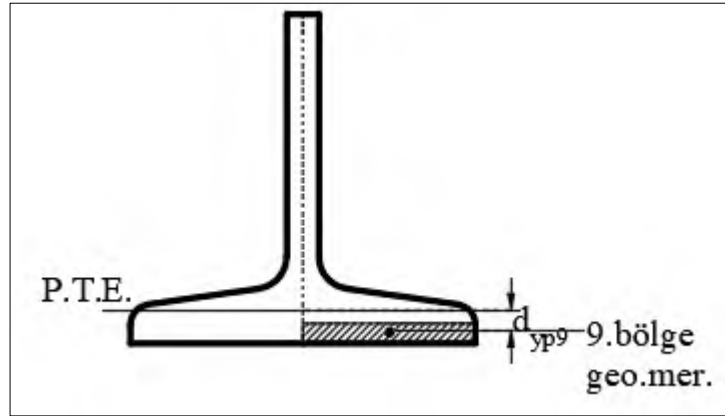
$$A''_8 = (y_2 - y_p) \cdot \left( \frac{b_f}{2} - r_2 \right) = 2,999 \text{ mm}^2 \quad (3.45)$$

Plastik tarafsız eksenin üstünde kalan kısmının geometrik merkezinin plastik tarafsız eksene mesafesi Denklem (3.46) ile hesaplandı,

$$d''_{yp8} = \frac{(y_2 - y_p)}{2} = 0,080 \text{ mm} \quad (3.46)$$

Dokuzuncu bölgenin tarafsız eksene olan mesafesi Denklem (3.47) ile hesaplandı,

$$d_{yp9} = \frac{t_{f2}}{2} + y_p = 3,332 \text{ mm} \quad (3.47)$$



Şekil 3.13. 9 no.lu parçanın plastik tarafsız eksene mesafesi

Yarım kesitin x eksenine göre plastik atalet momenti Denklem (3.48) ile hesaplandı,

$$W_{px} = A_1 d_{yp1} + 2.(A_2 d_{yp2} + A_3 d_{yp3} + A_4 d_{yp4} + A_5 d_{yp5} + A_6' d_{yp6}' + A_6'' d_{yp6}'' \quad (3.48)$$

$$+ A_7' d_{yp7}' + A_7'' d_{yp7}'' + A_8' d_{yp8}' + A_8'' d_{yp8}'' + A_9 d_{yp9}) = 2,940.10^3 \text{ mm}^3$$

Yarım kesitin y eksenine göre plastik mukavemet momenti, IPN 80 profilin y eksenine göre plastik mukavemet momentinin yarısına eşittir. Y eksenine göre plastik mukavemet momenti Denklem 3.49 ile hesaplandı,

$$W_{py} = \frac{(W_{py})_{IPN80}}{2} = 2,490 .10^3 \text{ mm}^3 \quad (3.49)$$

### 3.1.6. Burulma sabitinin hesaplanması

Eğimli başlıklı T-kesitler için burulma sabiti Denklem (3.50)'de verildi[8],

$$J = \frac{b_f - t_w}{12} (t_1 + t_2)(t_1^2 + t_2^2) + \frac{1}{3} t_w t_2^3 + \frac{1}{3} (d - t_2) t_w^3 + \alpha_2 D_2^4 - 2V_s t_1^4 - 0.105 t_w^4 \quad (3.50)$$

Denklem 3.50'deki ifadede belirtilen  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $\alpha_2$ ,  $D_2$ , ve  $V_s$  ifadeleri Bölüm 2.1.6'da hesaplandığı şekilde kullanıldı. Bu ifadelerin tanımları ve değerleri aşağıdaki gibidir.

$t_1$ : Başlık eğiminin başladığı noktadaki başlık kalınlığıdır. Başlık köşelerinde bulunan dairesel kısımlar ihmal edilmiş, başlık pahsız kabul edilmiştir[8], 4,43 mm

$t_2$ : Başlık eğimi ile gövde doğrusunun kesiştiği noktadaki başlık kalınlığı[8], 7,10 mm

$t_3$ : Başlık eğim çizgilerinin kesitin ortasında birleştiği noktadaki başlık kalınlığı[8], 7,37 mm

$\alpha_2$ : Burulma sabiti için bir katsayı[8], 0,08

$D_2$ : Başlık içerisine çizilebilecek en büyük dairenin çapı[8], 8,97 mm

$V_s$ : Başlığa ait bir katsayı[8], 0,12

Bölüm 2.1.6'da hesaplanan değerler Denklem (3.50)'de yerlerine konulduğunda burulma sabiti değeri,  $J=4076,4387 \text{ mm}^4$  olarak hesaplandı.

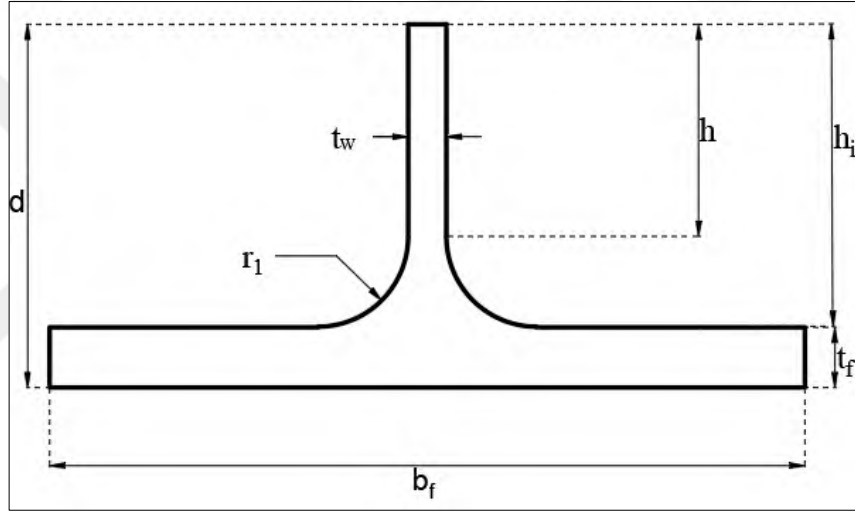
### 3.1.7. Çarpılma sabitinin hesaplanması

T-kesitli profiller için çarpılma sabiti Denklem (3.51) ile hesaplandı [9].

$$C_w = \frac{t_f^3 b_f^3}{144} + \frac{t_w^3 (d - \frac{t_f}{2})^3}{36} = 86,199 \text{ cm}^6 \quad (3.51)$$

### 3.2. Düz Başlığa Sahip %50HE100A Profiline ait Hesaplamalar

HE100A profilin ortadan kesilmesiyle elde edilen bu profilde, başlığa ait değerler HE100A profille aynı kalırken, gövde yüksekliği yarıya düştüğü için değişen değerler yeniden hesaplandı.



Şekil 3.14. %50HE100A kesiti

Şekil 3.14'te gösterilen %50HEA profilin kesit özellikleri aşağıdaki gibidir[6].

d : kesit yüksekliği, 48 mm, (HE100A kesitin yüksekliğinin %50'si)

b<sub>f</sub> : başlık genişliği, 100 mm[6],

t<sub>w</sub> : gövde kalınlığı, 5 mm[6],

t<sub>f</sub> : başlık kalınlığı, 8 mm [6],

r : gövde le başlık birleşim yerinde bulunan çeyrek dairenin yarıçapı, 12 mm [6],

%50 HE100A profiline ait hesaplamalar yapılırken Bölüm 2.2.'de HE100A profilin kesit özellikleri de kullanıldı. Bu kesit özellikleri aşağıdaki gibidir.

$A_{HE100A}$  : HE100A profilin kesit alanı, 2123,61 mm<sup>2</sup>

$(I_x)_{HE100A}$  : HE100A profilin x eksenine göre atalet momenti, 3492251,41 mm<sup>4</sup>

$(W_{ex})_{HE100A}$  : HE100A profilin x eksenine göre elastik mukavemet momenti, 72755,238 mm<sup>3</sup>

$(W_{px})_{HE100A}$  : HE100A profilin x eksenine göre plastik mukavemet momenti, 83013,098 mm<sup>3</sup>

$(I_y)_{HE100A}$  : HE100A profilin y eksenine göre atalet momenti, 1338109,791 mm<sup>4</sup>

$(W_{ey})_{HE100A}$  : HE100A profilin y eksenine göre elastik mukavemet momenti, 26762,196 mm<sup>3</sup>

$(W_{py})_{HE100A}$  : HE100A profilin y eksenine göre plastik mukavemet momenti, 41140,355 mm<sup>3</sup>

### 3.2.1. %50 HE100A profile ait alan hesapları

Şekil 3.14'te verilen kesitin gövde yüksekliği Denklem (3.52) ile hesaplandı,

$$h_i = d - t_f = 48 - 8 = 40 \text{ mm} \quad (3.52)$$

Şekil 3.14'te verilen kesitin düz gövde yüksekliği Denklem (3.53) ile hesaplandı,

$$h = h_i - r = 40 - 12 = 28 \text{ mm} \quad (3.53)$$

Kesit alanı aşağıdaki Denklem (3.54) ile hesaplandı,

$$A = \frac{A_{HE100A}}{2} = 1061,805 \text{ mm}^2 \quad (3.54)$$

### 3.2.2. %50 HE100A profilin birim boy kütlenin ve birim uzunluktaki yüzey alanının hesaplanması

T kesitin birim boy kütlesini hesaplamak için, profilin toplam alanı ile çeliğin birim hacim ağırlığı çarpılır. Buna göre birim boy ağırlığı Denklem (3.55) ile hesaplandı,

$$G=1061,805 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}=8,330 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad (3.55)$$

Birim boy yüzey alanı, kesitin çevre uzunluğu ile birim boyu çarpılarak hesaplandı. Bu hesaplama Denklem (3.56)'da gösterildi.

$$A_L=(b_f+2h+2t_f+(b_f-t_w-2r)+\pi r+t_w) \cdot 1 \text{ m}=0,286 \frac{\text{m}^2}{\text{m}} \quad (3.56)$$

### 3.2.3. %50 HE100A profilin atalet momentinin hesaplanması

Yarım kesitin geometrik merkezi aşağıdaki şekilde hesaplandı.

$$\bar{y}=\frac{\frac{(W_{px})_{HE100A}}{2}}{A}=39,09 \text{ mm} \quad (3.57)$$

Yarım kesitin x eksenine göre atalet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$I_x=\frac{I_x}{2}-\frac{A}{2} \cdot \bar{y}^2=123612,06 \text{ mm}^4 \quad (3.58)$$

Yarım kesitin y eksenine göre atalet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$I_y=\frac{(I_y)_{HE100A}}{2}=669,055 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (3.59)$$

### 3.2.4. %50 HE100A profilin elastik mukavemet momenti ve atalet yarıçapının hesaplanması

Yarım kesitin x eksenine göre elastik mukavemet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$W_{ex}=\frac{I_y}{\bar{y}}=3162,20 \text{ mm}^3 \quad (3.60)$$

Yarım kesitin x eksenine göre atalet yarıçapı aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 10,791 \text{ mm} \quad (3.61)$$

Yarım kesitin y eksenine göre atalet yarıçapı aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 25,102 \text{ mm} \quad (3.62)$$

Yarım kesitin y eksenine göre elastik mukavemet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$W_{ey} = \frac{I_y}{\frac{b_f}{2}} = 13381,10 \text{ mm}^3 \quad (3.63)$$

### 3.2.5. %50 HE100A profilin plastik mukavemet momentinin hesaplanması

Yarım kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momentinin hesaplanması için öncelikle tarafsız eksenin yer belirlendi,

$$y_p = \frac{\frac{A}{2}}{t_w} = 106,18 \text{ mm} > h = 28 \text{ mm} \quad (3.64)$$

Olduğundan dolayı plastik tarafsız eksen gövdede değildir.

$$y_p = \frac{\frac{A}{2}}{b_f} = 5,3 < t_f = 8 \quad (3.65)$$

Olduğundan dolayı plastik tarafsız eksen başlıkta yer alır ve en dış lifinden 5,3 mm yukarıdadır. Plastik tarafsız eksenin gövdenin en dış lifine olan mesafesi aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$d_y = d - y_p = 42,7 \text{ mm} \quad (3.66)$$

Kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momenti Denklem (3.67) ile hesaplandı,

$$W_{px} = h_i t_w \left( dy_p - \frac{h_i}{2} \right) + \frac{b_f (t_f - y_p)^2}{2} + \frac{b_f y_p^2}{2} + 2 \left( \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) r^2 (dy_p - d_s) \right) \quad (3.67)$$

$$= 6641,53 \text{ mm}^3$$

Yarım kesitin y eksenine göre plastik mukavemet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$W_{py} = 2 \left( \frac{t_f \left( \frac{b_f}{2} \right)^2}{2} + h_i \cdot \frac{\left( \frac{t_w}{2} \right)^2}{2} + \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) r^2 \left( (r - y_s) + \frac{t_w}{2} \right) \right) \quad (3.68)$$

$$= 20570,201 \text{ mm}^3$$

### 3.2.6. %50 HE100A profilin burulma sabitinin hesaplanması

Düz başlıklı T-kesitlerin burulma sabitini hesaplamak için iki ayrı formül ile hesaplama yapılmıştır. Bu formüllerden ilki Denklem (3.69)'daki gibidir. Denklem (3.69)'da kullanılan  $D_1$  ve  $\alpha_1$  ifadeleri Bölüm 2.2.6.'da hesaplandı. Bu ifadelerin değeri aşağıdaki gibidir.

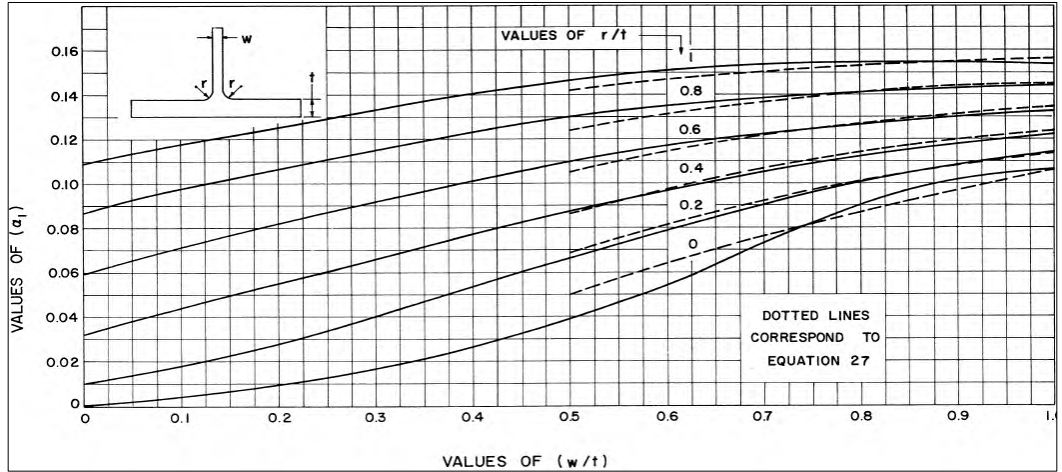
$D_1$  : kesit içine çizilebilecek en büyük dairenin çapı[8], 14.57 mm

$\alpha_1$  : başlığa ait bir katsayı[8], 0,189

$$J = \frac{1}{3} b_f t_f^3 + \frac{1}{3} (d - t_f) t_w^3 + \alpha_1 D_1^4 - 0,210 t_f^4 - 0,105 t_w^4 = 26351,95 \text{ mm}^4 \quad (3.69)$$

Yukarıdaki denklem ile hesaplanan burulma sabiti değeri Sap2000 programındaki değerler ile karşılaştırıldığında farklılık yüzdesi %40 çıkmaktadır. Ayrıca Şekil (3.15)'de verilen grafikte %50HE100A kesitinin  $\alpha_1$  katsayısı için kontrol yapıldığında, değerler grafikte verilen değerlerden büyük çıktığı için  $\alpha_1$  katsayısı için kontrol yapılamamaktadır.





. Şekil 3.15. T-kesitler için  $\alpha_1$  katsayısının belirlenmesi[8]

Şekil 3.15’de yer alan grafikten  $\alpha_1$  katsayısını ede edebilmek için yapılan kontrol aşağıdaki gibidir,

$$\frac{t_w}{t_f} = 0,625 \quad (3.70)$$

Denklem 3.70’de belirtilen ifade Şekil 3.15’te yer alan grafiğin yatay eksendeki değerine denk gelmektedir,

$$\frac{r}{t_f} = 1,5 \quad (3.71)$$

Denklem (3.71)’de belirtilen ifade Şekil 3.15’te yer alan grafikteki eğrilere denk gelen ifadedir.

Denklem (3.70) ve Denklem (3.71)’de elde edilen değerler Şekil 3.15’te yer alan grafikteki değerlerden büyük olmaktadır. Bu nedenle ikinci bir denklemle daha hesaplamalar yapılmıştır[10]. Oluşturulan enkesit tablolarında Denklem (3.72) ile elde edilen burulma sabiti değeri kullanılmıştır,

$$J = \frac{1}{3} b_f t_f^3 + \frac{1}{3} (d - t_f) t_w^3 = 18733,33 \text{ mm}^4 \quad (3.72)$$

Denklem (3.70) ile hesaplanan burulma sabiti değeri ile Sap2000 programındaki değer ile karşılaştırıldığında farklılık yüzdesi %0,016 olarak bulunmaktadır.

### 3.2.7. %50 HE100A profilin çarpılma sabitinin hesaplanması

%50 HE100A kesiti için çarpılma sabiti için Bölüm 3.1.7’de eğimli başlıklı T-kesitler için çarpılma sabitinin hesaplandığı Denklem (3.51) kullanılarak  $C_w = 1,916 \text{ cm}^6$  olarak hesaplandı.

### 3.3. Düz Başlığa Sahip %60 HE100A Profiline Ait Hesaplamalar

HE 100 A profilin gövdesinin %60 oranında bölünmesiyle elde edilen bu profilede, başlığa ait değerler HE 100 A profile aynı kalırken, gövde yüksekliği yarıya düştüğü için değişen değerler yeniden hesaplandı.

Kesite ait sayısal değerler aşağıdaki gibidir.

$d$  : kesit yüksekliği, 57,6 mm,

$b_f$  : başlık genişliği[6], 100 mm,

$t_w$  : gövde kalınlığı[6], 5 mm,

$t_f$  : başlık kalınlığı[6], 8 mm,

$r$  : başlık-gövde birleşim yerinde bulunan daire diliminin yarıçapı[6], 12 mm,

#### 3.3.1. %60 HE100A profile ait alan hesapları

Kesitin gövde yüksekliği aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$h_i = d - t_f = 57,6 - 8 = 49,6 \text{ mm} \quad (3.73)$$

Kesitin düz gövde yüksekliği aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$h = h_i - r = 49,6 - 12 = 37,6 \text{ mm} \quad (3.74)$$

Kesit alanı aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$A = b_f t_f + t_w h_i + \left(2 - \frac{\pi}{2}\right) r^2 = 1109,805 \text{ mm}^2 \quad (3.75)$$

### 3.3.2. %60HE100A profilin birim boy kütleinin ve birim uzunluktaki yüzey alanının hesaplanması

T kesitin birim boy kütleini hesaplamak için, profilin toplam alanı ile çeliğin birim hacim ağırlığı çarpılır. Buna göre birim boy kütleini,

$$G=1109,805 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}=8,712 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad (3.76)$$

Birim boy yüzey alanı, kesitin çevre uzunluğu ile birim boyu çarpılarak hesaplandı,

$$A_L=(b_f+2h+2t_f+(b_f-t_w-2r)+\pi r+t_w) \cdot 1 \text{ m}=0,305 \text{ m}^2/\text{m} \quad (3.77)$$

### 3.3.3. %60HE100A profilin atalet momentlerinin hesaplanması

Kesitin x eksenine göre atalet momentini hesaplayabilmek için öncelikle kesitin ağırlık merkezi aşağıdaki gibi hesaplandı,

$$\bar{y}=\frac{b_f t_f \frac{t_f}{2}+h_i t_w \left(\frac{h_i}{2}+t_f\right)+2\left(r^2-\frac{\pi r^2}{2}\right)\left(r-y_s+t_f\right)}{b_f t_f+h_i t_w+2\left(r^2-\frac{\pi r^2}{2}\right)}=7,378 \text{ mm} \quad (3.78)$$

Kesitin x eksenine göre atalet momentini hesabı için başlık, gövde ve spandrelin atalet momentleri ayrı ayrı hesaplanmış, bulunan değerler toplanarak kesitin x eksenine göre atalet momentini hesaplandı,

Başlığın x eksenine göre atalet momentini aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$I_{x\text{başlık}}=\frac{1}{12} b t_f^3+(b t_f)\left(\bar{y}-\frac{t_f}{2}\right)^2=13394,498 \text{ mm}^4 \quad (3.79)$$

Gövdenin x eksenine göre atalet momentini aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$I_{x\text{gövde}}=\frac{1}{12} t_w h_i^3+(t_w h_i)\left(\frac{h_i}{2}-\bar{y}\right)^2=126119,176 \text{ mm}^4 \quad (3.80)$$

Başlık ve gövde birleşim yerinde bulunan iki adet spandrelin x eksenine göre atalet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$I_s = 2 \left( I_s + \left( r^2 - \frac{\pi r^2}{4} \right) (r - y_s + t_f)^2 \right) = 678,746 \text{ mm}^4 \quad (3.81)$$

Kesitin x eksenine göre atalet momenti Denklem (3.82) ile hesaplandı,

$$I_x = I_{x\text{başlık}} + I_{x\text{gövde}} + I_s = 140192,420 \text{ mm}^4 \quad (3.82)$$

Kesitin y eksenine göre atalet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$I_y = \frac{h_i t_w^3}{12} + \left( \frac{t_f b_f^3}{12} \right) + 2 \left( I_s + \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) r^2 \left( (r - y_s) + \frac{t_w}{2} \right)^2 \right) = 669154,833 \text{ mm}^4 \quad (3.83)$$

### 3.3.4. %60HE100A profilin elastik mukavemet momenti ve atalet yarıçapının hesabı

Kesitin x eksenine göre elastik mukavemet momenti aşağıdaki gibi hesaplandı,

$$W_{ex} = \frac{I_x}{d - \bar{y}} = 2791,445 \text{ mm}^3 \quad (3.84)$$

Kesitin x eksenine göre atalet yarıçapı aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 11,239 \text{ mm} \quad (3.85)$$

Kesitin y eksenine göre elastik mukavemet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$W_{ey} = \frac{I_y}{\frac{b_f}{2}} = 13383,097 \text{ mm}^3 \quad (3.86)$$

Kesitin y eksenine göre atalet yarıçapı aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 24,555 \text{ mm} \quad (3.87)$$

### 3.3.5. %60 HE100A profilin plastik mukavemet momentinin hesaplanması

Kesitin plastik tarafsız ekseninin nereden geçtiğini bulabilmek için varsayımlar yapılarak hesaplamalara devam edilmiştir. Öncelikle plastik tarafsız eksenin kesitin gövdesinden geçtiği kabul edilmiştir. Bu durumda plastik tarafsız eksen kesiti iki eşit parçaya ayırdığı için aşağıdaki eşitliğin doğruluğu kontrol edildi,

$$y_p = \frac{A}{t_w} = 110,980 \text{ mm} > h = 37,60 \text{ mm} \quad (3.88)$$

Olduğundan dolayı plastik tarafsız eksen gövdede değildir. Bir diğer varsayım, plastik tarafsız eksenin kesitin başlığından geçmesi durumudur. Bu durumda da aşağıdaki eşitlik kontrol edildi,

$$y_p = \frac{A}{b_f} = 5,549 \text{ mm} < t_f = 8 \text{ mm} \quad (3.89)$$

Olduğundan dolayı plastik tarafsız eksen başlıkta yer alır ve en dış lifinden 5,549 mm yukarıdadır.

Plastik tarafsız eksenin gövdenin en dış lifine olan mesafesi aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$d_{yp} = d - y_p = 52,051 \text{ mm} \quad (3.90)$$

Kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$W_{px} = h_i t_w \left( dy_p - \frac{h_i}{2} \right) + \frac{b_f (t_f - y_p)^2}{2} + \frac{b_f y_p^2}{2} + 2 \left( \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) r^2 (dy_p - d_s) \right) \quad (3.91)$$

$$= 10077,277 \text{ mm}^3$$

T kesitin y eksenine göre plastik mukavemet momenti aşağıdaki şekilde hesaplandı,

$$W_{py}=2 \left( \frac{t_f \left( \frac{b_f}{2} \right)^2}{2} + h_i \frac{\left( \frac{t_w}{2} \right)^2}{2} + \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) r^2 \left( (r - y_s) + \frac{t_w}{2} \right) \right) = 20630,177 \text{ mm}^3 \quad (3.92)$$

### 3.3.6. %60HE100A profilin burulma sabitinin hesaplanması

Kesit için burulma sabiti hesaplanırken, %50 HE 100 A profil için kullanılan Denklem 3.72 kullanılmıştır. Bu denklemde kullanılarak  $J= 3,693 \text{ cm}^4$  olarak hesaplandı.

### 3.3.7. %60HE100A profilin çarpılma sabitinin hesaplanması

%60 HE100A kesiti için çarpılma sabiti hesabı yapılırken, %50HE100A kesiti için kullanılan Denklem 3.51 kullanılarak  $C_w=4,090 \text{ cm}^6$  olarak hesaplandı.

#### **4. ENKESİT TABLOLARI VE GRAFİKLER**

T-kesit profiller için enkesit tabloları oluşturulurken, öncelikle I-kesitler için hesaplamalar yapıldı ve I-kesit tabloları oluşturuldu. Oluşturulan tablolar uluslararası geçerliliğe sahip bir çelik profil kataloğu ile karşılaştırıldı[6]. Karşılaştırma sonucunda iki değer arasındaki farklılık yüzdesi hesaplandı. Hesaplanan farklılık yüzdelerinin oldukça küçük değerlere sahip olması, hesaplamalarda izlenen işlem basamaklarının doğru olduğunu düşündürmektedir.

I-kesitli profillerin gövdelerinin değişik oranlarda kesilmesiyle elde edilen T-kesit profiller için enkesit tabloları oluşturulurken, başlık değerleri I profil ile aynı kaldığı için, hesaplamalarda gövde boyunun değişmesi sonucu değişen kesit özellikleri hesaplandı ve T-kesitlere ait kesit tabloları oluşturuldu. Oluşturulan T-kesit profillerin değerlerinden emin olmak için, hesaplanan değerler, düz başlıklı kesitler için Sap2000 programındaki veriler ile karşılaştırıldı ve iki değer arasındaki farklılık yüzdesi belirlendi. Eğimli başlığa sahip T-kesitler için sadece % 50 - % 50 oranında bölünen kesite ait değerler DIN 1025'e göre hazırlanan bir profil tablosundaki değerlerle karşılaştırılmıştır[6]. Eğimli başlıklı T-kesitlerden %30 - %70 ve % 40 - % 60 oranında olan kesitler ve düz başlığa sahip olan %30 - %70 oranında kesilen T-kesitlere ait hesaplanan değerler ise, karşılaştırılacak veri bulunmadığı için, rastgele birkaç profil seçilerek, Autacad programı ile karşılaştırıldı.

Bu bölümde, ilk üç bölümde yapılan hesaplamalar sonucu oluşturulan enkesit tablolarından, bu tabloların uluslararası geçerliliğe sahip olan kesitlere ait değerler ile karşılaştırılması sonucu elde edilen farklılık yüzdelerinden, I-kesitler ve bu kesitlerin bölünmesiyle elde edilen T- enkesitlerin hesaplanan değerleri ile grafik çiziminden ve T-kesitlerde gövde boyunun değişmesinden kesit özelliklerinin nasıl etkilendiğinden bahsedildi.

##### **4.1. IPN Kesitler İçin Oluşturulan Enkesit Tabloları**

Bölüm 2.1.'de eğimli başlığa sahip I kesite ait hesaplamalar sonucu elde edilen sonuçlar Tablo 4.1.'de verildi.

Tablo 4.1. IPN kesitlerin enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	h <sub>k</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ex</sup> cm <sup>3</sup>	W <sup>px</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ey</sup> cm <sup>3</sup>	W <sup>py</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
IPN80	80	42	3,9	5,9	3,9	2,3	59,022	7,573	5,945	0,303	77,670	19,417	22,704	3,203	6,280	2,990	4,979	0,911	0,820	0,086
IPN100	100	50	4,5	6,8	4,5	2,7	75,702	10,624	8,340	0,370	170,271	34,054	39,735	4,003	12,150	4,860	8,121	1,069	1,515	0,264
IPN120	120	58	5,1	7,7	5,1	3,1	92,383	14,179	11,130	0,438	327,064	54,511	63,526	4,803	21,393	7,377	12,358	1,228	2,576	0,674
IPN140	140	66	5,7	8,6	5,7	3,4	109,063	18,240	14,318	0,506	572,385	81,769	95,216	5,602	35,144	10,650	17,866	1,388	4,114	1,517
IPN160	160	74	6,3	9,5	6,3	3,8	125,743	22,800	17,898	0,573	933,950	116,744	135,869	6,400	54,577	14,750	24,784	1,547	6,253	3,090
IPN180	180	82	6,9	10,4	6,9	4,1	142,423	27,868	21,876	0,641	1444,046	160,450	186,659	7,198	81,200	19,805	33,306	1,707	9,135	5,839
IPN200	200	90	7,5	11,3	7,5	4,5	159,104	33,433	26,245	0,709	2137,736	213,774	248,623	7,996	116,430	25,873	43,557	1,866	12,911	10,364
IPN220	220	98	8,1	12,2	8,1	4,9	175,784	39,502	31,009	0,776	3054,748	277,704	322,904	8,794	162,028	33,067	55,717	2,025	17,751	17,491
IPN240	240	106	8,7	13,1	8,7	5,2	192,464	46,080	36,172	0,844	4239,200	353,267	410,689	9,592	220,025	41,514	69,982	2,185	23,837	28,319
IPN260	260	113	9,4	14,1	9,4	5,6	208,855	53,324	41,860	0,908	5734,564	441,120	513,404	10,370	287,386	50,865	85,851	2,322	31,877	43,443
IPN280	280	119	10,1	15,2	10,1	6,1	225,115	61,015	47,896	0,967	7575,156	541,083	630,667	11,142	363,018	61,011	103,071	2,439	42,058	63,636
IPN300	300	125	10,8	16,2	10,8	6,5	241,575	68,995	54,161	1,027	9785,102	652,340	761,464	11,909	449,516	71,923	121,687	2,552	53,819	90,513
IPN320	320	131	11,5	17,3	11,5	6,9	257,836	77,706	60,999	1,087	12493,823	780,864	912,550	12,680	554,275	84,622	143,260	2,671	68,686	126,967
IPN340	340	137	12,2	18,3	12,2	7,3	274,296	86,679	68,043	1,147	15669,497	921,735	1078,489	13,445	671,878	98,084	166,280	2,784	85,491	173,833
IPN360	360	143	13,0	19,5	13,0	7,8	290,196	96,983	76,132	1,207	19574,873	1087,493	1274,260	14,207	816,628	114,214	193,819	2,902	108,165	236,700
IPN380	380	149	13,7	20,5	13,7	8,2	306,657	106,977	83,977	1,266	23977,841	1261,992	1480,207	14,971	972,576	130,547	221,812	3,015	131,577	314,240
IPN400	400	155	14,4	21,6	14,4	8,6	322,917	117,743	92,428	1,326	29173,086	1458,654	1712,205	15,741	1155,992	149,160	253,562	3,133	160,060	413,806
IPN450	450	170	16,2	24,3	16,2	9,7	363,588	146,939	115,347	1,476	45790,607	2035,138	2393,727	17,653	1722,062	202,595	345,115	3,423	251,099	780,182
IPN500	500	185	18,0	27,0	18,0	10,8	404,259	179,352	140,792	1,625	68646,807	2745,872	3235,110	19,564	2473,174	267,370	456,293	3,713	376,306	1393,302
IPN550	550	200	19,0	30,0	19,0	11,9	445,609	212,043	166,454	1,777	98947,855	3598,104	4229,351	21,602	3481,328	348,133	590,839	4,052	532,860	2353,378
IPN600	600	215	21,6	32,4	21,6	13,0	485,601	253,831	199,257	1,924	138782,579	4626,086	5464,625	23,383	4679,226	435,277	745,120	4,294	760,503	3768,763



%14 başlık eğimine sahip olan IPN kesitlerin için Tablo 4.1.'de elde edilen değerler, uluslararası geçerliliğe sahip profil kataloğundaki değerler[6] ile karşılaştırıldı ve yapılan karşılaştırma sonucu Tablo 4.2.'de verilen farklılık yüzdeleri elde edildi.

Tablo 4.2. IPN profillerin karşılaştırılmasıyla elde edilen farklılık yüzdeleri

Farklılık Yüzdesi %													
	A	G	A <sub>L</sub>	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	W <sub>px</sub>	i <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	W <sub>py</sub>	i <sub>y</sub>	J	C <sub>w</sub>
IPN80	0,00	0,00	-0,33	-0,13	-0,51	-0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-5,75	0,00
IPN100	0,00	0,00	0,00	-0,58	-0,29	-0,25	-0,25	0,00	-0,41	0,00	0,00	-5,63	-3,70
IPN120	0,00	0,00	-0,23	-0,30	-0,37	-0,16	-0,21	0,00	-0,40	0,00	0,00	-4,80	-2,90
IPN140	0,00	0,00	0,80	-0,17	-0,12	-0,21	-0,18	0,00	-0,93	0,56	-0,71	-4,86	-1,30
IPN160	0,00	0,00	-0,35	-0,11	-0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	-4,87	-1,59
IPN180	0,00	0,00	0,16	-0,41	-0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,60	0,00	-4,70	-1,35
IPN200	0,00	0,00	0,00	-0,09	-0,09	-0,40	0,00	0,00	-0,38	0,23	0,00	-4,37	-0,95
IPN220	0,00	-0,32	0,13	-0,16	-0,11	-0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	-4,57	-1,69
IPN240	0,00	0,00	0,00	-0,26	-0,20	-0,24	0,10	0,00	-0,48	0,00	-0,45	-4,64	-1,39
IPN260	0,00	0,00	0,22	-0,09	-0,20	-0,19	0,00	0,00	-0,20	0,12	0,00	-4,84	-1,59
IPN280	0,00	0,00	0,10	-0,20	-0,17	-0,16	0,00	0,00	-0,33	0,00	-0,41	-4,84	-1,55
IPN300	0,00	0,00	-0,29	-0,15	-0,11	-0,13	0,00	0,00	-0,42	0,83	-0,39	-5,25	-1,42
IPN320	0,00	0,00	-0,28	-0,13	-0,14	-0,11	0,00	0,00	-0,12	0,00	0,00	-5,26	-1,55
IPN340	0,00	0,00	-0,26	-0,20	-0,14	-0,19	-0,74	0,00	-0,30	0,00	-0,71	-5,43	-1,14
IPN360	0,00	0,00	-0,25	-0,18	-0,23	-0,16	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	-5,95	-1,25
IPN380	0,00	0,00	-0,31	-0,13	0,16	-0,13	0,00	0,00	-0,38	0,45	0,00	-6,68	-1,57
IPN400	0,00	0,00	-0,30	-0,13	-0,09	-0,12	0,00	0,00	0,13	0,40	0,00	-5,85	-1,43
IPN450	0,00	0,26	-0,27	-0,13	-0,24	-0,25	0,00	0,00	-0,20	0,00	-0,29	-5,96	-1,39
IPN500	0,00	-0,14	-0,31	-0,14	-0,15	-0,15	0,00	0,00	-0,22	0,00	-0,27	-6,39	-1,21
IPN550	0,00	0,30	-1,28	-0,23	-0,33	-0,26	0,00	0,00	-0,26	-0,17	0,75	-2,05	-1,55

Eğimli başlıklı profillere ait olan farklılık yüzdeleri Tablo 4.2'deki gibidir. Tablodaki değerler incelendiğinde maksimum farklılığın % - 6,68 ile IPN 380 profilin burulma sabiti değerine ait olduğu görülmektedir.

#### 4.1.1. % 70 - % 30 oranında T-kesitler için oluşturulan tablolar

Kesit özellikleri hesaplanan IPN profiller % 70 - % 30 oranında kesilmesiyle, iki adet farklı gövde boyuna sahip T-kesitli profil elde edilmiştir. %70 IPN kesitlere ait kesit tablosu Tablo 4.3'de, %30 IPN kesitlere ait kesit tablosu Tablo 4.4'de verildi.

Tablo 4.3. %70 IPN enkesit tablosu

	d mm	b <sub>t</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>r</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	h <sub>i</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ex</sup> cm <sup>3</sup>	W <sup>px</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ey</sup> cm <sup>3</sup>	W <sup>py</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%70IPN80	56	42	3,9	5,9	3,9	2,3	45,511	4,410	3,462	0,187	12,662	3,118	5,626	1,694	3,148	1,499	2,551	0,845	0,439	0,352
%70IPN100	70	50	4,5	6,8	4,5	2,7	57,851	6,212	4,877	0,230	28,423	5,625	10,152	2,139	6,090	2,436	4,162	0,990	0,814	1,021
%70IPN120	84	58	5,1	7,7	5,1	3,1	70,191	8,313	6,526	0,272	55,488	9,181	16,582	2,584	10,723	3,698	6,335	1,136	1,387	2,516
%70IPN140	98	66	5,7	8,6	5,7	3,4	82,531	10,716	8,412	0,315	98,242	13,966	25,246	3,028	17,615	5,338	9,161	1,282	2,219	5,502
%70IPN160	112	74	6,3	9,5	6,3	3,8	94,872	13,416	10,532	0,357	161,748	20,160	36,470	3,472	27,355	7,393	12,710	1,428	3,377	10,981
%70IPN180	126	82	6,9	10,4	6,9	4,1	107,212	16,418	12,888	0,399	251,825	27,942	50,585	3,916	40,699	9,927	17,081	1,574	4,938	20,393
%70IPN200	140	90	7,5	11,3	7,5	4,5	119,552	19,717	15,478	0,442	374,935	37,491	67,914	4,361	58,356	12,968	22,341	1,720	6,985	35,723
%70IPN220	154	98	8,1	12,2	8,1	4,9	131,892	23,315	18,302	0,484	538,300	48,987	88,789	4,805	81,209	16,573	28,580	1,866	9,610	59,628
%70IPN240	168	106	8,7	13,1	8,7	5,2	144,232	27,216	21,364	0,527	749,887	62,612	113,374	5,249	110,276	20,807	35,899	2,013	12,912	95,572
%70IPN260	182	113	9,4	14,1	9,4	5,6	156,427	31,550	24,767	0,567	1024,417	79,206	143,520	5,698	144,053	25,496	44,074	2,137	17,296	151,633
%70IPN280	196	119	10,1	15,2	10,1	6,1	168,558	36,163	28,388	0,606	1366,331	98,426	178,452	6,147	181,990	30,586	52,964	2,243	22,843	232,480
%70IPN300	210	125	10,8	16,2	10,8	6,5	180,788	40,978	32,167	0,644	1784,874	120,463	218,543	6,600	225,388	36,062	62,593	2,345	29,286	345,655
%70IPN320	224	131	11,5	17,3	11,5	6,9	192,918	46,213	36,277	0,683	2295,534	145,622	264,266	7,048	277,949	42,435	73,746	2,452	37,404	502,749
%70IPN340	238	137	12,2	18,3	12,2	7,3	205,148	51,636	40,534	0,722	2904,870	173,976	315,813	7,500	336,968	49,192	85,670	2,555	46,629	713,981
%70IPN360	252	143	13	19,5	13	7,8	217,098	57,851	45,413	0,760	3654,908	207,303	376,341	7,948	409,632	57,291	99,952	2,661	59,055	1018,173
%70IPN380	266	149	13,7	20,5	13,7	8,2	229,328	63,900	50,162	0,799	4509,424	242,926	441,019	8,401	487,917	65,492	114,472	2,763	71,933	1392,736
%70IPN400	280	155	14,4	21,6	14,4	8,6	241,459	70,392	55,257	0,838	5511,068	282,512	512,851	8,848	579,987	74,837	130,928	2,870	87,541	1878,729
%70IPN450	315	170	16,2	24,3	16,2	9,7	271,794	88,050	69,119	0,934	8754,705	400,711	721,883	9,971	864,219	101,673	178,463	3,133	137,581	3769,945
%70IPN500	350	185	18	27	18	10,8	302,129	107,676	84,526	1,031	13252,641	547,934	986,839	11,094	1241,447	134,210	236,247	3,396	206,491	7038,084
%70IPN550	385	200	19	30	19	11,9	332,805	126,922	99,633	1,127	18810,044	703,032	1275,997	12,174	1746,952	174,695	305,347	3,710	290,211	11150,804
%70IPN600	420	215	21,6	32,4	21,6	13	362,800	152,835	119,976	1,224	27190,931	942,169	1695,487	13,338	2349,691	218,576	386,557	3,921	418,277	20778,778

Tablo 4.4. %30 IPN enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	t <sub>2</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%30IPN80	24	42	3,9	5,9	3,9	2,3	13,511	3,162	2,483	0,123	1,058	0,577	1,203	0,578	3,132	1,491	2,429	0,995	0,376	0,121
%30IPN100	30	50	4,5	6,8	4,5	2,7	17,851	4,412	3,464	0,150	2,397	1,043	2,122	0,737	6,060	2,424	3,959	1,172	0,692	0,321
%30IPN120	36	58	5,1	7,7	5,1	3,1	22,191	5,865	4,604	0,176	4,713	1,705	3,417	0,896	10,670	3,679	6,023	1,349	1,175	0,741
%30IPN140	42	66	5,7	8,6	5,7	3,4	26,531	7,524	5,906	0,203	8,393	2,598	5,152	1,056	17,529	5,312	8,706	1,526	1,873	1,546
%30IPN160	48	74	6,3	9,5	6,3	3,8	30,872	9,384	7,366	0,229	13,882	3,756	7,390	1,216	27,222	7,357	12,075	1,703	2,843	2,975
%30IPN180	54	82	6,9	10,4	6,9	4,1	35,212	11,450	8,988	0,255	21,692	5,214	10,196	1,376	40,502	9,878	16,224	1,881	4,149	5,368
%30IPN200	60	90	7,5	11,3	7,5	4,5	39,552	13,717	10,768	0,282	32,396	7,004	13,633	1,537	58,074	12,905	21,216	2,058	5,860	9,186
%30IPN220	66	98	8,1	12,2	8,1	4,9	43,892	16,187	12,707	0,308	46,631	9,162	17,764	1,697	80,819	16,494	27,137	2,234	8,051	15,041
%30IPN240	72	106	8,7	13,1	8,7	5,2	48,232	18,864	14,808	0,335	65,099	11,720	22,654	1,858	109,749	20,707	34,083	2,412	10,805	23,722
%30IPN260	78	113	9,4	14,1	9,4	5,6	52,427	21,774	17,093	0,359	89,128	14,841	28,586	2,023	143,333	25,369	41,777	2,566	14,417	36,329
%30IPN280	84	119	10,1	15,2	10,1	6,1	56,558	24,851	19,508	0,382	119,049	18,453	35,463	2,189	181,028	30,425	50,107	2,699	18,996	53,860
%30IPN300	90	125	10,8	16,2	10,8	6,5	60,788	28,018	21,994	0,404	155,883	22,608	43,280	2,359	224,128	35,861	59,094	2,828	24,247	76,888
%30IPN320	96	131	11,5	17,3	11,5	6,9	64,918	31,493	24,722	0,427	200,694	27,342	52,246	2,524	276,326	42,187	69,514	2,962	30,915	108,990
%30IPN340	102	137	12,2	18,3	12,2	7,3	69,148	35,044	27,509	0,450	254,455	32,694	62,303	2,695	334,910	48,892	80,610	3,091	38,397	149,810
%30IPN360	108	143	13	19,5	13	7,8	73,098	39,131	30,718	0,472	320,324	38,966	74,174	2,861	406,996	56,923	93,868	3,225	48,510	208,453
%30IPN380	114	149	13,7	20,5	13,7	8,2	77,328	43,076	33,815	0,495	395,852	45,696	86,795	3,031	484,660	65,055	107,340	3,354	58,905	277,673
%30IPN400	120	155	14,4	21,6	14,4	8,6	81,459	47,352	37,171	0,518	484,087	53,158	100,862	3,197	576,005	74,323	122,634	3,488	71,616	368,619
%30IPN450	135	170	16,2	24,3	16,2	9,7	91,794	58,890	46,228	0,574	770,538	75,471	142,786	3,617	857,842	100,923	166,653	3,817	112,072	708,518
%30IPN500	150	185	18	27	18	10,8	102,129	71,676	56,266	0,631	1,168,305	103,281	194,958	4,037	1,231,727	133,160	220,047	4,145	167,611	1,277,469
%30IPN550	165	200	19	30	19	11,9	112,805	85,122	66,820	0,687	1,652,295	132,262	250,619	4,406	1,734,377	173,438	285,492	4,514	239,912	2,143,031
%30IPN600	180	215	21,6	32,4	21,6	13	122,800	100,995	79,281	0,744	2,402,944	177,812	334,523	4,878	2,329,535	216,701	358,563	4,803	337,655	3,577,674

%70 ve %30 oranındaki eğimli başlıklı T kesit profillerin hesaplanan değerlerini karşılaştıracak tablo bulunamadığı için, rastgele seçilen beş adet profile ait hesaplanan değerler Autocad programındaki veriler ile karşılaştırıldı. Autocad program ile kontrol etmek için, I-kesit, splitarea komutu ile gövdesinin %70 ve %30 oranlarında bölünmüştür. Daha sonrasında massprop komutu ile kesit özellikleri kontrol edilmiştir. Bu komut kullanılarak kontrol edilen kesit özellikleri; kesit alanı, x ve y eksenlerine göre atalet momentleri, x ve y eksenlerine göre atalet yarıçaplarıdır. %70 IPN kesitler için kontrol edilen değerler ile yapılan işlem sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.5’de verildi.

Tablo 4.5. %70 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi, %						
	A	$I_x$	$W_{px}$	$i_x$	$I_y$	$i_y$
%70IPN80	0,000	0,000	0,060	0,000	0,001	0,000
%70IPN300	0,000	0,000	0,004	0,000	0,001	0,001
%70IPN400	0,000	0,000	-0,013	0,000	0,001	0,000
%70IPN450	0,000	0,000	-0,744	0,000	0,001	0,000
%70IPN550	0,000	0,000	-0,459	-0,001	0,001	0,000

Tablo 4.5.’de belirtilen farklılık yüzdelerinde, x eksenine göre plastik mukavemet momenti değeri massprop komutu ile direkt elde edilen bir değer değildir. Mukavemet momentini hesaplamak için, oluşturulan T-kesit, “splitarea” komutu ile iki eşit parçaya ayrılmıştır. X eksenine paralel olan plastik tarafsız eksen, kesitlerin iki eşit parçaya ayrıldığı noktadan geçmektedir. T-kesitin iki eşit parçaya ayrılmasından sonra, her bir parçanın alanı ve geometrik merkezleri ile plastik tarafsız eksen arasındaki mesafesi hesaplandı. Her iki parçanın alanı ile geometrik merkezinin tarafsız eksene olan mesafesi çarpılarak plastik mukavemet momenti elde edilmiştir. Bu işlem sonunda elde edilen değer hesaplanılan değer ile karşılaştırılmış ve x eksenine göre plastik mukavemet momentini farklılık yüzdesi hesaplandı.

Tablo 4.5.’de de görüldüğü gibi, %70IPN kesitler için Autocad programı ile elde edilen değerler ve hesaplanan değerlerin karşılaştırılması sonucu maksimum farklılık yüzde %-0,744 ile %70IPN450 kesitin plastik mukavemet momenti değerine aittir.

%30 IPN kesitlerde beş adet profil için farklılık yüzdeleri Tablo 4.6’daki gibidir.

Tablo 4.6. %30 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi, %						
	A	$I_x$	$W_{px}$	$i_x$	$I_y$	$i_y$
% 30IPN80	0,000	0,000	0,128	0,000	0,001	0,001
% 30IPN300	0,000	0,000	0,066	0,000	0,001	0,000
% 30IPN400	0,000	0,000	0,065	0,000	0,001	0,000
% 30IPN450	0,000	0,000	0,066	0,000	0,001	0,000
% 30IPN550	0,000	-0,006	0,059	-0,003	0,001	0,000

%30 IPN kesitler için farklılık yüzdeleri hesaplanırken, %70 IPN kesitler için yapılan işlemler tekrar edilmiştir; Autocad programında %70 IPN kesit için, “massprop” komutu ile hesaplanan kesit alanı, x ve y eksenlerine göre atalet momentleri, x ve ye eksenlerine göre atalet yarıçapları değerleri alınmış ve hesapladığımız değerler ile karşılaştırıldı. X eksenine göre plastik mukavemet momenti değeri için ise “splitarea” komutu kullanılmıştır.

Tablo 4.6.’da da görüldüğü gibi, %30IPN kesitler için Autocad programı ile elde edilen değerler ve hesaplanan değerlerin karşılaştırılması sonucu maksimum farklılık yüzde %0,128 ile %30IPN80 kesitin plastik mukavemet momenti değerine aittir.

#### 4.1.2. % 60 - % 40 oranında T-kesitler için oluşturulan tablolar

IPN kesitlerin gövdelerinden % 60 - % 40 oranında bölünmesiyle oluşan bu kesitlere ait kesit tabloları oluşturuldu. % 60IPN kesitlere ait oluşturulan enkesit tablosu Tablo 4.7.’de, % 40IPN kesitlere ait oluşturulan enkesit tablosu Tablo 4.8.’de verildi.

Oluşturulan tablolarda elde edilen değerleri karşılaştırabilecek en kesit tabloları bulunamadığı için, bu enkesitlerde de, tıpkı % 70 - %30 oranında bölünen T-kesitlerdeki gibi, beş adet seçilen kesite ait değerler Autocad programı ile kontrol edilmiştir. Yapılan kontrolde kesit alanı, x ve ye eksenlerine göre atalet momentleri ve atalet yarıçapları, massprop komutu ile direkt olarak belirlenirken, x eksenine göre plastik mukavemeti değeri içi önce splitarea komutu kullanılmış ve yapılan işlemler sonucu plastik mukavemet momenti değeri elde edilmiştir.

Tablo 4.7. %60 IPN kesitlere ait kesit tablosu

	d mm	b <sub>r</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	t <sub>1</sub> mm	t <sub>2</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%60IPN80	48	42	3,9	5,9	3,9	2,3	37,511	4,098	3,217	0,171	8,146	2,301	4,165	1,410	3,144	1,497	2,520	0,876	0,423	0,256
%60IPN100	60	50	4,5	6,8	4,5	2,7	47,851	5,762	4,523	0,210	18,327	4,157	7,505	1,783	6,083	2,433	4,111	1,027	0,783	0,732
%60IPN120	72	58	5,1	7,7	5,1	3,1	58,191	7,701	6,046	0,248	35,835	6,791	12,248	2,157	10,710	3,693	6,257	1,179	1,334	1,785
%60IPN140	84	66	5,7	8,6	5,7	3,4	68,531	9,918	7,786	0,287	63,518	10,338	18,637	2,531	17,594	5,331	9,047	1,332	2,132	3,874
%60IPN160	96	74	6,3	9,5	6,3	3,8	78,872	12,408	9,740	0,325	104,667	14,931	26,912	2,904	27,322	7,384	12,551	1,484	3,244	7,690
%60IPN180	108	82	6,9	10,4	6,9	4,1	89,212	15,176	11,913	0,363	163,065	20,703	37,316	3,278	40,649	9,915	16,867	1,637	4,741	14,220
%60IPN200	120	90	7,5	11,3	7,5	4,5	99,552	18,217	14,300	0,402	242,915	27,788	50,089	3,652	58,285	12,952	22,060	1,789	6,703	24,827
%60IPN220	132	98	8,1	12,2	8,1	4,9	109,892	21,533	16,903	0,440	348,912	36,319	65,472	4,025	81,112	16,553	28,219	1,941	9,220	41,328
%60IPN240	144	106	8,7	13,1	8,7	5,2	120,232	25,128	19,725	0,479	486,236	46,431	83,710	4,399	110,144	20,782	35,445	2,094	12,385	66,093
%60IPN260	156	113	9,4	14,1	9,4	5,6	130,427	29,106	22,848	0,515	664,499	58,751	105,982	4,778	143,873	25,464	43,500	2,223	16,576	104,332
%60IPN280	168	119	10,1	15,2	10,1	6,1	140,558	33,335	26,168	0,550	886,517	73,020	131,794	5,157	181,749	30,546	52,249	2,335	21,881	159,204
%60IPN300	180	125	10,8	16,2	10,8	6,5	150,788	37,738	29,624	0,584	1158,541	89,393	161,465	5,541	225,073	36,012	61,718	2,442	28,026	235,410
%60IPN320	192	131	11,5	17,3	11,5	6,9	160,918	42,533	33,388	0,619	1490,279	108,077	195,305	5,919	277,543	42,373	72,688	2,554	35,782	341,229
%60IPN340	204	137	12,2	18,3	12,2	7,3	171,148	47,488	37,278	0,654	1886,456	129,148	233,539	6,303	336,453	49,117	84,405	2,662	44,571	482,580
%60IPN360	216	143	13,0	19,5	13,0	7,8	181,098	53,171	41,740	0,688	2373,754	153,899	278,439	6,682	408,973	57,199	98,431	2,773	56,419	686,012
%60IPN380	228	149	13,7	20,5	13,7	8,2	191,328	58,694	46,075	0,723	2929,486	180,377	326,536	7,065	487,102	65,383	112,689	2,881	68,676	955,357
%60IPN400	240	155	14,4	21,6	14,4	8,6	201,459	64,632	50,736	0,758	3580,559	209,786	379,904	7,443	578,991	74,709	128,855	2,993	83,560	1259,297
%60IPN450	270	170	16,2	24,3	16,2	9,7	226,794	80,760	63,396	0,844	5689,726	297,627	539,007	8,394	862,625	101,485	175,510	3,268	131,204	2514,179
%60IPN500	300	185	18,0	27,0	18,0	10,8	252,129	98,676	77,461	0,931	8615,067	407,052	737,544	9,344	1239,017	133,948	232,197	3,544	196,771	4675,137
%60IPN550	330	200	19,0	30,0	19,0	11,9	277,805	116,472	91,430	1,017	12221,395	522,072	945,581	10,244	1743,808	174,381	300,383	3,869	277,636	7455,112
%60IPN600	360	215	21,6	32,4	21,6	13,0	302,800	139,875	109,802	1,104	17682,226	700,121	1269,371	11,243	2344,652	218,107	379,559	4,094	398,121	13723,058

Tablo 4.8. %40 IPN kesitlere ait kesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	h <sub>i</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%40IPN80	32	42	3,9	5,9	3,9	2,3	21,511	3,474	2,727	0,139	2,489	1,024	1,952	0,846	3,136	1,493	2,459	0,950	0,392	0,146
%40IPN100	40	50	4,5	6,8	4,5	2,7	27,851	4,862	3,817	0,170	5,633	1,853	3,487	1,076	6,068	2,427	4,010	1,117	0,723	0,397
%40IPN120	48	58	5,1	7,7	5,1	3,1	34,191	6,477	5,085	0,200	11,062	3,033	5,660	1,307	10,683	3,684	6,101	1,284	1,228	0,936
%40IPN140	56	66	5,7	8,6	5,7	3,4	40,531	8,322	6,533	0,231	19,670	4,624	8,580	1,537	17,550	5,318	8,819	1,452	1,959	1,981
%40IPN160	64	74	6,3	9,5	6,3	3,8	46,872	10,392	8,158	0,261	32,494	6,686	12,358	1,768	27,255	7,366	12,233	1,619	2,977	3,857
%40IPN180	72	82	6,9	10,4	6,9	4,1	53,212	12,692	9,963	0,291	50,723	9,281	17,102	1,999	40,551	9,890	16,439	1,787	4,346	7,027
%40IPN200	80	90	7,5	11,3	7,5	4,5	59,552	15,217	11,945	0,322	75,683	12,467	22,922	2,230	58,145	12,921	21,497	1,955	6,141	12,121
%40IPN220	88	98	8,1	12,2	8,1	4,9	65,892	17,969	14,106	0,352	108,854	16,305	29,926	2,461	80,917	16,514	27,498	2,122	8,441	19,978
%40IPN240	96	106	8,7	13,1	8,7	5,2	72,232	20,952	16,447	0,383	151,865	20,857	38,224	2,692	109,881	20,732	34,537	2,290	11,332	31,686
%40IPN260	104	113	9,4	14,1	9,4	5,6	78,427	24,218	19,011	0,411	207,782	26,407	48,305	2,929	143,513	25,401	42,351	2,434	15,137	49,113
%40IPN280	112	119	10,1	15,2	10,1	6,1	84,558	27,679	21,728	0,438	277,422	32,833	60,032	3,166	181,268	30,465	50,821	2,559	19,958	73,663
%40IPN300	120	125	10,8	16,2	10,8	6,5	90,788	31,258	24,537	0,464	362,993	40,221	73,406	3,408	224,443	35,911	59,969	2,680	25,507	106,695
%40IPN320	128	131	11,5	17,3	11,5	6,9	96,918	35,173	27,611	0,491	467,197	48,642	88,716	3,645	276,732	42,249	70,572	2,805	32,537	152,655
%40IPN340	136	137	12,2	18,3	12,2	7,3	103,148	39,192	30,765	0,518	591,984	58,156	105,972	3,886	335,424	48,967	81,875	2,926	40,455	212,389
%40IPN360	144	143	13,0	19,5	13,0	7,8	109,098	43,811	34,392	0,544	745,119	69,312	126,264	4,124	407,655	57,015	95,389	3,050	51,146	298,236
%40IPN380	152	149	13,7	20,5	13,7	8,2	115,328	48,282	37,902	0,571	920,320	81,273	147,952	4,366	485,474	65,164	109,123	3,171	62,162	401,342
%40IPN400	160	155	14,4	21,6	14,4	8,6	121,459	53,112	41,693	0,598	1125,238	94,542	172,048	4,603	577,001	74,452	124,708	3,296	75,597	536,093
%40IPN450	180	170	16,2	24,3	16,2	9,7	136,794	66,180	51,951	0,664	1789,913	134,204	244,023	5,201	859,436	101,110	169,605	3,604	118,449	1048,035
%40IPN500	200	185	18,0	27,0	18,0	10,8	152,129	80,676	63,331	0,731	2712,437	183,632	333,690	5,798	1234,157	133,422	224,097	3,911	177,331	1916,330
%40IPN550	220	200	19,0	30,0	19,0	11,9	167,805	95,572	75,024	0,797	3841,073	235,275	428,055	6,340	1737,520	173,752	290,456	4,264	252,487	3141,421
%40IPN600	240	215	21,6	32,4	21,6	13,0	182,800	113,955	89,455	0,864	5574,202	316,072	573,873	6,994	2334,574	217,170	365,562	4,526	357,811	5485,304

%60IPN kesitlere ait elde edilen enkesit tablosundaki beş adet profile ait değerler ile Autocad programından elde edilen değerlerin karşılaştırılması sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.9.'da verildi.

Tablo 4.9. %60 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi, %						
	A	$I_x$	$W_{px}$	$i_x$	$I_y$	$i_y$
%60IPN80	0,000	0,000	0,045	0,000	0,001	0,001
%60IPN300	0,000	0,000	0,090	0,000	0,001	0,000
%60IPN400	0,000	0,000	0,108	0,000	0,001	0,000
%60IPN450	0,000	0,000	0,033	0,000	0,001	0,000
%60IPN550	0,000	0,000	0,097	0,000	0,001	0,000

%60IPN kesitlere ait farklılık yüzdesi tablosunda görülen maksimum hata % 0,108 değeri ile %60IPN400 kesitinin plastik mukavemet momenti değerine aittir.

%40IPN kesitlere ait elde edilen enkesit tablosundaki beş adet profile ait değerler ile Autocad programından elde edilen değerlerin karşılaştırılması sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.10.'da verildi.

Tablo 4.10. %60 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi, %						
	A	$I_x$	$W_{px}$	$i_x$	$I_y$	$i_y$
%40IPN80	0,000	0,000	0,046	0,000	0,001	0,000
%40IPN300	0,000	0,000	0,008	0,000	0,001	0,000
%40IPN400	0,000	0,000	0,015	0,000	0,001	0,000
%40IPN450	0,000	0,000	0,015	0,000	0,001	0,000
%40IPN550	0,000	0,000	0,044	0,000	0,001	0,000

#### 4.1.3. % 50 - % 50 oranında T-kesitler için oluşturulan tablolar

IPN kesitlerin gövdelerinden % 50 - % 50 oranında bölünmesiyle oluşan bu kesitlere ait kesit tablosu Tablo 4.11.'de verildi.



Tablo 4.11. %50 IPN kesitlere ait kesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ex</sup> cm <sup>3</sup>	W <sup>px</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ey</sup> cm <sup>3</sup>	W <sup>py</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%50IPN80	40	42	3,9	5,9	3,9	2,3	29,511	3,786	2,972	0,155	4,801	1,601	2,940	1,126	3,140	1,495	2,490	0,911	0,408	0,189
%50IPN100	50	50	4,5	6,8	4,5	2,7	37,851	5,312	4,170	0,190	10,832	2,896	5,282	1,428	6,075	2,430	4,061	1,069	0,753	0,529
%50IPN120	60	58	5,1	7,7	5,1	3,1	46,191	7,089	5,565	0,224	21,221	4,736	8,600	1,730	10,697	3,689	6,179	1,228	1,281	1,271
%50IPN140	70	66	5,7	8,6	5,7	3,4	54,531	9,120	7,159	0,259	37,668	7,216	13,071	2,032	17,572	5,325	8,933	1,388	2,046	2,729
%50IPN160	80	74	6,3	9,5	6,3	3,8	62,872	11,400	8,949	0,293	62,141	10,428	18,858	2,335	27,288	7,375	12,392	1,547	3,110	5,372
%50IPN180	90	82	6,9	10,4	6,9	4,1	71,212	13,934	10,938	0,327	96,897	14,466	26,132	2,637	40,600	9,902	16,653	1,707	4,543	9,872
%50IPN200	100	90	7,5	11,3	7,5	4,5	79,552	16,717	13,123	0,362	144,448	19,425	35,060	2,940	58,215	12,937	21,778	1,866	6,422	17,147
%50IPN220	110	98	8,1	12,2	8,1	4,9	87,892	19,751	15,505	0,396	207,601	25,396	45,810	3,242	81,014	16,534	27,859	2,025	8,830	28,426
%50IPN240	120	106	8,7	13,1	8,7	5,2	96,232	23,040	18,086	0,431	289,448	32,476	58,552	3,544	110,012	20,757	34,991	2,185	11,859	45,304
%50IPN260	130	113	9,4	14,1	9,4	5,6	104,427	26,662	20,930	0,463	395,767	41,106	74,098	3,853	143,693	25,432	42,926	2,322	15,857	70,970
%50IPN280	140	119	10,1	15,2	10,1	6,1	112,558	30,507	23,948	0,494	528,183	51,100	92,113	4,161	181,509	30,506	51,535	2,439	20,920	107,521
%50IPN300	150	125	10,8	16,2	10,8	6,5	120,788	34,498	27,081	0,524	690,623	62,577	112,798	4,474	224,758	35,961	60,844	2,552	26,767	157,646
%50IPN320	160	131	11,5	17,3	11,5	6,9	128,918	38,853	30,500	0,555	888,599	75,667	136,403	4,782	277,138	42,311	71,630	2,671	34,159	227,300
%50IPN340	170	137	12,2	18,3	12,2	7,3	137,148	43,340	34,022	0,586	1125,308	90,442	163,050	5,096	335,939	49,042	83,140	2,784	42,513	319,347
%50IPN360	180	143	13,0	19,5	13,0	7,8	145,098	48,491	38,066	0,616	1416,174	107,784	194,360	5,404	408,314	57,107	96,910	2,902	53,783	451,728
%50IPN380	190	149	13,7	20,5	13,7	8,2	153,328	53,488	41,988	0,647	1748,340	126,355	227,871	5,717	486,288	65,274	110,906	3,015	65,419	612,731
%50IPN400	200	155	14,4	21,6	14,4	8,6	161,459	58,872	46,214	0,678	2137,217	146,970	265,073	6,025	577,996	74,580	126,781	3,133	79,578	822,369
%50IPN450	225	170	16,2	24,3	16,2	9,7	181,794	73,470	57,674	0,754	3397,664	208,566	376,284	6,800	861,031	101,298	172,558	3,423	124,826	1628,399
%50IPN500	250	185	18,0	27,0	18,0	10,8	202,129	89,676	70,396	0,831	5146,369	285,311	514,896	7,576	1236,587	133,685	228,147	3,713	187,051	3008,386
%50IPN550	275	200	19,0	30,0	19,0	11,9	222,805	106,022	83,227	0,907	7295,261	365,756	659,613	8,295	1740,664	174,066	295,419	4,052	265,061	4848,716
%50IPN600	300	215	21,6	32,4	21,6	13,0	242,800	126,915	99,629	0,984	10568,386	490,899	886,373	9,125	2339,613	217,638	372,560	4,294	377,966	8746,166

Tablo 4.11’de elde edilen değerlerin bir üniversite tarafından yayımlanan çelik kataloğundaki değerler ile karşılaştırılması sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.12.’de verildi.

Tablo 4.12. %50 IPN kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi %								
	A	G	$I_x$	$W_{ex}$	$i_x$	$I_y$	$W_{ey}$	$i_y$
%50IPN140	-0,33	-0,57	-0,61	-0,61	0,11	-0,16	-0,47	-0,85
%50IPN160	0,00	-0,01	-0,09	-0,69	-0,22	-0,41	-0,33	-0,18
%50IPN180	-0,47	-0,56	-2,81	3,33	-0,49	-0,25	0,03	-0,18
%50IPN200	0,10	0,17	0,31	0,13	-0,02	0,03	0,28	-0,21
%50IPN220	-0,25	0,03	-0,19	-0,01	0,06	0,02	-0,40	0,26
%50IPN240	0,17	-0,08	0,16	-0,07	0,13	0,01	-0,21	-0,67
%50IPN260	-0,14	0,14	-0,06	0,01	0,07	-0,21	0,13	0,06
%50IPN280	0,02	0,20	0,03	0,00	0,02	-0,27	0,02	-0,44
%50IPN300	-0,01	-0,07	-0,05	-0,04	0,10	-0,11	-0,11	-0,29
%50IPN320	-0,12	0,00	0,07	-0,04	0,05	0,05	0,03	0,03
%50IPN340	0,09	0,06	-0,42	-0,17	-0,09	-0,02	-0,12	-0,57
%50IPN360	-0,02	-0,09	-0,27	-0,20	0,08	0,08	0,01	0,06
%50IPN380	-0,02	-0,03	-0,09	0,28	-0,05	0,06	-0,04	-0,16
%50IPN400	-0,05	0,03	-0,13	-0,02	0,09	0,00	-0,03	0,11
%50IPN450	0,09	0,13	-0,07	-0,21	0,01	0,00	0,29	-0,19
%50IPN500	-0,03	-0,01	-0,07	-0,93	-0,06	-0,28	-0,24	-0,18

Tablo 4.12.’de elde edilen değerler incelendiğinde, hesaplanan kesit değerlerinde maksimum farklılık yüzdesinin %- 0,93 ile %50 IPN500 kesitin x eksenine göre elastik mukavemet momenti değerine ait olduğu görülmektedir. Karşılaştırmada kullanılan yayında[11] %50IPN140 profilden %50 IPN500 profiline kadar olan kesitler yer aldığı için sadece söz konusu aralıktaki profillere ait değerler karşılaştırıldı.

#### 4.2. HE ve IPE Kesitler İçin Oluşturulan Enkesit Tabloları

Düz başlığa sahip HE kesitler için oluşturulan enkesit tabloları Tablo 4.13.’de, HE kesitler için yapılan karşılaştırma sonucu oluşan farklılık yüzdeleri Tablo 4.14.’de verildi.

Tablo 4.13. HE kesitlere ait kesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
HE 100 AA	91,00	100,00	4,20	5,50	12,00	80,00	56,00	15,596	0,553	12,243	236,508	51,980	3,894	58,358	92,061	18,412	2,430	28,444	2,325	1,682
HE 100 A	96,00	100,00	5,00	8,00	12,00	80,00	56,00	21,236	0,561	16,670	349,225	72,755	4,055	83,013	133,811	26,762	2,510	41,140	5,284	2,591
HE 100 B	100,00	100,00	6,00	10,00	12,00	80,00	56,00	26,036	0,567	20,438	449,545	89,909	4,155	104,213	167,272	33,454	2,535	51,422	9,331	3,387
HE 100 C	110,00	103,00	9,00	15,00	12,00	80,00	56,00	39,336	0,593	30,879	758,653	137,937	4,392	165,788	274,368	53,275	2,641	82,075	29,110	6,190
HE 100 M	120,00	106,00	12,00	20,00	12,00	80,00	56,00	53,236	0,619	41,790	1142,612	190,435	4,633	235,813	399,151	75,312	2,738	116,313	67,238	9,979
HE 120 AA	109,00	120,00	4,20	5,50	12,00	98,00	74,00	18,552	0,669	14,563	413,362	75,846	4,720	84,120	158,806	26,468	2,926	40,623	2,592	4,253
HE 120 A	114,00	120,00	5,00	8,00	12,00	98,00	74,00	25,336	0,677	19,889	606,152	106,342	4,891	119,491	230,896	38,483	3,019	58,853	6,041	6,486
HE 120 B	120,00	120,00	6,50	11,00	12,00	98,00	74,00	34,006	0,686	26,695	864,373	144,062	5,042	165,212	317,522	52,920	3,056	80,968	13,935	9,431
HE 120 C	130,00	123,00	9,50	16,00	12,00	98,00	74,00	49,906	0,712	39,176	1388,298	213,584	5,274	252,887	497,676	80,923	3,158	124,162	40,728	16,170
HE 120 M	140,00	126,00	12,50	21,00	12,00	98,00	74,00	66,406	0,738	52,129	2017,573	288,225	5,512	350,612	702,775	111,552	3,253	171,630	90,516	24,880
HE 140 AA	128,00	140,00	4,30	6,00	12,00	116,00	92,00	23,024	0,787	18,074	719,455	112,415	5,590	123,783	274,828	39,261	3,455	59,933	3,434	10,226
HE 140 A	133,00	140,00	5,50	8,50	12,00	116,00	92,00	31,416	0,794	24,662	1033,130	155,358	5,735	173,495	389,321	55,617	3,520	84,849	8,102	15,086
HE 140 B	140,00	140,00	7,00	12,00	12,00	116,00	92,00	42,956	0,805	33,721	1509,231	215,604	5,927	245,426	549,666	78,524	3,577	119,785	20,157	22,514
HE 140 C	150,00	143,00	10,00	17,00	12,00	116,00	92,00	61,456	0,831	48,243	2329,773	310,636	6,157	363,801	830,284	116,124	3,676	177,666	55,377	36,717
HE 140 M	160,00	146,00	13,00	22,00	12,00	116,00	92,00	80,556	0,857	63,237	3291,364	411,421	6,392	493,826	1144,345	156,760	3,769	240,512	118,666	54,482
HE 160 AA	148,00	160,00	4,50	7,00	15,00	134,00	104,00	30,361	0,901	23,834	1282,879	173,362	6,500	190,414	478,727	59,841	3,971	91,360	6,432	23,794
HE 160 A	152,00	160,00	6,00	9,00	15,00	134,00	104,00	38,771	0,906	30,436	1672,977	220,129	6,569	245,147	615,573	76,947	3,985	117,633	12,098	31,470
HE 160 B	160,00	160,00	8,00	13,00	15,00	134,00	104,00	54,251	0,918	42,587	2492,001	311,500	6,777	353,965	889,235	111,154	4,049	169,964	31,274	48,039
HE 160 C	170,00	163,00	11,00	18,00	15,00	134,00	104,00	75,351	0,944	59,151	3704,159	435,783	7,011	507,640	1302,376	159,801	4,157	244,884	78,693	75,225
HE 160 M	180,00	166,00	14,00	23,00	15,00	134,00	104,00	97,051	0,970	76,185	5098,268	566,474	7,248	674,565	1758,766	211,900	4,257	325,459	160,591	108,380
HE 180 AA	167,00	180,00	5,00	7,50	15,00	152,00	122,00	36,531	1,018	28,677	1966,900	235,557	7,338	258,237	729,972	81,108	4,470	123,580	8,315	46,427
HE 180 A	171,00	180,00	6,00	9,50	15,00	152,00	122,00	45,251	1,024	35,522	2510,287	295,601	7,448	324,853	924,605	102,734	4,520	156,495	14,890	60,289
HE 180 B	180,00	180,00	8,50	14,00	15,00	152,00	122,00	65,251	1,037	51,222	3831,133	425,681	7,662	481,448	1362,846	151,427	4,570	231,013	42,211	93,886
HE 180 C	190,00	183,00	11,50	19,00	15,00	152,00	122,00	88,951	1,063	69,827	5543,108	583,485	7,894	675,023	1944,366	212,499	4,675	324,929	101,470	142,138

Tablo 4.13. (Devam) HE kesitlere ait kesit tablosu

	d mm	b <sub>t</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ex</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sup>px</sup> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ey</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sup>py</sup> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
HE 180 M	200,00	186,00	14,50	24,00	15,00	152,00	122,00	113,251	1,089	88,902	7483,133	748,313	8,129	883,448	2580,127	277,433	4,773	425,189	201,181	199,805
HE 200 AA	186,00	200,00	5,50	8,00	18,00	170,00	134,00	44,131	1,130	34,643	2944,307	316,592	8,168	347,060	1068,494	106,849	4,921	163,169	12,527	84,635
HE 200 A	190,00	200,00	6,50	10,00	18,00	170,00	134,00	53,831	1,136	42,258	3692,155	388,648	8,282	429,485	1335,509	133,551	4,981	203,818	21,049	108,176
HE 200 B	200,00	200,00	9,00	15,00	18,00	170,00	134,00	78,081	1,151	61,294	5696,176	569,618	8,541	642,547	2003,369	200,337	5,065	305,812	59,703	171,413
HE 200 C	210,00	203,00	12,00	20,00	18,00	170,00	134,00	104,381	1,177	81,939	8029,368	764,702	8,771	880,622	2794,033	275,274	5,174	420,997	134,791	252,161
HE 200 M	220,00	206,00	15,00	25,00	18,00	170,00	134,00	131,281	1,203	103,056	10641,909	967,446	9,003	1135,147	3651,213	354,487	5,274	543,217	257,512	347,093
HE 220 AA	205,00	220,00	6,00	8,50	18,00	188,00	152,00	51,461	1,247	40,397	4170,225	406,851	9,002	445,496	1510,493	137,318	5,418	209,345	15,543	145,809
HE 220 A	210,00	220,00	7,00	11,00	18,00	188,00	152,00	64,341	1,255	50,508	5409,701	515,210	9,169	568,457	1954,561	177,687	5,512	270,595	28,614	193,506
HE 220 B	220,00	220,00	9,50	16,00	18,00	188,00	152,00	91,041	1,270	71,467	8090,965	735,542	9,427	827,047	2843,266	258,479	5,588	393,881	77,028	295,813
HE 220 C	230,00	223,00	12,50	21,00	18,00	188,00	152,00	119,941	1,296	94,154	11179,974	972,172	9,655	1114,222	3887,659	348,669	5,693	532,355	167,821	424,542
HE 220 M	240,00	226,00	15,50	26,00	18,00	188,00	152,00	149,441	1,322	117,311	14604,832	1217,069	9,886	1419,447	5012,047	443,544	5,791	678,553	313,096	573,829
HE 240 AA	224,00	240,00	6,50	9,00	21,00	206,00	164,00	60,376	1,359	47,395	5835,183	520,998	9,831	570,574	2077,045	173,087	5,865	264,382	22,149	240,029
HE 240 A	230,00	240,00	7,50	12,00	21,00	206,00	164,00	76,836	1,369	60,316	7763,184	675,059	10,052	744,623	2768,808	230,734	6,003	351,692	42,143	328,962
HE 240 B	240,00	240,00	10,00	17,00	21,00	206,00	164,00	105,986	1,384	83,199	11259,305	938,275	10,307	1053,146	3922,659	326,888	6,084	498,418	103,883	487,675
HE 240 C	255,00	244,00	14,00	24,50	21,00	206,00	164,00	152,186	1,422	119,466	17326,767	1358,962	10,670	1563,671	5942,241	487,069	6,249	743,836	289,424	789,282
HE 240 M	270,00	248,00	18,00	32,00	21,00	206,00	164,00	199,586	1,460	156,675	24289,505	1799,223	11,032	2116,946	8152,623	657,470	6,391	1005,933	626,036	1154,493
HE 260 AA	244,00	260,00	6,50	9,50	24,00	225,00	177,00	68,969	1,474	54,141	7980,566	654,145	10,757	714,455	2788,049	214,465	6,358	327,734	30,090	383,289
HE 260 A	250,00	260,00	7,50	12,50	24,00	225,00	177,00	86,819	1,484	68,153	10454,955	836,396	10,974	919,771	3667,563	282,120	6,500	430,169	54,194	517,184
HE 260 B	260,00	260,00	10,00	17,50	24,00	225,00	177,00	118,444	1,499	92,979	14919,427	1147,648	11,223	1282,912	5134,517	394,963	6,584	602,248	126,674	754,854
HE 260 C	275,00	264,00	14,00	25,00	24,00	225,00	177,00	168,444	1,537	132,229	22591,218	1642,998	11,581	1880,162	7680,261	581,838	6,752	888,337	339,536	1200,041
HE 260 M	290,00	268,00	18,00	32,50	24,00	225,00	177,00	219,644	1,575	172,421	31306,860	2159,094	11,939	2523,612	10448,584	779,745	6,897	1192,466	720,187	1732,016
HE 280 AA	264,00	280,00	7,00	10,00	24,00	244,00	196,00	78,024	1,593	61,249	10557,978	799,847	11,633	873,059	3664,247	261,732	6,853	399,370	35,497	591,006
HE 280 A	270,00	280,00	8,00	13,00	24,00	244,00	196,00	97,264	1,603	76,353	13673,298	1012,837	11,857	1112,223	4762,642	340,189	6,998	518,132	63,456	786,419
HE 280 B	280,00	280,00	10,50	18,00	24,00	244,00	196,00	131,364	1,618	103,121	19270,273	1376,448	12,112	1534,433	6594,522	471,037	7,085	717,572	146,092	1131,686

Tablo 4.13. (Devam) HE kesitlere ait kesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
HE 280 C	295,00	284,00	14,50	25,50	24,00	244,00	196,00	185,164	1,656	145,354	28806,894	1953,010	12,473	2225,208	9750,243	686,637	7,257	1047,425	384,854	1770,406	
HE 280 M	310,00	288,00	18,50	33,00	24,00	244,00	196,00	240,164	1,694	188,529	39547,340	2551,441	12,832	2965,633	13162,760	914,081	7,403	1396,677	807,273	2524,914	
HE 300 AA	283,00	300,00	7,50	10,50	27,00	262,00	208,00	88,908	1,705	69,793	13804,093	975,554	12,460	1065,286	4733,512	315,567	7,297	482,305	47,804	878,732	
HE 300 A	290,00	300,00	8,50	14,00	27,00	262,00	208,00	112,528	1,717	88,334	18263,498	1259,552	12,740	1383,272	6309,559	420,637	7,488	641,166	87,761	1201,592	
HE 300 B	300,00	300,00	11,00	19,00	27,00	262,00	208,00	149,078	1,732	117,026	25165,680	1677,712	12,993	1868,674	8562,830	570,855	7,579	870,141	189,178	1690,324	
HE 300 C	320,00	305,00	16,00	29,00	27,00	262,00	208,00	225,078	1,782	176,686	40951,013	2559,438	13,489	2926,674	13736,302	900,741	7,812	1374,411	604,095	2908,009	
HE 300 M	340,00	310,00	21,00	39,00	27,00	262,00	208,00	303,078	1,832	237,916	59201,013	3482,413	13,976	4077,674	19403,075	1251,811	8,001	1913,180	1410,776	4394,845	
HE 320 AA	301,00	300,00	8,00	11,00	27,00	279,00	225,00	94,578	1,740	74,244	16447,364	1092,848	13,187	1196,204	4959,091	330,606	7,241	505,741	53,586	1042,649	
HE 320 A	310,00	300,00	9,00	15,50	27,00	279,00	225,00	124,368	1,756	97,629	22928,591	1479,264	13,578	1628,089	6985,239	465,683	7,494	709,740	111,864	1514,579	
HE 320 B	320,00	300,00	11,50	20,50	27,00	279,00	225,00	161,343	1,771	126,654	30823,542	1926,471	13,822	2149,240	9238,825	615,922	7,567	939,097	230,453	2071,812	
HE 320 C	340,00	305,00	16,00	30,50	27,00	279,00	225,00	236,948	1,822	186,004	48710,719	2865,336	14,338	3274,010	14446,198	947,292	7,808	1445,268	688,074	3459,512	
HE 320 M	359,00	309,00	21,00	40,00	27,00	279,00	225,00	312,048	1,866	244,958	68134,851	3795,813	14,777	4435,027	19709,323	1275,684	7,947	1950,724	1506,015	5014,101	
HE 340 AA	320,00	300,00	8,50	11,50	27,00	297,00	243,00	100,503	1,777	78,895	19552,289	1222,018	13,948	1340,923	5184,738	345,649	7,182	529,298	60,019	1233,608	
HE 340 A	330,00	300,00	9,50	16,50	27,00	297,00	243,00	133,473	1,795	104,776	27693,106	1678,370	14,404	1850,476	7435,999	495,733	7,464	755,948	131,405	1827,067	
HE 340 B	340,00	300,00	12,00	21,50	27,00	297,00	243,00	170,898	1,810	134,155	36656,399	2156,259	14,646	2408,106	9689,938	645,996	7,530	985,721	262,847	2457,423	
HE 340 M	377,00	309,00	21,00	40,00	27,00	297,00	243,00	315,828	1,902	247,925	76371,679	4051,548	15,550	4717,571	19710,712	1275,774	7,900	1952,709	1511,572	5596,315	
HE 360 AA	339,00	300,00	9,00	12,00	27,00	315,00	261,00	106,608	1,814	83,687	23037,372	1359,137	14,700	1495,242	5410,457	360,697	7,124	552,969	67,134	1446,337	
HE 360 A	350,00	300,00	10,00	17,50	27,00	315,00	261,00	142,758	1,834	112,065	33089,790	1890,845	15,225	2088,474	7886,843	525,790	7,433	802,278	153,342	2179,850	
HE 360 B	360,00	300,00	12,50	22,50	27,00	315,00	261,00	180,633	1,849	141,797	43193,454	2399,636	15,464	2682,989	10141,169	676,078	7,493	1032,490	298,337	2887,856	
HE 360 M	395,00	308,00	21,00	40,00	27,00	315,00	261,00	318,808	1,934	250,264	84867,032	4297,065	16,316	4989,317	19521,756	1267,647	7,825	1942,353	1512,862	6150,573	
HE 400 AA	378,00	300,00	9,50	13,00	27,00	352,00	298,00	117,698	1,891	92,393	31252,098	1653,550	16,295	1824,135	5861,392	390,759	7,057	599,688	81,319	1952,210	
HE 400 A	390,00	300,00	11,00	19,00	27,00	352,00	298,00	158,978	1,912	124,798	45069,396	2311,251	16,837	2561,799	8563,829	570,922	7,339	872,864	193,171	2946,835	
HE 400 B	400,00	300,00	13,50	24,00	27,00	352,00	298,00	197,778	1,927	155,256	57680,525	2884,026	17,078	3231,739	10819,043	721,270	7,396	1104,036	361,028	3823,883	
HE 400 M	432,00	307,00	21,00	40,00	27,00	352,00	298,00	325,778	2,004	255,736	104119,096	4820,329	17,877	5570,619	19335,499	1259,642	7,704	1934,133	1520,017	7427,925	

Tablo 4.13. (Devam) HE kesitlere ait kesit tablosu

	d mm	b <sub>t</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>i</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
HE 450 AA	425,00	300,00	10,00	13,50	27,00	398,00	344,00	127,058	1,984	99,740	41887,636	1971,183	18,157	2183,341	6087,535	405,836	6,922	624,353	91,394	2577,040
HE 450 A	440,00	300,00	11,50	21,00	27,00	398,00	344,00	178,028	2,011	139,752	63721,633	2896,438	18,919	3215,867	9465,333	631,022	7,292	965,531	250,109	4154,358
HE 450 B	450,00	300,00	14,00	26,00	27,00	398,00	344,00	217,978	2,026	171,113	79887,567	3550,559	19,144	3982,370	11721,331	781,422	7,333	1197,656	447,974	5268,035
HE 450 M	478,00	307,00	21,00	40,00	27,00	398,00	344,00	335,438	2,096	263,319	131484,342	5501,437	19,798	6331,017	19339,049	1259,873	7,593	1939,204	1534,217	9275,201
HE 500 AA	472,00	300,00	10,50	14,00	27,00	444,00	390,00	136,878	2,077	107,449	54643,296	2315,394	19,980	2576,231	6313,851	420,923	6,792	649,297	102,618	3311,046
HE 500 A	490,00	300,00	12,00	23,00	27,00	444,00	390,00	197,538	2,110	155,067	86974,780	3549,991	20,983	3948,857	10367,055	691,137	7,244	1058,513	317,815	5652,352
HE 500 B	500,00	300,00	14,50	28,00	27,00	444,00	390,00	238,638	2,125	187,331	107175,788	4287,032	21,192	4814,567	12623,922	841,595	7,273	1291,649	548,137	7031,019
HE 500 M	524,00	306,00	21,00	40,00	27,00	444,00	390,00	344,298	2,184	270,274	161928,941	6180,494	21,687	7094,273	19154,714	1251,942	7,459	1932,016	1544,151	11217,767
HE 550 AA	522,00	300,00	11,50	15,00	27,00	492,00	438,00	152,838	2,175	119,978	72871,379	2792,007	21,835	3127,602	6766,525	451,102	6,654	698,639	126,680	4348,321
HE 550 A	540,00	300,00	12,50	24,00	27,00	492,00	438,00	211,758	2,209	166,230	111932,222	4145,638	22,991	4621,818	10819,050	721,270	7,148	1106,904	360,356	7201,592
HE 550 B	550,00	300,00	15,00	29,00	27,00	492,00	438,00	254,058	2,224	199,435	136690,878	4970,577	23,195	5590,608	13076,899	871,793	7,174	1341,142	610,173	8874,016
HE 550 M	572,00	306,00	21,00	40,00	27,00	492,00	438,00	354,378	2,280	278,187	197983,960	6922,516	23,636	7932,684	19158,419	1252,184	7,353	1937,308	1558,969	13555,731
HE 600 AA	571,00	300,00	12,00	15,50	27,00	540,00	486,00	164,058	2,272	128,785	91871,938	3217,931	23,664	3623,061	6993,438	466,229	6,529	724,469	141,771	5395,092
HE 600 A	590,00	300,00	13,00	25,00	27,00	540,00	486,00	226,458	2,308	177,769	141208,111	4786,716	24,971	5350,386	11271,317	751,421	7,055	1155,657	406,881	8995,215
HE 600 B	600,00	300,00	15,50	30,00	27,00	540,00	486,00	269,958	2,323	211,917	171041,111	5701,370	25,171	6425,136	13530,246	902,016	7,080	1391,058	677,126	10989,942
HE 600 M	620,00	305,00	21,00	40,00	27,00	540,00	486,00	363,658	2,372	285,471	237447,544	7659,598	25,553	8772,086	18975,463	1244,293	7,224	1930,380	1569,519	15958,364
HE 650 AA	620,00	300,00	12,50	16,00	27,00	588,00	534,00	175,758	2,369	137,970	113944,090	3675,616	25,462	4159,855	7220,612	481,374	6,410	750,654	158,434	19692,095
HE 650 A	640,00	300,00	13,50	26,00	27,00	588,00	534,00	241,638	2,407	189,686	175178,236	5474,320	26,925	6136,291	11723,882	781,592	6,966	1204,789	457,604	24946,449
HE 650 B	650,00	300,00	16,00	31,00	27,00	588,00	534,00	286,338	2,422	224,775	210616,100	6480,495	27,121	7319,881	13983,994	932,266	6,988	1441,412	749,224	6585,487
HE 650 M	668,00	305,00	21,00	40,00	27,00	588,00	534,00	373,738	2,468	293,384	281667,581	8433,161	27,453	9656,961	18979,167	1244,536	7,126	1935,672	1584,337	11049,642
HE 700 AA	670,00	300,00	13,00	17,00	27,00	636,00	582,00	190,938	2,468	149,886	142720,613	4260,317	27,340	4840,136	7673,074	511,538	6,339	799,713	186,340	13395,303
HE 700 A	690,00	300,00	14,50	27,00	27,00	636,00	582,00	260,478	2,505	204,475	215501,356	6240,619	28,750	7031,822	12178,799	811,920	6,838	1256,741	521,545	18712,699
HE 700 B	700,00	300,00	17,00	32,00	27,00	636,00	582,00	306,378	2,520	240,507	256888,428	7339,669	28,956	8327,132	14440,856	962,724	6,865	1495,044	838,825	22830,201

Tablo 4.13. (Devam)HE kesitlere ait kesit tablosu

	d mm	b <sub>r</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>r</sub> mm	r <sub>r</sub> mm	h <sub>i</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ex</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sup>px</sup> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ey</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sup>py</sup> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
HE 700 M	716,00	304,00	21,00	40,00	27,00	636,00	582,00	383,018	2,560	300,669	329278,058	9197,711	29,321	10538,988	18797,431	1236,673	7,006	1928,784	1594,888	28869,669
HE 800 AA	770,00	300,00	14,00	18,00	30,00	734,00	674,00	218,486	2,660	171,511	208882,257	5425,513	30,920	6224,801	8133,731	542,249	6,101	856,551	243,031	8179,670
HE 800 A	790,00	300,00	15,00	28,00	30,00	734,00	674,00	285,826	2,698	224,373	303442,648	7682,092	32,583	8699,490	12638,669	842,578	6,650	1312,259	608,633	13383,557
HE 800 B	800,00	300,00	17,50	33,00	30,00	734,00	674,00	334,176	2,713	262,328	359083,625	8977,091	32,780	10228,712	14903,670	993,578	6,678	1553,134	958,701	16109,641
HE 800 M	814,00	303,00	21,00	40,00	30,00	734,00	674,00	404,266	2,746	317,349	442598,009	10874,644	33,088	12487,704	18627,367	1229,529	6,788	1930,392	1657,370	21474,937
HE 900 AA	870,00	300,00	15,00	20,00	30,00	830,00	770,00	252,226	2,858	197,997	301145,126	6922,876	34,554	7998,813	9041,369	602,758	5,987	957,659	321,814	26170,734
HE 900 A	890,00	300,00	16,00	30,00	30,00	830,00	770,00	320,526	2,896	251,613	422075,018	9484,832	36,288	10811,038	13547,472	903,165	6,501	1414,478	749,014	33044,386
HE 900 B	900,00	300,00	18,50	35,00	30,00	830,00	770,00	371,276	2,911	291,451	494064,747	10979,217	36,479	12584,101	15815,895	1054,393	6,527	1658,340	1150,193	11499,144
HE 900 M	910,00	302,00	21,00	40,00	30,00	830,00	770,00	423,626	2,934	332,546	570434,210	12537,016	36,695	14441,763	18451,764	1221,971	6,600	1928,876	1682,738	18346,418
HE 1000 AA	970,00	300,00	16,00	21,00	30,00	928,00	868,00	282,206	3,056	221,531	406451,325	8380,440	37,951	9776,730	9500,817	633,388	5,802	1015,750	387,054	21919,163
HE 1000 A	990,00	300,00	16,50	31,00	30,00	928,00	868,00	346,846	3,095	272,274	553846,237	11188,813	39,960	12824,378	14004,453	933,630	6,354	1469,713	834,845	27898,022
HE 1000 B	1000,00	300,00	19,00	36,00	30,00	928,00	868,00	400,046	3,110	314,036	644748,294	12894,966	40,146	14855,118	16275,765	1085,051	6,378	1716,268	1267,080	34263,648
HE 1000 M	1008,00	302,00	21,00	40,00	30,00	928,00	868,00	444,206	3,130	348,701	722299,449	14331,338	40,324	16567,950	18459,327	1222,472	6,446	1939,681	1712,991	43158,472

Tablo 4.14. HE kesitlerin farklılık yüzdesi

	Farklılık Yüzdesi %													
	A	G	A <sub>L</sub>	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	W <sub>px</sub>	i <sub>k</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	W <sub>py</sub>	i <sub>y</sub>	J	C <sub>w</sub>	
HE 100 AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00
HE 100 A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,07	0,39
HE 100 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,30
HE 100 C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
HE 100 M	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,50
HE 120 AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,07	0,24
HE 120 A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,31
HE 120 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,21
HE 120 C	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,32	0,01	0,00	0,00
HE 120 M	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,36
HE 140 AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,11	0,20
HE 140 A	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,20
HE 140 B	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,02	0,02	0,13
HE 140 C	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,16	0,01	0,02	0,04	0,27	0,01	0,03
HE 140 M	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
HE 160 AA	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,17
HE 160 A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,19
HE 160 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,04	-0,02	0,00	-0,01	0,01	0,21
HE 160 C	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,24	0,00	0,00	0,01
HE 160 M	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,26
HE 180 AA	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,06	0,01	0,15
HE 180 A	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,13
HE 180 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
HE 180 C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,21	0,00	0,00	0,03
HE 180 M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26
HE 200 AA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	-0,02	0,00	0,02	0,01	0,18
HE 200 A	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,17
HE 200 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
HE 200 C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
HE 200 M	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
HE 220 AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	-0,02	0,00	0,14
HE 220 A	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,11
HE 220 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,14
HE 220 C	0,00	0,11	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
HE 220 M	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,20
HE 240 AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,18
HE 240 A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,14
HE 240 B	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16
HE 240 C	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,04	0,66	0,00	0,01	0,01	0,16	0,00	0,00	0,26
HE 240 M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,22
HE 260 AA	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,18
HE 260 A	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,15
HE 260 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,15
HE 260 C	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,70	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HE 260 M	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,23
HE 280 AA	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	-0,01	0,00	0,01	0,01	0,15
HE 280 A	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,13
HE 280 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
HE 280 C	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,56	0,00	0,01	0,04	0,14	0,00	0,00	0,02
HE 280 M	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,19
HE 300 AA	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,17
HE 300 A	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
HE 300 B	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14



Tablo 4.14.(Devam) :HE kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi %													
	A	G	A <sub>L</sub>	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	W <sub>px</sub>	i <sub>k</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	W <sub>py</sub>	i <sub>y</sub>	J	C <sub>w</sub>
HE 300 C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,67	0,05	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
HE 300 M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,02	0,01	0,00	0,00	0,20
HE 320 AA	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,16
HE 320 A	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,17
HE 320 B	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
HE 320 C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
HE 320 M	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,01	0,00	0,00	0,20
HE 340 AA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,21
HE 340 A	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,17
HE 340 B	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
HE 340 M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	-0,01	0,00	0,00	0,22
HE 360 AA	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,16
HE 360 A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
HE 360 B	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,17
HE 360 M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,03	0,02	0,00	0,00	0,22
HE 400 AA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,22
HE 400 A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16
HE 400 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
HE 400 M	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,02	-0,03	0,01	0,00	0,00	0,24
HE 450 AA	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,20
HE 450 A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
HE 450 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,19
HE 450 M	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,26
HE 500 AA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
HE 500 A	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,01	-0,05	0,00	0,00	0,17
HE 500 B	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,19
HE 500 M	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
HE 550 AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,24
HE 550 A	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,18
HE 550 B	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,20
HE 550 M	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,26
HE 600 AA	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,26
HE 600 A	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,19
HE 600 B	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
HE 600 M	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,30
HE 650 AA	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,28
HE 650 A	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,18
HE 650 B	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,26
HE 650 M	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,04	-0,02	0,00	0,00	0,34
HE 700 AA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,30
HE 700 A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,25
HE 700 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
HE 700 M	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,27	-0,01	0,00	0,00	0,35
HE 800 AA	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,43
HE 800 A	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,31
HE 800 B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,36
HE 800 M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	-0,02	0,00	-0,01	-0,04	0,02	0,00	0,00	0,42
HE 900 AA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,44
HE 900 A	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,01	0,00	-0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,36
HE 900 B	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,03	0,00	-0,03	0,42	0,02	0,00	0,00	0,42
HE 900 M	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,02	0,01	0,00	0,01	0,16	-0,01	0,00	0,00	0,48
HE 1000 AA	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,52
HE 1000 A	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,03	0,00	0,03	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,40
HE 1000 B	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	-0,03	0,00	-0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,46
HE 1000 M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,04	-0,02	0,00	0,00	0,52

Tablo 4.13.'de verilen HE kesitlere ait kesit tablolarındaki değerler, uluslararası geçerliliğe sahip çelik profil kataloğundaki[6] değerler ile karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.14.'de verildi.

Tablo 4.14.'de verilen değerler incelendiğinde karşılaştırma sonucu elde edilen maksimum farklılık yüzdesinin %0,52 ile HE1000M kesitinin çarpılma sabiti değerine ait olduğu görülmektedir.

Düz başlığa sahip bir diğer I profil olan IPE kesitlere ait hesaplanan kesit özellikleri Tablo 4.15.'de verildi.

Tablo 4.15.'de verilen değerler, uluslararası geçerliliğe sahip çelik kataloğundaki[6] değerler ile karşılaştırılmış ve elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.16.'da gösterildi.

Tablo 4.16.'daki değerler incelendiğinde, IPE kesitlere ait maksimum farklılık yüzdesinin % -3,18 değeri ile IPEV450 kesitinde birim boy kütlelerine ait olduğu görüldü.

#### **4.2.2. % 70 -% 30 oranında bölünen düz başlıklı kesitler için enkesit tabloları**

Düz başlıklı I-kesitlerin (HE – IPE) gövdelerinden % 70 - % 30 oranında bölünmesiyle elde edilen T-kesitlere ait profil tabloları oluşturuldu. %70 HE kesitlere ait kesit tablosu Tablo 4.17'de, %70 IPE kesitlere ait kesit tabloları Tablo 4.18'de verildi. %70 - %30 oranındaki T kesitlere ait hesaplanan değerleri karşılaştıracak tablo bulunamadığı için her iki profilden toplamda beş adet profil seçilmiş ve bu profillerin kesit özellikleri Autocad programından alınan verilerle karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri tablolandırıldı. %70 HE ve %70 IPE kesitlere ait farklılık yüzdeleri Tablo 4.19'da verildi. Tablo 19'da seçilen kesitlerden dört tanesi %70 HE kesit, bir tanesi ise %70 IPE kesittir.

%30 HE kesitler için enkesit tablosu Tablo 4.20'de, %30 IPE kesitler için oluşturulan enkesit tablosu ise Tablo 4.21'de verildi. %30 HE ve %30 IPE kesitler için oluşturulan tablolardaki değerlerin kontrolü, yine her iki kesitten de toplamda beş adet profil seçildi ve Autocad programındaki değerler ile karşılaştırıldı. Yapılan karşılaştırma sonucu oluşan farklılık yüzdeleri Tablo 4.22'de gösterildi.

Tablo 4.15. IPE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
IPE AA 80	78,0	46,0	3,2	4,2	5,0	69,6	59,6	6,300	0,325	4,950	64,100	16,400	3,190	18,900	6,850	2,980	1,040	4,700	0,383	0,090
IPE A 80	78,0	46,0	3,3	4,2	5,0	69,6	59,6	6,400	0,325	5,000	64,400	16,500	3,178	19,000	6,850	2,980	1,040	4,700	0,393	0,090
IPE 80	80,0	46,0	3,8	5,2	5,0	69,6	59,6	7,600	0,328	6,000	80,100	20,000	3,238	23,200	8,490	3,690	1,050	5,800	0,672	0,120
IPE AA 100	97,6	55,0	3,6	4,5	7,0	88,6	74,6	8,600	0,396	6,700	135,900	27,800	3,984	31,900	12,570	4,570	1,210	7,200	0,672	0,270
IPE A 100	98,0	55,0	3,6	4,7	7,0	88,6	74,6	8,800	0,397	6,900	141,200	28,800	4,010	33,000	13,120	4,770	1,220	7,500	0,727	0,290
IPE 100	100,0	55,0	4,1	5,7	7,0	88,6	74,6	10,300	0,400	8,100	171,000	34,200	4,070	39,400	15,920	5,790	1,240	9,100	1,157	0,350
IPE AA 120	117,0	64,0	3,8	4,8	7,0	107,4	93,4	10,600	0,470	8,400	244,200	41,700	4,789	47,600	21,080	6,590	1,410	10,400	0,890	0,660
IPE A 120	117,6	64,0	3,8	5,1	7,0	107,4	93,4	11,000	0,472	8,700	257,400	43,800	4,830	49,900	22,390	7,000	1,420	11,000	0,996	0,710
IPE 120	120,0	64,0	4,4	6,3	7,0	107,4	93,4	13,200	0,475	10,400	317,800	53,000	4,904	60,700	27,670	8,650	1,450	13,600	1,690	0,890
IPE AA 140	136,6	73,0	3,8	5,2	7,0	126,2	112,2	12,800	0,546	10,100	407,500	59,700	5,640	67,600	33,830	9,270	1,630	14,500	1,153	1,460
IPE A 140	137,4	73,0	3,8	5,6	7,0	126,2	112,2	13,400	0,547	10,500	434,900	63,300	5,698	71,600	36,420	9,980	1,650	15,500	1,338	1,580
IPE 140	140,0	73,0	4,7	6,9	7,0	126,2	112,2	16,400	0,551	12,900	541,200	77,300	5,740	88,300	44,920	12,310	1,650	19,200	2,399	1,990
IPE AA 160	156,4	82,0	4,0	5,6	9,0	145,2	127,2	15,700	0,617	12,300	659,100	84,300	6,482	95,200	51,670	12,600	1,810	19,700	1,750	2,940
IPE A 160	157,0	82,0	4,0	5,9	9,0	145,2	127,2	16,200	0,619	12,700	689,300	87,800	6,527	99,100	54,430	13,270	1,830	20,700	1,934	3,110
IPE 160	160,0	82,0	5,0	7,4	9,0	145,2	127,2	20,100	0,623	15,800	869,300	108,700	6,578	123,900	68,310	16,660	1,840	26,100	3,541	3,980
IPE AA 180	176,4	91,0	4,3	6,2	9,0	164,0	146,0	19,000	0,693	14,900	1020,100	115,700	7,321	130,500	78,120	17,170	2,030	26,700	2,432	5,660
IPE A 180	177,0	91,0	4,3	6,5	9,0	164,0	146,0	19,600	0,694	15,400	1062,700	120,100	7,368	135,300	81,890	18,000	2,050	28,000	2,673	5,950
IPE 180	180,0	91,0	5,3	8,0	9,0	164,0	146,0	23,900	0,698	18,800	1317,000	146,300	7,416	166,400	100,850	22,160	2,050	34,600	4,726	7,460
IPE O 180	182,0	92,0	6,0	9,0	9,0	164,0	146,0	27,100	0,705	21,300	1505,200	165,400	7,453	189,100	117,290	25,500	2,080	39,900	6,647	8,780
IPE AA 200	196,4	100,0	4,5	6,7	12,0	183,0	159,0	22,900	0,763	18,000	1533,400	156,200	8,188	175,800	112,170	22,430	2,210	35,000	3,809	10,090
IPE A 200	197,0	100,0	4,5	7,0	12,0	183,0	159,0	23,500	0,764	18,400	1591,500	161,600	8,234	181,700	117,170	23,430	2,230	36,500	4,135	10,570
IPE 200	200,0	100,0	5,6	8,5	12,0	183,0	159,0	28,500	0,768	22,400	1943,200	194,300	8,260	220,600	142,370	28,470	2,240	44,600	6,916	13,050
IPE O 200	202,0	102,0	6,2	9,5	12,0	183,0	159,0	32,000	0,779	25,100	2211,000	218,900	8,317	249,400	168,860	33,110	2,300	51,900	9,357	15,640
IPE AA 220	216,4	110,0	4,7	7,4	12,0	201,6	177,6	27,000	0,843	21,200	2218,500	205,000	9,066	230,000	164,710	29,950	2,470	46,500	5,057	17,990
IPE A 220	217,0	110,0	5,0	7,7	12,0	201,6	177,6	28,300	0,843	22,200	2316,500	213,500	9,054	240,200	171,420	31,170	2,460	48,500	5,679	18,770
IPE 220	220,0	110,0	5,9	9,2	12,0	201,6	177,6	33,400	0,848	26,200	2771,800	252,000	9,114	285,400	204,890	37,250	2,480	58,100	9,031	22,760
IPE O 220	222,0	112,0	6,6	10,2	12,0	201,6	177,6	37,400	0,858	29,400	3134,100	282,300	9,155	321,100	239,830	42,830	2,530	66,900	12,166	26,900
IPE AA 240	236,4	120,0	4,8	8,0	15,0	220,4	190,4	31,700	0,917	24,900	3153,900	266,800	9,973	298,200	231,390	38,570	2,700	60,000	7,608	30,180
IPE A 240	237,0	120,0	5,2	8,3	15,0	220,4	190,4	33,300	0,918	26,200	3290,500	277,700	9,939	311,600	240,130	40,020	2,680	62,400	8,503	31,400
IPE 240	240,0	120,0	6,2	9,8	15,0	220,4	190,4	39,100	0,922	30,700	3891,600	324,300	9,974	366,600	283,630	47,270	2,690	73,900	12,953	37,580
IPE O 240	242,0	122,0	7,0	10,8	15,0	220,4	190,4	43,700	0,932	34,300	4369,300	361,100	9,998	410,300	328,540	53,860	2,740	84,400	17,094	43,900

Tablo 4.15. (Devam) IPE kesitler için enkesit tablosu

	d	b <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r <sub>1</sub>	h <sub>i</sub>	h	A	A <sub>L</sub>	G	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	i <sub>k</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J	C <sub>w</sub>
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /m	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
IPE A 270	267,0	135,0	5,5	8,7	15,0	249,6	219,6	39,100	1,037	30,700	4917,300	368,300	11,207	412,500	357,970	53,030	3,020	82,300	10,412	59,710
IPE 270	270,0	135,0	6,6	10,2	15,0	249,6	219,6	45,900	1,041	36,100	5789,800	428,900	11,226	484,000	419,870	62,200	3,020	97,000	15,903	70,850
IPE O 270	274,0	136,0	7,5	12,2	15,0	249,6	219,6	53,800	1,051	42,300	6947,100	507,100	11,360	574,600	513,480	75,510	3,090	117,700	24,989	87,980
IPE A 300	297,0	150,0	6,1	9,2	15,0	278,6	248,6	46,500	1,156	36,500	7173,500	483,100	12,417	541,800	518,970	69,200	3,340	107,300	13,349	107,460
IPE 300	300,0	150,0	7,1	10,7	15,0	278,6	248,6	53,800	1,160	42,200	8356,100	557,100	12,461	628,400	603,780	80,500	3,350	125,200	19,919	126,330
IPE O 300	304,0	152,0	8,0	12,7	15,0	278,6	248,6	62,800	1,174	49,300	9994,200	657,500	12,612	743,800	745,720	98,120	3,450	152,600	30,978	158,200
IPE A 330	327,0	160,0	6,5	10,0	18,0	307,0	271,0	54,700	1,250	43,000	10230,800	625,700	13,672	701,900	685,160	85,640	3,540	133,300	19,636	172,130
IPE 330	330,0	160,0	7,5	11,5	18,0	307,0	271,0	62,600	1,254	49,100	11766,900	713,100	13,710	804,300	788,140	98,520	3,550	153,700	28,062	199,880
IPE O 330	334,0	162,0	8,5	13,5	18,0	307,0	271,0	72,600	1,268	57,000	13910,400	833,000	13,841	942,800	960,380	118,570	3,640	185,000	42,204	246,630
IPE A 360	357,6	170,0	6,6	11,5	18,0	334,6	298,6	64,000	1,351	50,200	14515,500	811,800	15,064	906,800	944,270	111,090	3,840	171,900	27,368	282,770
IPE 360	360,0	170,0	8,0	12,7	18,0	334,6	298,6	72,700	1,353	57,100	16265,600	903,600	14,955	1019,100	1043,450	122,760	3,790	191,100	37,440	314,650
IPE O 360	364,0	172,0	9,2	14,7	18,0	334,6	298,6	84,100	1,367	66,000	19047,500	1046,600	15,047	1186,100	1251,220	145,490	3,860	226,900	55,742	381,660
IPE A 400	397,0	180,0	7,0	12,0	21,0	373,0	331,0	73,100	1,464	57,400	20292,600	1022,300	16,662	1143,900	1170,590	130,070	4,000	202,100	36,162	433,780
IPE 400	400,0	180,0	8,6	13,5	21,0	373,0	331,0	84,500	1,467	66,300	23128,400	1156,400	16,548	1307,100	1317,820	146,420	3,950	229,000	51,278	492,150
IPE O 400	404,0	182,0	9,7	15,5	21,0	373,0	331,0	96,400	1,481	75,700	26747,000	1324,100	16,658	1502,200	1564,250	171,900	4,030	269,100	73,343	590,240
IPE V 400	408,0	182,0	10,6	17,5	21,0	373,0	331,0	107,000	1,487	84,000	30136,300	1477,300	16,781	1681,300	1766,400	194,110	4,060	304,100	99,588	673,400
IPE A 450	447,0	190,0	7,6	13,1	21,0	420,8	378,8	85,500	1,603	67,200	29758,800	1331,500	18,651	1494,300	1502,400	158,150	4,190	245,700	47,134	707,140
IPE 450	450,0	190,0	9,4	14,6	21,0	420,8	378,8	98,800	1,605	77,600	33742,900	1499,700	18,479	1701,800	1675,860	176,410	4,120	276,400	66,748	794,250
IPE O 450	456,0	192,0	11,0	17,6	21,0	420,8	378,8	117,700	1,622	92,400	40923,400	1794,900	18,650	2046,300	2085,370	217,230	4,210	341,000	108,960	1001,990
IPE V 450	460,0	194,0	12,4	19,6	21,0	420,8	378,8	132,000	1,635	103,600	46200,600	2008,700	18,708	2301,400	2396,880	247,100	4,260	389,100	148,871	1162,200
IPE A 500	497,0	200,0	8,4	14,5	21,0	468,0	426,0	101,100	1,741	79,400	42933,400	1727,700	20,608	1946,000	1939,220	193,920	4,380	301,600	64,280	1128,660
IPE 500	500,0	200,0	10,2	16,0	21,0	468,0	426,0	115,500	1,744	90,700	48198,500	1927,900	20,426	2194,100	2141,690	214,170	4,310	335,900	89,097	1254,260
IPE O 500	506,0	202,0	12,0	19,0	21,0	468,0	426,0	136,700	1,760	107,300	57777,300	2283,700	20,558	2613,000	2621,750	259,580	4,380	408,500	142,788	1554,490
IPE V 500	514,0	204,0	14,2	23,0	21,0	468,0	426,0	164,100	1,780	128,800	70719,700	2751,700	20,761	3168,100	3271,390	320,720	4,470	506,600	241,543	1971,670
IPE A 550	547,0	210,0	9,0	15,7	24,0	515,6	467,6	117,300	1,875	92,100	59979,400	2193,000	22,614	2474,700	2432,240	231,640	4,550	361,500	89,298	1716,430
IPE 550	550,0	210,0	11,1	17,2	24,0	515,6	467,6	134,400	1,877	105,500	67116,500	2440,600	22,345	2787,000	2667,580	254,060	4,450	400,500	122,814	1893,160
IPE O 550	556,0	212,0	12,7	20,2	24,0	515,6	467,6	156,100	1,893	122,500	79157,400	2847,400	22,521	3263,400	3224,390	304,190	4,550	480,500	187,115	2314,160
IPE V 550	566,0	216,0	17,1	25,2	24,0	515,6	467,6	202,000	1,921	158,600	102339,000	3616,200	22,510	4205,000	4264,690	394,880	4,600	632,400	372,442	3118,170
IPE A 600	597,0	220,0	9,8	17,5	24,0	562,0	514,0	137,000	2,013	107,600	82918,900	2777,900	24,600	3141,200	3116,280	283,300	4,770	442,100	122,125	2616,280
IPE 600	600,0	220,0	12,0	19,0	24,0	562,0	514,0	156,000	2,015	122,400	92083,500	3069,400	24,297	3512,400	3387,340	307,940	4,660	485,600	165,212	2858,590
IPE O 600	610,0	224,0	15,0	24,0	24,0	562,0	514,0	196,800	2,045	154,500	118302,100	3878,800	24,520	4471,000	4520,760	403,640	4,790	640,100	316,393	3881,020
IPE V 600	618,0	228,0	18,0	28,0	24,0	562,0	514,0	233,800	2,071	183,500	141580,200	4581,900	24,609	5324,100	5569,610	488,560	4,880	780,400	505,844	4846,950

Tablo 4.16. IPE kesitlere ait farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi, %													
	A	A <sub>L</sub>	G	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	i <sub>x</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J	C <sub>w</sub>
IPE AA 80	0,00	0,00	1,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
IPE A 80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IPE 80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
IPE AA 100	0,00	0,00	0,00	-0,07	-0,36	0,11	0,00	-0,24	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
IPE A 100	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	-0,01	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	3,57
IPE 100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	-1,09	0,04	0,00
IPE AA 120	-0,93	0,00	0,00	0,08	0,00	-0,02	0,00	-0,09	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00
IPE A 120	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,01	0,00	-0,04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
IPE 120	0,00	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,09	0,00	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
IPE AA 140	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
IPE A 140	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,03	0,00	0,05	-0,20	0,00	0,00	0,02	0,00
IPE 140	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,08	0,00	-0,52	0,02	0,51
IPE AA 160	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
IPE A 160	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	-0,05	0,00	0,06	-0,23	0,00	0,00	0,02	0,65
IPE 160	0,00	0,00	0,00	0,03	-0,28	-0,03	-0,08	0,01	-0,24	0,00	0,00	-0,01	0,51
IPE AA 180	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,26	0,02	-0,38	0,03	-0,17	0,00	0,00	-0,01	0,35
IPE A 180	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,08	-0,03	0,22	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,34
IPE 180	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	-0,06	0,24	-0,15	-0,18	0,00	0,00	0,01	0,40
IPE O 180	0,00	0,00	0,00	0,01	0,24	0,05	0,05	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46
IPE AA 200	0,00	0,00	0,00	0,03	0,13	-0,02	-0,11	0,15	0,13	0,00	0,00	-0,01	-0,10
IPE A 200	0,00	0,00	0,00	0,03	-0,25	0,05	-0,16	0,15	0,13	0,00	0,00	0,01	0,67
IPE 200	0,00	0,00	0,00	0,01	0,15	-0,01	-0,18	0,26	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,38
IPE O 200	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	-0,03	0,16	-0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,26
IPE AA 220	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,04	0,00	-0,18	0,17	0,00	0,00	0,00	0,50
IPE A 220	0,00	0,00	0,00	-0,02	-0,23	0,05	0,08	0,25	-0,10	0,00	0,00	0,00	0,37
IPE 220	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,04	0,14	-0,05	-0,13	0,00	0,00	0,00	0,26
IPE O 220	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	-0,05	0,03	-0,07	0,07	0,00	0,00	-0,03	0,37
IPE AA 240	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,07	0,03	0,07	0,17	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,27
IPE A 240	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,11	-0,01	-0,13	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,32
IPE 240	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,09	0,04	-0,11	-0,13	-0,06	0,00	0,00	0,03	0,48
IPE O 240	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	-0,02	0,07	-0,14	-0,07	0,00	0,00	0,02	0,46
IPE A 270	-0,26	0,00	0,00	0,01	0,08	0,07	-0,12	-0,01	0,06	0,00	0,00	0,02	0,35
IPE 270	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,23	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,35
IPE O 270	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,35	-0,07	-0,10	0,01	0,00	-0,25	-0,01	0,43
IPE A 300	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,14	-0,04	-0,01	0,00	0,00	0,28	-0,01	0,43
IPE 300	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,31	0,06	-0,04	0,00	0,00	0,16	-0,01	0,26
IPE O 300	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,08	0,10	-0,03	-0,04	0,02	0,00	-0,26	-0,01	0,13
IPE A 330	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,05	-0,21	-0,01	0,02	0,05	0,00	0,23	-0,02	0,08
IPE 330	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,01	0,07	0,04	0,02	0,02	0,00	-0,19	0,01	0,44
IPE O 330	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	-0,02	0,04	-0,36	0,00	0,00	0,01	0,26
IPE A 360	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,02	-0,24	-0,02	0,03	0,08	0,00	-0,06	-0,01	0,27
IPE 360	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,04	-0,30	0,01	0,04	-0,20	0,00	0,05	0,00	0,21
IPE O 360	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,04	-0,35	0,01	0,02	-0,35	0,00	-0,04	0,00	0,44
IPE A 400	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	-0,23	-0,01	-0,04	0,05	0,00	0,05	0,01	0,41
IPE 400	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,31	-0,32	0,01	-0,01	0,29	0,00	0,00	0,00	0,44
IPE O 400	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	-0,25	0,01	0,02	-0,06	0,00	0,04	0,00	0,38
IPE V 400	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,02	-0,12	0,02	0,02	0,06	0,00	0,03	0,00	0,06
IPE A 450	-0,12	0,00	0,00	0,00	0,04	-0,26	0,02	0,03	0,09	0,00	-0,12	0,01	0,30
IPE 450	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,02	-0,12	-0,01	-0,01	0,23	0,00	0,14	0,00	0,41
IPE O 450	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01	-0,27	0,01	0,02	0,11	0,00	0,00	-0,04	0,40
IPE V 450	0,00	0,00	-3,18	0,00	0,03	0,04	0,02	-0,01	0,04	0,00	0,03	-0,02	0,02
IPE A 500	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,02	0,04	0,00	0,01	-0,04	0,00	-0,13	0,00	0,33
IPE 500	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,11	0,13	0,00	-0,01	0,08	0,00	-0,03	0,00	0,42
IPE O 500	0,00	0,00	0,28	0,00	-0,01	-0,20	0,00	-0,01	-0,16	0,00	-0,12	-0,01	0,42
IPE V 500	0,00	0,00	-0,16	0,00	0,03	0,29	0,00	0,01	0,23	0,22	0,12	0,02	0,03
IPE A 550	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	-0,01	0,01	-0,16	0,00	-0,14	0,00	0,38
IPE 550	0,00	0,00	-0,47	-0,01	0,02	-0,24	0,00	-0,02	0,02	0,00	-0,12	0,01	0,49
IPE O 550	0,00	0,00	-0,41	0,00	0,01	0,09	0,01	0,01	0,06	0,00	-0,10	0,01	0,53
IPE V 550	0,00	0,00	-0,25	0,00	0,01	0,04	0,02	0,02	-0,03	0,22	0,06	0,01	0,01
IPE A 600	0,00	0,00	-0,37	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,11	0,00	0,02	0,02	0,36
IPE 600	0,00	0,00	0,33	0,00	-0,02	-0,01	0,01	0,01	-0,02	0,00	-0,08	0,01	0,44
IPE O 600	0,00	0,00	0,32	0,00	-0,01	0,08	0,00	-0,01	-0,09	0,00	0,02	0,00	0,54
IPE V 600	0,00	0,00	-0,27	0,00	0,02	0,04	0,00	0,01	0,11	0,00	0,05	0,01	0,02

Tablo 4.17. %70 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%70HE 100AA	63,7	100,0	4,2	5,5	12,0	58,2	46,2	8,562	0,317	6,722	24,346	4,731	1,686	8,643	46,042	9,208	2,319	14,302	0,698	0,002
%70HE 100A	67,2	100,0	5,0	8,0	12,0	59,2	47,2	11,578	0,324	9,089	33,528	6,180	1,702	11,638	66,925	13,385	2,404	20,690	1,953	0,004
%70HE 100B	70,0	100,0	6,0	10,0	12,0	60,0	48,0	14,218	0,330	11,161	44,106	7,904	1,761	15,130	83,672	16,734	2,426	25,891	3,765	0,009
%70HE 100C	77,0	103,0	9,0	15,0	12,0	62,0	50,0	21,648	0,350	16,994	81,567	13,758	1,941	26,974	137,317	26,664	2,519	41,483	13,094	0,032
%70HE 100M	84,0	106,0	12,0	20,0	12,0	64,0	52,0	29,498	0,370	23,156	132,775	21,143	2,122	42,016	199,921	37,721	2,603	59,020	31,953	0,086
%70HE 20AA	76,3	120,0	4,2	5,5	12,0	70,8	58,8	10,192	0,382	8,000	42,694	6,876	2,047	12,319	79,416	13,236	2,791	20,408	0,840	0,003
%70HE 20A	79,8	120,0	5,0	8,0	12,0	71,8	59,8	13,808	0,389	10,839	57,667	8,854	2,044	16,288	115,472	19,245	2,892	29,569	2,347	0,008
%70HE 20B	84,0	120,0	6,5	11,0	12,0	73,0	61,0	18,563	0,398	14,572	84,055	12,454	2,128	23,465	158,816	26,469	2,925	40,738	5,992	0,020
%70HE 20C	91,0	123,0	9,5	16,0	12,0	75,0	63,0	27,423	0,418	21,527	145,937	20,573	2,307	39,732	249,024	40,492	3,013	62,667	18,937	0,067
%70HE 20M	98,0	126,0	12,5	21,0	12,0	77,0	65,0	36,703	0,438	28,812	226,767	30,468	2,486	59,787	351,843	55,848	3,096	86,909	43,909	0,165
%70HE 40AA	89,6	140,0	4,3	6,0	12,0	83,6	71,6	12,613	0,449	9,901	72,099	9,802	2,391	17,399	137,431	19,633	3,301	30,085	1,230	0,006
%70HE 40A	93,1	140,0	5,5	8,5	12,0	84,6	72,6	17,171	0,456	13,479	101,209	13,319	2,428	24,121	194,698	27,814	3,367	42,625	3,335	0,015
%70HE 40B	98,0	140,0	7,0	12,0	12,0	86,0	74,0	23,438	0,466	18,399	145,669	18,396	2,493	34,288	274,913	39,273	3,425	60,235	9,047	0,040
%70HE 40C	105,0	143,0	10,0	17,0	12,0	88,0	76,0	33,728	0,486	26,477	240,807	29,154	2,672	55,672	415,392	58,097	3,509	89,583	26,352	0,125
%70HE 40M	112,0	146,0	13,0	22,0	12,0	90,0	78,0	44,438	0,506	34,884	360,917	41,935	2,850	81,433	572,758	78,460	3,590	121,608	58,411	0,293
%70HE 60AA	103,6	160,0	4,5	7,0	15,0	96,6	81,6	16,513	0,514	12,962	118,894	13,815	2,683	24,698	239,386	29,923	3,808	45,830	2,123	0,012
%70HE 60A	106,4	160,0	6,0	9,0	15,0	97,4	82,4	21,210	0,520	16,650	165,420	19,039	2,793	34,364	307,841	38,480	3,810	59,090	4,589	0,027
%70HE 60B	112,0	160,0	8,0	13,0	15,0	99,0	84,0	29,686	0,531	23,303	247,863	27,467	2,890	50,830	444,754	55,594	3,871	85,494	13,407	0,079
%70HE 60C	119,0	163,0	11,0	18,0	15,0	101,0	86,0	41,416	0,551	32,511	387,885	41,374	3,060	78,264	651,565	79,947	3,966	123,470	36,168	0,225
%70HE 60M	126,0	166,0	14,0	23,0	15,0	103,0	88,0	53,566	0,571	42,049	559,877	57,558	3,233	110,669	880,206	106,049	4,054	164,494	76,745	0,501
%70HE 80AA	116,9	180,0	5,0	7,5	15,0	109,4	94,4	19,936	0,581	15,650	189,130	19,545	3,080	34,614	365,021	40,558	4,279	61,999	2,987	0,022
%70HE 80A	119,7	180,0	6,0	9,5	15,0	110,2	95,2	24,678	0,587	19,372	239,761	24,317	3,117	43,619	462,364	51,374	4,329	78,555	5,938	0,044
%70HE 80B	126,0	180,0	8,5	14,0	15,0	112,0	97,0	35,686	0,599	28,013	378,404	37,130	3,256	68,268	681,607	75,734	4,370	116,157	18,757	0,140
%70HE 80C	133,0	183,0	11,5	19,0	15,0	114,0	99,0	48,846	0,619	38,344	573,803	54,442	3,427	102,232	972,665	106,302	4,462	163,721	47,619	0,371

Tablo 4.17. (Devam) %70 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>i</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%70HE180M	140,0	186,0	14,5	24,0	15,0	116,0	101,0	62,426	0,639	49,004	808,873	74,276	3,600	141,755	1291,080	138,826	4,548	214,697	97,497	0,795
%70HE200AA	130,2	200,0	5,5	8,0	18,0	122,2	104,2	24,112	0,645	18,928	286,883	26,664	3,449	47,247	534,299	53,430	4,707	81,866	4,091	0,038
%70HE200A	133,0	200,0	6,5	10,0	18,0	123,0	105,0	29,386	0,651	23,068	356,526	32,565	3,483	58,320	667,842	66,784	4,767	102,310	7,793	0,072
%70HE200B	140,0	200,0	9,0	15,0	18,0	125,0	107,0	42,641	0,665	33,473	553,948	48,739	3,604	89,605	1001,927	100,193	4,847	153,716	25,538	0,235
%70HE200C	147,0	203,0	12,0	20,0	18,0	127,0	109,0	57,231	0,685	44,926	817,630	69,831	3,780	130,858	1397,621	137,697	4,942	212,010	61,449	0,588
%70HE200M	154,0	206,0	15,0	25,0	18,0	129,0	111,0	72,241	0,705	56,709	1129,525	93,692	3,954	178,259	1826,844	177,363	5,029	274,083	121,804	1,214
%70HE220AA	143,5	220,0	6,0	8,5	18,0	135,0	117,0	28,191	0,712	22,130	417,644	35,326	3,849	62,218	755,320	68,665	5,176	105,041	5,476	0,062
%70HE220A	147,0	220,0	7,0	11,0	18,0	136,0	118,0	35,111	0,719	27,562	520,114	42,916	3,849	76,598	977,400	88,855	5,276	135,812	11,316	0,125
%70HE220B	154,0	220,0	9,5	16,0	18,0	138,0	120,0	49,701	0,733	39,015	783,144	62,475	3,970	114,309	1421,947	129,268	5,349	197,933	33,981	0,377
%70HE220C	161,0	223,0	12,5	21,0	18,0	140,0	122,0	65,721	0,753	51,591	1129,487	87,722	4,146	163,479	1944,578	174,402	5,440	267,974	77,955	0,898
%70HE220M	168,0	226,0	15,5	26,0	18,0	142,0	124,0	82,161	0,773	64,496	1533,395	115,983	4,320	219,388	2507,513	221,904	5,524	342,160	150,032	1,794
%70HE240AA	156,8	240,0	6,5	9,0	21,0	147,8	126,8	33,100	0,776	25,983	589,339	45,678	4,220	80,541	1038,625	86,552	5,602	132,664	7,185	0,097
%70HE240A	161,0	240,0	7,5	12,0	21,0	149,0	128,0	41,868	0,784	32,866	734,745	55,231	4,189	98,843	1384,566	115,380	5,751	176,493	15,919	0,210
%70HE240B	168,0	240,0	10,0	17,0	21,0	151,0	130,0	57,793	0,798	45,367	1076,334	78,495	4,316	143,669	1961,729	163,477	5,826	250,409	44,337	0,584
%70HE240C	178,5	244,0	14,0	24,5	21,0	154,0	133,0	83,233	0,827	65,338	1719,295	120,444	4,545	226,609	2972,287	243,630	5,976	374,417	133,696	1,834
%70HE240M	189,0	248,0	18,0	32,0	21,0	157,0	136,0	109,513	0,856	85,968	2509,806	169,288	4,787	325,296	4078,936	328,946	6,103	507,340	301,403	4,310
%70HE260AA	170,8	260,0	6,5	9,5	24,0	161,3	137,3	37,657	0,841	29,561	771,906	54,510	4,528	96,289	1394,136	107,241	6,085	164,383	8,907	0,140
%70HE260A	175,0	260,0	7,5	12,5	24,0	162,5	138,5	47,160	0,849	37,020	955,060	65,627	4,500	117,601	1833,957	141,074	6,236	215,788	19,212	0,295
%70HE260B	182,0	260,0	10,0	17,5	24,0	164,5	140,5	64,422	0,863	50,571	1385,970	92,724	4,638	169,647	2567,692	197,515	6,313	302,424	51,931	0,799
%70HE260C	192,5	264,0	14,0	25,0	24,0	167,5	143,5	91,922	0,892	72,159	2187,354	141,151	4,878	265,009	3841,388	291,014	6,464	446,863	152,821	2,441
%70HE260M	203,0	268,0	18,0	32,5	24,0	170,5	146,5	120,262	0,921	94,406	3159,173	196,951	5,125	377,356	5227,111	390,083	6,593	600,931	339,810	5,644
%70HE280AA	184,8	280,0	7,0	10,0	24,0	174,8	150,8	42,708	0,909	33,526	1048,709	68,665	4,955	120,691	1832,275	130,877	6,550	200,332	11,332	0,208
%70HE280A	189,0	280,0	8,0	13,0	24,0	176,0	152,0	52,952	0,917	41,567	1280,700	81,668	4,918	145,372	2381,551	170,111	6,706	259,930	23,509	0,421
%70HE280B	196,0	280,0	10,5	18,0	24,0	178,0	154,0	71,562	0,931	56,176	1820,524	113,140	5,044	205,394	3297,801	235,557	6,788	360,329	61,301	1,099

Tablo 4.17.(Devam): %70 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%70HE280C	206,5	284,0	14,5	25,5	24,0	181,0	157,0	101,137	0,960	79,393	2811,993	168,874	5,273	314,365	4876,620	343,424	6,944	526,813	175,364	3,254
%70HE280M	217,0	288,0	18,5	33,0	24,0	184,0	160,0	131,552	0,989	103,268	3998,743	232,466	5,513	441,574	6584,652	457,267	7,075	703,644	383,829	7,379
%70HE300AA	198,1	300,0	7,5	10,5	27,0	187,6	160,6	48,699	0,973	38,229	1381,440	84,488	5,326	148,697	2366,955	157,797	6,972	241,948	14,214	0,301
%70HE300A	203,0	300,0	8,5	14,0	27,0	189,0	162,0	61,194	0,983	48,037	1689,750	100,171	5,255	178,767	3155,076	210,338	7,180	321,631	31,309	0,643
%70HE300B	210,0	300,0	11,0	19,0	27,0	191,0	164,0	81,139	0,997	63,694	2354,062	136,299	5,386	247,684	4282,081	285,472	7,265	436,886	77,064	1,584
%70HE300C	224,0	305,0	16,0	29,0	27,0	195,0	168,0	122,779	1,035	96,381	3946,917	218,647	5,670	410,331	6870,335	450,514	7,480	691,301	274,579	5,852
%70HE300M	238,0	310,0	21,0	39,0	27,0	199,0	172,0	165,819	1,073	130,168	5931,688	315,469	5,981	606,895	9706,785	626,244	7,651	964,087	674,394	14,956
%70HE320AA	210,7	300,0	8,0	11,0	27,0	199,7	172,7	52,105	0,998	40,902	1745,125	101,339	5,787	177,948	2479,802	165,320	6,899	253,834	16,718	0,372
%70HE320A	217,0	300,0	9,0	15,5	27,0	201,5	174,5	67,764	1,011	53,195	2167,896	120,722	5,656	215,327	3492,996	232,866	7,180	356,125	42,135	0,884
%70HE320B	224,0	300,0	11,5	20,5	27,0	203,5	176,5	88,031	1,025	69,105	2962,828	161,553	5,801	292,855	4620,224	308,015	7,245	471,664	96,468	2,028
%70HE320C	238,0	305,0	16,0	30,5	27,0	207,5	180,5	129,354	1,063	101,543	4732,068	246,857	6,048	461,852	7225,420	473,798	7,474	726,986	316,786	6,848
%70HE320M	251,3	309,0	21,0	40,0	27,0	211,3	184,3	171,102	1,097	134,315	6973,067	351,752	6,384	671,036	9860,202	638,201	7,591	983,278	724,428	16,296
%70HE340AA	224,0	300,0	8,5	11,5	27,0	212,5	185,5	55,691	1,025	43,718	2192,520	120,958	6,274	212,163	2592,697	172,846	6,823	265,805	19,559	0,463
%70HE340A	231,0	300,0	9,5	16,5	27,0	214,5	187,5	73,006	1,039	57,310	2730,290	143,775	6,115	255,643	3718,471	247,898	7,137	379,463	51,051	1,105
%70HE340B	238,0	300,0	12,0	21,5	27,0	216,5	189,5	93,609	1,053	73,483	3672,225	189,620	6,263	342,020	4845,948	323,063	7,195	495,308	111,854	2,427
%70HE340M	263,9	309,0	21,0	40,0	27,0	223,9	196,9	173,748	1,123	136,392	8063,538	388,186	6,812	731,814	9861,175	638,264	7,534	984,667	728,318	16,845
%70HE360AA	237,3	300,0	9,0	12,0	27,0	225,3	198,3	59,406	1,051	46,634	2716,854	142,866	6,763	250,586	2705,641	180,376	6,749	277,857	22,755	0,575
%70HE360A	245,0	300,0	10,0	17,5	27,0	227,5	200,5	78,379	1,067	61,527	3392,095	169,517	6,579	300,700	3944,005	262,934	7,094	402,889	61,177	1,371
%70HE360B	252,0	300,0	12,5	22,5	27,0	229,5	202,5	99,316	1,081	77,963	4497,001	220,646	6,729	396,403	5071,756	338,117	7,146	519,057	128,848	2,893
%70HE360M	276,5	308,0	21,0	40,0	27,0	236,5	209,5	175,994	1,146	138,155	9250,981	426,266	7,250	795,340	9766,975	634,219	7,450	979,886	730,074	17,327
%70HE400AA	264,6	300,0	9,5	13,0	27,0	251,6	224,6	66,031	1,106	51,834	3903,538	186,223	7,689	326,730	2931,236	195,416	6,663	301,550	29,161	0,821
%70HE400A	273,0	300,0	11,0	19,0	27,0	254,0	227,0	88,069	1,123	69,134	5039,574	229,444	7,565	405,271	4282,779	285,519	6,974	438,791	79,859	1,962
%70HE400B	280,0	300,0	13,5	24,0	27,0	256,0	229,0	109,689	1,137	86,106	6522,442	291,995	7,711	520,845	5411,162	360,744	7,024	555,663	159,235	3,908
%70HE400M	302,4	307,0	21,0	40,0	27,0	262,4	235,4	181,033	1,196	142,111	12035,201	510,124	8,154	936,503	9674,417	630,255	7,310	976,592	735,936	18,653



Tablo 4.17. (Devam)%70 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ex</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%70HE450AA	297,5	300,0	10,0	13,5	27,0	284,0	257,0	72,029	1,172	56,543	5680,063	245,312	8,880	431,834	3044,476	202,965	6,501	314,301	34,070	1,144
%70HE450A	308,0	300,0	11,5	21,0	27,0	287,0	260,0	99,134	1,193	77,820	7466,126	303,864	8,678	535,644	4733,782	315,585	6,910	485,675	107,160	2,849
%70HE450B	315,0	300,0	14,0	26,0	27,0	289,0	262,0	121,589	1,207	95,447	9506,237	381,623	8,842	678,066	5862,723	390,848	6,944	603,238	202,194	5,395
%70HE450M	334,6	307,0	21,0	40,0	27,0	294,6	267,6	187,795	1,260	147,419	16181,445	624,641	9,283	1131,563	9676,902	630,417	7,178	980,142	745,876	20,870
%70HE500AA	330,4	300,0	10,5	14,0	27,0	316,4	289,4	78,351	1,238	61,505	7949,397	314,414	10,073	556,593	3157,836	210,522	6,349	327,250	39,649	1,602
%70HE500A	343,0	300,0	12,0	23,0	27,0	320,0	293,0	110,529	1,263	86,765	10622,430	391,363	9,803	689,348	5184,939	345,663	6,849	532,784	140,102	4,030
%70HE500B	350,0	300,0	14,5	28,0	27,0	322,0	295,0	133,819	1,277	105,048	13335,472	485,857	9,983	861,460	6314,501	420,967	6,869	651,081	252,242	7,328
%70HE500M	366,8	306,0	21,0	40,0	27,0	326,8	299,8	194,157	1,322	152,413	21111,249	749,810	10,428	1347,115	9585,445	626,500	7,026	977,562	753,683	23,464
%70HE550AA	365,4	300,0	11,5	15,0	27,0	350,4	323,4	88,425	1,308	69,414	11388,225	415,381	11,349	741,602	3384,586	225,639	6,187	352,771	51,514	2,570
%70HE550A	378,0	300,0	12,5	24,0	27,0	354,0	327,0	119,379	1,333	93,712	14534,803	491,920	11,034	866,460	5411,283	360,752	6,733	557,671	161,287	5,252
%70HE550B	385,0	300,0	15,0	29,0	27,0	356,0	329,0	143,529	1,347	112,670	18048,300	604,770	11,214	1070,820	6541,543	436,103	6,751	676,759	283,940	9,341
%70HE550M	400,4	306,0	21,0	40,0	27,0	360,4	333,4	201,213	1,390	157,952	27178,567	892,001	11,622	1594,991	9588,038	626,669	6,903	981,266	764,055	26,895
%70HE600AA	399,7	300,0	12,0	15,5	27,0	384,2	357,2	95,733	1,376	75,150	15149,997	513,118	12,580	924,580	3498,363	233,224	6,045	366,346	59,369	3,588
%70HE600A	413,0	300,0	13,0	25,0	27,0	388,0	361,0	128,569	1,403	100,927	19354,730	606,664	12,269	1070,346	5637,819	375,855	6,622	582,814	184,665	6,850
%70HE600B	420,0	300,0	15,5	30,0	27,0	390,0	363,0	153,579	1,417	120,559	23800,563	739,346	12,449	1309,845	6768,847	451,256	6,639	702,736	318,410	11,934
%70HE600M	434,0	305,0	21,0	40,0	27,0	394,0	367,0	207,869	1,455	163,177	34200,425	1045,138	12,827	1865,165	9497,301	622,774	6,759	978,861	772,294	30,864
%70HE650AA	434,0	300,0	12,5	16,0	27,0	418,0	391,0	103,379	1,445	81,152	19697,081	623,525	13,803	1129,443	3612,324	240,822	5,911	380,171	68,174	4,962
%70HE650A	448,0	300,0	13,5	26,0	27,0	422,0	395,0	138,099	1,473	108,408	25193,280	736,297	13,507	1302,684	5864,565	390,971	6,517	608,226	210,369	8,921
%70HE650B	455,0	300,0	16,0	31,0	27,0	424,0	397,0	163,969	1,487	128,716	30710,561	890,254	13,686	1580,200	6996,434	466,429	6,532	729,026	355,800	15,245
%70HE650M	467,6	305,0	21,0	40,0	27,0	427,6	400,6	214,925	1,522	168,716	42284,307	1209,716	14,026	2158,796	9499,894	622,944	6,648	982,565	782,667	35,679
%70HE700AA	469,0	300,0	13,0	17,0	27,0	452,0	425,0	112,889	1,515	88,618	25405,956	751,573	15,002	1365,064	3838,990	255,933	5,832	405,518	82,231	6,881
%70HE700A	483,0	300,0	14,5	27,0	27,0	456,0	429,0	150,249	1,543	117,945	32981,483	909,041	14,816	1617,622	6092,906	406,194	6,368	635,624	243,169	12,455
%70HE700B	490,0	300,0	17,0	32,0	27,0	458,0	431,0	176,989	1,557	138,936	39735,089	1086,158	14,984	1936,603	7226,160	481,744	6,390	757,637	402,685	20,678
%70HE700M	501,2	304,0	21,0	40,0	27,0	461,2	434,2	221,581	1,587	173,941	51410,635	1384,626	15,232	2474,651	9409,767	619,064	6,517	980,180	790,906	41,150

Tablo 4.17. (Devam)%70 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>t</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%70HE800AA	539,0	300,0	14,0	18,0	30,0	521,0	491,0	130,803	1,652	102,680	39776,887	1048,819	17,438	1905,505	4070,387	271,359	5,578	435,821	105,974	12,441
%70HE800A	553,0	300,0	15,0	28,0	30,0	525,0	495,0	166,613	1,680	130,791	49700,704	1218,658	17,271	2187,360	6323,778	421,585	6,161	665,017	278,583	18,796
%70HE800B	560,0	300,0	17,5	33,0	30,0	527,0	497,0	195,088	1,694	153,144	59342,342	1444,997	17,441	2595,997	7458,981	497,265	6,183	788,817	453,516	30,639
%70HE800M	569,8	303,0	21,0	40,0	30,0	529,8	499,8	236,321	1,720	185,512	73727,810	1775,569	17,663	3191,908	9326,248	615,594	6,282	983,145	809,949	55,117
%70HE900AA	609,0	300,0	15,0	20,0	30,0	589,0	559,0	152,213	1,792	119,487	59715,620	1415,622	19,807	2559,382	4525,578	301,705	5,453	488,617	146,263	21,649
%70HE900A	623,0	300,0	16,0	30,0	30,0	593,0	563,0	188,743	1,820	148,163	73411,751	1627,876	19,722	2947,599	6779,812	451,987	5,993	718,631	350,964	30,635
%70HE900B	630,0	300,0	18,5	35,0	30,0	595,0	565,0	218,938	1,834	171,866	86617,548	1909,133	19,890	3457,978	7917,445	527,830	6,014	844,571	554,327	48,453
%70HE900M	637,0	302,0	21,0	40,0	30,0	597,0	567,0	250,033	1,852	196,276	100505,024	2199,778	20,049	3984,185	9239,928	611,916	6,079	984,504	828,561	72,666
%70HE1000AA	679,0	300,0	16,0	21,0	30,0	658,0	628,0	172,143	1,932	135,132	84877,585	1843,238	22,205	3296,667	4757,030	317,135	5,257	520,291	182,449	35,727
%70HE1000A	693,0	300,0	16,5	31,0	30,0	662,0	632,0	206,093	1,960	161,783	101307,726	2053,101	22,171	3733,901	7009,639	467,309	5,832	748,333	397,036	44,390
%70HE1000B	700,0	300,0	19,0	36,0	30,0	664,0	634,0	238,023	1,974	186,848	118771,391	2394,162	22,338	4353,428	8149,314	543,288	5,851	876,184	618,373	69,186
%70HE1000M	705,6	302,0	21,0	40,0	30,0	665,6	635,6	264,439	1,989	207,584	133424,662	2675,297	22,462	4863,565	9245,222	612,266	5,913	992,067	849,737	95,144

Tablo 4.18. %70 IPE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%70 IPE AA 80	54,6	46,0	3,2	4,2	5,0	50,4	45,4	3,652	0,197	2,867	10,083	2,499	1,662	4,480	3,429	1,491	0,969	2,380	0,169	0,182
%70 IPE A 80	54,6	46,0	3,3	4,2	5,0	50,4	45,4	3,703	0,197	2,906	10,304	2,567	1,668	4,608	3,431	1,492	0,963	2,389	0,174	0,195
%70 IPE 80	56,0	46,0	3,8	5,2	5,0	50,8	45,8	4,430	0,200	3,477	12,662	3,080	1,691	5,530	4,252	1,849	0,980	2,967	0,309	0,327
%70 IPE AA 100	68,3	55,0	3,6	4,5	7,0	63,8	56,8	4,983	0,241	3,912	22,068	4,400	2,104	7,923	6,291	2,288	1,124	3,681	0,266	0,479
%70 IPE A 100	68,6	55,0	3,6	4,7	7,0	63,9	56,9	5,096	0,241	4,000	22,501	4,446	2,101	7,990	6,569	2,389	1,135	3,832	0,290	0,497
%70 IPE 100	70,0	55,0	4,1	5,7	7,0	64,3	57,3	5,982	0,244	4,696	26,986	5,233	2,124	9,398	7,971	2,898	1,154	4,657	0,487	0,794
%70 IPE AA 120	81,9	64,0	3,8	4,8	7,0	77,1	70,1	6,212	0,286	4,877	40,245	6,702	2,545	13,572	10,550	3,297	1,303	5,266	0,377	0,967
%70 IPE A 120	82,3	64,0	3,8	5,1	7,0	77,2	70,2	6,409	0,287	5,031	41,314	6,796	2,539	12,194	11,205	3,502	1,322	5,574	0,424	1,015
%70 IPE 120	84,0	64,0	4,4	6,3	7,0	77,7	70,7	7,661	0,290	6,014	50,406	8,133	2,565	14,579	13,851	4,328	1,345	6,906	0,754	1,706
%70 IPE AA 140	95,6	73,0	3,8	5,2	7,0	90,4	83,4	7,442	0,331	5,842	65,427	9,237	2,965	16,553	16,928	4,638	1,508	7,327	0,508	1,607
%70 IPE A 140	96,2	73,0	3,8	5,6	7,0	90,6	83,6	7,740	0,332	6,076	67,495	9,390	2,953	16,760	18,224	4,993	1,534	7,860	0,593	1,716
%70 IPE 140	98,0	73,0	4,7	6,9	7,0	91,1	84,1	9,529	0,336	7,480	86,014	11,877	3,004	21,264	22,483	6,160	1,536	9,778	1,115	3,325
%70 IPE AA 160	109,5	82,0	4,0	5,6	9,0	103,9	94,9	9,095	0,375	7,139	104,361	12,807	3,387	22,938	25,852	6,305	1,686	9,969	0,702	2,831
%70 IPE A 160	109,9	82,0	4,0	5,9	9,0	104,0	95,0	9,346	0,376	7,336	106,583	12,950	3,377	23,126	27,230	6,642	1,707	10,473	0,783	2,961
%70 IPE 160	112,0	82,0	5,0	7,4	9,0	104,6	95,6	11,646	0,380	9,142	137,439	16,563	3,435	29,661	34,191	8,339	1,713	13,250	1,543	5,962
%70 IPE AA 180	123,5	91,0	4,3	6,2	9,0	117,3	108,3	11,033	0,421	8,661	161,443	17,549	3,825	31,390	39,082	8,590	1,882	13,522	1,034	5,100
%70 IPE A 180	123,9	91,0	4,3	6,5	9,0	117,4	108,4	11,311	0,422	8,879	164,553	17,725	3,814	31,618	40,966	9,004	1,903	14,144	1,144	5,316
%70 IPE 180	126,0	91,0	5,3	8,0	9,0	118,0	109,0	13,882	0,426	10,897	208,294	22,285	3,874	39,868	50,470	11,092	1,907	17,553	2,139	10,189
%70 IPE O 180	127,4	92,0	6,0	9,0	9,0	118,4	109,4	15,732	0,431	12,349	240,489	25,586	3,910	45,833	58,712	12,763	1,932	20,284	3,088	15,080
%70 IPE AA 200	137,5	100,0	4,5	6,7	12,0	130,8	118,8	13,203	0,465	10,364	236,223	22,888	4,230	40,892	56,114	11,223	2,062	17,717	1,400	8,197
%70 IPE A 200	137,9	100,0	4,5	7,0	12,0	130,9	118,9	13,509	0,465	10,604	240,283	23,093	4,218	41,163	58,614	11,723	2,083	18,467	1,541	8,527
%70 IPE 200	140,0	100,0	5,6	8,5	12,0	131,5	119,5	16,482	0,470	12,938	303,885	29,159	4,294	52,190	71,243	14,249	2,079	22,620	2,817	16,468
%70 IPE O 200	141,4	102,0	6,2	9,5	12,0	131,9	119,9	18,486	0,476	14,511	344,715	32,791	4,318	58,681	84,512	16,571	2,138	26,334	3,963	23,211
%70 IPE AA 220	151,5	110,0	4,7	7,4	12,0	144,1	132,1	15,530	0,513	12,191	334,261	29,193	4,639	51,948	82,391	14,980	2,303	23,492	1,984	13,053
%70 IPE A 220	151,9	110,0	5,0	7,7	12,0	144,2	132,2	16,298	0,513	12,794	354,840	31,071	4,666	55,401	85,753	15,591	2,294	24,514	2,275	15,487
%70 IPE 220	154,0	110,0	5,9	9,2	12,0	144,8	132,8	19,281	0,518	15,136	429,356	37,319	4,719	66,653	102,518	18,640	2,306	29,438	3,846	26,222
%70 IPE O 220	155,4	112,0	6,6	10,2	12,0	145,2	133,2	21,625	0,524	16,976	488,618	42,252	4,753	75,553	120,019	21,432	2,356	33,938	5,353	37,468
%70 IPE AA 240	165,5	120,0	4,8	8,0	15,0	157,5	142,5	18,125	0,558	14,228	454,068	35,872	5,005	63,659	115,741	19,290	2,527	30,262	2,629	19,079
%70 IPE A 240	165,9	120,0	5,2	8,3	15,0	157,6	142,6	19,121	0,559	15,010	487,845	38,774	5,051	69,022	120,123	20,021	2,506	31,520	3,026	23,390
%70 IPE 240	168,0	120,0	6,2	9,8	15,0	158,2	143,2	22,534	0,563	17,689	591,224	46,854	5,122	83,650	141,912	23,652	2,510	37,423	5,022	40,018

Tablo 4.18. (Devam) %70 IPE kesitler için enkesit tablosu

	d	b <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r <sub>1</sub>	h <sub>t</sub>	h	A	A <sub>L</sub>	G	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	i <sub>k</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J	C <sub>w</sub>
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /m	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>
%70 IPE O 240	169,4	122,0	7,0	10,8	15,0	158,6	143,6	25,244	0,570	19,816	674,676	53,370	5,170	95,452	164,409	26,952	2,552	42,791	6,936	57,912
%70 IPE A 270	186,9	135,0	5,5	8,7	15,0	178,2	163,2	22,512	0,631	17,672	737,946	52,139	5,725	92,742	179,060	26,527	2,820	41,576	3,952	39,366
%70 IPE 270	189,0	135,0	6,6	10,2	15,0	178,8	163,8	26,537	0,635	20,831	894,661	63,196	5,806	112,827	210,064	31,121	2,814	49,063	6,489	67,799
%70 IPE O 270	191,8	136,0	7,5	12,2	15,0	179,6	164,6	31,028	0,643	24,357	1058,454	73,620	5,841	131,320	256,933	37,784	2,878	59,624	10,757	106,764
%70 IPE A 300	207,9	150,0	6,1	9,2	15,0	198,7	183,7	26,886	0,703	21,106	1112,511	71,245	6,433	127,082	259,598	34,613	3,107	54,217	5,397	71,229
%70 IPE 300	210,0	150,0	7,1	10,7	15,0	199,3	184,3	31,166	0,707	24,465	1314,438	83,879	6,494	149,904	302,068	40,276	3,113	63,366	8,503	113,925
%70 IPE O 300	212,8	152,0	8,0	12,7	15,0	200,1	185,1	36,278	0,717	28,478	1541,470	96,801	6,518	172,652	373,118	49,095	3,207	77,267	13,794	175,100
%70 IPE A 330	228,9	160,0	6,5	10,0	18,0	218,9	200,9	31,619	0,762	24,821	1582,887	92,028	7,075	164,288	342,728	42,841	3,292	67,323	7,337	114,069
%70 IPE 330	231,0	160,0	7,5	11,5	18,0	219,5	201,5	36,253	0,767	28,459	1849,058	107,237	7,142	191,810	394,303	49,288	3,298	77,767	11,198	177,190
%70 IPE O 330	233,8	162,0	8,5	13,5	18,0	220,3	202,3	41,986	0,776	32,959	2164,424	123,995	7,180	221,535	480,534	59,325	3,383	93,703	17,796	272,314
%70 IPE A 360	250,3	170,0	6,6	11,5	18,0	238,8	220,8	36,703	0,825	28,812	2146,903	112,728	7,648	199,931	472,305	55,565	3,587	86,706	10,907	168,715
%70 IPE 360	252,0	170,0	8,0	12,7	18,0	239,3	221,3	42,125	0,829	33,068	2559,607	136,116	7,795	243,310	522,033	61,416	3,520	96,702	15,692	280,710
%70 IPE O 360	254,8	172,0	9,2	14,7	18,0	240,1	222,1	48,764	0,838	38,280	3010,562	158,939	7,857	284,276	626,085	72,801	3,583	115,001	24,444	439,982
%70 IPE A 400	277,9	180,0	7,0	12,0	21,0	265,9	244,9	42,106	0,898	33,053	3081,807	146,755	8,555	261,291	585,523	65,058	3,729	102,008	13,408	261,506
%70 IPE 400	280,0	180,0	8,6	13,5	21,0	266,5	245,5	49,112	0,902	38,553	3730,320	179,796	8,715	321,736	659,336	73,260	3,664	115,979	20,413	460,119
%70 IPE O 400	282,8	182,0	9,7	15,5	21,0	267,3	246,3	56,031	0,912	43,984	4306,894	205,877	8,767	369,278	782,739	86,015	3,738	136,449	30,723	683,431
%70 IPE V 400	285,6	182,0	10,6	17,5	21,0	268,1	247,1	62,161	0,917	48,797	4826,452	228,573	8,812	409,675	884,010	97,144	3,771	154,339	43,157	926,389
%70 IPE A 450	312,9	190,0	7,6	13,1	21,0	299,8	278,8	49,568	0,988	38,911	4695,517	200,659	9,733	358,734	751,529	79,108	3,894	124,164	18,625	457,665
%70 IPE 450	315,0	190,0	9,4	14,6	21,0	300,4	279,4	57,870	0,992	45,428	5683,223	246,607	9,910	442,782	838,554	88,269	3,807	140,178	28,027	820,383
%70 IPE O 450	319,2	192,0	11,0	17,6	21,0	301,6	280,6	68,861	1,004	54,056	6867,171	294,556	9,986	540,551	1043,695	108,718	3,893	173,254	48,272	1373,674
%70 IPE V 450	322,0	194,0	12,4	19,6	21,0	302,4	281,4	77,414	1,014	60,770	7842,809	335,362	10,065	605,013	1199,903	123,701	3,937	198,102	67,910	1993,393
%70 IPE A 500	347,9	200,0	8,4	14,5	21,0	333,4	312,4	58,898	1,078	46,235	7009,498	272,156	10,909	488,857	970,103	97,010	4,058	152,564	26,911	820,188
%70 IPE 500	350,0	200,0	10,2	16,0	21,0	334,0	313,0	67,961	1,082	53,349	8338,227	328,379	11,077	594,657	1071,728	107,173	3,971	170,541	39,121	1406,725
%70 IPE O 500	354,2	202,0	12,0	19,0	21,0	335,2	314,2	80,497	1,094	63,190	10046,130	392,626	11,171	712,397	1312,332	129,934	4,038	207,910	65,491	2358,519
%70 IPE V 500	359,8	204,0	14,2	23,0	21,0	336,8	315,8	96,638	1,110	75,861	12310,356	475,392	11,287	858,815	1638,147	160,603	4,117	258,502	114,881	4077,965
%70 IPE A 550	382,9	210,0	9,0	15,7	24,0	367,2	343,2	68,490	1,165	53,765	9932,747	351,982	12,043	633,534	1216,783	115,884	4,215	182,966	36,012	1317,181
%70 IPE 550	385,0	210,0	11,1	17,2	24,0	367,8	343,8	79,418	1,169	62,343	11899,601	429,575	12,241	778,297	1335,046	127,147	4,100	203,657	52,386	2353,138
%70 IPE O 550	389,2	212,0	12,7	20,2	24,0	369,0	345,0	92,159	1,182	72,345	13985,053	499,946	12,319	907,768	1614,091	152,273	4,185	244,741	83,441	3645,439
%70 IPE V 550	396,2	216,0	17,1	25,2	24,0	371,0	347,0	120,345	1,204	94,471	18993,230	681,247	12,563	1237,811	2137,060	197,876	4,214	324,493	177,058	8960,055
%70 IPE A 600	417,9	220,0	9,8	17,5	24,0	400,4	376,4	80,211	1,255	62,966	13937,151	454,723	13,182	822,167	1559,077	141,734	4,409	223,900	51,864	2186,998
%70 IPE 600	420,0	220,0	12,0	19,0	24,0	401,0	377,0	92,392	1,259	72,528	16554,718	550,485	13,386	1002,456	1695,399	154,127	4,284	247,145	73,397	3827,511
%70 IPE O 600	427,0	224,0	15,0	24,0	24,0	403,0	379,0	116,682	1,281	91,596	21399,227	703,868	13,542	1283,504	2263,809	202,126	4,405	326,904	148,557	7779,614
%70 IPE V 600	432,6	228,0	18,0	28,0	24,0	404,6	380,6	139,140	1,301	109,225	26116,695	856,169	13,700	1555,448	2790,812	244,808	4,479	400,211	245,489	13689,458

Tablo 4.19. %70 kesitler için farklılık yüzdeleri

Farklılık Yüzdesi, %						
	A	$I_x$	$W_{px}$	$i_x$	$I_y$	$i_y$
%70HE300A	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000
%70HE300B	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000	0,000
%70HE300C	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000
%70HE300M	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000
%70 IPE 300	0,000	0,000	0,325	0,000	0,000	0,000

Tablo 4.19.'da düz başlığa sahip %70 kesitler için verilen farklılık yüzdeleri incelendiğinde maksimum değer  $\%0,325$  ile %70 IPE300 profilinin x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerine ait olduğu görülmektedir.

%30 oranındaki T-kesitler için oluşturulan enkesit tablolarından, %30 HE kesitler için olanı Tablo 4.20.'de, %30 IPE kesitler için olanı Tablo 4.21.'de verildi. Elde edilen enkesit tablolarını karşılaştıracak enkesit tablosu bulunamadığı için, beş adet profilin enkesit özellikler Autocad programı ile hesaplanmış ve yapılan karşılaştırma sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.22'de verildi.

%70 ve %30 oranındaki düz başlıklı T-kesit profillerin hesaplanan değerlerini Autocad programıyla karşılaştırırken, yine rastgele beş adet profil seçildi ve seçilen bu profiller için Autocad programında "massprop" komutu kullanılarak kesit özellikleri görüldü. Bu komut ile Autocad programından elde edilen kesit özellikleri; kesit alanı, x ve y eksenine göre atalet momentleri ve x ve ye eksenlerine göre atalet yarıçaplarıdır. Farklılık yüzdeleri tablolarında bulunan x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerini hesaplayabilmek için ise "splitarea" komutu kullanıldı. Bu komut ile T-kesit, y ekseninde iki eşit parçaya ayrıldı. Plastik tarafsız eksen kesitin alanını iki eşit parçaya ayırır gerçeğinden yola çıkarak, her iki parçanın da ayrı ayrı alanı, geometrik merkezi ve geometrik merkezleri ile plastik tarafsız eksen arasındaki mesafe hesaplandı. Elde edilen değerler kullanılarak kesitlerin x eksenine göre plastik mukavemet momenti hesaplandı ve bu değer el ile hesaplanan değerler ile karşılaştırılarak farklılık yüzdesi elde edildi.

Tablo 4.20. %30 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>i</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>k</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%30HE100AA	27,3	100,0	4,2	5,5	12,0	21,8	9,8	7,034	0,244	5,521	2,063	0,925	0,542	2,283	46,019	9,204	2,558	14,142	0,608	1,186
%30HE100A	28,8	100,0	5,0	8,0	12,0	20,8	8,8	9,658	0,247	7,582	2,887	1,265	0,547	3,442	66,885	13,377	2,632	20,450	1,793	3,609
%30HE100B	30,0	100,0	6,0	10,0	12,0	20,0	8,0	11,818	0,250	9,277	3,891	1,686	0,574	4,692	83,600	16,720	2,660	25,531	3,477	7,038
%30HE100C	33,0	103,0	9,0	15,0	12,0	18,0	6,0	17,688	0,262	13,885	7,800	3,300	0,664	8,974	137,050	26,612	2,784	40,592	12,025	25,947
%30HE100M	36,0	106,0	12,0	20,0	12,0	16,0	4,0	23,738	0,274	18,634	13,965	5,767	0,767	14,688	199,230	37,591	2,897	57,292	29,188	67,011
%30HE120AA	32,7	120,0	4,2	5,5	12,0	27,2	15,2	8,360	0,295	6,563	3,557	1,302	0,652	3,046	79,389	13,232	3,082	20,215	0,733	2,052
%30HE120A	34,2	120,0	5,0	8,0	12,0	26,2	14,2	11,528	0,298	9,050	4,789	1,716	0,644	4,496	115,424	19,237	3,164	29,284	2,157	6,240
%30HE120B	36,0	120,0	6,5	11,0	12,0	25,0	13,0	15,443	0,302	12,123	7,125	2,520	0,679	6,956	158,706	26,451	3,206	40,231	5,553	16,188
%30HE120C	39,0	123,0	9,5	16,0	12,0	23,0	11,0	22,483	0,314	17,649	13,129	4,557	0,764	12,633	248,652	40,431	3,326	61,494	17,451	53,641
%30HE120M	42,0	126,0	12,5	21,0	12,0	21,0	9,0	29,703	0,326	23,317	22,022	7,498	0,861	20,010	350,932	55,703	3,437	84,721	40,263	130,345
%30HE140AA	38,4	140,0	4,3	6,0	12,0	32,4	20,4	10,411	0,346	8,173	5,958	1,834	0,756	4,214	137,397	19,628	3,633	29,848	1,094	4,214
%30HE140A	39,9	140,0	5,5	8,5	12,0	31,4	19,4	14,245	0,349	11,182	8,284	2,515	0,763	6,304	194,624	27,803	3,696	42,223	3,040	11,912
%30HE140B	42,0	140,0	7,0	12,0	12,0	30,0	18,0	19,518	0,354	15,322	12,095	3,614	0,787	9,855	274,753	39,250	3,752	59,549	8,407	33,373
%30HE140C	45,0	143,0	10,0	17,0	12,0	28,0	16,0	27,728	0,366	21,767	20,900	6,151	0,868	17,119	414,892	58,027	3,868	88,083	24,352	101,119
%30HE140M	48,0	146,0	13,0	22,0	12,0	26,0	14,0	36,118	0,378	28,353	33,294	9,645	0,960	26,350	571,586	78,300	3,978	118,904	53,724	233,216
%30HE160AA	44,4	160,0	4,5	7,0	15,0	37,4	22,4	13,849	0,396	10,871	9,847	2,610	0,843	6,248	239,341	29,918	4,157	45,530	1,943	9,930
%30HE160A	45,6	160,0	6,0	9,0	15,0	36,6	21,6	17,562	0,398	13,786	13,618	3,601	0,881	8,849	307,732	38,466	4,186	58,543	4,152	21,153
%30HE160B	48,0	160,0	8,0	13,0	15,0	35,0	20,0	24,566	0,403	19,284	20,534	5,350	0,914	14,210	444,481	55,560	4,254	84,470	12,315	63,509
%30HE160C	51,0	163,0	11,0	18,0	15,0	33,0	18,0	33,936	0,415	26,640	33,152	8,518	0,988	23,328	650,811	79,854	4,379	121,413	33,151	178,134
%30HE160M	54,0	166,0	14,0	23,0	15,0	31,0	16,0	43,486	0,427	34,136	50,174	12,710	1,074	34,682	878,560	105,851	4,495	160,966	70,160	392,347
%30HE180AA	50,1	180,0	5,0	7,5	15,0	42,6	27,6	16,596	0,447	13,028	15,598	3,651	0,969	8,420	364,951	40,550	4,689	61,581	2,709	17,432
%30HE180A	51,3	180,0	6,0	9,5	15,0	41,8	26,8	20,574	0,450	16,150	19,618	4,558	0,977	11,109	462,241	51,360	4,740	77,939	5,445	35,329
%30HE180B	54,0	180,0	8,5	14,0	15,0	40,0	25,0	29,566	0,455	23,209	31,041	7,127	1,025	18,735	681,239	75,693	4,800	114,856	17,283	112,903
%30HE180C	57,0	183,0	11,5	19,0	15,0	38,0	23,0	40,106	0,467	31,483	48,208	10,935	1,096	29,822	971,702	106,197	4,922	161,208	43,766	296,439

Tablo 4.20. (Devam) %30 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ex</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sup>px</sup> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ey</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sup>py</sup> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%30HE180M	60,0	186,0	14,5	24,0	15,0	36,0	21,0	50,826	0,479	39,898	70,615	15,823	1,179	43,412	1289,047	138,607	5,036	210,492	89,367	627,112
%30HE200AA	55,8	200,0	5,5	8,0	18,0	47,8	29,8	20,020	0,496	15,715	23,810	5,004	1,091	11,448	534,195	53,420	5,166	81,303	3,678	29,087
%30HE200A	57,0	200,0	6,5	10,0	18,0	47,0	29,0	24,446	0,499	19,190	29,336	6,121	1,095	14,714	667,668	66,767	5,226	101,508	7,097	56,628
%30HE200B	60,0	200,0	9,0	15,0	18,0	45,0	27,0	35,441	0,505	27,821	45,577	9,374	1,134	24,632	1001,441	100,144	5,316	152,096	23,594	190,430
%30HE200C	63,0	203,0	12,0	20,0	18,0	43,0	25,0	47,151	0,517	37,013	68,548	13,950	1,206	37,975	1396,412	137,578	5,442	208,986	56,610	471,892
%30HE200M	66,0	206,0	15,0	25,0	18,0	41,0	23,0	59,041	0,529	46,347	97,720	19,673	1,287	54,090	1824,369	177,123	5,559	269,133	111,904	962,904
%30HE220AA	61,5	220,0	6,0	8,5	18,0	53,0	35,0	23,271	0,548	18,267	34,616	6,587	1,220	14,665	755,173	68,652	5,697	104,303	4,885	46,537
%30HE220A	63,0	220,0	7,0	11,0	18,0	52,0	34,0	29,231	0,551	22,946	42,583	8,016	1,207	19,157	977,160	88,833	5,782	134,783	10,355	100,231
%30HE220B	66,0	220,0	9,5	16,0	18,0	50,0	32,0	41,341	0,557	32,452	64,022	11,899	1,244	30,998	1421,319	129,211	5,864	195,948	31,466	307,523
%30HE220C	69,0	223,0	12,5	21,0	18,0	48,0	30,0	54,221	0,569	42,563	93,716	17,256	1,315	46,693	1943,081	174,267	5,986	264,381	71,965	724,059
%30HE220M	72,0	226,0	15,5	26,0	18,0	46,0	28,0	67,281	0,581	52,815	130,584	23,815	1,393	65,426	2504,534	221,640	6,101	336,394	138,116	1430,153
%30HE240AA	67,2	240,0	6,5	9,0	21,0	58,2	37,2	27,276	0,596	21,411	49,081	8,550	1,341	18,975	1038,420	86,535	6,170	131,718	6,365	71,864
%30HE240A	69,0	240,0	7,5	12,0	21,0	57,0	36,0	34,968	0,600	27,450	60,326	10,365	1,313	25,016	1384,242	115,354	6,292	175,199	14,626	168,818
%30HE240B	72,0	240,0	10,0	17,0	21,0	55,0	34,0	48,193	0,606	37,831	88,242	14,988	1,353	39,067	1960,929	163,411	6,379	248,009	41,137	478,760
%30HE240C	76,5	244,0	14,0	24,5	21,0	52,0	31,0	68,953	0,623	54,128	144,559	24,195	1,448	66,806	2969,955	243,439	6,563	369,419	124,366	1503,777
%30HE240M	81,0	248,0	18,0	32,0	21,0	49,0	28,0	90,073	0,640	70,707	220,992	36,468	1,566	101,968	4073,687	328,523	6,725	498,592	280,408	3515,392
%30HE260AA	73,2	260,0	6,5	9,5	24,0	63,7	39,7	31,313	0,646	24,580	64,398	10,252	1,434	23,100	1393,913	107,224	6,672	163,352	8,014	107,094
%30HE260A	75,0	260,0	7,5	12,5	24,0	62,5	38,5	39,660	0,649	31,133	78,699	12,375	1,409	30,112	1833,606	141,047	6,800	214,381	17,806	242,198
%30HE260B	78,0	260,0	10,0	17,5	24,0	60,5	36,5	54,022	0,655	42,407	113,931	17,736	1,452	46,291	2566,825	197,448	6,893	299,824	48,465	663,366
%30HE260C	82,5	264,0	14,0	25,0	24,0	57,5	33,5	76,522	0,672	60,070	183,421	28,182	1,548	77,823	3838,873	290,824	7,083	441,473	142,759	2022,644
%30HE260M	87,0	268,0	18,0	32,5	24,0	54,5	30,5	99,382	0,689	78,015	275,425	41,783	1,665	117,378	5221,473	389,662	7,248	591,535	317,259	4646,096
%30HE280AA	79,2	280,0	7,0	10,0	24,0	69,2	45,2	35,316	0,698	27,723	87,392	12,844	1,573	28,266	1831,973	130,855	7,202	199,038	10,125	156,337
%30HE280A	81,0	280,0	8,0	13,0	24,0	68,0	44,0	44,312	0,701	34,785	105,232	15,281	1,541	36,235	2381,090	170,078	7,330	258,202	21,666	340,801
%30HE280B	84,0	280,0	10,5	18,0	24,0	66,0	42,0	59,802	0,707	46,945	148,776	21,394	1,577	54,547	3296,721	235,480	7,425	357,242	56,979	902,622

Tablo 4.20. (Devam) %30 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%30HE280C	88,5	284,0	14,5	25,5	24,0	63,0	39,0	84,027	0,724	65,961	232,943	33,085	1,665	89,882	4873,622	343,213	7,616	520,611	163,372	2674,43
%30HE280M	93,0	288,0	18,5	33,0	24,0	60,0	36,0	108,612	0,741	85,261	341,940	47,991	1,774	133,828	6578,109	456,813	7,782	693,034	357,658	6040,26
%30HE300AA	84,9	300,0	7,5	10,5	27,0	74,4	47,4	40,209	0,747	31,564	115,546	15,854	1,695	34,853	2366,557	157,770	7,672	240,357	12,623	222,98
%30HE300A	87,0	300,0	8,5	14,0	27,0	73,0	46,0	51,334	0,751	40,297	139,140	18,816	1,646	45,043	3154,483	210,299	7,839	319,535	28,934	523,23
%30HE300B	90,0	300,0	11,0	19,0	27,0	71,0	44,0	67,939	0,757	53,332	192,902	25,854	1,685	66,082	4280,750	285,383	7,938	433,256	71,740	1305,35
%30HE300C	96,0	305,0	16,0	29,0	27,0	67,0	40,0	102,299	0,779	80,305	330,322	43,554	1,797	120,434	6865,966	450,227	8,192	683,109	257,103	4867,01
%30HE300M	102,0	310,0	21,0	39,0	27,0	63,0	36,0	137,259	0,801	107,748	520,822	67,637	1,948	191,181	9696,289	625,567	8,405	949,093	632,411	12416,48
%30HE320AA	90,3	300,0	8,0	11,0	27,0	79,3	52,3	42,473	0,757	33,341	146,369	18,958	1,856	40,578	2479,289	165,286	7,640	251,907	14,663	258,24
%30HE320A	93,0	300,0	9,0	15,5	27,0	77,5	50,5	56,604	0,763	44,434	177,928	22,592	1,773	53,914	3492,243	232,816	7,855	353,614	39,122	710,77
%30HE320B	96,0	300,0	11,5	20,5	27,0	75,5	48,5	73,311	0,769	57,549	242,084	30,501	1,817	77,126	4618,601	307,907	7,937	467,432	89,979	1641,97
%30HE320C	102,0	305,0	16,0	30,5	27,0	71,5	44,5	107,594	0,791	84,461	394,106	48,831	1,914	134,194	7220,778	473,494	8,192	718,282	298,217	5664,60
%30HE320M	107,7	309,0	21,0	40,0	27,0	67,7	40,7	140,946	0,810	110,643	602,468	73,750	2,067	205,869	9849,120	637,484	8,359	967,446	680,099	13286,25
%30HE340AA	96,0	300,0	8,5	11,5	27,0	84,5	57,5	44,811	0,769	35,177	184,669	22,594	2,030	47,195	2592,042	172,803	7,605	263,493	16,939	297,70
%30HE340A	99,0	300,0	9,5	16,5	27,0	82,5	55,5	60,466	0,775	47,466	223,950	26,790	1,925	62,681	3717,528	247,835	7,841	376,485	47,279	860,07
%30HE340B	102,0	300,0	12,0	21,5	27,0	80,5	53,5	77,289	0,781	60,672	299,428	35,563	1,968	87,822	4843,990	322,933	7,917	490,412	104,021	1899,92
%30HE340M	113,1	309,0	21,0	40,0	27,0	73,1	46,1	142,080	0,821	111,533	682,612	78,991	2,192	215,792	9849,537	637,510	8,326	968,042	681,766	13320,31
%30HE360AA	101,7	300,0	9,0	12,0	27,0	89,7	62,7	47,202	0,780	37,053	229,976	26,678	2,207	54,570	2704,817	180,321	7,570	275,111	19,460	341,75
%30HE360A	105,0	300,0	10,0	17,5	27,0	87,5	60,5	64,379	0,787	50,537	278,324	31,486	2,079	72,355	3942,838	262,856	7,826	399,389	56,510	1029,65
%30HE360B	108,0	300,0	12,5	22,5	27,0	85,5	58,5	81,316	0,793	63,833	366,382	41,172	2,123	99,497	5069,413	337,961	7,896	513,432	119,473	2184,88
%30HE360M	118,5	308,0	21,0	40,0	27,0	78,5	51,5	142,814	0,830	112,109	771,234	84,667	2,324	225,896	9754,781	633,427	8,265	962,467	681,300	13231,67
%30HE400AA	113,4	300,0	9,5	13,0	27,0	100,4	73,4	51,667	0,804	40,559	332,852	34,790	2,538	69,339	2930,156	195,344	7,531	298,139	24,839	441,03
%30HE400A	117,0	300,0	11,0	19,0	27,0	98,0	71,0	70,909	0,811	55,663	415,629	42,445	2,421	93,385	4281,049	285,403	7,770	434,072	72,938	1331,99
%30HE400B	120,0	300,0	13,5	24,0	27,0	96,0	69,0	88,089	0,817	69,150	532,663	54,060	2,459	124,445	5407,881	360,525	7,835	548,373	146,113	2678,09



Tablo 4.20. (Devam) %30 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>k</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%30HE400M	129,6	307,0	21,0	40,0	27,0	89,6	62,6	144,745	0,850	113,625	984,823	97,882	2,608	248,951	9661,082	629,386	8,170	957,541	682,593	13198,43
%30HE450AA	127,5	300,0	10,0	13,5	27,0	114,0	87,0	55,029	0,832	43,198	491,996	46,060	2,990	88,584	3043,059	202,871	7,436	310,051	28,404	510,23
%30HE450A	132,0	300,0	11,5	21,0	27,0	111,0	84,0	78,894	0,841	61,932	618,259	56,121	2,799	120,391	4731,551	315,437	7,744	479,856	98,237	1812,21
%30HE450B	135,0	300,0	14,0	26,0	27,0	109,0	82,0	96,389	0,847	75,665	779,275	70,398	2,843	156,842	5858,607	390,574	7,796	594,418	185,730	3433,91
%30HE450M	143,4	307,0	21,0	40,0	27,0	103,4	76,4	147,643	0,878	115,900	1313,693	116,977	2,983	281,608	9662,147	629,456	8,090	959,062	686,853	13343,15
%30HE500AA	141,6	300,0	10,5	14,0	27,0	127,6	100,6	58,527	0,860	45,944	699,112	59,400	3,456	111,359	3156,015	210,401	7,343	322,047	32,364	592,92
%30HE500A	147,0	300,0	12,0	23,0	27,0	124,0	97,0	87,009	0,871	68,302	883,745	72,260	3,187	151,826	5182,116	345,474	7,717	525,728	128,812	2400,73
%30HE500B	150,0	300,0	14,5	28,0	27,0	122,0	95,0	104,819	0,877	82,283	1098,539	89,498	3,237	194,131	6309,420	420,628	7,758	640,568	231,918	4329,02
%30HE500M	157,2	306,0	21,0	40,0	27,0	117,2	90,2	150,141	0,903	117,861	1716,762	138,703	3,381	317,708	9569,269	625,442	7,983	954,454	688,980	13398,88
%30HE550AA	156,6	300,0	11,5	15,0	27,0	141,6	114,6	64,413	0,890	50,564	1015,979	78,974	3,972	145,472	3381,939	225,463	7,246	345,868	40,929	772,84
%30HE550A	162,0	300,0	12,5	24,0	27,0	138,0	111,0	92,379	0,901	72,517	1222,317	91,038	3,638	185,106	5407,767	360,518	7,651	549,233	147,224	2775,11
%30HE550B	165,0	300,0	15,0	29,0	27,0	136,0	109,0	110,529	0,907	86,765	1501,667	111,489	3,686	233,186	6535,356	435,690	7,689	664,384	259,190	4892,52
%30HE550M	171,6	306,0	21,0	40,0	27,0	131,6	104,6	153,165	0,932	120,234	2225,777	164,159	3,812	359,929	9570,381	625,515	7,905	956,041	693,425	13630,80
%30HE600AA	171,3	300,0	12,0	15,5	27,0	155,8	128,8	68,325	0,919	53,635	1369,982	98,219	4,478	178,493	3495,074	233,005	7,152	358,123	46,213	908,21
%30HE600A	177,0	300,0	13,0	25,0	27,0	152,0	125,0	97,889	0,931	76,843	1645,236	112,654	4,100	223,183	5633,498	375,567	7,586	572,843	167,381	3201,35
%30HE600B	180,0	300,0	15,5	30,0	27,0	150,0	123,0	116,379	0,937	91,357	2001,061	136,634	4,147	277,532	6761,399	450,760	7,622	688,321	288,619	5527,17
%30HE600M	186,0	305,0	21,0	40,0	27,0	146,0	119,0	155,789	0,959	122,294	2828,953	192,218	4,261	405,925	9478,162	621,519	7,800	951,519	695,737	13786,79
%30HE650AA	189,6	300,0	12,5	16,0	27,0	173,6	146,6	72,829	0,956	57,171	1906,225	124,793	5,116	224,169	3608,347	240,556	7,039	370,624	52,262	1092,92
%30HE650A	194,4	300,0	13,5	26,0	27,0	168,4	141,4	103,863	0,966	81,532	2245,384	140,731	4,650	272,055	5859,366	390,624	7,511	596,672	189,571	3703,45
%30HE650B	186,0	300,0	16,0	31,0	27,0	155,0	128,0	120,929	0,949	94,929	2265,295	150,148	4,328	302,952	6987,252	465,817	7,601	711,810	319,073	6149,75
%30HE650M	192,0	305,0	21,0	40,0	27,0	152,0	125,0	157,049	0,971	123,283	3110,871	204,704	4,451	426,508	9478,625	621,549	7,769	952,180	697,589	13919,06
%30HE700AA	195,0	300,0	13,0	17,0	27,0	178,0	151,0	77,269	0,967	60,656	2144,826	136,863	5,269	246,086	3833,974	255,598	7,044	393,941	62,166	1317,07
%30HE700A	200,4	300,0	14,5	27,0	27,0	173,4	146,4	109,272	0,978	85,778	2606,936	159,655	4,884	306,058	6085,726	405,715	7,463	620,770	214,451	4243,44
%30HE700B	204,0	300,0	17,0	32,0	27,0	172,0	145,0	128,369	0,985	100,770	3135,561	190,926	4,942	373,210	7214,451	480,963	7,497	736,974	355,848	7050,81

Tablo 4.20. (Devam) %30 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%30HE700M	208,8	304,0	21,0	40,0	27,0	168,8	141,8	160,177	1,002	125,739	3996,352	241,929	4,995	487,584	9387,201	617,579	7,655	947,943	700,642	14217,68
%30HE800AA	201,0	300,0	14,0	18,0	30,0	183,0	153,0	83,483	0,976	65,534	2496,014	155,582	5,468	280,602	4062,658	270,844	6,976	419,259	75,058	1632,99
%30HE800A	207,0	300,0	15,0	28,0	30,0	179,0	149,0	114,713	0,988	90,050	2953,291	175,710	5,074	336,833	6314,047	420,936	7,419	645,554	239,658	4789,97
%30HE800B	210,0	300,0	17,5	33,0	30,0	177,0	147,0	133,838	0,994	105,063	3501,018	207,739	5,115	405,761	7443,349	496,223	7,458	762,020	390,990	7816,77
%30HE800M	214,8	303,0	21,0	40,0	30,0	174,8	144,8	161,771	1,010	126,990	4347,498	256,049	5,184	512,177	9298,851	613,786	7,582	944,006	700,361	14265,23
%30HE900AA	218,4	300,0	15,0	20,0	30,0	198,4	168,4	93,623	1,011	73,494	3383,677	195,589	6,012	352,010	4514,592	300,973	6,944	466,646	102,320	2348,52
%30HE900A	223,2	300,0	16,0	30,0	30,0	193,2	163,2	124,775	1,021	97,948	3897,679	216,682	5,589	410,783	6766,165	451,078	7,364	693,044	296,378	6089,33
%30HE900B	231,0	300,0	18,5	35,0	30,0	196,0	166,0	145,123	1,036	113,921	4865,850	264,452	5,790	506,611	7896,392	526,426	7,376	810,432	470,117	9750,68
%30HE900M	237,0	302,0	21,0	40,0	30,0	197,0	167,0	166,033	1,052	130,336	5828,015	311,905	5,925	604,412	9209,058	609,871	7,448	940,404	705,081	14870,26
%30HE1000AA	240,0	300,0	16,0	21,0	30,0	219,0	189,0	101,903	1,054	79,994	4691,738	250,112	6,785	447,588	4742,046	316,136	6,822	492,195	122,511	3111,76
%30HE1000A	244,2	300,0	16,5	31,0	30,0	213,2	183,2	132,041	1,063	103,652	5218,138	266,884	6,286	497,473	6992,838	466,189	7,277	717,786	329,834	7078,43
%30HE1000B	247,8	300,0	19,0	36,0	30,0	211,8	181,8	152,105	1,070	119,402	6125,865	311,919	6,346	589,130	8123,467	541,564	7,308	835,373	514,985	11060,11
%30HE1000M	252,6	302,0	21,0	40,0	30,0	212,6	182,6	169,309	1,083	132,907	7045,924	354,626	6,451	675,514	9210,262	609,951	7,376	942,124	709,896	15478,92

Tablo 4.21. %30 IPE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%30 IPE AA 80	23.4	46.0	3.2	4.2	5.0	19.2	14.2	2.654	0.135	2.083	0.856	0.464	0.568	0.928	3.421	1.487	1.135	2.300	0.135	0.059
%30 IPE A 80	23.4	46.0	3.3	4.2	5.0	19.2	14.2	2.673	0.135	2.098	0.877	0.477	0.573	0.949	3.422	1.488	1.131	2.304	0.137	0.060
%30 IPE 80	24.0	46.0	3.8	5.2	5.0	18.8	13.8	3.214	0.136	2.523	1.058	0.569	0.574	1.171	4.237	1.842	1.148	2.851	0.250	0.110
%30 IPE AA 100	29.3	55.0	3.6	4.5	7.0	24.8	17.8	3.577	0.163	2.808	1.907	0.824	0.730	1.609	6.276	2.282	1.325	3.554	0.206	0.131
%30 IPE A 100	29.4	55.0	3.6	4.7	7.0	24.7	17.7	3.685	0.163	2.892	1.933	0.830	0.724	1.638	6.553	2.383	1.334	3.705	0.229	0.146
%30 IPE 100	30.0	55.0	4.1	5.7	7.0	24.3	17.3	4.342	0.164	3.408	2.281	0.971	0.725	1.968	7.948	2.890	1.353	4.489	0.395	0.252
%30 IPE AA 120	35.1	64.0	3.8	4.8	7.0	30.3	23.3	4.434	0.192	3.480	3.524	1.261	0.892	2.400	10.528	3.290	1.541	5.097	0.291	0.255
%30 IPE A 120	35.3	64.0	3.8	5.1	7.0	30.2	23.2	4.621	0.193	3.628	3.586	1.273	0.881	2.454	11.184	3.495	1.556	5.404	0.338	0.295
%30 IPE 120	36.0	64.0	4.4	6.3	7.0	29.7	22.7	5.549	0.194	4.356	4.295	1.511	0.880	2.997	13.817	4.318	1.578	6.674	0.618	0.539
%30 IPE AA 140	41.0	73.0	3.8	5.2	7.0	35.8	28.8	5.366	0.222	4.212	5.746	1.740	1.035	3.283	16.903	4.631	1.775	7.130	0.408	0.466
%30 IPE A 140	41.2	73.0	3.8	5.6	7.0	35.6	28.6	5.652	0.222	4.437	5.862	1.759	1.018	3.370	18.199	4.986	1.794	7.662	0.492	0.561
%30 IPE 140	42.0	73.0	4.7	6.9	7.0	35.1	28.1	6.897	0.224	5.414	7.378	2.211	1.034	4.320	22.435	6.146	1.804	9.469	0.921	1.053
%30 IPE AA 160	46.9	82.0	4.0	5.6	9.0	41.3	32.3	6.592	0.250	5.175	9.177	2.416	1.180	4.566	25.818	6.297	1.979	9.718	0.568	0.825
%30 IPE A 160	47.1	82.0	4.0	5.9	9.0	41.2	32.2	6.834	0.250	5.364	9.302	2.434	1.167	4.646	27.197	6.633	1.995	10.222	0.649	0.939
%30 IPE 160	48.0	82.0	5.0	7.4	9.0	40.6	31.6	8.446	0.252	6.630	11.837	3.091	1.184	6.021	34.124	8.323	2.010	12.850	1.277	1.853
%30 IPE AA 180	52.9	91.0	4.3	6.2	9.0	46.7	37.7	7.999	0.280	6.279	14.228	3.313	1.334	6.215	39.036	8.579	2.209	13.196	0.847	1.520
%30 IPE A 180	53.1	91.0	4.3	6.5	9.0	46.6	37.6	8.266	0.280	6.489	14.402	3.334	1.320	6.312	40.919	8.993	2.225	13.817	0.957	1.711
%30 IPE 180	54.0	91.0	5.3	8.0	9.0	46.0	37.0	10.066	0.282	7.902	18.013	4.165	1.338	8.034	50.381	11.073	2.237	17.047	1.781	3.196
%30 IPE O 180	54.6	92.0	6.0	9.0	9.0	45.6	36.6	11.364	0.285	8.920	20.637	4.763	1.348	9.300	58.581	12.735	2.270	19.629	2.564	4.697
%30 IPE AA 200	58.9	100.0	4.5	6.7	12.0	52.2	40.2	9.668	0.308	7.589	20.736	4.318	1.465	8.198	56.055	11.211	2.408	17.319	1.161	2.523
%30 IPE A 200	59.1	100.0	4.5	7.0	12.0	52.1	40.1	9.963	0.308	7.821	20.965	4.344	1.451	8.316	58.554	11.711	2.424	18.068	1.302	2.817
%30 IPE 200	60.0	100.0	5.6	8.5	12.0	51.5	39.5	12.002	0.310	9.422	26.300	5.458	1.480	10.580	71.126	14.225	2.434	21.992	2.349	5.110
%30 IPE O 200	60.6	102.0	6.2	9.5	12.0	51.1	39.1	13.476	0.315	10.579	29.574	6.112	1.481	12.009	84.352	16.540	2.502	25.558	3.321	7.472
%30 IPE AA 220	64.9	110.0	4.7	7.4	12.0	57.5	45.5	11.461	0.340	8.997	29.257	5.497	1.598	10.425	82.316	14.967	2.680	23.014	1.685	4.407
%30 IPE A 220	65.1	110.0	5.0	7.7	12.0	57.4	45.4	11.958	0.340	9.387	31.059	5.849	1.612	11.099	85.663	15.575	2.676	23.971	1.913	5.018
%30 IPE 220	66.0	110.0	5.9	9.2	12.0	56.8	44.8	14.089	0.342	11.060	37.176	6.984	1.624	13.478	102.368	18.612	2.695	28.672	3.244	8.518
%30 IPE O 220	66.6	112.0	6.6	10.2	12.0	56.4	44.4	15.764	0.347	12.375	42.023	7.880	1.633	15.369	119.806	21.394	2.757	32.971	4.502	12.211
%30 IPE AA 240	70.9	120.0	4.8	8.0	15.0	62.9	47.9	13.586	0.369	10.665	39.452	6.742	1.704	13.008	115.654	19.276	2.918	29.718	2.280	7.065
%30 IPE A 240	71.1	120.0	5.2	8.3	15.0	62.8	47.8	14.191	0.369	11.140	42.476	7.291	1.730	14.027	120.012	20.002	2.908	30.879	2.581	8.034
%30 IPE 240	72.0	120.0	6.2	9.8	15.0	62.2	47.2	16.582	0.371	13.017	51.091	8.771	1.755	17.077	141.722	23.620	2.923	36.501	4.259	13.294
%30 IPE O 240	72.6	122.0	7.0	10.8	15.0	61.8	46.8	18.468	0.376	14.497	58.040	9.966	1.773	19.532	164.133	26.907	2.981	41.605	5.829	18.776

Tablo 4.21. (Devam) %30 IPE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>t</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>t</sub> mm	h <sub>t</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%30 IPE A 270	80,1	135,0	5,5	8,7	15,0	71,4	56,4	16,638	0,417	13,061	64,756	9,834	1,973	18,583	178,912	26,505	3,279	40,768	3,359	13,260
%30 IPE 270	81,0	135,0	6,6	10,2	15,0	70,8	55,8	19,409	0,419	15,236	78,046	11,874	2,005	22,664	209,805	31,082	3,288	47,887	5,454	21,624
%30 IPE O 270	82,2	136,0	7,5	12,2	15,0	70,0	55,0	22,808	0,424	17,904	90,941	13,729	1,997	26,841	256,547	37,728	3,354	58,083	9,216	36,885
%30 IPE A 300	89,1	150,0	6,1	9,2	15,0	79,9	64,9	19,640	0,465	15,417	98,588	13,495	2,241	25,087	259,373	34,583	3,634	53,111	4,498	22,055
%30 IPE 300	90,0	150,0	7,1	10,7	15,0	79,3	64,3	22,646	0,467	17,777	115,600	15,816	2,259	29,745	301,710	40,228	3,650	61,853	7,071	34,742
%30 IPE O 300	91,2	152,0	8,0	12,7	15,0	78,5	63,5	26,550	0,474	20,842	133,471	18,107	2,242	34,839	372,599	49,026	3,746	75,321	11,718	58,643
%30 IPE A 330	98,1	160,0	6,5	10,0	18,0	88,1	70,1	23,117	0,501	18,147	140,191	17,435	2,463	32,551	342,428	42,804	3,849	65,942	6,140	34,600
%30 IPE 330	99,0	160,0	7,5	11,5	18,0	87,5	69,5	26,353	0,503	20,687	162,720	20,237	2,485	38,145	393,839	49,230	3,866	75,911	9,342	52,763
%30 IPE O 330	100,2	162,0	8,5	13,5	18,0	86,7	68,7	30,630	0,509	24,045	188,043	23,242	2,478	44,616	479,850	59,241	3,958	91,290	15,061	86,563
%30 IPE A 360	107,3	170,0	6,6	11,5	18,0	95,8	77,8	27,262	0,539	21,401	188,229	21,246	2,628	40,013	471,962	55,525	4,161	85,149	9,536	60,247
%30 IPE 360	108,0	170,0	8,0	12,7	18,0	95,3	77,3	30,605	0,547	24,025	225,244	25,676	2,713	48,272	521,419	61,343	4,128	94,398	13,234	84,825
%30 IPE O 360	109,2	172,0	9,2	14,7	18,0	94,5	76,5	35,369	0,547	27,764	262,366	29,821	2,724	56,864	625,140	72,691	4,204	111,920	20,665	135,100
%30 IPE A 400	119,1	180,0	7,0	12,0	21,0	107,1	86,1	30,990	0,580	24,327	272,290	27,773	2,964	51,924	585,069	65,008	4,345	100,062	11,593	83,768
%30 IPE 400	120,0	180,0	8,6	13,5	21,0	106,5	85,5	35,352	0,582	27,751	330,465	34,036	3,057	63,624	658,488	73,165	4,316	113,021	17,020	125,308
%30 IPE O 400	121,2	182,0	9,7	15,5	21,0	105,7	84,7	40,356	0,588	31,679	377,804	38,761	3,060	73,392	781,510	83,880	4,401	132,648	25,807	192,919
%30 IPE V 400	122,4	182,0	10,6	17,5	21,0	104,9	83,9	44,862	0,591	35,217	419,189	42,812	3,057	82,203	882,390	96,966	4,435	149,755	36,678	272,936
%30 IPE A 450	134,1	190,0	7,6	13,1	21,0	121,0	100,0	35,979	0,630	28,243	418,781	38,133	3,412	70,320	750,875	79,039	4,568	121,582	16,008	132,384
%30 IPE 450	135,0	190,0	9,4	14,6	21,0	120,4	99,4	40,950	0,632	32,146	509,211	46,936	3,526	86,492	837,308	88,138	4,522	136,202	23,044	196,283
%30 IPE O 450	136,8	192,0	11,0	17,6	21,0	119,2	98,2	48,797	0,640	38,305	606,808	55,621	3,526	104,177	1041,672	108,507	4,620	167,736	40,180	345,502
%30 IPE V 450	138,0	194,0	12,4	19,6	21,0	118,4	97,4	54,598	0,646	42,860	688,668	63,098	3,552	119,138	1196,979	123,400	4,682	191,029	56,216	493,368
%30 IPE A 500	149,1	200,0	8,4	14,5	21,0	134,6	113,6	42,199	0,680	33,126	629,639	51,890	3,863	94,884	969,121	96,912	4,792	149,057	22,983	216,360
%30 IPE 500	150,0	200,0	10,2	16,0	21,0	134,0	113,0	47,561	0,682	37,335	752,092	62,705	3,977	114,685	1069,960	106,996	4,743	165,339	32,047	311,960
%30 IPE O 500	151,8	202,0	12,0	19,0	21,0	132,8	111,8	56,209	0,690	44,124	895,931	74,473	3,992	137,937	1309,417	129,645	4,827	200,623	53,833	530,913
%30 IPE V 500	154,2	204,0	14,2	23,0	21,0	131,2	110,2	67,443	0,698	52,943	1081,533	89,422	4,005	168,522	1633,241	160,122	4,921	248,138	95,258	948,436
%30 IPE A 550	164,1	210,0	9,0	15,7	24,0	148,4	124,4	48,798	0,728	38,307	894,867	67,221	4,282	122,810	1215,454	115,757	4,991	178,535	30,695	326,130
%30 IPE 550	165,0	210,0	11,1	17,2	24,0	147,8	123,8	54,998	0,729	43,173	1079,206	82,280	4,430	150,088	1332,538	126,908	4,922	196,880	42,357	472,588
%30 IPE O 550	166,8	212,0	12,7	20,2	24,0	146,6	122,6	63,914	0,737	50,173	1253,384	95,092	4,428	175,479	1610,295	151,915	5,019	235,774	68,256	764,315
%30 IPE V 550	169,8	216,0	17,1	25,2	24,0	144,6	120,6	81,631	0,751	64,080	1687,470	128,874	4,547	240,099	2127,626	197,002	5,105	307,942	139,323	1659,519
%30 IPE A 600	179,1	220,0	9,8	17,5	24,0	161,6	137,6	56,809	0,778	44,595	1258,208	86,910	4,706	158,341	1557,204	141,564	5,236	218,167	44,372	525,538
%30 IPE 600	180,0	220,0	12,0	19,0	24,0	161,0	137,0	63,592	0,779	49,920	1505,048	105,558	4,865	192,012	1691,943	153,813	5,158	238,505	59,573	745,096
%30 IPE O 600	183,0	224,0	15,0	24,0	24,0	159,0	135,0	80,082	0,793	62,865	1914,697	133,695	4,890	247,043	2256,946	201,513	5,309	313,179	121,107	1547,754
%30 IPE V 600	185,4	228,0	18,0	28,0	24,0	157,4	133,4	94,644	0,806	74,296	2315,433	161,755	4,946	301,707	2778,798	243,754	5,419	380,188	197,434	2622,557

Tablo 4.20. ve Tablo 4.21.'de enkesit özellikleri verilen %30 HE ve %30 IPE kesitlerden beş adet profil seçilmiş ve bu profillerin el ile hesaplanan kesit özellikleri Autocad programından alınan kesit özellikleri ile karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.22.'de gösterildi.

Tablo 4.22. %30 profillerin farklılık yüzdeleri

	Farklılık Yüzdesi, %					
	A	$I_x$	$W_{px}$	$i_x$	$I_y$	$i_y$
%30HE300A	0,000	0,000	0,033	0,000	0,000	0,000
%30HE300B	0,000	0,000	-0,022	0,000	0,000	0,000
%30HE300C	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
%30HE300M	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000
%30 IPE 300	0,000	0,000	-0,011	0,000	0,000	0,000

Tablo 4.22.'deki farklılık yüzdeleri incelendiğinde maksimum farklılık oranının %0,033 ile %30HE300A kesitinin x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerine ait olduğu görülmektedir.

#### 4.2.3. %60 - %40 oranında bölünen düz başlıklı T-kesitler için profil tabloları

Düz başlıklı I-kesitlerin gövdelerinden % 60 - % 40 oranında bölünmesiyle elde edilen T-kesitlere ait profil tabloları oluşturuldu. %60 HE kesitlere ait kesit tablosu Tablo 4.23'de, %60 IPE kesitlere ait kesit tabloları Tablo 4.24'de verildi. %60 - %40 oranındaki T kesitlere ait hesaplanan değerler Sap2000 programından alınan veriler ile karşılaştırıldı. Bu karşılaştırmada, Sap2000 programından alınan verilerde IPEA, IPEO ve IPEV kesitlerine ait değerler bulunmadığı için sadece IPE kesitler için hesaplanan değerler karşılaştırıldı. Yine Sap2000 programından alınan verilerde HEAA ve HEC kesitler için değerler bulunmadığından HEA, HEB ve HEM kesitlerinin değerleri karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri tablolaştırıldı. %60 HE kesitlere ait farklılık yüzdeleri Tablo 4.25.'de ve %60 IPE kesitlere ait farklılık yüzdeleri Tablo 4.26.'da verildi.

Tablo 4.23. %60 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ex</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sup>px</sup> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ey</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sup>py</sup> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%60HE100AA	54,6	100,0	4,2	5,5	12,0	49,1	37,1	8,180	0,299	6,421	15,514	3,482	1,377	6,542	46,036	9,207	2,372	14,262	0,676	0,001
%60HE100A	57,6	100,0	5,0	8,0	12,0	49,6	37,6	11,098	0,305	8,712	21,245	4,540	1,384	8,915	66,915	13,383	2,455	20,630	1,913	0,004
%60HE100B	60,0	100,0	6,0	10,0	12,0	50,0	38,0	13,618	0,310	10,690	27,887	5,805	1,431	11,647	83,654	16,731	2,478	25,801	3,693	0,008
%60HE100C	66,0	103,0	9,0	15,0	12,0	51,0	39,0	20,658	0,328	16,217	51,455	10,116	1,578	20,912	137,251	26,651	2,578	41,260	12,827	0,030
%60HE100M	72,0	106,0	12,0	20,0	12,0	52,0	40,0	28,058	0,346	22,026	83,761	15,594	1,728	32,738	199,748	37,688	2,668	58,588	31,262	0,078
%60HE120AA	65,4	120,0	4,2	5,5	12,0	59,9	47,9	9,734	0,360	7,641	27,272	5,064	1,674	9,265	79,410	13,235	2,856	20,360	0,813	0,003
%60HE120A	68,4	120,0	5,0	8,0	12,0	60,4	48,4	13,238	0,366	10,392	36,608	6,504	1,663	12,386	115,460	19,243	2,953	29,498	2,300	0,007
%60HE120B	72,0	120,0	6,5	11,0	12,0	61,0	49,0	17,783	0,374	13,960	53,174	9,138	1,729	17,972	158,788	26,465	2,988	40,611	5,882	0,018
%60HE120C	78,0	123,0	9,5	16,0	12,0	62,0	50,0	26,188	0,392	20,558	92,065	15,099	1,875	30,642	248,931	40,477	3,083	62,374	18,566	0,061
%60HE120M	84,0	126,0	12,5	21,0	12,0	63,0	51,0	34,953	0,410	27,438	142,932	22,402	2,022	46,350	351,615	55,812	3,172	86,362	42,998	0,150
%60HE140AA	76,8	140,0	4,3	6,0	12,0	70,8	58,8	12,062	0,423	9,469	46,071	7,219	1,954	13,062	137,422	19,632	3,375	30,026	1,196	0,005
%60HE140A	79,8	140,0	5,5	8,5	12,0	71,3	59,3	16,440	0,429	12,905	64,370	9,787	1,979	18,236	194,679	27,811	3,441	42,525	3,261	0,014
%60HE140B	84,0	140,0	7,0	12,0	12,0	72,0	60,0	22,458	0,438	17,630	92,215	13,494	2,026	26,173	274,873	39,268	3,498	60,064	8,887	0,037
%60HE140C	90,0	143,0	10,0	17,0	12,0	73,0	61,0	32,228	0,456	25,299	151,994	21,380	2,172	42,777	415,267	58,079	3,590	89,208	25,852	0,115
%60HE140M	96,0	146,0	13,0	22,0	12,0	74,0	62,0	42,358	0,474	33,251	227,489	30,784	2,317	62,893	572,465	78,420	3,676	120,932	57,240	0,268
%60HE160AA	88,8	160,0	4,5	7,0	15,0	81,8	66,8	15,847	0,485	12,440	75,830	10,169	2,188	18,628	239,375	29,922	3,887	45,755	2,078	0,011
%60HE160A	91,2	160,0	6,0	9,0	15,0	82,2	67,2	20,298	0,490	15,934	105,341	13,999	2,278	25,945	307,814	38,477	3,894	58,953	4,480	0,025
%60HE160B	96,0	160,0	8,0	13,0	15,0	83,0	68,0	28,406	0,499	22,298	157,120	20,158	2,352	38,679	444,686	55,586	3,957	85,238	13,134	0,073
%60HE160C	102,0	163,0	11,0	18,0	15,0	84,0	69,0	39,546	0,517	31,043	245,102	30,341	2,490	59,922	651,377	79,924	4,059	122,956	35,414	0,205
%60HE160M	108,0	166,0	14,0	23,0	15,0	85,0	70,0	51,046	0,535	40,071	353,143	42,227	2,630	85,155	879,795	105,999	4,152	163,612	75,099	0,455
%60HE180AA	100,2	180,0	5,0	7,5	15,0	92,7	77,7	19,101	0,548	14,994	120,804	14,393	2,515	26,003	365,004	40,556	4,371	61,894	2,918	0,020
%60HE180A	102,6	180,0	6,0	9,5	15,0	93,1	78,1	23,652	0,552	18,567	152,709	17,881	2,541	32,904	462,333	51,370	4,421	78,401	5,815	0,040
%60HE180B	108,0	180,0	8,5	14,0	15,0	94,0	79,0	34,156	0,563	26,812	239,991	27,248	2,651	51,852	681,515	75,724	4,467	115,832	18,388	0,129
%60HE180C	114,0	183,0	11,5	19,0	15,0	95,0	80,0	46,661	0,581	36,629	362,796	39,917	2,788	78,098	972,424	106,276	4,565	163,093	46,656	0,340

Tablo 4.23. (Devam)%60 HE kesitler için enkesit tablosu

	d	b <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r <sub>f</sub>	h <sub>f</sub>	h	A	A <sub>L</sub>	G	I <sub>x</sub>	W <sup>ex</sup>	i <sub>k</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J	C <sub>w</sub>
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /m	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%60HE180M	120,0	186,0	14,5	24,0	15,0	96,0	81,0	59,526	0,599	46,728	510,422	54,462	2,928	108,808	1290,572	138,771	4,656	213,646	95,464	0,724
%60HE200AA	111,6	200,0	5,5	8,0	18,0	103,6	85,6	23,089	0,608	18,125	183,375	19,645	2,818	35,482	534,273	53,427	4,810	81,725	3,988	0,034
%60HE200A	114,0	200,0	6,5	10,0	18,0	104,0	86,0	28,151	0,613	22,098	227,287	23,959	2,841	43,956	667,798	66,780	4,871	102,110	7,619	0,065
%60HE200B	120,0	200,0	9,0	15,0	18,0	105,0	87,0	40,841	0,625	32,060	351,422	35,777	2,933	68,083	1001,806	100,181	4,953	153,311	25,052	0,216
%60HE200C	126,0	203,0	12,0	20,0	18,0	106,0	88,0	54,711	0,643	42,948	517,225	51,212	3,075	99,934	1397,319	137,667	5,054	211,254	60,239	0,540
%60HE200M	132,0	206,0	15,0	25,0	18,0	107,0	89,0	68,941	0,661	54,118	713,143	68,703	3,216	136,723	1826,225	177,303	5,147	272,846	119,329	1,109
%60HE220AA	123,0	220,0	6,0	8,5	18,0	114,5	96,5	26,961	0,671	21,164	267,267	26,036	3,149	46,599	755,283	68,662	5,293	104,857	5,328	0,055
%60HE220A	126,0	220,0	7,0	11,0	18,0	115,0	97,0	33,641	0,677	26,408	331,582	31,570	3,140	57,681	977,340	88,849	5,390	135,555	11,076	0,115
%60HE220B	132,0	220,0	9,5	16,0	18,0	116,0	98,0	47,611	0,689	37,374	497,005	45,861	3,231	86,733	1421,790	129,254	5,465	197,437	33,353	0,348
%60HE220C	138,0	223,0	12,5	21,0	18,0	117,0	99,0	62,846	0,707	49,334	714,845	64,330	3,373	124,642	1944,204	174,368	5,562	267,076	76,457	0,826
%60HE220M	144,0	226,0	15,5	26,0	18,0	118,0	100,0	78,441	0,725	61,576	968,567	85,029	3,514	167,964	2506,768	221,838	5,653	340,718	147,053	1,641
%60HE240AA	134,4	240,0	6,5	9,0	21,0	125,4	104,4	31,644	0,731	24,840	377,318	33,677	3,453	60,324	1038,574	86,548	5,729	132,428	6,980	0,087
%60HE240A	138,0	240,0	7,5	12,0	21,0	126,0	105,0	40,143	0,738	31,512	468,261	40,629	3,415	74,528	1384,485	115,374	5,873	176,170	15,596	0,193
%60HE240B	144,0	240,0	10,0	17,0	21,0	127,0	106,0	55,393	0,750	43,483	683,179	57,632	3,512	109,059	1961,529	163,461	5,951	249,809	43,537	0,541
%60HE240C	153,0	244,0	14,0	24,5	21,0	128,5	107,5	79,663	0,776	62,535	1087,031	88,325	3,694	173,395	2971,704	243,582	6,108	373,167	131,363	1,696
%60HE240M	162,0	248,0	18,0	32,0	21,0	130,0	109,0	104,653	0,802	82,152	1583,327	124,168	3,890	250,495	4077,624	328,841	6,242	505,153	296,154	3,975
%60HE260AA	146,4	260,0	6,5	9,5	24,0	136,9	112,9	36,071	0,792	28,316	493,839	40,183	3,700	72,260	1394,080	107,237	6,217	164,125	8,684	0,126
%60HE260A	150,0	260,0	7,5	12,5	24,0	137,5	113,5	45,285	0,799	35,548	608,533	48,282	3,666	88,799	1833,870	141,067	6,364	215,436	18,861	0,273
%60HE260B	156,0	260,0	10,0	17,5	24,0	138,5	114,5	61,822	0,811	48,530	879,901	68,098	3,773	128,863	2567,475	197,498	6,444	301,774	51,065	0,743
%60HE260C	165,0	264,0	14,0	25,0	24,0	140,0	116,0	88,072	0,837	69,137	1383,605	103,533	3,964	202,752	3840,759	290,967	6,604	445,516	150,305	2,267
%60HE260M	174,0	268,0	18,0	32,5	24,0	141,5	117,5	115,042	0,863	90,308	1993,865	144,458	4,163	290,417	5225,701	389,978	6,740	598,582	334,172	5,225
%60HE280AA	158,4	280,0	7,0	10,0	24,0	148,4	124,4	40,860	0,856	32,075	671,598	50,634	4,054	90,358	1832,199	130,871	6,696	200,008	11,030	0,187
%60HE280A	162,0	280,0	8,0	13,0	24,0	149,0	125,0	50,792	0,863	39,872	816,851	60,101	4,010	109,465	2381,436	170,103	6,847	259,498	23,048	0,388
%60HE280B	168,0	280,0	10,5	18,0	24,0	150,0	126,0	68,622	0,875	53,868	1156,899	83,109	4,106	155,566	3297,531	235,538	6,932	359,558	60,220	1,018

Tablo 4.23. (Devam)%60 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%60HE280C	177,0	284,0	14,5	25,5	24,0	151,5	127,5	96,860	0,901	76,035	1780,175	123,867	4,287	239,800	4875,871	343,371	7,095	525,263	172,366	3,013
%60HE280M	186,0	288,0	18,5	33,0	24,0	153,0	129,0	125,817	0,927	98,767	2525,230	170,453	4,480	338,826	6583,016	457,154	7,233	700,991	377,286	6,818
%60HE300AA	169,8	300,0	7,5	10,5	27,0	159,3	132,3	46,576	0,916	36,562	884,964	62,315	4,359	111,339	2366,855	157,790	7,129	241,551	13,816	0,269
%60HE300A	174,0	300,0	8,5	14,0	27,0	160,0	133,0	58,729	0,925	46,102	1077,403	73,715	4,283	134,765	3154,928	210,329	7,329	321,107	30,715	0,594
%60HE300B	180,0	300,0	11,0	19,0	27,0	161,0	134,0	77,839	0,937	61,104	1495,971	100,133	4,384	187,706	4281,748	285,450	7,417	435,978	75,733	1,469
%60HE300C	192,0	305,0	16,0	29,0	27,0	163,0	136,0	117,659	0,971	92,362	2496,494	160,366	4,606	313,925	6869,243	450,442	7,641	689,253	270,210	5,442
%60HE300M	204,0	310,0	21,0	39,0	27,0	165,0	138,0	158,679	1,005	124,563	3742,353	231,405	4,856	467,786	9704,161	626,075	7,820	960,339	663,899	13,888
%60HE320AA	180,6	300,0	8,0	11,0	27,0	169,6	142,6	49,697	0,938	39,012	1119,763	74,790	4,747	132,879	2479,674	165,312	7,064	253,352	16,205	0,326
%60HE320A	186,0	300,0	9,0	15,5	27,0	170,5	143,5	64,974	0,949	51,005	1382,307	88,824	4,612	162,195	3492,808	232,854	7,332	355,498	41,382	0,813
%60HE320B	192,0	300,0	11,5	20,5	27,0	171,5	144,5	84,351	0,961	66,216	1883,500	118,683	4,725	221,597	4619,818	307,988	7,401	470,606	94,846	1,869
%60HE320C	204,0	305,0	16,0	30,5	27,0	173,5	146,5	123,914	0,995	97,272	2993,791	181,045	4,915	352,921	7224,259	473,722	7,635	724,810	312,144	6,355
%60HE320M	215,4	309,0	21,0	40,0	27,0	175,4	148,4	163,563	1,026	128,397	4401,555	257,931	5,188	515,526	9857,432	638,021	7,763	979,320	713,346	15,032
%60HE340AA	192,0	300,0	8,5	11,5	27,0	180,5	153,5	52,971	0,961	41,583	1409,171	89,330	5,158	158,050	2592,533	172,836	6,996	265,227	18,904	0,395
%60HE340A	198,0	300,0	9,5	16,5	27,0	181,5	154,5	69,871	0,973	54,849	1742,537	105,814	4,994	192,130	3718,235	247,882	7,295	378,718	50,108	1,005
%60HE340B	204,0	300,0	12,0	21,5	27,0	182,5	155,5	89,529	0,985	70,280	2336,918	139,340	5,109	258,079	4845,459	323,031	7,357	494,084	109,896	2,210
%60HE340M	226,2	309,0	21,0	40,0	27,0	186,2	159,2	165,831	1,047	130,177	5095,083	284,577	5,543	559,559	9858,265	638,075	7,710	980,511	716,680	15,368
%60HE360AA	203,4	300,0	9,0	12,0	27,0	191,4	164,4	56,355	0,984	44,239	1748,940	105,583	5,571	186,300	2705,435	180,362	6,929	277,171	21,931	0,480
%60HE360A	210,0	300,0	10,0	17,5	27,0	192,5	165,5	74,879	0,997	58,780	2166,931	124,795	5,380	225,545	3943,713	262,914	7,257	402,014	60,010	1,231
%60HE360B	216,0	300,0	12,5	22,5	27,0	193,5	166,5	94,816	1,009	74,431	2864,755	162,190	5,497	298,383	5071,170	338,078	7,313	517,651	126,504	2,601
%60HE360M	237,0	308,0	21,0	40,0	27,0	197,0	170,0	167,699	1,067	131,644	5852,371	312,491	5,907	605,507	9763,926	634,021	7,630	975,532	717,881	15,614
%60HE400AA	226,8	300,0	9,5	13,0	27,0	213,8	186,8	62,440	1,030	49,015	2518,004	137,758	6,350	242,344	2930,966	195,398	6,851	300,697	28,080	0,667
%60HE400A	234,0	300,0	11,0	19,0	27,0	215,0	188,0	83,779	1,045	65,766	3227,680	169,084	6,207	302,664	4282,347	285,490	7,149	437,612	78,129	1,704
%60HE400B	240,0	300,0	13,5	24,0	27,0	216,0	189,0	104,289	1,057	81,867	4166,066	214,850	6,320	390,074	5410,342	360,689	7,203	553,841	155,955	3,402
%60HE400M	259,2	307,0	21,0	40,0	27,0	219,2	192,2	171,961	1,109	134,989	7633,928	374,150	6,663	707,839	9671,083	630,038	7,499	971,829	722,600	16,381



Tablo 4.23. (Devam)%60 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%60HE450AA	255,0	300,0	10,0	13,5	27,0	241,5	214,5	67,779	1,087	53,206	3676,299	181,787	7,365	319,379	3044,122	202,941	6,702	313,239	32,654	0,886
%60HE450A	264,0	300,0	11,5	21,0	27,0	243,0	216,0	94,074	1,105	73,848	4789,503	224,082	7,135	399,075	4733,224	315,548	7,093	484,220	104,929	2,425
%60HE450B	270,0	300,0	14,0	26,0	27,0	244,0	217,0	115,289	1,117	90,502	6083,923	281,035	7,264	506,227	5861,694	390,780	7,130	601,033	198,078	4,589
%60HE450M	286,8	307,0	21,0	40,0	27,0	246,8	219,8	177,757	1,164	139,539	10298,225	458,655	7,611	849,563	9673,213	630,177	7,377	974,872	731,120	17,745
%60HE500AA	283,2	300,0	10,5	14,0	27,0	269,2	242,2	73,395	1,143	57,615	5160,093	233,371	8,385	410,810	3157,381	210,492	6,559	325,950	37,828	1,192
%60HE500A	294,0	300,0	12,0	23,0	27,0	271,0	244,0	104,649	1,165	82,149	6824,191	288,800	8,075	512,614	5184,233	345,616	7,038	531,020	137,280	3,363
%60HE500B	300,0	300,0	14,5	28,0	27,0	272,0	245,0	126,569	1,177	99,357	8549,726	358,083	8,219	641,567	6313,231	420,882	7,063	648,452	247,161	6,097
%60HE500M	314,4	306,0	21,0	40,0	27,0	274,4	247,4	183,153	1,218	143,775	13479,702	551,325	8,579	1006,240	9581,401	626,235	7,233	971,785	737,507	19,298
%60HE550AA	313,2	300,0	11,5	15,0	27,0	298,2	271,2	82,422	1,203	64,701	7411,585	308,777	9,483	546,467	3383,924	225,595	6,408	351,045	48,867	1,840
%60HE550A	324,0	300,0	12,5	24,0	27,0	300,0	273,0	112,629	1,225	88,414	9361,646	363,473	9,117	642,586	5410,404	360,694	6,931	555,561	157,771	4,240
%60HE550B	330,0	300,0	15,0	29,0	27,0	301,0	274,0	135,279	1,237	106,194	11602,311	446,319	9,261	795,050	6539,996	436,000	6,953	673,665	277,753	7,517
%60HE550M	343,2	306,0	21,0	40,0	27,0	303,2	276,2	189,201	1,275	148,523	17408,120	656,859	9,592	1186,699	9583,624	626,381	7,117	974,960	746,398	21,419
%60HE600AA	342,6	300,0	12,0	15,5	27,0	327,1	300,1	88,881	1,262	69,772	9881,751	381,956	10,544	679,750	3497,541	233,169	6,273	364,290	56,080	2,500
%60HE600A	354,0	300,0	13,0	25,0	27,0	329,0	302,0	120,899	1,285	94,906	12494,756	448,800	10,166	792,146	5636,739	375,783	6,828	580,321	180,344	5,360
%60HE600B	360,0	300,0	15,5	30,0	27,0	330,0	303,0	144,279	1,297	113,259	15336,973	546,325	10,310	970,229	6766,985	451,132	6,849	699,133	310,963	9,310
%60HE600M	372,0	305,0	21,0	40,0	27,0	332,0	305,0	194,849	1,331	152,956	21969,628	770,788	10,618	1383,437	9492,516	622,460	6,980	972,025	753,155	23,830
%60HE650AA	372,0	300,0	12,5	16,0	27,0	356,0	329,0	95,629	1,321	75,069	12871,998	464,714	11,602	832,386	3611,315	240,754	6,145	377,749	64,137	3,385
%60HE650A	384,0	300,0	13,5	26,0	27,0	358,0	331,0	129,459	1,345	101,625	16297,350	545,314	11,220	962,524	5863,253	390,884	6,730	605,310	205,120	6,785
%60HE650B	390,0	300,0	16,0	31,0	27,0	359,0	332,0	153,569	1,357	120,552	19832,393	658,611	11,364	1168,320	6994,216	466,281	6,749	724,866	346,925	11,562
%60HE650M	400,8	305,0	21,0	40,0	27,0	360,8	333,8	200,897	1,388	157,704	27233,038	893,431	11,643	1597,513	9494,739	622,606	6,875	975,201	762,046	26,815
%60HE700AA	402,0	300,0	13,0	17,0	27,0	385,0	358,0	104,179	1,381	81,780	16620,101	560,546	12,631	1010,028	3837,764	255,851	6,069	402,687	77,325	4,640
%60HE700A	414,0	300,0	14,5	27,0	27,0	387,0	360,0	140,244	1,405	110,091	21387,861	674,189	12,349	1193,118	6091,153	406,077	6,590	631,997	236,157	9,131
%60HE700B	420,0	300,0	17,0	32,0	27,0	388,0	361,0	165,089	1,417	129,595	25723,178	804,658	12,483	1429,076	7223,294	481,553	6,615	752,580	391,221	15,143
%60HE700M	429,6	304,0	21,0	40,0	27,0	389,6	362,6	206,545	1,444	162,138	33190,171	1024,010	12,676	1827,813	9404,241	618,700	6,748	972,286	768,803	30,165

Tablo 4.23. (Devam) %60 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%60HE800AA	462,0	300,0	14,0	18,0	30,0	444,0	414,0	120,023	1,498	94,218	26082,367	783,585	14,741	1422,690	4068,626	271,242	5,822	432,048	98,931	8,179
%60HE800A	474,0	300,0	15,0	28,0	30,0	446,0	416,0	154,763	1,522	121,489	32331,426	905,555	14,454	1610,598	6321,556	421,437	6,391	660,573	269,695	13,241
%60HE800B	480,0	300,0	17,5	33,0	30,0	447,0	417,0	181,088	1,534	142,154	38544,583	1072,674	14,589	1911,884	7455,408	497,027	6,416	782,692	439,225	21,562
%60HE800M	488,4	303,0	21,0	40,0	30,0	448,4	418,4	219,227	1,557	172,093	47784,855	1316,246	14,764	2351,715	9319,966	615,179	6,520	974,171	784,821	38,800
%60HE900AA	522,0	300,0	15,0	20,0	30,0	502,0	472,0	139,163	1,618	109,243	39202,430	1058,635	16,784	1925,640	4523,131	301,542	5,701	483,723	136,475	14,083
%60HE900A	534,0	300,0	16,0	30,0	30,0	504,0	474,0	174,503	1,642	136,985	47871,288	1211,516	16,563	2169,465	6776,774	451,785	6,232	712,935	338,813	20,968
%60HE900B	540,0	300,0	18,5	35,0	30,0	505,0	475,0	202,288	1,654	158,796	56404,454	1419,549	16,698	2544,824	7912,696	527,513	6,254	836,871	535,332	33,127
%60HE900M	546,0	302,0	21,0	40,0	30,0	506,0	476,0	230,923	1,670	181,274	65355,084	1634,157	16,823	2931,623	9232,905	611,451	6,323	974,471	800,469	49,680
%60HE1000AA	582,0	300,0	16,0	21,0	30,0	561,0	531,0	156,623	1,738	122,949	55803,823	1380,242	18,876	2499,411	4753,719	316,915	5,509	514,083	169,205	22,974
%60HE1000A	594,0	300,0	16,5	31,0	30,0	563,0	533,0	189,758	1,762	148,960	66209,912	1530,323	18,679	2762,951	7005,933	467,062	6,076	741,595	382,212	29,744
%60HE1000B	600,0	300,0	19,0	36,0	30,0	564,0	534,0	219,023	1,774	171,933	77524,304	1783,049	18,814	3220,628	8143,599	542,907	6,098	867,159	595,509	46,308
%60HE1000M	604,8	302,0	21,0	40,0	30,0	564,8	534,8	243,271	1,788	190,968	86995,883	1991,029	18,911	3596,141	9237,443	611,751	6,162	980,954	818,620	63,691

Tablo 4.24. %60 IPE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%60 IPE AA 80	46,8	46,0	3,2	4,2	5,0	42,6	37,6	3,403	0,181	2,671	6,511	1,848	1,383	3,310	3,427	1,490	1,004	2,360	0,160	0,131
%60 IPE A 80	46,8	46,0	3,3	4,2	5,0	42,6	37,6	3,445	0,181	2,704	6,657	1,899	1,390	3,403	3,429	1,491	0,998	2,367	0,165	0,139
%60 IPE 80	48,0	46,0	3,8	5,2	5,0	42,8	37,8	4,126	0,184	3,239	8,152	2,274	1,406	4,091	4,248	1,847	1,015	2,938	0,294	0,238
%60 IPE AA 100	58,6	55,0	3,6	4,5	7,0	54,1	47,1	4,631	0,221	3,636	14,291	3,260	1,757	5,846	6,287	2,286	1,165	3,649	0,251	0,337
%60 IPE A 100	58,8	55,0	3,6	4,7	7,0	54,1	47,1	4,743	0,222	3,723	14,555	3,293	1,752	5,900	6,565	2,387	1,176	3,800	0,274	0,353
%60 IPE 100	60,0	55,0	4,1	5,7	7,0	54,3	47,3	5,572	0,224	4,374	17,406	3,868	1,767	6,949	7,965	2,896	1,196	4,615	0,464	0,571
%60 IPE AA 120	70,2	64,0	3,8	4,8	7,0	65,4	58,4	5,768	0,262	4,527	26,125	4,973	2,128	8,891	10,545	3,295	1,352	5,224	0,356	0,676
%60 IPE A 120	70,6	64,0	3,8	5,1	7,0	65,5	58,5	5,962	0,263	4,680	26,779	5,039	2,119	8,994	11,200	3,500	1,371	5,532	0,403	0,721
%60 IPE 120	72,0	64,0	4,4	6,3	7,0	65,7	58,7	7,133	0,266	5,599	32,573	6,019	2,137	10,765	13,843	4,326	1,393	6,848	0,720	1,227
%60 IPE AA 140	82,0	73,0	3,8	5,2	7,0	76,8	69,8	6,923	0,304	5,435	42,491	6,857	2,477	12,200	16,921	4,636	1,563	7,278	0,483	1,142
%60 IPE A 140	82,4	73,0	3,8	5,6	7,0	76,8	69,8	7,218	0,305	5,666	43,753	6,963	2,462	12,364	18,218	4,991	1,589	7,811	0,568	1,244
%60 IPE 140	84,0	73,0	4,7	6,9	7,0	77,1	70,1	8,871	0,308	6,964	55,655	8,796	2,505	15,690	22,471	6,156	1,592	9,701	1,066	2,395
%60 IPE AA 160	93,8	82,0	4,0	5,6	9,0	88,2	79,2	8,469	0,344	6,648	67,775	9,507	2,829	16,913	25,843	6,303	1,747	9,906	0,668	2,014
%60 IPE A 160	94,2	82,0	4,0	5,9	9,0	88,3	79,3	8,718	0,345	6,843	69,132	9,606	2,816	17,063	27,222	6,639	1,767	10,411	0,750	2,137
%60 IPE 160	96,0	82,0	5,0	7,4	9,0	88,6	79,6	10,846	0,348	8,514	88,975	12,270	2,864	21,889	34,174	8,335	1,775	13,150	1,477	4,282
%60 IPE AA 180	105,8	91,0	4,3	6,2	9,0	99,6	90,6	10,274	0,386	8,065	104,893	13,030	3,195	23,136	39,071	8,587	1,950	13,441	0,987	3,642
%60 IPE A 180	106,2	91,0	4,3	6,5	9,0	99,7	90,7	10,550	0,387	8,282	106,791	13,152	3,182	23,318	40,955	9,001	1,970	14,062	1,097	3,847
%60 IPE 180	108,0	91,0	5,3	8,0	9,0	100,0	91,0	12,928	0,390	10,148	134,949	16,518	3,231	29,409	50,448	11,087	1,975	17,426	2,049	7,331
%60 IPE O 180	109,2	92,0	6,0	9,0	9,0	100,2	91,2	14,640	0,395	11,492	155,623	18,950	3,260	33,816	58,679	12,756	2,002	20,120	2,957	10,828
%60 IPE AA 200	117,8	100,0	4,5	6,7	12,0	111,1	99,1	12,319	0,425	9,671	153,330	16,986	3,528	30,173	56,099	11,220	2,134	17,617	1,340	5,887
%60 IPE A 200	118,2	100,0	4,5	7,0	12,0	111,2	99,2	12,622	0,426	9,908	155,804	17,128	3,513	30,390	58,599	11,720	2,155	18,368	1,481	6,202
%60 IPE 200	120,0	100,0	5,6	8,5	12,0	111,5	99,5	15,362	0,430	12,059	196,847	21,612	3,580	38,521	71,213	14,243	2,153	22,463	2,700	11,830
%60 IPE O 200	121,2	102,0	6,2	9,5	12,0	111,7	99,7	17,233	0,436	13,528	222,981	24,282	3,597	43,334	84,472	16,563	2,214	26,140	3,802	16,773
%60 IPE AA 220	129,8	110,0	4,7	7,4	12,0	122,4	110,4	14,513	0,469	11,392	216,871	21,660	3,866	38,337	82,372	14,977	2,382	23,372	1,910	9,534
%60 IPE A 220	130,2	110,0	5,0	7,7	12,0	122,5	110,5	15,213	0,470	11,942	230,249	23,054	3,890	40,874	85,731	15,587	2,374	24,378	2,184	11,224
%60 IPE 220	132,0	110,0	5,9	9,2	12,0	122,8	110,8	17,983	0,474	14,117	278,165	27,662	3,933	49,191	102,481	18,633	2,387	29,247	3,696	18,994
%60 IPE O 220	133,2	112,0	6,6	10,2	12,0	123,0	111,0	20,160	0,480	15,826	316,236	31,297	3,961	55,756	119,966	21,422	2,439	33,696	5,141	27,141
%60 IPE AA 240	141,8	120,0	4,8	8,0	15,0	133,8	118,8	16,990	0,511	13,337	294,114	26,591	4,161	47,053	115,719	19,287	2,610	30,126	2,541	14,189
%60 IPE A 240	142,2	120,0	5,2	8,3	15,0	133,9	118,9	17,889	0,512	14,042	316,165	28,750	4,204	50,987	120,095	20,016	2,591	31,360	2,915	17,137
%60 IPE 240	144,0	120,0	6,2	9,8	15,0	134,2	119,2	21,046	0,515	16,521	382,789	34,718	4,265	61,788	141,865	23,644	2,596	37,193	4,831	29,112
%60 IPE O 240	145,2	122,0	7,0	10,8	15,0	134,4	119,4	23,550	0,522	18,487	436,555	39,530	4,306	70,499	164,340	26,941	2,642	42,495	6,659	41,917

Tablo 4.24. (Devam) %60 IPE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>t</sub> mm	h <sub>i</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>k</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	k <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%60 IPE A 270	160.2	135.0	5.5	8.7	15.0	151.5	136.5	21,043	0.578	16,519	478,943	38,693	4,771	68,440	179,023	26,522	2,917	41,374	3,803	28,746
%60 IPE 270	162.0	135.0	6.6	10.2	15.0	151.8	136.8	24,755	0.581	19,432	580,264	46,876	4,842	83,245	209,999	31,111	2,913	48,769	6,230	48,978
%60 IPE O 270	164.4	136.0	7.5	12.2	15.0	152.2	137.2	28,973	0.588	22,744	684,823	54,525	4,862	96,987	256,836	37,770	2,977	59,239	10,372	78,206
%60 IPE A 300	178.2	150.0	6.1	9.2	15.0	169.0	154.0	25,075	0.644	19,684	723,311	52,927	5,371	93,676	259,542	34,606	3,217	53,940	5,172	51,237
%60 IPE 300	180.0	150.0	7.1	10.7	15.0	169.3	154.3	29,036	0.647	22,793	853,739	62,270	5,422	110,506	301,979	40,264	3,225	62,987	8,145	81,676
%60 IPE O 300	182.4	152.0	8.0	12.7	15.0	169.7	154.7	33,846	0.656	26,569	998,749	71,754	5,432	127,401	372,989	49,077	3,320	76,780	13,275	127,558
%60 IPE A 330	196.2	160.0	6.5	10.0	18.0	186.2	168.2	29,494	0.697	23,152	1028,931	68,359	5,906	121,140	342,653	42,832	3,408	66,978	7,038	81,766
%60 IPE 330	198.0	160.0	7.5	11.5	18.0	186.5	168.5	33,778	0.701	26,516	1200,969	79,612	5,963	141,430	394,187	49,273	3,416	77,303	10,734	126,529
%60 IPE O 330	200.4	162.0	8.5	13.5	18.0	186.9	168.9	39,147	0.709	30,730	1403,037	91,939	5,987	163,455	480,363	59,304	3,503	93,100	17,112	196,523
%60 IPE A 360	214.6	170.0	6.6	11.5	18.0	203.1	185.1	34,343	0.754	26,959	1393,225	83,653	6,369	147,538	472,219	55,555	3,708	86,317	10,564	124,597
%60 IPE 360	216.0	170.0	8.0	12.7	18.0	203.3	185.3	39,245	0.757	30,807	1662,617	101,056	6,509	179,365	521,880	61,398	3,647	96,126	15,077	200,941
%60 IPE O 360	218.4	172.0	9.2	14.7	18.0	203.7	185.7	45,415	0.765	35,651	1952,782	117,893	6,557	209,628	625,849	72,773	3,712	114,230	23,499	315,584
%60 IPE A 400	238.2	180.0	7.0	12.0	21.0	226.2	205.2	39,327	0.818	30,872	2002,394	108,984	7,136	192,722	585,410	65,046	3,858	101,521	12,954	189,267
%60 IPE 400	240.0	180.0	8.6	13.5	21.0	226.5	205.5	45,672	0.822	35,852	2425,612	133,572	7,288	237,771	659,124	73,236	3,799	115,240	19,564	323,857
%60 IPE O 400	242.4	182.0	9.7	15.5	21.0	226.9	205.9	52,112	0.831	40,908	2796,505	152,806	7,326	272,191	782,432	85,982	3,875	135,499	29,494	483,448
%60 IPE V 400	244.8	182.0	10.6	17.5	21.0	227.3	206.3	57,837	0.836	45,402	3129,072	169,487	7,355	302,110	883,605	97,099	3,909	153,193	41,537	659,509
%60 IPE A 450	268.2	190.0	7.6	13.1	21.0	255.1	234.1	46,170	0.898	36,244	3056,006	149,162	8,136	264,308	751,365	79,091	4,034	123,518	17,971	325,505
%60 IPE 450	270.0	190.0	9.4	14.6	21.0	255.4	234.4	53,640	0.902	42,108	3702,529	183,425	8,308	327,671	838,242	88,236	3,953	139,184	26,781	566,511
%60 IPE O 450	273.6	192.0	11.0	17.6	21.0	256.0	235.0	63,845	0.913	50,118	4464,979	218,805	8,363	390,891	1043,189	108,666	4,042	171,874	46,249	954,448
%60 IPE V 450	276.0	194.0	12.4	19.6	21.0	256.4	235.4	71,710	0.922	56,293	5094,880	248,976	8,429	445,503	1199,172	123,626	4,089	196,334	64,986	1380,827
%60 IPE A 500	298.2	200.0	8.4	14.5	21.0	283.7	262.7	54,724	0.978	42,958	4567,720	202,463	9,136	359,819	969,858	96,986	4,210	151,687	25,929	574,868
%60 IPE 500	300.0	200.0	10.2	16.0	21.0	284.0	263.0	62,861	0.982	49,346	5438,121	244,417	9,301	437,817	1071,286	107,129	4,128	169,240	37,353	961,472
%60 IPE O 500	303.6	202.0	12.0	19.0	21.0	284.6	263.6	74,425	0.993	58,423	6541,785	291,938	9,375	523,264	1311,603	129,862	4,198	206,088	62,577	1613,632
%60 IPE V 500	308.4	204.0	14.2	23.0	21.0	285.4	264.4	89,340	1.007	70,132	7998,853	352,982	9,462	632,915	1636,920	160,482	4,280	255,911	109,975	2798,898
%60 IPE A 550	328.2	210.0	9.0	15.7	24.0	312.5	288.5	63,567	1.056	49,900	6475,582	261,924	10,093	466,593	1216,450	115,852	4,375	181,858	34,683	914,614
%60 IPE 550	330.0	210.0	11.1	17.2	24.0	312.8	288.8	73,313	1.059	57,551	7767,087	319,915	10,293	575,507	1334,419	127,087	4,266	201,962	49,879	1588,509
%60 IPE O 550	333.6	212.0	12.7	20.2	24.0	313.4	289.4	83,098	1.071	66,802	9113,293	371,917	10,349	668,268	1613,142	152,183	4,354	242,499	79,645	2471,714
%60 IPE V 550	339.6	216.0	17.1	25.2	24.0	314.4	290.4	110,667	1.091	86,873	12362,838	506,447	10,569	914,936	2134,701	197,658	4,392	320,355	167,624	5976,518
%60 IPE A 600	358.2	220.0	9.8	17.5	24.0	340.7	316.7	74,361	1.136	58,373	9089,794	338,460	11,056	603,708	1558,609	141,692	4,578	222,467	49,991	1511,953
%60 IPE 600	360.0	220.0	12.0	19.0	24.0	341.0	317.0	85,192	1.139	66,876	10809,916	410,072	11,264	736,913	1694,535	154,049	4,460	244,985	69,941	2574,018
%60 IPE O 600	366.0	224.0	15.0	24.0	24.0	342.0	318.0	107,532	1.159	84,413	13942,781	523,579	11,387	940,907	2262,093	201,973	4,587	323,473	141,694	5237,909
%60 IPE V 600	370.8	228.0	18.0	28.0	24.0	342.8	318.8	128,016	1.177	100,493	16994,760	636,358	11,522	1148,305	2787,808	244,545	4,667	395,205	233,476	9163,330

Tablo 4.25. %60 HE kesitlerin farklılık yüzdesi

	Farklılık Yüzdesi, %									
	A	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	i <sub>x</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J
%60HE100A	0,00	0,16	0,16	0,09	-0,07	0,05	0,05	0,04	0,00	0,02
%60HE100B	0,00	0,10	0,09	0,06	-0,02	0,04	0,04	0,03	0,00	0,01
%60HE100M	0,00	0,04	0,05	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01
%60HE120A	0,00	0,08	0,08	0,05	-0,04	0,05	0,05	0,03	-0,01	-0,01
%60HE120B	0,00	0,06	0,07	0,02	-0,04	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,01
%60HE120M	0,00	0,02	0,02	0,01	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01
%60HE140A	0,00	0,05	0,04	0,02	-0,02	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01
%60HE140B	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00
%60HE140M	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,00
%60HE160A	0,00	0,04	0,04	0,03	-0,02	0,04	0,04	0,02	0,01	0,00
%60HE160B	0,00	0,08	0,08	0,05	-0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03
%60HE160M	0,00	0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
%60HE180A	0,00	0,07	0,08	0,03	-0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	-0,01
%60HE180B	0,00	0,04	0,04	0,03	-0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	-0,01
%60HE180M	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04	0,04	0,03	0,02	0,00
%60HE200A	0,00	0,08	0,09	0,04	-0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00
%60HE200B	0,00	0,03	0,04	0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	0,01	0,01
%60HE200M	0,00	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
%60HE220A	0,00	0,05	0,05	0,03	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	-0,04
%60HE220B	0,00	0,02	0,02	0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	0,01
%60HE220M	0,00	0,02	0,02	0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,03
%60HE240A	0,00	0,06	0,06	0,02	-0,03	0,04	0,04	0,01	-0,02	-0,03
%60HE240B	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,04	0,03	0,03	0,01	0,00	-0,01
%60HE240M	-0,05	0,02	0,02	0,03	0,00	0,02	0,02	0,03	0,01	-0,02
%60HE260A	0,00	0,07	0,07	0,03	-0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,00
%60HE260B	0,00	0,06	0,06	0,03	-0,03	0,02	0,02	0,01	-0,01	0,01
%60HE260M	0,03	0,04	0,05	0,00	-0,03	0,01	0,01	-0,01	0,00	-0,01
%60HE280A	0,00	0,06	0,06	0,03	-0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	-0,01
%60HE280B	0,00	0,08	0,08	0,04	-0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00
%60HE280M	0,02	0,01	0,01	0,00	-0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
%60HE300A	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,03	0,03	0,03	0,02	0,00	-0,02
%60HE300B	0,00	0,06	0,07	0,03	-0,05	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00
%60HE300M	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
%60HE320A	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00
%60HE320B	0,00	0,03	0,03	0,01	-0,05	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00
%60HE320M	-0,02	0,01	0,01	0,02	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
%60HE340A	0,00	0,03	0,03	0,01	-0,04	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00
%60HE340B	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
%60HE340M	0,02	0,02	0,02	0,00	-0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
%60HE360A	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00
%60HE360B	0,00	0,03	0,03	0,02	-0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
%60HE360M	0,00	0,01	0,01	0,00	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
%60HE400A	0,00	0,02	0,03	0,01	-0,01	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00
%60HE400B	-0,01	0,03	0,03	0,02	-0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	-0,03
%60HE400M	-0,02	0,01	0,02	0,02	-0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00
%60HE450A	0,00	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,03	0,03	0,01	0,00	0,03
%60HE450B	-0,01	0,02	0,02	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01
%60HE450M	-0,02	-0,02	-0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00
%60HE500A	0,05	0,00	0,00	-0,02	-0,02	0,02	0,02	-0,01	0,00	-0,01
%60HE500B	-0,02	0,01	0,01	0,02	-0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	-0,02
%60HE500M	-0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
%60HE550A	0,03	0,01	0,01	-0,01	0,00	0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,02
%60HE550B	-0,01	0,02	0,02	0,02	-0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	-0,02
%60HE550M	0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
%60HE600A	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02
%60HE600B	-0,01	-0,02	-0,02	0,00	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	-0,01
%60HE600M	0,03	0,00	0,00	-0,01	0,03	0,01	0,01	-0,01	0,00	-0,01

%60 HE kesitlerin farklılık yüzdeleri gösteren Tablo 4.25 incelendiğinde maksimum farklılık yüzdesinin %16 ile %60 HE100A kesitinin x eksenine göre atalet momenti ve eksenine göre elastik mukavemet momenti değerlerine aittir.

Tablo 4.26. %60 IPE kesitlerin farklılık yüzdesi

	Farklılık Yüzdesi, %									
	A	$I_x$	$W_{ex}$	$i_x$	$W_{px}$	$I_y$	$W_{ey}$	$i_y$	$W_{py}$	J
%60 IPE 80	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,03	0,02	0,03	-0,01
%60 IPE 100	0,00	0,03	0,04	0,02	-0,01	0,05	0,05	0,03	0,02	-0,01
%60 IPE 120	0,00	0,01	0,01	0,00	-0,05	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00
%60 IPE 140	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
%60 IPE 160	-0,04	0,01	0,00	0,02	0,00	0,04	0,04	0,04	0,00	-0,01
%60 IPE 180	-0,02	0,04	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,02	-0,02	0,02
%60 IPE 200	0,01	0,02	0,03	0,01	-0,02	0,05	0,05	0,02	0,01	-0,01
%60 IPE 220	0,02	0,02	0,02	0,00	-0,02	0,08	0,08	0,03	0,02	0,00
%60 IPE 240	-0,02	0,02	0,03	0,02	-0,02	0,05	0,05	0,03	0,01	0,00
%60 IPE 270	0,02	0,01	0,01	0,00	-0,02	0,05	0,05	0,01	0,02	0,00
%60 IPE 300	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00
%60 IPE 330	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,05	0,05	0,05	0,03	0,02	0,04
%60 IPE 360	0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	-0,02
%60 IPE 400	0,00	0,03	0,03	0,01	-0,01	0,05	0,05	0,02	0,03	0,02
%60 IPE 450	0,00	0,01	0,02	0,01	-0,01	0,04	0,04	0,02	-0,01	0,00
%60 IPE 500	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01
%60 IPE 550	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,03	0,00
%60 IPE 600	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,24	0,03	0,03	0,01	-0,01	0,00

%60 IPE kesitlerin Sap2000 programından alınan veriler ile karşılaştırılması sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.26.'da gösterildi. Buna göre, %60 IPE profillerde görülen maksimum farklılık oranı %-0,24 ile %60 IPE600 kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerine aittir.

%40 HE kesitlere ait kesit tablosu Tablo 4.27'de, %40 IPE kesitlere ait kesit tabloları Tablo 4.28'de verildi. %60 - %40 oranındaki T kesitlere ait hesaplanan değerler Sap2000 programından alınan veriler ile karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri tablolaştırıldı. %40 HE kesitlere ait farklılık yüzdeleri Tablo 4.29.'de ve %40 IPE kesitlere ait farklılık yüzdeleri Tablo 4.30.'da verildi.

Tablo 4.27. %40 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>r</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%40HE100AA	36.4	100.0	4.2	5.5	12.0	30.9	18.9	7.416	0.262	5.821	4.702	1.567	0.796	3.362	46.025	9.205	2.491	14.182	0.631	1.234
%40HE100A	38.4	100.0	5.0	8.0	12.0	30.4	18.4	10.138	0.266	7.958	6.413	2.061	0.795	4.817	66.895	13.379	2.569	20.510	1.833	3.697
%40HE100B	40.0	100.0	6.0	10.0	12.0	30.0	18.0	12.418	0.270	9.748	8.442	2.662	0.825	6.429	83.618	16.724	2.595	25.621	3.549	7.202
%40HE100C	44.0	103.0	9.0	15.0	12.0	29.0	17.0	18.678	0.284	14.662	15.857	4.792	0.921	11.912	137.117	26.625	2.709	40.815	12.292	26.595
%40HE100M	48.0	106.0	12.0	20.0	12.0	28.0	16.0	25.178	0.298	19.765	26.531	7.693	1.027	19.074	199.403	37.623	2.814	57.724	29.879	68.801
%40HE120AA	43.6	120.0	4.2	5.5	12.0	38.1	26.1	8.818	0.317	6.922	8.262	2.263	0.968	4.629	79.396	13.233	3.001	20.263	0.760	2.137
%40HE120A	45.6	120.0	5.0	8.0	12.0	37.6	25.6	12.098	0.321	9.497	10.982	2.912	0.953	6.489	115.436	19.239	3.089	29.355	2.205	6.394
%40HE120B	48.0	120.0	6.5	11.0	12.0	37.0	25.0	16.223	0.326	12.735	15.943	4.127	0.991	9.717	158.733	26.456	3.128	40.357	5.663	16.558
%40HE120C	52.0	123.0	9.5	16.0	12.0	36.0	24.0	23.718	0.340	18.619	27.901	6.980	1.085	17.093	248.745	40.446	3.238	61.787	17.822	54.960
%40HE120M	56.0	126.0	12.5	21.0	12.0	35.0	23.0	31.453	0.354	24.691	44.169	10.683	1.185	26.461	351.160	55.740	3.341	85.268	41.175	133.760
%40HE140AA	51.2	140.0	4.3	6.0	12.0	45.2	33.2	10.962	0.372	8.605	13.941	3.217	1.128	6.470	137.405	19.629	3.540	29.907	1.128	4.363
%40HE140A	53.2	140.0	5.5	8.5	12.0	44.7	32.7	14.977	0.376	11.757	19.292	4.355	1.135	9.328	194.642	27.806	3.605	42.324	3.114	12.245
%40HE140B	56.0	140.0	7.0	12.0	12.0	44.0	32.0	20.498	0.382	16.091	27.535	6.048	1.159	13.956	274.793	39.256	3.661	59.721	8.567	34.119
%40HE140C	60.0	143.0	10.0	17.0	12.0	43.0	31.0	29.228	0.396	22.944	45.664	9.747	1.250	23.500	415.017	58.044	3.768	88.458	24.852	103.562
%40HE140M	64.0	146.0	13.0	22.0	12.0	42.0	30.0	38.198	0.410	29.985	69.296	14.375	1.347	35.351	571.879	78.340	3.869	119.580	54.896	239.211
%40HE160AA	59.2	160.0	4.5	7.0	15.0	52.2	37.2	14.515	0.426	11.394	22.907	4.540	1.256	9.403	239.352	29.919	4.061	45.605	1.988	10.194
%40HE160A	60.8	160.0	6.0	9.0	15.0	51.8	36.8	18.474	0.429	14.502	31.677	6.239	1.309	13.187	307.759	38.470	4.082	58.679	4.261	21.807
%40HE160B	64.0	160.0	8.0	13.0	15.0	51.0	36.0	25.846	0.435	20.289	46.974	9.020	1.348	20.369	444.549	55.569	4.147	84.726	12.588	65.196
%40HE160C	68.0	163.0	11.0	18.0	15.0	50.0	35.0	35.806	0.449	28.107	73.458	13.745	1.432	32.455	650.999	79.877	4.264	121.928	33.906	182.989
%40HE160M	72.0	166.0	14.0	23.0	15.0	49.0	34.0	46.006	0.463	36.114	106.827	19.487	1.524	47.161	878.972	105.900	4.371	161.848	71.806	403.375
%40HE180AA	66.8	180.0	5.0	7.5	15.0	59.3	44.3	17.431	0.481	13.683	36.529	6.411	1.448	12.905	364.969	40.552	4.576	61.686	2.778	17.956
%40HE180A	68.4	180.0	6.0	9.5	15.0	58.9	43.9	21.600	0.484	16.956	45.881	7.953	1.457	16.649	462.272	51.364	4.626	78.093	5.568	36.271
%40HE180B	72.0	180.0	8.5	14.0	15.0	58.0	43.0	31.096	0.491	24.410	71.637	12.148	1.518	27.085	681.331	75.703	4.681	115.182	17.651	115.817
%40HE180C	76.0	183.0	11.5	19.0	15.0	57.0	42.0	42.291	0.505	33.198	108.363	17.966	1.601	41.893	971.942	106.223	4.794	161.836	44.730	304.336

Tablo 4.27.(Devam) %40 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>k</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%40HE180M	80.0	186.0	14.5	24.0	15.0	56.0	41.0	53.726	0.519	42.175	153,450	24,879	1,690	59,637	1289,555	138,662	4,899	211,543	91,400	644,374
%40HE200AA	74.4	200.0	5.5	8.0	18.0	66.4	48.4	21,043	0,533	16,518	55,592	8,767	1,625	17,583	534,221	53,422	5,039	81,444	3,782	30,057
%40HE200A	76.0	200.0	6.5	10.0	18.0	66.0	48.0	25,681	0,537	20,159	68,475	10,672	1,633	22,153	667,711	66,771	5,099	101,708	7,271	58,286
%40HE200B	80.0	200.0	9.0	15.0	18.0	65.0	47.0	37,241	0,545	29,234	105,040	15,967	1,679	35,597	1001,563	100,156	5,186	152,501	24,080	195,217
%40HE200C	84.0	203.0	12.0	20.0	18.0	64.0	46.0	49,671	0,559	38,991	154,559	23,030	1,764	53,492	1396,714	137,607	5,303	209,742	57,820	484,197
%40HE200M	88.0	206.0	15.0	25.0	18.0	63.0	45.0	62,341	0,573	48,937	214,102	31,273	1,853	74,639	1824,988	177,183	5,411	270,371	114,379	988,895
%40HE220AA	82.0	220.0	6.0	8.5	18.0	73.5	55.5	24,501	0,589	19,233	81,126	11,606	1,820	22,823	755,209	68,655	5,552	104,488	5,033	48,231
%40HE220A	84.0	220.0	7.0	11.0	18.0	73.0	55.0	30,701	0,593	24,100	99,780	14,038	1,803	28,961	977,220	88,838	5,642	135,040	10,595	103,029
%40HE220B	88.0	220.0	9.5	16.0	18.0	72.0	54.0	43,431	0,601	34,093	148,412	20,418	1,849	45,078	1421,476	129,225	5,721	196,444	32,095	315,070
%40HE220C	92.0	223.0	12.5	21.0	18.0	71.0	53.0	57,096	0,615	44,820	213,228	28,816	1,933	66,249	1943,455	174,301	5,834	265,279	73,462	742,568
%40HE220M	96.0	226.0	15.5	26.0	18.0	70.0	52.0	71,001	0,629	55,735	289,824	38,473	2,020	90,983	2505,279	221,706	5,940	337,835	141,095	1468,055
%40HE240AA	89.6	240.0	6.5	9.0	21.0	80.6	59.6	28,732	0,641	22,554	114,741	15,033	1,998	29,541	1038,471	86,539	6,012	131,954	6,570	74,685
%40HE240A	92.0	240.0	7.5	12.0	21.0	80.0	59.0	36,693	0,646	28,804	140,957	18,088	1,960	37,615	1384,323	115,360	6,142	175,523	14,949	173,342
%40HE240B	96.0	240.0	10.0	17.0	21.0	79.0	58.0	50,593	0,654	39,715	204,228	25,685	2,009	56,758	1961,129	163,427	6,226	248,609	41,937	490,257
%40HE240C	102.0	244.0	14.0	24.5	21.0	77.5	56.5	72,523	0,674	56,930	324,887	39,777	2,117	93,493	2970,538	243,487	6,400	370,668	126,698	1538,665
%40HE240M	108.0	248.0	18.0	32.0	21.0	76.0	55.0	94,933	0,694	74,522	477,132	56,933	2,242	138,832	4074,999	328,629	6,552	500,779	285,657	3597,051
%40HE260AA	97.6	260.0	6.5	9.5	24.0	88.1	64.1	32,899	0,695	25,825	150,124	17,958	2,136	35,665	1393,969	107,228	6,509	163,609	8,237	110,754
%40HE260A	100.0	260.0	7.5	12.5	24.0	87.5	63.5	41,535	0,699	32,605	183,342	21,529	2,101	45,054	1833,694	141,053	6,644	214,733	18,158	248,046
%40HE260B	104.0	260.0	10.0	17.5	24.0	86.5	62.5	56,622	0,707	44,448	263,377	30,381	2,157	67,185	2567,042	197,465	6,733	300,474	49,331	678,146
%40HE260C	110.0	264.0	14.0	25.0	24.0	85.0	61.0	80,372	0,727	63,092	413,653	46,579	2,269	109,160	3839,502	290,871	6,912	442,821	145,275	2067,147
%40HE260M	116.0	268.0	18.0	32.5	24.0	83.5	59.5	104,602	0,747	82,113	599,822	65,983	2,395	160,428	5222,883	389,767	7,066	593,884	322,897	4749,512
%40HE280AA	105.6	280.0	7.0	10.0	24.0	95.6	71.6	37,164	0,751	29,174	204,377	22,607	2,345	44,145	1832,048	130,861	7,021	199,362	10,426	162,145
%40HE280A	108.0	280.0	8.0	13.0	24.0	95.0	71.0	46,472	0,755	36,481	246,272	26,758	2,302	54,896	2381,206	170,086	7,158	258,634	22,127	349,792
%40HE280B	112.0	280.0	10.5	18.0	24.0	94.0	70.0	62,742	0,763	49,253	346,259	36,984	2,349	80,142	3296,991	235,499	7,249	358,014	58,059	924,194



Tablo 4.27.(Devam) %40 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sup>ex</sup> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%40HE280C	118,0	284,0	14,5	25,5	24,0	92,5	68,5	88,305	0,783	69,319	531,208	55,460	2,453	127,558	4874,372	343,266	7,430	522,162	166,370	2736,359
%40HE280M	124,0	288,0	18,5	33,0	24,0	91,0	67,0	114,347	0,803	89,763	756,479	77,271	2,572	184,954	6579,745	456,927	7,586	695,686	364,201	6180,010
%40HE300AA	113,2	300,0	7,5	10,5	27,0	102,7	75,7	42,331	0,803	33,230	269,669	27,853	2,524	54,417	2366,656	157,777	7,477	240,755	13,020	231,796
%40HE300A	116,0	300,0	8,5	14,0	27,0	102,0	75,0	53,799	0,809	42,232	324,869	32,850	2,457	67,903	3154,631	210,309	7,658	320,059	29,528	536,592
%40HE300B	120,0	300,0	11,0	19,0	27,0	101,0	74,0	71,239	0,817	55,923	448,100	44,605	2,508	96,905	4281,082	285,405	7,752	434,163	73,071	1335,947
%40HE300C	128,0	305,0	16,0	29,0	27,0	99,0	72,0	107,419	0,843	84,324	745,977	72,100	2,635	168,977	6867,059	450,299	7,995	685,157	261,472	4971,775
%40HE300M	136,0	310,0	21,0	39,0	27,0	97,0	70,0	144,399	0,869	113,353	1127,424	106,007	2,794	259,929	9698,913	625,736	8,196	952,842	642,907	12678,785
%40HE320AA	120,4	300,0	8,0	11,0	27,0	109,4	82,4	44,881	0,818	35,232	342,143	33,427	2,761	64,194	2479,417	165,294	7,433	252,389	15,177	271,136
%40HE320A	124,0	300,0	9,0	15,5	27,0	108,5	81,5	59,394	0,825	46,624	416,399	39,533	2,648	81,488	3492,431	232,829	7,668	354,242	39,875	730,040
%40HE320B	128,0	300,0	11,5	20,5	27,0	107,5	80,5	76,991	0,833	60,438	563,940	52,798	2,706	113,733	4619,007	307,934	7,746	468,490	91,601	1684,308
%40HE320C	136,0	305,0	16,0	30,5	27,0	105,5	78,5	113,034	0,859	88,732	893,706	81,241	2,812	189,093	7221,938	473,570	7,993	720,458	302,859	5790,636
%40HE320M	143,6	309,0	21,0	40,0	27,0	103,6	76,6	148,485	0,882	116,561	1321,050	117,394	2,983	282,943	9851,891	637,663	8,146	971,404	691,181	13598,472
%40HE340AA	128,0	300,0	8,5	11,5	27,0	116,5	89,5	47,531	0,833	37,312	431,934	39,942	3,015	75,566	2592,205	172,814	7,385	264,071	17,594	316,331
%40HE340A	132,0	300,0	9,5	16,5	27,0	115,5	88,5	63,601	0,841	49,927	525,408	47,054	2,874	95,649	3717,764	247,851	7,646	377,229	48,222	887,407
%40HE340B	136,0	300,0	12,0	21,5	27,0	114,5	87,5	81,369	0,849	63,875	700,229	61,900	2,934	130,980	4844,480	322,965	7,716	491,636	105,979	1957,759
%40HE340M	150,8	309,0	21,0	40,0	27,0	110,8	83,8	149,997	0,896	117,748	1522,975	128,455	3,186	301,548	9852,446	637,699	8,105	972,198	693,404	13688,401
%40HE360AA	135,6	300,0	9,0	12,0	27,0	123,6	96,6	50,253	0,848	39,449	537,846	47,245	3,272	88,292	2705,023	180,335	7,337	275,798	20,283	368,080
%40HE360A	140,0	300,0	10,0	17,5	27,0	122,5	95,5	67,879	0,857	53,285	654,149	55,466	3,104	111,373	3943,130	262,875	7,622	400,264	57,677	1067,688
%40HE360B	144,0	300,0	12,5	22,5	27,0	121,5	94,5	85,816	0,865	67,366	859,320	71,983	3,164	149,930	5069,999	338,000	7,686	514,839	121,816	2262,662
%40HE360M	158,0	308,0	21,0	40,0	27,0	118,0	91,0	151,109	0,909	118,620	1745,168	140,167	3,398	320,785	9757,830	633,625	8,036	966,822	693,493	13661,899
%40HE400AA	151,2	300,0	9,5	13,0	27,0	138,2	111,2	55,258	0,879	43,377	777,891	61,724	3,752	113,648	2930,426	195,362	7,282	298,991	25,920	484,094
%40HE400A	156,0	300,0	11,0	19,0	27,0	137,0	110,0	75,199	0,889	59,031	978,817	75,165	3,608	146,720	4281,482	285,432	7,546	435,252	74,668	1402,311
%40HE400B	160,0	300,0	13,5	24,0	27,0	136,0	109,0	93,489	0,897	73,389	1254,733	95,282	3,663	191,874	5408,702	360,580	7,606	550,196	149,394	2813,556
%40HE400M	172,8	307,0	21,0	40,0	27,0	132,8	105,8	153,817	0,936	120,746	2274,024	166,466	3,845	364,063	9664,416	629,604	7,927	962,304	695,929	13777,505

Tablo 4.27.(Devam) %40 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%40HE450AA	170,0	300,0	10,0	13,5	27,0	156,5	129,5	59,279	0,917	46,534	1145,463	81,740	4,396	147,754	3043,413	202,894	7,165	311,114	29,820	582,173
%40HE450A	176,0	300,0	11,5	21,0	27,0	155,0	128,0	83,954	0,929	65,904	1457,019	99,659	4,166	191,448	4732,109	315,474	7,508	481,311	100,468	1927,945
%40HE450B	180,0	300,0	14,0	26,0	27,0	154,0	127,0	102,689	0,937	80,611	1839,027	124,659	4,232	245,615	5859,636	390,642	7,554	596,623	189,846	3650,502
%40HE450M	191,2	307,0	21,0	40,0	27,0	151,2	124,2	157,681	0,973	123,780	3076,443	203,156	4,417	424,586	9665,836	629,696	7,829	964,332	701,609	14150,575
%40HE500AA	188,8	300,0	10,5	14,0	27,0	174,8	147,8	63,483	0,954	49,834	1620,510	105,320	5,052	188,193	3156,470	210,431	7,051	323,348	34,185	707,718
%40HE500A	196,0	300,0	12,0	23,0	27,0	173,0	146,0	92,889	0,969	72,918	2082,448	128,540	4,735	243,853	5182,822	345,521	7,470	527,492	131,635	2582,773
%40HE500B	200,0	300,0	14,5	28,0	27,0	172,0	145,0	112,069	0,977	87,974	2593,825	158,948	4,811	307,902	6310,690	420,713	7,504	643,196	236,999	4660,930
%40HE500M	209,6	306,0	21,0	40,0	27,0	169,6	142,6	161,145	1,008	126,499	4047,938	243,952	5,012	491,536	9573,313	625,707	7,708	960,231	705,156	14487,853
%40HE550AA	208,8	300,0	11,5	15,0	27,0	193,8	166,8	70,416	0,994	55,276	2344,593	139,846	5,770	248,402	3382,601	225,507	6,931	347,594	43,575	977,418
%40HE550A	216,0	300,0	12,5	24,0	27,0	192,0	165,0	99,129	1,009	77,816	2874,600	162,147	5,385	301,909	5408,646	360,576	7,387	551,343	150,740	3052,594
%40HE550B	220,0	300,0	15,0	29,0	27,0	191,0	164,0	118,779	1,017	93,241	3541,990	198,512	5,461	376,233	6536,902	435,793	7,419	667,477	265,378	5386,530
%40HE550M	228,8	306,0	21,0	40,0	27,0	188,8	161,8	165,177	1,046	129,664	5261,168	290,918	5,644	569,168	9574,795	625,804	7,614	962,348	711,083	15076,280
%40HE600AA	228,4	300,0	12,0	15,5	27,0	212,9	185,9	75,177	1,034	59,014	3146,915	173,607	6,470	307,236	3495,897	233,060	6,819	360,179	49,502	1213,874
%40HE600A	236,0	300,0	13,0	25,0	27,0	211,0	184,0	105,559	1,049	82,864	3859,284	200,704	6,047	368,565	5634,578	375,639	7,306	575,336	171,702	3611,022
%40HE600B	240,0	300,0	15,5	30,0	27,0	210,0	183,0	125,679	1,057	98,658	4710,353	243,558	6,122	454,072	6763,261	450,884	7,336	691,925	296,067	6240,757
%40HE600M	248,0	305,0	21,0	40,0	27,0	208,0	181,0	168,809	1,083	132,515	6685,204	342,073	6,293	653,817	9482,946	621,833	7,495	958,354	714,876	15659,073
%40HE650AA	252,8	300,0	12,5	16,0	27,0	236,8	209,8	80,729	1,082	63,372	4354,617	220,030	7,344	388,808	3609,375	240,625	6,687	373,093	56,377	1563,906
%40HE650A	259,2	300,0	13,5	26,0	27,0	233,2	206,2	112,611	1,095	88,400	5248,824	250,613	6,827	454,679	5860,694	390,713	7,214	599,624	194,885	4315,413
%40HE650B	248,0	300,0	16,0	31,0	27,0	217,0	190,0	130,849	1,073	102,716	5329,542	267,705	6,382	497,402	6989,369	465,958	7,309	715,778	327,538	7015,781
%40HE650M	256,0	305,0	21,0	40,0	27,0	216,0	189,0	170,489	1,099	133,834	7346,897	364,670	6,565	691,481	9483,564	621,873	7,458	959,236	717,346	15991,415
%40HE700AA	260,0	300,0	13,0	17,0	27,0	243,0	216,0	85,719	1,097	67,289	4901,585	241,385	7,562	426,847	3835,164	255,678	6,689	396,688	66,926	1892,014
%40HE700A	267,2	300,0	14,5	27,0	27,0	240,2	213,2	118,958	1,111	93,382	6084,890	284,247	7,152	514,095	6087,423	405,828	7,154	624,281	221,239	5073,374
%40HE700B	272,0	300,0	17,0	32,0	27,0	240,0	213,0	139,929	1,121	109,844	7347,323	340,386	7,246	622,492	7217,235	481,149	7,182	741,887	366,984	8433,624
%40HE700M	278,4	304,0	21,0	40,0	27,0	238,4	211,4	174,793	1,142	137,212	9412,200	431,625	7,338	803,367	9392,572	617,932	7,330	955,616	722,127	16924,895

Tablo 4.27.(Devam) %40 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>f</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%40HE800AA	268,0	300,0	14,0	18,0	30,0	250,0	220,0	92,863	1,110	72,897	5702,517	274,368	7,836	486,779	4064,190	270,946	6,616	422,542	81,187	2417,783
%40HE800A	276,0	300,0	15,0	28,0	30,0	248,0	218,0	125,063	1,126	98,174	6890,240	312,749	7,423	566,105	6315,987	421,066	7,107	649,436	247,420	5802,068
%40HE800B	280,0	300,0	17,5	33,0	30,0	247,0	217,0	146,088	1,134	114,679	8199,998	370,265	7,492	677,310	7446,476	496,432	7,140	767,379	403,496	9461,851
%40HE800M	286,4	303,0	21,0	40,0	30,0	246,4	216,4	176,807	1,153	138,793	10226,677	456,736	7,605	846,976	9304,376	614,150	7,254	951,900	722,464	17227,214
%40HE900AA	291,2	300,0	15,0	20,0	30,0	271,2	241,2	104,543	1,157	82,066	7719,967	344,754	8,593	612,218	4516,640	301,109	6,573	470,741	110,510	3584,574
%40HE900A	297,6	300,0	16,0	30,0	30,0	267,6	237,6	136,679	1,169	107,293	9073,637	385,499	8,148	694,827	6768,705	451,247	7,037	697,805	306,536	7630,375
%40HE900B	308,0	300,0	18,5	35,0	30,0	273,0	243,0	159,368	1,190	125,104	11357,888	471,068	8,442	854,368	7900,455	526,697	7,041	817,020	486,368	12350,788
%40HE900M	316,0	302,0	21,0	40,0	30,0	276,0	246,0	182,623	1,210	143,359	13642,092	556,162	8,643	1015,243	9215,154	610,275	7,104	949,113	729,468	18913,211
%40HE1000AA	320,0	300,0	16,0	21,0	30,0	299,0	269,0	114,703	1,214	90,042	10649,931	439,738	9,636	782,883	4744,777	316,318	6,432	497,315	133,433	5109,617
%40HE1000A	325,6	300,0	16,5	31,0	30,0	294,6	264,6	145,472	1,225	114,195	12094,891	474,102	9,118	849,061	6995,885	466,392	6,935	723,327	342,023	9306,769
%40HE1000B	330,4	300,0	19,0	36,0	30,0	294,4	264,4	167,799	1,235	131,722	14252,572	555,089	9,216	1001,005	8128,189	541,879	6,960	842,828	533,870	14556,866
%40HE1000M	336,8	302,0	21,0	40,0	30,0	296,8	266,8	186,991	1,252	146,788	16432,642	631,740	9,374	1144,449	9216,760	610,381	7,021	951,407	735,889	20420,805

Tablo 4.28. %40 IPE kesitler için enkesit tablosu

	d	b <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r <sub>t</sub>	h <sub>t</sub>	h	A	A <sub>L</sub>	G	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	i <sub>k</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J	C <sub>w</sub>
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /m	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>
%40 IPE AA 80	31,2	46,0	3,2	4,2	5,0	27,0	22,0	2,903	0,150	2,279	2,010	0,826	0,832	1,534	3,423	1,488	1,086	2,320	0,143	0,073
%40 IPE A 80	31,2	46,0	3,3	4,2	5,0	27,0	22,0	2,930	0,150	2,300	2,058	0,849	0,838	1,573	3,424	1,489	1,081	2,325	0,146	0,075
%40 IPE 80	32,0	46,0	3,8	5,2	5,0	26,8	21,8	3,518	0,152	2,761	2,494	1,012	0,842	1,911	4,241	1,844	1,098	2,880	0,265	0,134
%40 IPE AA 100	39,0	55,0	3,6	4,5	7,0	34,5	27,5	3,929	0,182	3,084	4,518	1,463	1,064	2,690	6,280	2,284	1,264	3,586	0,221	0,170
%40 IPE A 100	39,2	55,0	3,6	4,7	7,0	34,5	27,5	4,037	0,182	3,169	4,518	1,476	1,058	2,724	6,557	2,384	1,274	3,737	0,244	0,185
%40 IPE 100	40,0	55,0	4,1	5,7	7,0	34,3	27,3	4,752	0,184	3,730	5,357	1,726	1,062	3,233	7,954	2,892	1,294	4,531	0,418	0,312
%40 IPE AA 120	46,8	64,0	3,8	4,8	7,0	42,0	35,0	4,878	0,216	3,829	8,193	2,240	1,296	4,059	10,534	3,292	1,469	5,140	0,313	0,335
%40 IPE A 120	47,0	64,0	3,8	5,1	7,0	41,9	34,9	5,068	0,216	3,978	8,360	2,264	1,284	4,124	11,189	3,497	1,486	5,447	0,360	0,376
%40 IPE 120	48,0	64,0	4,4	6,3	7,0	41,7	34,7	6,077	0,218	4,771	10,075	2,691	1,288	4,974	13,826	4,320	1,508	6,732	0,652	0,669
%40 IPE AA 140	54,6	73,0	3,8	5,2	7,0	49,4	42,4	5,885	0,249	4,620	13,344	3,091	1,506	5,564	16,909	4,633	1,695	7,179	0,433	0,595
%40 IPE A 140	55,0	73,0	3,8	5,6	7,0	49,4	42,4	6,174	0,250	4,847	13,665	3,130	1,488	5,669	18,206	4,988	1,717	7,712	0,518	0,691
%40 IPE 140	56,0	73,0	4,7	6,9	7,0	49,1	42,1	7,555	0,252	5,931	17,277	3,939	1,512	7,219	22,447	6,150	1,724	9,546	0,969	1,306
%40 IPE AA 160	62,6	82,0	4,0	5,6	9,0	57,0	48,0	7,218	0,281	5,666	21,292	4,288	1,718	7,727	25,827	6,299	1,892	9,781	0,602	1,052
%40 IPE A 160	62,8	82,0	4,0	5,9	9,0	56,9	47,9	7,462	0,282	5,857	21,638	4,324	1,703	7,823	27,205	6,635	1,909	10,285	0,683	1,168
%40 IPE 160	64,0	82,0	5,0	7,4	9,0	56,6	47,6	9,246	0,284	7,258	27,671	5,502	1,730	10,069	34,141	8,327	1,922	12,950	1,343	2,313
%40 IPE AA 180	70,6	91,0	4,3	6,2	9,0	64,4	55,4	8,757	0,315	6,874	32,995	5,881	1,941	10,549	39,047	8,582	2,112	13,278	0,893	1,925
%40 IPE A 180	70,8	91,0	4,3	6,5	9,0	64,3	55,3	9,028	0,316	7,087	33,477	5,925	1,926	10,666	40,931	8,996	2,129	13,898	1,003	2,118
%40 IPE 180	72,0	91,0	5,3	8,0	9,0	64,0	55,0	11,020	0,318	8,650	42,063	7,415	1,954	13,492	50,403	11,078	2,139	17,173	1,871	3,980
%40 IPE AA 180	72,8	92,0	6,0	9,0	9,0	63,8	54,8	12,456	0,322	9,778	48,322	8,488	1,970	15,549	58,614	12,742	2,169	19,792	2,695	5,854
%40 IPE A 200	78,6	100,0	4,5	6,7	12,0	71,9	59,9	10,552	0,347	8,283	48,114	7,659	2,135	13,826	56,069	11,214	2,305	17,419	1,221	3,165
%40 IPE 200	78,8	100,0	4,5	7,0	12,0	71,8	59,8	10,849	0,347	8,517	48,743	7,711	2,120	13,967	58,569	11,714	2,323	18,168	1,361	3,463
%40 IPE O 200	80,0	100,0	5,6	8,5	12,0	71,5	59,5	13,122	0,350	10,301	61,354	9,705	2,162	17,717	71,155	14,231	2,329	22,149	2,466	6,385
%40 IPE AA 220	80,8	102,0	6,2	9,5	12,0	71,3	59,3	14,729	0,355	11,562	69,197	10,878	2,168	19,998	84,392	16,547	2,394	25,752	3,482	9,230
%40 IPE A 220	86,6	110,0	4,7	7,4	12,0	79,2	67,2	12,479	0,383	9,796	67,965	9,759	2,334	17,575	82,335	14,970	2,569	23,133	1,760	5,386
%40 IPE 220	86,8	110,0	5,0	7,7	12,0	79,1	67,1	13,043	0,383	10,239	72,166	10,387	2,352	18,723	85,685	15,579	2,563	24,107	2,004	6,202
%40 IPE O 220	88,0	110,0	5,9	9,2	12,0	78,8	66,8	15,387	0,386	12,079	86,733	12,424	2,374	22,604	102,405	18,619	2,580	28,864	3,395	10,507
%40 IPE AA 240	88,8	112,0	6,6	10,2	12,0	78,6	66,6	17,230	0,391	13,525	98,279	14,029	2,388	25,675	119,860	21,403	2,638	33,213	4,715	15,036
%40 IPE A 240	94,6	120,0	4,8	8,0	15,0	86,6	71,6	14,721	0,416	11,556	91,787	11,962	2,497	21,728	115,676	19,279	2,803	29,854	2,367	8,426
%40 IPE 240	94,8	120,0	5,2	8,3	15,0	86,5	71,5	15,424	0,417	12,108	98,788	12,938	2,531	23,490	120,040	20,007	2,790	31,039	2,693	9,771
%40 IPE O 240	96,0	120,0	6,2	9,8	15,0	86,2	71,2	18,070	0,419	14,185	119,187	15,588	2,568	28,502	141,769	23,628	2,801	36,731	4,450	16,300
%40 IPE A 240	96,8	122,0	7,0	10,8	15,0	86,0	71,0	20,162	0,425	15,827	135,637	17,724	2,594	32,539	164,202	26,918	2,854	41,902	6,106	23,160

Tablo 4.28. (Devam) %40 IPE kesitler için enkesit tablosu

	d	b <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r <sub>t</sub>	h <sub>t</sub>	h	A	A <sub>L</sub>	G	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	i <sub>x</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J	C <sub>w</sub>
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /m	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>6</sup>
%40 IPE A 270	106,8	135,0	5,5	8,7	15,0	98,1	83,1	18,106	0,471	14,213	150,271	17,448	2,881	31,361	178,949	26,511	3,144	40,970	3,507	16,221
%40 IPE 270	108,0	135,0	6,6	10,2	15,0	97,8	82,8	21,191	0,473	16,635	181,581	21,098	2,927	38,164	209,870	31,092	3,147	48,181	5,713	26,833
%40 IPE O 270	109,6	136,0	7,5	12,2	15,0	97,4	82,4	24,863	0,478	19,517	212,693	24,438	2,925	44,747	256,644	37,742	3,213	58,468	9,602	44,713
%40 IPE A 300	118,8	150,0	6,1	9,2	15,0	109,6	94,6	21,451	0,525	16,839	228,087	23,926	3,261	42,679	259,429	34,591	3,478	53,388	4,723	27,641
%40 IPE 300	120,0	150,0	7,1	10,7	15,0	109,3	94,3	24,776	0,527	19,449	268,276	28,086	3,291	50,426	301,800	40,240	3,490	62,231	7,429	43,695
%40 IPE O 300	121,6	152,0	8,0	12,7	15,0	108,9	93,9	28,982	0,534	22,751	311,465	32,226	3,278	58,494	372,729	49,043	3,586	75,807	12,237	71,727
%40 IPE A 330	130,8	160,0	6,5	10,0	18,0	120,8	102,8	25,243	0,566	19,815	324,317	30,899	3,584	55,272	342,503	42,813	3,684	66,287	6,439	43,632
%40 IPE 330	132,0	160,0	7,5	11,5	18,0	120,5	102,5	28,828	0,569	22,630	377,441	35,917	3,618	64,597	393,955	49,244	3,697	76,375	9,806	66,842
%40 IPE O 330	133,6	162,0	8,5	13,5	18,0	120,1	102,1	33,469	0,576	26,273	438,215	41,330	3,618	74,995	480,021	59,262	3,787	91,893	15,745	107,461
%40 IPE A 360	143,0	170,0	6,6	11,5	18,0	131,5	113,5	29,622	0,611	23,253	436,989	37,714	3,841	67,579	472,048	55,535	3,992	85,538	9,879	72,555
%40 IPE 360	144,0	170,0	8,0	12,7	18,0	131,3	113,3	33,485	0,613	26,285	522,595	45,588	3,951	81,845	521,572	61,361	3,947	94,974	13,848	106,980
%40 IPE O 360	145,6	172,0	9,2	14,7	18,0	130,9	112,9	38,717	0,620	30,393	610,969	53,037	3,972	95,922	625,376	72,718	4,019	112,690	21,610	169,402
%40 IPE A 400	158,8	180,0	7,0	12,0	21,0	146,8	125,8	33,769	0,660	26,508	630,387	49,234	4,321	88,038	585,183	65,020	4,163	100,549	12,046	103,975
%40 IPE 400	160,0	180,0	8,6	13,5	21,0	146,5	125,5	38,792	0,662	30,452	764,873	60,365	4,440	108,242	658,700	73,189	4,121	113,761	17,868	163,236
%40 IPE O 400	161,6	182,0	9,7	15,5	21,0	146,1	125,1	44,274	0,669	34,755	877,715	68,865	4,452	124,249	781,818	85,914	4,202	133,598	27,036	248,222
%40 IPE V 400	163,2	182,0	10,6	17,5	21,0	145,7	124,7	49,187	0,672	38,612	977,354	76,171	4,458	138,374	882,795	97,010	4,236	150,901	38,298	346,264
%40 IPE A 450	178,8	190,0	7,6	13,1	21,0	165,7	144,7	39,376	0,720	30,910	966,698	67,546	4,955	120,101	751,038	79,057	4,367	122,227	16,663	169,399
%40 IPE 450	180,0	190,0	9,4	14,6	21,0	165,4	144,4	45,180	0,722	35,467	1174,201	83,143	5,098	148,321	837,619	88,170	4,306	137,196	24,289	267,076
%40 IPE O 450	182,4	192,0	11,0	17,6	21,0	164,8	143,8	53,813	0,731	42,243	1406,788	98,789	5,113	177,530	1042,177	108,560	4,401	169,116	42,203	461,396
%40 IPE V 450	184,0	194,0	12,4	19,6	21,0	164,4	143,4	60,302	0,738	47,337	1600,538	112,205	5,152	202,526	1197,710	123,475	4,457	192,797	59,139	661,745
%40 IPE A 500	198,8	200,0	8,4	14,5	21,0	184,3	163,3	46,374	0,780	36,404	1450,132	91,851	5,592	162,883	969,367	96,937	4,572	149,934	23,965	285,081
%40 IPE 500	200,0	200,0	10,2	16,0	21,0	184,0	163,0	52,661	0,782	41,339	1730,364	110,989	5,732	197,546	1070,402	107,040	4,508	166,639	33,815	436,198
%40 IPE O 500	202,4	202,0	12,0	19,0	21,0	183,4	162,4	62,281	0,791	48,890	2070,669	132,136	5,766	236,568	1310,146	129,717	4,587	202,445	56,748	737,141
%40 IPE V 500	205,6	204,0	14,2	23,0	21,0	182,6	161,6	74,742	0,801	58,672	2513,966	159,085	5,800	287,110	1634,467	160,242	4,676	250,729	100,163	1298,937
%40 IPE A 550	218,8	210,0	9,0	15,7	24,0	203,1	179,1	53,721	0,837	42,171	2058,727	118,920	6,191	211,053	1215,786	115,789	4,757	179,643	32,025	438,974
%40 IPE 550	220,0	210,0	11,1	17,2	24,0	202,8	178,8	61,103	0,839	47,966	2477,909	145,494	6,368	259,171	1333,165	126,968	4,671	198,574	44,864	686,157
%40 IPE O 550	222,4	212,0	12,7	20,2	24,0	202,2	178,2	70,976	0,848	55,716	2891,428	168,568	6,383	301,658	1611,244	152,004	4,765	238,016	72,052	1089,831
%40 IPE V 550	226,4	216,0	17,1	25,2	24,0	201,2	177,2	91,309	0,864	71,678	3907,387	228,957	6,542	412,459	2129,985	197,221	4,830	312,080	148,756	2477,358
%40 IPE A 600	238,8	220,0	9,8	17,5	24,0	221,3	197,3	62,660	0,897	49,188	2893,020	153,747	6,795	272,647	1557,673	141,607	4,986	219,600	46,245	714,600
%40 IPE 600	240,0	220,0	12,0	19,0	24,0	221,0	197,0	70,792	0,899	55,572	3452,960	186,619	6,984	332,217	1692,807	153,892	4,890	240,665	63,029	1095,018
%40 IPE O 600	244,0	224,0	15,0	24,0	24,0	220,0	196,0	89,232	0,915	70,047	4421,081	237,181	7,039	425,105	2258,662	201,666	5,031	316,610	127,969	2249,657
%40 IPE V 600	247,2	228,0	18,0	28,0	24,0	219,2	195,2	105,768	0,930	83,028	5366,060	287,509	7,123	517,875	2781,801	244,018	5,128	385,194	209,448	3861,299

Tablo 4.29. %40 HE kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi, %										
	A	$I_x$	$W_{ex}$	$i_x$	$W_{px}$	$I_y$	$W_{ey}$	$i_y$	$W_{py}$	J
%40HE100A	0,0	2,03	1,06	1,02	-0,15	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02
%40HE100B	0,0	1,81	1,23	0,91	-0,12	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
%40HE100M	0,0	0,90	1,67	0,45	-0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
%40HE120A	0,0	0,75	0,94	0,38	-0,09	0,00	0,00	0,01	0,02	-0,02
%40HE120B	0,0	0,71	1,08	0,34	-0,06	0,00	0,00	0,01	0,02	-0,01
%40HE120M	0,0	0,44	1,23	0,21	-0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
%40HE140A	0,0	0,29	0,61	0,16	-0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01
%40HE140B	0,0	0,33	0,81	0,17	-0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
%40HE140M	0,0	0,22	0,91	0,11	0,00	0,01	0,01	0,01	-0,02	-0,01
%40HE160A	0,0	0,42	0,65	0,20	-0,10	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00
%40HE160B	0,0	0,45	0,89	0,23	-0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,02
%40HE160M	0,0	0,37	1,01	0,19	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	-0,01
%40HE180A	0,0	0,26	0,47	0,13	-0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
%40HE180B	0,0	0,24	0,69	0,13	-0,02	0,01	0,01	0,01	-0,02	0,01
%40HE180M	0,0	0,17	0,85	0,09	-0,01	0,04	0,04	0,02	0,02	0,00
%40HE200A	0,0	0,35	0,48	0,17	-0,08	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
%40HE200B	0,0	0,34	0,80	0,17	-0,04	0,04	0,04	0,02	0,00	0,00
%40HE200M	0,0	0,30	0,92	0,15	-0,02	0,01	0,01	0,01	-0,01	-0,02
%40HE220A	0,0	0,21	0,37	0,11	-0,03	0,01	0,01	0,00	0,03	-0,04
%40HE220B	0,0	0,26	0,59	0,13	-0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	-0,02
%40HE220M	0,0	0,21	0,75	0,10	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
%40HE240A	0,0	0,28	0,49	0,14	-0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,01
%40HE240B	0,0	0,33	0,70	0,16	-0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	-0,01
%40HE240M	0,0	0,26	0,90	0,13	-0,05	0,01	0,01	0,01	0,00	-0,02
%40HE260A	0,0	0,46	0,52	0,22	-0,08	0,01	0,01	0,00	0,02	-0,01
%40HE260B	0,0	0,42	0,79	0,21	-0,05	0,02	0,02	0,01	-0,01	0,00
%40HE260M	0,0	0,34	0,97	0,17	-0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
%40HE280A	0,0	0,26	0,37	0,13	-0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,02

Tablo 4.29. (Devam) %40 HE kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi, %										
	A	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	i <sub>x</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J
%40HE280B	0,0	0,29	0,60	0,14	-0,05	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
%40HE280M	0,0	0,24	0,82	0,10	-0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
%40HE300A	0,0	0,34	0,45	0,17	-0,08	0,01	0,01	0,00	0,02	-0,01
%40HE300B	0,0	0,35	0,69	0,18	-0,06	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
%40HE300M	0,0	0,26	0,02	0,13	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%40HE320A	0,0	0,26	0,38	0,13	-0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01
%40HE320B	0,0	0,27	0,59	0,13	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%40HE320M	0,0	0,26	0,85	0,13	-0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
%40HE340A	0,0	0,18	0,24	0,09	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
%40HE340B	0,0	0,19	0,48	0,09	-0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	-0,02
%40HE340M	0,0	0,19	0,76	0,10	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%40HE360A	0,0	0,14	0,11	0,07	-0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	-0,01
%40HE360B	0,0	0,13	0,37	0,07	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
%40HE360M	0,0	0,16	0,66	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%40HE400A	0,0	0,08	0,19	0,04	-0,05	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
%40HE400B	0,0	0,06	0,12	0,03	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
%40HE400M	0,0	0,09	0,49	0,04	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
%40HE450A	0,0	0,08	0,38	0,04	-0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	-0,03
%40HE450B	0,0	0,06	0,10	0,03	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
%40HE450M	0,0	0,03	0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
%40HE500A	0,0	0,04	0,48	0,02	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
%40HE500B	0,0	0,04	0,23	0,03	-0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
%40HE500M	0,0	0,02	0,09	0,00	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	-0,01
%40HE550A	0,0	0,07	0,71	0,03	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
%40HE550B	0,0	0,04	0,44	0,03	-0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	-0,01
%40HE550M	0,0	0,02	0,10	0,07	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
%40HE600A	0,0	0,07	0,88	0,06	-0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00
%40HE600B	0,0	0,04	0,59	0,03	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	-0,01
%40HE600M	0,0	0,02	0,27	0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00

%40 HE kesitlerin Sap2000 programından alınan veriler ile karşılaştırılması sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.29.'da gösterildi. Buna göre, %40 HE profillerde görülen maksimum farklılık oranı %2,03 ile %40 HE100A kesitin x eksenine göre atalet momenti değerine aittir.

Tablo 4.30. %40 IPE kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi, %										
	A	$I_x$	$W_{ex}$	$i_x$	$W_{px}$	$I_y$	$W_{ey}$	$i_y$	$W_{py}$	J
%40 IPE 80	-0,01	0,05	0,05	0,03	-0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01
%40 IPE 100	-0,01	0,07	0,07	0,04	-0,05	0,05	0,05	0,03	0,02	0,00
%40 IPE 120	0,00	0,05	0,05	0,02	-0,03	0,04	0,04	0,02	0,00	0,01
%40 IPE 140	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00
%40 IPE 160	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,01	0,03	0,03	0,02	0,00	0,03
%40 IPE 180	0,00	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	-0,02
%40 IPE 200	0,02	0,04	0,04	0,01	-0,02	0,05	0,05	0,02	0,00	-0,01
%40 IPE 220	-0,02	0,03	0,02	0,02	-0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01
%40 IPE 240	0,00	0,07	0,08	0,04	-0,06	0,05	0,05	0,02	0,00	-0,01
%40 IPE 270	0,00	0,04	0,05	0,02	-0,04	0,03	0,03	0,02	0,00	-0,01
%40 IPE 300	-0,02	0,03	0,03	0,02	-0,03	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00
%40 IPE 330	-0,01	0,04	0,04	0,02	-0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,00
%40 IPE 360	0,01	0,02	0,02	0,00	-0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	-0,01
%40 IPE 400	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	-0,01
%40 IPE 450	0,00	0,02	0,02	0,01	-0,05	0,04	0,04	0,02	0,00	0,00
%40 IPE 500	0,00	0,02	0,02	0,01	-0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	-0,01
%40 IPE 550	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,01
%40 IPE 600	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,05	0,05	0,02	0,03	0,00

%40 IPE kesitlerin Sap2000 programından alınan veriler ile karşılaştırılması sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.30.'da gösterildi. Buna göre, %40 IPE profillerde görülen maksimum farklılık oranı %0,07 ile %40 IPE100 kesitin x eksenine göre atalet momenti ve x eksenine göre elastik mukavemet momenti değerine aittir.

#### 4.2.4. %50 - %50 oranında bölünen düz başlıklı T-kesitler için enkesit tabloları

Düz başlıklı I-kesitlerin gövdelerinden % 50 - % 50 oranında bölünmesiyle elde edilen T-kesitlere ait profil tabloları oluşturuldu. %50 HE kesitlere ait kesit tablosu Tablo 4.31'de, %50 IPE kesitlere ait kesit tabloları Tablo 4.32'de verildi. %50 - %50 oranındaki T kesitlere ait hesaplanan değerler Sap2000 programından alınan veriler ile karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri tablolaştırıldı. %50 HE kesitlere ait farklılık yüzdeleri Tablo 4.33.'de ve %50 IPE kesitlere ait farklılık yüzdeleri Tablo 4.34.'da verildi.



Tablo 4.31. %50 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>t</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	h <sub>t</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>k</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%50HE100AA	45,5	100,0	4,2	5,5	12,0	40,0	28,0	7,798	0,281	6,121	9,071	2,424	1,079	4,782	46,031	9,206	2,430	14,222	0,653	0,001
%50HE100A	48,0	100,0	5,0	8,0	12,0	40,0	28,0	10,618	0,286	8,335	12,361	3,162	1,079	6,642	66,905	13,381	2,510	20,570	1,873	0,004
%50HE100B	50,0	100,0	6,0	10,0	12,0	40,0	28,0	13,018	0,290	10,219	16,209	4,050	1,116	8,747	83,636	16,727	2,535	25,711	3,621	0,007
%50HE100C	55,0	103,0	9,0	15,0	12,0	40,0	28,0	19,668	0,306	15,439	29,957	7,108	1,234	15,891	137,184	26,638	2,641	41,038	12,560	0,028
%50HE100M	60,0	106,0	12,0	20,0	12,0	40,0	28,0	26,618	0,322	20,895	49,031	11,069	1,357	25,091	199,576	37,656	2,738	58,156	30,571	0,072
%50HE120AA	54,5	120,0	4,2	5,5	12,0	49,0	37,0	9,276	0,339	7,282	15,971	3,522	1,312	6,702	79,403	13,234	2,926	20,312	0,787	0,002
%50HE120A	57,0	120,0	5,0	8,0	12,0	49,0	37,0	12,668	0,344	9,944	21,304	4,517	1,297	9,119	115,448	19,241	3,019	29,426	2,252	0,007
%50HE120B	60,0	120,0	6,5	11,0	12,0	49,0	37,0	17,003	0,350	13,347	30,861	6,352	1,347	13,389	158,761	26,460	3,056	40,484	5,773	0,017
%50HE120C	65,0	123,0	9,5	16,0	12,0	49,0	37,0	24,953	0,366	19,588	53,427	10,544	1,463	23,096	248,838	40,461	3,158	62,081	18,194	0,057
%50HE120M	70,0	126,0	12,5	21,0	12,0	49,0	37,0	33,203	0,382	26,064	83,202	15,759	1,583	35,241	351,388	55,776	3,253	85,815	42,086	0,140
%50HE140AA	64,0	140,0	4,3	6,0	12,0	58,0	46,0	11,512	0,398	9,037	26,983	5,019	1,531	9,419	137,414	19,631	3,455	29,967	1,162	0,005
%50HE140A	66,5	140,0	5,5	8,5	12,0	58,0	46,0	15,708	0,403	12,331	37,502	6,791	1,545	13,305	194,661	27,809	3,520	42,424	3,188	0,013
%50HE140B	70,0	140,0	7,0	12,0	12,0	58,0	46,0	21,478	0,410	16,860	53,505	9,365	1,578	19,396	274,833	39,262	3,577	59,892	8,727	0,035
%50HE140C	75,0	143,0	10,0	17,0	12,0	58,0	46,0	30,728	0,426	24,122	88,091	14,881	1,693	32,053	415,142	58,062	3,676	88,833	25,352	0,108
%50HE140M	80,0	146,0	13,0	22,0	12,0	58,0	46,0	40,278	0,442	31,618	132,053	21,541	1,811	47,532	572,172	78,380	3,769	120,256	56,068	0,250
%50HE160AA	74,0	160,0	4,5	7,0	15,0	67,0	52,0	15,181	0,455	11,917	44,342	7,070	1,709	13,529	239,364	29,920	3,971	45,680	2,033	0,011
%50HE160A	76,0	160,0	6,0	9,0	15,0	67,0	52,0	19,386	0,459	15,218	61,469	9,722	1,781	18,886	307,786	38,473	3,985	58,816	4,370	0,023
%50HE160B	80,0	160,0	8,0	13,0	15,0	67,0	52,0	27,126	0,467	21,294	91,270	13,989	1,834	28,526	444,617	55,577	4,049	84,982	12,861	0,068
%50HE160C	85,0	163,0	11,0	18,0	15,0	67,0	52,0	37,676	0,483	29,575	142,100	21,093	1,942	44,652	651,188	79,900	4,157	122,442	34,660	0,192
%50HE160M	90,0	166,0	14,0	23,0	15,0	67,0	52,0	48,526	0,499	38,093	204,818	29,468	2,054	63,986	879,383	105,950	4,257	162,730	73,452	0,423
%50HE180AA	83,5	180,0	5,0	7,5	15,0	76,0	61,0	18,266	0,514	14,339	70,726	10,005	1,968	18,767	364,986	40,554	4,470	61,790	2,848	0,019
%50HE180A	85,5	180,0	6,0	9,5	15,0	76,0	61,0	22,626	0,518	17,761	89,111	12,413	1,985	23,913	462,303	51,367	4,520	78,247	5,691	0,038
%50HE180B	90,0	180,0	8,5	14,0	15,0	76,0	61,0	32,626	0,527	25,611	139,422	18,896	2,067	38,124	681,423	75,714	4,570	115,507	18,020	0,121
%50HE180C	95,0	183,0	11,5	19,0	15,0	76,0	61,0	44,476	0,543	34,913	210,293	27,711	2,174	57,985	972,183	106,250	4,675	162,464	45,693	0,318

Tablo 4.31. (Devam) %50 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	h <sub>t</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>k</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%50HE180M	100,0	186,0	14,5	24,0	15,0	76,0	61,0	56,626	0,559	44,451	295,783	37,917	2,285	81,436	1290,064	138,717	4,773	212,594	93,432	0,675
%50HE200AA	93,0	200,0	5,5	8,0	18,0	85,0	67,0	22,066	0,571	17,322	107,468	13,665	2,207	25,594	534,247	53,425	4,921	81,584	3,885	0,032
%50HE200A	95,0	200,0	6,5	10,0	18,0	85,0	67,0	26,916	0,575	21,129	132,786	16,643	2,221	31,900	667,755	66,775	4,981	101,909	7,445	0,061
%50HE200B	100,0	200,0	9,0	15,0	18,0	85,0	67,0	39,041	0,585	30,647	204,258	24,821	2,287	50,080	1001,684	100,168	5,065	152,906	24,566	0,204
%50HE200C	105,0	203,0	12,0	20,0	18,0	85,0	67,0	52,191	0,601	40,970	299,957	35,554	2,397	74,145	1397,017	137,637	5,174	210,498	59,029	0,506
%50HE200M	110,0	206,0	15,0	25,0	18,0	85,0	67,0	65,641	0,617	51,528	413,325	47,802	2,509	102,183	1825,606	177,243	5,274	271,608	116,854	1,035
%50HE220AA	102,5	220,0	6,0	8,5	18,0	94,0	76,0	25,731	0,630	20,199	156,796	18,112	2,469	33,467	755,246	68,659	5,418	104,672	5,180	0,051
%50HE220A	105,0	220,0	7,0	11,0	18,0	94,0	76,0	32,171	0,635	25,254	193,679	21,922	2,454	41,802	977,280	88,844	5,512	135,297	10,835	0,108
%50HE220B	110,0	220,0	9,5	16,0	18,0	94,0	76,0	45,521	0,645	35,734	288,902	31,802	2,519	63,656	1421,633	129,239	5,588	196,941	32,724	0,328
%50HE220C	115,0	223,0	12,5	21,0	18,0	94,0	76,0	59,971	0,661	47,077	414,571	44,627	2,629	92,232	1943,829	174,334	5,693	266,177	74,960	0,775
%50HE220M	120,0	226,0	15,5	26,0	18,0	94,0	76,0	74,721	0,677	58,656	561,201	59,084	2,741	125,163	2506,024	221,772	5,791	339,277	144,074	1,536
%50HE240AA	112,0	240,0	6,5	9,0	21,0	103,0	82,0	30,188	0,686	23,697	221,510	23,439	2,709	43,323	1038,523	86,544	5,865	132,191	6,775	0,079
%50HE240A	115,0	240,0	7,5	12,0	21,0	103,0	82,0	38,418	0,692	30,158	273,473	28,219	2,668	54,119	1384,404	115,367	6,003	175,846	15,272	0,181
%50HE240B	120,0	240,0	10,0	17,0	21,0	103,0	82,0	52,993	0,702	41,599	397,262	39,979	2,738	80,088	1961,329	163,444	6,084	249,209	42,737	0,510
%50HE240C	127,5	244,0	14,0	24,5	21,0	103,0	82,0	76,093	0,725	59,733	630,211	61,336	2,878	129,023	2971,121	243,534	6,249	371,918	129,031	1,600
%50HE240M	135,0	248,0	18,0	32,0	21,0	103,0	82,0	99,793	0,748	78,337	917,841	86,534	3,033	188,341	4076,312	328,735	6,391	502,966	290,905	3,744
%50HE260AA	122,0	260,0	6,5	9,5	24,0	112,5	88,5	34,485	0,743	27,070	289,762	27,972	2,899	52,052	1394,025	107,233	6,358	163,867	8,460	0,117
%50HE260A	125,0	260,0	7,5	12,5	24,0	112,5	88,5	43,410	0,749	34,077	355,418	33,549	2,861	64,617	1833,782	141,060	6,500	215,084	18,509	0,258
%50HE260B	130,0	260,0	10,0	17,5	24,0	112,5	88,5	59,222	0,759	46,489	511,888	47,260	2,940	94,709	2567,259	197,481	6,584	301,124	50,198	0,704
%50HE260C	137,5	264,0	14,0	25,0	24,0	112,5	88,5	84,222	0,782	66,114	802,511	71,897	3,087	150,802	3840,130	290,919	6,752	444,168	147,790	2,145
%50HE260M	145,0	268,0	18,0	32,5	24,0	112,5	88,5	109,822	0,805	86,210	1155,871	100,602	3,244	218,108	5224,292	389,873	6,897	596,233	328,535	4,934
%50HE280AA	132,0	280,0	7,0	10,0	24,0	122,0	98,0	39,012	0,803	30,625	394,412	35,248	3,180	64,843	1832,124	130,866	6,853	199,685	10,728	0,172
%50HE280A	135,0	280,0	8,0	13,0	24,0	122,0	98,0	48,632	0,809	38,176	477,485	41,756	3,133	79,306	2381,321	170,094	6,998	259,066	22,587	0,365
%50HE280B	140,0	280,0	10,5	18,0	24,0	122,0	98,0	65,682	0,819	51,561	673,480	57,657	3,202	113,815	3297,261	235,519	7,085	358,786	59,140	0,961

Tablo 4.31. (Devam)%50 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	h <sub>f</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>k</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%50HE280C	147,5	284,0	14,5	25,5	24,0	122,0	98,0	92,582	0,842	72,677	1032,757	85,938	3,340	177,530	4875,121	343,318	7,257	523,712	169,368	2,845
%50HE280M	155,0	288,0	18,5	33,0	24,0	122,0	98,0	120,082	0,865	94,265	1463,337	118,505	3,491	253,286	6581,380	457,040	7,403	698,339	370,744	6,429
%50HE300AA	141,5	300,0	7,5	10,5	27,0	131,0	104,0	44,454	0,860	34,896	519,966	43,396	3,420	79,912	2366,756	157,784	7,297	241,153	13,418	0,247
%50HE300A	145,0	300,0	8,5	14,0	27,0	131,0	104,0	56,264	0,867	44,167	629,671	51,223	3,345	97,811	3154,780	210,319	7,488	320,583	30,122	0,559
%50HE300B	150,0	300,0	11,0	19,0	27,0	131,0	104,0	74,539	0,877	58,513	871,026	69,488	3,418	137,446	4281,415	285,428	7,579	435,071	74,402	1,389
%50HE300C	160,0	305,0	16,0	29,0	27,0	131,0	104,0	112,539	0,907	88,343	1447,817	111,345	3,587	233,474	6868,151	450,371	7,812	687,205	265,841	5,156
%50HE300M	170,0	310,0	21,0	39,0	27,0	131,0	104,0	151,539	0,937	118,958	2169,553	161,255	3,784	352,130	9701,537	625,906	8,001	956,590	653,403	13,149
%50HE320AA	150,5	300,0	8,0	11,0	27,0	139,5	112,5	47,289	0,878	37,122	658,986	52,103	3,733	94,960	2479,545	165,303	7,241	252,871	15,691	0,293
%50HE320A	155,0	300,0	9,0	15,5	27,0	139,5	112,5	62,184	0,887	48,814	807,698	61,699	3,604	117,582	3492,619	232,841	7,494	354,870	40,629	0,763
%50HE320B	160,0	300,0	11,5	20,5	27,0	139,5	112,5	80,671	0,897	63,327	1096,807	82,337	3,687	161,890	4619,413	307,961	7,567	469,548	93,223	1,757
%50HE320C	170,0	305,0	16,0	30,5	27,0	139,5	112,5	118,474	0,927	93,002	1736,156	125,650	3,828	262,002	7223,099	473,646	7,808	722,634	307,501	6,012
%50HE320M	179,5	309,0	21,0	40,0	27,0	139,5	112,5	156,024	0,954	122,479	2550,670	179,465	4,043	386,162	9854,661	637,842	7,947	975,362	702,264	14,157
%50HE340AA	160,0	300,0	8,5	11,5	27,0	148,5	121,5	50,251	0,897	39,447	830,745	62,265	4,066	112,517	2592,369	172,825	7,182	264,649	18,249	0,348
%50HE340A	165,0	300,0	9,5	16,5	27,0	148,5	121,5	66,736	0,907	52,388	1018,996	73,499	3,908	138,798	3718,000	247,867	7,464	377,974	49,165	0,934
%50HE340B	170,0	300,0	12,0	21,5	27,0	148,5	121,5	85,449	0,917	67,077	1361,991	96,657	3,992	187,732	4844,969	322,998	7,530	492,860	107,937	2,057
%50HE340M	188,5	309,0	21,0	40,0	27,0	148,5	121,5	157,914	0,972	123,962	2952,272	197,646	4,324	416,137	9855,356	637,887	7,900	976,354	705,042	14,343
%50HE360AA	169,5	300,0	9,0	12,0	27,0	157,5	130,5	53,304	0,916	41,844	1032,820	73,638	4,402	132,202	2705,229	180,349	7,124	276,484	21,107	0,413
%50HE360A	175,0	300,0	10,0	17,5	27,0	157,5	130,5	71,379	0,927	56,032	1268,243	86,691	4,215	162,436	3943,422	262,895	7,433	401,139	58,844	1,133
%50HE360B	180,0	300,0	12,5	22,5	27,0	157,5	130,5	90,316	0,937	70,898	1671,132	112,509	4,302	216,225	5070,584	338,039	7,493	516,245	124,160	2,396
%50HE360M	197,5	308,0	21,0	40,0	27,0	157,5	130,5	159,404	0,988	125,132	3392,299	216,761	4,613	447,321	9760,878	633,823	7,825	971,177	705,687	14,424
%50HE400AA	189,0	300,0	9,5	13,0	27,0	176,0	149,0	58,849	0,955	46,196	1490,403	96,165	5,032	171,317	2930,696	195,380	7,057	299,844	27,000	0,557
%50HE400A	195,0	300,0	11,0	19,0	27,0	176,0	149,0	79,489	0,967	62,399	1894,033	117,538	4,881	216,480	4281,914	285,461	7,339	436,432	76,399	1,522
%50HE400B	200,0	300,0	13,5	24,0	27,0	176,0	149,0	98,889	0,977	77,628	2436,546	149,113	4,964	280,417	5409,522	360,635	7,396	552,018	152,674	3,046
%50HE400M	216,0	307,0	21,0	40,0	27,0	176,0	149,0	162,889	1,023	127,868	4432,304	259,207	5,216	517,026	9667,749	629,821	7,704	967,066	709,265	14,797

Tablo 4.31. (Devam)%50 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>t</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	h <sub>t</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>k</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%50HE450AA	212,5	300,0	10,0	13,5	27,0	199,0	172,0	63,529	1,002	49,870	2184,725	127,138	5,864	224,686	3043,768	202,918	6,922	312,176	31,237	0,703
%50HE450A	220,0	300,0	11,5	21,0	27,0	199,0	172,0	89,014	1,017	69,876	2815,341	155,855	5,624	284,343	4732,667	315,511	7,292	482,766	102,698	2,125
%50HE450B	225,0	300,0	14,0	26,0	27,0	199,0	172,0	108,989	1,027	85,556	3565,603	195,166	5,720	362,077	5860,665	390,711	7,333	598,828	193,962	4,022
%50HE450M	239,0	307,0	21,0	40,0	27,0	199,0	172,0	167,719	1,069	131,659	5996,702	317,725	5,980	613,904	9669,525	629,936	7,593	969,602	716,365	15,562
%50HE500AA	236,0	300,0	10,5	14,0	27,0	222,0	195,0	68,439	1,049	53,725	3077,519	163,512	6,706	288,010	3156,925	210,462	6,792	324,649	36,006	0,901
%50HE500A	245,0	300,0	12,0	23,0	27,0	222,0	195,0	98,769	1,067	77,534	4017,801	200,987	6,378	364,115	5183,528	345,569	7,244	529,256	134,457	2,892
%50HE500B	250,0	300,0	14,5	28,0	27,0	222,0	195,0	119,319	1,077	93,665	5020,451	248,843	6,487	457,047	6311,961	420,797	7,273	645,824	242,080	5,229
%50HE500M	262,0	306,0	21,0	40,0	27,0	222,0	195,0	172,149	1,113	135,137	7875,550	382,215	6,764	721,047	9577,357	625,971	7,459	966,008	721,331	16,380
%50HE550AA	261,0	300,0	11,5	15,0	27,0	246,0	219,0	76,419	1,099	59,989	4434,796	216,717	7,618	382,067	3383,262	225,551	6,654	349,320	46,221	1,321
%50HE550A	270,0	300,0	12,5	24,0	27,0	246,0	219,0	105,879	1,117	83,115	5528,302	253,290	7,226	454,402	5409,525	360,635	7,148	553,452	154,256	3,524
%50HE550B	275,0	300,0	15,0	29,0	27,0	246,0	219,0	127,029	1,127	99,718	6834,053	310,565	7,335	563,521	6538,449	435,897	7,174	670,571	271,565	6,230
%50HE550M	286,0	306,0	21,0	40,0	27,0	246,0	219,0	177,189	1,161	139,093	10206,127	455,940	7,589	844,758	9579,209	626,092	7,353	968,654	728,740	17,576
%50HE600AA	285,5	300,0	12,0	15,5	27,0	270,0	243,0	82,029	1,148	64,393	5930,026	268,521	8,502	474,321	3496,719	233,115	6,529	362,234	52,791	1,727
%50HE600A	295,0	300,0	13,0	25,0	27,0	270,0	243,0	113,229	1,167	88,885	7398,825	313,159	8,084	558,219	5635,658	375,711	7,055	577,828	176,023	4,306
%50HE600B	300,0	300,0	15,5	30,0	27,0	270,0	243,0	134,979	1,177	105,958	9059,757	380,654	8,193	684,971	6765,123	451,008	7,080	695,529	303,515	7,457
%50HE600M	310,0	305,0	21,0	40,0	27,0	270,0	243,0	181,829	1,207	142,736	12924,446	535,799	8,431	979,655	9487,731	622,146	7,224	965,190	734,016	18,884
%50HE650AA	310,0	300,0	12,5	16,0	27,0	294,0	267,0	87,879	1,197	68,985	7744,089	327,195	9,387	579,962	3610,306	240,687	6,410	375,327	60,101	2,262
%50HE650A	320,0	300,0	13,5	26,0	27,0	294,0	267,0	120,819	1,217	94,843	9674,841	380,981	8,949	676,416	5861,941	390,796	6,966	602,394	199,872	5,273
%50HE650B	325,0	300,0	16,0	31,0	27,0	294,0	267,0	143,169	1,227	112,388	11746,076	459,481	9,058	822,237	6991,997	466,133	6,988	720,706	338,051	8,959
%50HE650M	334,0	305,0	21,0	40,0	27,0	294,0	267,0	186,869	1,255	146,692	16071,326	621,983	9,274	1126,711	9489,583	622,268	7,126	967,836	741,424	20,574
%50HE700AA	335,0	300,0	13,0	17,0	27,0	318,0	291,0	95,469	1,247	74,943	10013,327	395,014	10,241	702,188	3836,537	255,769	6,339	399,856	72,418	3,045
%50HE700A	345,0	300,0	14,5	27,0	27,0	318,0	291,0	130,239	1,267	102,238	12735,645	471,763	9,889	835,980	6089,400	405,960	6,838	628,370	229,145	6,776
%50HE700B	350,0	300,0	17,0	32,0	27,0	318,0	291,0	153,189	1,277	120,253	15281,439	562,246	9,988	1002,489	7220,428	481,362	6,865	747,522	379,758	11,229

Tablo 4.31. (Devam)%50 HE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	r <sub>2</sub> mm	h <sub>i</sub> mm	A cm <sup>2</sup>	A <sub>i</sub> nr <sup>2</sup> /m	G kg/m	I <sub>k</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	k cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> x10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
%50HE700M	358,0	304,0	21,0	40,0	27,0	318,0	291,0	191,509	1,301	150,334	19645,423	713,972	10,128	1284,916	9398,715	618,337	7,006	964,392	746,700	22,420
%50HE800AA	385,0	300,0	14,0	18,0	30,0	367,0	337,0	109,243	1,344	85,756	15766,783	553,402	12,014	996,481	4066,866	271,124	6,101	428,275	91,888	5,145
%50HE800A	395,0	300,0	15,0	28,0	30,0	367,0	337,0	142,913	1,364	112,187	19330,964	635,128	11,630	1125,111	6319,334	421,289	6,650	656,129	260,808	9,301
%50HE800B	400,0	300,0	17,5	33,0	30,0	367,0	337,0	167,088	1,374	131,164	22997,562	751,339	11,732	1336,504	7451,835	496,789	6,678	776,567	424,933	15,135
%50HE800M	407,0	303,0	21,0	40,0	30,0	367,0	337,0	202,133	1,394	158,674	28427,382	920,282	11,859	1645,845	9313,684	614,765	6,788	965,196	759,693	27,274
%50HE900AA	435,0	300,0	15,0	20,0	30,0	415,0	385,0	126,113	1,444	98,999	23739,690	748,581	13,720	1353,651	4520,684	301,379	5,987	478,829	126,688	8,697
%50HE900A	445,0	300,0	16,0	30,0	30,0	415,0	385,0	160,263	1,464	125,806	28714,285	851,321	13,385	1512,142	6773,736	451,582	6,501	707,239	326,661	14,109
%50HE900B	450,0	300,0	18,5	35,0	30,0	415,0	385,0	185,638	1,474	145,726	33768,210	996,282	13,487	1774,474	7907,948	527,197	6,527	829,170	516,337	22,268
%50HE900M	455,0	302,0	21,0	40,0	30,0	415,0	385,0	211,813	1,488	166,273	39051,044	1145,499	13,578	2045,206	9225,882	610,986	6,600	964,438	772,377	33,417
%50HE1000AA	485,0	300,0	16,0	21,0	30,0	464,0	434,0	141,103	1,544	110,766	33873,202	977,751	15,494	1776,840	4750,409	316,694	5,802	507,875	155,961	13,892
%50HE1000A	495,0	300,0	16,5	31,0	30,0	464,0	434,0	173,423	1,564	136,137	39836,880	1077,421	15,156	1921,612	7002,227	466,815	6,354	734,856	367,388	19,343
%50HE1000B	500,0	300,0	19,0	36,0	30,0	464,0	434,0	200,023	1,574	157,018	46562,475	1253,919	15,257	2240,173	8137,883	542,526	6,378	858,134	572,646	30,083
%50HE1000M	504,0	302,0	21,0	40,0	30,0	464,0	434,0	222,103	1,586	174,351	52174,643	1398,862	15,327	2501,650	9229,663	611,236	6,446	969,840	787,503	41,409

Tablo 4.32. %50 IPE kesitler için enkesit tabloları

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%50 IPE AA 80	39,0	46,0	3,2	4,2	5,0	34,8	29,8	3,153	2,475	3,855	1,289	1,106	2,328	3,425	1,489	1,042	2,340	0,152	0,096
%50 IPE A 80	39,0	46,0	3,3	4,2	5,0	34,8	29,8	3,188	2,502	3,944	1,325	1,112	2,391	3,426	1,490	1,037	2,346	0,155	0,100
%50 IPE 80	40,0	46,0	3,8	5,2	5,0	34,8	29,8	3,822	3,000	4,808	1,583	1,122	2,885	4,245	1,845	1,054	2,909	0,279	0,175
%50 IPE AA 100	48,8	55,0	3,6	4,5	7,0	44,3	37,3	4,280	3,360	8,494	2,279	1,409	4,102	6,284	2,285	1,212	3,617	0,236	0,236
%50 IPE A 100	49,0	55,0	3,6	4,7	7,0	44,3	37,3	4,390	3,446	8,639	2,300	1,403	4,145	6,561	2,386	1,222	3,769	0,259	0,252
%50 IPE 100	50,0	55,0	4,1	5,7	7,0	44,3	37,3	5,162	4,052	10,292	2,696	1,412	4,894	7,959	2,894	1,242	4,573	0,441	0,415
%50 IPE AA 120	58,5	64,0	3,8	4,8	7,0	53,7	46,7	5,323	4,178	15,577	3,482	1,711	6,223	10,539	3,293	1,407	5,182	0,334	0,470
%50 IPE A 120	58,8	64,0	3,8	5,1	7,0	53,7	46,7	5,515	4,329	15,936	3,524	1,700	6,304	11,195	3,498	1,425	5,489	0,381	0,513
%50 IPE 120	60,0	64,0	4,4	6,3	7,0	53,7	46,7	6,605	5,185	19,306	4,200	1,710	7,564	13,834	4,323	1,447	6,790	0,686	0,890
%50 IPE AA 140	68,3	73,0	3,8	5,2	7,0	63,1	56,1	6,404	5,027	25,350	4,803	1,990	8,537	16,915	4,634	1,625	7,228	0,458	0,812
%50 IPE A 140	68,7	73,0	3,8	5,6	7,0	63,1	56,1	6,696	5,256	26,040	4,871	1,972	8,668	18,212	4,990	1,649	7,761	0,543	0,911
%50 IPE 140	70,0	73,0	4,7	6,9	7,0	63,1	56,1	8,213	6,447	33,040	6,143	2,006	11,009	22,459	6,153	1,654	9,623	1,018	1,738
%50 IPE AA 160	78,2	82,0	4,0	5,6	9,0	72,6	63,6	7,844	6,157	40,437	6,661	2,271	11,842	25,835	6,301	1,815	9,843	0,635	1,434
%50 IPE A 160	78,5	82,0	4,0	5,9	9,0	72,6	63,6	8,090	6,350	41,179	6,724	2,256	11,962	27,213	6,637	1,834	10,348	0,716	1,553
%50 IPE 160	80,0	82,0	5,0	7,4	9,0	72,6	63,6	10,046	7,886	52,859	8,574	2,294	15,359	34,157	8,331	1,844	13,050	1,410	3,094
%50 IPE AA 180	88,2	91,0	4,3	6,2	9,0	82,0	73,0	9,516	7,470	62,619	9,132	2,565	16,190	39,059	8,584	2,026	13,359	0,940	2,608
%50 IPE A 180	88,5	91,0	4,3	6,5	9,0	82,0	73,0	9,789	7,684	63,657	9,209	2,550	16,334	40,943	8,998	2,045	13,980	1,050	2,805
%50 IPE 180	90,0	91,0	5,3	8,0	9,0	82,0	73,0	11,974	9,399	80,253	11,548	2,589	20,617	50,425	11,082	2,052	17,300	1,960	5,310
%50 IPE O 180	91,0	92,0	6,0	9,0	9,0	82,0	73,0	13,548	10,635	92,399	13,236	2,612	23,721	58,646	12,749	2,081	19,956	2,826	7,825
%50 IPE AA 200	98,2	100,0	4,5	6,7	12,0	91,5	79,5	11,436	8,977	91,428	11,898	2,828	21,151	56,084	11,217	2,215	17,518	1,280	4,249
%50 IPE A 200	98,5	100,0	4,5	7,0	12,0	91,5	79,5	11,736	9,212	92,780	11,988	2,812	21,325	58,584	11,717	2,234	18,268	1,421	4,552
%50 IPE 200	100,0	100,0	5,6	8,5	12,0	91,5	79,5	14,242	11,180	117,048	15,111	2,867	27,030	71,184	14,237	2,236	22,306	2,583	8,547
%50 IPE O 200	101,0	102,0	6,2	9,5	12,0	91,5	79,5	15,981	12,545	132,340	16,959	2,878	30,439	84,432	16,555	2,299	25,946	3,642	12,221
%50 IPE AA 220	108,2	110,0	4,7	7,4	12,0	100,8	88,8	13,496	10,594	129,243	15,167	3,095	26,879	82,353	14,973	2,470	23,253	1,835	7,037
%50 IPE A 220	108,5	110,0	5,0	7,7	12,0	100,8	88,8	14,128	11,091	137,230	16,143	3,117	28,649	85,708	15,583	2,463	24,243	2,094	8,199
%50 IPE 220	110,0	110,0	5,9	9,2	12,0	100,8	88,8	16,685	13,098	165,432	19,343	3,149	34,508	102,443	18,626	2,478	29,055	3,545	13,877
%50 IPE O 220	111,0	112,0	6,6	10,2	12,0	100,8	88,8	18,695	14,675	187,813	21,866	3,170	39,137	119,913	21,413	2,533	33,455	4,928	19,838
%50 IPE AA 240	118,2	120,0	4,8	8,0	15,0	110,2	95,2	15,855	12,446	174,928	18,602	3,322	33,076	115,697	19,283	2,701	29,990	2,454	10,719
%50 IPE A 240	118,5	120,0	5,2	8,3	15,0	110,2	95,2	16,656	13,075	188,157	20,117	3,361	35,810	120,067	20,011	2,685	31,200	2,804	12,701
%50 IPE 240	120,0	120,0	6,2	9,8	15,0	110,2	95,2	19,558	15,353	227,487	24,270	3,410	43,405	141,817	23,636	2,693	36,962	4,640	21,389
%50 IPE O 240	121,0	122,0	7,0	10,8	15,0	110,2	95,2	21,856	17,157	259,216	27,617	3,444	49,528	164,271	26,930	2,742	42,198	6,383	30,604

Tablo 4.32. (Devam)%50 IPE kesitler için enkesit tablosu

	d mm	b <sub>f</sub> mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h mm	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ex</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>k</sub> cm	W <sub>px</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>ey</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	W <sub>py</sub> cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>	C <sub>w</sub> cm <sup>6</sup>
%50 IPE A 270	133,5	135,0	5,5	8,7	15,0	124,8	109,8	19,575	15,366	285,558	27,102	3,819	47,980	178,986	26,516	3,024	41,172	3,655	21,207
%50 IPE 270	135,0	135,0	6,6	10,2	15,0	124,8	109,8	22,973	18,033	345,617	32,809	3,879	58,358	209,934	31,101	3,023	48,475	5,971	35,637
%50 IPE O 270	137,0	136,0	7,5	12,2	15,0	124,8	109,8	26,918	21,130	406,579	38,090	3,886	68,129	256,740	37,756	3,088	58,854	9,987	58,005
%50 IPE A 300	148,5	150,0	6,1	9,2	15,0	139,3	124,3	23,263	18,261	432,221	37,117	4,310	65,542	259,485	34,598	3,340	53,664	4,947	37,038
%50 IPE 300	150,0	150,0	7,1	10,7	15,0	139,3	124,3	26,906	21,121	509,440	43,628	4,351	77,347	301,889	40,252	3,350	62,609	7,787	58,802
%50 IPE O 300	152,0	152,0	8,0	12,7	15,0	139,3	124,3	31,414	24,660	594,037	50,176	4,349	89,348	372,859	49,060	3,445	76,294	12,756	93,899
%50 IPE A 330	163,5	160,0	6,5	10,0	18,0	153,5	135,5	27,368	21,484	614,708	47,935	4,739	84,801	342,578	42,822	3,538	66,632	6,738	58,820
%50 IPE 330	165,0	160,0	7,5	11,5	18,0	153,5	135,5	31,303	24,573	716,652	55,782	4,785	99,025	394,071	49,259	3,548	76,839	10,270	90,589
%50 IPE O 330	167,0	162,0	8,5	13,5	18,0	153,5	135,5	36,308	28,502	835,031	64,317	4,796	114,609	480,192	59,283	3,637	92,496	16,428	142,843
%50 IPE A 360	178,0	170,0	6,6	11,5	18,0	167,3	149,3	31,982	25,106	830,560	58,589	5,096	103,420	472,134	55,545	3,842	85,927	10,222	93,274
%50 IPE 360	180,0	170,0	8,0	12,7	18,0	167,3	149,3	36,365	28,546	992,218	70,808	5,224	125,543	521,726	61,380	3,788	95,550	14,463	144,359
%50 IPE O 360	182,0	172,0	9,2	14,7	18,0	167,3	149,3	42,066	33,022	1163,143	82,505	5,258	146,843	625,612	72,746	3,856	113,460	22,555	227,477
%50 IPE A 400	198,5	180,0	7,0	12,0	21,0	186,5	165,5	36,548	28,690	1195,621	76,401	5,720	134,971	585,296	65,033	4,002	101,035	12,500	137,949
%50 IPE 400	200,0	180,0	8,6	13,5	21,0	186,5	165,5	42,232	33,152	1449,559	93,666	5,859	166,291	658,912	73,212	3,950	114,500	18,716	227,157
%50 IPE O 400	202,0	182,0	9,7	15,5	21,0	186,5	165,5	48,193	37,832	1667,950	107,024	5,883	190,515	782,125	85,948	4,029	134,548	28,265	341,722
%50 IPE V 400	204,0	182,0	10,6	17,5	21,0	186,5	165,5	53,512	42,007	1862,486	118,560	5,900	211,677	883,200	97,055	4,063	152,047	39,918	470,627
%50 IPE A 450	223,5	190,0	7,6	13,1	21,0	210,4	189,4	42,773	33,577	1828,620	104,687	6,538	184,764	751,202	79,074	4,191	122,873	17,317	231,595
%50 IPE 450	225,0	190,0	9,4	14,6	21,0	210,4	189,4	49,410	38,787	2218,177	128,806	6,700	228,714	837,931	88,203	4,118	138,190	25,535	386,281
%50 IPE O 450	228,0	192,0	11,0	17,6	21,0	210,4	189,4	58,829	46,181	2667,720	153,391	6,734	273,102	1042,683	108,613	4,210	170,495	44,226	657,367
%50 IPE V 450	230,0	194,0	12,4	19,6	21,0	210,4	189,4	66,006	51,815	3040,410	174,406	6,787	311,315	1198,441	123,551	4,261	194,566	62,063	947,254
%50 IPE A 500	248,5	200,0	8,4	14,5	21,0	234,0	213,0	50,549	39,681	2737,568	142,220	7,359	251,194	969,612	96,961	4,380	150,811	24,947	400,541
%50 IPE 500	250,0	200,0	10,2	16,0	21,0	234,0	213,0	57,761	45,342	3262,668	171,781	7,516	305,257	1070,844	107,084	4,306	167,940	35,584	645,332
%50 IPE O 500	253,0	202,0	12,0	19,0	21,0	234,0	213,0	68,353	53,657	3916,405	204,898	7,569	365,010	1310,874	129,790	4,379	204,267	59,662	1085,610
%50 IPE V 500	257,0	204,0	14,2	23,0	21,0	234,0	213,0	82,041	64,402	4774,601	247,284	7,629	441,907	1635,694	160,362	4,465	253,320	105,069	1894,157
%50 IPE A 550	273,5	210,0	9,0	15,7	24,0	257,8	233,8	58,644	46,036	3883,346	184,054	8,137	325,647	1216,118	115,821	4,554	180,751	33,354	628,507
%50 IPE 550	275,0	210,0	11,1	17,2	24,0	257,8	233,8	67,208	52,758	4665,125	224,997	8,331	400,945	1333,792	127,028	4,455	200,268	47,372	1045,490
%50 IPE O 550	278,0	212,0	12,7	20,2	24,0	257,8	233,8	78,037	61,259	5461,306	261,191	8,366	465,921	1612,193	152,094	4,545	240,258	75,849	1639,404
%50 IPE V 550	283,0	216,0	17,1	25,2	24,0	257,8	233,8	100,988	79,276	7397,321	355,312	8,559	637,432	2132,343	197,439	4,595	316,218	158,190	3865,988
%50 IPE A 600	298,5	220,0	9,8	17,5	24,0	281,0	257,0	68,510	53,781	5453,794	237,898	8,922	421,103	1558,141	141,649	4,769	221,034	48,118	1032,280
%50 IPE 600	300,0	220,0	12,0	19,0	24,0	281,0	257,0	77,992	61,224	6496,268	288,497	9,127	514,444	1693,671	153,970	4,660	242,825	66,485	1683,923
%50 IPE O 600	305,0	224,0	15,0	24,0	24,0	281,0	257,0	98,382	77,230	8353,800	367,640	9,215	657,113	2260,378	201,819	4,793	320,042	134,832	3437,149
%50 IPE V 600	309,0	228,0	18,0	28,0	24,0	281,0	257,0	116,892	91,760	10164,750	446,336	9,325	800,074	2784,805	244,281	4,881	390,199	221,462	5965,750

Tablo 4.33. %50 HE kesitlerin farklılık yüzdeleri

	Farklılık Yüzdesi, %										
	A	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	i <sub>x</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J	
% 50HE100A	0,00	0,25	0,26	0,14	-0,11	0,05	0,05	0,04	0,00	0,02	
% 50HE100B	0,00	0,18	0,18	0,10	-0,08	0,04	0,04	0,03	0,00	0,01	
% 50HE100M	0,00	0,06	0,07	0,03	-0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,00	
% 50HE120A	0,00	0,16	0,16	0,09	-0,07	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	
% 50HE120B	0,00	0,10	0,09	0,04	-0,01	0,04	0,04	0,01	0,01	-0,01	
% 50HE120M	0,00	0,04	0,04	0,01	-0,03	0,00	0,00	-0,01	0,01	-0,01	
% 50HE140A	0,00	0,09	0,10	0,05	-0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	-0,01	
% 50HE140B	0,00	0,07	0,08	0,04	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	
% 50HE140M	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,02	0,01	0,01	0,01	-0,04	0,00	
% 50HE160A	0,00	0,13	0,13	0,08	-0,07	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	
% 50HE160B	0,00	0,09	0,10	0,05	-0,05	0,03	0,03	0,02	0,00	0,01	
% 50HE160M	0,00	0,06	0,06	0,03	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	
% 50HE180A	0,00	0,08	0,08	0,05	-0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	
% 50HE180B	0,00	0,09	0,08	0,05	-0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	
% 50HE180M	0,00	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
% 50HE200A	0,00	0,14	0,15	0,08	-0,06	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	
% 50HE200B	0,00	0,08	0,07	0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	0,00	-0,02	
% 50HE200M	0,00	0,03	0,03	0,01	-0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	-0,04	
% 50HE220A	0,00	0,09	0,09	0,05	-0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	-0,04	
% 50HE220B	0,00	0,07	0,08	0,03	-0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	
% 50HE220M	0,00	0,04	0,03	0,02	-0,03	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,02	
% 50HE240A	0,00	0,10	0,10	0,05	-0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	
% 50HE240B	0,00	0,07	0,07	0,03	-0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	-0,01	
% 50HE240M	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,03	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,00	
% 50HE260A	0,00	0,15	0,15	0,07	-0,07	0,04	0,04	0,02	-0,01	0,00	
% 50HE260B	0,00	0,10	0,10	0,05	-0,04	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	
% 50HE260M	0,02	0,08	0,08	0,03	0,00	0,01	0,01	-0,01	0,01	0,01	
% 50HE280A	0,00	0,10	0,10	0,05	-0,04	0,01	0,01	0,00	0,03	-0,01	
% 50HE280B	0,00	0,07	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	
% 50HE280M	-0,02	0,02	0,03	0,02	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
% 50HE300A	0,00	0,12	0,12	0,06	-0,05	0,02	0,02	0,01	-0,01	0,01	
% 50HE300B	0,00	0,09	0,10	0,05	-0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	
% 50HE300M	0,03	0,03	0,02	0,00	-0,02	0,01	0,01	-0,01	0,00	0,00	
% 50HE320A	0,00	0,10	0,10	0,05	-0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00	
% 50HE320B	0,00	0,07	0,07	0,04	-0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	
% 50HE320M	0,01	0,03	0,03	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	-0,01	
% 50HE340A	0,00	0,10	0,10	0,05	-0,07	0,03	0,03	0,02	0,02	-0,01	
% 50HE340B	0,00	0,07	0,07	0,04	-0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	
% 50HE340M	0,01	0,04	0,04	0,02	-0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	
% 50HE360A	0,00	0,10	0,10	0,05	-0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
% 50HE360B	0,00	0,07	0,07	0,04	-0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,03	
% 50HE360M	0,00	0,04	0,04	0,02	-0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	
% 50HE400A	0,00	0,05	0,06	0,03	-0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	
% 50HE400B	0,00	0,02	0,03	0,01	-0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	-0,02	
% 50HE400M	-0,01	0,03	0,03	0,02	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	
% 50HE450A	0,00	0,01	0,01	0,00	-0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	
% 50HE450B	-0,01	0,02	0,02	0,01	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	-0,02	
% 50HE450M	0,01	0,01	0,01	0,00	-0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	
% 50HE500A	0,00	0,02	0,02	0,01	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,03	
% 50HE500B	0,02	0,01	0,01	0,00	-0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	-0,01	
% 50HE500M	0,03	0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,01	0,01	-0,01	0,00	0,00	
% 50HE550A	-0,02	0,01	0,01	0,01	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,03	
% 50HE550B	0,02	0,02	0,01	0,00	-0,01	0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	
% 50HE550M	-0,01	-0,04	-0,04	-0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
% 50HE600A	0,03	0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,01	0,01	-0,01	0,00	0,01	
% 50HE600B	-0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	
% 50HE600M	0,02	0,03	0,04	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	



%50 HE kesitlerin Sap2000 programından alınan veriler ile karşılaştırılması sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.33.'de gösterildi. Buna göre, %50 HE profillerde görülen maksimum farklılık oranı %0,26 ile %50HE100A kesitin x eksenine göre elastik mukavemet momenti değerine aittir.

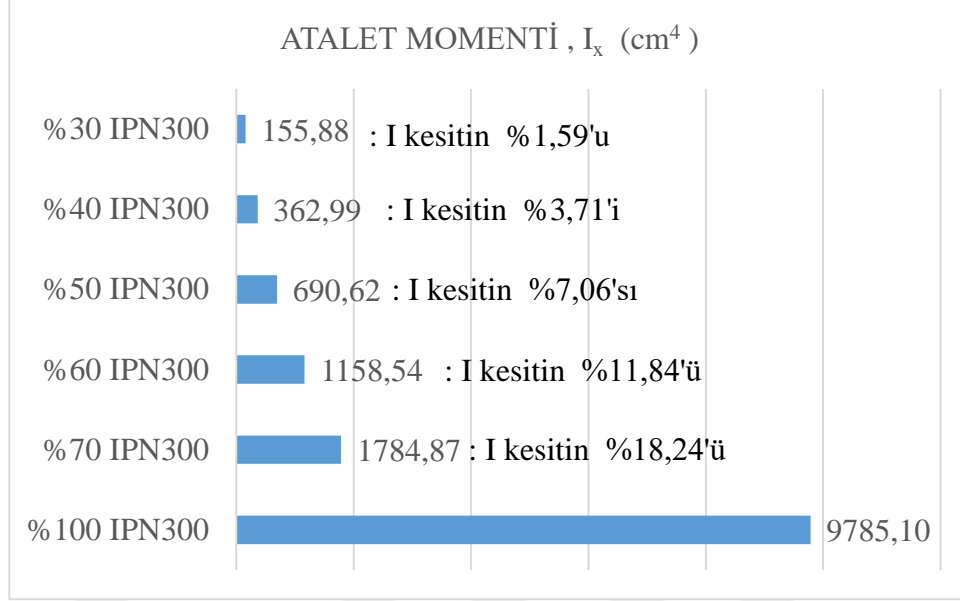
Tablo 4.34. %50 IPE kesitlerin farklılık yüzdesi

Farklılık Yüzdesi, %										
	A	I <sub>x</sub>	W <sub>ex</sub>	i <sub>x</sub>	W <sub>px</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>ey</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>py</sub>	J
%50 IPE 80	-0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,04	0,04	0,02	0,00	-0,02
%50 IPE 100	-0,01	0,02	0,01	0,01	-0,02	0,05	0,05	0,03	0,02	0,00
%50 IPE 120	0,00	0,03	0,03	0,01	-0,01	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00
%50 IPE 140	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,04	0,04	0,02	0,00	-0,02
%50 IPE 160	-0,50	0,02	0,02	0,03	-0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01
%50 IPE 180	0,25	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
%50 IPE 200	-1,69	0,04	0,04	0,01	-0,04	0,05	0,05	0,02	0,03	-0,01
%50 IPE 220	1,86	0,02	0,02	0,02	-0,01	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01
%50 IPE 240	2,25	0,04	0,04	0,02	-0,03	0,08	0,08	0,05	0,01	0,00
%50 IPE 270	0,13	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01
%50 IPE 300	0,33	0,01	0,01	0,01	-0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00
%50 IPE 330	-0,96	0,02	0,03	0,01	-0,03	0,04	0,04	0,02	0,01	0,00
%50 IPE 360	-0,99	0,01	0,01	0,00	-0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
%50 IPE 400	-0,54	0,04	0,04	0,02	-0,01	0,05	0,05	0,02	0,00	-0,02
%50 IPE 450	-0,83	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	0,04	0,02	-0,01	-0,02
%50 IPE 500	0,42	0,02	0,02	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	0,01
%50 IPE 550	-0,31	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,06	0,06	0,03	0,03	0,00
%50 IPE 600	0,01	0,00	0,01	0,00	-0,01	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01

%50 IPE kesitlerin Sap2000 programından alınan veriler ile karşılaştırılması sonucu elde edilen farklılık yüzdeleri Tablo 4.34.'de gösterildi. Buna göre, %50 IPE profillerde görülen maksimum farklılık oranı %2,25 ile %50IPE240 kesitin alan değerine aittir.

### 4.3. IPN Kesitler İçin Oluşturulan Grafikler

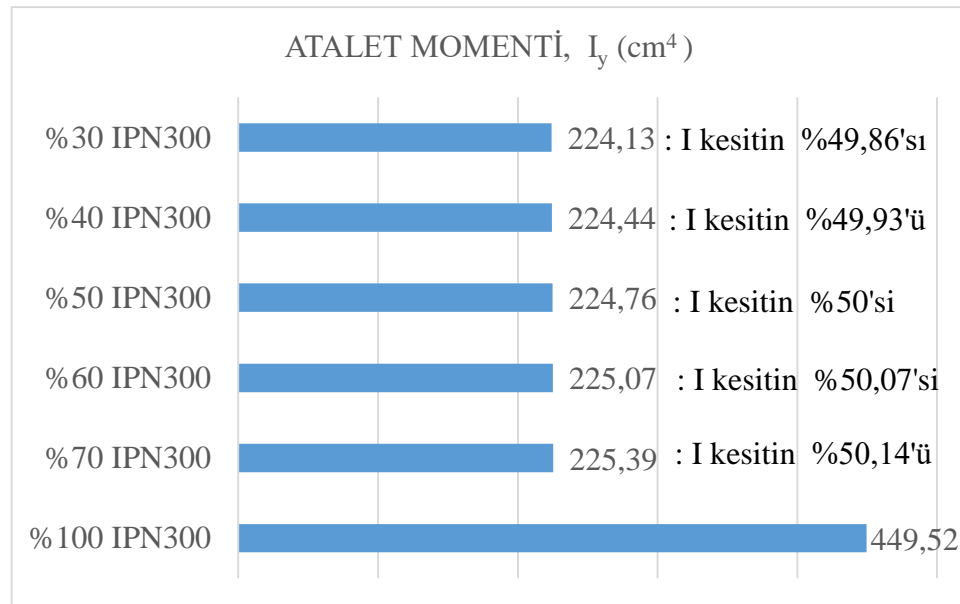
Bölüm 4.1.'de enkesit tabloları verilmiş olan I ve T-kesitli IPN kesitler için, IPN 300 profili seçilmiş ve hesaplanan kesit özelliklerindeki değişim grafik ile gösterildi. Enkesit tabloları verilen eğimli başlıklı kesitler için x eksenine göre atalet momentinin değişimi Şekil 4.1.'de verildi.



Şekil 4.1. IPN kesitler için  $I_x$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.1.'de de görüldüğü gibi, çift simetri eksenine sahip olan IPN kesitlerde hesaplanan atalet momenti tek simetri eksenine sahip olan T-kesitlerdeki atalet momentinden daha büyük bir değere sahiptir. T-kesitlerde gövde boyu küçüldükçe x eksenine göre atalet momenti değerinin de küçüldüğü görülmektedir.

IPN kesitler için y eksenine göre atalet momenti değerinin değişimini gösteren grafik Şekil 4.2.'de verildi.

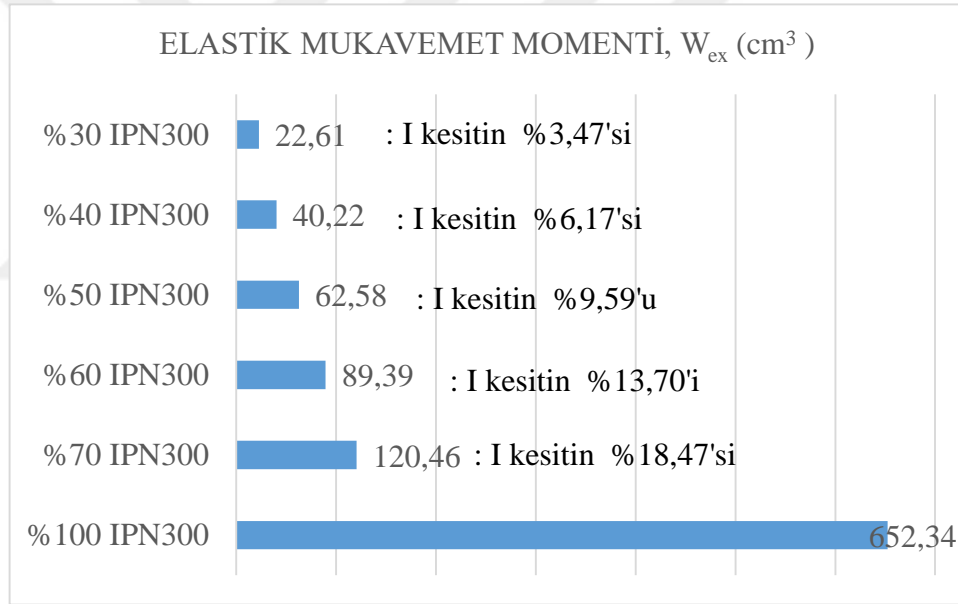


Şekil 4.2. IPN kesitler için  $I_y$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.2.'de de görüldüğü gibi, çift simetri eksenine sahip olan IPN kesitlerde hesaplanan atalet momenti tek simetri eksenine sahip olan T-kesitlerdeki atalet momentinden daha büyük bir değere sahiptir. Ancak T-kesitlerde gövde boyu küçülmesi y eksenine göre atalet momenti değerinde çok fazla bir değişikliğe sebep olmamaktadır.

Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'deki değerler karşılaştırıldığında, çift simetri eksenine sahip olan IPN300 profili için  $I_x$  değeri  $I_y$  değerine kıyasla daha büyükken, yani güçlü eksen x akseniye, %30 IPN300 profili için gövde boyu küçüldükçe  $I_y$  değeri  $I_x$  değerinden daha büyük olmakta, yani y akseni güçlü eksen olmaktadır.

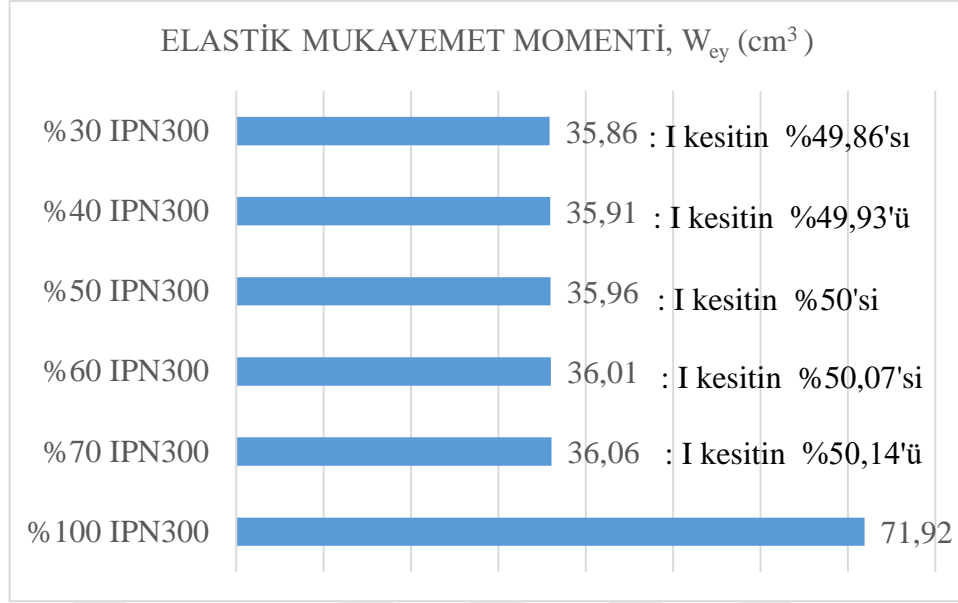
IPN kesitler için x eksenine göre elastik mukavemet momenti değerinin değişimini gösteren grafik Şekil 4.3.'de verildi.



Şekil 4.3. IPN kesitler için  $W_{ex}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.3.'de de görüldüğü gibi, çift simetri eksenine sahip olan IPN kesitlerde hesaplanan x eksenine göre elastik mukavemet momenti tek simetri eksenine sahip olan T-kesitlerdeki elastik mukavemet momentinden daha büyük bir değere sahiptir. T-kesitlerde gövde boyu küçüldükçe x eksenine göre elastik mukavemet momenti değerinin de küçüldüğü görülmektedir.

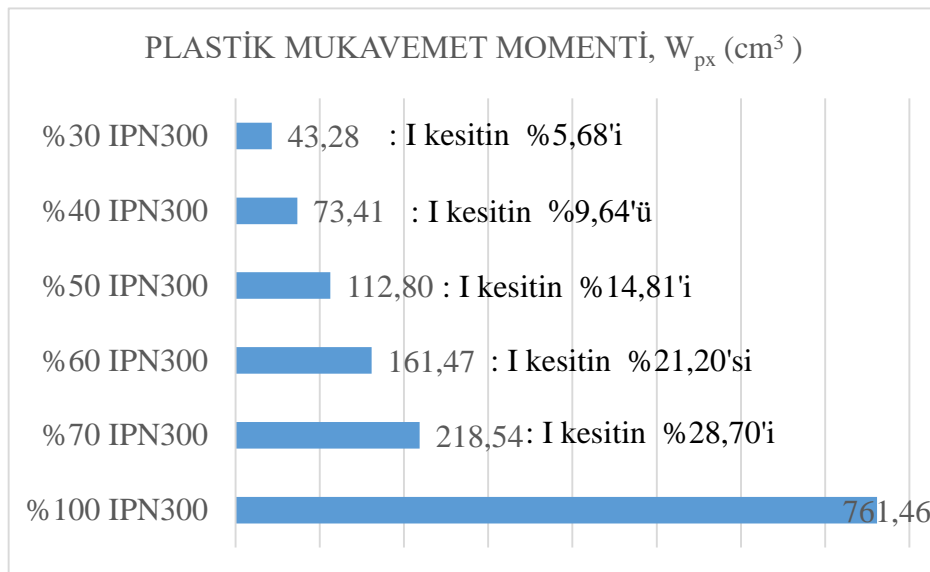
IPN kesitler için y eksenine göre elastik mukavemet momenti değerinin değişimini gösteren grafik Şekil 4.4.'de verildi.



Şekil 4.4. IPN kesitler için  $W_{ey}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.4.'de de görüldüğü gibi, çift simetri eksenine sahip olan IPN kesitlerde hesaplanan y eksenine göre elastik mukavemet momenti tek simetri eksenine sahip olan T-kesitlerdeki elastik mukavemet momentinden daha büyük bir değere sahiptir. Ancak T-kesitlerde gövde boyu küçülmesi y eksenine göre elastik mukavemet momenti değerinde çok fazla bir değişikliğe sebep olmamaktadır.

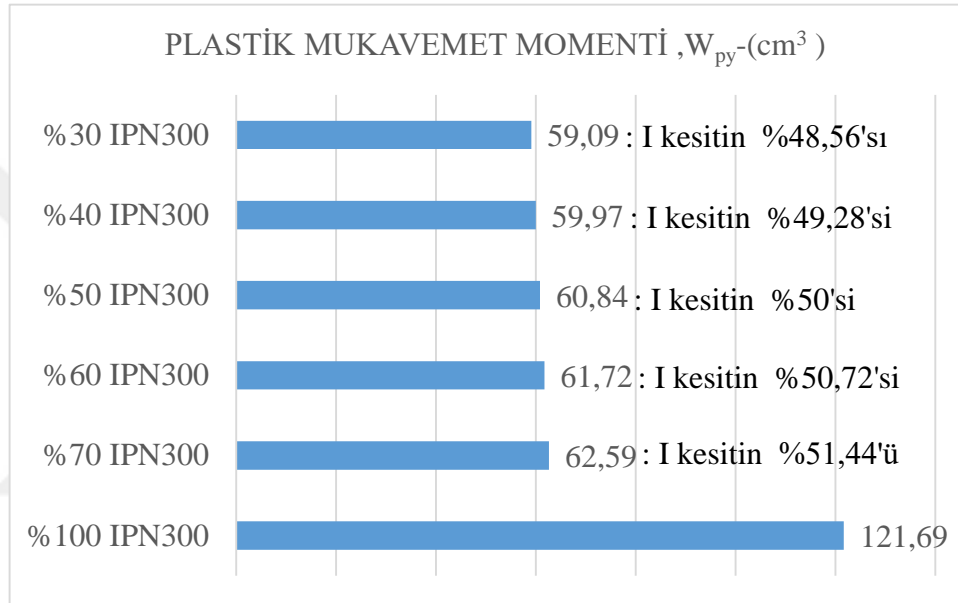
IPN kesitler için x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerinin değişimini gösteren grafik Şekil 4.5.'de verildi.



Şekil 4.5. IPN kesitler için  $W_{px}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.5.'de de görüldüğü gibi, çift simetri eksenine sahip olan IPN kesitlerde hesaplanan x eksenine göre plastik mukavemet momenti tek simetri eksenine sahip olan T-kesitlerdeki plastik mukavemet momentinden daha büyük bir değere sahiptir. T-kesitlerde gövde boyu küçüldükçe x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerinin de küçüldüğü görülmektedir.

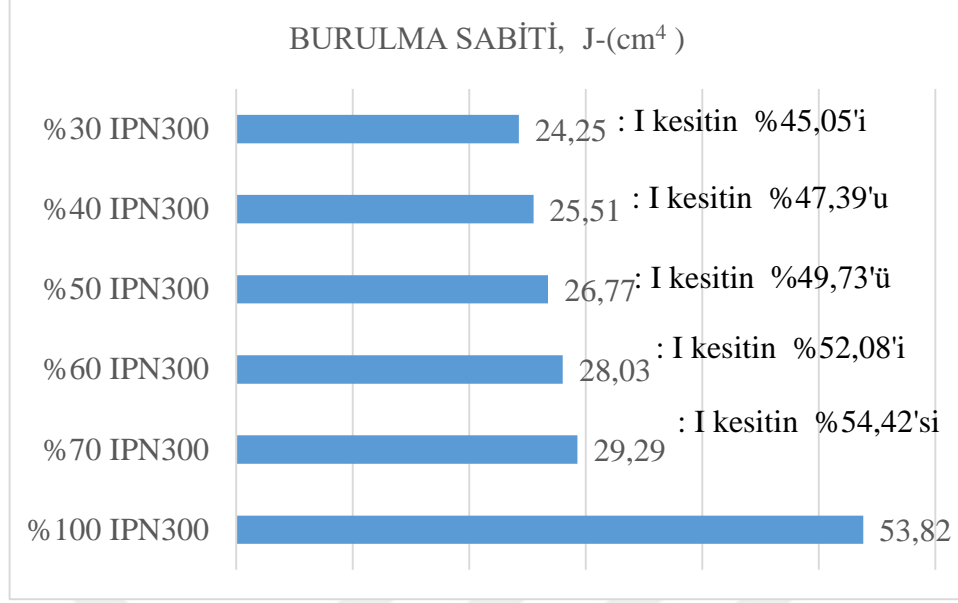
IPN kesitler için y eksenine göre plastik mukavemet momenti değerinin değişimini gösteren grafik Şekil 4.6.'de verildi.



Şekil 4.6. IPN kesitler için  $W_{py}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.6.'de de görüldüğü gibi, çift simetri eksenine sahip olan IPN kesitlerde hesaplanan y eksenine göre plastik mukavemet momenti tek simetri eksenine sahip olan T-kesitlerdeki plastik mukavemet momentinden daha büyük bir değere sahiptir. Ancak T-kesitlerde gövde boyu küçülmesi y eksenine göre plastik mukavemet momenti değerinde çok fazla bir değişikliğe sebep olmamaktadır.

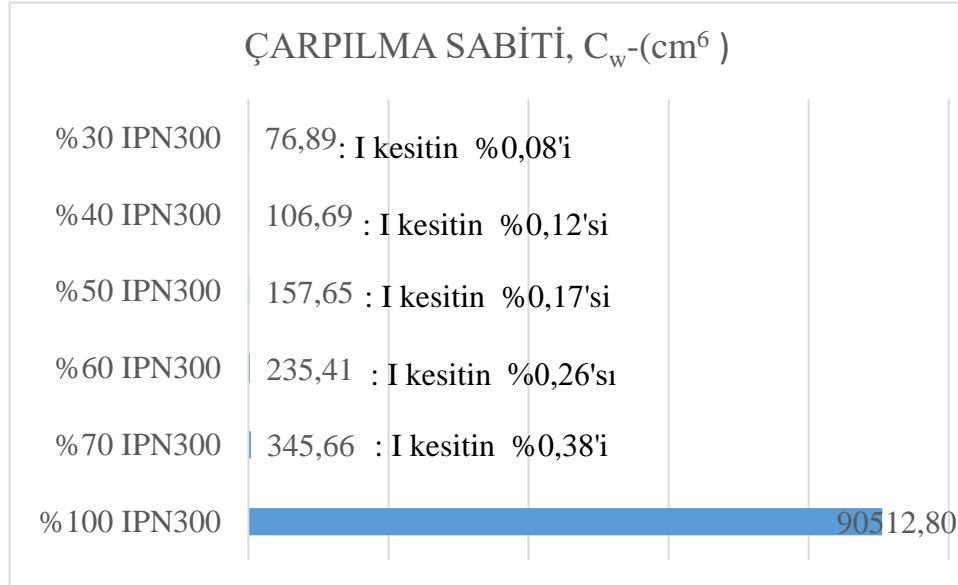
IPN kesitler için burulma sabiti değerinin değişimini gösteren grafik Şekil 4.7.'de verildi.



Şekil 4.7. IPN kesitler için  $J$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.7. incelendiğinde I kesitlerin burulma sabiti değerinin T-kesitlere oranla daha büyük olduğu görülmektedir. T-kesitlerde gövde boyunun değişmesi burulma sabiti değerini küçük oranlarda etkilemektedir.

IPN kesitler için çarpılma sabiti değerinin değişimini gösteren grafik Şekil 4.8.'de verildi.

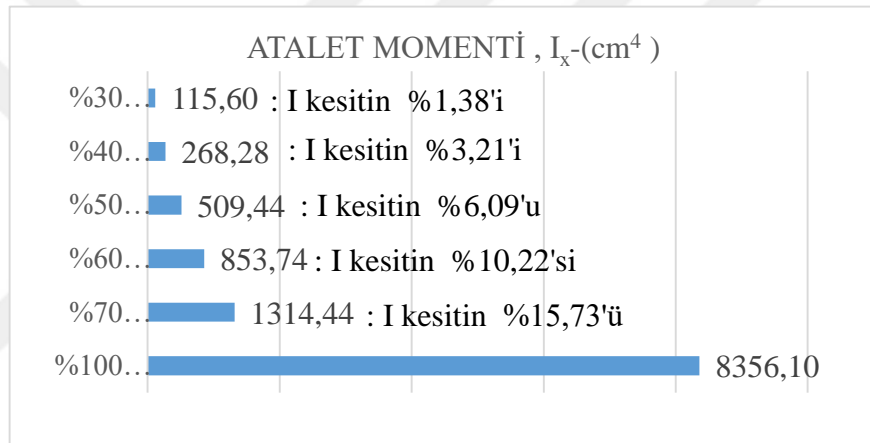


Şekil 4.8. IPN kesitler için  $C_w$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

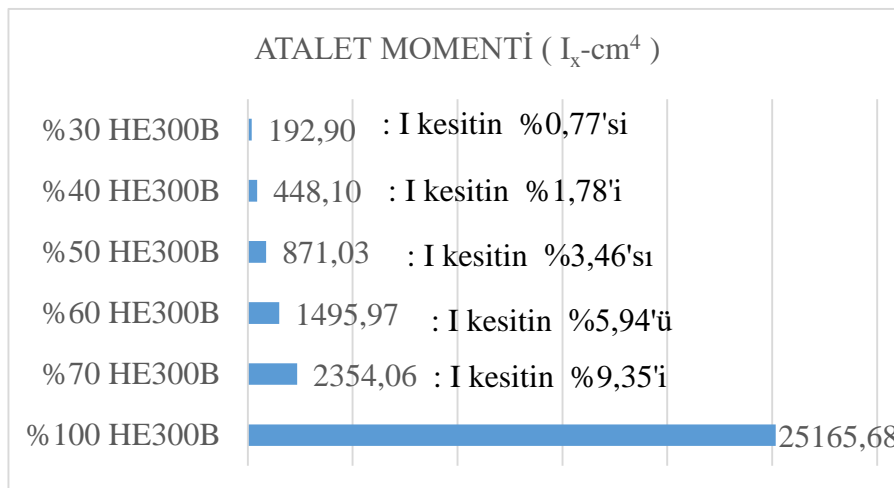
Şekil 4.8.'de de görüldüğü gibi I-kesitlerin sahip olduğu çarpılma sabiti değeri T-kesitlerden çok fazladır. T-kesitlerde gövde boyunun küçülmesi çarpılma sabiti değerinde azalmaya sebep olmaktadır.

#### 4.4. IPE ve HE Kesitler İçin Oluşturulan Grafikler

Bölüm 4.2.'de enkesit tabloları verilmiş olan I ve T-kesitli IPE kesitler için IPE300 ve HE kesitler için HE300B profilleri seçilmiş ve hesaplanan kesit özelliklerindeki değişim grafikler ile gösterildi. Enkesit tabloları verilen düz başlıklı kesitler için x eksenine göre atalet momentinin değişimi IPE kesitler için Şekil 4.9.'da, HE kesitler için Şekil 4.10.'da verildi.



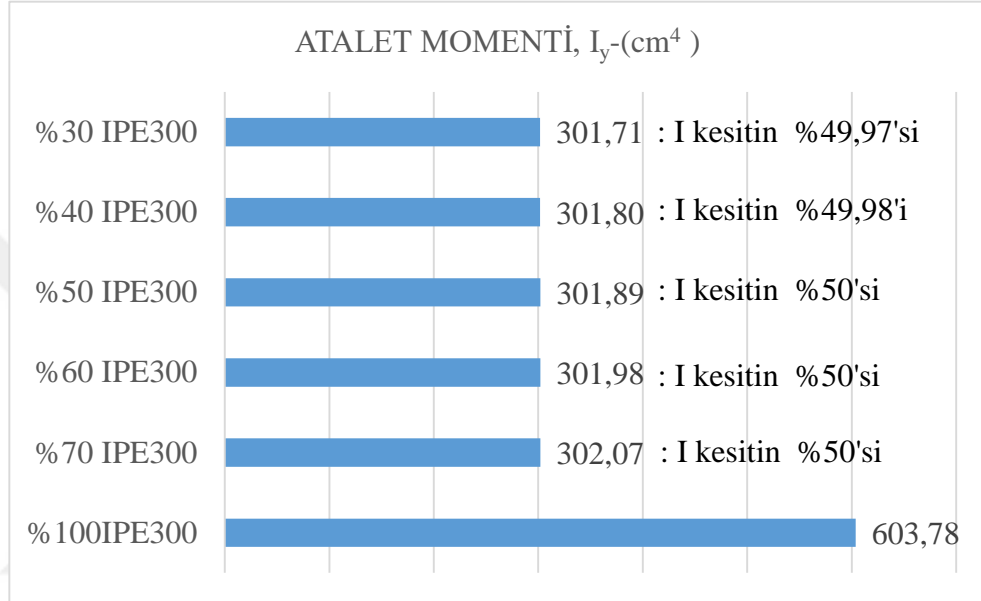
Şekil 4.9. IPE300 kesitinin  $I_x$  değerinin gövde boyuna göre değişimi



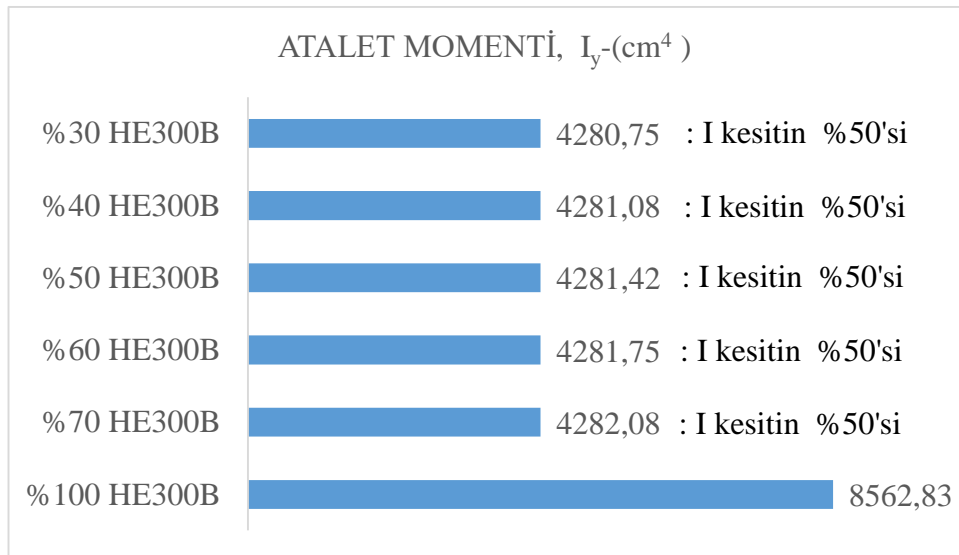
Şekil 4.10. HE300B kesitinin  $I_x$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.9 ve 4.10' da yer alan grafiklerde de görüldüğü gibi, x eksenine göre atalet momenti değerlerinde I-kesitler T-kesitlere oranla daha büyük atalet momentine sahipken, T-kesitler gövde boyunun küçülmesiyle atalet momenti değeri de düşmektedir.

IPE300 ve HE300B kesitler için y eksenine göre atalet momenti değerinin değişimini gösteren grafikler Şekil 4.11.'de ve Şekil 4.12.'de verildi.



Şekil 4.11. IPE300 kesitinin  $I_y$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

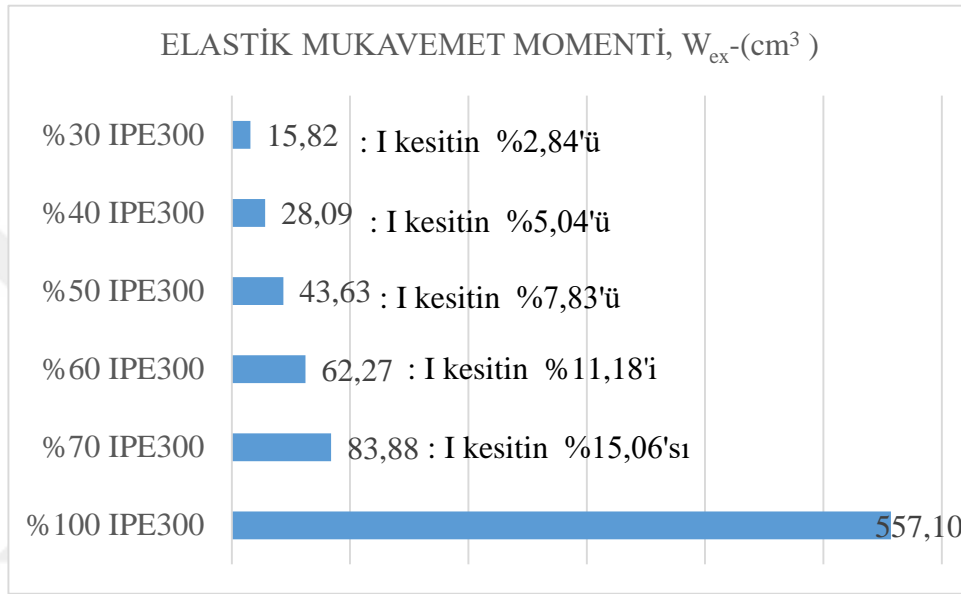


Şekil 4.12. HE300B kesitinin  $I_y$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

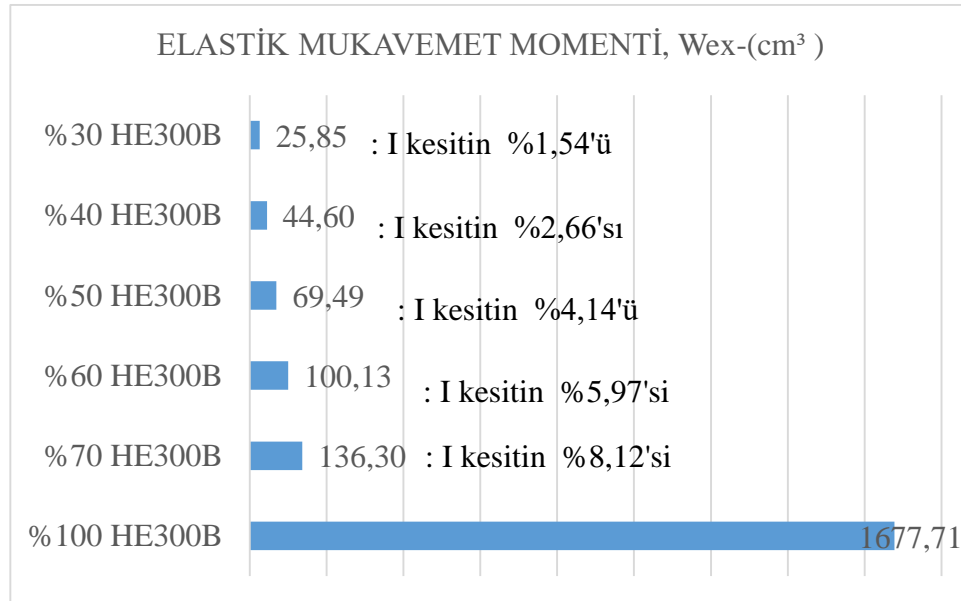


Şekil 4.11. ve 4.12.'de yer alan grafiklerde de görüldüğü gibi, y eksenine göre atalet momenti değerlerinde I-kesitler T-kesitlere oranla daha büyük atalet momentine sahipken, T-kesitler gövde boyunun küçülmesi atalet momenti değerinde azalmaya sebep olmakta ancak çok fazla etkilememektedir.

IPE300 ve HE300B kesitler için x eksenine göre elastik mukavemet momenti değerinin değişimini gösteren grafikler Şekil 4.13.'de ve Şekil 4.14.'de verildi.



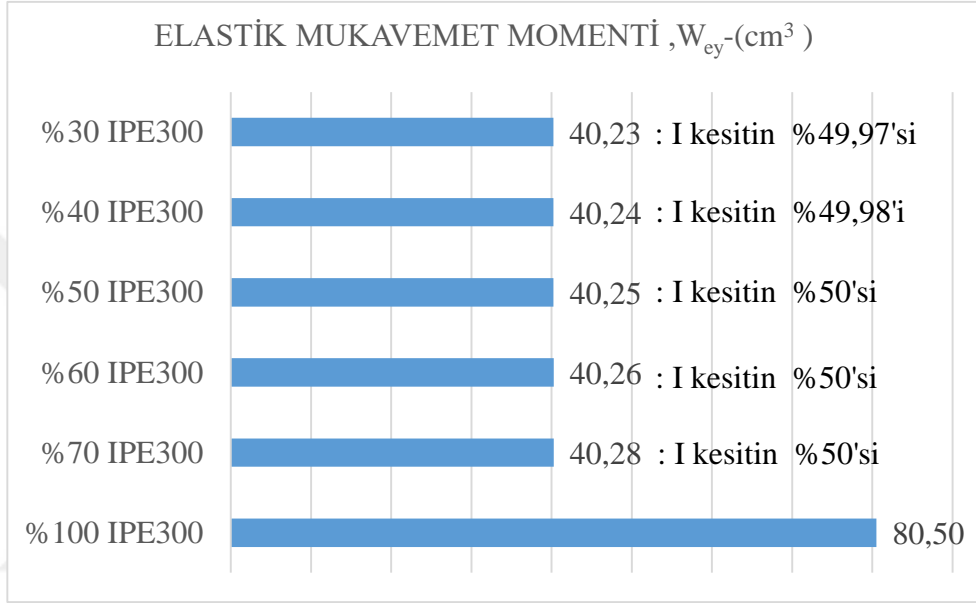
Şekil 4.13. IPE300 kesitinin  $W_{ex}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi



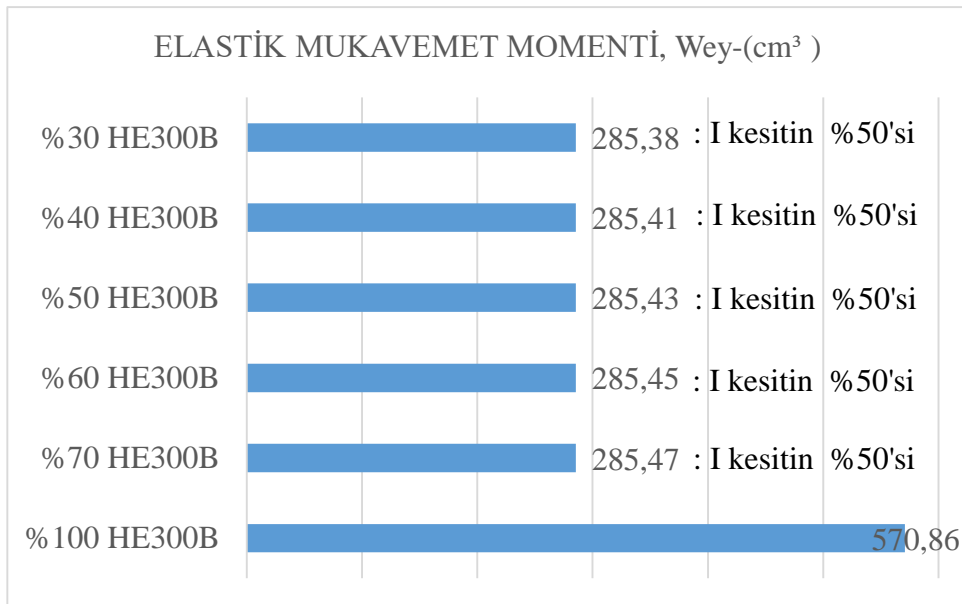
Şekil 4.14. HE300B kesitinin  $W_{ex}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.13. ve 4.14.de yer alan grafiklerde de görüldüğü gibi, x eksenine göre elastik mukavemet momenti değerlerinde I-kesitler T-kesitlere oranla daha büyük elastik mukavemet momentine sahipken, T-kesitlerde gövde boyunun küçülmesiyle elastik mukavemet momenti değeri de düşmektedir.

IPE300 ve HE300B kesitler için y eksenine göre elastik mukavemet momenti değerinin değişimini gösteren grafikler Şekil 4.15.'de ve Şekil 4.16.'de verildi.



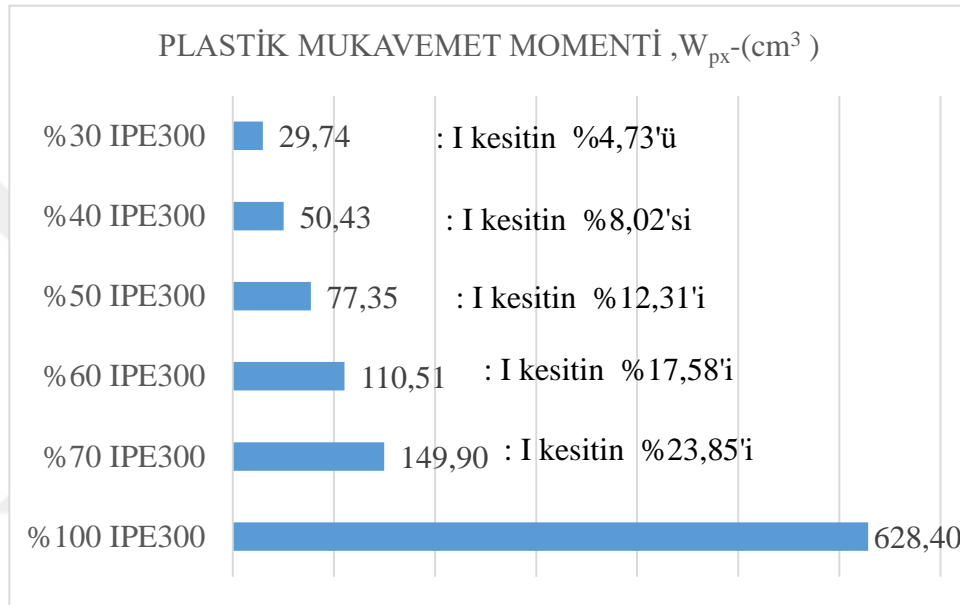
Şekil 4.15. IPE300 kesitinin  $W_{ey}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi



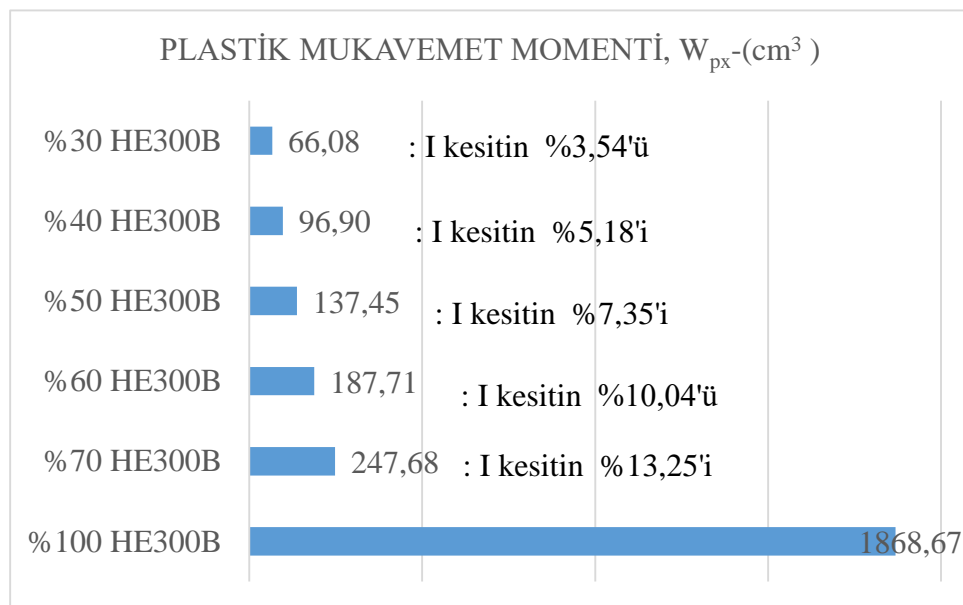
Şekil 4.16. HE300B kesitinin  $W_{ey}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.15. ve 4.16.'de yer alan grafiklerde de görüldüğü gibi, y eksenine göre elastik mukavemet momenti değerlerinde I-kesitler T-kesitlere oranla daha büyük elastik mukavemet momentine sahipken, T-kesitlerde gövde boyunun küçülmesi elastik mukavemet momenti değerinde azalmaya sebep olmakta ancak çok fazla etkilememektedir.

IPE300 ve HE300B kesitler için x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerinin değişimini gösteren grafikler Şekil 4.17.'de ve Şekil 4.18.'de verildi.



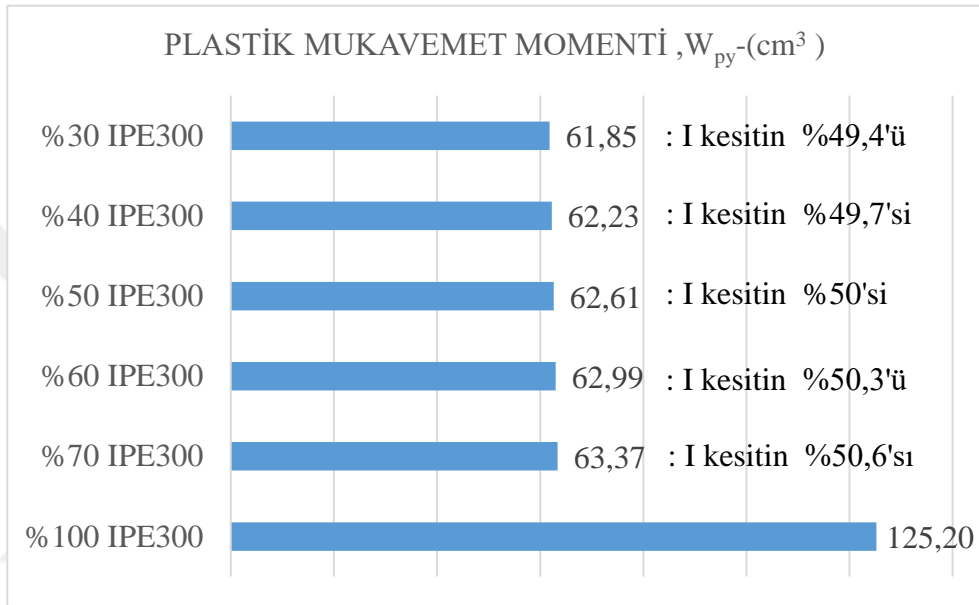
Şekil 4.17. IPE300 kesitinin  $W_{px}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi



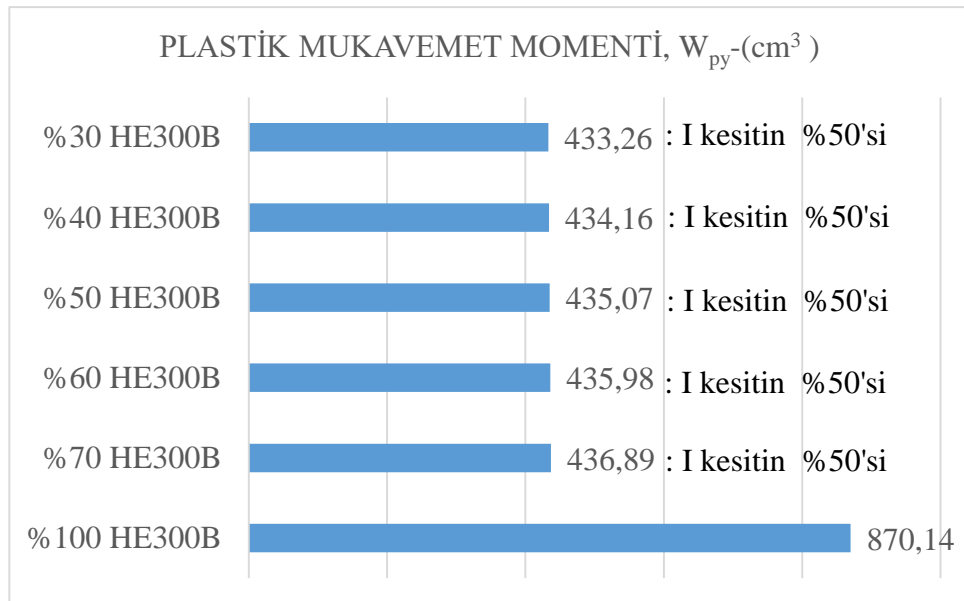
Şekil 4.18. HE300B kesitinin  $W_{px}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.17. ve 4.18.de yer alan grafiklerde de görüldüğü gibi, x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerlerinde I-kesitler T-kesitlere oranla daha büyük plastik mukavemet momentine sahipken, T-kesitlerde gövde boyunun küçülmesiyle plastik mukavemet momenti değeri de düşmektedir.

IPE300 ve HE300B kesitler için y eksenine göre plastik mukavemet momenti değerinin değişimini gösteren grafikler Şekil 4.19.'de ve Şekil 4.20.'de verildi.



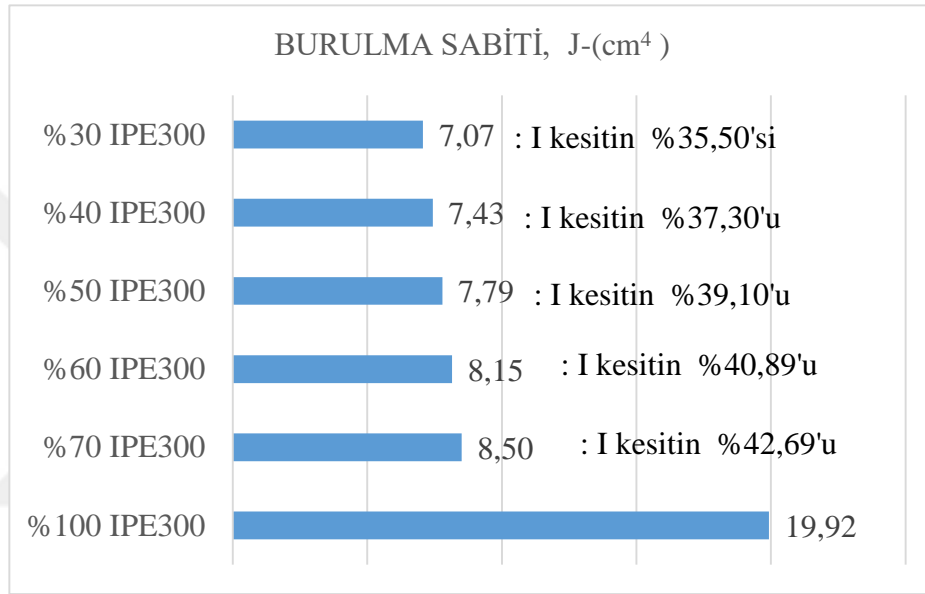
Şekil 4.19. IPE300 kesitinin  $W_{py}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi



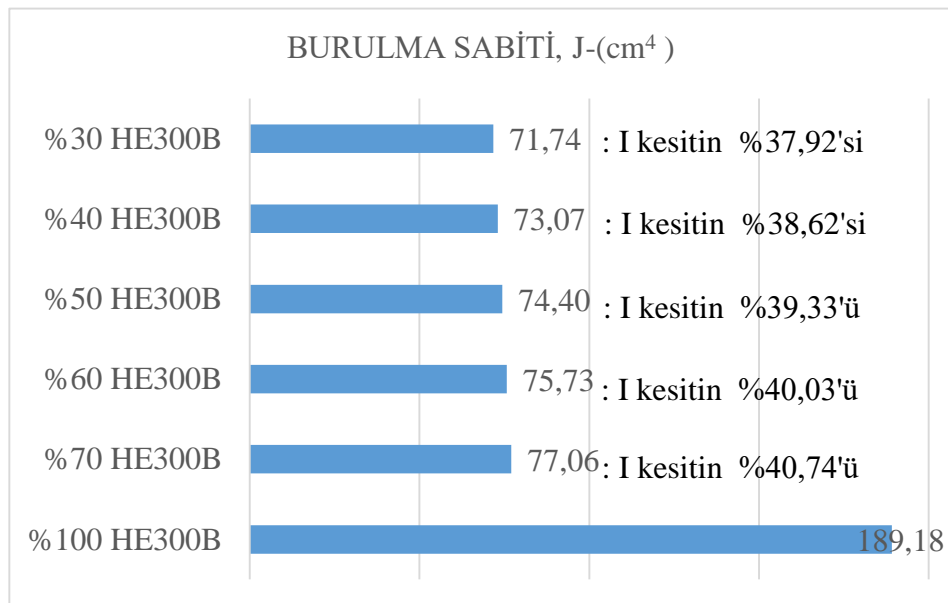
Şekil 4.20. HE300B kesitinin  $W_{py}$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.19. ve 4.20.'de yer alan grafiklerde de görüldüğü gibi, y eksenine göre plastik mukavemet momenti değerlerinde I-kesitler T-kesitlere oranla daha büyük plastik mukavemet momentine sahipken, T-kesitlerde gövde boyunun küçülmesi elastik mukavemet momenti değerinde azalmaya sebep olmakta ancak çok fazla etkilememektedir.

IPE300 ve HE300B kesitler için burulma sabiti değerinin değişimini gösteren grafikler Şekil 4.21.'de ve Şekil 4.22.'de verildi.



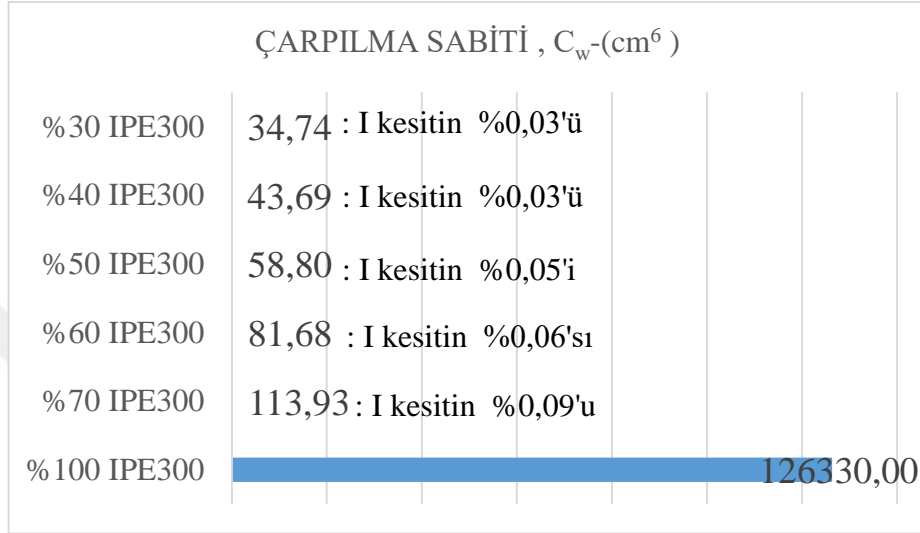
Şekil 4.21. IPE300 kesitinin J değerinin gövde boyuna göre değişimi



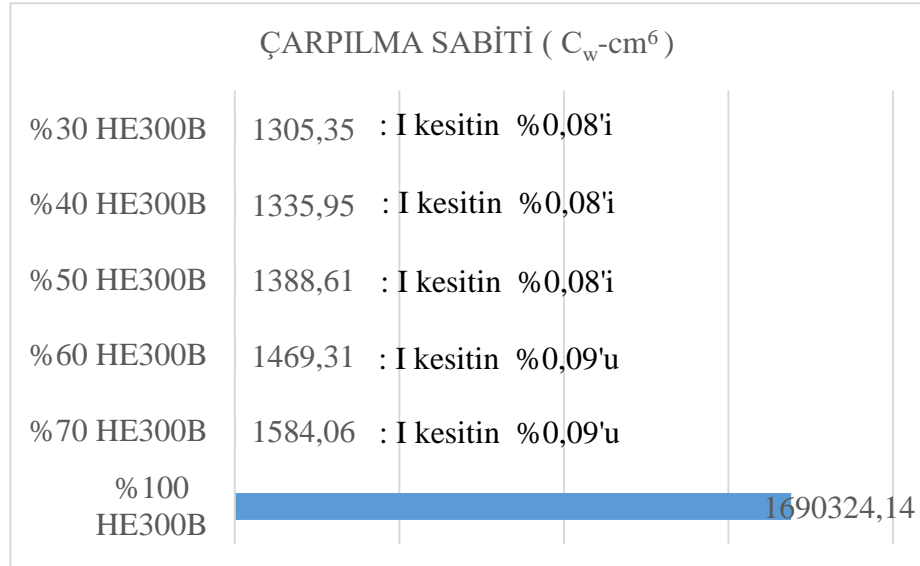
Şekil 4.22. HE300B kesitinin J değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.21. ve 4.22. incelendiğinde I kesitlerin burulma sabiti değerinin T-kesitlere oranla daha büyük olduğu görülmektedir. T-kesitlerde gövde boyunun küçülmesi burulma sabiti değerini küçük oranlarda etkilemektedir.

IPE300 ve HE300B kesitler için burulma sabiti değerinin değişimini gösteren grafikler Şekil 4.23.'de ve Şekil 4.24.'de verildi.



Şekil 4.23. IPE300 kesitinin  $C_w$  değerinin gövde boyuna göre değişimi



Şekil 4.24. HE300B kesitinin  $C_w$  değerinin gövde boyuna göre değişimi

Şekil 4.23.ve 4.24.'de de görüldüğü gibi I-kesitlerin sahip olduğu çarpılma sabiti değeri T-kesitlerden çok fazladır. T-kesitlerde gövde boyunun küçülmesi çarpılma sabiti değerinde azalmaya sebep olmaktadır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

2. Bölüm’de düz ve eğimli başlığa sahip I-kesitli çelik profiller incelendi. Bu profillere ait kesit alanı, birim boy ağırlığı, birim uzunluk boya alanı, x ve y eksenlerine göre atalet momentleri, x ve y eksenlerine göre elastik ve plastik mukavemet momentleri, x ve y eksenlerine göre atalet yarıçapları ve burulma sabiti değerleri hesaplandı. Hesaplanan değerler ile tüm IPN kesitleri kapsayan enkesit tabloları oluşturuldu(Tablo 4.1.). Kesit alanı, birim boy ağırlığı, birim uzunluk boya alanı, x ve y eksenlerine göre atalet momentleri, x ve y eksenlerine göre elastik ve plastik mukavemet momentleri, x ve y eksenlerine göre atalet yarıçapları değerlerin doğruluğunu kontrol etmek için bu değerler uluslararası çelik üreticisi olan bir firmanın yayınladığı çelik kataloğu[1] ile karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonucunda elde edilen en büyük farklılık yüzdesi %-6,68’dir. Farklılık yüzdesi bulunurken; hesaplanılan değerden tablodaki değer çıkartılarak tablodaki değere bölündü ve çıkan sonuç 100 ile çarpıldı. Farklılık yüzdesinin negatif çıkması ise, hesaplanılan değer karşılaştırılan sonuçtan daha güvenli tarafta kaldığını göstermektedir. Düz başlığa sahip I-kesitli çelik elemanlar için de aynı kesit özellikleri hesaplandı (Tablo 4.14) ve hesaplanan değerler uluslararası çelik üreticisi olan firmanın yayınladığı çelik kataloğu ile karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonucunda bulunan en yüksek farklılık yüzdesi %0,52 ‘dir.

3. Bölümde, düz ve eğimli başlığa sahip I-kesitli profillerin gövdelerinin çeşitli oranlarda (%30, %40, %50, %60, %70) kesilmesi ile oluşan T-kesitli profillere ait kesit özellikleri hesaplandı. Hesaplanan değerler ile enkesit tabloları oluşturuldu. Gövdelerinden %40, %50 ve %60 oranlarında kesilen düz başlıklı T-kesitli çelik profiller için hesaplanan değerlerin doğruluğunu kontrol ederken Sap2000 program çıktılarından yararlanıldı. Bu karşılaştırma sonucunda elde edilen maksimum farklılık yüzdesi %2,03 olduğu görüldü. Yapılan bu karşılaştırmada Sap2000 programından HEA, HEB ve HEM kesitlere ait değerler olduğu için sadece bu kesitlere ait değerler karşılaştırıldı. %30 ve %70 oranlarında bölünerek oluşturulan T-kesitlerin hesaplanan değerlerini karşılaştıracak tablo bulunamadığı için, rastgele seçilen beş adet profile ait hesaplanan değerler Autocad programındaki veriler ile karşılaştırıldı. %30, %70

oranlarında T kesitlerde görülen en büyük farklılık yüzdesi %0,32. %50 oranında eğimli başlığa sahip T-kesitli çelik elemanların hesaplanan değerlerini kontrol etmek için DIN 1025'e göre hazırlanan bir profil tablosu kullanıldı[11]. Bu karşılaştırma sonucunda bulunan maksimum farklılık yüzdesi %3,3 olarak görüldü. %50IPN kesitler için yapılan bu karşılaştırmada, %50IPN80'den %50IPN600'e kadar olan kesitler hesaplanmış olmasına rağmen, karşılaştırmak için kullanılan tabloda %50IPN140 ile %50IPN500 arasındaki kesitler bulunduğu için sadece bu kesitlere ait hesaplanan değerler karşılaştırıldı. Ayrıca %50IPN kesitler için plastik mukavemet momenti ve burulma sabiti değerlerini karşılaştıracak bir veri bulunamadı.

Düz başlığa sahip %40HE kesitlerine ait hesaplanan değerler Sap2000 program çıktıları ile karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonucu maksimum farklılık yüzdesinin %2,03 ile %40HE100A kesitin x eksenine göre atalet momenti değerine ait olduğu görüldü. %40IPE kesitlerine ait hesaplanan değerler ile Sap2000 program çıktılarının karşılaştırılması sonucu görülen maksimum farklılık yüzdesinin %0,07 ile %40IPE100 kesitin x eksenine göre atalet momenti ve x eksenine göre elastik mukavemet momenti değerine değeri ait olduğu görüldü. %60HE kesitleri için hesaplanan değerler ile Sap2000 program çıktılarının karşılaştırılması sonucu görülen maksimum farklılık yüzdesinin %0,16 ile %60HE100A kesitin x eksenine göre atalet momenti ve eksenine göre elastik mukavemet momenti değerlerine ait olduğu görüldü.

Düz başlığa sahip %30 ve %70 HE ve IPE kesitlere ait hesaplanan değerler için karşılaştıracak bir veri bulunamadığından dolayı karşılaştırma yapılamadı. Seçilen beş adet profile ait el ile hesaplanan kesit özellikleri Autocad programından alınan veriler ile kontrol edildi. %70 HE ve IPE kesitler için yapılan karşılaştırmada maksimum farklılık yüzdesi değeri %0,325 ile %70 IPE300 profilinin x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerine ait olduğu görüldü. %30 HE ve IPE kesitler için yapılan karşılaştırmada görülen maksimum farklılık yüzdesinin %0,033 ile %30HE300A kesitin x eksenine göre plastik mukavemet momenti değerine ait olduğu görüldü.

Eğimli başlığa sahip %40IPN, %60IPN, %30IPN ve %70IPN'ye ait kesit özellikleri hesaplanarak enkesit tabloları oluşturuldu. Oluşturulan tablolardaki değerler, karşılaştıracak veri bulunamadığından dolayı karşılaştırma yapılamadı. Her oran için beş adet profil seçilerek Autocad programından alınan verilerle karşılaştırıldı. %40 ve



%60 oranlarındaki T-kesitlerde görülen maksimum farklılık yüzdesi % 0,108 değeri ile %60 IPN400 kesitin plastik mukavemet momenti olduğu görüldü. %70 ve %30 oranlarındaki IPN kesitler için yapılan karşılaştırma sonucu görülen maksimum farklılık yüzdesi %0,744 ile %70 IPN450 kesitin plastik mukavemet momenti olduğu görüldü.

Oluşturulan eğimli başlıklı ve düz başlıklı profillere ait kesit tablolarındaki değerler kullanılarak grafikler oluşturuldu ve I-kesitli ve T-kesitli profillerin kesit özellikleri arasındaki fark gözlemlendi. Buna göre çift simetri eksenine sahip olan I kesitli profiller, tek simetri eksenine sahip olan T-kesitlere oranla daha fazla dayanım gösterecek kesit özelliklerine sahiptir. Ancak yapı sektöründe kullanılacak olan profiller için, gereksinim duyulan kesit özellikleri belirlendikten sonra T-kesitler için de geniş kullanım alanı olabileceği düşünülmektedir. Yine oluşturulan grafiklerde, gövde boyunun değişmesi sonucu hesaplanan kesit özellikleri üzerindeki değişim görüldü. Buna göre, T-kesitli profillerde simetri eksenini y eksenine olduğu için, y eksenine göre hesaplanan kesit özelliklerinde gövde boyunun değişmesi kesit özelliğinin değerinde ciddi bir değişime sebep olmazken, x eksenine göre hesaplanan kesit özelliklerinin değerlerinde gövde boyunun azalmasıyla kesit özelliği değerinin de azaldığı görüldü.

Yapılan hesaplamalar sonucu oluşturulan enkesit tablolarının doğruluğunu kanıtlamak için yapılan karşılaştırmada yuvarlama kaynaklı olduğuna inanılan farklılık yüzdeleri yapılan çalışmanın ve bu çalışma sonucu oluşturulan tablolardaki değerlerin farklılık yüzdelерinin düşük olduğunu düşündürmektedir.

Bu çalışmada, düz ve eğimli başlığa sahip I-kesitli çelik profillerin enkesit özellikleri hesaplanarak oluşturulan tabloların ve I-kesitli profillerin gövdelerinden farklı oranlarda kesilmesiyle oluşan T-kesitli çelik profillere ait hesaplanan kesit özellikleri ve oluşturulan tabloların, piyasada bu konuda çalışan mühendisler için faydalı olacağı düşünülmektedir.

Yapı sektöründe sıklıkla kullanılan profillere ait kesit özelliklerinin hesaplandığı bu çalışmada, hesaplanan değerler kullanılarak çelik elemanlara ait tasarım tabloları oluşturulabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] <https://www.albinaco.com/steel-bending-profiles/tee> (Ziyaret tarihi: 04 Mayıs 2018).
- [2] <https://www.cmrp.com/tee-bending> (Ziyaret tarihi : 04 Mayıs 2018)
- [3] <http://www.eng-tips.com/viewthread.cfm?qid=400657> (Ziyaret tarihi: 04 Mayıs 2018).
- [4] Yuan W., Kim B., Chen C., Lateral-torsional Buckling of Steel Web Tapered Tee-section Cantilevers, *Journal of Constructional Steel Research*, 2013, 87, 31-37.
- [5] Korucu S., Gök K., Tümsek M., Soy G., Gök A., Farklı Profillere Sahip Kirişlerde Meydana Gelen Eğilme Gerilmesi ve Sehim Miktarının Teorik ve Nümerik Yöntemler ile Analizi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2019, 21(62), 469-482.
- [6] Arcelor Mittal Europe, Section and Merchant Bars, Commercial Catalog Version 2016-1.
- [7] Beer F. P., Johnston E. R., DeWolf J. T., Mazurek D. F., *Mechanics Of Materials*, 7th ed., Mc Graw Hill Edu., New York, 492-503, 2015.
- [8] ElDarwish I.A., Johnston B. G., *Torsion of Structural Shapes*, The University of Michigan Industry Program of The College Of Engineering, 6-49, 1964.
- [9] SCI, *Steel Building Design: Design Data*, The Steel Construction Institute and The British Constructional Steelwork Association Ltd., 15-20, 2010.
- [10] Nethercot D. A., Salter P. R., Malik A. S., *Design Of Members Subject To Combined Bending And Torsion*, Steel Construction Institute-118-122, 1989.
- [11] KTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, *Çelik Yapılar Tabloları*, 11-22.

## KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Okay F., Çuhadaroğlu S. P., **Şimşek T.**, Farklı Gövde Boylarına Sahip T-kesitli Çelik Elemanların Enkesit Özelliklerinin Belirlenmesi, *3. Uluslararası Mühendislik Mimarlık Ve Tasarım Kongresi, Kocaeli, 04-05 Mayıs 2018*



## ÖZGEÇMİŞ

23 Haziran 1992 tarihinde İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğretimini İstanbul'da tamamladı. 2010 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümünü kazandı. 2013 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünde çift anadal programına başladı. 2015 yılında Çevre Mühendisliğini bölümünden, 2016 yılında İnşaat Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2015 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisansa başladı.

