

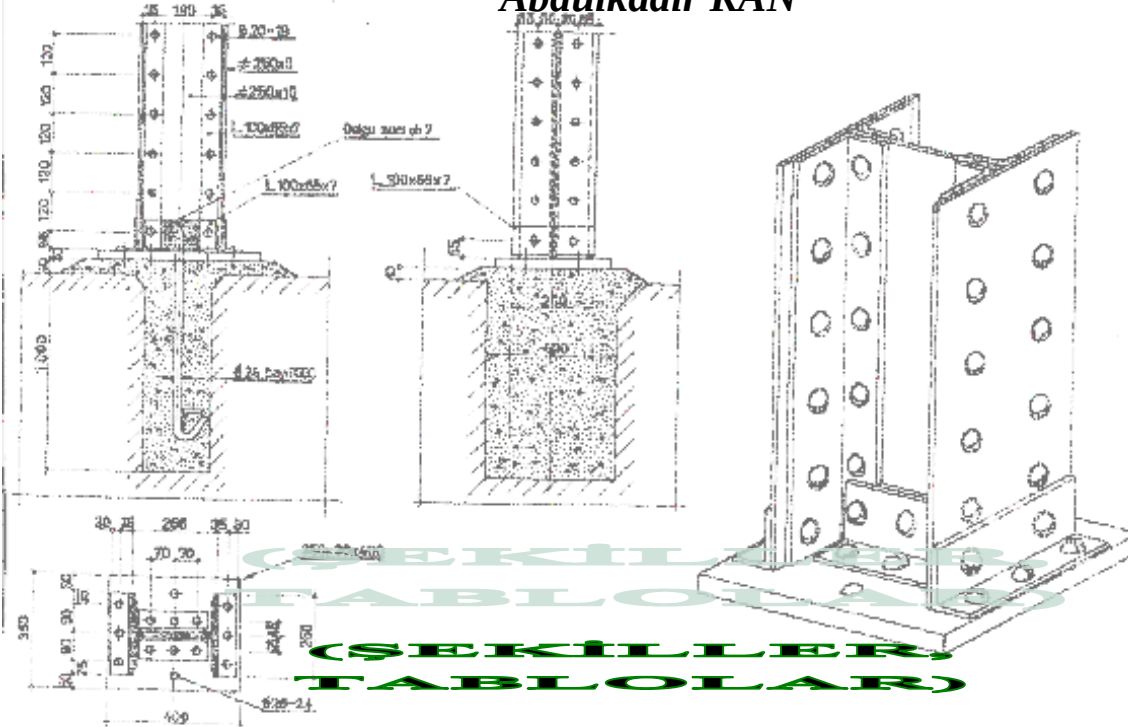
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ İNŞAAT BÖLÜMÜ

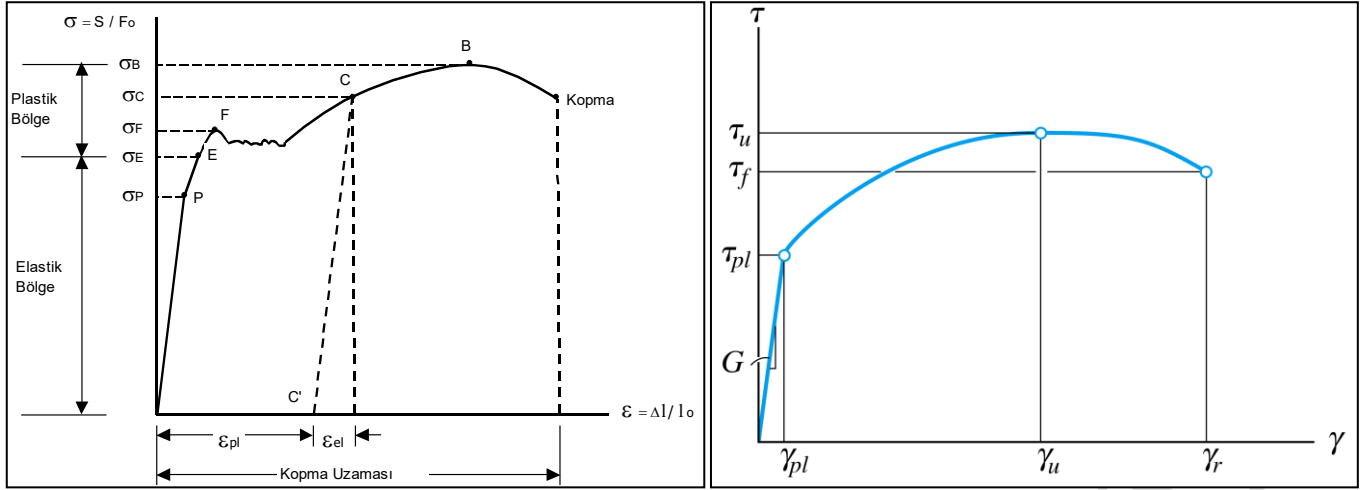
ÇELİK YAPILAR DERS NOTLARI

MALZEME
Ç 37
Ç 54

Perçinlerle bağlanan bir çatı makası detay resimleri. Parça boyları parça listesinde ayrıntılı bir şekilde verildiğinden burada gösterilmemiştir.

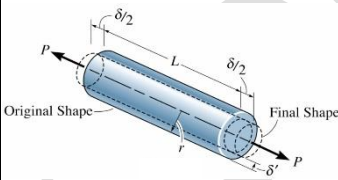
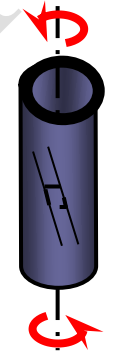
*Prof. Dr.
Abdulkadir KAN*





Şekil 1-2: Gerilme-Şekil Değiştirme ve kesme- birim uzama eğrisi

Tablo 1. Yapı çeliklerinin mekanik özellikleri

Çelik Sınıfı	Çekme Dayanımı σ_d kg/cm ² (N/mm ²)	Akma Sınırı σ_F (σ_a) kgf/cm ² (N/mm ²)	Elastisite Modülü (E) kg/cm ² (N/mm ²)	Kayma Modülü (G) kg/cm ² (N/mm ²)	Isı Genleşme Katsayısı α_1
Ç 33	3300 - 5000 (324 - 490)	1900 (186)	 2 100 000 (206 182) $(E = \frac{\sigma}{\epsilon})$	 810 000 (79 434) $(G = \frac{\tau}{\gamma})$ $G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$	0,000012
Ç 34	3400 - 4200 (333 - 412)	2100 (206)			
Ç 37	3700 - 4500 (363 - 491)	2400 (235)			
Ç 42	4200 - 5000 (412 - 490)	2600 (255)			
Ç 46	4400 - 5400 (431 - 530)	2900 (284)			
Ç 50	5000 - 6000 (490 - 588)	3000 (294)			
Ç 52	5200 - 6200 (510 - 608)	3600 (353)			
Ç 60	6000 - 7200 (588 - 706)	3400 (333)			
Ç 70	7000 - 8500 (686 - 834)	3700 (363)			

Tablo 2. Normal Yapı Çeliği Ç37 nin EMNİYET GERİLMELERİ (kg/cm²)

(Ç52 dayanımında çelik kullanılıyorsa, Ç52 çelik tablolarına bakılmalıdır.) Yeni yönetmelikte GKT ilkesinde emniyet gerilmesi kavramı yoktur. T_n/Q_t , F_y ve F_u vardır.

Gerilme Cinsi	1.Y	2.Y	$\sigma_{em} = \frac{\sigma_F}{\gamma_{ms}}$
Çekme, Basınç, Eğilme çekmesi, Eğilme basıncı (σ)	1400	1600	
Kayma (τ)	900	1050	
Uygun bulonlu birleşimlerde, delik civarında ezilme (σ_l)	2800	3200	

Çekmeye Çalışan Çubuklar : Çekme emniyet gerilmesi (σ_{cem}) faydalı en kesitte en fazla : $\sigma_{cem} \leq 0,6 \sigma_a$ olmalıdır.

Ayrıca bu değer çekme dayanımının yarısını aşmamalıdır. $\sigma_{cem} \leq 0,6 \sigma_d$

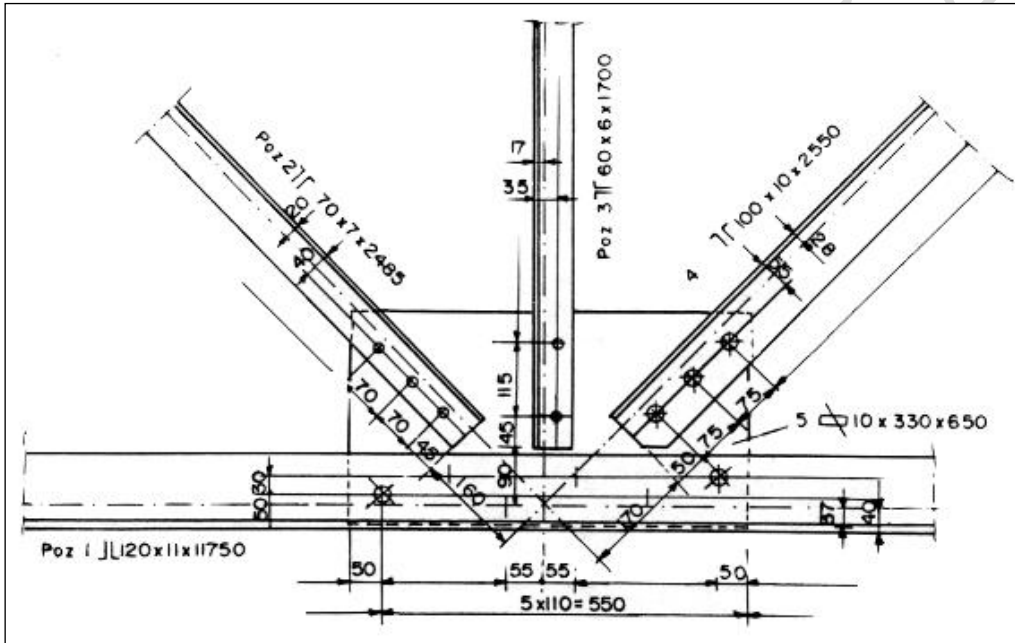
Bu boyutlar, temas halindeki iki profilin birbirine sürekli olarak bağlantısını sağlayan bulonlu birleşimler için geçerli değildir.(Yönetmelik 13.3.8)

STANDART DAİRESEL DELİK ÇAPI^a MERKEZİNDEN PARÇA KENARINA OLAN MİNİMUM UZAKLIK, (mm)

Bulon Çapı	Kenara Olan Minimum Uzaklık
16	22
20	26
22	29
24	32
27	36
30	40
36	48
> 36	1.30d

^a: Büyük dairesel delik çapı veya oval delik çapları için Bkz. Tablo 13.8.

Şekil 3. Profillerde delik aralıkları

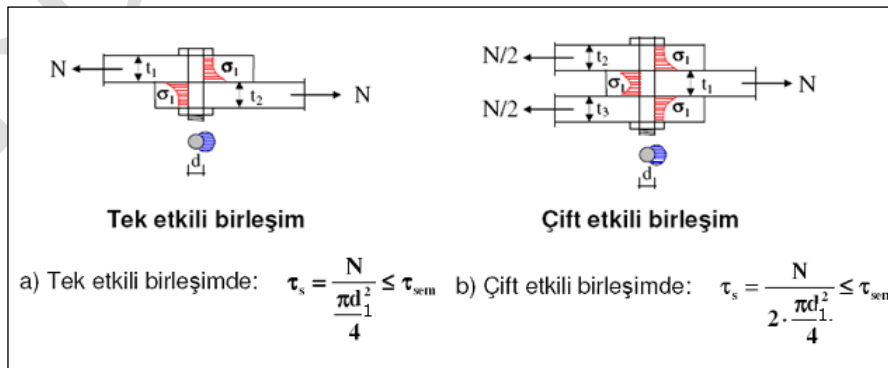


Şekil 4. Örnek Bulonlu Düğüm Noktası Detayı. (Profillerde delik aralıkları (e, e₁ ve ω) ilgili profil tablosundan alınır)

BULON HESAPLARI

t_{min}, minimum levha kalınlığı kavramı:

t_{min}, tek tesirli birleşimlerde t₁ veya t₂ nin en küçük olanı, çift tesirli birleşimlerde ise t₁ veya t₂+t₃ den küçük olanı d₁, bulon delik çapıdır.



Bulonlarda Ezilme (basınç) Gerilmesi Kontrolü: $\sigma_1 = \frac{N}{d_1 \cdot t_{min}} \leq \sigma_{lemn}$

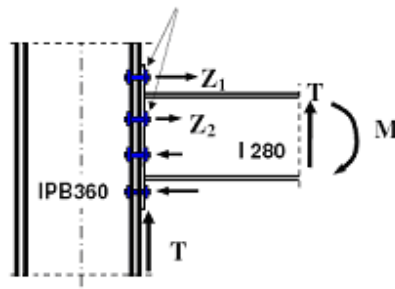
Bulon gövdesinde Eksenel Çekme Gerilmesi Kontrolü:

etkiyen kuvvet Z ise;

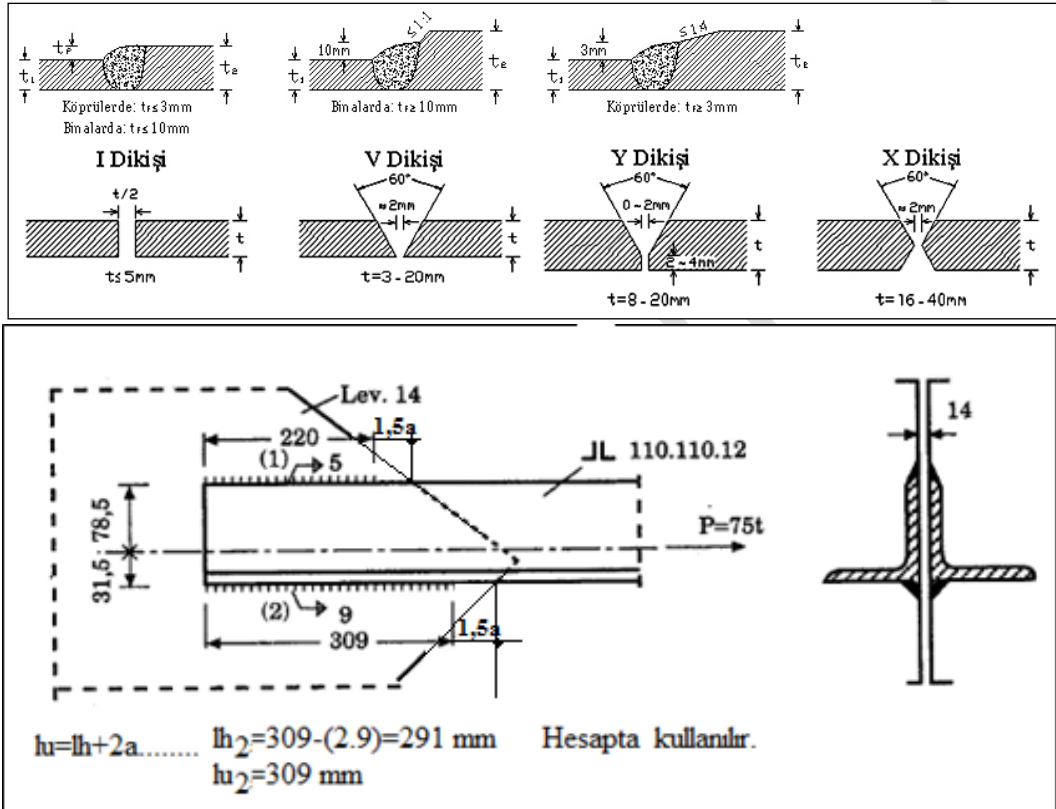
$$\sigma_z = \frac{Z}{F_{\text{wk}}} \leq \sigma_{\text{zem}}$$

$F_{çek}$: çekirdek (dişdibi) alanı

Makaslama ve ezilme ile birlikte
eksenel çekmeye maruz bulonlar



KAYNAKLI BİRLEŞİMLER



KÖŞE KAYNAKLARIN MİNİMUM KALINLIKLARI

Birleşen İnce Elemanın Kalınlığı, t [mm]	Minimum Köşe Kaynak Kalınlığı, ^a [mm]
$6 \geq t$	3.0
$13 \geq t > 6$	3.5
$19 \geq t > 13$	4.0
$38 \geq t > 19$	5.5

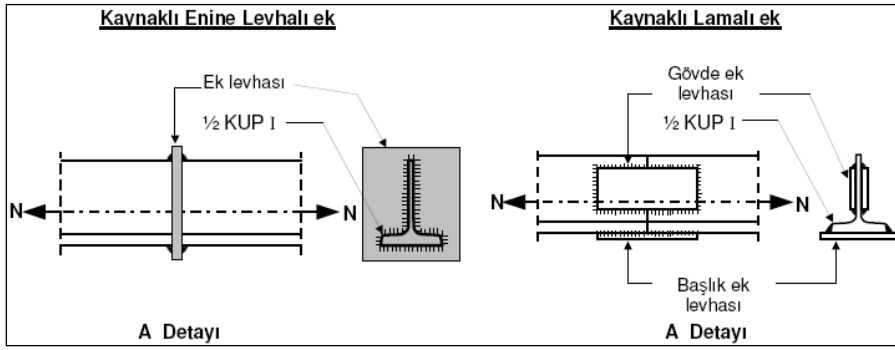
^a: Köşe kaynakların kalınlığı. Tek geçişli kaynaklar kullanılmalıdır.

^a: Köşe kaynakların kalınlığı. Tek geçişli kaynaklar kullanılmalıdır.

Kaynaklanan elemanın kenar kalınlığı 6 mm den ince ise “a” 0.7t kalınlığından büyük olamaz.

Kaynaklanan elemanın kenar kalınlığı 6mm veya daha kalın ise, öngörülen kaynak kalınlığının sağlanabilmesi amacıyla, $a = 0.7(t - 2\text{mm})$ şeklinde belirlenecektir.

Hesaplarda kullanılan kaynak kordonu uzunluğu, bizzat yapılan kordon uzunluğundan “2a” kadar kısa alınır. Neden? Sadece küt kaynaklı ek (KÜT EK) ile çubuk boyunun uzatılması tavsiye edilmez

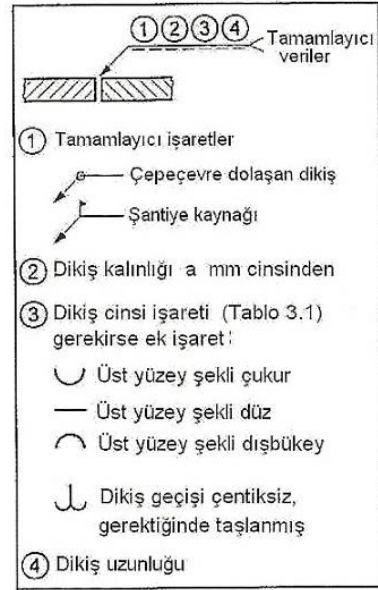


Kaynaklı birleşimler

Tablo Dikiş çeşitleri ve işaretleri

Dikiş cinsi	Gösterilişi	İşareti
V - Dikiş		✓
HV-Dikiş (Yarım V)		✓
Çift - V - Dikiş		X
Çift - HV - Dikiş		K
Y - Dikiş		Y
HY-Dikiş (Yarım Y)		Y
Çift - Y - Dikiş		X
Çift - HY - Dikiş		K
Köşe kaynağı		Δ
Çift - köşe kaynağı		Δ

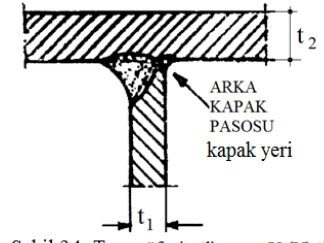
Tablo Tanım ve kaynak dikişleri



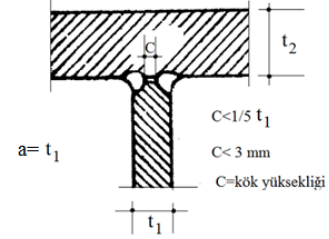
1	2	3	4	5	6	7	8
2	DİKİŞ ÇEŞİDİ	DİKİŞ NİTELİĞİ	GERİLME ÇEŞİDİ	Çelik cinsi			
				Fe 37		Fe 52	
				YD1	YDII	YDI	YDII
3	KÜT KAYNAK	Muayene edilmiş veya edilmemiş	Basınç ve eğilme basma σ	1400	1600	2400	2700
4	Çift taraflı yarım Y tipi köşe kaynağı Şekil 35	Çatlak, bağlantı ve kök hatası olmadığı muayene saptanmış	Çekme ve kaynak yönüne dik eğilme çekmesi σ	1400	1600	2400	2700
5	Kökü kaynatılmış yarım Y tipi köşe kaynağı Şekil -34	Muayene edilmemiş	σ	1100	1250	1700	1900
6	KÖŞE KAYNAK Yarım Y tipi köşe kaynağı Çukur ve yarık kaynağı	Muayene edilmiş veya edilmemiş	Basınç ve eğilme basıncı, çekme ve eğilme çekmesi, kıyaslama değeri σ	1100	1250	1700	1900
7	Bütün dikiş çeşitleri		Kayma τ	1100	1250	1700	1900

Bu dikiş çeşidi için satır 4 deki değerler ancak köke tam nüfuziyet sağlanmışsa söz konusudur

Tablo : 7: Kaynaklı birleşimlerin EMNİYET GERİLMELERİ (kg/cm²) TS 3357
 $\sigma_{kay,emn}$ =Eksenel çekme veya basınç durumunda kaynak emniyet gerilmesi (kg/cm²)
 $\tau_{kay,emn}$ =Kesme yada kayma durumunda kaynak emniyet gerilmesi (kg/cm²)



Şekil 34: Tam nüfuziyetli yarım Y (V) tipi köşe dikişlerinde kaynak kalınlığı $a=t_1$



Şekil 35: Çift taraflı yarım Y (V) tipi köşe dikişlerinde kök yüksekliği (c) sınırı

Tablo 3.6 DIN 18800 Bölüm 1'e göre kaynak dikiş kalınlıklarının hesap değerleri

Düz veya ters kaynatılmış dikişler (Dikiş cinsi 1 ile 4)	Küt kaynak $a=t_1$	Yarım V-kaynak Sızdırmazlık pasosu ters kaynaklı
	Çift yarım V-kaynak (K-kaynak) $a=t_1$	Yarım V-kaynak Kök de kaynaklı $a=t_1$
TBN Tam birleşim nüfuziyetli kaynak (Dikiş cinsi 5 ile 9)	Köşe kaynaklı Yarım Y-kaynak kapak olabilir $\leq 60^\circ$	Dikiş kalınlığı a varsayımsal kök noktasından kaynak dış yüzüne olan mesafeye eşittir. Ağız açısı $< 45^\circ$ olan dikişlerde a hesap ölçüsü 2 mm azaltılmalı veya davranış kontrolü ile belirlenmelidir. İstisnalar, gazaltı (ark) kaynağı ile yatay alın konumunda ve yatay konumda yapılan kaynaklardır.
	Yarım Y-kaynak $\leq 60^\circ$	
	Çift köşe kaynaklı çift yarım Y-kaynak $\leq 60^\circ$	
	Çift yarım Y-kaynak $\leq 60^\circ$	
Köşe kaynakları (Dikiş cinsi 10 ile 13)	Ön hazırlıksız Çift I-kaynağı (küt) (Mekanize kaynak) $b=0$	a dikiş kalınlığı davranış kontrolü ile belirlenecek. b aralığı davranışa bağlıdır. TK-Tozaltı kaynağı : $b=0$
	Köşe kaynağı (kaynak cinsi 10) Soyut kök noktası	Dikiş kalınlığı a, varsayımsal kök noktasına kadar ölçülen ikizkenar üçgen yüksekliğine eşittir. $a = \bar{a} + e$ $\bar{a}$: Dikiş cinsi 10 ve 11 e karşılık gelen a dikiş kalınlığı e : Davranış kontrolü ile belirlenecek (Bak. DIN 18800 Bölüm 7/05.83, Madde 3.4.3.2a)
	Çift köşe kaynağı (kaynak cinsi 11) Soyut kök noktası	
	Köşe kaynağı Derin nüfuziyetli Soyut kök noktası	
	Çift köşe kaynağı Soyut kök noktası	
Üç levha kaynağı Dik ağız kaynağı (Dikiş cinsi 14 ile 15)	$b \geq 6 \text{ mm}$	Kuvvet aktarımı A dan B ye C den A ve B ye $t_2 < t_3$ için $a = t_2$ $a = b$

ÇELİK ÇEKME ÇUBUKLARI

1-Bulonlu birleşimlerde kullanılabilecek profiller



2- Kaynaklı birleşimlerde kullanılabilecek profiller



3- Bulonlu çekme çubuklarının kesit tayini

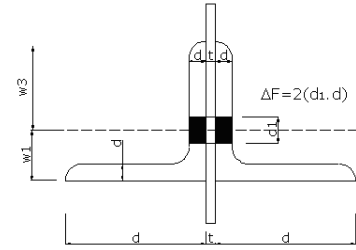
Kesit tayini: Çekme çubuğunun gövdesinde delik açılacaksa seçilen kesit %25 artırılmalıdır

$$F_{ger} = \frac{P}{\sigma_{\zeta, em}} \times 1.25 \text{ cm}^2$$

$$F_n = F_g - \Delta F$$

$$\Delta F = n(d_1 \cdot d)$$

$$\sigma_{\zeta} = \frac{P}{F_n} \leq \sigma_{\zeta, emn}$$



Elemanın karakteristik çekme kuvveti dayanımının belirlenmesi

Güvenli çekme kuvveti dayanımı, T_n/Ω_t , (GKT), eksenel çekme kuvveti etkisindeki elemanın, *akma sınır durumu*, *kırılma sınır durumu* ve *blok kırılma sınır durumlarına* göre hesaplanacak dayanımların en küçüğü olarak alınacaktır.

1-Akma sınır durumunda (F_y) karakteristik çekme kuvveti dayanımı, T_n , *Yönetmelik 7.2.1 uyarınca*

$$T_n = F_y A_g \quad \Omega_t = 1.67 \text{ (GKT)}$$

2-Kırılma sınır durumunda (F_u) karakteristik çekme kuvveti dayanımı, T_n , *Yönetmelik 7.2.2 uyarınca*,

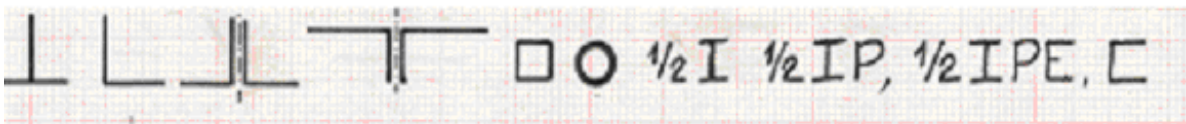
$$T_n = F_u A_e$$

$$A_e = U \cdot A_n \quad \Omega_t = 2.00 \text{ (GKT)}$$

3- Blok kırılma durumu, R_n

ÇELİK BASINÇ ÇUBUKLARI

1-Basınç çubuğu olarak kullanılabilecek kesitler.



2-En kesiti sabit tek parçalı çelik basınç çubukları

$$\sigma_{b, emn} = \frac{\omega \cdot P}{F} \leq \sigma_{b, emn}$$

2.1: (X-X) Eksenine dik burkulma kontrolü

$$\lambda_x = \frac{l_{kx}}{i_x} \rightarrow \omega_x \rightarrow \sigma_{\omega x} = \frac{\omega_x \cdot P}{F} \leq \sigma_{b, emn} \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} \text{ cm.}$$

2.2: (Y-Y) Eksenine dik burkulma kontrolü

$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} \rightarrow \omega_y \rightarrow \sigma_{\omega y} = \frac{\omega_y \cdot P}{F} \leq \sigma_{b, emn} \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}}$$

ω =Burkulma katsayısı (boyutsuz)

I_x, I_y = Atalet momenti (cm^4)

P = Basınç kuvveti ($\text{kg} \sim \text{ton}$)

λ =Narinlik (boyutsuz)

i_x, i_y = Atalet yarıçapı (cm)

2.3: Yaklaşık Hesap Yöntemi (DOMKE) ile Basınç Çubuğu Kesitinin Hesabı:

Bu yöntemde, ilk önce $\omega=\omega_0=1$ kabul edilir. Çubuk, çekme çubuğuymuş gibi kesiti hesaplanır. $F_o = \frac{P}{\sigma_{b,emn}} \dots \text{cm}^2$,

F_o , hesaplanacak kesite eşdeğer en kesit olup, ilgili profil tablosundan bu değere karşılık gelen “i” değeri okunur. (Tek parçalı çubuklarda $i=i_{\min}=i_y$), (Çok parçalı çubuklarda $i=i_x$). $\lambda_o = \frac{l_k}{i}$ hesaplanır. $\lambda_o = \lambda \sqrt{\omega}$ tablosundan (Tablo

9) λ alınır ve λ tablosundan (Tablo 8) ω , bulunur. Esas muhtemel kesit için $F_{lüz} = \frac{P \cdot \omega}{\sigma_{b,emn}}$ hesap edilerek ilgili profil

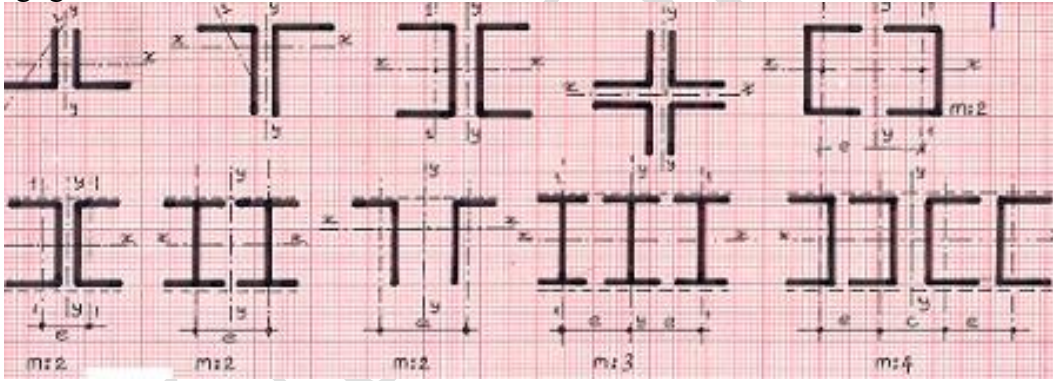
tablosundan en kesit seçilir ve x-x, y-y eksenlerine göre burkulma kontrolü yapılır. Kesit yetersiz ise bir üst kesit seçilir ve yine kontrol yapılır.

3. SABİT ENKESİTLİ ÇOK PARÇALI BASINÇ ÇUBUKLARI

3.1. Çubuk Gurubu 1.

En kesitlerinin asal eksenlerinden biri x-x malzemeli eksen olan çubukların, bu eksene dik burkulmaları tek parçalı basınç çubuklarındaki gibi hesaplanır.

$\lambda_x = \frac{l_{kx}}{i_x} \rightarrow \omega_x \rightarrow \sigma_{\omega x} = \frac{\omega_x \cdot P}{F} \leq \sigma_{b,emn} \quad \lambda_x \leq 20 \rightarrow \omega = 1$ alınır. Bu guruba giren çubuk kesitleri şekilde verildiği gibidir.



a) y-y Eksenine Dik Burkulma Kontrolü

Bu kontrolde, hayali bir narinlik derecesi olan λ_{yi} hesaplanmalıdır.

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \cdot \lambda_1^2} \rightarrow \lambda_{yi} \rightarrow \omega_{yi} \rightarrow \sigma_{\omega y} = \frac{\omega_{yi} \cdot P}{F} \leq \sigma_{b,emn}$$

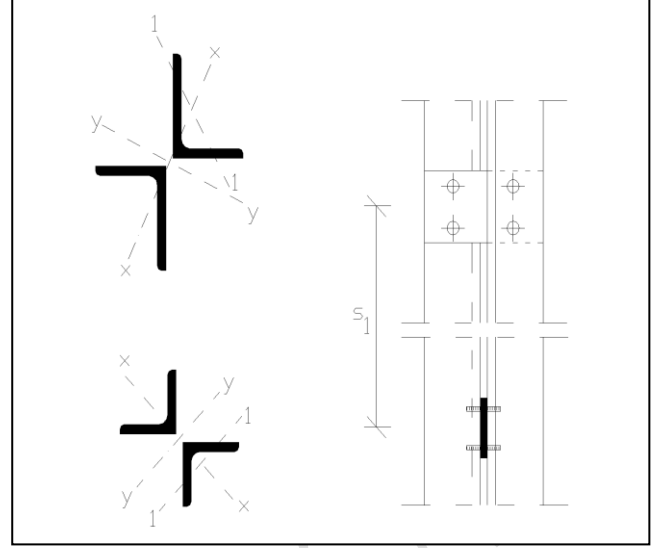
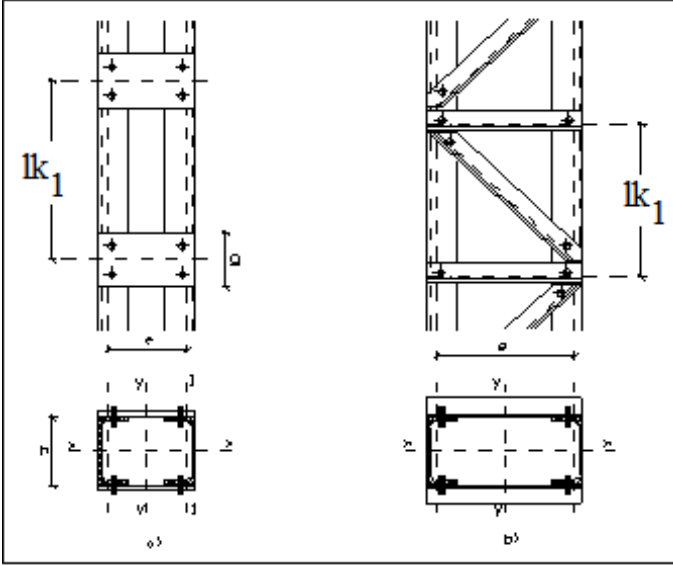
$$\lambda_y = \frac{l_{ky}}{i_y} \rightarrow i_y = \sqrt{\frac{I_y}{n \cdot F}} \quad \text{veya} \quad i_y = \sqrt{i_1^2 + \left(\frac{e}{2}\right)^2} \dots \text{cm dir.} \quad I_y, \text{ çubuk gurubunun malzemesiz eksenine göre atalet}$$

momentidir. Paralel eksen kanununa göre hesaplanır. $I_y = (I_1 + Fd^2) + \dots$

λ_1 , basınç çubuğunun burkulma boyunu azaltmak için enlemesine veya çapraz konulmuş bağ levhalarının narinliğidir. Bu narinlik, tasarımın şekline göre iki şekilde hesaplanır.

1-Enlemesine konulmuş bağ levhalarında (Şekil 8a): $\lambda_1 = \frac{l_{k1}}{i_1} \leq \frac{1}{2} \lambda_x$ ve $\frac{l_{k1}}{i_1} \leq 50$ ise bölüm sayısı en az 3

tane olmak şartı ile $l_{k1} \leq 50 i_{1min}$ alınmalıdır.



Şekil 9.

Şekil 8

2-Çapraz konulmuş Örgü çubuklarında (Şekil 8 b): $\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{F}{z \cdot F_D} \cdot \frac{d^3}{S_1 \cdot e^2}}$ ifadesi ile hesaplanır.

z = Paralel düzlemler içinde yan yana bulunan enleme bağlantıların sayısı,

S_1 = Enleme bağlantıları arasındaki en büyük aralık (cm)

F_D = Örgülü çubuklarda münferit bir diyagonalin kayıpsız enkesit alanı (cm²), çapraz diyagonaller kullanıldığında F_D birbirlerini kesen diyagonallerin enkesit alanlarının toplamı,

d = Örgülü çubuklarda bir diyagonalin sistem uzunluğu (cm)

e = Münferit çubukların eksenleri arasındaki mesafe dir (cm).

3.2. Çubuk Gurubu II : Köşeleme iki korniyer ile düzenlenen çubuklar (Şekil 9) yalnız x-x malzeme eksenine dik burkulmaya göre hesaplamak yeterlidir. Bu grup çubuklarda eğer hassas hesap yapılmıyorsa;

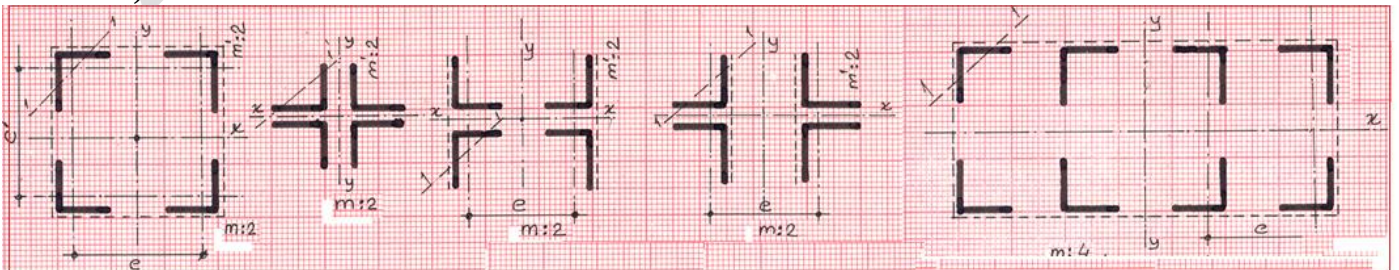
$$i_x = \frac{i_o}{1.15}, \quad \sigma_b = \frac{\omega_x \cdot P}{F} \leq \sigma_{b,emn}, \quad \lambda_1 = \frac{l_{kl}}{i_1} \geq 50 \text{ ise } \lambda_x \cong 1.15 \frac{l_{kx}}{i_o} \rightarrow \omega_x$$

3.3. Çubuk Gurubu III: Enkesitlerinde hiçbir malzeme eksen bulunmayan çok parçalı çubuklardır (Şekil 10).

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \cdot \lambda_{1y}^2} \rightarrow \lambda_{yi} \rightarrow \omega_{yi} \rightarrow \sigma_{oy} = \frac{\omega_{yi} \cdot P}{F} \leq \sigma_{b,emn}$$

$$\lambda_{xi} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{m'}{2} \cdot \lambda_{1x}^2} \rightarrow \lambda_{xi} \rightarrow \omega_{xi} \rightarrow \sigma_{ox} = \frac{\omega_{xi} \cdot P}{F} \leq \sigma_{b,emn} \quad \text{İtibari narinlik dereceleri göz önüne}$$

alınarak , tek parçalı basınç çubuklarındaki gibi hesaplanır. Şekil 10 da görülen çubuklara, enkesitin dikdörtgen şeklini değiştirmemesi için ayrıca eksenine dik bölme levhaları da kullanılmalıdır (Ayrıntılı bilgi TS 648 de).



Şekil 10. III. Grup Çubuklar

Tablo 8. Ç 37 Çeliği için burkulma “ ω ” katsayıları (TS648)

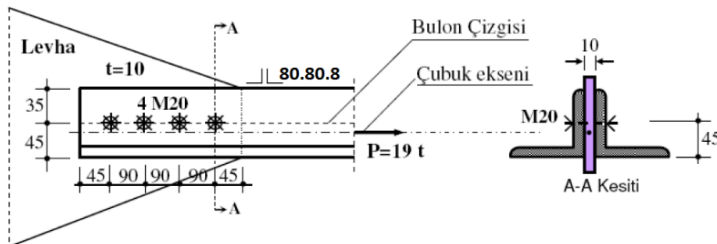
λ	$\lambda +$										λ
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	8,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55										250

Tablo 9. Ç 37 Çeliği için $\lambda_O = \lambda\sqrt{\omega}$ değerleri $\lambda_o = 250\sqrt{10,55} = 812$

λ	$\lambda +$										λ
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	20,4	21,4	22,4	23,6	24,6	25,7	26,8	27,9	29,00	30,1	20
30	31,2	32,4	33,4	34,6	35,7	36,9	37,9	39,2	40,40	41,5	30
40	42,7	43,8	45,0	46,3	47,4	48,7	50,0	51,3	52,40	53,7	40
50	55,0	56,3	57,7	58,8	60,1	61,5	62,9	64,2	65,60	67,0	50
60	68,4	69,8	71,2	72,7	74,1	75,5	77,0	78,4	80,20	81,6	60
70	83,1	84,6	86,4	87,9	89,4	91,2	92,8	94,3	96,20	97,7	70
80	99,6	101	103	105	107	108	110	112	114	116	80
90	118	120	121	123	125	127	130	132	134	136	90
100	138	140	142	144	146	148	151	153	155	158	100
110	160	162	165	167	169	172	175	179	181	184	110
120	187	190	193	196	200	203	206	209	213	216	120
130	219	223	226	230	233	237	240	241	248	251	130
140	255	258	262	266	269	273	277	281	285	289	140
150	292	296	300	304	308	312	316	320	325	329	150
160	333	337	341	345	349	354	358	362	367	371	160
170	376	380	385	389	393	398	402	407	412	416	170
180	421	426	430	435	440	445	449	455	459	464	180
190	469	474	479	484	489	494	499	504	509	515	190
200	520	525	534	536	541	546	552	557	562	568	200
210	573	579	584	590	595	601	606	612	618	623	210
220	629	635	640	646	652	658	664	670	676	682	220
230	687	693	699	706	712	718	724	730	736	742	230
240	749	755	761	767	773	780	786	793	799	806	240
250	812	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250

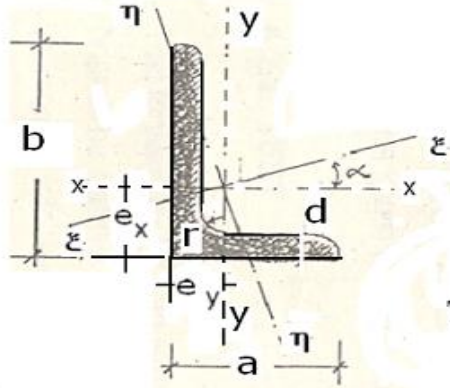


İŞARET	BOYUTLAR (mm)			A _g cm ²	G kg/m	e _x = e _y cm	EĞİLME EKSENLERİ									Delikler (mm)					
	b	d	r				X-X=Y-Y			ξ-ξ		η-η									
							I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x =i _y cm	I _ξ cm ⁴	i _ξ cm	I _η cm ⁴	W _η cm ³	i _η =i _{min} cm	ω ₁	ω ₃	d ₁ d _h				
20.20.3 20.20.4	20	3 4	3.5	1.12 1.45	0.88 1.14	0.60 0.64	0.39 0.48	0.28 0.35	0.59 0.58	0.62 0.77	0.74 0.73	0.15 0.19	0.18 0.91	0.37 0.38	-	-	-				
25.25.3 25.25.4		25		3 4	1.42 1.85	1.12 1.45	0.73 0.76	0.79 1.01	0.45 0.58	0.75 0.74	1.27 1.61	0.95 0.93	0.31 0.40	0.30 0.37	0.47 0.47	-	-	-			
30.30.3 30.30.4	30		3 4	5	1.74 2.27	1.36 1.75	0.84 0.89	1.41 1.81	0.65 0.86	0.90 0.89	2.24 2.95	1.14 1.12	0.57 0.76	0.48 0.61	0.57 0.58	17 17	13 13	8.4 8.4			
35.35.4 35.35.5		35	4 5		2.67 3.28	2.10 2.57	1.00 1.04	2.96 3.56	1.18 1.45	1.05 1.04	4.68 5.63	1.33 1.31	1.24 1.49	0.88 1.10	0.68 0.67	20 20	15 15	11 11			
40.40.4 40.40.5	40		4 5	6	3.08 3.79	2.42 2.97	1.12 1.16	4.48 5.430	1.56 1.91	1.21 1.20	7.09 8.64	1.52 1.51	1.86 2.22	1.18 1.35	0.78 0.77	22 22	18 18	11 11			
50.50.5 50.50.6 50.50.7		50	5 6 7		7	4.80 5.69 6.56	3.77 4.47 5.15	1.40 1.45 1.49	11.80 12.80 14.60	3.05 3.61 4.15	1.51 1.50 1.49	17.4 20.4 23.1	1.90 1.89 1.88	4.59 5.24 6.02	2.37 2.57 2.85	0.98 0.96 0.96	30 30	20 20	13 13		
60.60.6 60.60.8	60		6 8	8		6.91 9.03	5.42 7.09	1.69 1.77	22.80 29.10	5.29 6.88	1.82 1.80	36.1 46.1	2.29 2.36	9.43 12.1	3.95 4.84	1.17 1.16	35 35	25 25	17 17		
65.65.7 65.65.9			65			7 9	9	8.70 11.0	6.83 8.62	1.85 1.93	33.40 41.30	7.18 9.04	1.96 1.94	53.0 65.4	2.47 2.44	13.8 17.2	5.27 6.30	1.26 1.25	35 35	30 30	17 21
70.70.7 70.70.9	70	7 9		9	9.40 11.9	7.38 9.34		1.97 2.05	42.11 52.60	8.43 10.6	2.12 2.10	67.1 83.1	2.67 2.64	17.6 22.0	6.31 7.59	1.37 1.36	40 40	30 30	17 21		
80.80.8 80.80.10 80.80.12 80.80.14		80	8 10 12 14		10	12.3 15.1 17.9 20.6	9.66 11.9 14.1 16.1	2.26 2.34 2.41 2.45	72.3 87.5 102 115	12.6 15.5 18.2 20.8	2.42 2.41 2.39 2.36	115 139 161 181	3.06 3.03 3.00 2.96	29.6 35.9 43.0 48.6	9.25 10.9 12.6 13.9	1.55 1.54 1.53 1.56	45 45	35 35	21 21		
90.90.9 90.90.11 90.90.13	90		9 11 13	11		15.5 18.7 21.8	12.2 14.7 17.1	2.54 2.62 2.70	116 138 158	18.0 21.6 25.1	2.74 2.72 2.69	184 218 250	3.45 3.41 3.39	47.8 57.1 65.9	13.3 15.4 17.3	1.76 1.75 1.74	50 50	40 40	21 21 25		
100.100.10 100.100.12 100.100.14			100			10 12 14	12	19.2 22.7 26.2	15.1 17.8 20.6	2.82 2.90 2.98	177 207 235	24.7 29.2 33.5	3.04 3.02 3.00	280 328 372	3.82 3.80 3.77	73.3 86.2 98.3	18.4 21.0 23.4	1.95 1.95 1.94	55 55	45 45	21 25 25
110.110.10 110.110.12 110.110.14						110		10 12 14	12	21.2 25.1 29.0	16.6 19.7 22.8	3.07 3.15 3.21	239 280 319	30.1 35.7 41.0	3.36 3.34 3.32	379 444 505	4.23 4.21 4.18	98.6 116 133	22.7 26.1 29.3	2.16 2.15 2.14	50 50
120.120.11 120.120.13 120.120.15	120	11 13 15		13	25.4 29.7 33.9			19.9 23.3 26.6		3.36 3.44 3.51	341 394 446	39.5 46.0 52.5	3.66 3.64 3.63	541 625 705	4.62 4.59 4.56	140 162 186	29.5 33.3 37.5	2.35 2.34 2.34	50 50	40 40	21 25 25
150.150.14 150.150.16 150.150.18		150	14 16 18		16		40.3 45.7 51.0	31.6 35.9 40.1		4.21 4.29 4.36	845 949 1050	78.2 88.7 99.3	4.58 4.56 5.54	1340 1510 1670	5.77 5.74 5.70	347 391 438	58.3 64.4 71.0	2.94 2.93 2.93	55 55	40 40	25 25 28

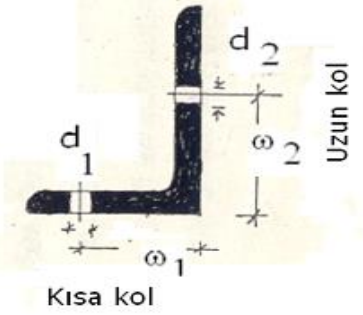


$$W = \frac{I}{(b - x)}$$

Çeşit Kollu Köşebent



TS 909. 30x20x3 ile 200x100x14 boyutları arasında üretilir



İŞARET	BOYUTLAR (mm)				A _g cm ²	G kg/m	e _x cm	e _y cm	EĞİLME EKSENLERİ										tgα	DELİKLER (mm)			
	a	b	d	r					x-x			y-y			ξ-ξ		η-η			ω ₁	ω ₂	d ₁	d ₂
									I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _ξ cm ⁴	i _ξ cm	I _η cm ⁴	i _η =i _{min} cm					
30.20.3	20	30	3	3.5	1.42	1.11	0.99	0.50	1.25	0.62	0.94	0.44	0.29	0.56	1.43	1.00	0.25	0.42	0.431	-	-	-	-
45.30.4	30	45	4	4.5	2.87	2.25	1,48	0.74	5.78	1.91	1.42	2.05	0.91	0.85	6.65	1.52	1.18	0.64	0.436	17	25	8.4	11
45.30.5			5		3.53	2.77	1,52	0.78	6.99	2.35	1.41	2.47	1.11	0.84	8.02	1.51	1.44	0.64	0.430				
50.40.4	40	50	4	4.0	3.46	2.71	1,52	1.03	8.54	2.47	1.57	4.86	1.64	1.19	10.9	1.78	2.46	0.84	0.629	22	30	11	13
50.40.5			5		4.27	3,35	1,56	1.07	10.4	3.02	1.56	5.89	2.01	1.18	13.3	1.76	3.02	0.84	0.625				
65.50.5	50	65	5	6.5	5.54	4,35	1,99	1.25	23.1	5.11	2.04	11.9	3.18	1.47	28.8	2.28	6.21	1.06	0.583	30	35	13	17
65.50.7			7		7.60	5,97	2,07	1.33	31.0	6.99	2.02	15.8	4.31	1.44	38.4	2.25	8.37	1.04	0.574				
65.50.9			9		9.58	7,52	2,15	1.41	38.2	8.77	2.00	19.4	5.39	1.42	47.0	2.22	10.5	1.05	0.567				
80.65.6	65	80	6	8	8.41	6,60	2,39	1.65	52.8	9.41	2.51	31.2	6.44	1.93	68.5	2.85	15.6	1.36	0.649	35	45	17	17
80.65.8			8		11.0	8,66	2,47	1.73	68.1	12.3	2.49	40.1	8.41	1.91	88.0	2.82	20.3	1.36	0.645				
80.65.10			10		13.6	10,7	2,55	1.81	82.2	15.1	2.46	48.3	10.3	1.83	106	2.79	24.8	1.35	0.640				
100.75.7	75	100	7	10	11.9	9,32	3,06	1.83	118	17.0	3.15	56.9	10.0	2.19	145	3.49	30.1	1.59	0.553	40	55	17	17
100.75.9			9		15.1	11,8	3,15	1.91	148	21.5	3.13	71.0	12.7	2.17	181	3.47	37.8	1.59	0.549				
100.75.11			11		18.2	14,3	3,23	1.99	176	25.9	3.11	84.5	15.3	2.15	214	3.44	45.4	1.58	0.545				

T PROFİLLER (DIN 1024)

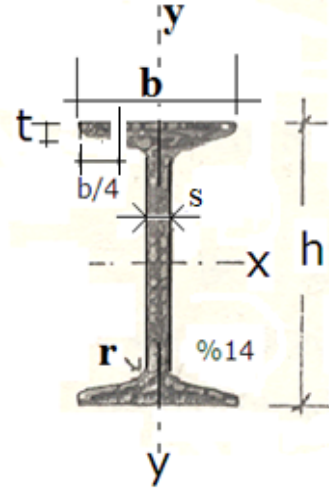


İŞARET T	BOYUTLAR (mm)			Ag cm ²	G kg/m	e _x cm	EĞİLME EKSENLERİ						DELİKLE R (mm)	
	b	h	d=t				x-x			y-y			ø ₁	d ₁
							I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y =i _{min} cm		
2	20	20	3	1.12	0.88	0.58	0.38	0.27	0.58	0.20	0.20	0.42	-	-
3	30	30	4	2.26	1.77	0.85	1.72	0.80	0.87	0.87	0.58	0.62	-	-
4	40	40	5	3.77	2.96	1.12	5.28	1.84	1.18	2.58	1.29	0.83	24	6.4
5	50	50	6	5.66	4.44	1.39	12.1	3.36	1.46	6.06	2.42	1.03	30	6.4
6	60	60	7	7.94	6.23	1.66	23.8	5.48	1.73	12.2	4.07	1.24	34	8.4
7	70	70	8	10.6	8.32	1.94	44.5	8.79	2.05	22.1	6.32	1.44	40	11
8	80	80	9	13.6	10.7	2.22	73.7	12.8	2.33	37.0	9.25	1.65	50	11
9	90	90	10	17.1	13.4	2.48	119	18.2	2.64	58.5	13.0	1.85	50	13
10	100	100	11	20.9	16.4	2.74	179	24.6	2.92	88.3	17.7	2.05	60	13

$$W_x = \frac{I_x}{(h - e_x)} \dots W_y = \frac{I_y}{\left(\frac{b}{2}\right)}$$



İŞARET 1/2I	BOYUTLAR (mm)		Ag cm ²	G kg/m	e _x cm	EĞİLME EKSENLERİ					
	b	h ₁				x-x			y-y		
						I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y =i _{min} cm
8	42	40	3.79	2.98	1.00	4.81	1.60	1.13	3.15	1.50	0.91
10	50	50	5.30	4.16	1.26	10.8	2.92	1.44	6.10	2.44	1.07
12	58	60	7.10	5.60	1.51	21.3	4.74	1.74	10.6	3.71	1.23
14	66	70	9.15	7.20	1.78	37.7	7.22	2.04	17.6	5.35	1.40
16	74	80	11.4	8.95	2.05	62.2	10.5	2.35	27.4	7.40	1.55
18	82	90	13.9	11.0	2.31	96.9	14.5	2.66	40.7	9.90	1.71
20	90	100	16.8	13.2	2.56	144	19.4	2.94	58.5	13.0	1.87
26	113	130	26.7	21.0	3.37	396	41.1	3.85	144	25.5	2.32
30	125	150	34.6	27.1	3.96	691	62.6	4.47	226	36.1	2.56
38	149	190	53.5	42.0	5.16	1750	126	5.72	488	65.5	3.02



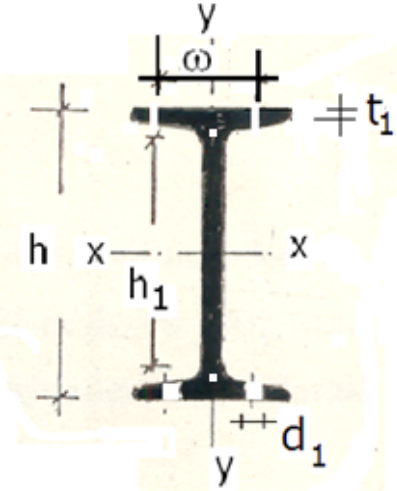
I Profili (dar başlıklı)

$t = b/4$ mesafedeki et kalınlığı,
 t_1 = başlık uç kalınlığı

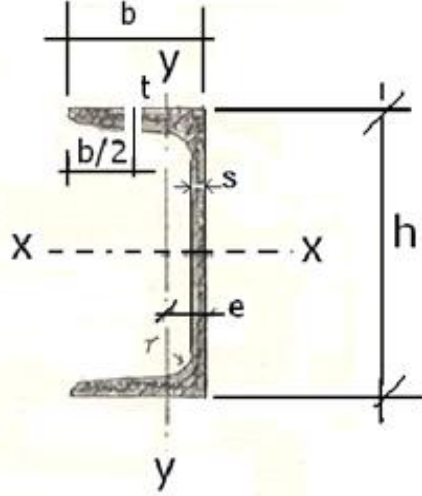
$$W_x = I_x / (h/2)$$

$$W_y = I_y / (b/2)$$

TS 910 Standard Üretimi I80~600



İŞARET	BOYUTLAR (mm)						Ag cm ²	G kg/m	EĞİLME EKSENLERİ						DELİKLER (mm)	
	h	h ₁	b	s=r (tg)	t	t ₁			x-x			y-y			ω	d ₁
									I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y =i _{min} cm		
8	80	59	42	3.9	5.9	4.43	7.6	5.95	77.8	19.5	3.20	6.29	3.00	0.91	22	6.4
10	100	75	50	4.5	6.8	5.05	10.6	8.32	171	34.2	4.01	12.2	4.88	1.07	28	6.4
12	120	92	58	5.1	7.7	5.67	14.2	11.2	328	54.7	4.81	21.5	7.41	1.23	32	8.4
14	140	109	66	5.7	8.6	6.29	18.3	14.4	573	81.9	5.61	35.2	10.7	1.40	34	13
16	160	125	74	6.3	9.5	6.91	22.8	17.9	935	117	6.10	54.7	14.8	1.55	38	13
18	180	142	82	6.9	10.4	7.53	27.9	21.9	1450	161	7.20	81.3	19.8	1.71	44	13
20	200	159	90	7.5	11.3	8.15	33.5	26.3	2140	214	8.00	117	26.0	1.87	48	13
22	220	176	98	8.1	12.2	8.77	39.6	31.1	3060	278	8.80	162	33.1	2.02	52	13
24	240	192	106	8.7	13.1	9.39	46.1	36.2	4250	354	9.59	221	41.7	2.20	56	17
26	260	208	113	9.4	14.1	10.15	53.4	41.9	5740	442	10.4	288	51.0	2.32	60	17
28	280	225	119	10.1	15.2	11.04	61.0	47.9	7590	542	11.1	364	61.2	2.45	62	17
30	300	241	125	10.8	16.2	11.83	69.1	54.2	9800	653	11.9	451	72.2	2.56	64	21
32	320	258	131	11.5	17.3	12.72	77.8	61.1	12510	782	12.7	555	84.7	2.67	70	21
34	340	274	137	12.2	18.3	13.51	86.8	68.1	15700	923	13.5	674	99.4	2.80	74	21
36	360	290	143	13.0	19.5	14.50	97.1	76.2	19610	1090	14.2	818	114	2.90	76	23
38	380	306	149	13.7	20.5	15.29	107	84.0	24010	1260	15.0	975	131	3.02	80	23

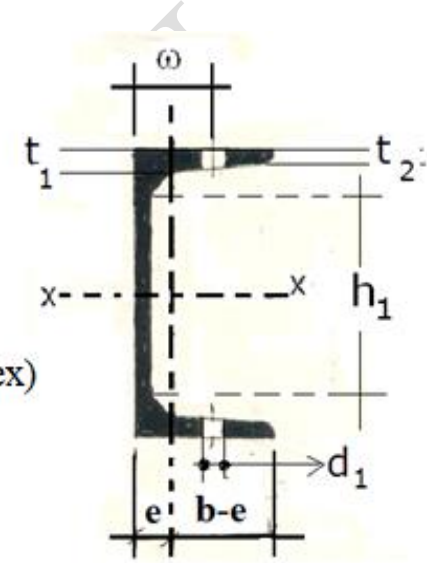


U Profili

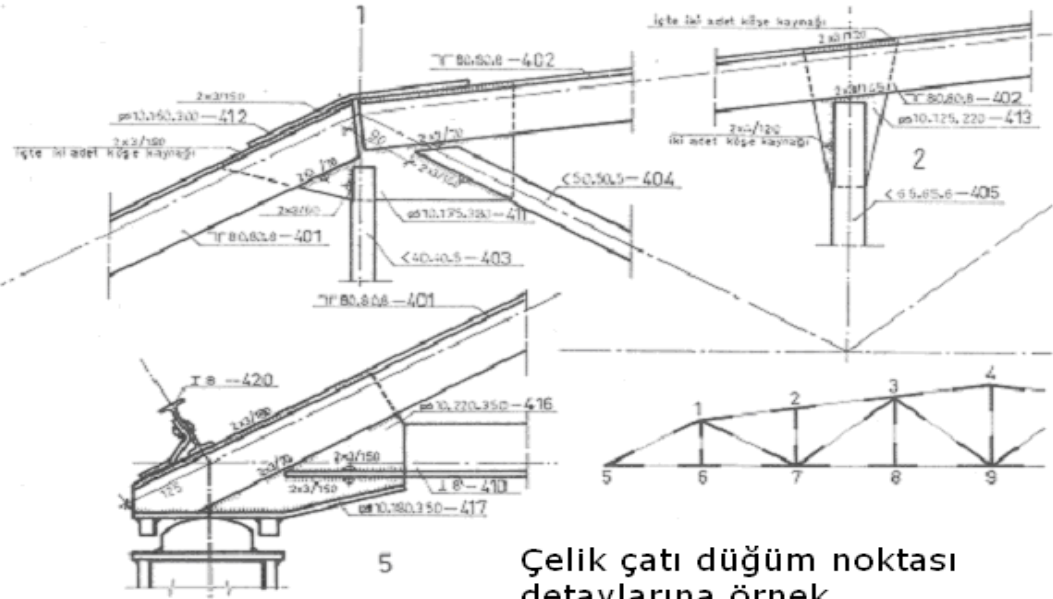
TS 912

$$W_x = I_x / (h/2) \quad W_y = I_y / (b - e)$$

Standard Üretimi U30~U400

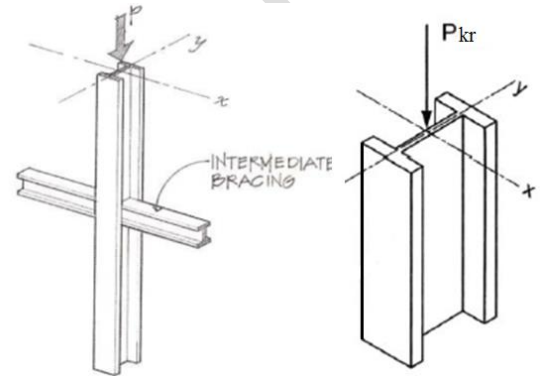


İŞARET	BOYUTLAR (mm)							e cm	Ag cm ²	G kg/m	EĞİLME EKSENLERİ						DELİKLER (mm)	
	h	b	s	t=r	t ₁	t ₂	h ₁				x-x			y-y			ω	d ₁
											I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y =i _{min} cm		
8	80	45	6	8.0	9.8	6.2	46	1.45	11.0	8.64	106	26.5	3.10	19.4	6.36	1.33	25	13
10	100	50	6	8.5	10.5	6.5	64	1.55	13.5	10.6	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47	30	13
12	120	55	7	9.0	11.2	6.8	82	1.60	17.0	13.4	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59	30	17
14	140	60	7	10.0	12.4	7.6	98	1.75	20.4	16.0	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75	35	17
16	160	65	7.5	10.5	13.1	7.9	115	1.84	24.0	18.8	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89	35	21
18	180	70	8	11.0	13.8	8.2	133	1.92	28.0	22.0	1350	150	6.95	114	22.4	2.02	40	21
20	200	75	8.5	11.5	14.5	8.5	151	2.01	32.2	25.3	1910	191	7.70	148	27.0	2.14	40	23
22	220	80	9	12.5	15.7	9.30	167	2.14	37.4	29.4	2690	245	8.48	197	33.6	2.30	45	23
24	240	85	9.5	13.0	16.4	9.60	184	2.23	42.3	33.2	3600	300	9.22	248	39.6	2.42	45	25
26	260	90	10	14.0	17.6	10.4	200	2.36	48.3	37.9	4820	371	9.99	317	47.7	2.56	50	25
28	280	95	10	15.0	18.8	11.2	216	2.53	53.3	41.8	6280	448	10.9	399	57.2	2.74	50	25
30	300	100	10	16.0	20.0	12.0	232	2.70	58.8	46.2	8030	535	11.7	495	67.8	2.90	55	25



Çelik çatı düğüm noktası detaylarına örnek

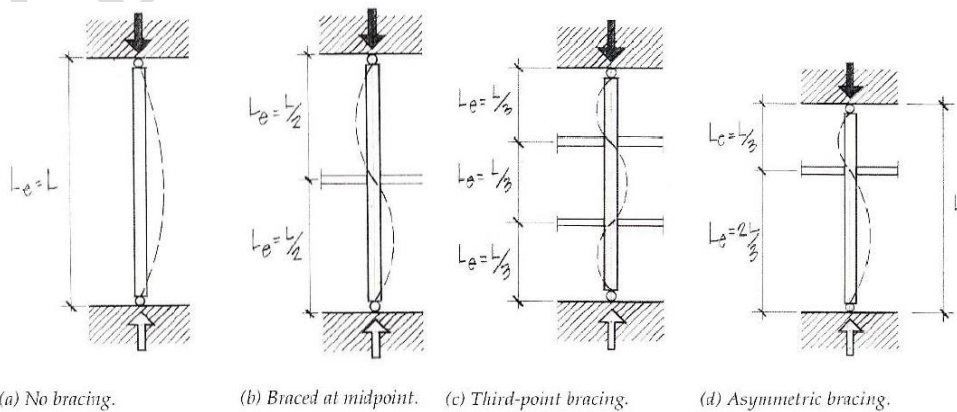
Buckled shape of column is shown by dashed line	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Theoretical K value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.0	1.2	2.0	2.0
End condition code						



$$P_{kr} = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2} \text{ kritik burkulma yükü}$$

Şekil 12 Basit Euler Halleri

Eksenel basınç ile yüklenen basınç çubuklarının ω metodu ile tahkikinde, enkesitlerinin asal eksenlerine dik doğrultularda burkulma durumları göz önüne alınır. İlk olarak çubuğun sistem içindeki durumuna ve uç şartlarına göre burkulma boyları saptanır. Burkulma boylarının belirlenmesinde Şekil 12'de verilen K değerleri kullanılır.



(a) No bracing.

(b) Braced at midpoint.

(c) Third-point bracing.

(d) Asymmetric bracing.