ideCAD Çelik & Betonarme 8.6 ile Çekme Elemanlarının Tasarımı

Hazırlayan: Nurgül KAYA

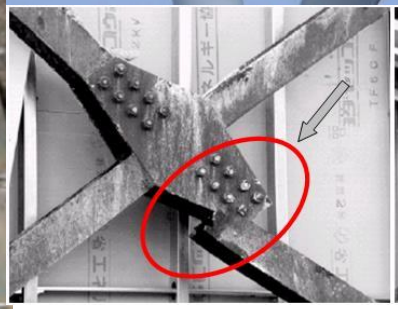
www.idecad.com.tr

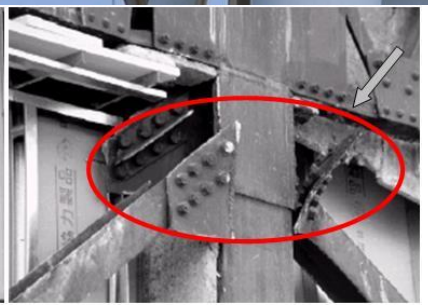
Konu Başlıkları

I. Çekme ElemanlarınınTanımı
II. Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanlarda Dayanım
III. Çekme için Sınır Durumlar
IV. Eksenel ÇekmeKuvveti Etkisinde Elemanların Farklı Yönetmelikler ileTasarımı
V. Örnek Hesap

Çekme Elemanlarının Tanımı

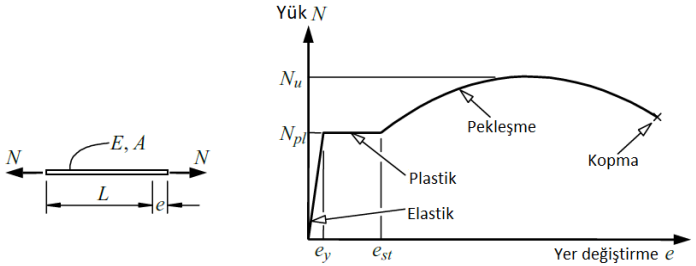
- Eksenel çekme kuvvetini taşıyan kafes kiriş elemanları, çapraz ve kolon gibi yapısal elemanlara çekme elemanı denir.





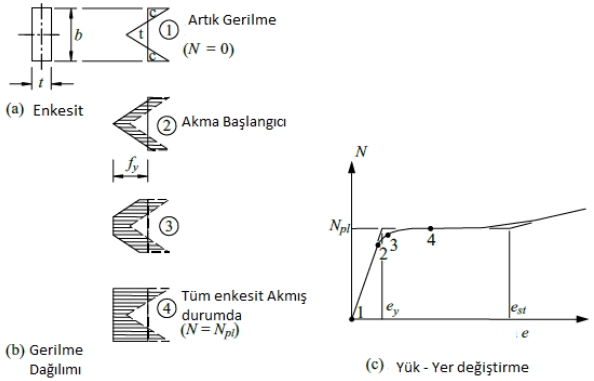
Çekme Elemanlarının Tanımı

- Eksenel çekme kuvveti etkisindeki elemanlar, hesap açısından basit elemanlar olup, üniform eksenel kuvvet etkisinde olduklarından dolayı çekme deneylerinde elde edilen gerilme - şekil değiştirme eğrisine uygun davranış sergilerler.

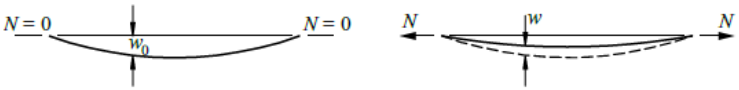


(a) Çekme Elemanı (b) Yük - Yer değiştirme Eğrisi

- Yapısal çelik malzeme davranışına uygun olarak doğrusal ve elastik kabulü ile dayanımları belirlenen çekme elemanları; üretim şekilleri nedeniyle kaçınılmaz olan artık gerilme ve başlangıç eğriliği etkileri gözönüne alınarak tasarlanmalıdır.



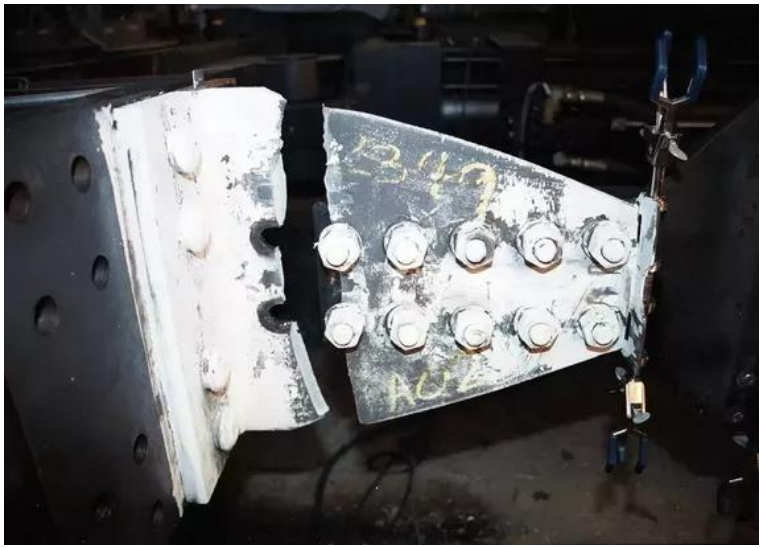
(c) Yük - Yer değiştirme

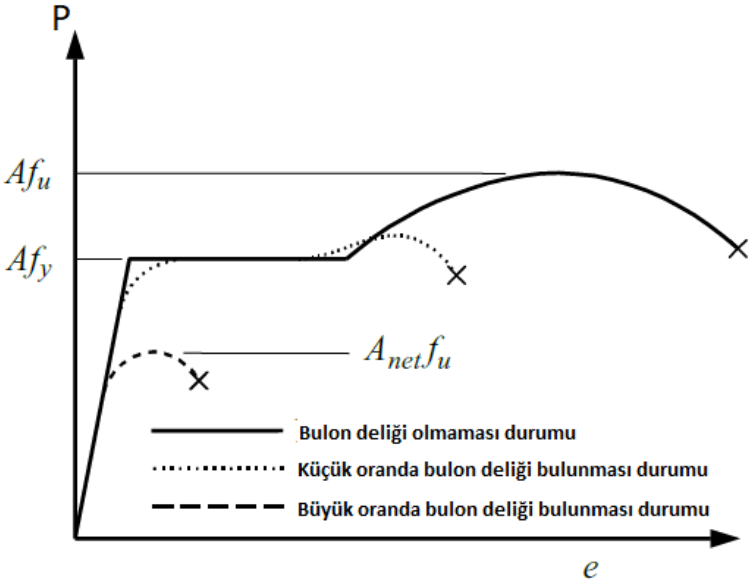


(a) Başlangıç eğriliği (b) Deformasyon

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanlarda Dayanım

- Eksenel çekme etkisindeki elemanların bulonlu birleşimler ile birlikte kullanılması halinde, bulon deliklerinin yer aldığı bölgelerde akma gerilmesine daha önce ulaşılacaktır. Bu durum ise yük – yer değiştirme eğrisi kullanılarak, doğrusal elastik kabulü ile yapılan dayanım hesaplarını etkileyecektir.

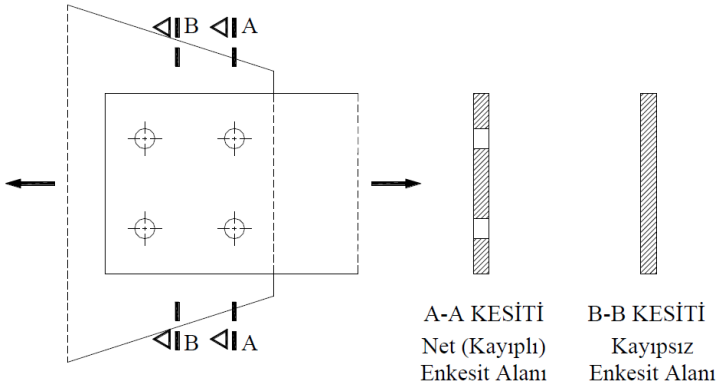


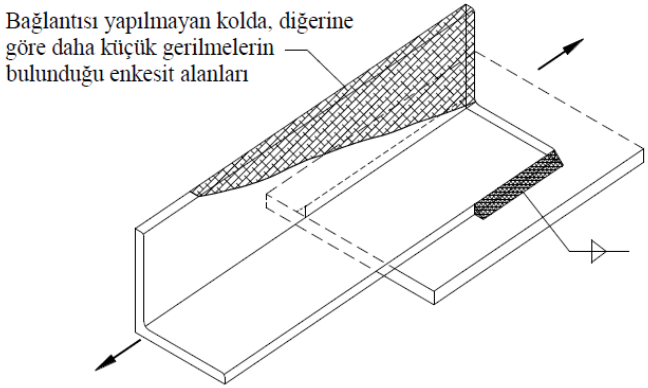


- Çekme elemanlarında bulonlu birleşim kullanılması durumunda doğrusal olmayan yük – yer değiştirme davranışının kullanılması gerekir.

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanlarda Dayanım

- Çekme elemanlarının bulonlu ve kaynaklı birleşimlerinde, yükün üniform dağılmaması neticesinde, yük transferinde çalışan enkesit alanı, tüm enkesit alanına eşit değildir.





ÇYTHYE Uygulama Kılavuzu

- Özellikle makaslarda (kafes kiriş) ve çaprazlarda kullanılan L ve U kesitlerin, tamamının bulon veya kaynak ile bağlanmaması nedeniyle yük transferinde etkili alan olarak adlandırılan belirli bir bölge çalışır. 'Shear Lag ' etkisi olarak isimlendirilen bu fenomen nedeniyle çekme elemanlarının tasarımında etkili net alan kullanılır.

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanlarda Dayanım

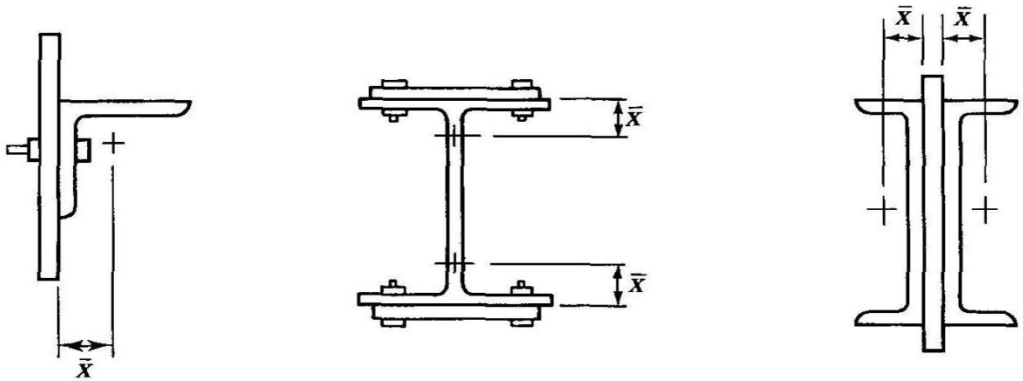
- Çekme elemanlarında dayanım hesabında 3 farklı alan kullanılır:

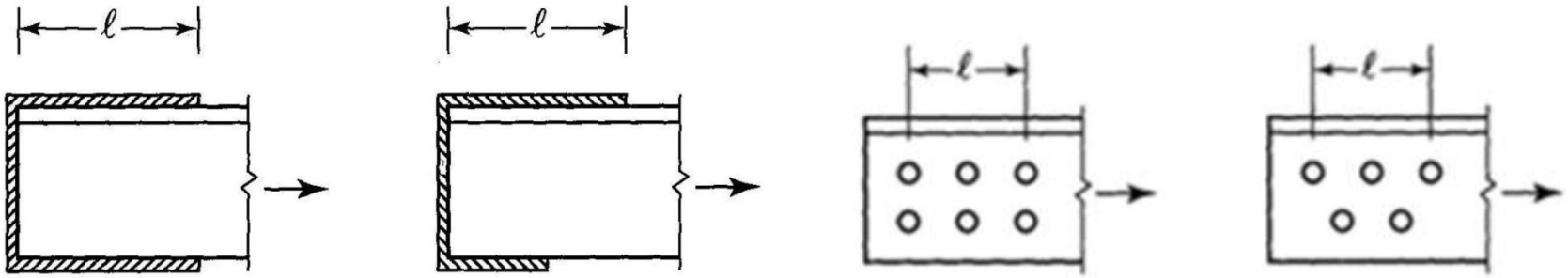
•Kayıpsız Alan (Ag)
•Net Alan (An)
•Etkili Net Alan (Ae)

$$A_n = A_g - n*(d_e*t)$$

$$A_e = A_n*U$$

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{l}$$

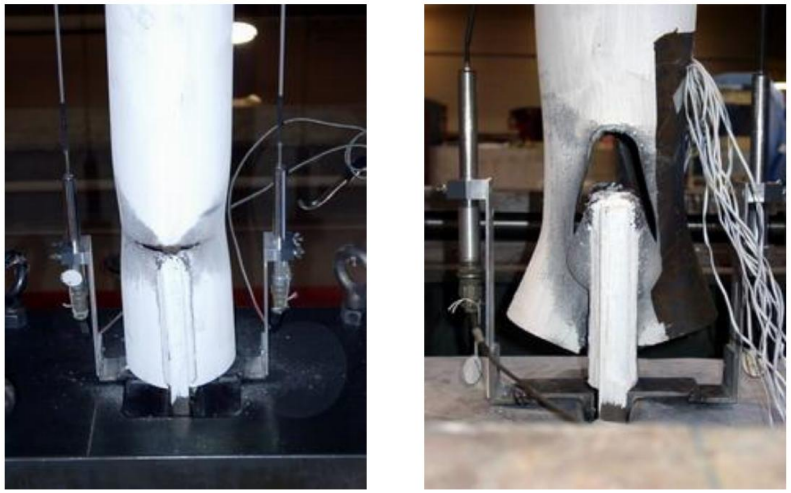




Çekme Etkisi için Sınır Durumlar

- Çekme kuvveti etkisindeki elemanlarda 3 farklı göçme koşulu vardır:

- Akma Sınır Durumu
- Kırılma Sınır Durumu
- Blok Kırılma Sınır Durumu



(a) (b)

Figure 2: Failure modes for slotted HSS concentric gusset plate connections under tension loading (shown for round HSS with plate welded all around): (a) circumferential rupture of the HSS, influenced by shear lag; (b) block shear (or tear-out) rupture of the HSS

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanların Farklı Yönetmelikler ile Tasarımı

Çelik Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları Yönetmeliği – GKT ve YDKT

• Çekme elemanı narinliği kontrol edilmelidir. Yönetmeliğin 7.1.1 maddesi gereği narinlik oranı 300' den küçük olmalıdır.

$$\frac{k*l}{r} < 300$$

• Akma Sınır Durumu

$$T_n = F_y A_g \qquad (7.2)$$

Tasarım çekme kuvveti dayanımı, $\phi_t T_n$, (YDKT) veya elemanının güvenli çekme kuvveti dayanımı, T_n/Ω_t, (GKT),

$\phi_t = 0.90$ (YDKT) veya $\Omega_t = 1.67$ (GKT)

• Kırılma Sınır Durumu

$$T_n = F_u A_e \qquad (7.3)$$

Tasarım çekme kuvveti dayanımı, $\phi_t T_n$, (YDKT) veya *güvenli çekme kuvveti dayanımı*, T_n/Ω_t, (GKT),

$\phi_t = 0.75$ (YDKT) veya $\Omega_t = 2.00$ (GKT)

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanların Farklı Yönetmelikler ile Tasarımı

Çelik Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları Yönetmeliği – GKT ve YDKT

- Etkili net alan hesabı için U değerleri Tablo7.1'den alınmaktadır.
- Blok kırılma sınır durumu birleşimler için ek kontroldür.

13.4.3 – Blok Kırılma Dayanımı

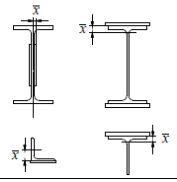
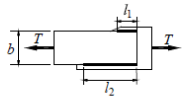
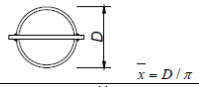
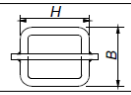
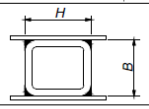
Karakteristik blok kırılma dayanımı, R_n, kesme yüzeyi veya yüzeyleri boyunca akma ve kırılma sınır durumları ile dik çekme yüzeyi boyunca kopma sınır durumları esas alınarak, **Denk.(13.19)** ile hesaplanacaktır.

$$R_n = 0.60F_uA_{nv} + U_{bs}F_uA_{nt} \le 0.60F_yA_{gv} + U_{bs}F_uA_{nt} \qquad \textbf{(13.19)}$$

Tasarım blok kırılma dayanımı, ϕR_n (YDKT) veya *güvenli blok kırılma dayanımı*, R_n/Ω (GKT),

$$\phi = 0.75 \text{ (YDKT)} \quad \text{veya} \quad \Omega = 2.00 \text{ (GKT)}$$

TABLO - 7.1 GERİLME DÜZENSİZLİĞİ ETKİ KATSAYISI

Durum	Çekme elemanı tanımı		Gerilme düzensizliği etki katsayısı, U	Örnek
1	Çekme elemanlarının tüm enkesit parçalarıyla bağlanması durumu		U=1.0	–
2	I, U ve T- enkesitli çekme elemanlarının tüm enkesit parçalarıyla bağlanmaması durumu		$U = 1 - \frac{\bar{x}}{l}$	
3	Kuvvetin çekme doğrultusuna dik kaynaklarla aktarıldığı birleşim		U=1.0	
4[a]	Çekme kuvvetinin sadece boyuna doğrultudaki kaynaklarla aktarıldığı levhalar, korniyerler, U-profiller, T-enkesitli elemanlar ve birleşim elemanları ile bağlanan I-profillerin birleşimi ($\bar{x}$ nin tanımı için Durum 2 ye bakınız).		$U = \frac{3l^2}{(3l^2 + b^2)}\left(1 - \frac{\bar{x}}{l}\right)$	
5	Bir birleşim levhasına bağlanan boru enkesitli profiller		$l \ge 1.3D \rightarrow U = 1.0$ $D \le l \le 1.3D$ $\rightarrow U = 1 - \bar{x}/l$	 $\bar{x} = D/\pi$
6	Birleşim levhasına bağlanan kutu enkesitli profiller	Bir adet merkezi birleşim levhası kullanılması durumu	$l \ge H \rightarrow U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2 + 2BH}{4(B+H)}$	
		Yan kenarlarda iki adet birleşim levhası kullanılması durumu	$l \ge H \rightarrow U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2}{4(B+H)}$	

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanların Farklı Yönetmelikler ile Tasarımı

AISC 360-10 ASD ve LRFD

- Çekme elemanı narinliği kontrol edilebilir. Yönetmeliğin D1 maddesi gereği narinlik oranı 300' den küçük olmalı.
  (Zorunluluk değil, öneri niteliğindedir.)

$$\frac{k*l}{r} < 300$$

- Akma Sınır Durumu

(a) For tensile yielding in the gross section:

$$P_n = F_y A_g \qquad \text{(D2-1)}$$

$$\phi_t = 0.90 \text{ (LRFD)} \qquad \Omega_t = 1.67 \text{ (ASD)}$$

- Kırılma Sınır Durumu

(b) For tensile rupture in the net section:

$$P_n = F_u A_e \qquad \text{(D2-2)}$$

$$\phi_t = 0.75 \text{ (LRFD)} \qquad \Omega_t = 2.00 \text{ (ASD)}$$

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanların Farklı Yönetmelikler ile Tasarımı

AISC 360-10 – ASD ve LRFD

- Etkili net alan hesabı için U değerleri Tablo D3.1'den alınmaktadır.
- Blok kırılma sınır durumu birleşimler için ek kontroldür.

Block Shear Strength

The *available strength* for the *limit state* of *block shear rupture* along a shear failure path or paths and a perpendicular tension failure path shall be taken as

$$R_n = 0.60F_uA_{nv} + U_{bs}F_uA_{nt} \le 0.60F_yA_{gv} + U_{bs}F_uA_{nt} \qquad \text{(J4-5)}$$

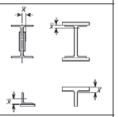
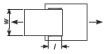
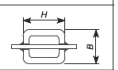
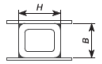
$$\phi = 0.75 \text{ (LRFD)} \qquad \Omega = 2.00 \text{ (ASD)}$$

where

A_{nt} = *net area* subject to tension, in.^{2} (mm^2)

Where the tension *stress* is uniform, $U_{bs} = 1$; where the tension stress is nonuniform, $U_{bs} = 0.5$.

TABLE D3.1
Shear Lag Factors for Connections to Tension Members

Case	Description of Element		Shear Lag Factor, U	Example
1	All tension members where the tension load is transmitted directly to each of the cross-sectional elements by fasteners or welds (except as in Cases 4, 5 and 6).		$U = 1.0$	——
2	All tension members, except plates and HSS, where the tension load is transmitted to some but not all of the cross-sectional elements by fasteners or longitudinal welds or by longitudinal welds in combination with transverse welds. (Alternatively, for W, M, S and HP, Case 7 may be used. For angles, Case 8 may be used.)		$U = 1 - \bar{x}/l$	
3	All tension members where the tension load is transmitted only by transverse welds to some but not all of the cross-sectional elements.		$U = 1.0$ and A_n = area of the directly connected elements	——
4	Plates where the tension load is transmitted by longitudinal welds only.		$l \ge 2w \ldots U = 1.0$ $2w > l \ge 1.5w \ldots U = 0.87$ $1.5w > l \ge w \ldots U = 0.75$	
5	Round HSS with a single concentric gusset plate		$l \ge 1.3D \ldots U = 1.0$ $D \le l < 1.3D \ldots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = D/\pi$	
6	Rectangular HSS	with a single concentric gusset plate	$l \ge H \ldots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2 + 2BH}{4(B+H)}$	
		with two side gusset plates	$l \ge H \ldots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2}{4(B+H)}$	
7	W, M, S or HP Shapes or Tees cut from these shapes. (If U is calculated per Case 2, the larger value is permitted to be used.)	with flange connected with 3 or more fasteners per line in the direction of loading	$b_f \ge 2/3d \ldots U = 0.90$ $b_f < 2/3d \ldots U = 0.85$	——
		with web connected with 4 or more fasteners per line in the direction of loading	$U = 0.70$	——
8	Single and double angles (If U is calculated per Case 2, the larger value is permitted to be used.)	with 4 or more fasteners per line in the direction of loading	$U = 0.80$	——
		with 3 fasteners per line in the direction of loading (With fewer than 3 fasteners per line in the direction of loading, use Case 2.)	$U = 0.60$	——

l = length of connection, in. (mm); w = plate width, in. (mm); $\bar{x}$ = eccentricity of connection, in. (mm); B = overall width of rectangular HSS member, measured 90° to the plane of the connection, in. (mm); H = overall height of rectangular HSS member, measured in the plane of the connection, in. (mm)

Specification for Structural Steel Buildings, June 22, 2010
American Institute of Steel Construction

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanların Farklı Yönetmelikler ile Tasarımı

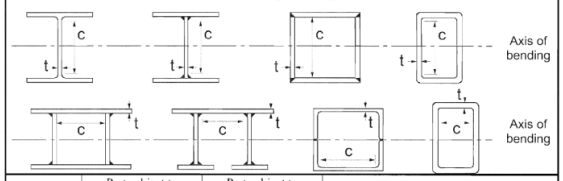
TS EN 1993-1-1

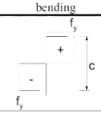
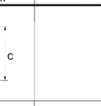
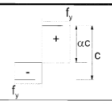
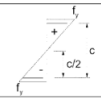
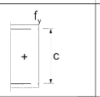
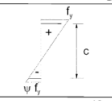
- Enkesit sınıfının belirlenmesi gerekir.

BS EN 1993-1-1:2005
EN 1993-1-1:2005 (E)

Table 5.2 (sheet 1 of 3): Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Internal compression parts



Class	Part subject to bending	Part subject to compression	Part subject to bending and compression
Stress distribution in parts (compression positive)			
1	$c/t \le 72\varepsilon$	$c/t \le 33\varepsilon$	when $\alpha > 0{,}5$: $c/t \le \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ when $\alpha \le 0{,}5$: $c/t \le \frac{36\varepsilon}{\alpha}$
2	$c/t \le 83\varepsilon$	$c/t \le 38\varepsilon$	when $\alpha > 0{,}5$: $c/t \le \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ when $\alpha \le 0{,}5$: $c/t \le \frac{41{,}5\varepsilon}{\alpha}$
Stress distribution in parts (compression positive)			
3	$c/t \le 124\varepsilon$	$c/t \le 42\varepsilon$	when $\psi > -1$: $c/t \le \frac{42\varepsilon}{0{,}67 + 0{,}33\psi}$ when $\psi \le -1$*): $c/t \le 62\varepsilon(1-\psi)\sqrt{(-\psi)}$

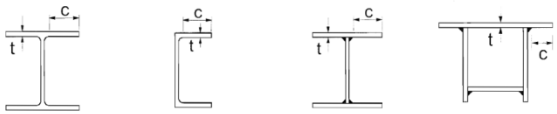
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

*) $\psi \le -1$ applies where either the compression stress $\sigma \le f_y$ or the tensile strain $\varepsilon_y > f_y/E$

BS EN 1993-1-1:2005
EN 1993-1-1:2005 (E)

Table 5.2 (sheet 2 of 3): Maximum width-to-thickness ratios for compression parts

Outstand flanges



Rolled sections — Welded sections

Class	Part subject to compression	Part subject to bending and compression: Tip in compression	Part subject to bending and compression: Tip in tension
Stress distribution in parts (compression positive)			
1	$c/t \le 9\varepsilon$	$c/t \le \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \le \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	$c/t \le 10\varepsilon$	$c/t \le \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t \le \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Stress distribution in parts (compression positive)			
3	$c/t \le 14\varepsilon$	$c/t \le 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ For k_σ see EN 1993-1-5	

$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Eksenel Çekme Kuvveti Etkisindeki Elemanların Farklı Yönetmelikler ile Tasarımı

TS EN 1993-1-1

- Akma Sınır Durumu

$$N_{t,Ed} \leq N_{t,Rd} \tag{2.18}$$

The yield limit state of equation 2.2 is given in EC3 as

$$N_{pl,Rd} = Af_y/\gamma_{M0} \tag{2.19}$$

where A is the gross area of the cross-section and γ_{M0} is the partial factor for cross-section resistance, with a value of 1.0.

- Kırılma Sınır Durumu

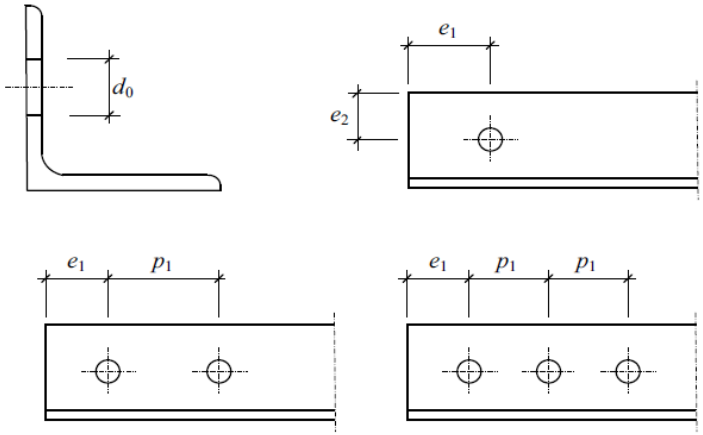
The fracture limit state of equation 2.4 is given in EC3 as

$$N_{u,Rd} = 0.9A_{net}f_u/\gamma_{M2}, \tag{2.20}$$

where A_{net} is the net area of the cross-section and γ_{M2} is the partial factor for resistance in tension to fracture, with a value of 1.1 given in the National Annex to EC3. The factor 0.9 in equation 2.20 ensures that the effective partial factor $\gamma_{M2}/0.9(\approx 1.22)$ for the limit state of material fracture ($N_{u,Rd}$) is suitably higher than the value of $\gamma_{M0}(=1.0)$ for the limit state of yielding ($N_{pl,Rd}$), reflecting the influence of greater variability in f_u and the reduced ductility of members which fail by fracture at bolt holes.

Table 3.1 – Reduction factors β_2 and β_3

Distance	p_1	$\leq 2.5\,d_0$	$\geq 5.0\,d_0$
2 bolts	β_2	0.4	0.7
3 bolts or more	β_3	0.5	0.7



According to clause 3.10.3(2) of EC3-1-8, a single angle in tension connected by a single row of bolts, see Figure 3.11, may be treated as concentrically loaded over an effective net section for which the design ultimate resistance should be determined as follows:

$$N_{u,Rd} = \frac{2.0(e_2 - 0.5\,d_0)t\,f_u}{\gamma_{M2}}; \quad \text{(1 bolt)} \tag{3.10}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_2\,A_{net}\,f_u}{\gamma_{M2}}; \quad \text{(2 bolts)} \tag{3.11}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_3\,A_{net}\,f_u}{\gamma_{M2}}. \quad \text{(3 bolts or more)} \tag{3.12}$$

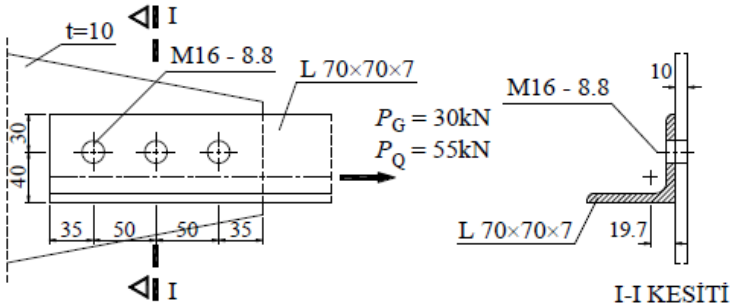
Örnek Hesap

Aşağıdaki şekilde bulonlu birleşim detayı verilen 3.5m uzunluğundaki L 70×70×7 enkesitli korniyer (köşebent) ile boyutlandırılan eleman sabit ve hareketli yükler altında sırasıyla, P_G = 30kN ve P_Q = 55kN eksenel çekme kuvvetleri etkisindedir.

a. Elemanın karakteristik çekme kuvveti dayanımının belirlenmesi

b. Elemanın tasarım çekme kuvveti dayanımının kontrolü (YDKT)

c. Elemanın güvenli çekme kuvveti dayanımının kontrolü (GKT)



Çelik sınıfı

S 275 F_y = 275 N/mm^2 F_u = 430 N/mm^2 (*Yönetmelik* Tablo 2.1A)

Enkesit

L 70×70×7				
A_g = 940 mm^2	d = 70 mm	t = 7.0 mm	x_g = 19.7 mm	i_z = 13.6 mm

Bulonlar

M16 – 8.8 (Standart dairesel delik çapı kullanılacaktır)

Örnek Hesap

ÇYTHYE (TÇY 2016) ile GKT ve YDKT Çözümleri:

- Narinlik Kontrolü - 7.1.1

$$\frac{k*l}{r} \leq 300$$

$$\frac{1*3500}{13.6} = 257 \leq 300 \quad (\text{v})$$

- Akma Sınır Durumu - 7.2.1

$$T_n = F_y * A_g$$

$$T_n = 275*10^{-3}*940 = 258.50 \text{ kN}$$

- Kırılma Sınır Durumu – 7.2.2

$$T_n = F_u * A_e$$

$$A_e = U * A_n$$

$$d_h = 16+2 = 18 \text{ mm}$$

$$d_e = 18+2 = 20 \text{ mm}$$

$$A_n = A_g - d_e * t$$

$$A_n = 940-(20)*(7) = 800 \text{ mm}^2$$

$$U = 1-\frac{\bar{x}}{l} \text{ (Tablo 7.1), } \bar{x} = 19.7 \text{ mm}, \quad l = 2*(50) = 100 \text{ mm}$$

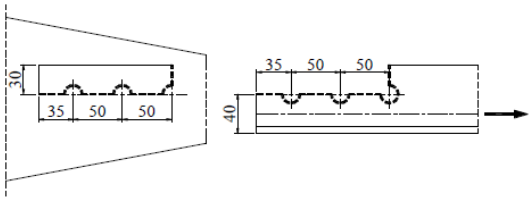
$$U = 1-\frac{19.7}{100} = 0.803 \geq U_{\min} = \frac{dt}{A_g} = \frac{70*7}{940} = 0.521$$

$$A_e = 0.803*800 = 642.40 \text{ mm}^2$$

$$T_n = 430*10^{-3}*642.40 = 276.23 \text{ kN}$$

Örnek Hesap

ÇYTHYE (TÇY 2016) ile GKT ve YDKT Çözümleri:



- Blok Kırılma Sınır Durumu

$$R_n = 0.60 * F_u * A_{nv} + U_{bs} * F_u A_{nt} \le 0.60 * F_y * A_{gv} + U_{bs} * F_u * A_{nt}$$

$$A_{gv} = (35 + 50 + 50) * 7 = 945 \text{ mm}^2$$

$$A_{nv} = 945 - (2.5 * 20 * 7) = 595 \text{ mm}^2$$

$$A_{nt} = (30 * 7) - 0.5(20 * 7) = 140 \text{ mm}^2$$

$$U_{bs} = 1.0$$

$$R_n = 0.60 * 430 * 10^{-3} * 595 + 1.0 * 430 * 10^{-3} * 140 = 213.71 \text{ kN}$$

$$0.60 * 275 * 10^{-3} * 945 + 1.0 * 430 * 10^{-3} * 140 = 216.13 \text{ kN}$$

YDKT

- Akma Sınır Durumu : $T_d = \Phi_t * T_n = 0.90 * 258.5 = 232.65$ kN
- Kırılma Sınır Durumu: $T_d = \Phi_t * T_n = 0.75 * 276.23 = 207.17$ kN
- Blok Kırılma Sınır Durumu: $T_d = \Phi_t * T_n = 0.75 * 213.71 = 160.28$ kN

GKT

- Akma Sınır Durumu : $T_d = T_n / \Omega_t = 285.5/1.67 = 154.79$ kN
- Kırılma Sınır Durumu: $T_d = T_n / \Omega_t = 276.23/2.0 = 138.12$ kN
- Blok Kırılma Sınır Durumu: $T_d = T_n / \Omega_t = 213.71/2.0 = 106.86$ kN

Gereken Çekme Kuvveti Dayanımı

YDKT

$$P_u = 1.2 P_G + 1.6 P_Q$$

$$P_u = 1.2 * 30 + 1.6 * 55 = 124 \text{ kN}$$

$$\frac{P_u}{T_d} = \frac{124}{232.65} = 0.532 \le 1.0 \ \surd$$

GKT

$$P_u = P_G + P_Q$$

$$P_u = 30 + 55 = 85 \text{ kN}$$

$$\frac{P_u}{T_d} = \frac{85}{154.79} = 0.549 \le 1.0 \surd$$

Örnek Hesap

AISC 360 - 10 ASD ve LRFD Çözümleri:

- Narinlik Kontrolü – D1

$$\frac{k*l}{r} \leq 300$$

$$\frac{1*3500}{13.6} = 257 \leq 300 \quad (\text{v})$$

- Akma Sınır Durumu – D2-1

$$T_n = F_y * A_g$$

$$T_n = 275*10^{-3}*940 = 258.50\,\text{kN}$$

- Kırılma Sınır Durumu – D2-2

$$T_n = F_u * A_e$$

$$A_e = U * A_n$$

$$d_h = 16+2 = 18 \text{ mm}$$

$$d_e = 18+2 = 20 \text{ mm}$$

$$A_n = A_g - d_e * t$$

$$A_n = 940-(20)*(7) = 800 \text{ mm}^2$$

$$U = 1-\frac{\bar{x}}{l} \text{ (Tablo 7.1), } \bar{x} = 19.7 \text{ mm}, \quad l = 2*(50) = 100 \text{ mm}$$

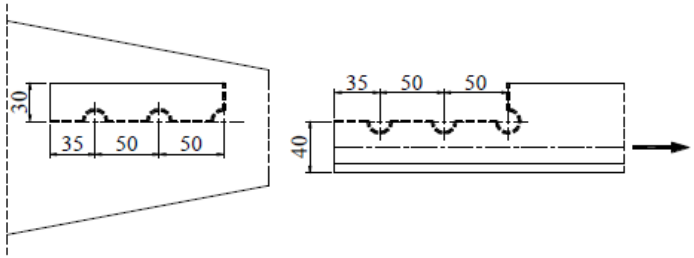
$$U = 1-\frac{19.7}{100} = 0.803 \geq U_{\min} = \frac{dt}{A_g} = \frac{70*7}{940} = 0.521$$

$$A_e = 0.803*800 = 642.40 \text{ mm}^2$$

$$T_n = 430*10^{-3}*642.40 = 276.23 \text{ kN}$$

Örnek Hesap

AISC 360 - 10 ASD ve LRFD Çözümleri:



- Blok Kırılma Sınır Durumu – J4-5

$$R_n = 0.60 * F_u * A_{nv} + U_{bs} * F_u A_{nt} \le 0.60 * F_y * A_{gv} + U_{bs} * F_u * A_{nt}$$

$$A_{gv} = (35 + 50 + 50) * 7 = 945 \text{ mm}^2$$

$$A_{nv} = 945 - (2.5 * 20 * 7) = 595 \text{ mm}^2$$

$$A_{nt} = (30 * 7) - 0.5(20 * 7) = 140 \text{ mm}^2$$

$$U_{bs} = 1.0$$

$$R_n = 0.60 * 430 * 10^{-3} * 595 + 1.0 * 430 * 10^{-3} * 140 = 213.71 \text{ kN}$$

$$0.60 * 275 * 10^{-3} * 945 + 1.0 * 430 * 10^{-3} * 140 = 216.13 \text{ kN}$$

LRFD

- Akma Sınır Durumu : $T_d = \Phi_t * T_n = 0.90 * 258.5 = 232.65$ kN
- Kırılma Sınır Durumu: $T_d = \Phi_t * T_n = 0.75 * 276.23 = 207.17$ kN
- Blok Kırılma Sınır Durumu: $T_d = \Phi_t * T_n = 0.75 * 213.71 = 160.28$ kN

ASD

- Akma Sınır Durumu : $T_d = T_n / \Omega_t = 285.5/1.67 = 154.79$ kN
- Kırılma Sınır Durumu: $T_d = T_n / \Omega_t = 276.23/2.0 = 138.12$ kN
- Blok Kırılma Sınır Durumu: $T_d = T_n / \Omega_t = 213.71/2.0 = 106.86$ Kn

Gereken Çekme Kuvveti Dayanımı

- LRFD
- $P_u = 1.2P_G + 1.6P_Q$
- $P_u = 1.2 * 30 + 1.6 * 55 = 124$ kN
- $\frac{P_u}{T_d} = \frac{124}{232.65} = 0.532 \le 1.0$ √

ASD

$P_u = P_G + P_Q$

$P_u = 30 + 55 = 85$ kN

$\frac{P_u}{T_d} = \frac{85}{154.79} = 0.549 \le 1.0$ √

Örnek Hesap

TS EN 1993-1-1 Çözümleri:

- Akma Sınır Durumu

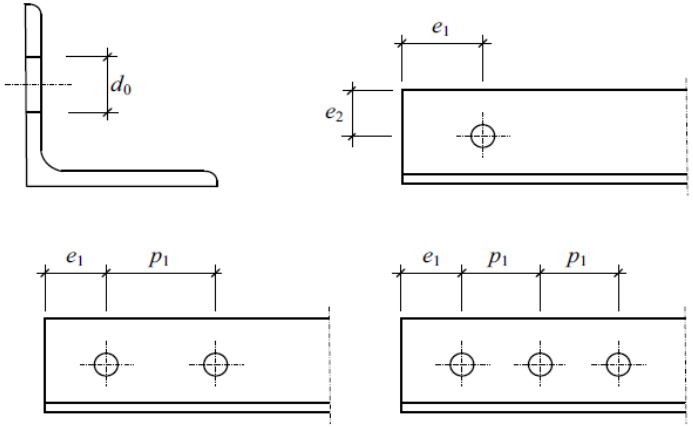
$$N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{940 * 275 * 10^{-3}}{1.0} = 258.5 \text{ kN}$$

- Kırılma Sınır Durumu

$$N_{u,Rd} = \frac{0.9 * A_{net} * f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$A_{net} = A_g - 3 * t * d_0 = 940 - 3 * 7 * 16 = 604 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0.9 * 604 * 430 * 10^{-3}}{1.25} = 187.0 \text{ kN}$$



- Akma Sınır Durumu : $N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{940 * 275 * 10^{-3}}{1.0} = 258.5$ kN
- Kırılma Sınır Durumu: $N_{u,Rd} = \frac{0.9 * 604 * 430 * 10^{-3}}{1.25} = 187.0$ kN
- Blok Kırılma Sınır Durumu: $N_{u,Rd} = \frac{\beta_3 * A_{net} * f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.55 * 604 * 430 * 10^{-3}}{1.25} = 114.3$ kN

Gereken Çekme Kuvveti Dayanımı

$$N_u = 1.35 P_G + 1.5 P_Q$$

$$N_u = 1.35 * 30 + 1.5 * 55 = 123 \text{ kN}$$

$$\frac{N_u}{N_t} = \frac{123}{258.5} = 0.476 \leq 1.0$$

Örnek Hesap

Karşılaştırma:

GKT – ASD

$$P_u = P_G + P_Q$$

$$P_u = 30 + 55 = 85 \text{ kN}$$

$$\frac{P_u}{T_d} = \frac{85}{154.79} = 0.549 \leq 1.0 \checkmark$$

YDKT – LRFD

$$P_u = 1.2P_G + 1.6P_Q$$

$$P_u = 1.2*30 + 1.6*55 = 124 \text{ kN}$$

$$\frac{P_u}{T_d} = \frac{124}{232.65} = 0.532 \leq 1.0 \checkmark$$

TS EN 1991 – 1 - 1

$$N_u = 1.35P_G + 1.5P_Q$$

$$N_u = 1.35*30 + 1.5*55 = 123 \text{ kN}$$

$$\frac{N_u}{N_t} = \frac{123}{258.5} = 0.476 \leq 1.0$$

Örnek Hesap

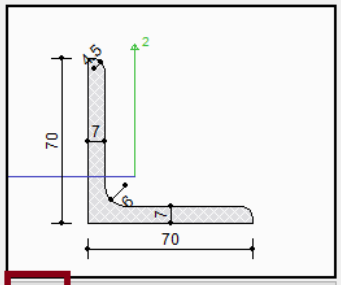
TÇY 2016 (GKT)

Kesit özellikleri :

L 70x7 — A = 9.397 [cm²] — J = 1.666 [cm4]

Iy = 42.296 [cm4] — Ix = 42.296 [cm4] — iy = 2.122 [cm] — ix = 2.122 [cm]

Wey = 8.411 [cm³] — Wex = 8.411 [cm³] — Wpy = 15.364 [cm³] — Wpx = 15.364 [cm³]



Malzeme özellikleri :

S 275 — Fy = 0.275 [kN/mm²] — Fu = 0.43 [kN/mm²] — E = 205.94 [kN/mm²]

Komb. : G+Q

Kuvvetler ve Momentler :

Konum [mm]	Pr [kN]	Mrx [kNmm]	Mry [kNmm]	Vry [kN]	Vrx [kN]	Tr [kNmm]
3500	84.72	0	0	0	0	0

İhtiyaç/Kapasite Oranı :

Oran = 0.547

Etkileşim Denklemi = (11.1a)

Kayma Kontrolü :

	Vr Etki	Vc Kapasite		Oran
Major (2)	0	48.413	[kN]	0
Minor (3)	0	48.413	[kN]	0

Eksenel Kuvvet ve İki Eksenli Eğilme Kontrolü

	Pr Etki	Pc Kapasite	Pt Kapasite	
Eksenel	84.72	15.252	154.742	[kN]

	Mr Moment	Mc Kapasite	
Major (3-3)	0	1385.029	[kNmm]
Minor (2-2)	0	1385.029	[kNmm]

	Tr Moment	Tc Kapasite	
Burulma	0	0	[kNmm]

Tasarım Değişkenleri :

	K Faktör	L Faktör	L [mm]
Major (3-3)	1	1	3500
Minor (2-2)	1	1	3500

	Cb Faktör	L Faktör	L [mm]
LTB	1.573	1	3500

Örnek Hesap

AISC 360-10 (ASD)

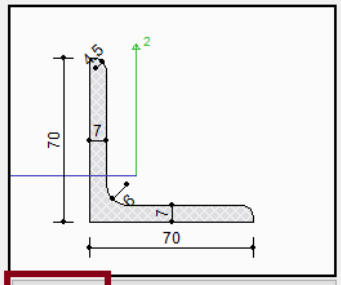
Kesit özellikleri :

L 70x7

A = 9.397 [cm²] J = 1.666 [cm4]

Iy = 42.296 [cm4] Ix = 42.296 [cm4] iy = 2.122 [cm] ix = 2.122 [cm]

Wey = 8.411 [cm³] Wex = 8.411 [cm³] Wpy = 15.364 [cm³] Wpx = 15.364 [cm³]



Malzeme özellikleri :

S 275 Fy = 0.275 [kN/mm²] Fu = 0.43 [kN/mm²] E = 205.94 [kN/mm²]

Komb. : G+Q

Kuvvetler ve Momentler :

Konum [mm]	Pr [kN]	Mrx [kNmm]	Mry [kNmm]	Vry [kN]	Vrx [kN]	Tr [kNmm]
3500	84.72	0	0	0	0	0

İhtiyaç/Kapasite Oranı :

Oran = 0.547

Etkileşim Denklemi = (H1-1a)

Kayma Kontrolü :

	Vr Etki	Vc Kapasite		Oran
Major (2)	0	48.413	[kN]	0
Minor (3)	0	48.413	[kN]	0

Eksenel Kuvvet ve İki Eksenli Eğilme Kontrolü

	Pr Etki	Pc Kapasite	Pt Kapasite	
Eksenel	84.72	15.252	154.742	[kN]

	Mr Moment	Mc Kapasite	
Major (3-3)	0	1566.024	[kNmm]
Minor (2-2)	0	2077.544	[kNmm]

	Tr Moment	Tc Kapasite	
Burulma	0	0	[kNmm]

Tasarım Değişkenleri :

	K Faktör	L Faktör	L [mm]
Major (3-3)	1	1	3500
Minor (2-2)	1	1	3500

	Cb Faktör	L Faktör	L [mm]
LTB	1.573	1	3500

Örnek Hesap

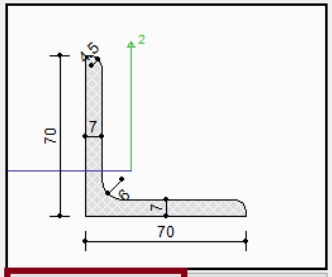
TÇY 2016 (YDKT)

Kesit özellikleri :

L 70x7 — A = 9.397 [cm²] — J = 1.666 [cm4]

Iy = 42.296 [cm4] — Ix = 42.296 [cm4] — iy = 2.122 [cm] — ix = 2.122 [cm]

Wey = 8.411 [cm³] — Wex = 8.411 [cm³] — Wpy = 15.364 [cm³] — Wpx = 15.364 [cm³]



Malzeme özellikleri :

S 275 — Fy = 0.275 [kN/mm²] — Fu = 0.43 [kN/mm²] — E = 205.94 [kN/mm²]

Komb. : 1.2G+1.6Q

Kuvvetler ve Momentler :

Konum [mm]	Pr [kN]	Mrx [kNmm]	Mry [kNmm]	Vry [kN]	Vrx [kN]	Tr [kNmm]
3500	123.591	0	0	0	0	0

İhtiyaç/Kapasite Oranı :

Oran = 0.531

Etkileşim Denklemi = (11.1a)

Kayma Kontrolü :

	Vr Etki	Vc Kapasite		Oran
Major (2)	0	72.765	[kN]	0
Minor (3)	0	72.765	[kN]	0

Eksenel Kuvvet ve İki Eksenli Eğilme Kontrolü

	Pr Etki	Pc Kapasite	Pt Kapasite	
Eksenel	123.591	22.924	232.577	[kN]

	Mr Moment	Mc Kapasite	
Major (3-3)	0	2081.699	[kNmm]
Minor (2-2)	0	2081.699	[kNmm]

	Tr Moment	Tc Kapasite	
Burulma	0	0	[kNmm]

Tasarım Değişkenleri :

	K Faktör	L Faktör	L [mm]
Major (3-3)	1	1	3500
Minor (2-2)	1	1	3500

	Cb Faktör	L Faktör	L [mm]
LTB	1.573	1	3500

Örnek Hesap

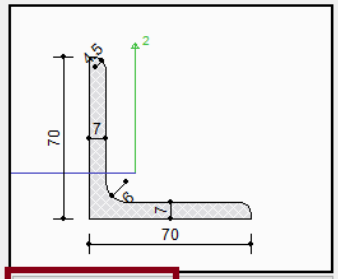
AISC 360-10 (LRFD)

Kesit özellikleri :

L 70x7 A = 9.397 [cm²] J = 1.666 [cm4]

Iy = 42.296 [cm4] Ix = 42.296 [cm4] iy = 2.122 [cm] ix = 2.122 [cm]

Wey = 8.411 [cm³] Wex = 8.411 [cm³] Wpy = 15.364 [cm³] Wpx = 15.364 [cm³]



Malzeme özellikleri :

S 275 Fy = 0.275 [kN/mm²] Fu = 0.43 [kN/mm²] E = 205.94 [kN/mm²]

Komb. : 1.2G+1.6Q

Kuvvetler ve Momentler :

Konum	Pr	Mrx	Mry	Vry	Vrx	Tr
[mm]	[kN]	[kNmm]	[kNmm]	[kN]	[kN]	[kNmm]
3500	123.591	0	0	0	0	0

İhtiyaç/Kapasite Oranı :

Oran = 0.531

Etkileşim Denklemi = (H1-1a)

Kayma Kontrolü :

	Vr Etki	Vc Kapasite		Oran
Major (2)	0	72.765	[kN]	0
Minor (3)	0	72.765	[kN]	0

Eksenel Kuvvet ve İki Eksenli Eğilme Kontrolü

	Pr Etki	Pc Kapasite	Pt Kapasite	
Eksenel	123.591	22.924	232.577	[kN]

	Mr Moment	Mc Kapasite	
Major (3-3)	0	2353.734	[kNmm]
Minor (2-2)	0	3122.548	[kNmm]

	Tr Moment	Tc Kapasite	
Burulma	0	0	[kNmm]

Tasarım Değişkenleri :

	K Faktör	L Faktör	L [mm]
Major (3-3)	1	1	3500
Minor (2-2)	1	1	3500

	Cb Faktör	L Faktör	L [mm]
LTB	1.573	1	3500

Örnek Hesap

Makaslar - ZEMİN KAT, TRS002

Tasarım Kontrolleri

Poz	Eleman	Kesit	Materyal	Kesit Sınıfı	Kombinasyon	Ned [kN]	Nrd [kN]	Oran	Kontrol
TRS002_1	Alt başlık	2*L 90x9-10	S235	Class 1	1.35G+1.5Q	7.836	730.915	0.011	✓
TRS002_2	Üst başlık	2*L 90x9-10	S235	Class 3	1.35G+1.5Q	-8.316	163.227	0.051	✓
TRS002_3	Üst başlık	2*L 90x9-10	S235	Class 3	1.35G+1.5Q	-8.316	163.227	0.051	✓
TRS002_4	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 3	1.35G	-7.497	136.021	0.055	✓
TRS002_5	Düşey	L 70x7	S 275	Class 3	G-Ey	-0.172	113.044	0.002	✓
TRS002_6	Düşey	L 70x7	S 275	Class 1	1.35G	4.281	258.419	0.017	✓
TRS002_7	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 3	1.35G+1.5Q	-4.796	101.044	0.047	✓
TRS002_8	Düşey	L 70x7	S 275	Class 1	1.35G+1.5Q	2.555	258.419	0.01	✓
TRS002_9	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 3	1.35G	-2.075	81.802	0.025	✓
TRS002_10	Düşey	L 70x7	S 275	Class 1	G+Ex	0.777	258.419	0.003	✓
TRS002_11	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 3	1.35G+1.5Q	-1.585	66.889	0.024	✓
TRS002_12	Düşey	L 70x7	S 275	Class 3	G-Ex	-0.563	32.824	0.017	✓
TRS002_13	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 1	1.35G+1.5Q	4.439	325.398	0.014	✓
TRS002_14	Düşey	L 70x7	S 275	Class 1	1.35G+1.5Q	118.81	258.419	0.46	✓
TRS002_15	Düşey	L 70x7	S 275	Class 3	G-Ex	-0.563	32.824	0.017	✓
TRS002_16	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 1	1.35G+1.5Q	4.439	325.398	0.014	✓
TRS002_17	Düşey	L 70x7	S 275	Class 1	G+Ex	0.777	258.419	0.003	✓
TRS002_18	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 3	1.35G+1.5Q	-1.585	66.889	0.024	✓
TRS002_19	Düşey	L 70x7	S 275	Class 1	1.35G+1.5Q	2.555	258.419	0.01	✓
TRS002_20	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 3	1.35G	-2.075	81.802	0.025	✓
TRS002_21	Düşey	L 70x7	S 275	Class 1	1.35G	4.281	258.419	0.017	✓
TRS002_22	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 3	1.35G+1.5Q	-4.796	101.044	0.047	✓
TRS002_23	Çapraz	2*L 60x6-10	S235	Class 3	1.35G	-7.497	136.021	0.055	✓
TRS002_24	Düşey	L 70x7	S 275	Class 3	1.35G	-0.149	113.044	0.001	✓

<< >> Tamam İptal

BİZE ULAŞIN

- Telefon ve internet aracılıyla teknik destek
- Program eğitimleri ve kullanıcı seminerleri
- Yardım menüleri ve kullanım kitapları
- Kullanıcı forumu
- Web üzerinden program güncelleme imkanı

Web sitesi: http://www.idecad.com.tr
Kullanıcı forum sitesi: http://www.idecadsupport.com/forum/
Bilgi: ideyapi@ideyapi.com.tr
Satış: satis@ideyapi.com.tr
Teknik destek: destek@ideyapi.com.tr

Şimdi siz de ideCAD® ailesiyle tanışın, planlarınızı gerçeğe dönüştürme fırsatını yakalayın.