



Birleşim Araçları





Birleşim Araçları



Çelik yapılar çeşitli boyut ve biçimlerdeki hadde ürünlerinin kesilip birleştirilmesi ile elde edilirler.

Birleşim araçları;

- Çözülebilir birleşim araçları (Cıvata (bulon))
- Çözülemez birleşim araçları (kaynak, perçin)

olmak üzere iki türüdür.

Birleşim yapma gereği,:

- Taşıyıcı sistem elemanlarını birbirine bağlamak (kiriş kolon birleşim noktalarını, mesnetleri, kafes sistemlerde düğüm noktalarını teşkil etmek vb.)
- Ek yapmak (Standart boylarda üretilen profil boylarının yetmediği durumlarda ek yaparak elemanın boyutu artırmak,vb.)
- Zayıf enkesitlerin takviyesi ya da dolu gövdeli yapma profil üretmek.

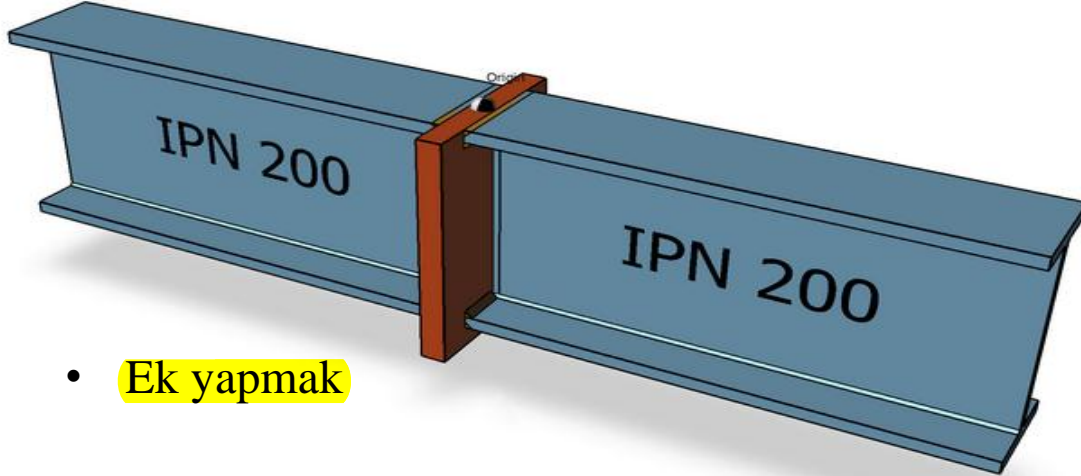
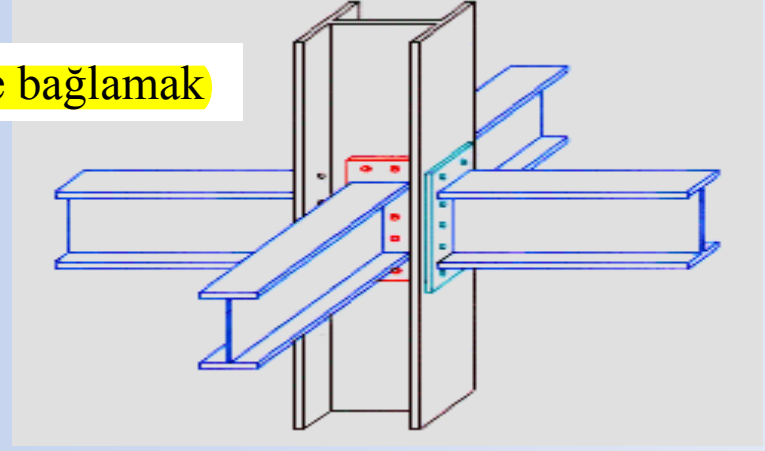




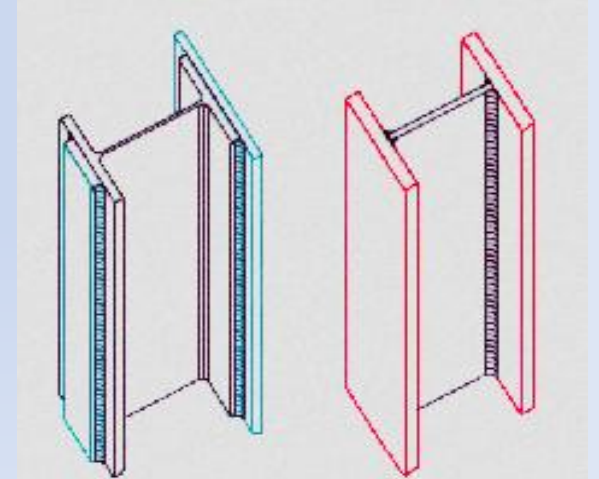
Birleşim Araçları



- elemanlarını birbirine bağlamak



- Ek yapmak



- Zayıf enkesitlerin takviyesi



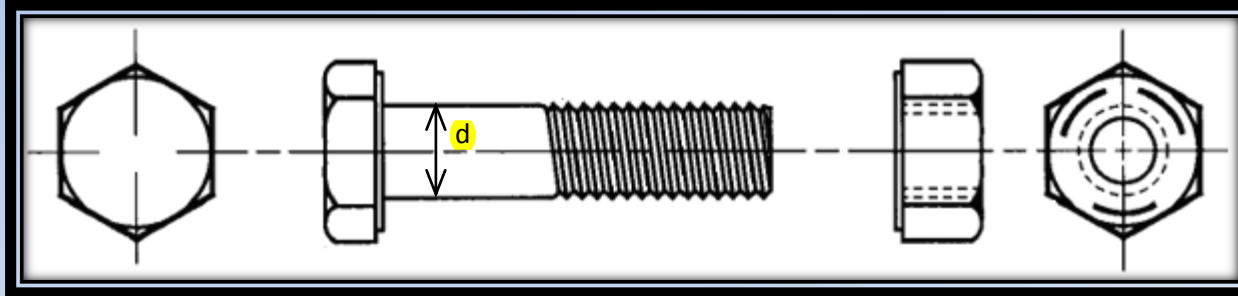
Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



Cıvatalar (Bulonlar) altıgen başlı, silindirik gövdeli, ucunda yiv(diş) açılmış olan birleşim aracıdır.

normal cıvatalar

yüksek dayanımlı (öngerilmeli) cıvatalar



Baş

Gövde

Somun

d: Gövde çapı

d_0 : Boşluk çapı





Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



Normal Bulonlar:

- Kaba cıvatalar (Kara cıvatalar)
- Uygun cıvatalar

M16 Kaba cıvata için → Gövde çapı (d) 16 mm,

M16 Uygun cıvata için → Gövde çapı (d) 17

mm

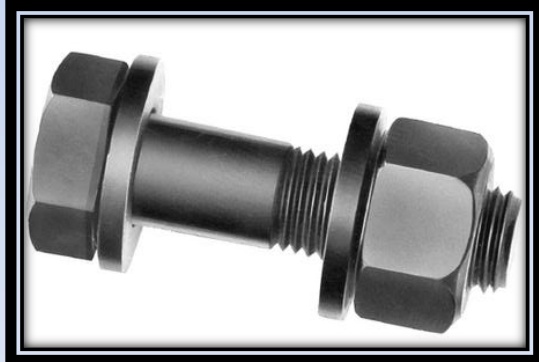
Boşluk çapı (d_0) 17 mm

Boşluk çapı (d_0) = 17 mm

Kaba cıvatada $d = d_0 - 1$ mm;

Uygun cıvata $d = d_0$

Anma
çapı



Cıvatalar		M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36
Boşluk çapı (mm)		13	17	21	25	28	31	34	37
Gövde çapı (mm)	Kaba	12	16	20	24	27	30	33	36
	Uygun	13	17	21	25	28	31	34	37



Çelik Yapılar

Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



Yüksek Dayanımlı Cıvatalar

- SL ve SLP : Normal cıvatalar gibi hesaplanırlar (SL sabit yüklerde, SLP hareketli yüklerde)
- GV ve GVP : Öngerilmeli oldukları ve yükü sürtünme ile aktardıkları için hesap tarzı biraz farklıdır.

Cıvatanın üzerindeki sayılar malzeme özelliğini gösterir,

Örneğin 6.8 sayısı

kopma mukavemeti 600 MPa,

akma mukavemeti $600 \times 0.8 = 480$ MPa



NORMAL

YÜKSEK DAYANIMLI

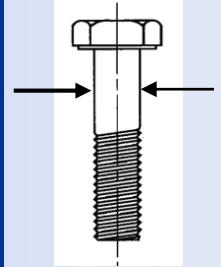
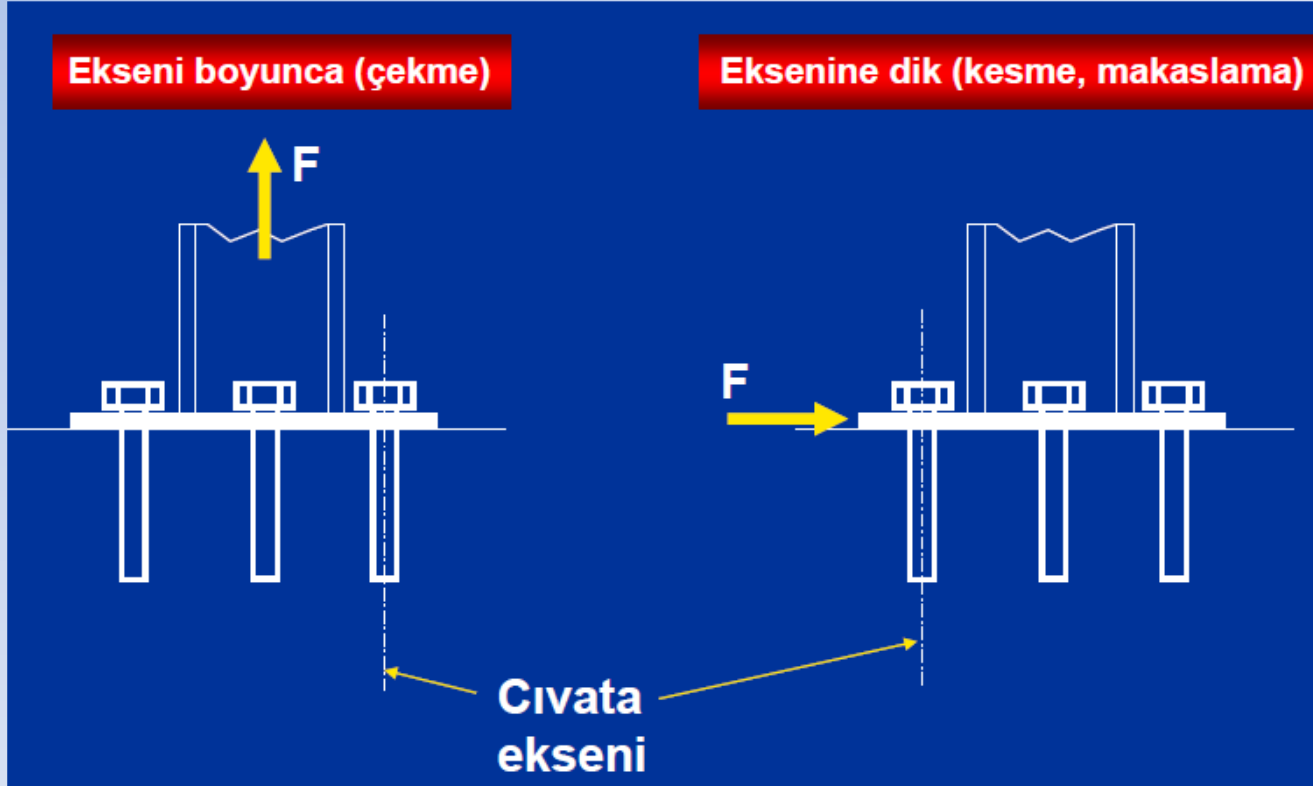
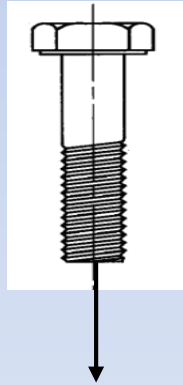
Cıvata sınıfı	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	14.9
Akma day. (MPa)	180	240	320	300	400	360	480	640	720	900	1080	1260
Çekme day (MPa)	300	400	400	500	500	600	600	800	900	1000	1200	1400



Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



Cıvata (Bulon) Hesapları : Cıvatalar eksenlerine dik (makaslama), eksenleri boyunca (çekmeye) çalışmaktadır.



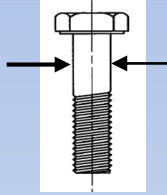


Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



Makaslamaya Çalışan Birleşim:

Makaslamaya çalışan civatalar



Birleşimin taşıyıcılığını kaybetmesi

- Levhanın kopması
- Cıvatanın kesilmesiyle
- Levhanın veya cıvatanın ezilmesiyle
- Levhadaki kesme yırtılmasıyla

meydana gelmektedir.

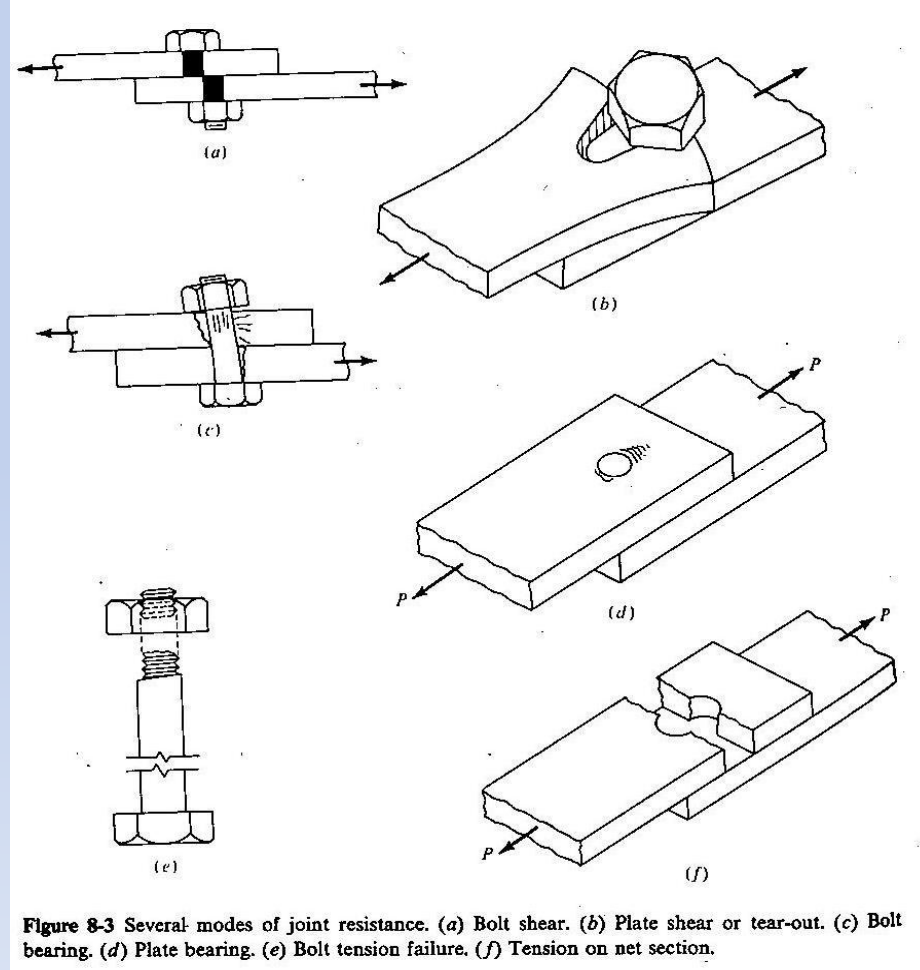


Figure 8-3 Several modes of joint resistance. (a) Bolt shear. (b) Plate shear or tear-out. (c) Bolt bearing. (d) Plate bearing. (e) Bolt tension failure. (f) Tension on net section.



Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler

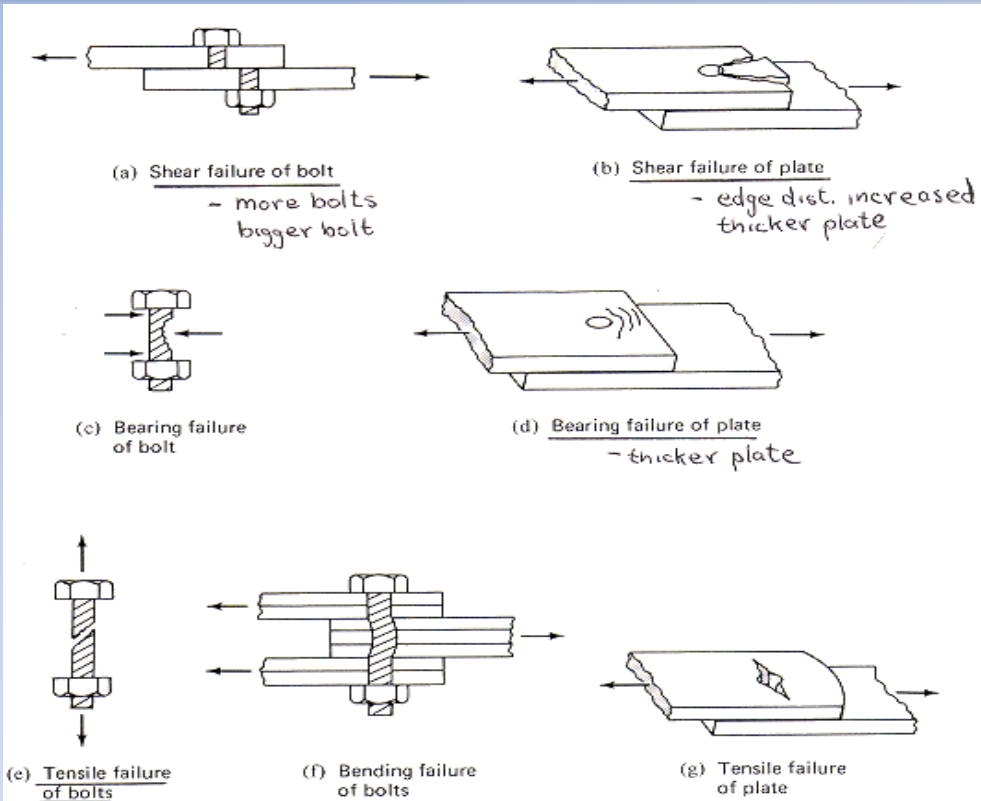
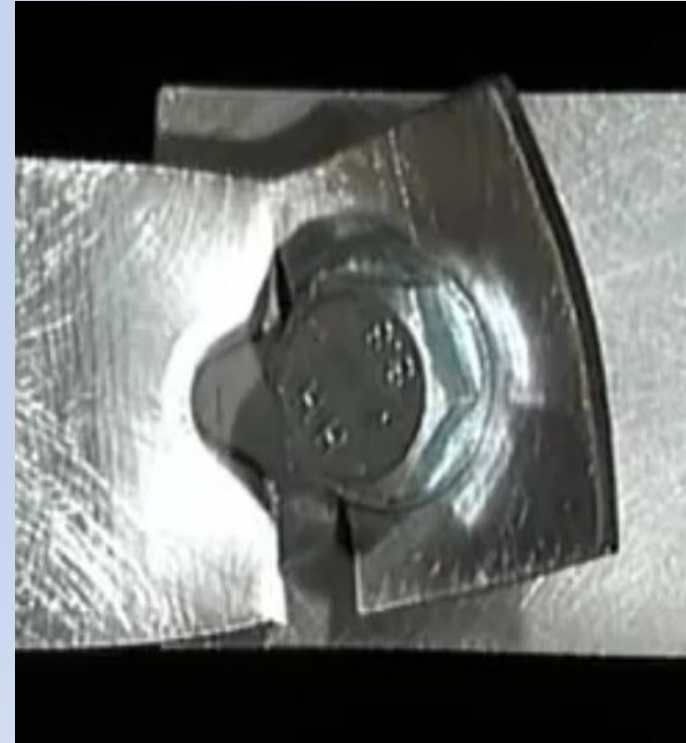


Fig. 4.5.2. Possible modes of failure of bolted connections.



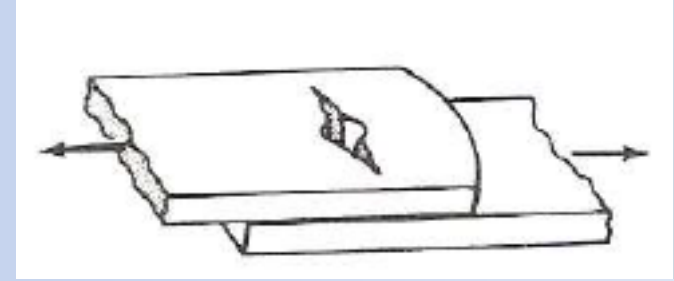
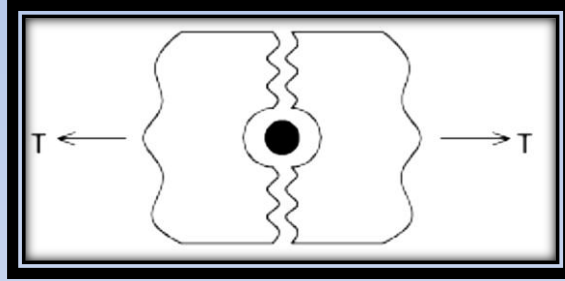


Çelik Yapılar

Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



- a) **Levhanın Yırılması:** En zayıf kesitteki faydalı en kesit alanı yükü karşılayabilmelidir. **Boşluk çapı, levha kalınlığına uygun şekilde seçilmelidir.**



Levhalar ve hadde profillerinin başlık ve kolları dışındaki bölgeleri için t **cm** cinsinden birleştirilecek levhalardan en küçük levha kalınlığını göstermek üzere açılacak olan boşluk çapı

formülü ile hesaplanır (Çelik Yapılar, Hilmi Deren)

$$d_0 \leq \sqrt{5t} - 0.2 \text{ (cm)}$$

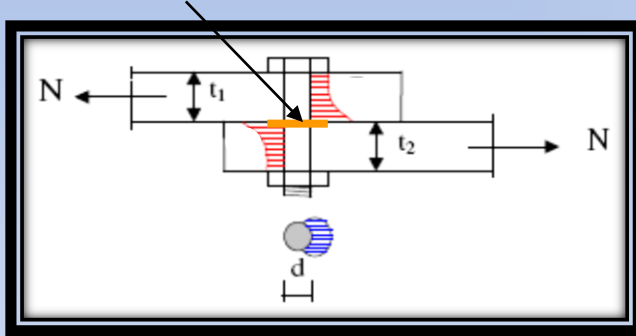


Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler

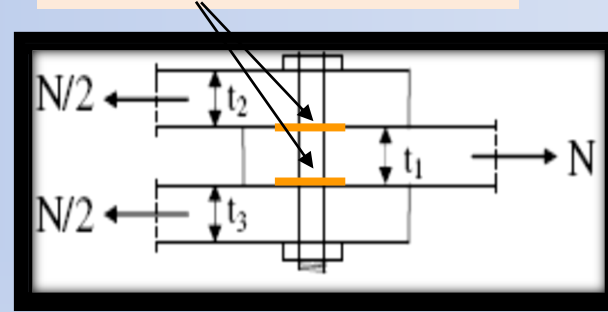


b) Cıvatanın Kesilmesi: Makaslama göre bir cıvatanın taşıyabileceği maksimum yük, N_m

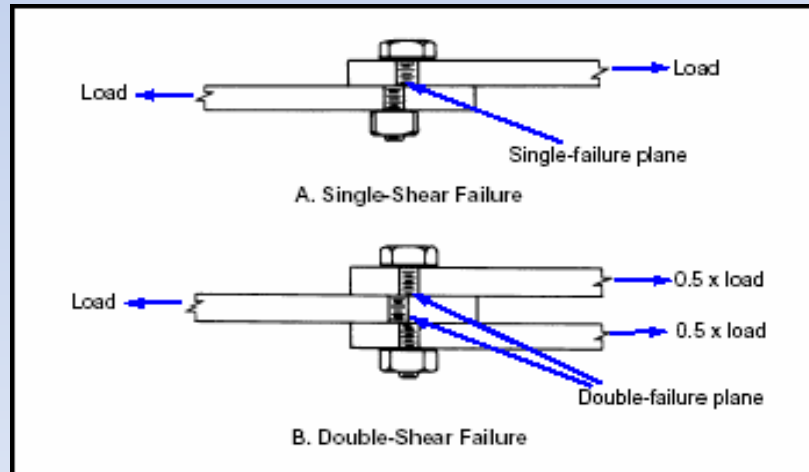
Tek etkili cıvatalar;



Çift etkili cıvatalar;



$$N_m = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \tau_{em}$$



$$N_m = 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \tau_{em}$$

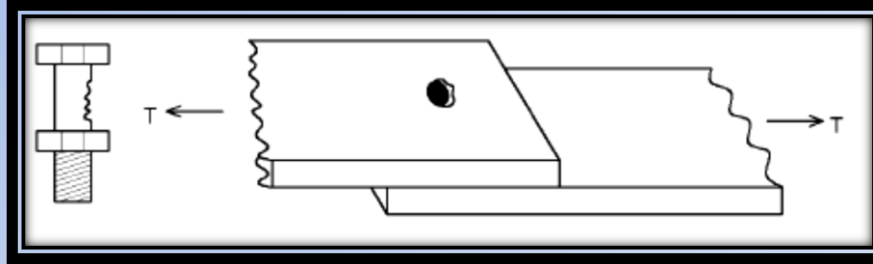
τ_{em} : Cıvatanın kayma emniyet gerilmesidir.



Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler

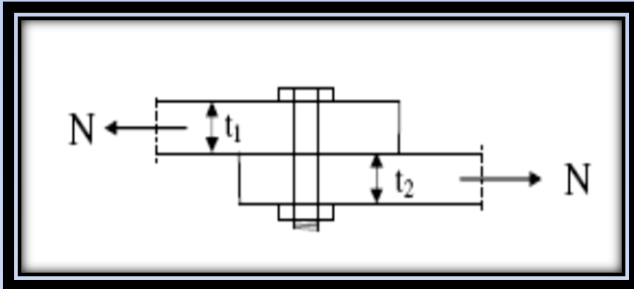


c) Levha veya Cıvatanın Ezilmesi: Bir adet cıvatanın ezilmeye göre aktarabileceği yük, N_e



Tek etkili cıvatalar için

$$t = \min(t_1, t_2)$$

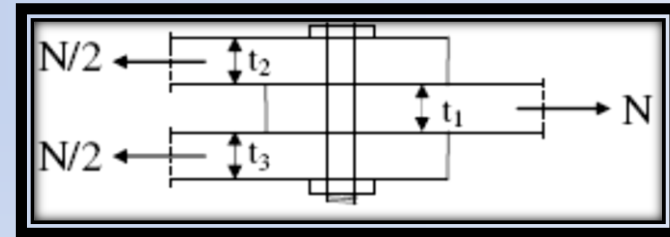


$\sigma_{ez,em}$: bulonun ezilme emniyet gerilmesi

Bir bulonun emniyetle aktaracağı yük

Çift etkili cıvatalar için

$$t = \min(t_1; t_2 + t_3)$$



$$\sigma_{ez} = \frac{N_e}{d \cdot t} \leq \sigma_{ez,em} \Rightarrow N_e = d \cdot t_{\min} \cdot \sigma_{ez,em}$$

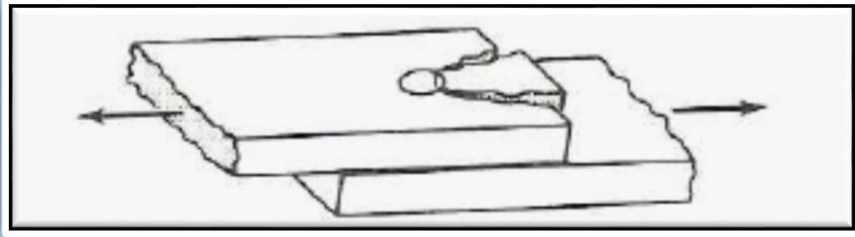
$$N_{em} = \min(N_m, N_e)$$



Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



d) Levhaların Kesme Yırılması (Cıvatalar arası ve kenar mesafeler)



d_0 : Boşluk çapı

$$e_{\min} = 3 d_0$$

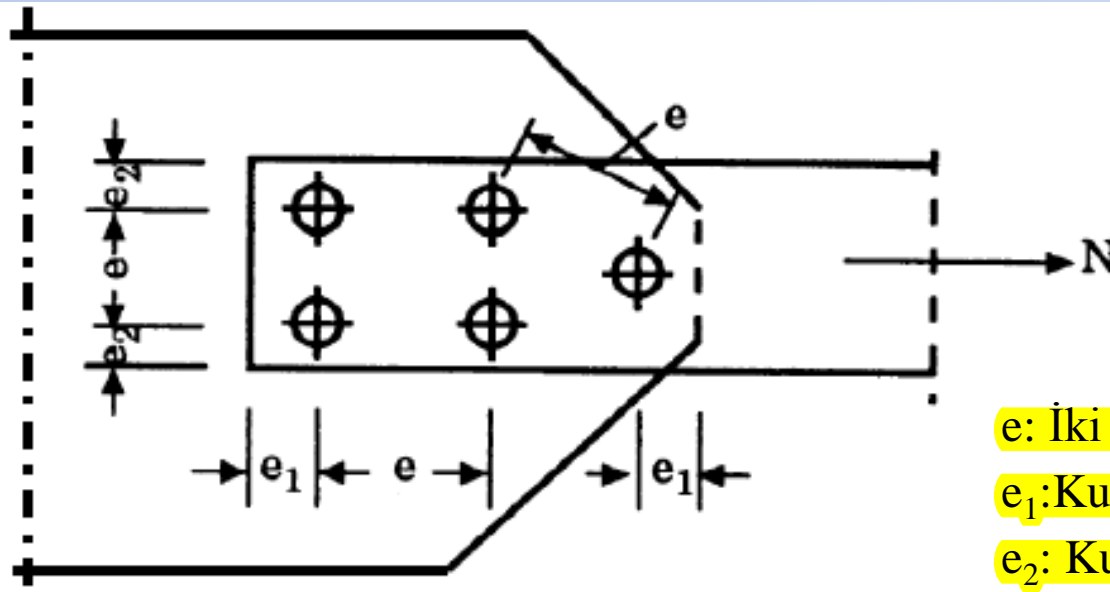
$$e_{\max} = 8d_0, 15.t_{\min}$$

$$e_{1-\min} = 2d_0$$

$$e_{1-\max} = 3d_0, 6.t_{\min}$$

$$e_{2-\min} = 1,5d_0$$

$$e_{2-\max} = 3d_0, 6.t_{\min}$$



e : İki bulon arasındaki mesafe

e_1 : Kuvvet doğrultusunda kenar mesafe

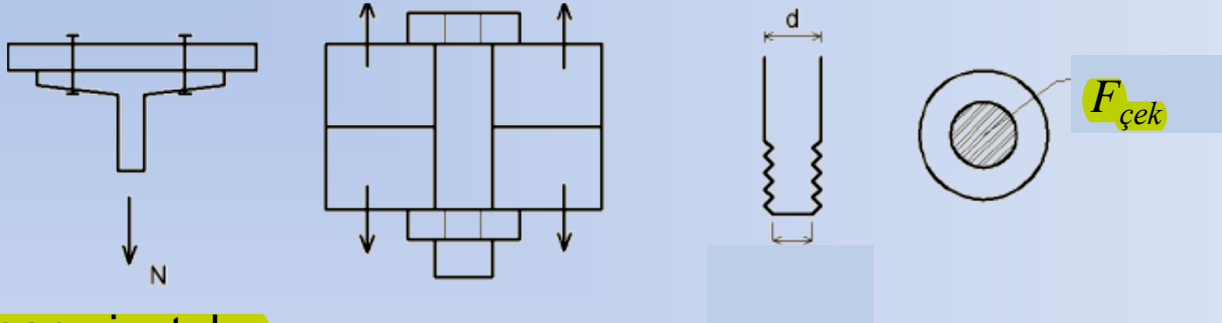
e_2 : Kuvvete dik doğrultuda kenar mesafe



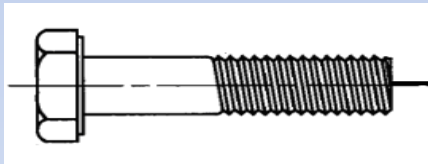
Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



Çekmeye Maruz Cıvatalı Birleşimler



Çekmeye çalışan civatalar



$F_{çek}$: Cıvata diş dibi alanı, çekirdek alanı

$\sigma_{\zeta,em}$: Cıvatann çekme emniyet gerilmesi

N_{ζ} : Bir cıvatanın taşıyabileceği çekme kuvveti

$$\sigma = \frac{N_{\zeta}}{F_{çek}} \leq \sigma_{\zeta,em}$$

$$N_{\zeta} = F_{çek} \times \sigma_{\zeta,em}$$



Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler



Normal bulonlar için emniyet gerilmeleri

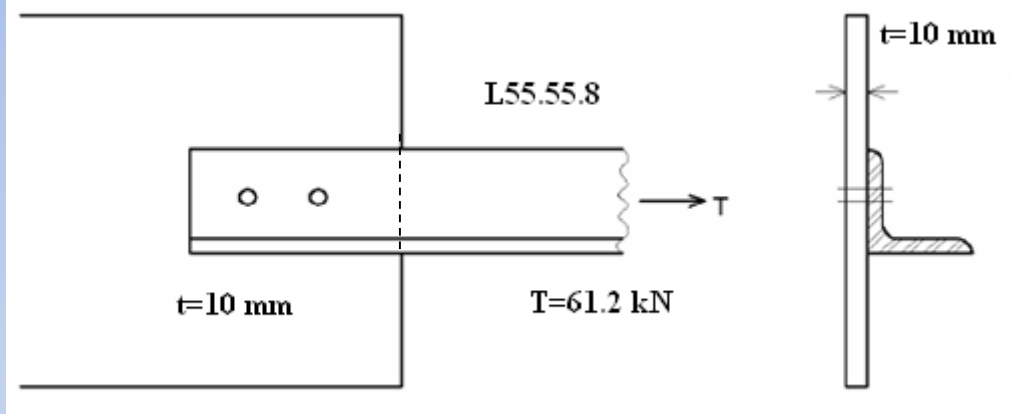
Bulonlar için emniyet gerilmeleri (kg/cm²)

Yükleme Hali		Perçinler		Uygun Cıvatalar		Kaba Cıvatalar		Ankaj Cıvatalar	
		EY	EİY	EY	EİY	EY	EİY	EY	EİY
Kayma τ_{em}	kgf/cm ²	1400	1600	1400	1600	1120	1280	—	—
	N/mm ²	137	157	137	157	110	124	—	—
Ezilme σ_{ez}	kgf/cm ²	2800	3200	2800	3200	2400	2700	—	—
	N/mm ²	275	314	275	314	235	265	—	—
Çekme $\sigma_{çem}$	kgf/cm ²	400	540	1120	1120	1120	1120	1120	1120
	N/mm ²	47	53	110	110	110	110	110	110



Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler

ÖRNEK:



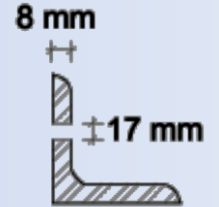
Malzeme Fe37, EY yüklemesi

İstenen: Birleşimin uygun cıvata ile teşkili

ÇÖZÜM:

L55.55.8 $\rightarrow d_1=17$ mm (tablodan)

Levha $\rightarrow d_0 \leq \sqrt{5t} - 0.2(cm) \Rightarrow d_0 = \sqrt{5 \times 1} - 0.2 \cong 2cm = 20mm$



Bu durumda $d_0=17$ mm. M16 uygun cıvata



Çelik Yapılar

Cıvatalı (Bulonlu) Birleşimler

Bir adet **Tek Etkili** M16 uygun cıvatanın emniyetle taşıyabileceği yük;

- Makaslamaya göre
- Ezilmeye göre

$$N_m = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \tau_{em} = \frac{\pi \times 1.7^2}{4} \times 14 = 31.77 \text{ kN}$$

$$N_e = d \cdot t_{\min} \cdot \sigma_{ez,em} = 1.7 \times 0.8 \times 28 = 38.08 \text{ kN}$$

Tablo 3 $\rightarrow \tau_{em} = 14 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{ez,em} = 28 \text{ kN/cm}^2$

$$N_{em} = \min(N_m, N_e) \Rightarrow N_{em} = 31.77 \text{ kN}$$

Gerekli cıvata sayısı

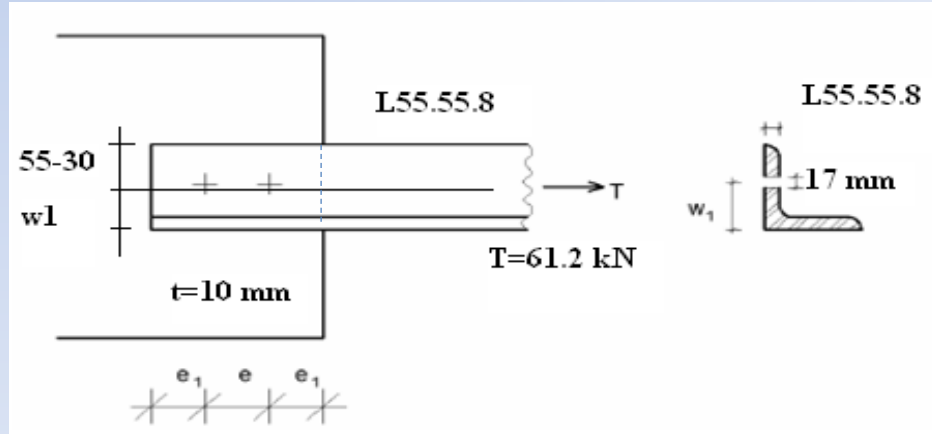
$$n = \frac{61.2}{31.77} = 1.926 \cong 2$$

- Cıvataların yerleştirilmesi

Tablodan L55.8 için $w_1=30 \text{ mm}$

$$e \geq 3 \cdot d_0 = 51 \rightarrow e \geq 51 \rightarrow e \cong 55 \text{ mm}$$

$$e_1 \geq 2 \cdot d_0 = 34 \rightarrow e_1 \geq 34 \rightarrow e_1 \cong 35 \text{ mm}$$





Kaynaklı Birleşimler



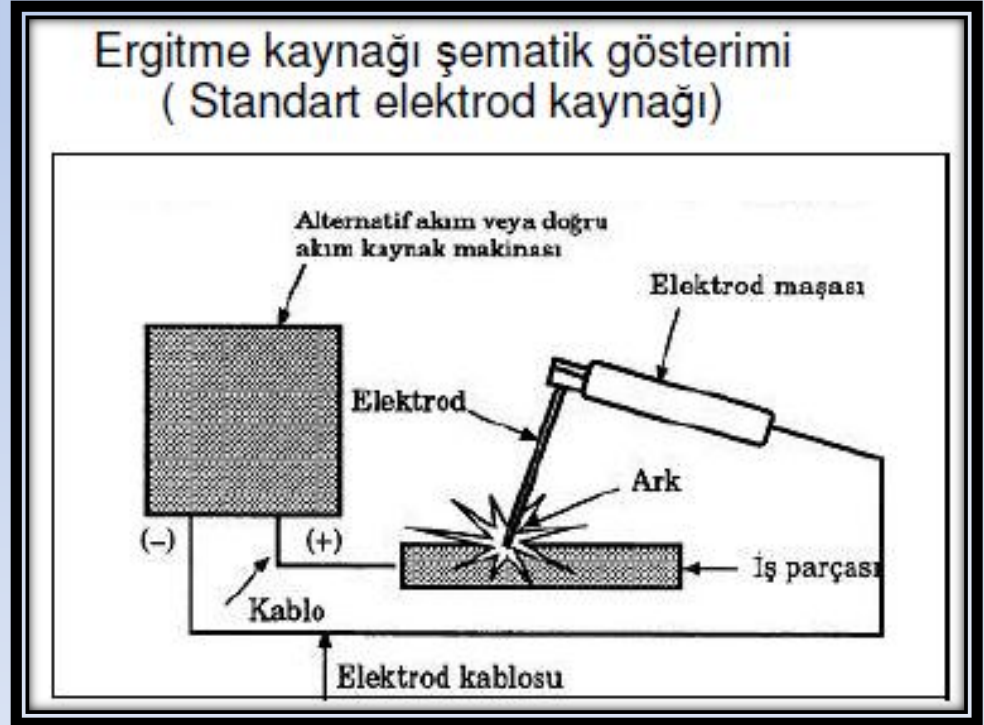
Kaynak, aynı veya benzer alaşımli metallerin basınç altında veya basınçsız ısı uygulaması ile birleştirilmesidir.

TS 3357 “Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları”

Kaynak Çeşitleri

- 1) Ergitme kaynağı
- 2) Basınç kaynağı

Çelik yapılarda genellikle sıvalı elektrodlar kullanılır





Çelik Yapılar

Kaynaklı Birleşimler



Kaynak Hataları

Kaynak sırasında ani ısınma ve ani soğuma nedeniyle çelik malzemelerde metalürjik değişimler meydana gelebilmektedir.

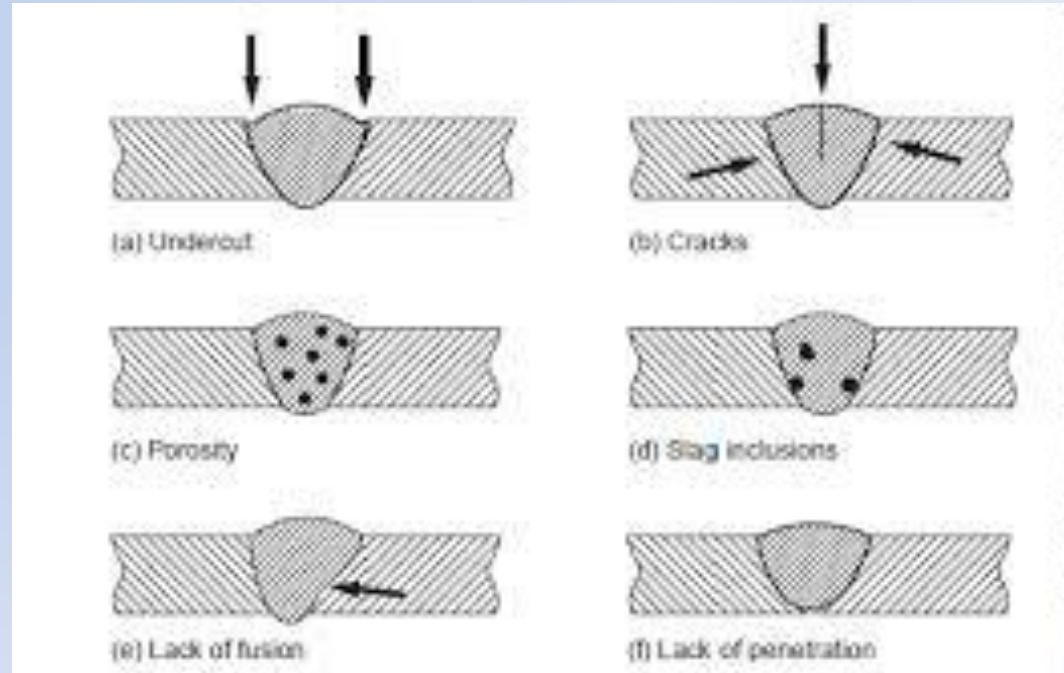
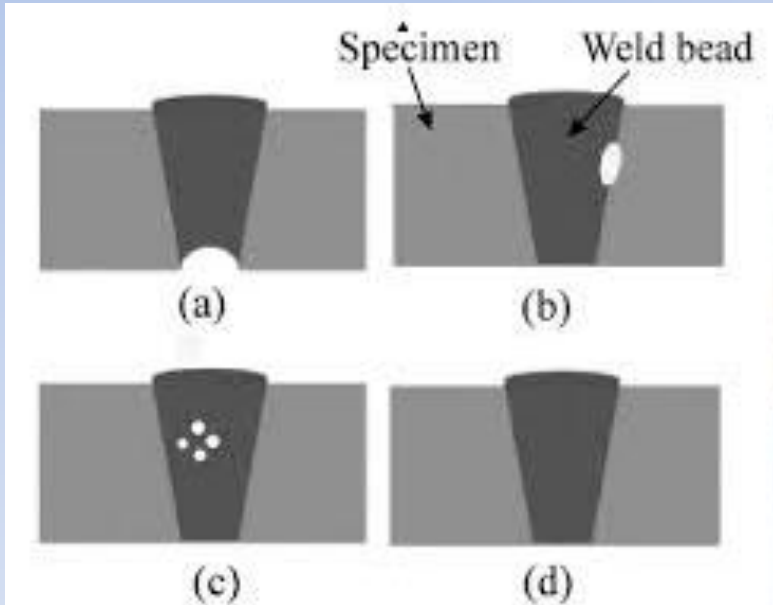


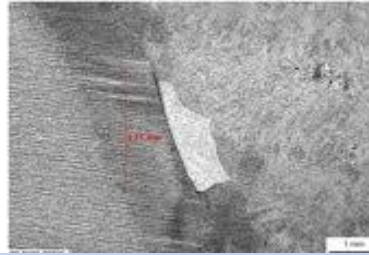
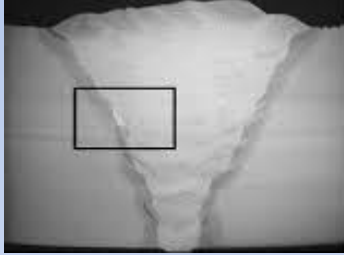
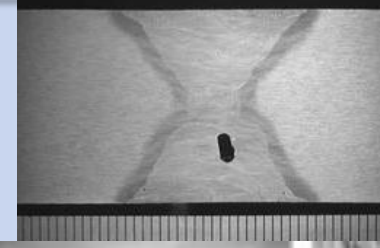
Fig. 9.1 Typical weld defects



Kaynaklı Birleşimler

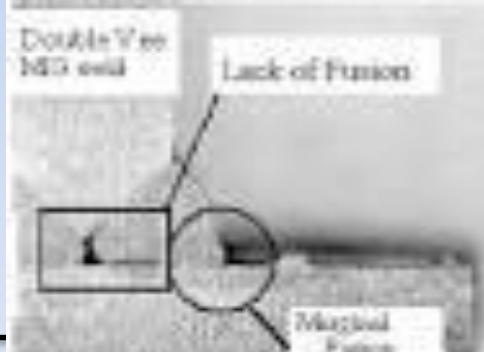


Boşluk (Gözenek): İki parçanın birleştirilmesi genellikle tek bir geçiş ile sağlanamaz. Arada hava kabarcıkları ve su buharı kalabilir.



Kök hatası: Kalın elektrot kullanılması durumunda alt kısım kaynaklanamaz.

Çatlak: Çabuk soğumanın etkisiyle kaynakta çatlaklar oluşabilir.





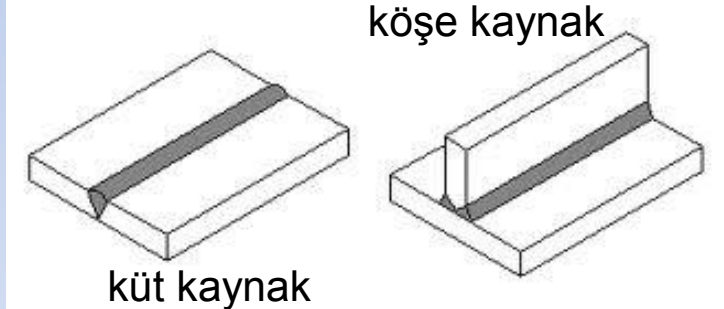
Çelik Yapılar

Kaynaklı Birleşimler



Kaynak Dikişleri:

Çelik yapılarda ergitme kaynağı metoduyla **küt kaynak** dikişi ve **köşe kaynak** dikişi olmak üzere iki tür kaynak dikişi çekilebilir.



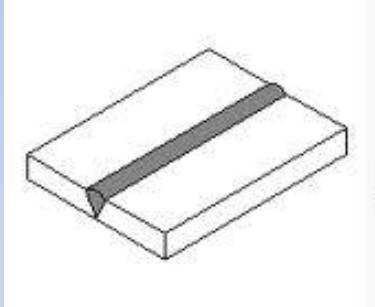
Dikiş türleri	Gösterim	Sembol
V – Dikişi		∇
Yarım V – Dikişi		∇
Çift V – Dikişi		X
Çift Yarım V – Dikişi (K)		K
Y – Dikişi		Y
Yarım Y – Dikişi		Y
Çift Y – Dikişi		X
Çift Yarım Y – Dikişi		K
Köşe Kaynak Dikişi		▷
Çift Köşe Kaynak Dikişi		▷



Kaynaklı Birleşimler



Küt Kaynak Dikişleri: Küt kaynak dikişlerinde parçalar uç uca getirilerek kaynak yapılmaktadır.



küt kaynak

Kaynak dikişi ismi	I - Dikişi	V- Dikişi	Y- Dikişi	X- Dikişi	U - Dikişi
Levha kenarları şekli (DIN 8551)					
Kaynak işareti (DIN 1912)					
levha t kalınlığı	≤ 5	3-20	8-20	18-40	>16

Küt kaynak dikişleri için kaynak dikişi kalınlığı ince levha kalınlığına eşit alınır.

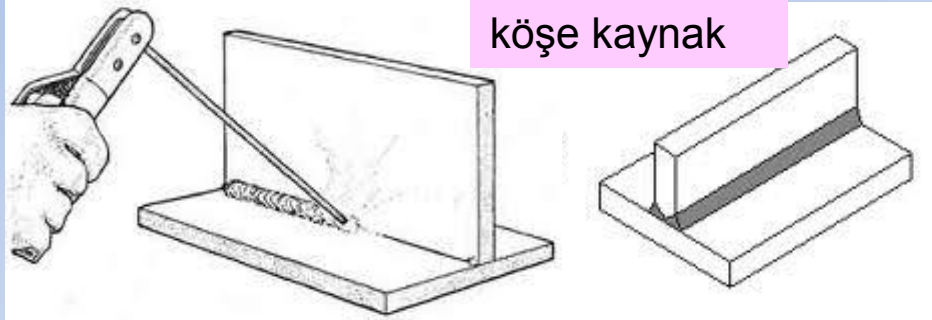
$$a_k = \min(t_1, t_2)$$



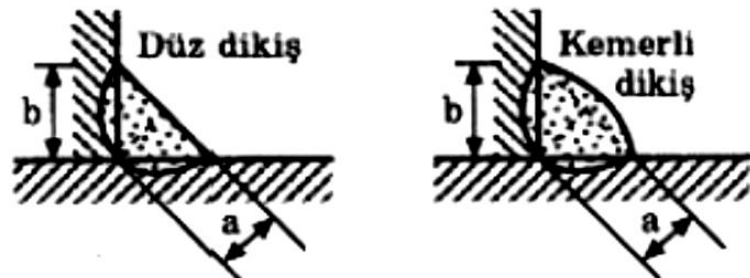
Kaynaklı Birleşimler



Köşe Kaynak Dikişleri: İki çelik elemanın birbirine dik veya en az 60°'lik açı oluşturacak şekilde yüzeyler arasına çekilen kaynak dikişidir.



Köşe kaynak dikişleri için, dikiş kalınlığı (a_k) olarak, kaynak en kesitinin içine çizildiği düşünülen ikizkenar üçgenin yüksekliği esas alınmaktadır. $a_k \geq \sqrt{t_{\max} (mm)} - 0.5 \geq 3mm; 3.5 mm$



$$3 \text{ mm} \leq a_k \leq 0.7 t_{\min} \text{ (yapılarda)}$$

$$3.5 \text{ mm} \leq a_k \leq 0.7 t_{\min} \text{ (köprülerde)}$$

$$l_k \text{ kaynak uzunluğu } 15a_k \leq l_k \leq 100 a_k$$

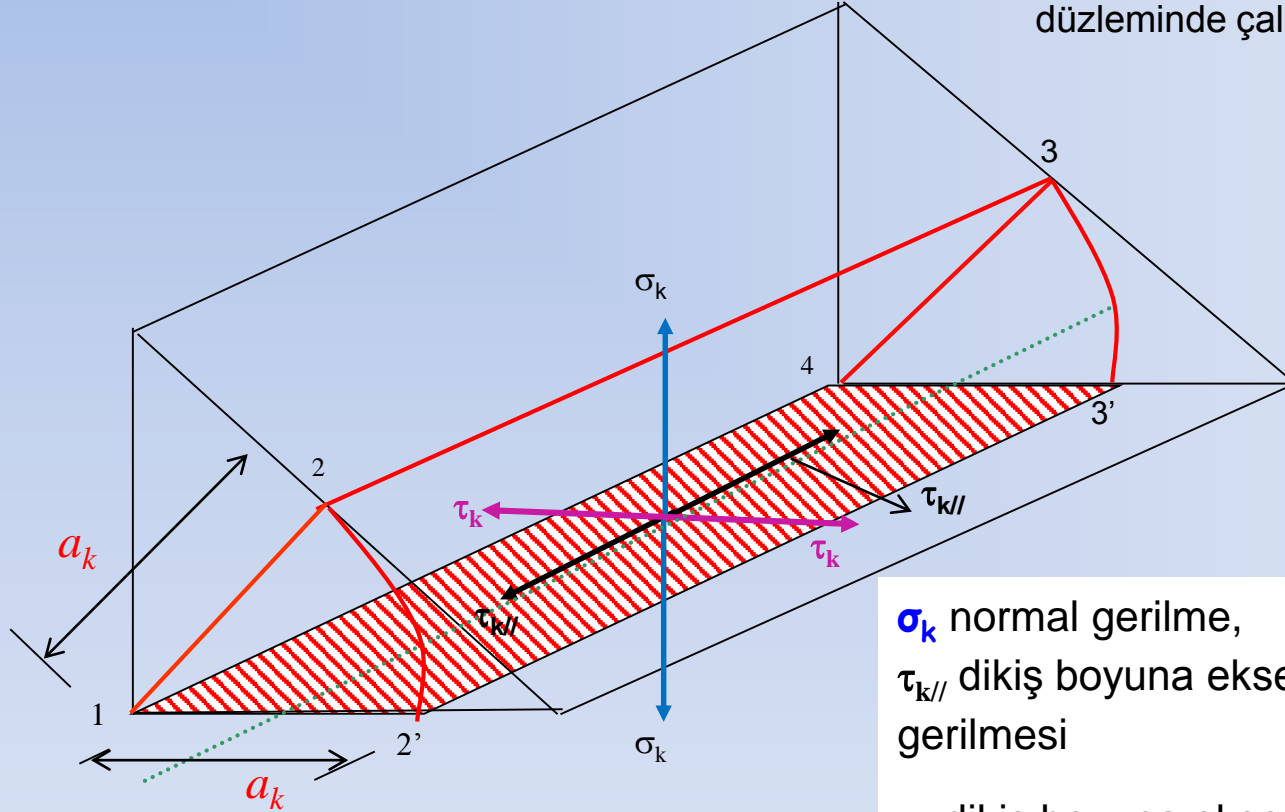


Kaynaklı Birleşimler



Köşe Kaynak Dikişlerinde Gerilmeler:

1234 düzlemi yerine 12'3'4 düzleminde çalışılır



σ_k normal gerilme,
 $\tau_{k//}$ dikiş boyuna eksenine paralel kayma gerilmesi

τ_k dikiş boyuna eksenine dik kayma gerilmesi



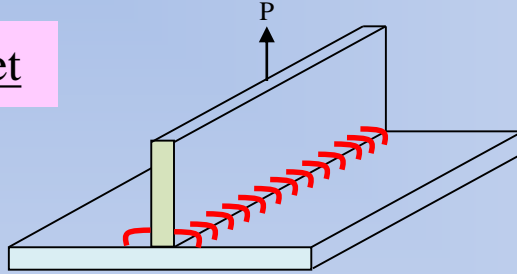
Çelik Yapılar

Kaynaklı Birleşimler

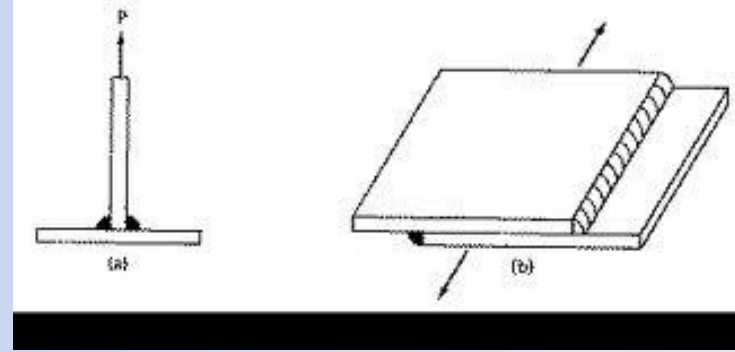


Köşe Kaynak Dikişlerinde Gerilmeler:

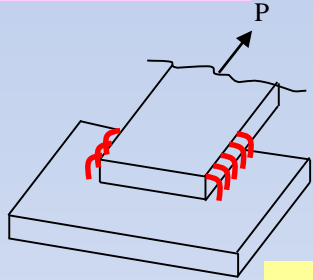
Normal Kuvvet



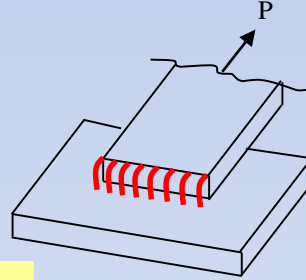
$$\sigma = \frac{P}{F_k} \leq \sigma_{k,em}$$



Kesme Kuvveti

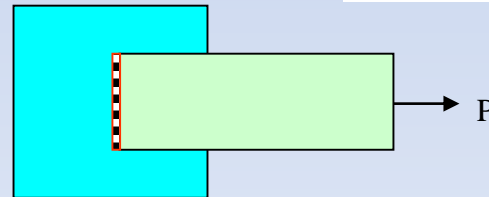
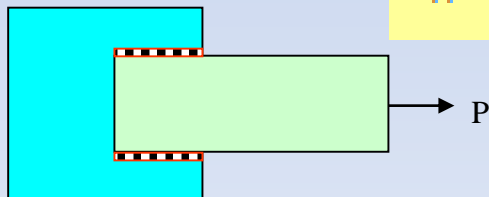


$$\tau_{k//} = \frac{P}{F_k} \leq \tau_{k,em}$$



$\tau_{k//}$ dikiş boyuna eksenine paralel kayma gerilmesi

τ_k dikiş boyuna eksenine dik kayma gerilmesi



$$\tau_k = \frac{P}{F_k} \leq \tau_{k,em}$$



Kaynaklı Birleşimler



Kaynak Dikişlerinde Emniyet Gerilmeleri

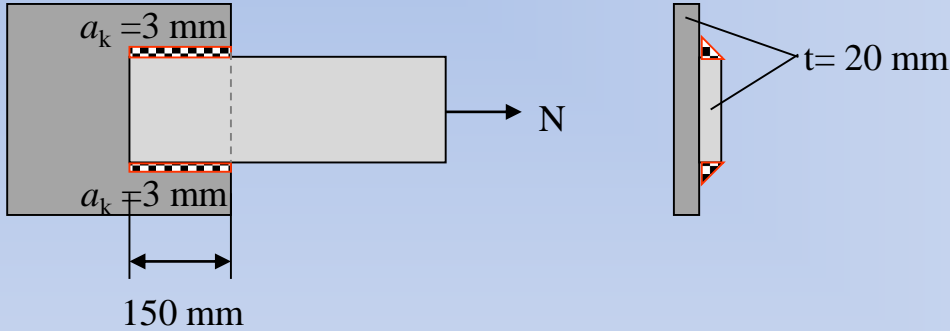
Dikiş Çeşidi	Dikiş Niteliği	Gerilme	Çelik Cinsi			
			Fe 37		Fe 52	
			EY	EİY	EY	EİY
Küt kaynak	Muayene edilmiş veya edilmemiş	Basınç ve eğilme basıncı	1400 kg/cm ²	1600 kg/cm ²	2400 kg/cm ²	2700 kg/cm ²
Çift Yarım Y Köşe Kaynağı	Muayene edilmiş	Çekme ve kaynak yönüne dik eğilme çekmesi	1400 kg/cm ²	1600 kg/cm ²	2400 kg/cm ²	2700 kg/cm ²
Yarım Y Köşe Kaynağı	Muayene edilmemiş	Çekme ve kaynak yönüne dik eğilme çekmesi	1100 kg/cm ²	1250 kg/cm ²	1700 kg/cm ²	1900 kg/cm ²
Köşe Kaynağı Yarım Y Köşe Kaynağı	Muayene edilmiş veya edilmemiş	Basınç ve eğilme basıncı, çekme ve eğilme çekmesi	1100 kg/cm ²	1250 kg/cm ²	1700 kg/cm ²	1900 kg/cm ²
Bütün Kaynak Dikişleri		Kayma	1100 kg/cm ²	1250 kg/cm ²	1700 kg/cm ²	1900 kg/cm ²



Kaynaklı Birleşimler



ÖRNEK 1:



Şekilde gösterilen birleşimde kaynak dikişlerinin taşıyabileceği yükü hesaplayınız. Fe37, EY

ÇÖZÜM:

$$\tau_{k//} = \frac{N}{\sum F_k} \leq \tau_{k,em} \Rightarrow N_{\max} = \sum F_k \cdot \tau_{k,em} = 2 \times 0.3 \times 15 \times 11 = 99 \text{ kN}$$

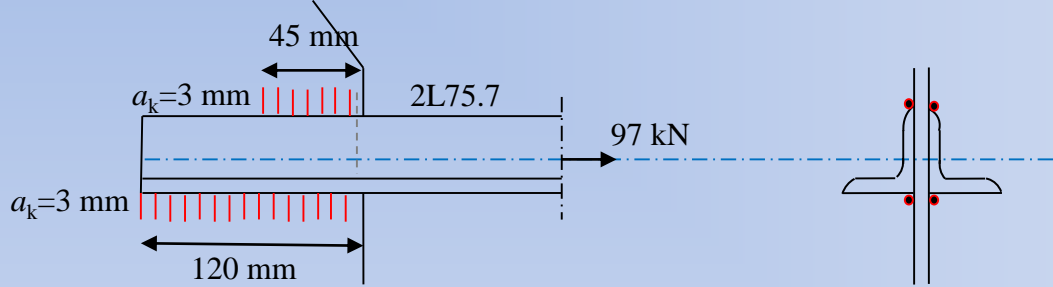
Tablo 15



Kaynaklı Birleşimler



ÖRNEK 2: Şekildeki birleşimde kaynakta gerilme denetimi yapınız, Fe 37, EY



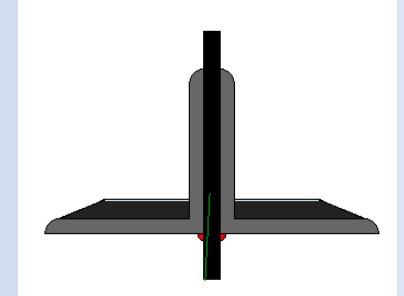
ÇÖZÜM:

Toplam kaynak alanı

$$\sum F_k = 2 \times (0.3 \times 4.5 + 0.3 \times 12.0) = 9.9 \text{ cm}^2$$

Kaynakta gerilme

$$\tau_{k//} = \frac{97}{9.9} = 9.79 \text{ kN/cm}^2 \leq \tau_{k,em} = 11 \text{ kN/cm}^2$$





Birleşim Araçları

