

2010 Mart

www.guven-kutay.ch

ÇELİK KONSTRÜKSİYONDA CIVATALAR

08b

Özet

M. Güven KUTAY

INHALTSVERZEICHNIS

1	Çelik konstruksiyonda bağlantı cıvataları.....	3
1.1	Çelik konstruksiyonda cıvataların kullanılması ve tipleri.....	3
1.2	Çelik konstruksiyondaki ön germesiz cıvata bağlantıları.....	4
1.2.1	Cıvatada bağlantısında kesme gerilimi “ τ_k ”.....	5
1.2.2	Cıvatada bağlantısında izdüşüm yüzey basıncı.....	5
1.2.3	Emniyetli kesme mukavemeti ve emniyetli izdüşüm yüzey basınç değeri.....	6
1.3	Ön germeli kaymayan ve alıştırılmalı, yüksek kaliteli cıvata bağlantıları.....	9
1.3.1	Gerekli ön germe kuvvetinin bulunması.....	10
1.3.2	Bağlantı için gerekli cıvata sayısının bulunması.....	10
1.3.3	Bağlantıda bağlanan parçaların mukavemet sağlaması.....	10
1.3.4	Konstruksiyon için gerekli malzeme kesit alanının hesaplanması:.....	11
1.3.5	Genel kontrol.....	11
1.4	Moment etkisindeki cıvata bağlantıları.....	11
1.4.1	Eğilme momenti etkisindeki konsol bağlantısı.....	12
1.4.2	Torsiyon momenti etkisindeki konsol bağlantısı.....	13
1.5	Çelik konstruksiyonda bağlantı cıvataları için örnek.....	15
1.5.1	Tampon konstruksiyonu.....	15
1.5.2	Enine yük ve moment etkisindeki konsol bağlantısı.....	18
1.5.3	Enine yük ve moment etkisindeki konsol bağlantısı.....	21
1.5.4	Gezer köprü vinçinin başlığı bağlantısı, yalnız moment etkisi.....	24
1.5.5	Depo rafı profil bağlantısı.....	27
1.5.6	Depo rafı konsol bağlantısı.....	29
2	Konu İndeksi.....	31

1 Çelik konstrüksiyonda bağlantı cıvataları

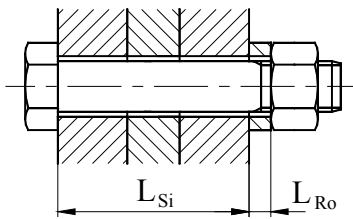
1.1 Çelik konstrüksiyonda cıvataların kullanılması ve tipleri

Çelik konstrüksiyondaki cıvata bağlantıları, imal edilen parçaları daha ekonomik ve kolay nakil etmek veya parçaları çalışacakları yerde monte etmek için kullanılır. Diğer taraftan cıvata bağlantısının kullanılmasının bir sebebidir, bazı kaynak konstrüksiyonunda çoğu kaynak yerlerine tam olarak erişilememesidir. İşletmede zorlamanın darbeli, yani dinamik zorlama olması halinde, yüksek kaliteli cıvataların kullanılmasıyla, darbeli ve dinamik zorlamalar kontrol altına alınır. Büyük kesme ve çekme kuvvetinin etkilediği yerlerde de bu cıvata bağlantıları gayet rahatlıkla kullanılır.

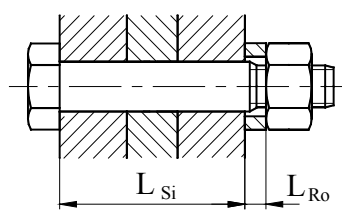
Çelik konstrüksiyonda ve vinç çelik konstrüksiyonunda genelde şu cıvatalar kullanılır:

- **Ham cıvatalar;** dövme ve ovalama metodu ile imal edilmişlerdir. Şaftlarının çapı anma çapına eşittir. İmalat sonu şaftları ayrıca işlenmemiştir. Kaliteleri; 4.6 ve 5.6 olan cıvatalardır.
- **Alıştırma cıvataları;** dövme ve ovalama metodu ile imal edilmişlerdir. Şaftlarının çapı anma çapından 1 mm büyüktür. İmalatta son işlem olarak şaftları hassas ISO toleransına göre işlenmiştir. Kaliteleri; 4.6 ve 5.6 olan cıvatalardır.
- **Yüksek kaliteli cıvatalar;** cıvata kalitesi 10.9 olan, ya “Ham cıvata” veya “Alıştırma cıvatası” olarak imal edilen cıvatalardır.

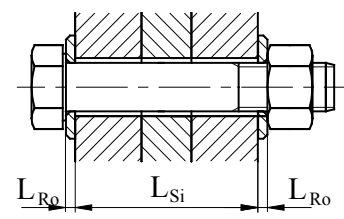
Bunun yanında gerektiğinde bütün kaliteli cıvatalar çelik konstrüksiyondaki cıvata bağlantılarında kullanılabilir. Örneğin: 8.8 kalitesindeki cıvatalar. Fakat bağlanan parçaların mukavemet değerlerine göre çelik konstrüksiyon için kullanılan 4.6 ve 5.6 kalitesindeki cıvataların kullanılması çoğu zaman ekonomik ve gereklidir. Çünkü, St 37 veya St 52 malzemesinin mukavemet değerleri, çelik konstrüksiyonda kullanılacak 4.6 ve 5.6 kaliteli cıvataların mukavemet değerine eşittir.



Şekil 1, Ham cıvata



Şekil 2, Alıştırma cıvatası

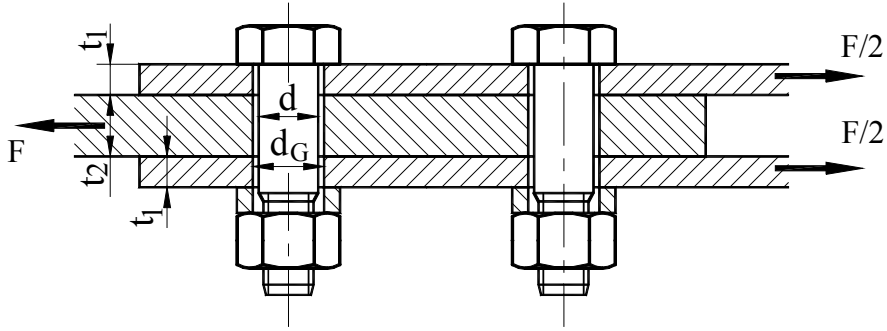


Şekil 3, Yüksek kaliteli cıvata

Şekil 1 ve Şekil 2 deki rondela kalınlığı L_{Ro} genelde DIN de verildiği gibi 8 mm kalınlıkta alınır. Şekil 3 deki rondela konstrüksiyona göre seçilir.

Çelik konstrüksiyonda bağlantı cıvataları genelde bası ve çeki etkisindeki profillerin bağlantısında kullanılır. Enine kuvvet çoğu zaman sürtünme kuvveti ile karşılanır. Bazan da enine kuvvet sürtünme kuvveti ile karşılanmayıp ya cıvata kesmeye zorlandırılır, yada ek bir konstrüksiyon elamanı tarafından karşılanır.

Çelik konstrüksiyonda bağlantı cıvatalarının hesapları genelde kesmeye ve izdüşüm yüzey basıncına göre yapılır ve bağlantılar şu şekilde isimlendirilir:



Şekil 4, Enine zorlanan tipik çelik konstrüksiyon bağlantısı

Geçme deliği ile çivata arasındaki boşluk $> 0,3$ mm ve $\leq 1,0$ (2,0) mm ise

Kİb Kesme(K) ve izdüşüm yüzey basınçlı (İb) bağlantılar.

KaÖ Ön germeli (Ö) kaymayan (Ka), yüksek kaliteli çivata bağlantıları.

Geçme deliği ile çivata arasındaki boşluk $\leq 0,3$ mm ise

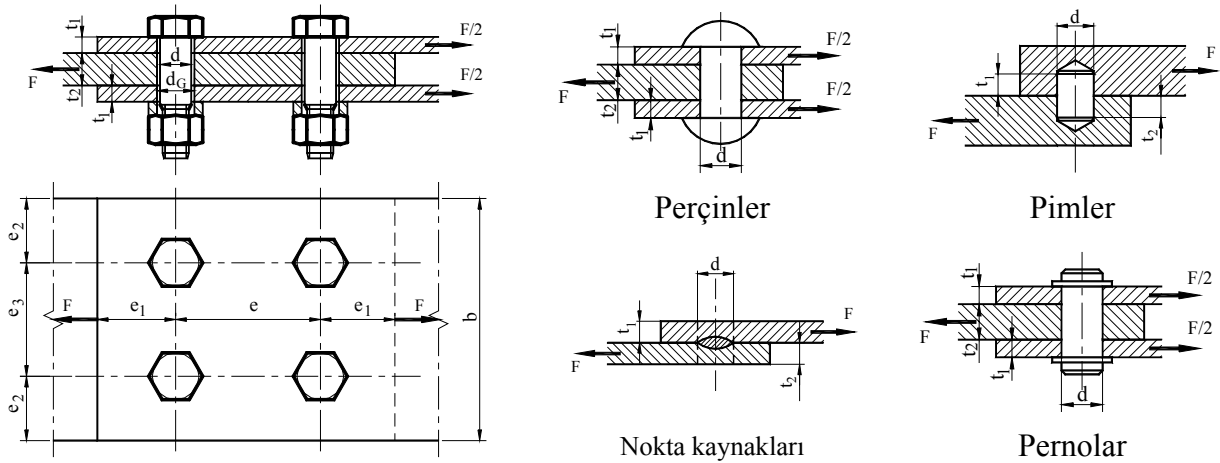
KİbA Kesme(K) ve izdüşüm yüzey basınçlı (İb) ve alıştırmalı (A) bağlantılar.

KaÖA Ön germeli (Ö) kaymayan (Ka) ve alıştırmalı (A), yüksek kaliteli çivata bağlantıları.

1.2 Çelik konstrüksiyondaki ön germesiz çivata bağlantıları

Çelik konstrüksiyonda çivata bağlantıları ilk olarak kesmeye ve sonrada izdüşüm yüzey basıncına göre kontrol edilir ve hesaplanırlar.

Burada hesaplar yalnız çivata bağlantıları için yapılmıştır. Fakat hesap esasları diğer bağlantı elemanları içinde aynen geçerlidir. Örneğin; Perçinler, Pimler, Nokta kaynakları ve Pernolar gibi. Hesaplardaki tek ayrılık emniyetli mukavemet değerlerindedir. Parçadaki gerilmeler hiç bir fark gözetilmeden aynen hesaplanır.



Şekil 5, Benzer bağlantılar

d	mm	Çap	
F	N	Enine etki kuvveti	
e	mm	Aralıklar, konstrüksiyon ölçüleri	
		Kuvvet etkisi yönünde	$e_1 \geq 2,5.d$ $e \approx 3,0.d$
		Kuvvet etkisi yönüne dik	$e_2 \geq 2 .d$ $e_3 \approx 3,0.d$
t	mm	Plakaların (parçaların) kalınlığı	

1.2.1 Cıvatada bağlantısında kesme gerilimi “ τ_k ”

Genel şart:

$$\tau_k = \frac{F}{A_{\text{Ş}} \cdot m_C \cdot n_C} \leq \tau_{\text{KEM}} \quad \text{F (1)}$$

$$F_C = \frac{F}{n_C} \quad \tau_k = \frac{F_C}{A_{\text{Ş}} \cdot m_C}$$

$$A_{\text{Şa}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{Ş}}^2}{4} \quad \tau_{\text{KEM}} = \frac{4 \cdot F_C}{\pi \cdot d_{\text{Ş}}^2 \cdot m_C}$$

Kesme gerilimine göre cıvata çapı:

$$d_{\tau_a} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n_C \cdot m_C \cdot \tau_{\text{KEM}}}}$$

$$d_{\tau_a} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_C}{\pi \cdot \tau_{\text{KEM}} \cdot m_C}} \quad \text{F (2)}$$

F	N	Bağlantıyı zorlayan toplam kuvvet
F_C	N	Bir cıvatayı zorlayan kuvvet
$d_{\text{Ş}}$	mm	Cıvatanın anma çapı, şaft çapı
d_{τ_a}	mm	Cıvatanın kesme gerilimine göre çapı
$A_{\text{Ş}}$	mm ²	Bir cıvatanın şaft kesit alanı
n_C	1	Kuvvet etkisindeki cıvata adedi
m_C	1	Cıvata bağlantısının kesmeye zorlanan kesit sayısı
τ_{KEM}	N/mm ²	Cıvatanın emniyetli kesme mukavemeti
τ_k	N/mm ²	Cıvatada kesme gerilimi

1.2.2 Cıvatada bağlantısında izdüşüm yüzey basıncı

Genel şart:

$$\sigma_L = \frac{F}{d_{\text{Ş}} \cdot t_{\text{min}} \cdot n_C} \leq \sigma_{\text{LEM}} \quad \text{F (3)}$$

$$F_C = \frac{F}{n_C} \quad \sigma_{\text{LEM}} = \frac{F_C}{d_{\text{Ş}} \cdot t_{\text{min}}}$$

İzdüşüm yüzey basıncına göre cıvata çapı:

$$d_{\sigma_L} \geq \frac{F}{n_C \cdot t_{\text{min}} \cdot \sigma_{\text{LEM}}}$$

$$d_{\sigma_L} \geq \frac{F_C}{t_{\text{min}} \cdot \sigma_{\text{LEM}}} \quad \text{F (4)}$$

F	N	Bağlantıyı zorlayan toplam kuvvet
F_C	N	Bir cıvatayı zorlayan kuvvet
$d_{\text{Ş}}$	mm	Cıvatanın şaft çapı
d_{σ_L}	mm	Cıvatanın izdüşüm basıncına göre çapı
$A_{\text{Ş}}$	mm ²	Bir cıvatanın şaft kesit alanı
n_C	1	Kuvvet etkisindeki cıvata adedi
t_{min}	mm	F_C etkisindeki en ince malzeme kalınlığı
σ_{LEM}	N/mm ²	Bağlantı kesitinde emniyetli izdüşüm yüzey basıncı mukavemeti
σ_L	N/mm ²	Bağlantı kesitinde izdüşüm yüzey basıncı

1.2.3 Emniyetli kesme mukavemeti ve emniyetli izdüşüm yüzey basınç değeri

Tablo 1-a, Çelik konstrüksiyonda Bağlantı elemanlarının mukavemet değerleri

Sütun		a		b	c	d	e	f	g	
Sıra	Bağlantı şekli	Ön germe	Delikte boşluk Δd	Bağlantı elemanının malzemesi veya kalitesi	Kesme τ_{KEM}		Gerilim şekli İzdüşüm basma σ_{LEM}^{*1}		Çekme σ_{CEM}	
					H	HZ	H	HZ	H	HZ
1	Kİb	yok	0,3 ... 2,0	4.6 kaliteli cıvatalar 4.6 kaliteli havşa başlı DIN 7969 Δd ≤ 1 mm için	112	126	280	320	110	125
2				5.6 kaliteli cıvatalar 5.6 kaliteli havşa başlı DIN 7969	168	192	*)2 420	*)2 470	150	170
3				10.9 yüksek kaliteli cıvatalar DIN 6914	240	270	*)3	*)3	360	410
4	KİbA	yok	≤ 0,3	4.6 alıştırma cıvatası, DIN 7968 RSt 36 Perçinler DIN 124/DIN 302	140	160	320	360	110	125
5				5.6 alıştırma cıvatası, DIN 7968 RSt 44 Perçinler DIN 124/ DIN 302	210	240	*)2 480	*)2 540	150	170
6				10.9 yüksek kaliteli alıştırma cıvatası DIN 7999	320	320	*)3	*)3	360	410
7	KaÖ KaÖA	tam	≤ 0,3	10.9 yüksek kaliteli alıştırma cıvatası DIN 6914 ve DIN 7999	–	–	*)3	*)3	$\frac{0,8 \cdot F_{ön}}{A_{GE}}$	

Tablo 1-b, Konstrüksiyon elemanlarının mukavemet değerleri

Sütun		a		b	c	d	e	
Sıra	Bağlantı şekli	Ön germe	Delikte boşluk Δd	Bağlantı elemanının kalitesi	Malzeme			
					St 37		St 52	
İzdüşüm yüzey basınç $\sigma_{LEM}^{*4}, *1$ değerleri					Yükleme durumu $*5$			
					H	HZ	H	HZ
1	Kİb	yok	0,3 ... 2,0	4.6 kaliteli cıvatalar DIN 6914, yüksek kaliteli cıvatalar	280	320	420	480
			≤ 1 mm	5.6 kaliteli cıvatalar				
2		yarım	0,3 ... 2,0	DIN 6914, yüksek kaliteli cıvatalar	380	430	570	645
3	KİbA	yok	≤ 0,3	DIN 124 ve DIN 302, Perçinler DIN 7968, alıştırma cıvataları	320	360	480	540
4				yarım				
5	KaÖ KaÖA	tam	≤ 0,3	DIN 6914, yüksek kaliteli cıvatalar DIN 7999, yüksek kaliteli cıvatalar	480	540	720	810
6	Çok eksenli bağlantılarda mafsal pernosu için				210	240	320	360
7	Basma ve eğilme basması DIN 4114 T1 ve T2 ye göre			σ_{BEM}	140	160	210	240
8	Çekme ve eğilme çekmesi vede Basma ve eğilme basması için karşılaştırma mukavemet değeri			σ_{EM}	160	180	240	270
9	Kesme			τ_{KEM}	92	104	139	156

Tablo 1 için açıklamalar:

Kİb	Kesme ve izdüşüm yüzey basıncında çalışan normal cıvata ile bağlantı
KİbA	Kesme ve izdüşüm yüzey basıncında çalışan alıştıрма cıvatası ile bağlantı
KaÖ	Ön germeli kaymayan bağlantılar
KaÖA	Ön germeli kaymayan alıştıрма cıvatası ile bağlantılar

*)¹ Bağlantıdaki elemanlar çeşitli malzemeden ise, en zayıf malzemenin değeri alınır.

*)² Konstrüksiyon elemanı olarak St 37 kullanılmışsa, -b deki en düşük değer alınır.

*)³ -b deki σ_{LEM} değerleri alınır.

*)⁴ Değerler malzeme kalınlığı $t \geq 3$ mm için geçerlidir.

*)⁵ Çelik konstrüksiyonda yükleme durumu:

H Ana yük

- Konstrüksiyonun öz ağırlık kuvveti vede taşınan veya kaldırılan yük,
- İvmelerden ileri gelen kütle kuvvetleri,
- Yük darbelerinden ileri gelen kuvvetler.

HZ Ek yükler

- Rüzgar kuvveti (DIN 1055 T4 den),
- Kasılmadan ve çarpık hareketlerden vede ısıdan ileri gelen kuvvetler,
- Kar veya rüzgar yükünden ileri gelen kuvvetler (DIN 1055 T5 den),
- Merdivenler, raflar ve korkulukların ağırlığından ileri gelen kuvvetler.

HS Özel yükler

- Vinçi işletmeye alırken kullanılan kontrol yüklerinden ileri gelen kuvvetler,
- Tampon kuvvetleri,
- İki araba veya vinç beraberce bir rayda çalışıyorlarsa, bunların çarpışma kuvveti.

Yükleme durumu HS için H değerlerinin %30 fazlası alınır.

Darbeli, titreşimli veya özel konstrüksiyonlarda kuvvetler faktörlerle yükseltilir ve mukavemet hesapları, zorlanma statik zorlanmamış gibi yapılır ve emniyetli mukavemet değerleri böylece sabit kalır.

Tablo 2-a, Vinç çelik konstrüksiyonda bağlantı elemanlarının emniyetli mukavemet değerleri

Sıra	Sütun	a	b	c	d	e	f	g	h
1	Zorlanma şekilleri	DIN 7968, alıştırma cıvataları				DIN 7990, cıvataları			
		Cıvata 4.6 Parça St37		Cıvata 5.6 Parça St52-3		Cıvata 4.6 Parça St37		Cıvata 5.6 Parça St52-3	
		Yükleme durumu							
		H	HZ	H	HZ	H	HZ	H	HZ
1	Kesme tek kesitli	84	96	126	144	70	80	70	80
	τ_{KEM} çok kesitli	112	128	168	192				
2	İzdüşüm tek kesitli	210	240	315	360	160	180	160	180
	basıncı σ_{LEM} çok kesitli	280	320	420	480				
3	Çekme σ_{CEM}	100	110	140	154	100	110	140	154

Tablo 2-b, Vinç çelik konstrüksiyonda konstrüksiyon parçalarının emniyetli mukavemet değerleri

Sıra	Sütun	a	b	c	d	e
1	Gerilim şekli		St 37		St 52-3	
			Yükleme durumu			
			H	HZ	H	HZ
1	Çekme ve Karşılaştırma mukavemet değeri	σ_{CEM}	160	180	240	270
2	Basma ve flambaj mukavemet değerleri	σ_{BEM}	140	160	210	240
3	Kesme mukavemet değerleri	τ_{EM}	92	104	138	156

Burada bir cıvatanın taşıyabileceği enine kuvveti hesaplırsak:

Kesme gerilimine göre kuvvet:

$$F_{Ci} \leq \tau_{KEM} \cdot A_{\text{Ş}} \cdot m_C$$

F (5)

Yüzey basıncına göre kuvvet:

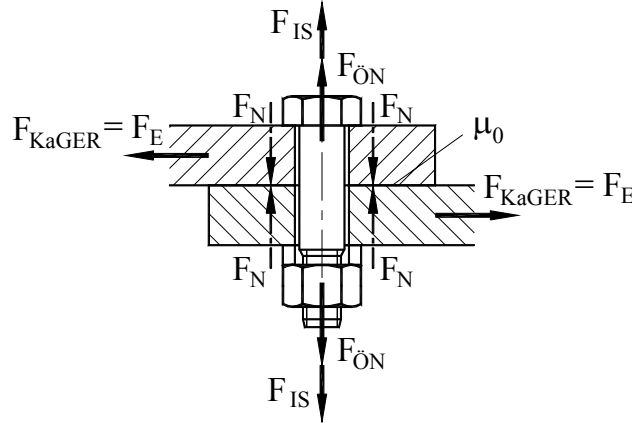
$$F_{Ci} \leq \sigma_{LEM} \cdot d_{\text{Ş}} \cdot t_{\text{min}}$$

F (6)

F_C	N	Bir cıvatanın zorlayabilecek en büyük kuvvet
τ_{KEM}	N/mm ²	Cıvatanın emniyetli kesme mukavemeti
$A_{\text{Ş}}$	mm ²	Bir cıvatanın şaft kesit alanı
m_C	1	Cıvata bağlantısının kesmeye zorlanan kesit sayısı
σ_{LEM}	N/mm ²	Bağlantı kesitinde emniyetli izdüşüm yüzey basıncı mukavemeti
$d_{\text{Ş}}$	mm	Cıvatanın şaft çapı
t_{min}	mm	F_{Ci} etkisindeki en ince malzeme kalınlığı

1.3 Ön germeli kaymayan ve alıştırılmalı, yüksek kaliteli cıvata bağlantıları

Ön germeli kaymayan ve alıştırılmalı, yüksek kaliteli cıvata bağlantılarında temas yüzeyleri önceden işlenip hazırlanmalıdır. Örneğin: kumlama gibi.



Şekil 6, Ön germeli bağlantı

Enine kuvvet temas yüzeylerindeki sürtünme kuvvetiyle taşınacağından, cıvatalar gerekli ön germekuvveti ile sıkılmalıdır. Ön gerimli kaymayan ve alıştırılmalı, yüksek kaliteli cıvata bağlantılarıyla (KaÖA) çok büyük enine kuvvetler taşınır. Böyle bir bağlantıda cıvatanın yalnız sürtünme ile taşıyacağı enine kuvvet şu şekilde hesaplanır (F_{KaGER}):

İşletmede boyuna kuvvet yoksa;

$$F_{KaGER} \leq \frac{\mu_0 \cdot F_{ÖN}}{S_{Ka}} \quad F (7)$$

İşletmede boyuna kuvvet varsa;

$$F_{KaGER} \leq \frac{\mu_0 \cdot (F_{ÖN} - F_{İŞ})}{S_{Ka}} \quad F (8)$$

$F_{KaGER} = F_E$	N	Bir cıvatanın kaymaya karşı gerekli enine kuvvet
μ	1	Titizlikle hazırlanmış temas yüzeylerindeki sürtünme katsayısı $\mu_0 = 0,50$ boyanmış ve kaymayan St 37 yüzeyi için, $\mu_0 = 0,55$ kumlunmuş veya temizlenmiş St 52 yüzeyi için
$F_{ÖN}$	N	Bir cıvataı montajda sıkarak depo edilen ön germekuvveti bak Tablo 3
$F_{İŞ}$	N	Bir cıvataı işletmede boyuna zorlayan kuvvet (Ek kuvvet)
S_{Ka}	1	Kaymaya karşı emniyet faktörü, bak Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.

Tablo 3, Kaymaya karşı emniyet faktörü

statik zorlama		dinamik zorlama	
H	HZ	H	HZ
1,25	1,10	1,40	1,25

, Kaliteli cıvata (10.9) için ön germekuvveti $F_{ÖN}$ ve Sıkma momenti M_{S1}

	μ_{gen}	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
Ön germe $F_{ÖN}$ [kN] *)1	$\approx 0,12$	50	100	160	190	220	290	350	510
Sıkma M_{S1} [Nm]	$\approx 0,10$	100	250	450	650	800	1250	1650	2800
	$\approx 0,12$	120	350	600	900	1100	1650	2200	3800

*)1 Burada bağlanan plakaların yüzey basınçını karşılamaları önemlidir ve kontrol edilmelidir. Burada verilen $F_{ÖN}$ kuvvetinde biraz emniyet payı vardır.

1.3.1 Gerekli ön germe kuvvetinin bulunması

Bir cıvataı montajda sıkarak depo edilecek ön germe kuvvetini bulmak için F (7) ve F (8) i işlersek şu formülleri buluruz:

İşletmede boyuna kuvvet yoksa;

$$F_{ÖN} \geq \frac{F_E \cdot S_{Ka}}{\mu_0} \quad F (9)$$

İşletmede boyuna kuvvet varsa;

$$F_{ÖN} \geq \frac{F_E \cdot S_{Ka}}{\mu_0} + F_{İŞ} \quad F (10)$$

F (9) ve F (10) daki semboller F (7) ve F (8) deki sembollerle aynıdır.

Yarım sıkma momenti ile sıkılmış cıvatanın enine taşıyabileceği toplam kuvveti bulmak için, bir cıvatanın kaymaya karşı emniyetli enine kuvvetine, emniyetli kesme ve izdüşüm yüzey basınçlı kuvvetinide katmamız gerekir ve böylece şu formül elde edilir:

$$F_{EtopEM} = 0,5 F_{KaEM} + F_{KibEM} \quad F (11)$$

F_{KtopEM}	N	Bir cıvatanın toplam taşıyabileceği emniyetli enine kuvvet
F_{KibEM}	N	Bir cıvatanın kesme ve izdüşüm basıncında taşıyabileceği emniyetli enine kuvveti
F_{KaEM}	N	Bir cıvatanın kaymaya karşı emniyetli enine kuvveti

1.3.2 Bağlantı için gerekli cıvata sayısının bulunması

$$n_C \geq \frac{F_{top max}}{F_{ECiEM}} \quad F (12)$$

n_C	1	Konstrüksiyondaki cıvata sayısı
$F_{top max}$	N	Cıvata bağlantısını zorlayan toplam max. kuvvet
F_{ECiEM}	N	Bir cıvatanın taşıyabileceği emniyetli enine kuvvet

Burada bulunan cıvata sayısı konstrüksiyona göre çift sayı olarak alınır.

1.3.3 Bağlantıda bağlanan parçaların mukavemet sağlaması

Bağlantı parçaların mukavemet sağlaması yapılırken cıvatalar için açılmış deliklerin alanları hesaplar için alınacak kesit alanlarında dikkate alınmalıdır.

$$\sigma_{\zeta} = \frac{F_{\zeta}}{A_{F\zeta}} \leq \sigma_{\zeta EM} \quad F (13)$$

F_{ζ}	N	Hesap kesitindeki çekme veya basma kuvveti
$A_{F\zeta}$	mm ²	Çekme veya basma kuvveti etkisindeki hakiki kesit alanı
$\sigma_{\zeta EM}$	N/mm ²	Malzemenin emniyetli çekme mukavemet değeri

$$A_{F\zeta} = A - d_G \cdot t \cdot n_{dG} \quad F (14)$$

A	mm ²	Çekme veya basma kuvveti etkisindeki genel kesit alanı
d_G	mm	Cıvata için açılan geçiş deliği çapı
t	mm	Malzemenin kalınlığı
n_{dG}	1	Cıvata için açılan geçiş deliği adedi

1.3.4 Konstrüksiyon için gerekli malzeme kesit alanının hesaplanması:

$$A_{GER} = \frac{F_{\phi}}{S_A \cdot \sigma_{\phi EM}} \quad F (15)$$

A_{GER}	mm^2	Konstrüksiyon için gerekli malzeme kesit alanı
F_{ϕ}	N	Hesap kesitindeki çekme veya basma kuvveti
S_A	1	Konstrüksiyondaki gerekli alan için düzeltme faktörü, önerilen sayı: $S_A = 0,8$
$\sigma_{\phi EM}$	N/mm^2	Malzemenin emniyetli çekme mukavemet değeri

Bütün "**Çelik konstrüksiyonda cıvatarlar**" da verilen formüllere göre yapılan hesaplar, ancak şu şartlar altında ve kontroller yapıldığı zaman doğrudur:

- Konstrüksiyonun kullanılacağı işletmenin şartnamesindeki veya kabul edilen emniyet katsayıları doğru alındıysa,
- Konstrüksiyon şartnamelere uygun olarak yapıldıysa,
- Kullanılan malzemeler için kabul edilen mukavemet değerleri doğru ise.

1.3.5 Genel kontrol

Bir bağlantıda aynı zamanda kesme ve çekme zorlaması varsa bu zorlamaların mukavemet kontrolü bir yandan tek tek yapılır. Yani çekme zorlaması yalnız çekme zorlaması varmış gibi, kesme zorlamasında yalnız kesme zorlaması varmış gibi yapılır ve daha sonra tam kontrol şu şekilde yapılır:

$$\left(\frac{\sigma_{\phi}}{\sigma_{\phi EM}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_k}{\tau_{KEM}} \right)^2 \leq 1 \quad F (16)$$

σ_{ϕ}	N/mm^2	Cıvatadaki normal gerilme
$\sigma_{\phi EM}$	N/mm^2	Malzemenin emniyetli çekme mukavemet değeri
τ_k	N/mm^2	Cıvatadaki kesme gerilmesi
τ_{KEM}	N/mm^2	Malzemenin emniyetli kesme mukavemet değeri

1.4 Moment etkisindeki cıvata bağlantıları

Cıvata konstrüksiyonunu zorlayan kuvvetin etkileme doğrultusu konstrüksiyonun ağırlık merkezinden geçmiyorsa, ki kuvvetin etkileme doğrultusunun ağırlık merkezinden geçmesi çok ender rastlanan özel bir durumdur, cıvata bağlantısı etkileyen kuvvetin yanında ayrıca birde moment tarafından zorlanır.

Bu durum genelde konsol bağlantılarında görülür. Konsol bağlantısı ya torsiyon veya eğilme momenti ile zorlanır. Konsol bağlantısındaki cıvata hesaplarını yapmak için şu hazırlığın yapılması gereklidir:

1. Konstrüksiyonu etkileyen bütün dış kuvvetler, cıvata konstrüksiyonunun ağırlık merkezine taşınmalıdır.
2. Momentin etkisini gösterdiği dönme noktası belirlenmelidir. Yani moment bütün sistemi hangi nokta etrafında çevirmeyi deniyor.
3. Çözüm için kuvvetin değişimi linear olarak kabul edilir, yani kuvvet ve dönme noktasına kuvvetin mesafesi doğru orantılı olarak alınır.

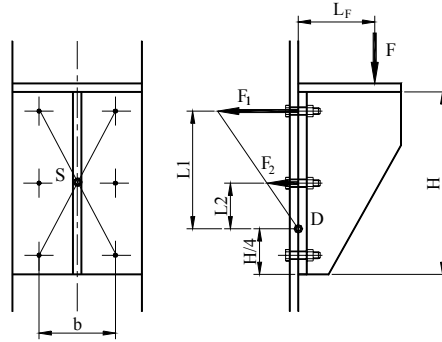
1.4.1 Eğilme momenti etkisindeki konsol bağlantısı

"Der Bauingenieur", teknik mecmuasının 1952 senesinde yayınlanan , 7 nci sayısında bay "Steinhardt" (Ştaynhardt) dönme noktası (D) olarak H/4 mesafesini önermektedir. Bak Şekil 7

Özel bir durum yoksa vede şartnamede hesap esasları için bir şart koşulmamış-sa, günlük pratik hesaplar için bende bu öneriyi desteklerim.

Eğer tereddütünüz varsa dönme noktası olarak cıvata konstrüksiyonunun ağırlık merkezini (S) alınız.

Bu kitapta yapılacak hesaplarda bay Steinhardt' ın önerisi kabul edilicek ve bütün hesaplar ve varsayımlar buna göre yapılacaktır.



Şekil 7, Eğilme momenti etkisindeki konsol bağlantısı

Şekil 7 deki konsol bağlantısındaki cıvatalar, F kuvveti ile doğrudan kesmeye, F kuvvetinin ağırlık merkezine olan mesafesi L_F den doğan eğilme momenti ($M_{eğ} = F \cdot L_F$) ile çekmeye zorlanacaklardır.

Mekanik kanunlarına göre: $\Sigma \mathbf{M}_b = 0$

$$F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot L_2 + \dots + F_n \cdot L_n = F \cdot L_F$$

Orantıdan:

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot L_2}{L_1} ; F_3 = \frac{F_1 \cdot L_3}{L_1} ; F_n = \frac{F_1 \cdot L_n}{L_1} \text{ ve}$$

$F_1 \cdot L_1 = \frac{F_1 \cdot L_1^2}{L_1}$ değerlerini alırsak ve bu değerleri moment

dekleminde yerleştirirsek:

$$\frac{F_1 \cdot L_1^2}{L_1} + \frac{F_1 \cdot L_2^2}{L_1} + \frac{F_1 \cdot L_3^2}{L_1} + \dots + \frac{F_1 \cdot L_n^2}{L_1} = F \cdot L_F$$

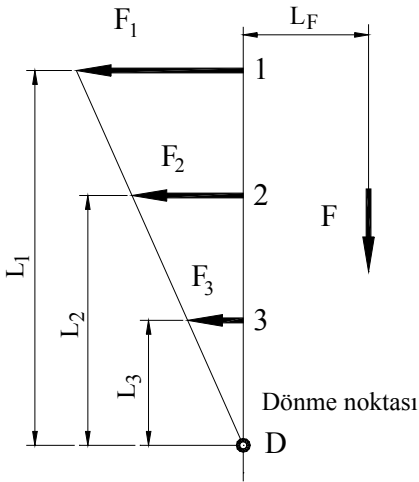
formülünü elde ederiz.

$$F_1 \cdot \left(\frac{L_1^2}{L_1} + \frac{L_2^2}{L_1} + \frac{L_3^2}{L_1} + \dots + \frac{L_n^2}{L_1} \right) = F \cdot L_F \therefore F_1 \cdot \frac{L_1^2 + L_2^2 + L_3^2 + \dots + L_n^2}{L_1} = M_{eğ}$$

$$F_{\max} = F_1 \text{ ve } L_{\max} = L_1$$

$$F_{\max} \frac{\Sigma L_i^2}{L_{\max}} = M_{eğ} \therefore F_{\max} = \frac{M_{eğ} \cdot L_{\max}}{\Sigma L_i^2}$$

Şekil 8, D-Noktası ve kuvvetler



Boyuna kuvvet;

$$F_{\text{çMmax}} = \frac{M_{\text{eğ}} \cdot L_{\text{max}}}{z \cdot \sum L_i^2} \quad F (17)$$

$F_{\text{çMmax}}$	N	Momenten doğan en uçtaki cıvatayı etkileyen max. kuvvet
$M_{\text{eğ}}$	Nmm	Cıvata konstrüksiyonunu etkileyen eğilme momenti
L_{max}	mm	En uçtaki cıvatanın dönme noktasına olan uzaklığı
z	1	Moment etkisindeki cıvata sırasının adedi.
$\sum L_i^2$	mm ²	Örneğin; Şekil 8 deki konstrüksiyonda iki sıra var ve $z = 2$ Bir sıradaki cıvataların D-Noktası uzaklığı karelerinin toplamı

Enine kuvvet;

$$F_E = \frac{F}{n_{\text{Ci}}} \quad F (18)$$

F_E	N	Bir cıvatayı etkileyen enine kuvvet
F	N	Cıvata konstrüksiyonunu bir yönde etkileyen toplam kuvvet
n_{Ci}	1	Konstrüksiyondaki cıvata adedi

Bundan sonra bağlantının hesabı, kullanılan cıvataya ve kabul edilen hesap şekline göre, ya makina yapımındaki cıvata bağlantısı veya çelik konstrüksiyondaki cıvata bağlantısı hesabına göre yapılır. Eğer hesap makina yapımına göre yapılıyorsa enine kuvvet ya sürtünme kuvvetiyle veya ek konstrüksiyonla (örneğin: pim) karşılanması gerekir.

Normal makina yapımında kullanılan cıvataların enine kuvvet etkisiyle kesmeye zorlanmalarına dikkat edilir.

Max. yüklenen cıvataadaki aksel kuvvet

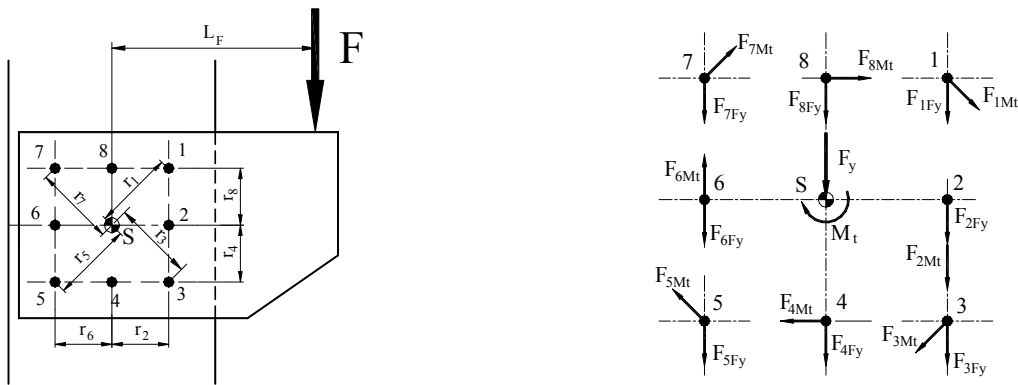
Boyuna kuvvet;

$$F_{\text{max}} = F_{\text{nç}} + F_{\text{çMmax}} \quad F (19)$$

F_{max}	N	Bir cıvatayı zorlayan boyuna max kuvvet
$F_{\text{nç}}$	N	Bir cıvatayı normal kuvvetten etkileyen boyuna kuvvet
		$F_{\text{nç}} = F_{\text{ç}} / n_{\text{C}}$
$F_{\text{çMmax}}$	N	Momenten doğan en uçtaki cıvatayı etkileyen max. Kuvvet

1.4.2 Torsiyon momenti etkisindeki konsol bağlantısı

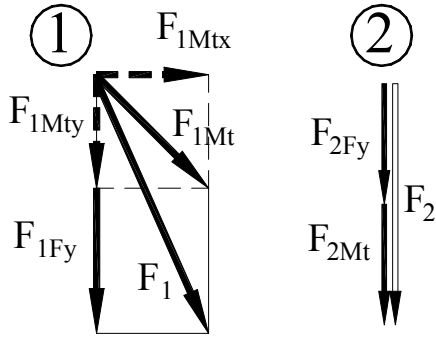
Torsiyon momenti etkisindeki konstrüksiyondada eğilme momentinde olduğu gibi aynı varsayımlar kabul edilir ve momentin etkisiyle en uçtaki cıvatayı zorlayan max. enine kuvvet bulunur. Burada dönme noktası olarak cıvata konstrüksiyonunun ağırlık merkezi seçilir. Bir sürü konstrüksiyonda ağırlık merkezinde ne cıvata nede pim bulunur. Buna rağmen konstrüksiyonunun ağırlık merkezi dönme noktası olarak alınır.



Şekil 9, Torsiyon momenti etkisindeki konsol bağlantısı

$$F_{\max} = F_1 = \frac{M_S \cdot r_{\max}}{\sum r_i^2} = \frac{M_S \cdot r_{\max}}{\sum (x^2 + y^2)} \quad F (20)$$

M_S	Nmm	Konstrüksiyonun ağırlık merkezindeki torsiyon momenti
r_{\max}	mm	Ağırlık merkezine en uzaktaki cıvatanın uzaklığı
r	mm	Cıvataların ağırlık merkezine normal uzaklıkları
x, y	mm	Cıvataların ağırlık merkezine eksenlerine göre uzaklıkları
F_{\max}	N	Cıvatayı enine etkileyen max. kuvvet
F_x, F_y	N	Koordinat sistemine göre cıvatayı etkileyen kuvvetler
n_c	1	Konstrüksiyondaki cıvata adedi



1 Numaralı cıvataadaki kuvvet:

$$F_{1y} = F_{1Mty} + F_{1Fy}$$

$$F_1 = \sqrt{F_{1y}^2 + F_{1Mtx}^2}$$

1 Numaralı cıvataadaki kuvvet:

$$F_{2y} = F_{2Mt} + F_{2Fy}$$

Burada hangi kuvvet büyükse hesap onunla yapılır.

Şekil 10, Cıvatalardaki kuvvetler

Max. yüklenen cıvataadaki çapraz kuvvet

$$F_{\max} = F_{\check{k}} + F_{Mt \max} \quad F (21)$$

Enine kuvvetden doğan kesme kuvveti

$$F_k = F_x / n \quad F (22)$$

Torsiyon momentinden doğan kesme kuvveti

$$F_{\check{k} \max Mt} = \frac{M_{tS} \cdot r_{\max}}{\sum r^2} \quad F (23)$$

$$F_{Mt \max} = \frac{M_{tS} \cdot r_{\max}}{r_1^2 + \dots + r_n^2} \quad F (24)$$

Momentten doğan boyuna kuvvet bir cıvata bulunmuşsa diğer cıvataadaki kuvvet şu formülle bulunur:

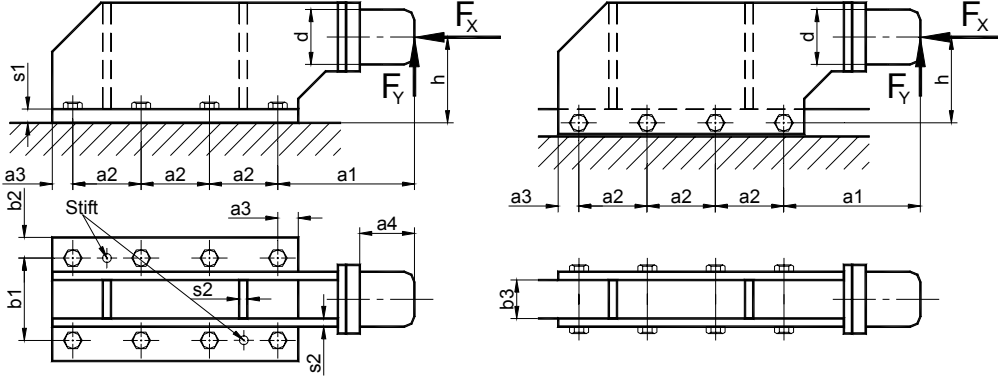
$$F_{2Mt} = F_{1Mt} \cdot \frac{r_2}{r_1} \quad F (25)$$

Cıvatalardan hangisi max. kuvvet etkisindeyse o cıvata için hesaplar yapılır ve konstrüksiyona devam edilir.

1.5 Çelik konstrüksiyonda bağlantı cıvataları için örnek

1.5.1 Tampon konstrüksiyonu

Şekilde gösterilen tampon konstrüksiyonu için St 52-2 ile iki çözüm ön görülmüştür.



Şekil 11, Tampon konstrüksiyonu, Alternatif 1

Şekil 12, Tampon konstrüksiyonu, Alternatif 2

Alternatif 1 Cıvatanın ölçüleri ile sıkıştırma momentini hesaplayınız.

Alternatif 2 Cıvatalar kaliteli alıştırmalı çelik ve ön germesiz konstrüksiyon KibA (Kesme ve izdüşüm yüzey basıncında çalışan alıştırma cıvatası) bağlantısı. Yükleme durumu HZ.

Çözüm olarak hangi konstrüksiyonu seçersiniz? Cıvatanın ölçülerini hesaplayınız.

Anbarda mevcut cıvatalar : 6-Kt Schr. DIN 931, 8.8 kalitesinde ve $\mu_{gen} \approx 0,14$.
Alıştırma cıvatası, 4.6, DIN 7968

X-Eksenini yönündeki kuvvet: $F_{Xmax} = 76,8 \text{ kN}$

Y-Eksenini yönündeki kuvvet: $F_{Ymax} = 0,1 \cdot F_X = 7,68 \text{ kN}$

Geometrik ölçüler:

$$a_1 = 200 \text{ mm}$$

$$a_2 = 100 \text{ mm}$$

$$a_3 = 30 \text{ mm}$$

$$b_1 = 130 \text{ mm}$$

$$b_2 = 30 \text{ mm}$$

$$b_3 = 50 \text{ mm}$$

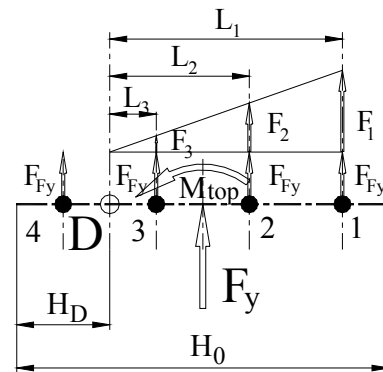
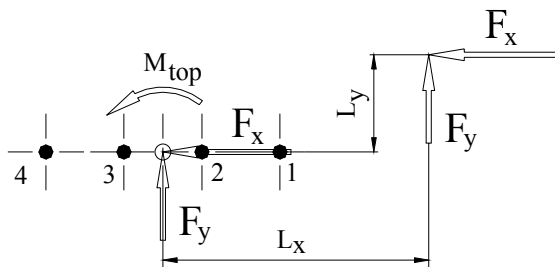
$$d = 80 \text{ mm}$$

$$h = 125 \text{ mm}$$

$$s_1 = 20 \text{ mm}$$

$$s_2 = 12 \text{ mm}$$

Alternatif 1 in çözümü:



$$h = L_y = 125 \text{ mm} \quad ; \quad n_{C1} = 8 \quad ; \quad z_{C1} = 2$$

$$H_0 = 2 \cdot a_3 + 3 \cdot a_2$$

$$H_D = H_0/4 = 90 \text{ mm}$$

$$F_{Fy} = F_y / n_{C1} = 7680/8$$

$$L_X = a_1 + a_2 + 0,5 \cdot a_2 =$$

$$L_1 = L_2 + a_2 =$$

$$L_2 = L_3 + a_2 =$$

$$L_3 = (a_3 + a_2) - + H_D =$$

$$F_{i\dot{s}} = F_1 + F_{Fy} = 18713 + 960 =$$

$$F_1 = \frac{M_{tot} \cdot L_1}{z_C \cdot (L_1^2 + L_2^2 + L_3^2)} \quad \text{bak F (17)}$$

$$M_{top} = M_{egFx} + M_{egFy} = 9600 + 2688 =$$

$$M_{egFx} = F_X \cdot L_y = 76800 \cdot 125 =$$

$$M_{egFy} = F_y \cdot L_x = 7680 \cdot 350 =$$

Cıvatanın seçimi: kalite 8.8, $F_{i\dot{s}} = 19,7 \text{ kN} < 20 \text{ kN}$

Cıvatanın akma mukavemet değeri , kalite 8.8 $R_{p0,2} = 8.8 \cdot 10$

Cıvatanın gerilim kesiti

Ek kuvvet, Cıvataı etkileyen kuvvet $F_{Ek} = 0,4 \cdot F_{i\dot{s}}$

Cıvatanın taşıyabileceği işletme kuvveti $F_{Ekmax} = 0,1 \cdot A_{GE} \cdot R_{p0,2}$

Max. Sıkıştırma momenti Kalite 8.8, $\mu = 0,14$

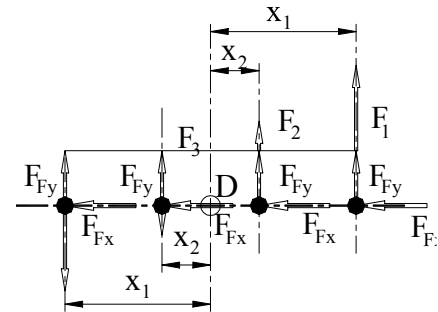
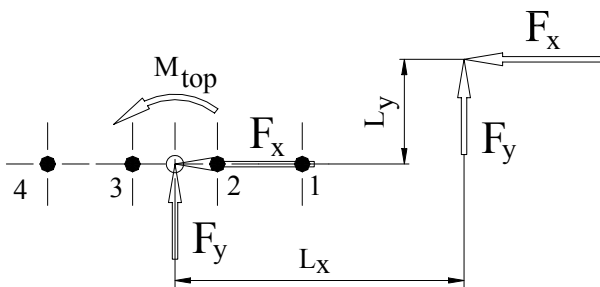
Sıkma momenti faktörü α_{S1} Tork anahtarları ile

Min. Sıkıştırma momenti $M_{S1min} = M_{S1max} / \alpha_{S1}$

Sıkıştırma momenti $M_{S1} = (M_{S1max} + M_{S1min}) / 2 \pm \Delta M_{S1}$

1. Alternatif, konstrüksiyon fonksiyonunu gayet rahat yerine getirebilir.

Alternatif 2 in çözümü:



$$x_1 = 0,5 \cdot a_2 + a_2 \quad x_1 = 150 \text{ mm} \quad ; \quad x_2 = 0,5 \cdot a_2 \quad x_2 = 50 \text{ mm}$$

$$s_{min} = 12 \text{ mm}$$

Bir kesit için $F_{Fx} = F_x / n_{C1} = 76800 / 8 =$

$F_{Fx} = 9600 \text{ N}$

Bir kesit için $F_{Fy} = F_y / n_{C1} = 7680 / 8 =$

$F_{Fy} = 960 \text{ N}$

Torsiyon momentinden doğan çapraz kuvvet

$$F_{IMt} = \frac{M_t \cdot x_1}{z_{Ci} \cdot 2 \cdot (x_1^2 + x_2^2)} \quad \text{bak F (20)}$$

$F_{IMt} = 18432 \text{ N}$

Bir kesitte çapraz kuvvet $F_{\checkmark} = \sqrt{(F_{IMt} + F_{Fy})^2 + F_{Fx}^2}$

$F_{\checkmark} = 21640 \text{ N}$

İzdüşüm basma emniyetli mukavemet değeri σ_{LEM} Tablo 1-a

Alıştırma cıvatası, 4.6, DIN 7968, KibA, HZ, sıra 4 , sütun e

$\sigma_{LEM} = 360$ ve St 52-2 -b sıra 3, sütun e $\sigma_{LEM} = 540$, 360 daha küçük

$\sigma_{LEM} = 360 \text{ N/mm}^2$

Kesmede emniyetli mukavemet değeri τ_{KEM} Tablo 1-a

Alıştırma cıvatası, 4.6, DIN 7968, KibA, HZ, sıra 4 , sütun c

Kesme gerilimine göre cıvata çapı

$\tau_{KEM} = 160 \text{ N/mm}^2$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n_{Ci} \cdot m \cdot \tau_{KEM}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 21640}{\pi \cdot 1 \cdot 2 \cdot 160}} = 13,122$$

$d_{\tau_{min}} = 13,122 \text{ mm}$

İzdüşüm yüzey basıncına göre cıvata çapı

$$d \geq \frac{F}{n \cdot t_{min} \cdot \sigma_{LEM}} = \frac{21640}{1 \cdot 12 \cdot 360} = 5,009$$

$d_{L_{min}} = 13,122 \text{ mm}$

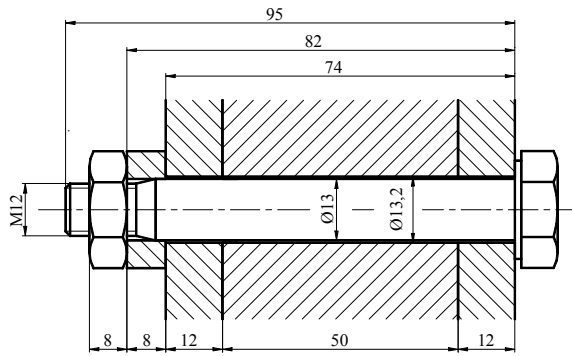
2. Alternatif, konstrüksiyon fonksiyonunu gayet rahat yerine getirebilir.

Cıvatanın seçimi:

• Alternatif 2

Altıköşe- Alıştırma cıvatası, DIN 7968 – M12 x 95 – 4.6

- 8 adet M16 yerine, 4 adet M12 Cıvata,
- Çelik konstrüksiyon daha basit,
- Çapraz kuvveti tutması için pime gerek yok,
- Konsol için ek konstrüksiyona gerek yok,
- Montaj aletlerine gerek yok (Tork anahtarı gibi).



Anma çapı: $d = 12 \text{ mm}$

Şaft çapı: $d_{\checkmark} = 13 \text{ h11}$

Anahtar ağızı: $s = 18 \text{ mm}$

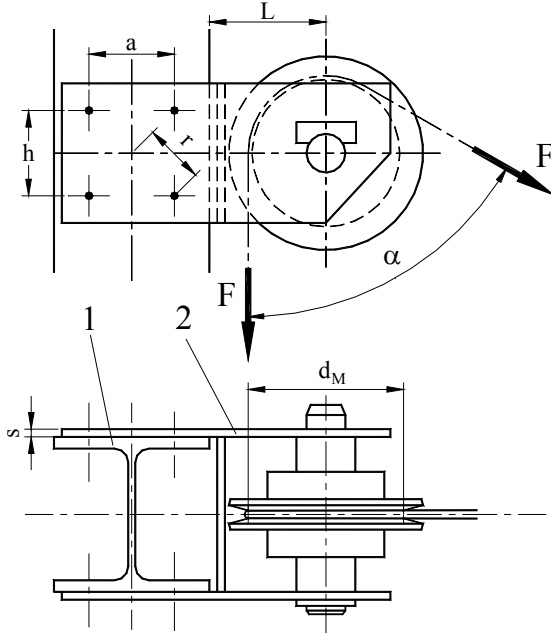
Geçme deliği: $d_G = 13,2 \pm 0,1$

Rondela kalınlığı: $t_R = 8 \text{ mm}$

Çelik konstrüksiyondaki ön germesiz cıvata bağlantılarında kullanılacak alıştırma cıvataları tornada imal edilebilir. Bu cıvataların vidalarının tornada talaş kaldırma metoduyla imal edilmeleri boyuna yük taşımayacakları için mahsurlu değildir.

Rondelada istenilen kalınlık ve ölçüde imal edilebilir. Dikkat edilecek durum, vidanın temas yüzeyinde olmamasıdır. Resimde verilen ölçü 20,5 mm standartın önerisidir. Bu istenilen ölçüde yapılabilir.

1.5.2 Enine yük ve moment etkisindeki konsol bağlantısı



Şekil 13, Halat makarası konsolu

Çelik konstrüksiyonda kullanılan ön germesiz KibA bağlantısı olarak ön görülen halat makarası konsol bağlantısı Şekil 13 de görüldüğü gibi konstrüksiyonu yapılacaktır.

Bilinenler:

$$F_{\max} = 30 \text{ kN} \quad F_{\min} = 6 \text{ kN}$$

Yükleme durumu H

$$a = 110 \text{ mm} \quad h = 110 \text{ mm}$$

$$d_M = 200 \text{ mm} \quad L = 200 \text{ mm}$$

$$s = 10 \text{ mm} \quad \alpha = 60^\circ$$

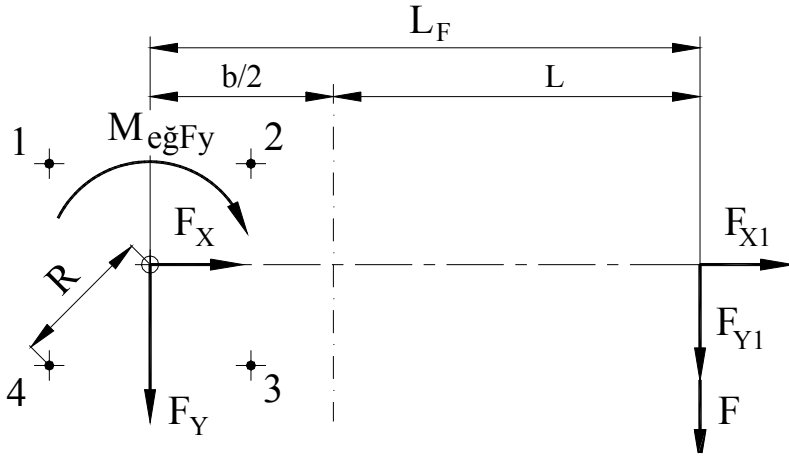
Poz 1 IPB 200, St37-2

Poz 2 10 mm Plaka, St37-2

Depoda DIN 7968 göre alıştırma cıvataları 4.6 kalitesinde mevcut.

Çözüm:

Burada iki plaka 8 cıvata var. Hesaplar için bir plaka 4 cıvata vede $F_{\max} = 15 \text{ kN}$ alalım.



$$F_{x1} = F_{\max} \cdot \cos\alpha = 12'990 \text{ N}$$

$$F_{y1} = F_{\max} \cdot \sin\alpha = 7'500 \text{ N}$$

$$F_x = F_{x1} = 12'990 \text{ N}$$

$$F_y = F_{y1} + F_{\max} = 22'500 \text{ N}$$

Cıvataların ağırlık merkezine olan uzaklıkları

$$R = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{h}{2}\right)^2} = 77,78 \text{ mm}$$

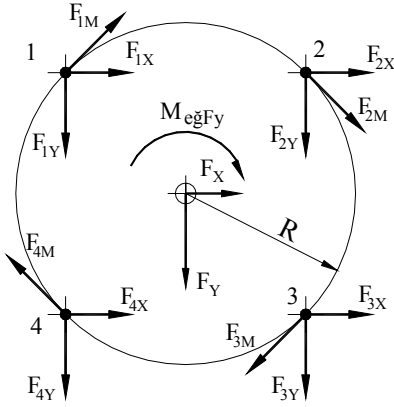
Kuvvet kolu

$$L_F = L + b/2 = 300 \text{ mm}$$

IPB 200 profilinin genişliği $b = 200 \text{ mm}$ ve

$$b/2 = 200/2 = 100 \text{ mm}$$

Burada Şekil 14 de görüldüğü gibi 2 numaralı cıvata en fazla yüklenen cıvatadır.



Şekil 14, Halat makarası konsolu

$$M_{egFy} = F_y \cdot L_F = 6'750 \text{ Nm}$$

$$F_{2M} = \frac{M_{egFy} \cdot R}{4 \cdot R^2} = 21'695 \text{ N}$$

$$F_{2x} = F_x / i_{C1} = 12'990 / 4 = 3'248 \text{ N}$$

$$F_{2y} = F_y / i_{C1} = 22'500 / 4 = 5'625 \text{ N}$$

$$F_{2Mx} = F_{2My} = \frac{F_{2M}}{\sqrt{2}} = 15'341 \text{ N}$$

2 Numaralı cıvatayı etkileyen toplam kuvvet:

$$F_2 = \sqrt{(F_{2Mx} + F_{2x})^2 + (F_{2My} + F_{2y})^2}$$

$$F_2 = 14'010 \text{ N}$$

Cıvata :

DIN 7968 göre alıştırma cıvataları 4.6 kalitesinde
Yükleme durumu H

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti DIN 7968 , alıştırma cıvataları 4.6
bak Tablo 1-a sıra 4, sütun d, yükleme durumu H

$$\sigma_{LEM} = 320 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti , St37-2

bak Tablo 1-b sıra 3, sütun b, yükleme durumu H

$$\sigma_{LEM} = 320 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti her iki değerde aynı olduğundan
küçük değer olarak aynı değer alınır:

$$\sigma_{LEM} = 320 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli kesme mukavemeti , DIN 7968 , alıştırma cıvataları 4.6

bak Tablo 1-a sıra 3, sütun b yükleme durumu H

$$\tau_{KEM} = 140 \text{ N/mm}^2$$

Kesme gerilimine göre cıvata çapı:

Kuvvet bir cıvataı etkileyen kuvvet olduğu için $n_{C1} = 1$ ve bir keme kesiti olduğundan $m = 1$ alınır.

$$\text{bak } F(2) \quad d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n_{C1} \cdot m \cdot \tau_{KEM}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 14010}{\pi \cdot 1 \cdot 1 \cdot 140}} = 11,29 \text{ mm}$$

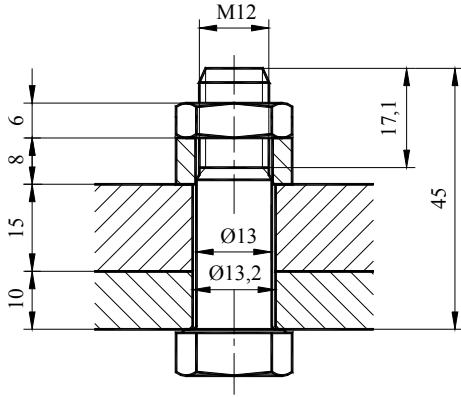
İzdüşüm yüzey basıncına göre cıvata çapı:

Poz 1	IPB 200, St37-2	Kemer kalınlığı	$t_{IPB} = 15 \text{ mm}$
Poz 2	10 mm Plaka, St37-2	Kalınlık	$t_{PL} = 10 \text{ mm}$
			$t_{min} = 10 \text{ mm}$

$$\text{bak } F(4) \quad d \geq \frac{F}{n_{C1} \cdot t_{min} \cdot \sigma_{LEM}} = \frac{14010}{1 \cdot 10 \cdot 320} = 4,4 \text{ mm}$$

Cıvatanın seçimi:

6-köşe kafalı DIN 7968 , alıştırma cıvatası M12x45 - 4.6

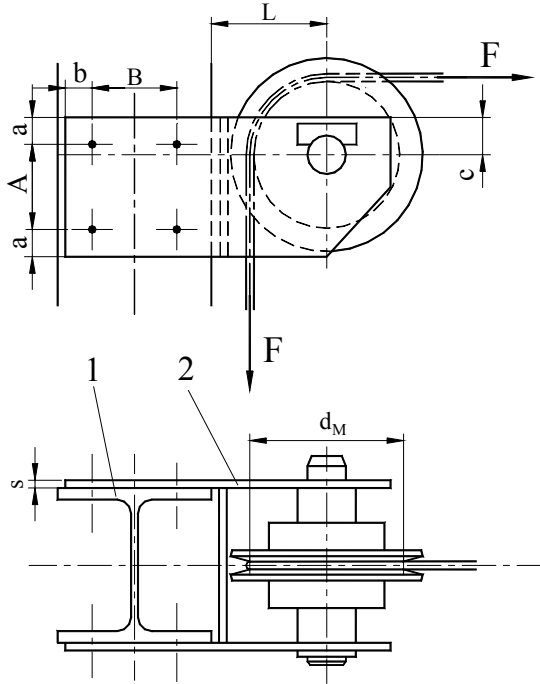


Anma çapı:	$d = 12 \text{ mm}$
Şaft çapı:	$d_s = 13 \text{ h11}$
Anahtar ağızı:	$s = 18 \text{ mm}$
Geçme deliği:	$d_G = 13,2 \pm 0,1$
Rondela kalınlığı:	$t_R = 8 \text{ mm}$

Çelik konstrüksiyondaki ön germesiz cıvata bağlantılarında kullanılacak alıştırma cıvataları tornada imal edilebilir. Bu cıvataların vidalarının tornada talaş kaldırma metoduyla imal edilmeleri boyuna yük taşımayacakları için mahsurlu değildir.

Rondelada istenilen kalınlık ve ölçüde imal edilebilir. Dikkat edilecek durum, vidanın temas yüzeyinde olmamasıdır. Resimde verilen ölçü 17,1 mm standartın önerisidir. Bu istenilen ölçüde yapılabilir.

1.5.3 Enine yük ve moment etkisindeki konsol bağlantısı



Şekil 15, Halat makarası konsol bağlantısı

Çelik konstrüksiyon germe ağırlığı makara konsolu ön germesiz Kib bağlantısının Şekil 15 da görüldüğü gibi konstrüksiyonu yapılacaktır.

Bilinenler:

$$F = 60 \text{ kN}$$

$$a = 25 \text{ mm} \quad A = 150 \text{ mm}$$

$$b = 20 \text{ mm} \quad B = 150 \text{ mm}$$

$$d_M = 200 \text{ mm} \quad L = 200 \text{ mm}$$

$$c = 30 \text{ mm} \quad s = 15 \text{ mm}$$

Poz 1 IPB 200, St37-2

Poz 2 15 mm Plaka, St37-2

Depoda DIN 7968 göre alıştırma cıvataları 4.6 kalitesinde mevcut.

Çözüm:

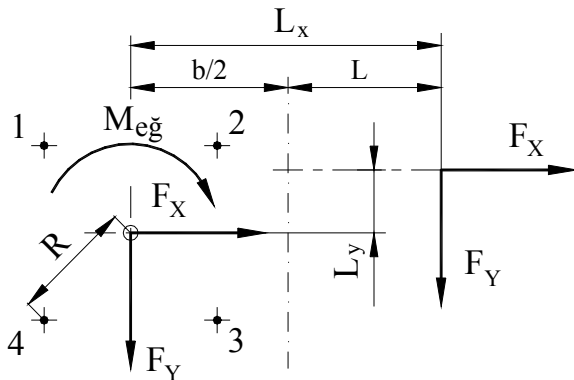
Burada iki plaka 8 cıvata var. Hesaplar için bir plaka 4 cıvata alalım. Yükleme statiktir. Çünkü uygulamada titreşimler, darbeler ve rüzgar etkisi hesaplanmaz. Halatı etkileyen kuvvet bilindiği için yükleme durumunda H olarak alınır.

$$F_{\max} = 0,5 \cdot F = 30 \text{ kN} \quad \text{olarak bulunur.}$$

IPB 200 profilinin genişliği $b = 200 \text{ mm}$ ve

$$b/2 = 200/2 = 100 \text{ mm}$$

İlk önce bütün dış kuvvetler koordinat sistemine göre aynı yönde olan kuvvetler toplanıp cıvata konstrüksiyonunun ağırlık merkezine taşınır.



$$F_x = F_{\max} = 30'000 \text{ N}$$

$$L_x = L + 0,5 \cdot b_{\text{IPB}} = 300 \text{ mm}$$

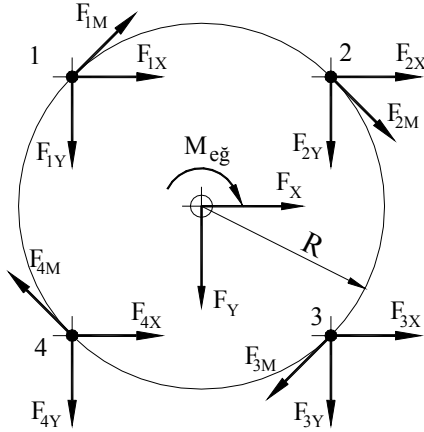
$$F_y = F_{\max} = 30'000 \text{ N}$$

$$L_y = 0,5 \cdot A + a - c = 70 \text{ mm}$$

Cıvataların ağırlık merkezine olan uzaklıkları

$$R = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{h}{2}\right)^2} = 106,07 \text{ mm}$$

Burada Şekil 16 de görüldüğü gibi 2 numaralı cıvata en fazla yüklenen cıvataadır.



Şekil 16, Halat makarası konsolu

$$M_{eğ} = F_x \cdot L_x + F_y \cdot L_f = 11'100 \text{ Nm}$$

$$F_{2M} = \frac{M_{eğ} \cdot R}{4 \cdot R^2} = 26'163 \text{ N}$$

$$F_{2x} = F_x / i_{C1} = 30'000 / 4 = 7'500 \text{ N}$$

$$F_{2y} = F_y / i_{C1} = 30'000 / 4 = 7'500 \text{ N}$$

2 Numaralı cıvatayı etkileyen toplam kuvvet:

$$F_2 = \sqrt{F_{2x}^2 + F_{2y}^2} + F_{2M} =$$

$$F_2 = 18'385 \text{ N}$$

Cıvata :

DIN 7968 göre alıştırma cıvataları 4.6 kalitesinde
Yükleme durumu H

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti DIN 7968 , alıştırma cıvataları 4.6

bak Tablo 1 -a sıra 1, sütun d, yükleme durumu H

$$\sigma_{LEM} = 280 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti , St37-2

bak Tablo 1-b sıra 1, sütun b, yükleme durumu H

$$\sigma_{LEM} = 280 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti her iki değerde aynı olduğundan küçük değer olarak aynı değer alınır:

$$\sigma_{LEM} = 280 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli kesme mukavemeti , DIN 7968 , alıştırma cıvataları 4.6

bak Tablo 1 -a sıra 1, sütun b yükleme durumu H

$$\tau_{KEM} = 112 \text{ N/mm}^2$$

Kesme gerilimine göre cıvata çapı:

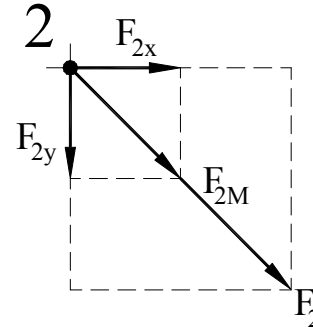
Kuvvet bir cıvataı etkileyen kuvvet olduğu için $n_{C1} = 1$ ve bir keme kesiti olduğundan $m = 1$ alınır.

$$\text{bak F (2) } \quad d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n_{C1} \cdot m \cdot \tau_{KEM}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18385}{\pi \cdot 1 \cdot 1 \cdot 112}} = 14,46 \text{ mm}$$

İzdüşüm yüzey basıncına göre cıvata çapı:

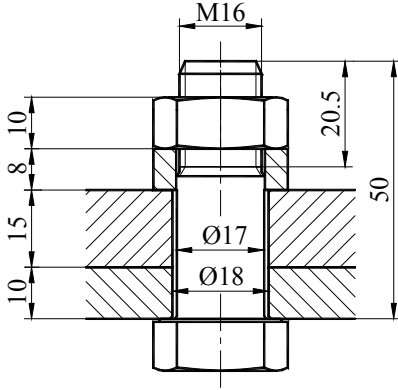
Poz 1	IPB 200, St37-2	Kemer kalınlığı	$t_{IPB} = 15 \text{ mm}$
Poz 2	10 mm Plaka, St37-2	Kalınlık	$t_{PL} = 10 \text{ mm}$
			$t_{min} = 10 \text{ mm}$

$$\text{bak F (4) } \quad d \geq \frac{F}{n_{C1} \cdot t_{min} \cdot \sigma_{LEM}} = \frac{18385}{1 \cdot 10 \cdot 280} = 5,7 \text{ mm}$$



Cıvatanın seçimi:

6-köşe kafalı DIN 7968 , alıştırma cıvatası M16x50 - 4.6



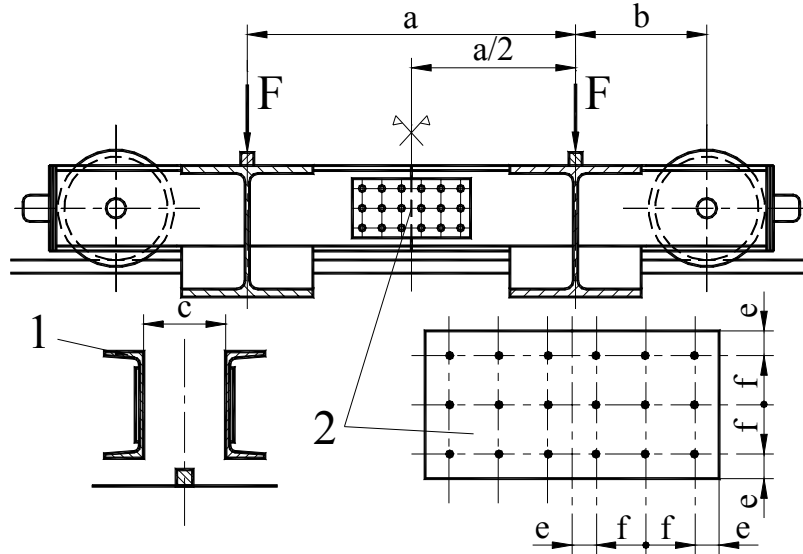
Anma çapı :	$d = 16 \text{ mm}$
Şaft çapı	$d_{\text{Ş}} = 17 \text{ h11 mm}$
Anahtar ağızı	$s = 24 \text{ mm}$
Geçme deliği	$d_G = 18 \pm 0,1 \text{ mm}$
Rondela kalınlığı	$t_R = 8 \text{ mm}$

Çelik konstrüksiyondaki ön germesiz cıvata bağlantılarında kullanılacak alıştırma cıvataları tornada imal edilebilir. Bu cıvataların vidalarının tornada talaş kaldırma metoduyla imal edilmeleri boyuna yük taşımayacakları için mahsurlu değildir.

Rondelada istenilen kalınlık ve ölçüde imal edilebilir. Dikkat edilecek durum, vidanın temas yüzeyinde olmamasıdır. Resimde verilen ölçü 20,5 mm standartın önerisidir. Bu istenilen ölçüde yapılabilir.

1.5.4 Gezer köprü vinçinin başlığı bağlantısı, yalnız moment etkisi

160 kN kapasiteli bir gezer köprü vinçinin başlığının nakliye ve montajda kolaylık olsun diye ön germesiz KibA bağlantısının Şekil 17 de görüldüğü gibi konstrüksiyonu yapılacaktır.



Şekil 17, Vinç başlığı bağlantısı

Bilinen ön değerler:

Yükleme durumu, H ambarda bulunan cıvatalar; DIN 7968, alıştırma cıvatası, 4.6 kaliteli.

Tekerlek ve başlıktaki ray kuvvetleri küçük bir farklılıkla eşit kabul edilirse (uygulamada böyle alınır) kuvvetler şöyledir:

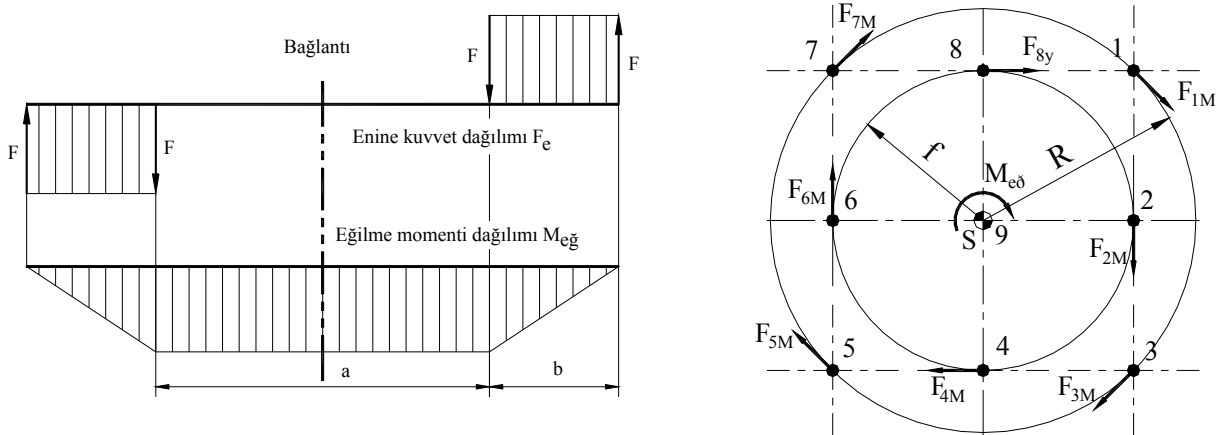
$$F_{\max} = 30 \text{ kN}$$

$$F_{\min} = 10 \text{ kN}$$

$a = 1000 \text{ mm}$; $b = 500 \text{ mm}$; $c = 200 \text{ mm}$; $e = 20 \text{ mm}$; $f = 70 \text{ mm}$

Poz 1 U- Profil DIN 1026 – U260 , St 37-2 ; Poz 2 10 mm Plaka , St 37-2,

Çözüm:



Burada iki parça başlığın yalnız bir tarafındaki cıvatalar momenti karşılamalıdır. Bunun içinde ilk defa taşınan moment hesaplanır.

Başlığı etkileyen toplam moment:

$$M_{eğtop} = F_{\max} \cdot b = 30 \cdot 0,5 = 15 \cdot 000 \text{ Nm}$$

Bir plakayı etkileyen moment:

$$M_{e\ddot{g}} = 0,5 \cdot M_{e\ddot{g}top} = 7'500 \text{ Nm}$$

Cıvata adedi $n_{C1} = 9$ dir. Fakat bir cıvata ağırlık merkezinde olduğundan moment taşıyan cıvataların adedi 8 alınır. Bunların 4 ünün ağırlık merkezinden uzaklığı R diğer 4 ünün ise f kadardır.

Böylece bir cıvatayı etkileyen enine kuvvet şu şekilde bulunur:

$$F_{1M} = \frac{M_{e\ddot{g}} \cdot R}{4 \cdot (R^2 + f^2)} = \frac{7'500'000 \cdot 98,99}{4 \cdot (98,99^2 + 70^2)} = 12'627 \text{ N} \quad F_{1M} = 12'630 \text{ N}$$

$$F_{2M} = F_{1M} \cdot f / R = 12'630 \cdot 70 / 98,99 = 8'929 \text{ N} \quad F_{2M} = 8'930 \text{ N}$$

Burada hesaplar 1 numaralı cıvatayı etkileyen kuvvet 12,6 kN ile yapılır.

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti DIN 7968 , alıştırma cıvataları 4.6
bak Tablo 2-a sıra 2, sütun a, tek kesit, yükleme durumu H

$$\sigma_{LEM} = 210 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti , St37-2

bak Tablo 2-b sıra 2, sütun b, basma, yükleme durumu H

$$\sigma_{BEM} = 140 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti küçük değer alınır.

$$\sigma_{LEM} = 140 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli kesme mukavemeti , DIN 7968 , alıştırma cıvataları 4.6

bak Tablo 2-a sıra 1, sütun a, tek kesit, yükleme durumu H

$$\tau_{KEM} = 84 \text{ N/mm}^2$$

Kesme gerilimine göre cıvata çapı:

Kuvvet bir cıvatayı etkileyen kuvvet olduğu için $n_{C1} = 1$ ve bir keme kesiti olduğundan $m = 1$ alınır.

$$\text{bak F (2)} \quad d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n_{C1} \cdot m \cdot \tau_{KEM}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12'600}{\pi \cdot 1 \cdot 1 \cdot 84}} = 13,83 \text{ mm}$$

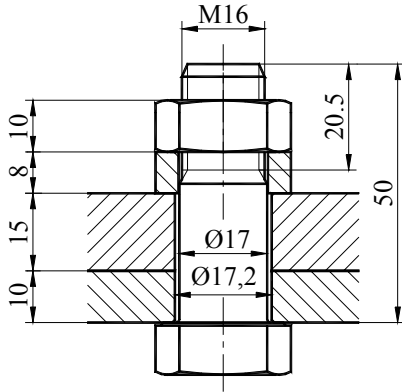
İzdüşüm yüzey basıncına göre cıvata çapı:

Poz 1	IPB 200, St37-2	Kemer kalınlığı	$t_{IPB} = 15 \text{ mm}$
Poz 2	Lamanın kalınlığı 15 mm seçilir. St37-2		$t_{LA} = 15 \text{ mm}$
			$t_{min} = 15 \text{ mm}$

$$\text{bak F (4)} \quad d \geq \frac{F}{n_{C1} \cdot t_{min} \cdot \sigma_{LEM}} = \frac{12'600}{1 \cdot 15 \cdot 140} = 9,02 \text{ mm}$$

Cıvatanın seçimi:

6-köşe kafalı DIN 7968 , alıştırma cıvatası M16x50 - 4.6



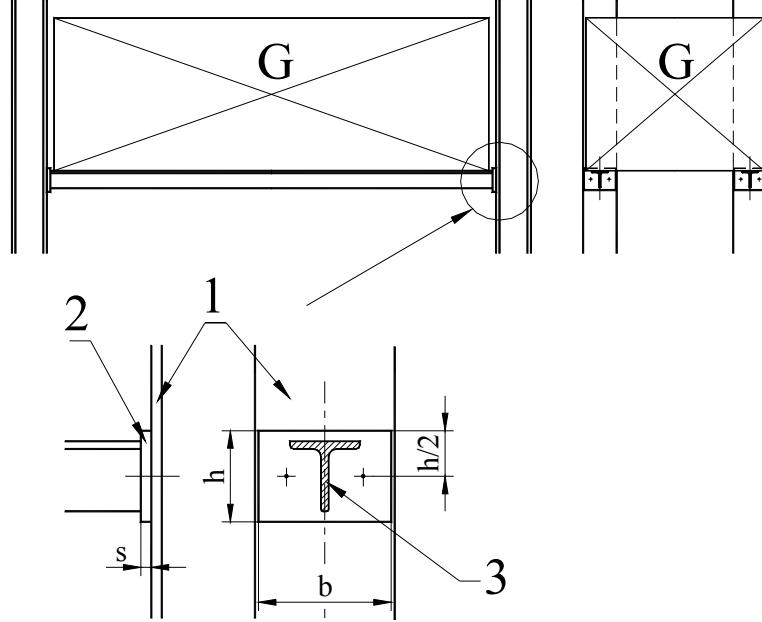
Anma çapı :	$d = 16 \text{ mm}$
Şaft çapı	$d_s = 17 \text{ h11 mm}$
Anahtar ağızı	$s = 24 \text{ mm}$
Geçme deliği	$d_G = 17,2 \pm 0,1 \text{ mm}$
Rondela kalınlığı	$t_R = 8 \text{ mm}$

Çelik konstrüksiyondaki ön germesiz cıvata bağlantılarında kullanılacak alıştırma cıvataları tornada imal edilebilir. Bu cıvataların vidalarının tornada talaş kaldırma metoduyla imal edilmeleri boyuna yük taşımayacakları için mahsurlu değildir.

Rondelada istenilen kalınlık ve ölçüde imal edilebilir. Dikkat edilecek durum, vidanın temas yüzeyinde olmamasıdır. Resimde verilen ölçü 20,5 mm standartın önerisidir. Bu istenilen ölçüde yapılabilir.

1.5.5 Depo rafı profil bağlantısı

Konstruksiyonu Şekil 18 de görülen depo rafı profil bağlantısı yapılacaktır. Bağlantı ön germesiz Kib , DIN 7968 alıştırma cıvatası, 4.6 kaliteli olarak kararlaştırılmıştır. Cıvatanın ölçüleri ne dir?



Şekil 18, Depo rafı profil bağlantısı

Bilinen ön değerler:

Yükleme durumu:

H

Anbarda mevcut cıvatalar :

Alıştırma cıvatası, 4.6, DIN 7968

Rafa konulacak malzemenin ağırlığı:

$m = 10'000 \text{ kg}$

Burada rafa konulacak malzeme tamamen homojen yayılı yük olarak ve bağlantısında yalnız kesmeye çalışacağı, boyuna kuvvet etkisinde olmayacağı kabul edilmiştir.

Poz 1 IPB 200

Poz 2 Pl. 15, St 37

Poz 3 T 100

Geometrik ölçüler: $h = 120 \text{ mm}$

$s = 15 \text{ mm}$

$b = 200 \text{ mm}$

Çözüm:

Toplam kuvvet $F_{\text{top}} = m_G \cdot g = 10'000 \cdot 9,81 = 98'100$

$F_{\text{max}} = F_{\text{top}} / i_{C1} = 98'100 / 8 = 12,3 \text{ kN}$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti DIN 7968 , alıştırma cıvataları 4.6, Kib
bak Tablo 1-a sıra 1, sütun d, yükleme durumu H $\sigma_{\text{LEM}} = 280 \text{ N/mm}^2$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti , St37-2, Kib
bak Tablo 1-b sıra 1, sütun b, yükleme durumu H

$$\sigma_{LEM} = 280 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti

$$\sigma_{LEM} = 280 \text{ N/mm}^2 \text{ alınır.}$$

Emniyetli kesme mukavemeti , DIN 7968 , alıştırma cıvataları 4.6, Kib
bak Tablo 1-a sıra 1, sütun b yükleme durumu H

$$\tau_{KEM} = 112 \text{ N/mm}^2$$

Kesme gerilimine göre cıvata çapı:

Kuvvet bir cıvataı etkileyen kuvvet olduğu için $n_{C1} = 1$ ve bir keme kesiti olduğundan $m = 1$ alınır.

$$\text{bak F (2) } \quad d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n_{C1} \cdot m \cdot \tau_{KEM}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12'300}{\pi \cdot 1 \cdot 1 \cdot 112}} = 11,8 \text{ mm}$$

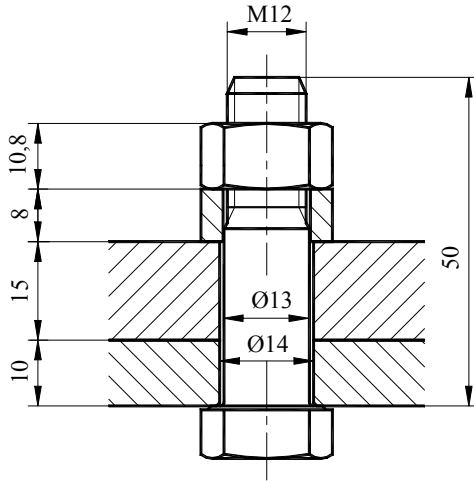
İzdüşüm yüzey basıncına göre cıvata çapı:

Poz 1	IPB 200, St37-2	Kemer kalınlığı	$t_{IPB} = 15 \text{ mm}$
Poz 2	15 mm Plaka, St37-2	Kalınlık	$t_{PL} = 15 \text{ mm}$
			$t_{min} = 15 \text{ mm}$

$$\text{bak F (4) } \quad d \geq \frac{F}{n_{C1} \cdot t_{min} \cdot \sigma_{LEM}} = \frac{12'300}{1 \cdot 15 \cdot 280} = 2,92 \text{ mm}$$

Cıvatanın seçimi:

6-köşe kafalı DIN 7968 , alıştırma cıvatası M12x50 - 4.6



Anma çapı :	$d = 12 \text{ mm}$
Şaft çapı	$d_S = 13 \text{ h11 mm}$
Anahtar ağızı	$s = 18 \text{ mm}$
Geçme deliği	$d_G = 14 \pm 0,1 \text{ mm}$
Rondela kalınlığı	$t_R = 8 \text{ mm}$

Çelik konstrüksiyondaki ön germesiz cıvata bağlantılarında kullanılacak alıştırma cıvataları tornada imal edilebilir. Bu cıvata vidalarının tornada talaş kaldırma metoduyla imal edilmeleri, boyuna yük taşımayacaklarından sakıncalı değildir.

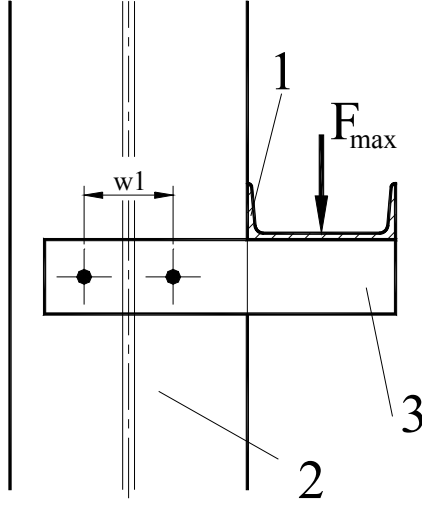
Rondelada istenilen kalınlık ve ölçüde imal edilebilir. Dikkat edilecek durum, vidanın temas yüzeyinde olmamasıdır. Diğer ölçüler istenildiği gibi yapılabilir.

Somun tam normal somun olarak alınmıştır. Normal somun kalınlığı 10,8 mm dir. Arzu edilir vede konstrüksiyonda bir sakınca olmayacaksa ince somun, yani kalınlığı 6 mm somun alınıp cıvata boyuda 45 mm olarak seçilebilir.

1.5.6 Depo rafı konsol bağlantısı

Konstruksiyonu Şekil 19 da görülen depo rafı konsol bağlantısı yapılacaktır. Bağlantı ön germesiz KİbA , DIN 7968 alıştıurma cıvatası, 4.6 kaliteli olarak kararlaştırılmıştır. Cıvatanın ölçüleri ne dir?

Bilinen ön değerler:



$$F_{\max} = 6 \text{ kN}$$

$$w_1 = 120 \text{ mm}$$

Poz 1 U-Profil DIN 1026 . St37-2 – U200

Poz 2 I-Profil DIN 1025 . St37-2 – IPB320

Poz 3 Lama 100 mm genişliğinde.
Kalınlık seçime bağlı.

Yükleme durumu H.

$$n_{C1} = 2$$

Şekil 19, Depo rafı konsol bağlantısı

Çözüm:

Başlığı etkileyen toplam moment:

$$M_{eğ} = F_{\max} \cdot L_F = 6'000 \cdot 0,26 = 1'560 \text{ Nm}$$

$$L_F = 0,5 \cdot (h_{U200} + b_{IPB320}) = 0,5 \cdot (200 + 320) = 260 \text{ mm}$$

Böylece bir cıvatayı etkileyen enine kuvvet şu şekilde bulunur:

$$F_M = \frac{M_{eğ} \cdot R}{2 \cdot R^2} = \frac{M_{eğ}}{w_1} = \frac{1'560'000 \cdot 60}{2 \cdot 60^2} = 12'627 \text{ N} \quad F_M = 13'000 \text{ N}$$

$$F_F = F_{\max} / n_{C1} = 6'000 / 2 = 3'000 \text{ N} \quad F_F = 3'000 \text{ N}$$

$$F = F_M + F_F = 12'630 + 3'000 \quad F = 16'000 \text{ N}$$

Burada hesaplar bir cıvatayı etkileyen kuvvet 16 kN ile yapılır.

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti DIN 7968 , alıştıurma cıvataları 4.6, KİbA
bak Tablo 1-a sıra 4, sütun d, yüklem durumu H $\sigma_{LEM} = 320 \text{ N/mm}^2$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti , St37-2, KİbA
bak Tablo 1-b sıra 3, sütun b, yüklem durumu H $\sigma_{LEM} = 320 \text{ N/mm}^2$

Emniyetli izdüşüm basma mukavemeti $\sigma_{LEM} = 320 \text{ N/mm}^2$ alınır.

Emniyetli kesme mukavemeti , DIN 7968 , alıştıurma cıvataları 4.6, Kİb
bak Tablo 1-a sıra 4, sütun b yüklem durumu H $\tau_{KEM} = 140 \text{ N/mm}^2$

Kesme gerilimine göre cıvata çapı:

Kuvvet bir cıvatayı etkileyen kuvvet olduğu için $n_{Ci} = 1$ ve bir keme kesiti olduğundan $m = 1$ alınır.

$$\text{bak F (2)} \quad d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot n_{Ci} \cdot m \cdot \tau_{KEM}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16'000}{\pi \cdot 1 \cdot 1 \cdot 140}} = 12,06 \text{ mm}$$

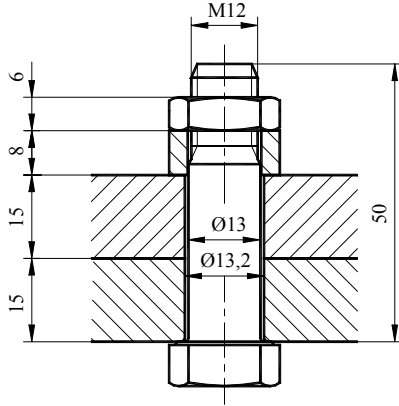
İzdüşüm yüzey basıncına göre cıvata çapı:

Poz 1	IPB 320, St37-2	Kemer kalınlığı	$t_{IPB} = 20,5 \text{ mm}$
Poz 2	Lamanın kalınlığı 15 mm seçilir. St37-2		$t_{LA} = 15 \text{ mm}$
			$t_{min} = 15 \text{ mm}$

$$\text{bak F (4)} \quad d \geq \frac{F}{n_{Ci} \cdot t_{min} \cdot \sigma_{LEM}} = \frac{16'000}{1 \cdot 15 \cdot 320} = 3,33 \text{ mm}$$

Cıvatanın seçimi:

6-köşe kafalı DIN 7968 , alıştırma cıvatası M12x50 - 4.6



Anma çapı :	$d = 12 \text{ mm}$
Şaft çapı	$d_{\text{ş}} = 13 \text{ h11 mm}$
Anahtar ağızı	$s = 18 \text{ mm}$
Geçme deliği	$d_G = 13,2 \pm 0,1 \text{ mm}$
Rondela kalınlığı	$t_R = 8 \text{ mm}$

Çelik konstrüksiyondaki ön germesiz cıvata bağlantılarında kullanılacak alıştırma cıvataları tornada imal edilebilir. Bu cıvataların vidalarının tornada talaş kaldırma metoduyla imal edilmeleri boyuna yük taşımayacakları için mahsurlu değildir.

Rondelada istenilen kalınlık ve ölçüde imal edilebilir. Dikkat edilecek durum, vidanın temas yüzeyinde olmamasıdır. Diğer ölçüler istenildiği gibi yapılabilir.

2 Konu İndeksi**A**

Alıştırma cıvataları 3

Ç

Çelik konstrüksiyonda bağlantı cıvataları..... 3

ÇK-da emniyetli mukavemet..... 6

E

Eğilme momenti etkisindeki konsol 12

H

H Ana yük..... 7

Ham cıvatalar..... 3

HS Özel yükler 7

HZ Ek yükler 7

I

İzdüşüm yüzey basıncı..... 5

K

Kesme gerilimi..... 5

Kesme ve izdüşüm yüzey basıncı 7

N

Nokta kaynakları..... 4

P

Perçinler 4

Pernolar..... 4

Pimler..... 4

T

Torsiyon momenti etkisindeki konsol 13

V

Vinçte em. Mukavemet..... 7

Y

Yüksek kaliteli cıvatalar 3

