

2009 Kasım

www.guven-kutay.ch

CIVATALAR ve SOMUNLAR

ÖZET
Ön germeli cıvata bağlantıları

08-ö

M. Güven KUTAY

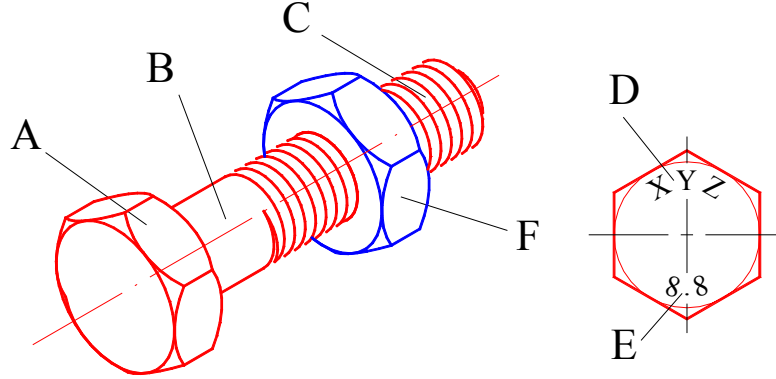
İÇİNDEKİLER

1	Cıvata ne dir?.....	3
1.1	Cıvatanın kaba tanımı.....	3
1.2	Vida ne dir?.....	3
1.2.1	Helis açısı " ϕ ".....	4
1.2.2	Helis yönü.....	4
1.2.3	Çok kullanılan vida çeşitleri.....	5
1.2.3.1	Metrik vida.....	5
1.2.3.1.1	Metrik vida, normal.....	5
1.2.3.1.2	Metrik vida, ince.....	5
1.2.3.2	Whitworth-Vidası.....	6
1.2.4	Cıvata ve vidada terimler.....	7
1.2.5	En çok kullanılan bir kaç cıvata ve somun çeşiti.....	8
1.2.6	Anahtar ve tornavidalar.....	9
2	Cıvataların fonksiyonları.....	12
2.1	Cıvatanın kullanılma fonksiyonları.....	12
2.1.1	Bağlantı cıvataları.....	12
2.2	Cıvatanın kuvvet altında fonksiyonu.....	13
2.2.1	Birinci durum, montajdaki hal.....	14
2.2.2	İkinci durum, işletmedeki hal.....	14
2.2.2.1	Cıvata malzemesinin garantili akma sınır kuvveti " $F_{0,2}$ ".....	16
2.2.2.1.1	Cıvata malzemesinin garantili akma mukavemet değeri " $R_{p0,2}$ ".....	16
2.2.2.1.2	Cıvata gerilim kesit alanı " A_{GE} ".....	16
2.2.2.2	Montajda ön germe kuvveti " F_{ONM} " ve sıkma momenti " $M_{SİM}$ ".....	16
2.2.2.2.1	Montajda sıkma momenti " $M_{Sİ}$ ".....	17
2.2.2.3	Emniyet aralığı " v_A ".....	18
2.2.2.4	Montaj veya işletmede cıvatanın elastik esneklik açısı " α ".....	18
2.2.2.5	Montaj veya işletmede plakaların elastik esneklik açısı " β ".....	19
2.2.2.5.1	Eşdeğer kaval silindir.....	19
2.2.2.6	İşletmede ön germe kuvveti " F_{ON} ".....	21
2.2.2.6.1	Oturma değeri.....	21
2.2.2.7	İşletme kuvveti.....	21
2.2.2.7.1	Ek kuvvet " F_{EK} ".....	22
2.2.2.7.2	Plaka kuvveti " F_P ".....	22
2.2.2.7.3	Ek kuvvetten oluşan boy değişimi " Δf ".....	23
2.2.2.8	İşletmede cıvatayı zorlayan toplam kuvvet " F_{CTOP} ".....	23
2.2.2.9	İşletmede genlik kuvveti " $\pm F_g$ ".....	23
2.2.2.9.1	Boyuna kuvvet etkisinden oluşan genlik gerilimi.....	23
2.2.2.9.2	Genlik kuvveti " F_g ".....	23
2.2.2.9.3	Cıvata malzemesinin genlik mukavemet değeri " σ_G ".....	24
2.2.2.9.4	Cıvata sıkma redüktörü.....	25
3	Bağlantıda gevşeme önlemleri.....	26
3.1	Vidada kuvvetler.....	26
3.2	Kilitlenme, oto blokaj.....	27
3.3	Yalnız gevşemeye karşı önlemler.....	28
3.4	Cıvata veya somunun kaybına karşı önlem.....	29
4	Cıvatanın hesaplanması ve seçimi.....	30
4.1	Cıvatanın pratik seçimi.....	30
5	Formüller ve Tablolar.....	32
5.1	Sembol ve tanımlamalar.....	32
5.2	Makinada bağlantı cıvataları.....	34
5.2.1	Makinada ön gerilmemiş bağlantı cıvataları.....	34
5.2.1.1	Boyuna yüklenen ön gerilmemiş bağlantı cıvataları.....	34
5.2.1.2	Yük altında sıkılan ön gerilmemiş boyuna yüklenen bağlantı cıvataları.....	34
5.2.2	Makinada ön gerilmeli bağlantı cıvataları.....	35
5.2.2.1	Bağlantıda montaj değerleri.....	35
5.2.2.1.1	Bağlantı sıkıştırma momenti.....	35
5.2.2.1.2	Montajda cıvataadaki gerilimler.....	35
5.2.2.1.3	Cıvata ve bağlantı parçalarında kuvvet ve esneklik oranları.....	36
5.2.2.2	Cıvata işletme değerleri.....	37
5.2.2.2.1	İşletmede vidadaki sürtünme momenti ve torsiyon gerilimi.....	37
5.2.2.3	Cıvata devamlı mukavemet ve genlik değerleri.....	38
5.2.2.3.1	Cıvata ek ve hafifletme kuvveti.....	38
5.2.2.3.2	Cıvata etkileyen toplam kuvvet.....	39
5.2.2.3.3	Cıvata ve sıkılan parçalarının oturması, sondurum alma değeri f_{01}	39
5.2.2.3.4	Emniyetli maksimum cıvata kuvveti.....	40
5.2.2.3.5	İşletmede gerilimler.....	40
5.2.2.3.6	İşletmede yüzey basıncı.....	40
5.2.2.4	Ön gerilmeli cıvata bağlantısı için örnek.....	61
6	Konu indeksi.....	69

1 Cıvata ne dir?

Cıvatalar en çok kullanılan en önemli çözülebilir makina elemanlarıdır. Cıvata silindirik bir çubuğa vida çekilerek yapılır. Şekil 1 de makina branşında kullanılan tipik sağ helisli cıvata resmi görülmektedir.

1.1 Cıvatanın kaba tanımı

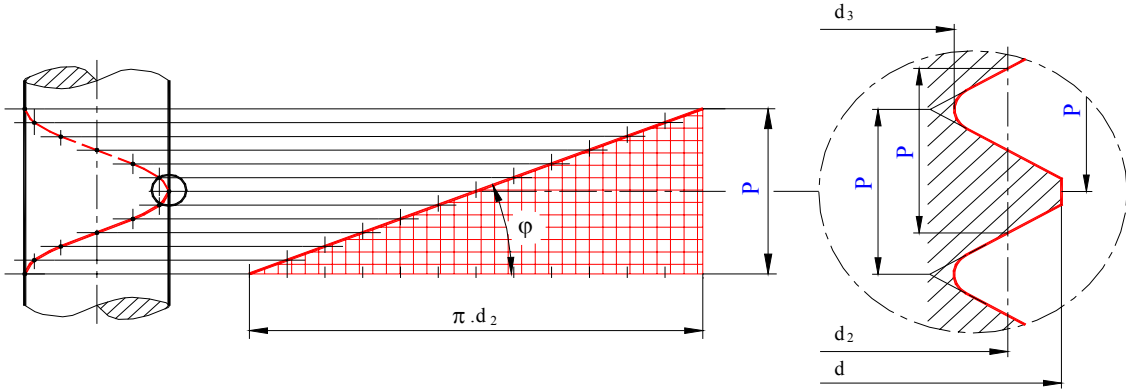


Şekil 1, Cıvata

A	Cıvata kafası	B	Cıvata şaftı
C	Vidalı şaft kısmı	D	Firma işareti
E	Kalite sembolü	F	Somun

1.2 Vida ne dir?

Vida helis şeklindeki bir kamanın, yani bir dik üçgenin bir silindirin üzerine sarılmasıyla elde edilir (bak Şekil 2). Standartlaştırılmış vidalarda bütün ölçüler ve tanımlamalar standartlar ile tam olarak belirlenmiştir.



Şekil 2, Kamanın şafta sarılması

Helisel eğrilerde olduğu gibi buradada vida helisini üç ana faktör karakterize eder:

- **Adım, hatve (P)** : Vidanın 360° dönüşünde almış olduğu, dönme eksenini yönündeki yol.
- **Bölüm dairesi çapı (d₂)**: Vida bir kanal şeklinde olduğundan burada üç çap vardır. Vidanın değerleri bölüm dairesi çapı "d₂" ile tanımlanır. Diğer çaplar başka amaçlarla kullanılır. Fakat hatve her üç çap içinde aynı büyüklüktedir.
- **Helis açısı (φ)**: Helis açısının tanjant değeri, hatvenin bölüm dairesi çap çemberinin boyuna (π.d₂) bölünmesiyle bulunur.

1.2.1 Helis açısı "φ"

$$\tan \varphi = \frac{P \cdot n}{\pi \cdot d_2} \quad (1)$$

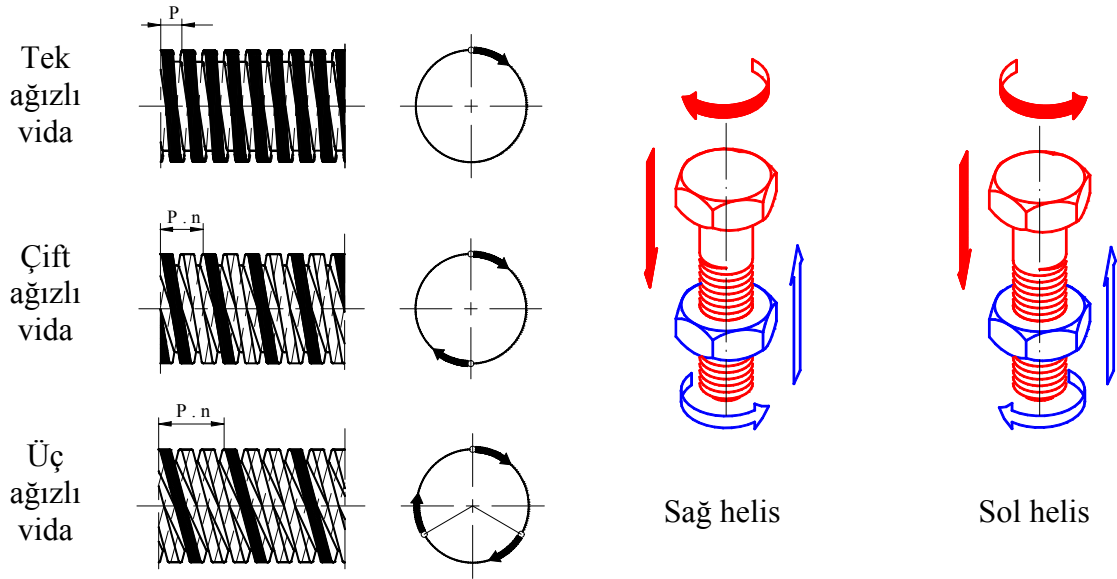
$$\tan \varphi = \frac{P}{\pi \cdot d_2} \quad (2)$$

φ	°	Vidanın helis açısı
P	mm	Vidanın adımı, hatvesi
n	1	Ağız sayısı P.n = Toplam hatve
d ₂	mm	Bölüm dairesi çapı, ovalama çapı

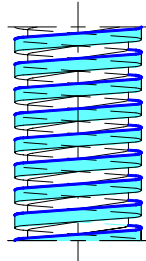
Ağız sayısı standart vidalarda n = 1 dir.

1.2.2 Helis yönü

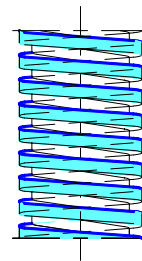
Vidalar normal olarak sağ helisli vidadır. Sağ helis vidalı cıvata somun saat ibresi yönünde döndürülürse bağlantı sıkışır, aksi yöne çevrilirse gevşer. Özel durumlarda kullanılan sol helisli vidalar ise saat ibresi yönünde döndürülürse bağlantı gevşer, aksi yönde ise sıkışır. Hareket yönü görecelidir (Şekil 3). Cıvata başı döndürülüyorsa, somuna göre aksi yöndür.



Şekil 3, Vidada ağız ve sağ-sol helis



Şekil 4, Sağ helis

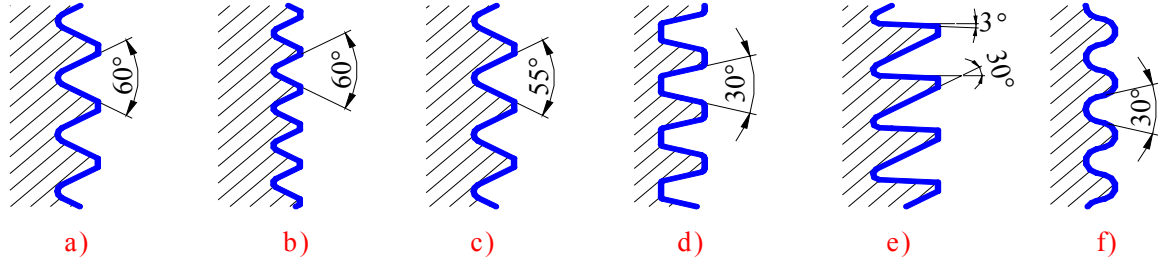


Şekil 5, Sol helis

Ekseni dik tuttuğumuzda helise tırmanmak için sağa doğru gidiliyorsa, helis "sağ helis" diye adlandırılır

Ekseni dik tuttuğumuzda helise tırmanmak için sola doğru gidiliyorsa, helis "sol helis" diye adlandırılır

1.2.3 Çok kullanılan vida çeşitleri



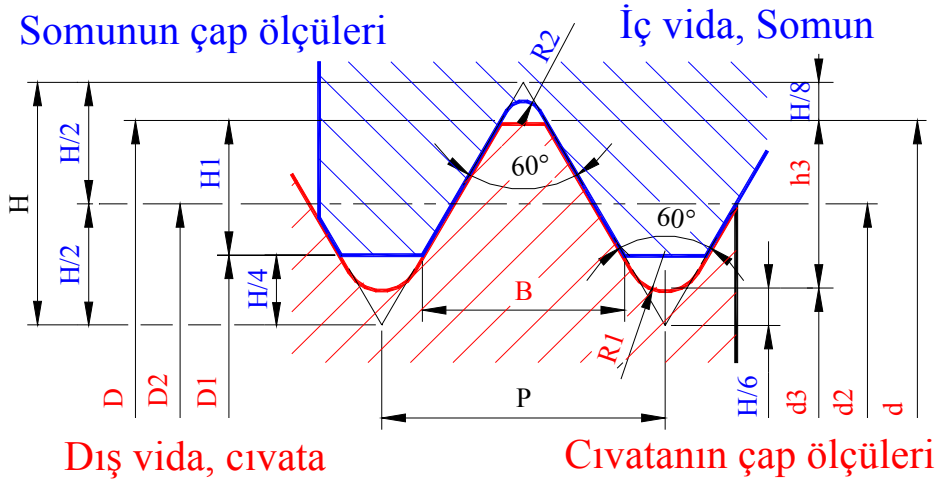
Şekil 6, Vida çeşitleri

- a) Metrik vida, b) Metrik ince vida, c) Whitworth vidası, d) Trapez vida, e) Testere dişli vida, f) Yuvarlak dişli vida

1.2.3.1 Metrik vida

1.2.3.1.1 Metrik vida, normal

Makina imalatında en çok kullanılan vida tipidir ve . Uç açısı 60° dir. Dış vida ucu kesilmiş ve iç vida içi yuvarlatılmıştır. Böylece çentik etkisi azaltılmıştır. Bağlantı elemanı olarak kullanılan cıvataların vida şeklidir. Metrik vida Şekil 7 ile gösterilmiştir.



Şekil 7, Metrik vida

Şekil 7 daki sembollerin tanımlaması

d,D	mm	Vida anma çapı	---
P	mm	Adım	---
d ₂ ,D ₂	mm	Bölüm çapı	$d_2 = D_2 = d \cdot 0,64953 P$
d ₃ ,D ₁	mm	Dış dibi çapı	$d_3 = d - 1,22687 P$
		iç vida çekme çapı	$D_1 = d - P$
H	mm	Dış yüksekliği	$H = \cos 30^\circ P$, $H = 0,86603 P$
H ₁	mm	Dişin degen yanak yüksekliği	$H_1 = 0,54127 P$
h ₃	mm	Vidanın baş yüksekliği	$h_3 = 0,61343 P$
R ₁ ,R ₂	mm	Yuvarlaklık yarı çapı	$R_1 = (H/6) = 0,14434 P$
			$R_2 = (H/12) = 0,07217 P$

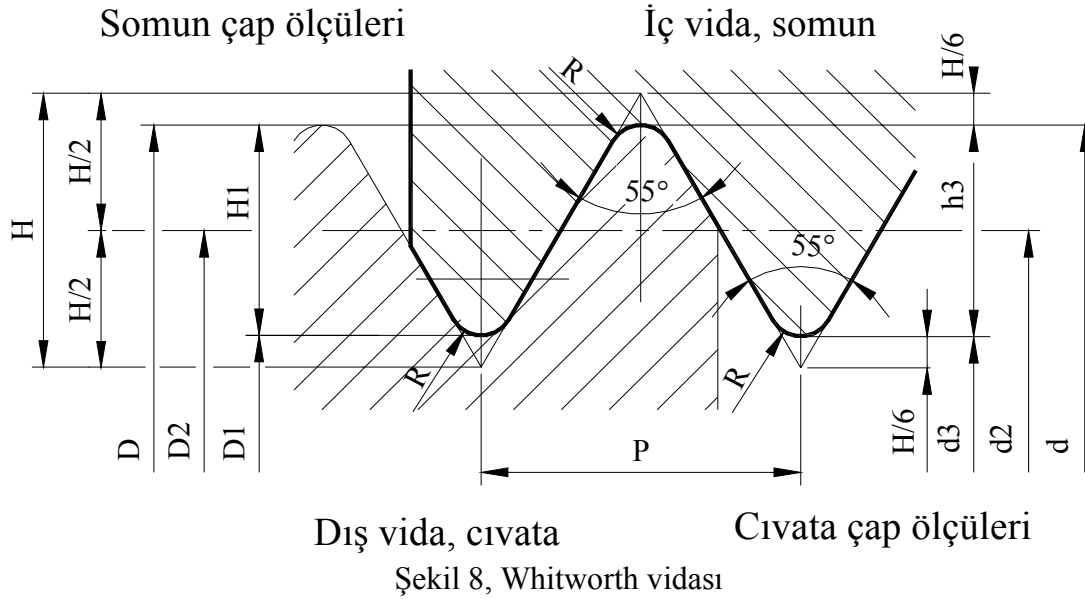
1.2.3.1.2 Metrik vida, ince

Form olarak normal ISO-Vidasından farkı yoktur. Yalnız adımı küçük olduğundan vida derinliği oldukça küçüktür. Vida derinliğinin küçük olmasından dolayı çentik etkisi çok az olur. Dinamik yük altında çalışan bağlantılarda kullanılır.

1.2.3.2 Whitworth-Vidası

Whitworth vidası normal "Whitworth vidası" ve "Whitworth boru vidası" olarak iki ayrı çeşittir. Her ikisinin de diş biçimi aynıdır. Ancak normal Whitworth vidası daha 1971 de Türk Standartlarına alınmışken, TS 61/Nisan 1978 Standartı Whitworth boru vidasını standart dışı bırakmıştır. Whitworth vidası normal olarak yeni konstruksiyonlarda artık kullanılmaması gereken bir vida çeşididir. Fakat yurdumuzda çok yaygın olduğundan (aşağı yukarı metrik vidaya kıyasla %30) bilmekte fayda vardır.

Normal Whitworth-Vidası değerleri Şekil 8 ile gösterilmiştir.



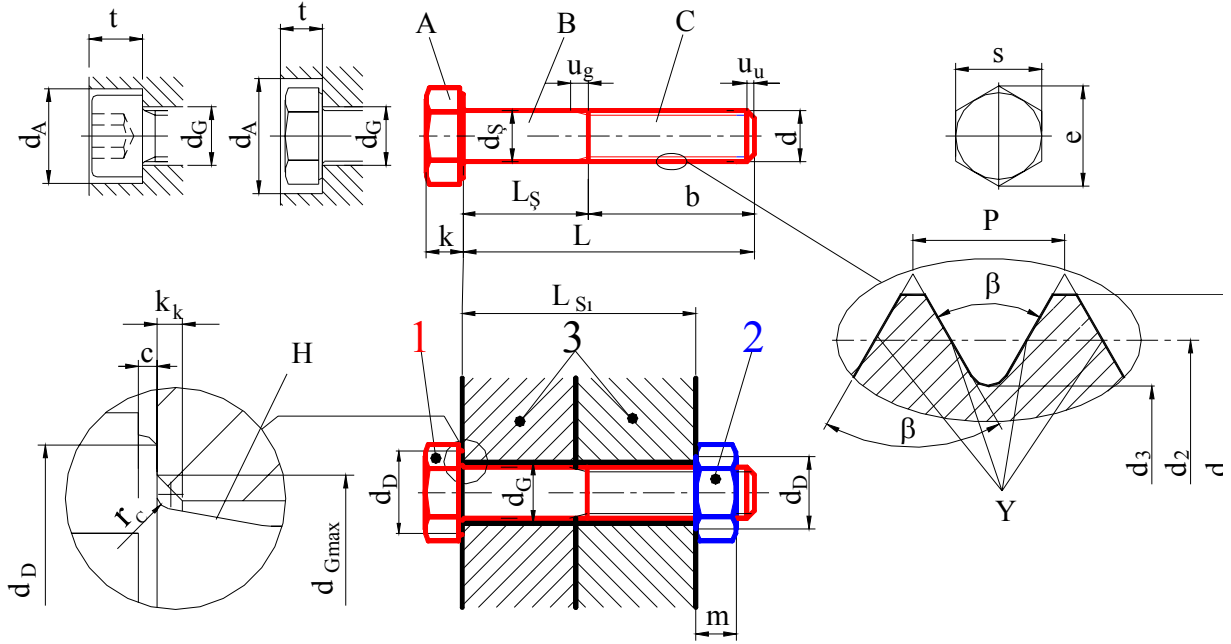
Şekil 8 deki sembollerin tanımlaması

d,D	inç	Vida anma çapı	---
P	inç	Hatve, Adım	inç/n veya 25,4/n
n	-	inçteki (parmaktaki) diş sayısı	---
H	inç	Diş yüksekliği	$H = (1/\tan 27,5^\circ) P \Rightarrow H = 0,9605 P$
H ₁ , h ₃	inç	Vidanın baş yüksekliği	$H_1 = h_3 = 2 H / 3 = 0,64033 P$
R	inç	Yuvarlaklık yarı çapı	$R = 0,13733 P$
d ₂ , D ₂	inç	Bölüm çapı	$d_2 = D_2 = d - H_1 = d - 0,64033 P$
d ₃ , D ₁	inç	Diş dibi çapı ve iç vida çekme çapı	$d_3 = d - 2 H_1 = d - 1,2807 P$ $D_1 = d - 1,2807 P$



Şekil 9, Çeşitli cıvatalar

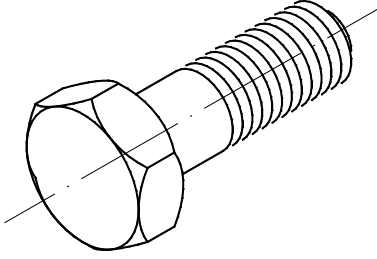
1.2.4 Cıvata ve vidada terimler



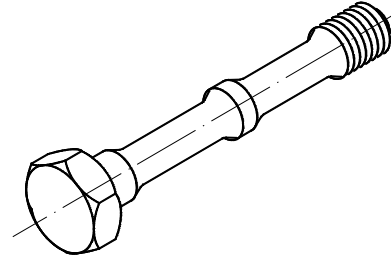
Şekil 10, Cıvata ve vidada terimler

A	Cıvata kafası	H	Şaft eğimi
B	Cıvata şaftı	k	Kafa kalınlığı, kafa yüksekliği
b	Vida boyu	k _k	Köşe kırma
c	Kafa ökçesi	L	Cıvatanın anma boyu
C	Diş yanağı	L _{S1}	Parçaların veya cıvatanın sıkılan boyu
d	Anma çapı ≈ diş üstü çapı	L _Ş	Şaft boyu
d ₂	Bölüm dairesi çapı, ovalama çapı	m	Somun kalınlığı
d ₃	Diş dibi çapı	P	Hatve, adım
d _A	Cıvata kafa yuvası çapı	s	Anahtar ağızı açıklığı
d _D	Kafa veya somun altı dış çapı	t	Cıvata kafa yuvası derinliği
d _i	Kafa veya somun altı iç çapı	r _C	Kafa altı köşe yarı çapı
d _G	Geçiş deliği çapı, delik çapı	u _G	Vidanın şafta geçiş boyu
d _Ş	Şaft çapı	u _U	Vidanın uç boyu
e	Köşe açıklığı	β	Uç açısı, profil açısı

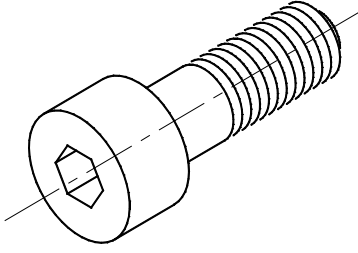
1.2.5 En çok kullanılan bir kaç cıvata ve somun çeşiti



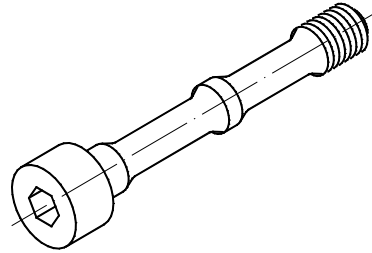
a) Altıköşe şaftlı cıvatalar



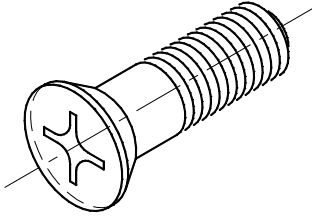
f) Altıköşe esnek cıvatalar



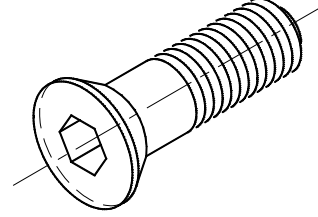
b) İnbus şaftlı cıvatalar



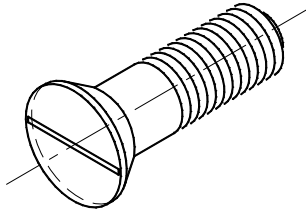
g) İnbus esnek cıvatalar



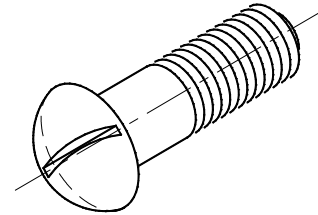
c) Havşa başlı yıldız yarıklı cıvatalar



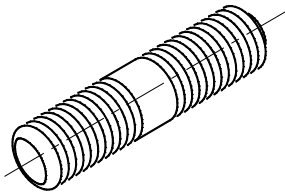
h) Havşa başlı inbus cıvatalar



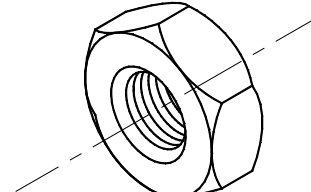
d) Havşa başlı yarıklı cıvatalar



i) Mercek başlı yarıklı cıvatalar



e) Saplamalar

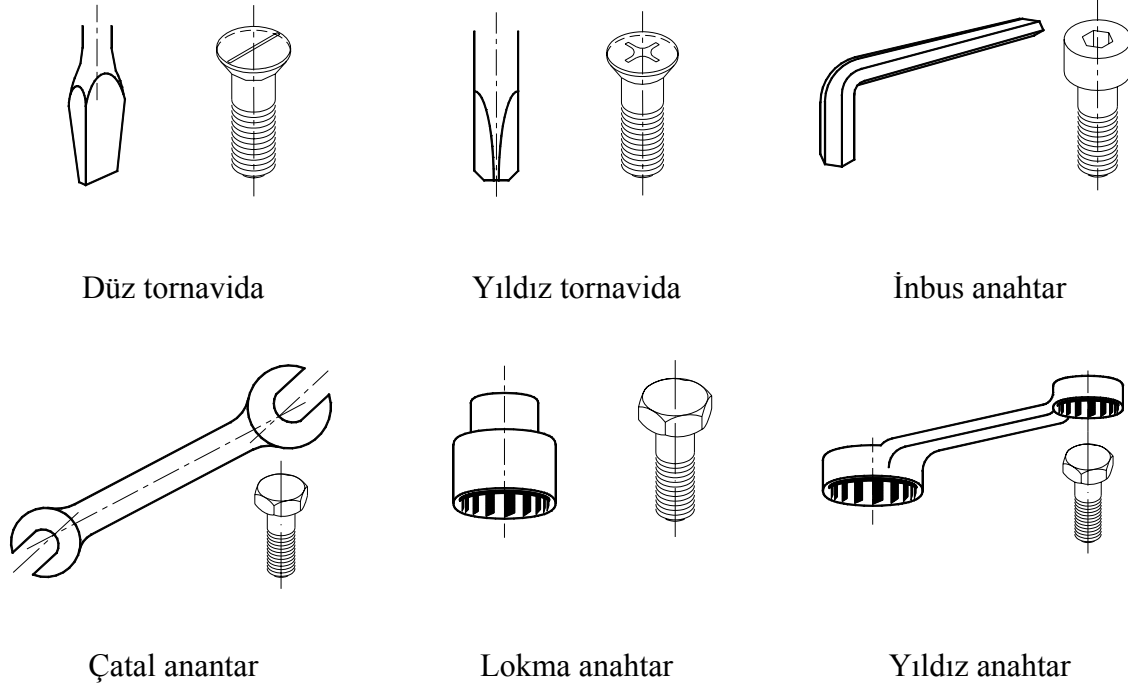


j) Altıköşe somunlar

Şekil 11, En çok kullanılan cıvatalar ve somun

1.2.6 Anahtar ve tornavidalar

Cıvata bağlantılarının sıkma ve çözme işlemleri anahtar veya tornavidalarla yapılır. Anahtarlar ya normal el anahtarları veya moment ayarlı tork anahtarları diye ikiye ayrılırlar. Anahtarlar ve tornavidalar baş veya uçlarına göre adlandırılırlar. Cıvata ve sıkma aletleri Şekil 12 ile gösterilmiştir.

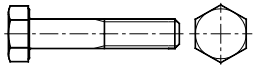
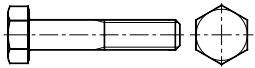
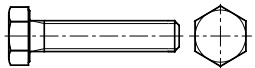
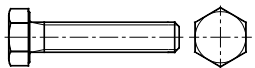
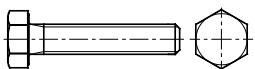
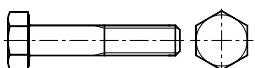
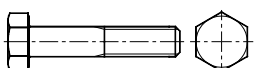
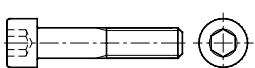
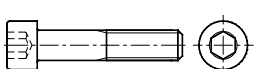
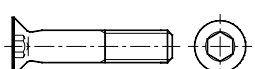
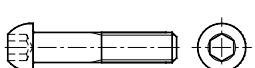
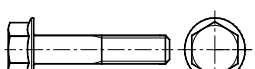
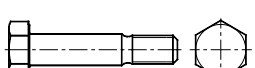


Şekil 12, Anahtar ve tornavidalar

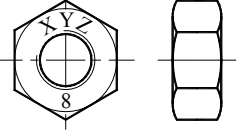
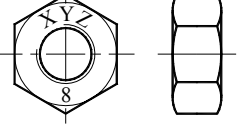
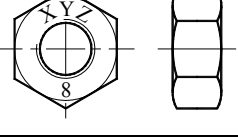
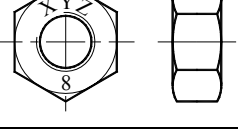
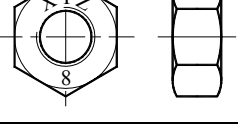
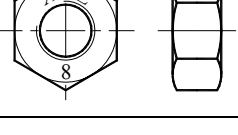
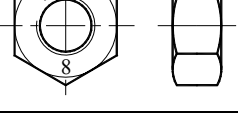
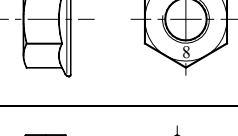
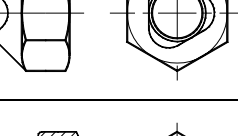
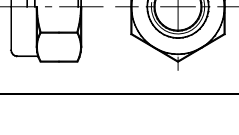


Şekil 13, Çeşitli somunlar

Tablo 1, Piyasada bulunan ve Türkiyede imal edilen standart cıvatalar

No	Parçanın resmi	Tanımı	DIN/ISO	TSE	Piyasada bulunan standart büyüklükler
1.		Altıköşe cıvata Yarım paso	DIN 931 EN ISO 4014 EN ISO 4753	TS 1021/4	M5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20
2.		Altıköşe cıvata İnce diş, Yarım paso	DIN 960 EN ISO 8765 EN ISO 4753		M8, 10, 12, 14, 16, 18, 20
3.		Altıköşe cıvata Tam paso	DIN 933 EN ISO 4753	TS 1021/2	M5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20
4.		Altıköşe cıvata Tam paso	EN ISO 4017 EN ISO 4753		M5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20
5.		Altıköşe cıvata İnce diş, Tam paso	DIN 961 EN ISO 8676 EN ISO 8765 EN ISO 4753		M8, 10, 12, 14, 16, 18, 20
6.		Altıköşe cıvata Yarım paso, Normal diş UNC	ASME B18.2.1		¼ ; 5/16 ; 3/8 ; 7/16 ; ½ ; 9/16 ; 5/8 ; 3/4
7.		Altıköşe cıvata Yarım paso, İnce diş UNC	ASME B18.2.1		¼ ; 5/16 ; 3/8 ; 7/16 ; ½ ; 9/16 ; 5/8 ; 3/4
8.		Inbus cıvata Yarım paso	DIN 912 EN ISO 4762		M5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20
9.		İnce kafa inbus cıvata Yarım paso	DIN 7984		M5, 6, 8, 10, 12
10.		Havşa başlı inbus cıvata, Yarım paso	DIN 7991 EN ISO 10642		M5, 6, 8, 10, 12
11.		Bombe başlı inbus cıvata	ISO 7380		M5, 6, 8, 10, 12
12.		Flanşlı altıköşe cıvata	DIN 6921 DIN 1665 ISO 4162 EN 1662		M5, 6, 8, 10, 12, 14, 16
13.		Alıştırma cıvataları	DIN 7968		

Tablo 2, Piyasada bulunan ve Türkiyede imal edilen standart somunlar

No	Parçanın resmi	Tanımı	DIN/ISO	TSE	Piyasada bulunan standart büyüklükler
14.		Altıköşe somun	DIN 934 EN ISO 4032		M4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20
15.		Altıköşe somun İnce diş	EN ISO 8673		M8, 10, 12, 14, 16, 18, 20
16.		Altıköşe inç somun	ASME B18.2.2		¼ ; 5/16 ; 3/8 ; 7/16 ; ½ ; 9/16 ; 5/8 ; 3/4
17.		Altıköşe ince somun	DIN 439-2		M6, 8, 10, 12
18.		Altıköşe kontra somun	DIN 936		M8, 10, 12, 14, 16, 18, 20
19.		Altıköşe ince somun	EN ISO 4035		M6, 8, 10, 12, 14, 16
20.		Altıköşe ince somun İnce diş	EN ISO 8675		M8, 10, 12, 14, 16
21.		Flanşlı altıköşe somun	DIN 6923 ISO 4161		M6, 8, 10, 12
22.		Sıkmalı altıköşe somun	DIN 980V		M8, 10, 12, 14, 16
23.		Fiberli altıköşe kalın somun / Fiberli altıköşe somun	DIN 982 / DIN 985		M6, 8, 10, 12 / M6, 8, 10, 12, 14, 16, 18

2 Cıvataların fonksiyonları

Cıvata ve somunlar kuvvet bağlantısı prensibiyle çalışırlar. Cıvatalar genelde hemen hemen bozulmadan vede sakatlanmadan çözülebilen bağlantı elemanlarıdır.

2.1 Cıvatanın kullanılma fonksiyonları

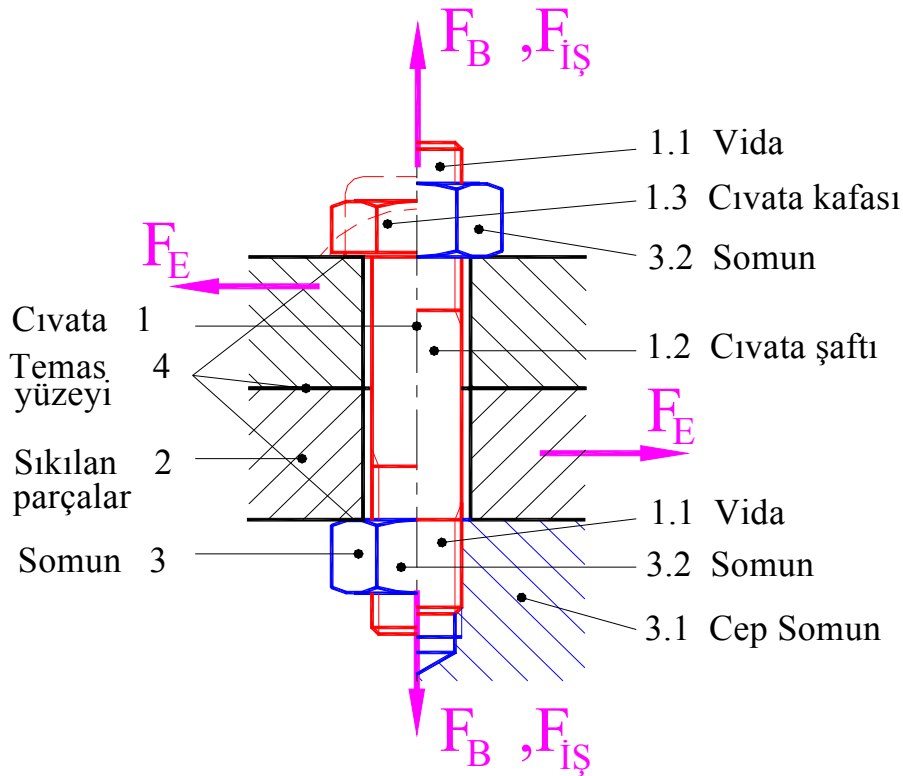
Cıvatalar şu fonksiyonları yapmaları için kullanılır;

- Bağlantı cıvataları; Makina yapımında ve Çelik konstruksiyonda
- Hareket cıvataları
- Ölçü cıvataları
- Sıkıştırma ve germe cıvataları
- Ayarlama cıvataları

Bu seminerde yalnız makina yapımında kullanılan bağlantı cıvataları ele alınacaktır.

2.1.1 Bağlantı cıvataları

Bağlantı cıvataları ön gerilmeli ve ön gerilmemiş bağlantı cıvataları olarak iki kısımda toplanırlar. Ön gerilmeli bağlantı cıvatası Şekil 14 de şematik olarak gösterilmiştir.



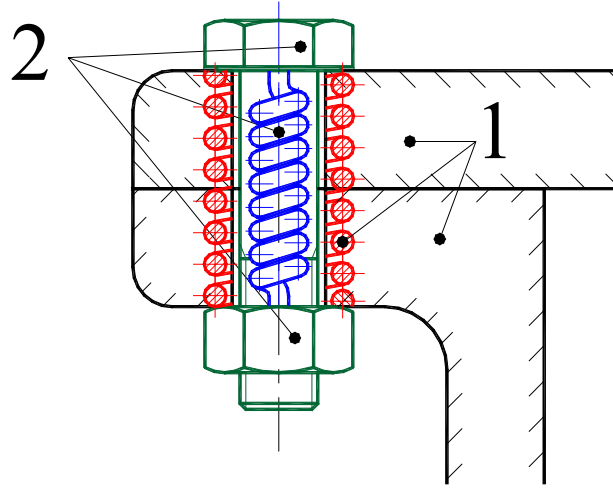
Şekil 14, Bağlantı cıvatası

Şekil 14 ile gösterilen kuvvetlerin tarifi şöyledir:

- F_B Cıvata eksenini doğrultusunda boyuna kuvvet
- $F_{IŞ}$ Cıvata eksenini doğrultusunda işletme kuvveti
- F_E Cıvata eksenine dik enine kuvvet, enine kuvvet

2.2 Cıvatanın kuvvet altında fonksiyonu

Ön gerilmeli cıvata bağlantısının prensip şeması Şekil 15 ile gösterilmiştir.



Şekil 15, Ön gerilmeli cıvata bağlantısı

Ön gerilmeli cıvata bağlantısında; sıkıştırılan parçalar basıya çalışan helis yay, parçaları bağlayan cıvata somununun ise çekiye çalışan helis yay olarak düşünülür.

Cıvata bağlantısının birinci ödevi, kuvvet ve momenti bir parçadan öbür parçaya bozulmadan aktarmasıdır. Cıvata bağlantısı bu ödevi yaparken iki ayrı durum ortaya çıkar.

Birinci durum: cıvatanın montaj ve montajdan hemen sonraki halidir. Bu durumda cıvata bağlantısı yalnız iç kuvvetlerin etkisi altındadır.

İkinci durum: cıvatanın işletmedeki hali. Cıvata bağlantısını iç kuvvetlerle beraber dış kuvvetlerinde etkisi altındadır.

Birinci durumda (montajda) etken olan değerler şunlardır:

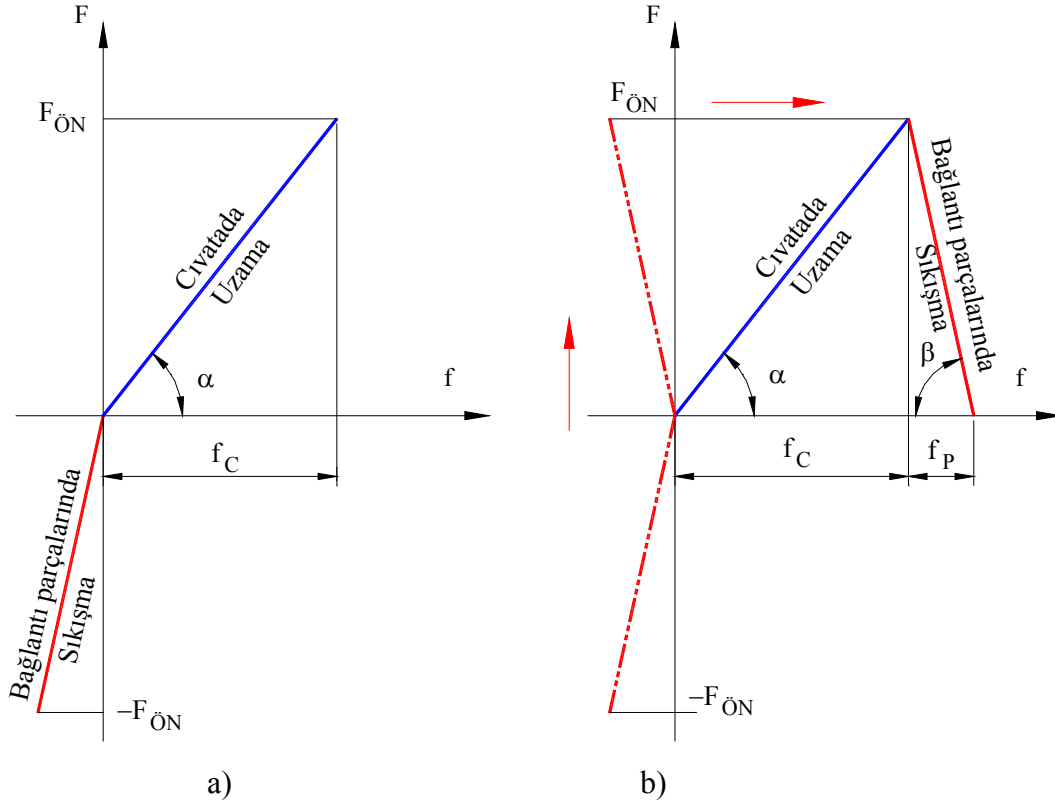
- Sıkıştırmadan doğan ön germe kuvveti,
- Ön germe kuvvetinin doğurduğu temas yüzeylerindeki yüzey basınçları,
- Torsiyon momenti.

İkinci durumda (işletmede) etken olan değerler şunlardır:

- Cıvatayı ekseninden “**Eksenden boyuna zorlayan**” veya eksen dışından “**Eksen dışı boyuna zorlayan**” işletme kuvveti,
- Cıvatayı enine zorlayan işletme kuvveti (cıvata eksenine dik kuvvet),
- Temas yüzeylerinin oturması sonucu ön germe kuvveti kaybı,
- Cıvatayı boyuna zorlayan işletme kuvvetinin cıvata ve plakalara dağılımı,
- Kuvvetlerin doğurduğu temas yüzeylerindeki yüzey basınçları ve bağlantıyı zorlayan momentler,
- İşletmedeki boyuna veya enine ısı etkisi,
- Erozyon ve korezyon etkileri, v.s.

2.2.1 Birinci durum, montajdaki hal

Cıvata kafasının veya somunun döndürülmesiyle cıvata montajda bir ön germe kuvveti ile yüklenir. Bu ön germe kuvveti etkisiyle cıvata çeki kuvvetiyle uzamaya, bağlantı parçalarında çeki kuvvetine eşit basınç kuvveti etkisiyle sıkıştırılmaya maruz kalırlar.

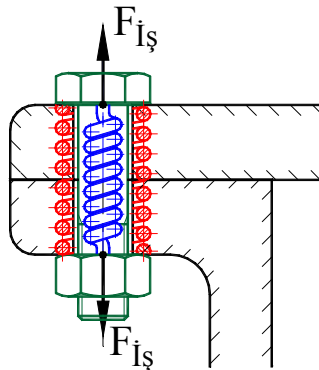


Şekil 16, Ön germe diyagramı

Bu durumu Kuvvet-Yol diyagramı ile gösterirsek Şekil 16 a ortaya çıkar. **Rötscher** (Röçer) bu diyagramı alıp, parçaların sıkışma kuvvetinin doğrusunu X-eksenine (yol eksenine) göre simetrisini alıp, uç değeri cıvatanın uç değerine kaydırıyor. Ve böylece meşhur **Rötscher** ön germe üçgeni doğuyor (Şekil 16 b). Bu fonksiyonun doğrularının tanjant değerleri malzemelerinin yay esnekliğini verir. Bu diyagramdan cıvata ve sıkıştırılan parçaların elastik boy değişimi (f) görülür.

2.2.2 İkinci durum, işletmedeki hal

Cıvatayı sıkıştırıp bağlantıyı yaptığımızda, cıvatayı çekiye, plakaları basıya (bak Şekil 17) zorlamış oluruz. İşletme kuvvetinin teorik olarak cıvata kafası dayanma yüzeyinden ve somun dayanma yüzeyinden etki gösterdiğini bir an kabul edersek;

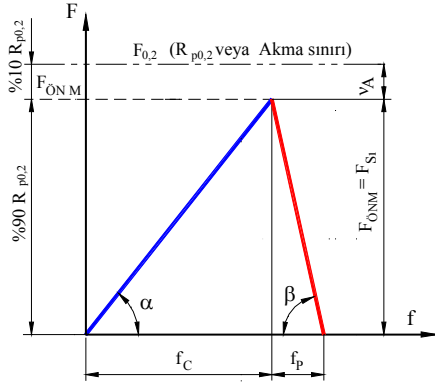


Şekil 17, Ön gerilmeli cıvatanın işletmedeki hali

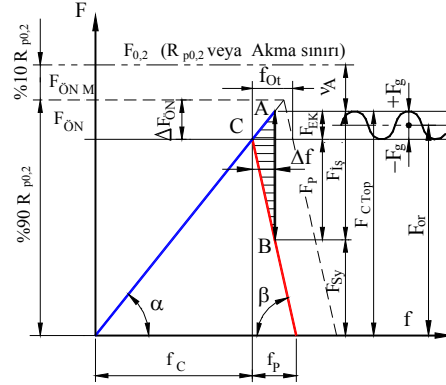
işletme kuvveti $F_{İş}$ cıvatayı daha çok çekiye, plakaları daha az basıya zorlayacaktır. Demekki ön gerilmeli cıvata bağlantısında işletme kuvvetinin büyük kısmı cıvata tarafından değilde plakalar tarafından karşılanacaktır.

Cıvata bağlantısının birinci durumunu (Şekil 18) ve işletmedeki zorlama (Şekil 19) görülür.

Şekil 19 nin analizini yaparsak, Şekil 18 nında analizini yapmış oluruz. Şöyleki;



Şekil 18, Montajda ön germe diyagramı



Şekil 19, İşletmede ön germe diyagramı

1. $F_{0,2}$ Cıvata malzemesinin garantili akma sınır kuvveti [N]
 $R_{p0,2}$ Cıvata malzemesinin garantili akma mukavemet değeri [N/mm^2]
 A_{GE} Cıvatanın gerilim kesit alanı [mm^2]
2. $F_{ÖNM}$ Montajda sıkma momenti ile ulaşılan ön germe veya F_{SiM} sıkma kuvveti [N]
3. v_A Emniyet aralığı [1]
4. α Montaj veya işletmede cıvatanın elastik esneklik açısı [$^\circ$]
 f_C Montaj veya işletmede cıvatanın boy uzaması [mm]
5. β Montaj veya işletmede plakaların elastik esneklik açısı [$^\circ$]
 f_P Montaj veya işletmede plakaların boy kısalması [mm]
6. $F_{ÖN}$ İşletmede ön germe kuvveti [N]
 F_{Si} İşletmede geriye kalan sıkma kuvveti [N]
 $\Delta F_{ÖN}$ İşletmede oturmadan oluşan ön germe kuvveti kaybı [N]
 f_{Ot} İşletmede oturmadan oluşan boy değişimi [mm]
7. $F_{İş}$ İşletme kuvveti. Cıvatayı işletmede boyuna zorlayan kuvvet [N]
 F_{EK} Ek kuvvet, işletme kuvvetinin cıvatayı zorlayan kısmı [N]
 F_P Plaka kuvveti, işletme kuvvetinin plakalarca alınan kısmı [N]
 Δf Ek kuvvetten oluşan boy değişimi [mm]
8. F_{CTop} İşletmede cıvatayı zorlayan toplam kuvvet [N]
9. $\pm F_g$ İşletmede genlik kuvveti [N]

Burada verilen deyimlerin açıklamasını teker teker yapalım.

2.2.2.1 Cıvata malzemesinin garantili akma sınır kuvveti "F_{0,2}"

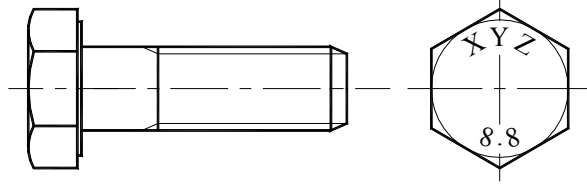
Cıvata malzemesinin garantili akma sınır kuvveti "F_{0,2}" formül (3) ile bulunur;

$$F_{0,2} = R_{p0,2} \cdot A_{GE} \quad (3)$$

R _{p0,2}	N/ mm ²	Cıvata malzemesinin garantili akma mukavemet değeri
A _{GE}	mm ²	Cıvatanın gerilim kesit alanı

2.2.2.1.1 Cıvata malzemesinin garantili akma mukavemet değeri "R_{p0,2}"

Cıvata malzemesinin kalite sayısından malzemenin mukavemet değerleri çıkarılır.



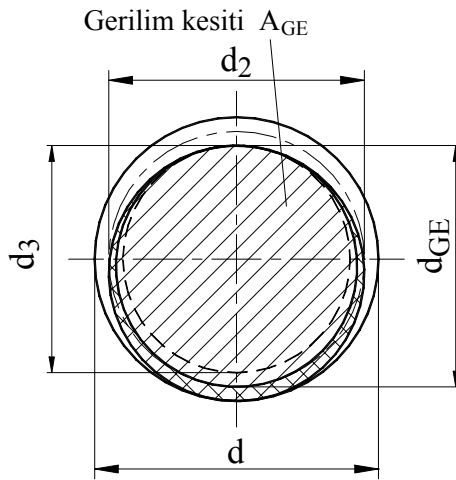
Şekil 20 de gösterilen cıvatanın kalitesi 8.8 dir. Burada birinci rakkamın 100 ile çarpımı cıvata malzemesinin garantili kopma "R_m" mukavemet değerini, ikinci rakkamın kendisinin on katı ile çarpımı cıvata malzemesinin garantili akma "R_e veya R_{p0,2}" mukavemet değerini verir. Şekil 20 örneği;

$$R_m = 8 \times 100 = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$R_e \text{ veya } R_{p0,2} = 8 \times 80 = 640 \text{ N/mm}^2$$

Şekil 20, Cıvata malzeme değerleri

2.2.2.1.2 Cıvata gerilim kesit alanı "A_{GE}"



Cıvatanın gerilim kesit alanı "A_{GE}" Şekil 21 ile gösterilmiştir.

$$A_{GE} = \frac{\pi d_{GE}^2}{4}$$

$$d_{GE} = \frac{d_2 + d_3}{2}$$

Hesaplarda dahada emin olmak için d_{GE} çapı yerine d₃ çapı alınır ve gerilim kesit alanı "A_{GE}" hesaplanır. Böylece;

$$A_{GE} = \frac{\pi d_3^2}{4} \quad (4)$$

Şekil 21, Cıvatanın gerilim kesit alanı

bulunur. Buda A₃ alanıdır.

2.2.2.2 Montajda ön germe kuvveti "F_{ÖNM}" ve sıkma momenti "M_{SİM}"

Montajda ön germe kuvveti "F_{ÖNM}" ve sıkma momenti "M_{SİM}" değerleri cıvata büyüklüğü ve kalitesine göre genel olarak Tablo 31 ile bulunur. Eğer verilen donelerle sıkma momenti Tablo 31 ile bulunamassa kaba olarak formül (5), (6) veya (7) ile hesaplanır.

$$M_{S1} = F_{ÖNM} \cdot (0,159 \cdot P + 0,577 \cdot \mu_V \cdot d_2 + \mu_K \cdot r_K) \quad (5)$$

$$M_{S1} \approx 0,2 \cdot F_{ÖNM} \cdot d_2 \approx 0,17 \cdot F_{ÖNM} \cdot d \quad (6)$$

$$F_{\text{ÖNM}} = F_{\text{ÖN90}} = \frac{0,9 \cdot R_{p0,2} \cdot A_{GE}}{\sqrt{1 + 3 \cdot \left[\frac{4}{d_0} \cdot (0,159 \cdot P + 1,155 \cdot \mu_V \cdot d_2) \right]^2}} \quad (7)$$

$F_{\text{ÖNM}}$	N	Montajda ön germe kuvveti
P	mm	Adım, hatve
μ_V	1	Vidanın sürtünme katsayısı
μ_K	1	Cıvata kafasının sürtünme katsayısı
r_K	mm	Cıvata kafasında moment etki yarı çapı
d_2	mm	Bölüm dairesi çapı, Profil çapı
d	mm	Anma çapı, vidanın dış çapı
$R_{p0,2}$	N/ mm ²	cıvata malzemesinin garantili akma mukavemet değeri
A_{GE}	mm ²	Cıvatanın gerilim kesit alanı
d_0	mm	Gerilim çapı $d_{GE} = (d_2 + d_3)/2$

2.2.2.2.1 Montajda sıkma momenti " M_{S1} "

Pratikte en sık kullanılan sıkıştırma metotları şunlardır:

- **Dönme açısı kontrollü sıkıştırma metodu:**
Burada istenilen hassasiyete ulaşılması oldukça kolaydır. Cıvata el veya anahtarla sıkılır.
- **Tork anahtarı ile sıkıştırma metodu:**
İstenilen toleranslar ile değerleri elde etmek vida ve cıvata kafası sürtünme katsayısına bağlıdır. Eğer kabul edilen değerler hakikatteki değerlere uyuyorsa istenilen toleranslar elde edilir.
- **Cıvata boyu ölçme ile sıkıştırma metodu:**
İstenilen hassasiyet tam olarak elde edilir. Fakat bu çok pahalı ve oldukça zor bir yoldur. Bunun için **özel hallerde** kullanılır. Cıvata boyunu ölçme EÖB-metodu (Esneme Ölçme Bantları) ile yapılır. Bu çok zor, karışık ve pahalı bir işlemdir.

Tablo 3, Sıkma momenti faktörü " α_{S1} "

Sıkma metodu	Ön germe kuvvetinin dağılımı	Montajda sıkma momenti	Sıkma momenti faktörü α_{S1}
Dönme açısı kontrollü veya cıvata boyu uzatma metodu. Cıvata el veya anahtarla sıkılır.	$R_{p0,2}$	yoktur	1,0
Tork anahtarı ile torsiyon moment kontrollü sıkma. Bütün cıvatalar ayarlı tork anahtarı ile sıkılır ve kontrol edilir,	$\pm 20\%$	$0,9 M_{S1}$	1,6
İmpulskontrollü darbeli anahtarla sıkma. Sıkılan cıvatalardan en az 10 adedi veya duruma göre %10 u tork anahtarı ile kontrol edilir.	$\pm 40\%$	$0,85 M_{S1}$	2,5
Başta el anahtarı olmak üzere çeşitli aletlerle yapılır. Sıkma momenti ne sıkılırken verilir nede sonradan kontrol edilir.	$\pm 60\%$	yoktur	4,0

Sıkma momenti faktörü α_{S1} şu orantıyı belirler:

$$\alpha_{S1} = \frac{F_{\text{ÖNM max}}}{F_{\text{ÖNM min}}} = \frac{M_{S1 \text{ max}}}{M_{S1 \text{ min}}}$$

$$M_{S1 \text{ max}} = M_{S1 \text{ min}} \cdot \alpha_{S1} \quad (8)$$

Görüldüğü gibi cıvata bağlantılarını tam istenilen değerlerle sıkma ve buna bağlı istenilen ön germe kuvvetini tam elde etmek uygulamada ve genel cıvata bağlantılarında imkansızdır. Sıkıştırma çeşitli etkenlerden ötürü sıkıştırma momenti dalgalı değer göstermektedir. Sıkıştırma faktörü (α_{S1}) maksimum sıkıştırma momentinin minimum sıkıştırma momentine olan oranı olarak kabul edilir. Bu değer daima birden büyüktür.

2.2.2.3 Emniyet aralığı " v_A "

Ön germe diyagramında, emniyet faktörü katsayı olarak gösterilmez. Emniyet aralığı olarak görülür. Emniyet değeri sıfırdan büyük olarak görüldüğü müddetçe bağlantı emniyetlidir.

$$v_A = F_{0,2} - F_{CTop} > 0 \quad (9)$$

$F_{0,2}$	N	Cıvata malzemesinin garantili akma sınır kuvveti
F_{CTop}	N	İşletmede cıvatayı zorlayan toplam kuvvet

2.2.2.4 Montaj veya işletmede cıvatanın elastik esneklik açısı " α "

Montaj veya işletmede cıvatanın elastik esneklik açısını incelersek şu bağıntıları buluruz.

$$\tan \alpha = \frac{1}{\delta_C} = \frac{F_{\text{ÖNM}}}{f_C} = \frac{F_{EK}}{\Delta f} \quad (10)$$

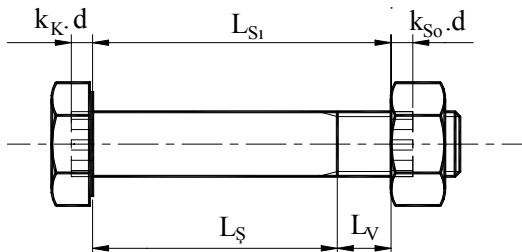
$$\delta_C = \frac{f_C}{F_{\text{ÖNM}}} = \frac{\Delta f}{F_{EK}} \quad (11)$$

δ_C	mm/N	Cıvatanın elastik esnekliği
f_C	mm	Cıvatanın montajda elastik uzaması
$F_{\text{ÖNM}}$	N	Montajda ön germe kuvveti
Δf	mm	Cıvatanın ek kuvvet etkisiyle uzaması
F_{EK}	N	Ek kuvvet, işletme kuvvetinin cıvatayı zorlayan kısmı

Cıvatanın elastik esnekliği " δ_C "

$$\delta_C = \sum_1^i \delta_i = \sum_1^i \frac{L_i}{E_C \cdot A_i} \quad (12)$$

L_i	mm	Cıvatadaki silindir elemanın boyu
E_C	N/mm ²	Cıvatanın elastiklik modülü
A_i	mm ²	Boyu verilen silindir elemanın kesit alanı



Şekil 22, Cıvatadaki silindir elemanlar

2.2.2.5 Montaj veya işletmede plakaların elastik esneklik açısı " β "

Montaj veya işletmede plakaların elastik esneklik açısını incelersek şu bağıntıyı buluruz.

$$\tan \beta = \frac{1}{\delta_P} = \frac{F_{\text{ÖNM}}}{f_P} = \frac{F_P}{\Delta f} \quad (13)$$

$$\delta_P = \frac{f_P}{F_{\text{ÖNM}}} = \frac{\Delta f}{F_P} \quad (14)$$

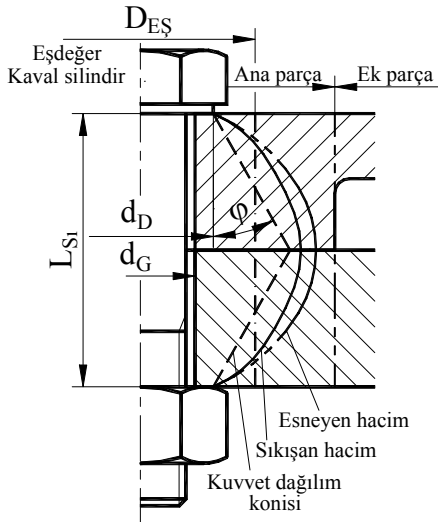
δ_P	mm/N	Sıkılan parçaların (plakaların) elastik esnekliği
f_C	mm	Plakaların montajda elastik uzaması
$F_{\text{ÖNM}}$	N	Montajda ön germe kuvveti
Δf	mm	İşletme kuvvetinin etkisiyle plaka boyunun kısılması
F_P	N	Plaka kuvveti, işletme kuvvetinin plakalarca alınan kısmı

Sıkılan parçaların elastik esnekliği " δ_P "

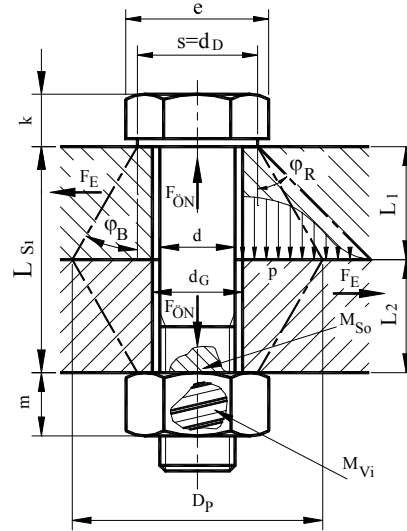
$$\delta_P = \frac{L_{S1}}{E_P \cdot A_{E\text{Ş}}} \quad (15)$$

L_{S1}	mm	Sıkılan parçaların boyu
E_P	N/mm ²	Sıkılan parçaların elastiklik modülü
$A_{E\text{Ş}}$	mm ²	Sıkılan parçaların esnekliğine eşit eşdeğer kaval silindirin kesit alanı

2.2.2.5.1 Eşdeğer kaval silindir



Şekil 23, Cıvatanın gerilim kesit alanı



Şekil 24, Cıvatanın gerilim kesit alanı

Eşdeğer kaval silindirin kesit alanı " $A_{E\text{Ş}}$ "

Sıkıştırılan parça geniş bir alana sahipse, cıvatanın sıkılmasından yalnız sıkıştırılan parçanın cıvata yakınındaki kısmı elastik olarak şekil değiştirir. Burada kuvvetler cıvata kafası ile somun arasında çift koni olarak etkilidir. **Rötscher**'e göre koni açısı $\phi_R = 45^\circ$, ve **Birger**'e göre $\phi_B = 30^\circ$ dir. Sıkılan parçalar yalnız bu çift koninin etkisiyle elastik olarak şekil değiştirirler. Böyle çift koninin etkisiyle esneklenen hacmin yaylanma rijitliği integrasyonla belirlenir. Buda pratikte pek kullanılmaz. Pratikte standartların önerdiği basitleştirilmiş formüller kullanılır. Yapılan deneylerde bu hacmin şekli fiçi ile koni arasında, paraboloid

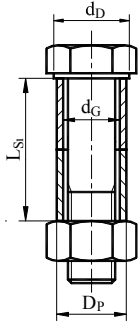
olarak görülmektedir. Esneğin hacmin içindeki delik çapı, geçiş deliği çapı “ d_G ” kadar kabul edilir. Hesaplarda geçiş deliği etrafında oluşan bu esneğin hacmi basma yayı olarak kabul edip, aynı esneme özelliği olan, eşdeğer hacimde bir kaval silindir alınır.

Eğer sıkılan parçalar çeşitli malzemelerden oluşmuş ise, sıkılan parçaların toplam elastik esnekliği, parçaların tek tek esnekliğinin toplamı kadardır ve şu şekilde hesaplanır:

$$\delta_P = \delta_1 + \dots + \delta_N$$

$$\delta_1 = \frac{L_{P1}}{E_{P1} \cdot A_{EŞ}} \dots \delta_N = \frac{L_{PN}}{E_{PN} \cdot A_{EŞ}} \quad (16)$$

δ_1	mm/N	1. Parçanın elastik esnekliği
L_{P1}	mm	1. Parçanın sıkıştırılan boyu
E_{P1}	N/mm ²	1. Parçanın Elastiklik modülü
$A_{EŞ}$	mm ²	Eşdeğer kaval silindirin kesit alanı
δ_N	mm/N	N ninci parçanın elastik esnekliği
L_{PN}	mm	N ninci parçanın sıkıştırılan boyu
E_{PN}	N/mm ²	N ninci parçanın Elastiklik modülü

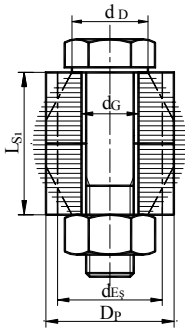


Şekil 25, Eşdeğer silindir

Eşdeğer kaval silindirin kesit alanı. Eğer ölçüler $D_P \leq d_D$, ise:

$$A_{EŞ} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_P^2 - d_G^2) \quad (17)$$

d_D	mm	Cıvata kafasının dayanma yüzeyi dış çapı, baş altı dış çapı
D_P	mm	Bağlanan parçaların esneklik paraboloidinin yayılabileceği en büyük dış çapı
d_G	mm	Geçiş deliği çapı
L_{S1}	mm	Sıkma boyu



Şekil 26, Eşdeğer silindir

Eşdeğer kaval silindirin kesit alanı.

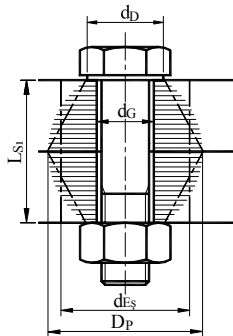
Eğer ölçüler $d_D \leq D_P \leq d_D + \tan \varphi \cdot L_{S1}$ ise:

$$x = 3 \sqrt{\frac{L_{S1} \cdot d_D}{D_P^2}}$$

$$A_{EŞ} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_D^2 - d_G^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_D \cdot (D_P - d_D) \cdot [(x+1)^2 - 1] \quad (18)$$

d_D	mm	Cıvata kafasının dayanma yüzeyi dış çapı
D_P	mm	Esneklik paraboloidinin en büyük dış çapı
d_G	mm	Geçiş deliği çapı
L_{S1}	mm	Sıkma boyu

Ölçü bağlantısı $d_D \leq D_P \leq 1,5 \cdot d_{BD}$ için sıkıştırma boyu max. $L_{S1}/d = 10$ olarak sınırlanır.



Şekil 27, Eşdeğer silindir

Eşdeğer kaval silindirin kesit alanı.

Eğer ölçüler $D_P > d_D + L_{S1}$ ise:

$$x = 3 \sqrt{\frac{L_{S1} \cdot d_D}{(d_D + L_{S1})^2}}$$

$$A_{ES} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_D^2 - d_G^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_D \cdot L_{S1} \cdot [(x+1)^2 - 1] \quad (19)$$

d_D	mm	Cıvata kafasının dayanma yüzeyi dış çapı
D_P	mm	Bağlanan parçaların esneklik paraboloidinin yayılabileceği en büyük dış çapı
d_G	mm	Geçiş deliği çapı
L_{S1}	mm	Sıkma boyu

Bu formüller şu şartlar ile geçerlidir:

- Sıkılan parçalar rijit ve normal kalınlıkta olmalı. Yani, sıkılan parçalar bir sürü ince parçadan oluşmamalı.
- Sıkılan parçaların değen yüzeyleri düz olmalı.
- Temas eden parçaların yüzey esnemesi dikkate alınmamıştır. Esneme şu şartlara bağlıdır:
 - temas yüzeylerinin hassaslığı,
 - temas yüzeylerinin sayısı,
 - temas yüzeylerinin yeri,
 - sıkılan parçaların mukavemeti.

2.2.2.6 İşletmede ön germe kuvveti "F_{ÖN}"

İşletmede oturma kaybı sonucu geriye kalan ön germe kuvveti şu büyüklüktedir:

$$F_{\text{ÖN}} = F_{\text{ÖNM}} - F_{\text{Ot}} \quad (20)$$

F _{ÖN}	N	İşletmede ön germe kuvveti
F _{ÖNM}	N	Montajda ön germe kuvveti
F _{Ot}	N	Oturma kaybı kuvveti F _{Ot} = ΔF _{ÖN}

Montajda ön germe kuvveti genelde Tablo 31 ile bulunur. Oturma kaybı kuvveti formül (21) ile hesaplanır:

$$\Delta F_{\text{ÖN}} = F_{\text{Ot}} = \frac{f_{\text{Ot}}}{\delta_C + \delta_P} \quad (21)$$

f _{Ot}	mm	Oturma değeri
δ _C	mm/N	Cıvatanın elastik esnekliği
δ _P	mm/N	Plakaların elastik esnekliği

2.2.2.6.1 Oturma değeri

Oturma değeri için “ Bauer & Schaurte Karcher GmbH “ firmasının yaptığı deneyler sonucu verdiği öneriler (Tablo 4) pratikte kullanılır.

Tablo 4, Oturma değeri f_{Ot} μm olarak (Schrauben Vedemecum)

Yüzey pürüzlülük değeri, R _Z μm olarak	Boyuna yükleme			Enine yükleme		
	R _Z <10	10<R _Z <40	40<R _Z <160	R _Z <10	10<R _Z <40	40<R _Z <160
Vida yüzeyi	3	3	3	3	3	3
f _{Ot} Cıvata kafası ve somunun her biri için	2,5	3	4	3	4,5	6,5
Her parça arası için	1,5	2	3	2	2,5	3,5

2.2.2.7 İşletme kuvveti

Cıvata konstrüksiyonuna ve işletme şartlarına göre bir cıvatayı zorlayan cıvata eksenine yönündeki kuvvettir. Bu kuvvetin büyüklüğü mekaniğin kanunları ile bulunur.

2.2.2.7.1 Ek kuvvet " F_{Ek} "

Ek kuvvet, işletme kuvvetinin cıvatayı zorlayan kısmıdır. Şu şekilde hesaplanır. Benzer üçgenler ABC ve A'BC' den (Şekil 28) şu bağıntı yazılır:

$$\frac{F_{Ek}}{F_{İş}} = \frac{\delta_P \cdot F_{ÖN}}{(\delta_C + \delta_P) \cdot F_{ÖN}} = \frac{\delta_P}{\delta_C + \delta_P}$$

Diğer taraftan kuvvet oranı " ϕ "

$$\phi = \frac{F_{Ek}}{F_{İş}}$$

Kabul edildiğinden ek cıvata kuvveti :

$$F_{Ek} = \phi \cdot F_{İş} \quad (22)$$

ϕ 1 Kuvvet oranı, pratikte $\phi = 0,35$ alınır.
 $F_{İş}$ N İşletme kuvveti

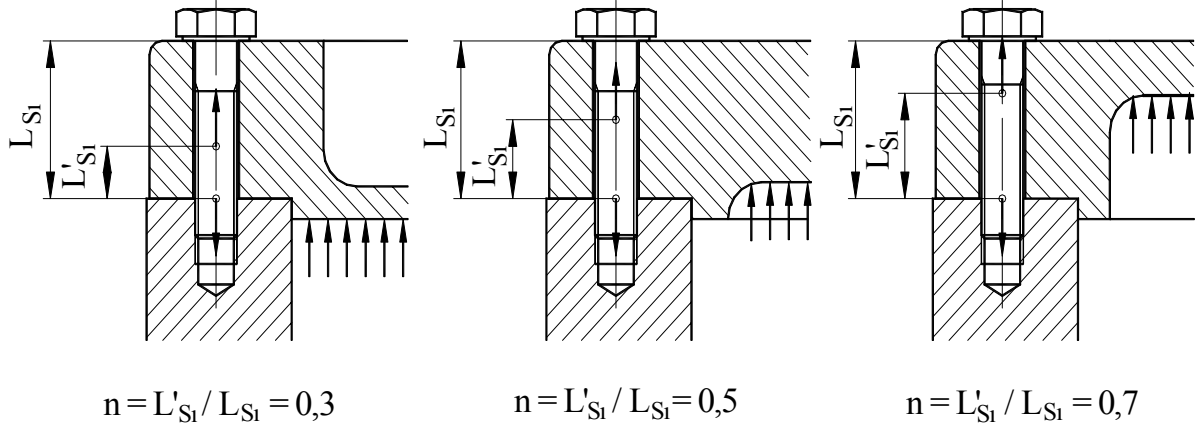
Kuvvet oranı " ϕ "

$$\phi = n \cdot \phi' \quad (23)$$

Basit kuvvet oranı " ϕ' "

$$\phi' = \frac{\delta_P}{\delta_C + \delta_P} \quad (24)$$

Kuvvet dağılım faktörü " n " pratikte 0,5 olarak alınır.



Şekil 29, Kuvvet dağılım faktörü

2.2.2.7.2 Plaka kuvveti " F_P "

Plaka kuvveti, işletme kuvvetinin plakalarca alınan kısmıdır.

$$F_P = F_{İş} - F_{Ek} = F_{İş} \cdot (1 - \phi) \quad (25)$$

Δf mm Plaka kuvvetinden oluşan boy değişimi
 δ_P mm/N Plakaların elastik esnekliği

2.2.2.7.3 Ek kuvvetten oluşan boy değişimi " Δf "

Ek kuvvetten oluşan boy değişimi ek kuvvet veya plaka kuvveti yardımıyla bulunur.

$$\Delta f = F_P \cdot \delta_P = F_{EK} \cdot \delta_C \quad (26)$$

2.2.2.8 İşletmede cıvatayı zorlayan toplam kuvvet " F_{CTop} "

İşletmede cıvatayı zorlayan toplam kuvvet şu şekilde hesaplanır:

$$F_{CTop} = F_{S1} + F_{EK} = F_{S1} + F_{İş} \cdot (1 - \phi) = F_{ÖN} + F_{EK} = F_{ÖN} + F_{İş} \cdot (1 - \phi) \quad (27)$$

F_{S1}	N	İşletmede sıkıştırma kuvveti
F_{EK}	N	Ek kuvvet
$F_{İş}$	N	İşletme kuvveti
ϕ	1	Kuvvet oranı
$F_{ÖN}$	N	İşletmede ön germe kuvveti

2.2.2.9 İşletmede genlik kuvveti " $\pm F_g$ "

Makina yapımındaki cıvata bağlantıları, genelde ek cıvata kuvvetinin etkisiyle dinamik, yani dalgalı zorlanırlar. Burada devamlı dalgalı zorlama, yükleme sayısı $N_L \geq 10^6$ ile hesaplanır. Bu hesaplarda cıvatadaki genlik gerilimi (σ_g) çok önemlidir. Cıvatadaki genlik gerilimi (σ_g) ile cıvata malzemesinin genlik mukavemet değeri (σ_G) bire bir karşılaştırılır. Yani cıvata malzemesinin genlik mukavemet değeri (σ_G), cıvatadaki genlik geriliminden (σ_g) büyük olmalıdır. Bu şartı bir formülle göstermek istersek, dinamik kontrolde ispatlanacak şartı buluruz.

$$S_{Che} = \frac{\sigma_G}{\sigma_g} \geq S_{Cger} \quad (28)$$

S_{Che}	1	Cıvatanın hesaplanan emniyet sayısı
σ_g	N/mm ²	Cıvatadaki genlik gerilimi
σ_G	N/mm ²	Cıvata malzemesinin genlik mukavemet değeri
S_{Cger}	1	Cıvatanın gerekli olan emniyet sayısı

2.2.2.9.1 Boyuna kuvvet etkisinden oluşan genlik gerilimi

$$\pm \sigma_g = \pm \frac{F_g}{A_3} \leq \pm \sigma_G \quad (29)$$

F_g	N	Genlik kuvveti
A_3	mm ²	Cıvatada vidanın dış dibi kesit alanı

A_{GE} yerine daha emniyetli hesap yapmak için pratikte A_3 kesit alanı kullanılır.

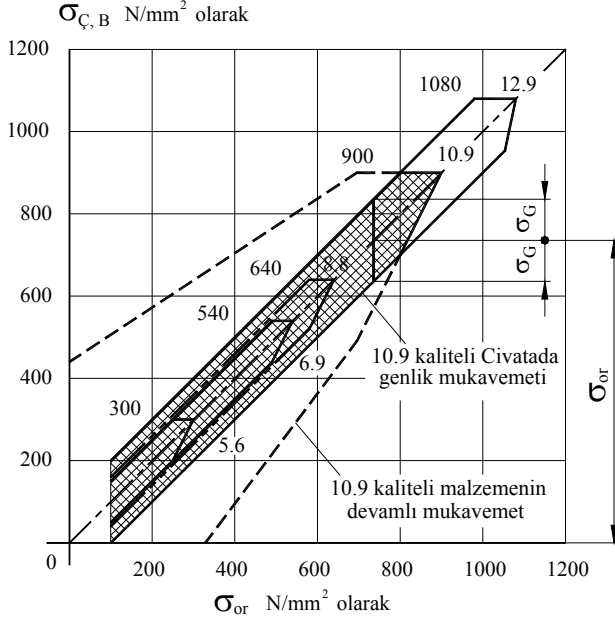
2.2.2.9.2 Genlik kuvveti " F_g " :

Cıvatayı zorlayan genlik kuvveti şu şekilde hesaplanır.

$$\pm F_g = \pm \frac{F_{EKmax} - F_{EKmin}}{2} = \frac{F_{İşmax} - F_{İşmin}}{2} \cdot \phi \quad (30)$$

2.2.2.9.3 Cıvata malzemesinin genlik mukavemet değeri “ σ_G ”

Cıvata malzemesinin genlik mukavemet değeri (σ_G), ortalama gerilim (σ_{or}) değerinden ve çentik etkilerinden ötürüde aynı malzemenin normal devamlı mukavemet değerinden daha küçüktür.



Şekil 30, Cıvata malzemesinin devamlı mukavemet diyagramı

Şekil 30 islah edilip ovalanarak imal edilmiş vida ve $\sigma_{ÖN} = 0,7 \cdot R_{p0,2}$ ön germeli cıvatalar için geçerlidir

Cıvata malzemesinin genlik mukavemet değeri analitik olarak aşağıdaki formüllerle bulunur. Bu formüller 8.8 kaliteli standart cıvatalar için geçerlidir.

Ovalama ile vida çekildikten sonra islah edilmiş cıvatanın genlik mukavemet değeri “ $\sigma_{G(iS)}$ ”:

$$\sigma_{G(iS)} = \pm 0,75 \cdot \left(\frac{180}{d} + 52 \right) \quad (31)$$

Vida çekildikten sonra ovalanmış cıvatanın genlik mukavemet değeri “ $\sigma_{G(OV)}$ ”:

$$\sigma_{G(OV)} = \pm \left(2 - \frac{F_{ÖN}}{F_{0,2}} \right) \cdot \sigma_{G(iS)} \quad (32)$$

Formül yükleme katsayısı $N_Y \geq 2 \cdot 10^6$ için geçerlidir

Eğer daha küçük yükleme sayılarında: Örneğin N_X için, $N_D = N_Y$

$$\sigma_{GZ(iS)} = \sigma_{G(iS)} \cdot \sqrt[3]{N_D / N_X} \quad \text{ve} \quad \sigma_{GZ(OV)} = \sigma_{G(OV)} \cdot \sqrt[3]{N_D / N_X} \quad \text{alınır.}$$

Cıvatanın genlik mukavemet değeri Tablo 5 den okunabilir. Bu tabela Textron Verbindungstechnik GmbH & Co. OHG (eski: Bauer & Schaurte Karcher GmbH) firmasının önerdiği değerlerdir. Pratikte bu değerlerin kullanılmasında fayda vardır.

Gerekli olan emniyet sayısı için şu değerler önerilir. Eğer özel bir şart yoksa $S_{Cger} = 1$ alınır:

$$S_{Cger} = 1 \dots 1,25 \quad (2) \quad (33)$$

Genlik kuvvetinin oynadığı ortalama kuvvet şu şekilde hesaplanır (bak Şekil 19):

$$F_{or} = F_{ÖN} + 0,5 \cdot F_{Ek} \quad (34)$$

$F_{ÖN}$ N Ön germe kuvveti
 F_{Ek} N Ek kuvvet

Tablo 5, Standart cıvataların devamlı mukavemet değerleri σ_G

vida	Devamlı mukavemet değerleri σ_G		
	4.6 ve 5.6	islahlı 8.8 ... 12.9	ovalamalı 10.9 ve 12.9
< M8	50	60	100
M 8 ... M12	40	50	90
M14 ... M20	35	40	70
> M20	35	35	60

2.2.2.9.4 Cıvata sıkma redüktörü



Şekil 31, Sıkma redüktörü

Normal çalışmada bir montör 400 Nm momentini rahatça sıkar. Daha büyük momentler için özel sıkma redüktörleri kullanılır.

Şekil 31 de görülen redüktördeki yazılar şudur:

25 Umdrehungen
 25 giriş devir sayısı
 Eingang 100 Nm
 Giriş momenti 100 Nm
 Ausgang 2'500 Nm
 Çıkış momenti 2'500 Nm
 0,84 Umdrehungen
 0,84 çıkış devir sayısı

Bu redüktörle örneğin, bir montör girişte 50 Nm momentle sıkacak olursa cıvata bağlantısı 1'250 Nm ile sıkıştırılır.

Tork anahtarı; ayarlı sıkma veya çevirme momentini gösteren anahtarlara denir.

3 Bağlantıda gevşeme önlemleri

Gevşeme önlemlerini iki ana grupta inceleyebiliriz:

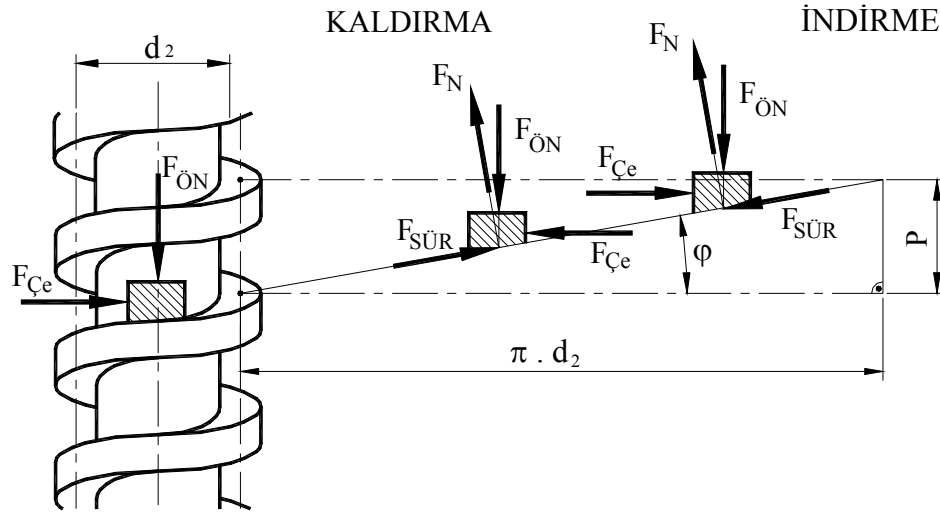
1. Yalnız gevşemeye karşı önlemler
2. Gevşemeden doğan kayıplara karşı önlemler

Bu halleri araştırmadan önce cıvata vidasındaki kuvvet analizini yapalım.

3.1 Vidada kuvvetler

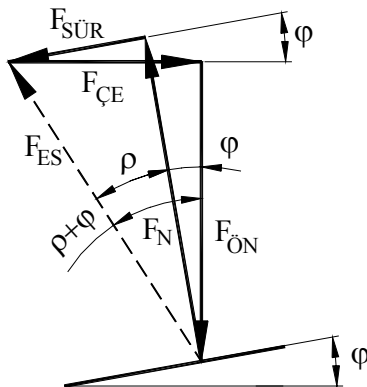
Ön germeli cıvata bağlantılarında, ön germe kuvveti $F_{ÖN}$ iç ve dış vida yanaklarının göreceli olarak dönme hareketi ile sağlanır. Bu hareket somun veya cıvatanın bir aletin yardımı ve çevre kuvveti etkisiyle meydana gelir.

Kuvvet analizini basit olarak incelemek için ilk önce kare profilli vidayı ele alalım. Vidanın bir ağızının açılımı vidanın helis açısını açı alan eğik düzlemi verir. Somun ve somun vidasında eğik düzlemde kayan kütle olarak kabul edelim (Şekil 32).



Şekil 32, Vidada kuvvetler

Buradaki dik üçgenin yardımıyla şu bağıntıları yazabiliriz:



$$\text{Kaldırma} \quad F_{ÇE} = F_{ÖN} \cdot \tan(\rho + \varphi) \quad (35)$$

$$\text{İndirme} \quad F_{ÇE} = F_{ÖN} \cdot \tan(\rho - \varphi) \quad (36)$$

$F_{ÇE}$	N	Çevre kuvveti
ρ	°	Sürtünme açısı
F	N	Kuvvet
φ	°	Vidanın helis açısı

Şekil 33, Yükün kaldırılması

Kaldırma cıvatanın (somunun) sıkılmasıyla (Şekil 33, Formül F(35)), indirme cıvatanın (somunun) gevşetilmesiyle olur (Şekil 33, Formül F(36)).

Kuvvet ve eğime göre vidada kilitlenme durumu ortaya çıkar.

3.2 Kilitleme, oto blokaj

Kilitleme şartı: Sürtünme kuvveti çevre kuvvetinden büyükse kilitleme olur.

Yani; $\rho \geq \phi$

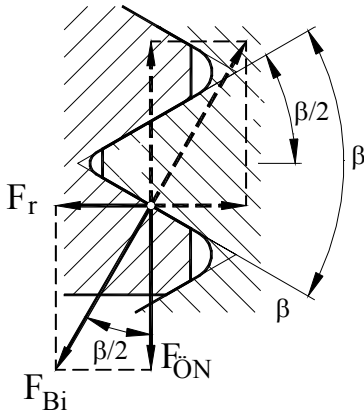
Eğer $\rho = \phi$ ise, $\tan(\phi - \rho) = 0$ dır, böylece $F_{CE} = 0$ olur.

Eğer $F_{CE} = 0$ ise, her şartta sürtünme kuvveti sıfırdan büyüktür.

Eğer $\rho > \phi$ ise, $\rho - \phi > 0$ ve $F_{CE} < F_{SÜR}$ olur.



Şekil 34, Yük indirme durumları



Şekil 35, Vida yanaklarında kuvvetler

Buradaki veriler yalnız küçük eğimli vidalar ($\beta \leq 60^\circ$) için geçerlidir. Eğimi büyük olan vidalarda sıkışma göz önüne alınmalıdır.

Vida yanaklarındaki kuvvetler:

Radyal kuvvet:

$$F_r = F_{\text{ÖN}} \cdot \tan(\beta/2) \quad (37)$$

Bileşik kuvvet:

$$F_{\text{Bi}} = \frac{F_{\text{ÖN}}}{\cos(\beta/2)} \quad (38)$$

$F_{\text{ÖN}}$ N Bağlantıda ön germe kuvveti
 β ° Uç açısı

Cıvata vidaları standart durumda, yani piyasadan satın alınma şekilleriyle, kendinden kilitlenmelidirler.

3.3 Yalnız gevşemeye karşı önlemler

Gevşeme en fazla ön gerilme kuvveti kaybından ortaya çıkar. Bağlantı sıkışmadığından somun veya cıvata kendiliğinden dönmeye başlar. Kendiliğinden gevşemeye karşı konstruktif olarak bazı önlemler önerilir:

- Gerekli büyüklükte sıkma boyu.

Normal olarak ön gerilmeli cıvata bağlantılarında gevşemeye karşı, sıkma boyu ile cıvatanın nomilan çap değerinin oranı, önlem olarak inanılan vede işletmede fonksiyonunu gösteren bir çözümdür.:

Standart metrik normal ISO vidalı cıvata bağlantısı $L_{S1} \geq 4.d$ (3,5.d) ,

Standart metrik ince dişli ISO vidalı cıvata bağlantısı $L_{S1} \geq 4,5.d$ (4.d) alınır.

Eğer bağlantıyı enine zorlayan kuvvet varsa, sıkma boyu hesaplanır. Örneğin: Isıdan doğan enine hareketler gibi.

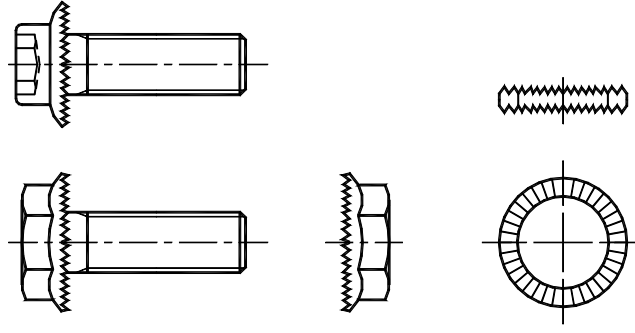
$$f = \frac{F_E \cdot L_{S1}^3}{12 \cdot E \cdot I_y} \quad (39)$$

$$L_{S1} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot E \cdot I_y \cdot f}{F_{ÖN} \cdot \mu_B}} \quad (40)$$

E	N/mm ²	Cıvata malzemesinin elastiklik modülü
I _y	mm ⁴	Cıvatanın eylemsizlik (atalet) momenti
f	mm	Cıvatanın sehimi
F _{ÖN}	N	Ön gerilme kuvveti
μ _B	1	Cıvata başı ve somunun temas yüzeylerindeki sürtünme katsayısı

Formül (40) cıvatanın sıkma boyunu küçük seçmek için analize edilince:

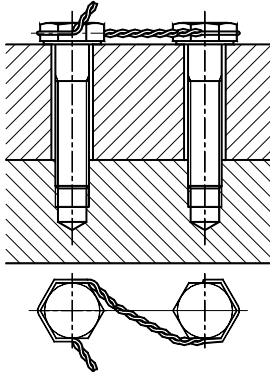
- Cıvata malzemesinin elastiklik modülü küçük olmalı,
- Cıvata çapı küçük olmalı, yani; esnek cıvata.
- Cıvata sehimi küçük olmalı.
- Yüksek ön gerilme kuvveti F_{ÖN} ile bağlantı sıkılmalı. Cıvata malzemesi tam, yani %90 R_e kullanılmalı. Eğer konstruksiyon şartları elverişli ise yüksek kaliteli cıvatalar kullanılmalı. Burada dikkat edilecek husus, bağlanan parçaların yüzey basıncını kaldırıp kaldıramamalarıdır.
- Cıvata başı ve somunun temas yüzeylerindeki sürtünme katsayısı μ_K ve μ_B mümkün olduğu kadar yüksek tutulmalı. Bunun yanında sıkma momentininde paralel olarak düzeltilmesi gereklidir. Yoksa ön gerilme kuvveti genede küçük kalır.
- Temas yüzeylerinin işlenme kalitesi hassas vede sıkma metodunun tam verilmesi gereklidir.
- Eğer bu konstruksiyon tedbirleri alınamassa, cıvatalar ya tırnak başlı veya tırnaklı conta ile kullanılmalıdır. Tırnaklı conta oldukça emniyetlidir. Çoğu zaman firmada bilinen ve alışılmış emniyet elemanları kullanılır. Bilinen emniyet elamanı yoksa tırnaklı rondelayı öneririm. Yaylı rondela kullanmak konstruksiyonu kötüleştirmektedir, önerilmez.



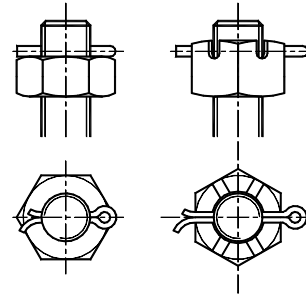
Şekil 36, Tırnaklı rondela ve cıvata başı

3.4 Cıvata veya somunun kaybına karşı önlem

Dinamik zorlama altında olan cıvata bağlantılarında gevşemeden sonra bağlantı kendiliğinden çözülüp bağlantı parçaları düşüp kaybolabilirler. Kaybolmaya karşı ya yukarıdaki emin konstruksiyon önlemleri alınmalı veya konstruksiyon şekil bakımından emniyetli yapılmalıdır.



Şekil 37, Tel ile emniyet önlemi



Şekil 38, Pim ile emniyet önlemi

Bu önlemler cıvata bağlantısının gevşemesini önlemez, ama parçalar düşüp kaybolmazlar.

4 Cıvatanın hesaplanması ve seçimi

Eğer cıvata bağlantısı kaldırma ve taşıma aletlerinde, çelik konstrüksiyonda, buhar kazanlarında veya basınçlı kazanlarda ise muhakkak kuvvet belirlenmesinde ve hesap sonuç karşılaştırılmasında bu konular için geçerli standart ve şartnameler muhakkak dikkate alınmalıdır.

Buradaki bilgi ve değerler, elastik durumda birbiri ile bağlanmış parçaların, yüzeylerinin doğrudan birbirleriyle teması ve bağlanan parçalarında rijit olduğu kabul edilerek verilmiştir.

4.1 Cıvatanın pratik seçimi

Cıvatanın pratik seçimi için şu bilgiler bilinmelidir:

- Cıvataya gelen yük,
- İşletmedeki yüklemenin şekli,
- Cıvatanın kalitesi ve şekli,

İlk eskiz yapıldığında cıvatanın kalitesi belirlenip, cıvata çapının belirlenmesi kaba taslak şu formülle bulunur:

$$F_{EK} = \phi \cdot F_{İŞ} \leq 0,1 \cdot R_{p0,2} \cdot A_{GE}$$

$$A_{GE} \geq \frac{\phi \cdot F_{İŞ}}{0,1 \cdot R_{p0,2}} \quad (41)$$

Pratikte kuvvet oranının kabaca kabulü:

Konstrüksiyon ölçüleri daha belli olmadığından burada genel kabule gidilir. Değerin büyük olması kaba seçim için emniyet vericidir. En büyük basit kuvvet oranı ϕ' değeri için kır döküm bağlantısı aşağı yukarı $\phi'_{\max} = 0,7$ alınır. Kuvvet dağılım faktörü içinde $n = 0,5$ değeri alınır.

Böylece kuvvet oranı " ϕ " için $\phi = n \cdot \phi' = 0,5 \cdot 0,7 \approx 0,35$ değeri bulunur. Bunu formül (42) ile işleyelim.

$$A_{GEger} \geq \frac{3,5 \cdot F_{İŞ}}{R_{p0,2}} \quad (42)$$

A_{GEger}	mm^2	cıvatanın gerekli gerilim kesit alanı
$F_{İŞ}$	N	İşletme kuvveti
$R_{p0,2}$	N/mm^2	Cıvata malzemesinin akma mukavemet değeri

Cıvatanın gerekli gerilim kesit alanının hesaplanmasından sonra Tablo 8 ile gerilim kesit alanına (A_{GE}) göre cıvata seçilir. Hesaplanan alan statik ve eksen dışı zorlama altındaki şaftlı cıvatalar içindir. Burada seçimde şu durumlar dikkate alınır:

- Tam eksenden zorlamada ve esnek cıvatalarda bir boy küçük,
- Dinamik zorlamada bir boy büyük cıvata alınır.

Veya hiç hesap yapılmadan doğrudan bu formülle kurulmuş olan Tablo 6 ile cıvata seçilir.

Cıvatanın Tablo 6 ile pratik seçimi: Tablo 6 değerleri $50^\circ - 60^\circ \text{C}$ ye kadar, normal şaft cıvataları ve kuvvetin cıvata ekseninde etki göstermesi halinde geçerlidir.

- a) Esnek cıvatalarda ($d_{\min} \approx 0,9 \cdot d_3$) bir basamak ileri,
b) Kuvvetin tam cıvata ekseninde etkili olması halinde bir basamak geri gidilir.

Isı etkisinde çalışan cıvata bağlantılarında, ısının etkisine göre cıvata seçimi yapılır.

Örnek: Aşağıdaki verilere göre cıvata büyüklüğünü seçiniz.

Cıvatada işletme yükü $F_{i\text{şmax}} = 8,2 \text{ kN}$, $F_{i\text{şmin}} = 4,6 \text{ kN}$
Boyuna kuvvet cıvata eksenini dışından etkili ve dinamik.

Tablo 6, Cıvatanın pratik seçimi. Kuvvetler kN, çaplar metrik cıvata için mm olarak alınır.

İşletme kuvveti	F _{iş} boyuna işletme kuvvetine göre cıvatanın anma çapı												
	Statik boyuna	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	20	25	40	63	80	100
Dinamik boyuna		1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	20	25	40	63	80
Cıvata kalitesi	4.6	6	8	10	14	16	20	24	24	30	---	---	---
	4.8 5.6	6	8	10	12	14	20	20	27	27	36	---	---
	5.8 6.8	5	6	8	10	12	16	20	20	24	30	36	---
	8.8	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	27	30
	10.9	4	5	6	8	10	12	12	14	16	20	24	27
	12.9	3	4	5	6	8	10	12	12	16	20	24	24

Çözüm: Genelde Cıvata kalitesi şart olarak verilmemişse cıvata kalitesi "8.8" seçilir. Çünkü 8.8 kalitesi en ekonomik ve bütün dünyada her yerde bulunan metrik cıvatadır.

İşletme kuvveti: Dinamik boyuna, eksen dışı

Tablo kuvveti: 10 kN (taloda 8,2 kN dan sonraki kuvvet)

Cıvata kalitesi: 8.8 , şaftlı cıvata

Cıvata seçimi

M 12

Diğer okuma örnekleri:

İşletme kuvveti: Dinamik boyuna, tam eksenden

$F_{i\text{ş}} = 8,2 \text{ kN}$, , 8.8 şaftlı cıvata

Dinamik eksen dışı M12

Dinamik boyuna, tam eksenden bir boy küçük M10

M 10

İşletme kuvveti: Dinamik boyuna, eksen dışı

$F_{i\text{ş}} = 8,2 \text{ kN}$, , 8.8 esnek cıvata

Dinamik eksen dışı M12

Esnek cıvata bir boy büyük M14

M 14

İşletme kuvveti: Dinamik boyuna, tam eksenden

$F_{i\text{ş}} = 8,2 \text{ kN}$, , 8.8 esnek cıvata

Dinamik eksen dışı M12

Dinamik boyuna, tam eksenden bir boy küçük M10

Esnek cıvata bir boy büyük M12

M 12

5 Formüller ve Tablolar

5.1 Sembol ve tanımlamalar

Büyük harfler

Sembol	Birim	Tanımı
A	mm ²	Alan, indeksine göre
A ₀	mm ²	Cıvatada hesap için kullanılan en küçük kesit alanı
A ₃	mm ²	Cıvatada vidanın dış dibi kesit alanı
A _{AN}	mm ²	Anma kesit alanı
A _b	mm ²	Cıvata başının veya somunun dayanma yüzey alanı
A _{EŞ}	mm ²	Eşdeğer kaval silindirin kesit alanı
A _{GE}	mm ²	Vidanın gerilim kesit alanı
A _i	mm ²	Cıvatanın gruplanmış kısımlarının kesit alanı
A _{Şi}	mm ²	Esnek cıvatada ince şaft kesit alanı
D _p	mm	Bağlanan parçaların esneklik paraboloidinin en büyük dış çapı
E	N/mm ²	Elastiklik modülü
E _C	N/mm ²	Cıvatanın elastiklik modülü
E _p	N/mm ²	Bağlanan parçaların elastiklik modülü
F	N	Kuvvet, genel
F _{0,2}	N	Cıvatanın en küçük akma mukavemet değerine eşdeğer kuvvet
F _{C top}	N	cıvatayı etkileyen toplam boyuna kuvvet
F _{EK}	N	Ek kuvvet; işletme kuvvetinin cıvatayı etkileyen kısmı
F _{Ekü} : F _{Eka}	N	Ek kuvvet F _{EK} nin üst ve alt sınırı
F _{Etop}	N	Cıvata eksenine dik toplam enine kuvvet
F _g	N	Genlik kuvveti, titreşimli yüklemde bir yönde doğan kuvvet
F _{iş}	N	İşletme kuvveti, işletmede cıvatayı etkileşen boyuna kuvvet
F _{işü} : F _{işa}	N	İşletmede cıvatayı etkileşen boyuna kuvvetin üst ve alt sınırı
F _n	N	Normal kuvvet
F _{ön}	N	Cıvatada ön gerilme kuvveti
F _{ön min}	N	Sıkma hatası sonucu elde edilen en küçük ön gerilme kuvveti
F _{ÖN90}	N	Cıvatayı etkileyen %90 akma mukavemetine eşdeğer kuvvet
F _{önM}	N	Cıvatayı etkileyen montajdaki ön gerilme kuvveti
F _{or}	N	Ortalama kuvvet; genlik kuvvetlerin düşünülen statik çıkış kuvveti
F _{Ot}	N	Ön gerilmede yüzey oturmasından doğan kuvvet kaybı
F _p	N	İşletme kuvvetinin sıkılan parçaları etkileyen kısmı
F _{Sık}	N	Sıkıştırma kuvveti
L ₁ , L ₂	mm	Yaylanan parçaların tek tek boyu
L _{Sık}	mm	Sıkılan parçaların toplam boyu veya uzunluğu
M _{ön}	Nm	F _{ön} kuvvetine erişmek için kullanılan sıkma momenti
M _{Sı}	Nm	Montajda sıkma momenti
M _t	Nm	Torsiyon momenti
M _{Vi}	Nm	Vidanın momenti
P	mm	Tek ağızlı vidanın hatvesi, adımı
P _h	mm	Çok ağızlı vidanın toplam hatvesi, toplam adım
R _e ; R _{p0,2}	N/mm ²	akma dayanıklılığı (mukavemeti) / 0,2% akma dayanıklılığı
R _m	N/mm ²	kopma dayanıklılığı (mukavemeti) / çekme mukavemeti

Küçük harfler

Sembol	Birim	Tanımı
d	mm	Anma çapı, vidanın dış çapı
d ₂ , D ₂	mm	Bölüm çapı , Profil çapı
d ₃	mm	Diş dibi çapı
d _D	mm	Cıvata başının veya somunun dayanma yüzeyi dış çapı
d _{Et}	mm	Cıvata başında veya somunda sürtünme kuvvetinin etki çapı
d _G	mm	Geçiş deliği çapı, bağlantı deliği çapı, Delik çapı
d _{GE}	mm	vidada gerilme kesit çapı
d _{Şi}	mm	Esnek cıvatada ince şaft çapı
f _{Ci}	mm	Cıvatanın F _{ön} + F _{EK} etkisinde boyunun uzaması
f _{Ot}	mm	yüzey pürüzlüğünün oturma değeri
f _P	mm	Sıkılan parçaların F _{ön} etkisinde boyunun kısılması
k _P	–	Sıkılan parçaların malzemesinin faktörü
n	–	Kuvvet dağılım faktörü
p	N/mm ²	Yüzey basıncı
ps	N/mm ²	Cıvata başı veya somunda maksimum yüzey basınç değeri
z	–	İşletme kuvvetini taşıyan cıvataların sayısı

Eski Yunan harfleri

Sembol	Birim	Tanımı
Φ	–	kuvvet oranısı F _{EK} / F _{IŞ}
Φ _k	–	Cıvatabaşı ile somun basma yüzeyleri arasında basitleştirilmiş kuvvet oranısı
α _{S1}	–	Sıkıştırma momenti faktörü
β	rad ; °	Cıvatanın esneklik faktörü / Vidanın tepe açısı
δ	mm/N	elastik esneklik
δ _B	mm/N	cıvata başının elastik esnekliği
δ _C , δ _P	mm/N	Sıkılan parçaların veya cıvatanın elastik esnekliği
δ _i	mm/N	herhangi bir silindir şeklindeki elemanın elastik esnekliği
δ _{Vi} , δ _{So}	mm/N	vidanın ve somunun elastik esnekliği
φ	°	Vidanın helis açısı
φ _B	°	Birger e göre kuvvet konisinin açısı, φ _B = 30°
φ _R	°	Rötscher e göre kuvvet konisinin açısı, φ _R = 45°
κ	–	azaltma faktörü (σ _{Bi} /σ _{ZM})
μ	–	Sürtünme katsayısı
μ _B	–	cıvata başı sürtünme katsayısı
μ _{gen}	–	cıvatada genel ortalama sürtünme katsayısı
μ _{Vi}	–	vidanın sürtünme katsayısı
ρ'	°	Vidada sürtünme açısı
σ _{Bi}	N/mm ²	Cıvatanın karşılaştırma bileşik gerilimi
σ _{çM}	N/mm ²	Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi
σ _{çM}	N/mm ²	Cıvatanın çekme dayanımı (mukavemeti)
σ _g	N/mm ²	Cıvatanın genlik gerilimi
σ _G	N/mm ²	Cıvatanın genlik mukavemeti
σ _I	N/mm ²	İzdüşüm yüzey basıncı
σ _{IEM}	N/mm ²	Emniyetli izdüşüm yüzey basıncı
τ _t	N/mm ²	Torsiyon gerilimi

5.2 Makinada bağlantı cıvataları

5.2.1 Makinada ön gerilmemiş bağlantı cıvataları

5.2.1.1 Boyuna yüklenen ön gerilmemiş bağlantı cıvataları

F(1) Gerekli gerilim alanı A_{GEger}

$$A_{GEger} \geq \frac{F_{i\dot{s}}}{0,8 \cdot R_{p0,2}}$$

F(2)

$$\sigma_{i\dot{s}} = \sigma_{\check{c}} = \frac{F_{i\dot{s}}}{A_{GE}}$$

F(3) Vidada diş yanağı basıncı p

$$p = \frac{F_{i\dot{s}} \cdot P}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot m}$$

F(4) Gerekli somun yüksekliği m_{erf}

$$m_{ger} \geq \frac{F_{i\dot{s}} \cdot P}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot p_{ger}}$$

F(5) Cıvata genlik gerilimi, devamlı gerilim

$$\sigma_g = \frac{F_{i\dot{s}}}{2 \cdot A_{GE}} \leq \sigma_G$$

A_{GE} bak Tablo 8 veya Tablo 9

$F_{i\dot{s}}$ Bilinen işletme kuvveti

$\sigma_{i\dot{s}}$ İşletmedeki cıvata çekme gerilimi

$R_{p0,2}$ bak Tablo 18

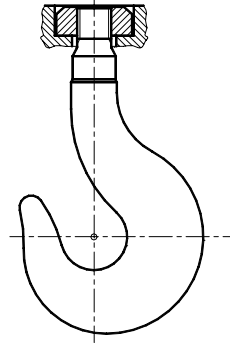
P bak Tablo 8 veya Tablo 9

d_2 bak Tablo 8 veya Tablo 9

H_1 bak Tablo 8 veya Tablo 9

m somun yüksekliği bak Tablo 12

p_{ger} bak ps Tablo 23



Şekil 39, Vinç kancası

5.2.1.2 Yük altında sıkılan ön gerilmemiş boyuna yüklenen bağlantı cıvataları

F(6) Gerekli gerilim alanı A_{GEger}

$$A_{GEger} \geq \frac{F_{i\dot{s}}}{0,6 \cdot R_{p0,2}}$$

F(7)

$$\text{Çekme gerilimi } \sigma_{\check{c}} = \frac{F_{i\dot{s}}}{A_{GE}}$$

F(8)

$$\text{Torsiyon gerilimi } \tau_t = \frac{F_{i\dot{s}} \cdot d_2}{2 \cdot W_t} \cdot \tan(\varphi + \rho')$$

F(9) Cıvatanın karşılaştırma gerilimi

$$\sigma_{Bi} = \sqrt{\sigma_{\check{c}M}^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \leq 0,9 \cdot R_{p0,2}$$

F(10)

Cıvata genlik gerilimi, devamlı gerilim

$$\sigma_g = \frac{F_{i\dot{s}}}{2 \cdot A_{GE}} \leq \sigma_G$$

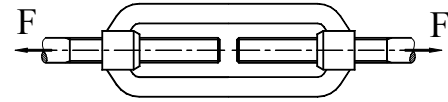
A_{GE} bak Tablo 8 veya Tablo 9

φ bak Tablo 8 veya Tablo 9

$\rho' = \arctan(\mu'_{vi})$

$\mu'_{vi} = \mu_{vi} / \cos(\beta/2) = 1,155 \cdot \mu_{vi}$

$R_{p0,2}$ bak Tablo 18



Şekil 40, Germe cıvatası

σ_G bak Tablo 19

5.2.2 Makinada ön gerilmeli bağlantı cıvataları

5.2.2.1 Bağlantıda montaj değerleri

5.2.2.1.1 Bağlantı sıkıştırma momenti

F(11) Montajda sıkma momenti, genel $\rho' = \arctan(\mu'_{Vi})$
 $M_{S1} = F_{önM} \cdot \left[\frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varphi + \rho') + \mu_B \cdot \frac{d_{Et}}{2} \right]$ $\mu'_{Vi} = \mu_{Vi} / \cos(\beta/2) = 1,155 \cdot \mu_{Vi}$
 Metrik ISO vidada $\beta = 60^\circ$
 p, d_2 ve φ bak Tablo 8 veya Tablo 9

F(12) Metrik ISO- dişli vidaların sıkma momenti μ_{gen}, μ_{Vi} ve μ_B
 bak Tablo 27
 $M_{S1} = F_{önM} \cdot (0,159 \cdot P + 0,577 \cdot \mu_{Vi} \cdot d_2 + 0,5 \cdot \mu_B \cdot d_{Et})$

F(13) $\mu_{gen} = \mu_{Vi} = \mu_B$ eşit olarak kabul edilirse; $d_{Et} \approx (d_D + d_a) / 2$
 $M_{S1} = F_{önM} \cdot \left[0,159 \cdot P + \mu_{gen} \cdot \left(0,577 \cdot d_2 + \frac{d_{Et}}{2} \right) \right]$

F(14) kaba taslak sıkma momenti

$$M_{S1} \approx 0,17 \cdot F_{önM} \cdot d$$

F(15) M_{S1} für metrik ISO-cıvatalar için Tablo 28 $M_{S1min} = M_{S1max} / \alpha_{S1}$

F(16) Sıkıştırma kuvveti

$$F_{S1} = F_{ön} - F_P = F_{ön} - F_{İş} \cdot (1 - \Phi)$$

5.2.2.1.2 Montajda cıvataadaki gerilimler

F(17) Cıvatanın karşılaştırma gerilimi $R_{p0,2}$ malzemenin akma sınır
 değeri
 $\sigma_{Bi} = \sqrt{\sigma_{çM}^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \leq R_{p0,2}$

F(18) Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi μ_{Vi} bak Tablo 27
 $\sigma_{çM} = \frac{0,9 \cdot R_{p0,2}}{\sqrt{1 + 3 \cdot \left[\frac{4}{d_0} \cdot \left(\frac{P}{2 \cdot \pi} + \tan\left(\frac{\beta}{2}\right) \cdot d_2 \cdot \mu_{Vi} \right) \right]^2}}$
 p, d_2 bak Tablo 8 veya Tablo 9
 d_3, A_{GE} bak Tablo 8 veya Tablo 9
 Normal şaftlı $d_0 = d_{GE} = (d_2 + d_3) / 2$
 Esnek vida $d_0 = d_T \approx 0,9 \cdot d_3$

Cıvatayı boyuna sıkıştırma kuvveti

Normal cıvata için, yani $d \geq d_{GE}$

F(19) $F_{ÖN} = \sigma_{çM} \cdot A_{GE} = \sigma_{çM} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{GE}^2$ Uç açısı metrik ISO için $\beta = 60^\circ$
 Normal şaftlı $d_{GE} = (d_2 + d_3) / 2$
 Esnek vida $d_{Şi} \approx 0,9 \cdot d_3$

F(20) $F_{ÖN} = \frac{0,9 \cdot R_{p0,2} \cdot A_{GE}}{\sqrt{1 + 3 \cdot \left[\frac{4}{d_0} \cdot \left(\frac{P}{2 \cdot \pi} + \tan\left(\frac{\beta}{2}\right) \cdot d_2 \cdot \mu_{Vi} \right) \right]^2}}$ $\frac{1}{2 \cdot \pi} = 0,159$
 $\tan\left(\frac{\beta}{2}\right) = 0,577$

F(21) Esnek cıvata için, yani $d_{Şi} < d_{GE}$

$$F_{ÖN90} = \sigma_{çM} \cdot A_{GE} = \sigma_{çM} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{Şi}^2$$

5.2.2.1.3 Cıvata ve bağlantı parçalarında kuvvet ve esneklik oranları

Elastik boy değişimleri

$$F(22) \quad f = \varepsilon \cdot L = \frac{L \cdot \sigma}{E} = \frac{F \cdot L}{E \cdot A}$$

$$F(23) \quad \text{elastik esneklik} \quad \delta = \frac{f}{F} = \frac{1}{E} \cdot \frac{L}{A}$$

cıvatanın elastik esnekliği

$$F(24) \quad \delta_C = \delta_K + \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_V + \delta_{S_0}$$

$$F(25) \quad \delta_K = \frac{0,4 \cdot d}{E_C \cdot A_{AN}} \quad \delta_i = \frac{L_i}{E_C \cdot A_i}$$

$$F(26) \quad \delta_V = \frac{0,5 \cdot d}{E_C \cdot A_3} \quad \delta_{S_0} = \frac{0,4 \cdot d}{E_C \cdot A_{AN}}$$

$$F(27) \quad \delta_C = \frac{1}{E_C} \cdot \left(\frac{0,4 \cdot d}{A_{AN}} + \frac{L_1}{A_1} + \frac{L_2}{A_2} + \dots + \frac{0,5 \cdot d}{A_3} + \frac{0,4d}{A_{AN}} \right) \quad E_P \text{ malzemenin elastikiyet modülü}$$

F(28) sıkılan parçalarının elastik esnekliği

$$\delta_P = \frac{f_P}{F_{\text{ön}}} = \frac{L_k}{A_{E\text{Ş}} \cdot E_P}$$

eşdeğer kaval silindirin kesit alanı

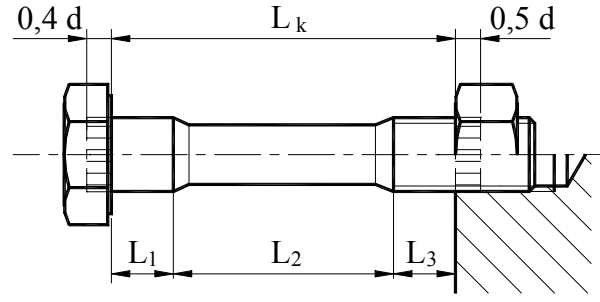
$$d_D \approx s \quad \text{kaba taslak}$$

$$d_D \quad \text{bak Tablo 12}$$

$$d_G \quad \text{bak Tablo 12}$$

$$\varphi_B \quad \text{Birger'e göre } \varphi_B = 30^\circ$$

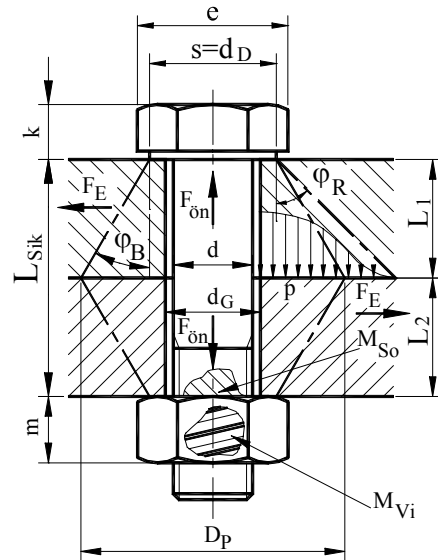
$$\varphi_R \quad \text{Rötscher'e göre } \varphi_R = 45^\circ$$



$$E_C = E_{\text{çelik}} = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_3 \quad \text{bak Tablo 8 veya Tablo 9}$$

$$A_{AN} = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2$$

F(29) • eğer $d_D \leq D_P \leq d_D + L_{Sik}$ ise

$$A_{E\text{Ş}} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_D^2 - d_G^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_D \cdot (D_P - d_D) \cdot [(x+1)^2 - 1] \quad x = \sqrt[3]{\frac{L_{Sik} \cdot d_D}{D_P^2}}$$

F(30) • eğer $D_P < d_D$ ise $A_{E\text{Ş}} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_P^2 - d_G^2)$ F(31) • eğer $D_P > d_D + L_{Sik}$ ise

$$A_{E\text{Ş}} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_D^2 - d_G^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_D \cdot L_{Sik} \cdot [(x+1)^2 - 1] \quad x = \sqrt[3]{\frac{L_{Sik} \cdot d_D}{(d_D + L_{Sik})}}$$

Montajda gerekli ön gerilme kuvveti:

F(32) • komple

$$F_{\text{önM}} = \alpha_{S_1} \cdot [F_{S_1} + F_{I_S} \cdot (1 - \Phi) + F_{Ot}]$$

F(33) • sıkıştırma kuvveti gerekli değilse:

$$F_{\text{önM}} = \alpha_{S_1} \cdot [F_{I_S} \cdot (1 - \Phi) + F_{Ot}]$$

F(34) • sıkıştırma kuvveti gerekli fakat boyuna işletme kuvveti yoksa:

$$F_{\text{önM}} = \alpha_{S_1} \cdot [F_{S_1} + F_{Ot}]$$

F(35) M_{S1} nin getirdiği ön gerilme kuvveti, hesapsal

$$F_{\text{önM}} = \frac{2 \cdot M_{S1}}{d_2 \cdot \left[\mu_{\text{gen}} \cdot \left(\frac{1}{\cos(\beta/2)} \right) + \frac{d_D + d_G}{2 \cdot d_2} \cdot \mu_K + \tan \varphi \right]} \quad \text{veya } F_{\text{önM}} \approx F_{\text{ÖN90}}$$

F(36) Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi $\sigma_{\text{çM}} = \frac{F_{\text{önM}}}{A_{\text{GE}}}$

Vidadaki sürtünme momenti

F(37) $M_{Vi} = 0,5 \cdot F_{\text{çe}} \cdot d_2$ $\mu_{\text{gen}}, \mu_{Vi}$ ve μ_B bak Tablo 27

$$M_{Vi} = 0,5 \cdot F_{\text{önM}} \cdot d_2 \cdot \tan(\varphi \pm \rho')$$

Vidadaki torsiyon gerilimi

F(38) $\tau_t = \frac{M_{Vi}}{W_t}$

F(39) Cıvatanın torsiyon karşı koyma momenti

$$W_t = \pi \cdot d_3^3 / 16$$

F(40) Vidadaki eğilme karşı koyma momenti

$$W_e = \pi \cdot d_3^3 / 32$$

F(41) Cıvata başının veya somunun dayanma yüzey alanı d_D bak Tablo 12

$$A_b = 0,25 \cdot \pi \cdot (d_D^2 - d_a^2) \quad d_a = d_G + 2 \cdot kk \quad / \quad d_a \approx d_G$$

F(42) Cıvatanın kuvvet etkisinde boyunun uzaması δ_C bak formül F(27)

$$\text{Montajda} \quad f_{C\text{max}} = F_{\text{önM}} \cdot \delta_C$$

$$f_{C\text{min}} = f_{C\text{max}} / \alpha_{S1}$$

α_{S1} bak Tablo 20

$F_{\text{önM}}$ bak formül F(35)

F(43) Parçaların kuvvet etkisinde boyunun kısalması $F_{\text{ön}}$ bak formül F(68)

$$\text{Montajda} \quad f_{P\text{max}} = F_{\text{önM}} \cdot \delta_P$$

$$f_{P\text{min}} = f_{P\text{max}} / \alpha_{S1}$$

δ_P bak formül F(28)

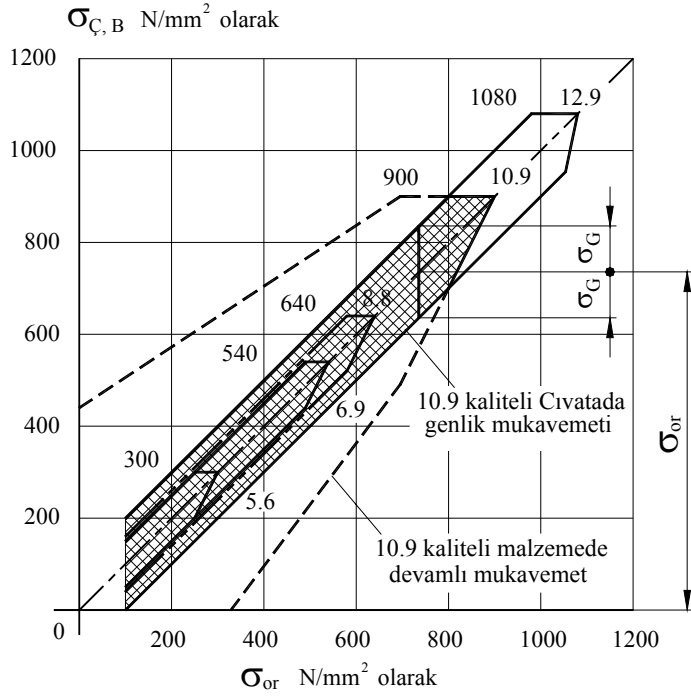
5.2.2.2 Cıvatada işletme değerleri

5.2.2.2.1 İşletmede vidadaki sürtünme momenti ve torsiyon gerilimi

F(44) $M_{ViIs} = 0,5 \cdot F_{C\text{top}} \cdot d_2 \cdot \tan(\varphi \pm \rho')$ $\mu_{\text{gen}}, \mu_{Vi}$ ve μ_B bak Tablo 27

F(45) Vidadaki torsiyon gerilimi $\tau_{tIs} = \frac{M_{ViIs}}{W_t}$

5.2.2.3 Cıvata devamlı mukavemet ve genlik değerleri



Şekil 41, Cıvata devamlı mukavemet değeri

$$F(46) \quad A_{GE} \text{ veya } A_{\text{Şİ}} \geq \frac{\alpha_{S1} \cdot (F_{S1 \text{ ger}} + F_{I\text{Ş}})}{v \cdot R_{p0,2}}$$

$$F(47) \quad \text{Cıvata genlik gerilimi, devamlı gerilim}$$

$$\pm \sigma_g = \pm \frac{F_g}{A_3} \leq \pm \sigma_G$$

Cıvatanın genlik mukavemeti
- İmalat bitiminde ıslah edilmiş (İS)

$$F(48) \quad \sigma_{G(\text{İS})} \approx \pm 0,75 \cdot \left(\frac{180}{d} + 52 \right)$$

- İmalat bitiminde ovalanmış (OV)

$$F(49) \quad \sigma_{G(\text{OV})} \approx \pm \cdot \left(2 - \frac{F_V}{F_{0,2}} \right) \cdot \sigma_{G(\text{İS})}$$

Genlik kuvveti

$$F(50) \quad \pm F_g = \pm \frac{F_{E_k \text{ max}} - F_{E_k \text{ min}}}{2} = \pm \frac{F_{I\text{Ş} \text{ max}} - F_{I\text{Ş} \text{ min}}}{2} \cdot \Phi$$

5.2.2.3.1 Cıvata ek ve hafifletme kuvveti

$$F(51) \quad \text{Ek kuvvet; işletme kuvvetinden cıvataı etkileyen ek kuvvet}$$

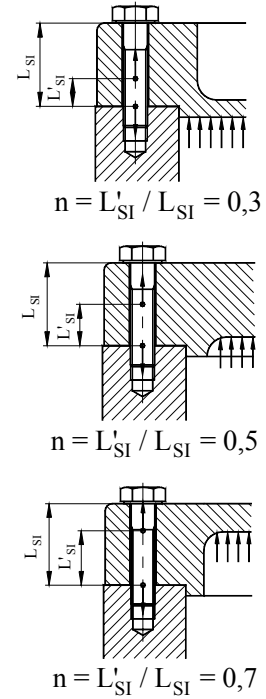
$$F_{E_k} = F_{I\text{Ş}} \cdot \frac{\delta_P}{\delta_C + \delta_P} = F_{I\text{Ş}} \cdot \Phi$$

$$F_{E_k} = 0,35 \cdot F_{I\text{Ş}}$$

Tablo 29 ile

$$\Phi_{\text{max}} \approx 0,35$$

$$F(52) \quad \text{Hafifletme kuvveti } F_P = F_{I\text{Ş}} - F_{E_k} = F_{I\text{Ş}} \cdot (1 - \Phi) = F_{I\text{Ş}} \cdot \frac{\delta_C}{\delta_C + \delta_P}$$



Şekil 42, Kuvvet dağılım faktörü

$A_{GE} / A_{\text{Şİ}}$ bak Tablo 8 veya Tablo 9

$F_{S1 \text{ ger}}$ gerekli sıkma kuvveti

v gerekli emniyet katsayısı

A_3 bak Tablo 8 veya Tablo 9

F_g bak formül F(50)

Formül, F(48) ve F(49)

$N_Y \geq 2 \cdot 10^6$ için geçerlidir

Eğer daha küçük yüklenme

sayılarında:

Örneğin N_X için, $N_D = N_Y$

$$\sigma_{GZ(\text{İS})} = \sigma_{G(\text{İS})} \cdot \sqrt[3]{N_D / N_X}$$

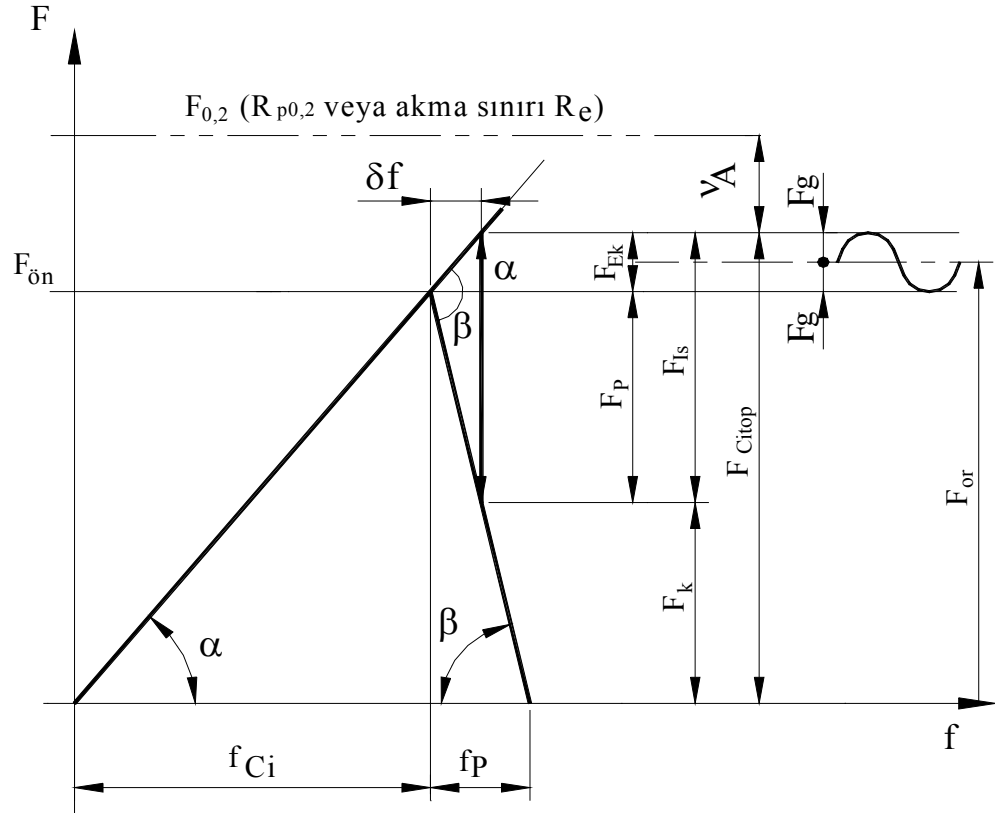
$$\sigma_{GZ(\text{OV})} = \sigma_{G(\text{OV})} \cdot \sqrt[3]{N_D / N_X}$$

$R_{p0,2}$ malzemenin akma sınır değeri alınır. Bak Tablo 18

kuvvet oranı

$$\Phi = n \cdot \Phi_k = n \cdot \frac{\delta_P}{\delta_P + \delta_C}$$

Dalgalı işletme kuvvetinde ön gerilim üçgeni, Röttscher üçgeni



5.2.2.3.2 Cıvataı etkileyen toplam kuvvet

F(53) Cıvataı etkileyen toplam kuvvet

$$F_{Ctop} = F_{ön} - F_{Ot} + F_{Ek} = F_{S1} + F_{Iş}$$

F(54) Ortalama kuvvet

$$F_{or} = F_{ÖN} + \frac{F_{Ekü} + F_{Eka}}{2} \cdot \Phi$$

F(55) Basit kuvvet orantısı Φ_k

$$\Phi_k = \frac{\delta_p}{\delta_C + \delta_p}$$

F(56) Kuvvet orantısı Φ

$$\Phi = n \cdot \Phi_k = n \cdot \frac{\delta_p}{\delta_C + \delta_p}$$

5.2.2.3.3 Cıvata ve sıkılan parçalarının oturması, sondurum alma değeri f_{Ot}

F(57)
$$F_{Ot} = \frac{f_{Ot}}{\delta_C + \delta_p} = \frac{f_{Ot}}{\delta_p} \cdot \Phi_k = \frac{f_{Ot}}{\delta_C} \cdot (1 - \Phi_k)$$
 Φ bak Tablo 29

Normal şaftlı cıvataların oturma değeri f_{Ot}

F(58)
$$f_{Ot} \approx 3,29 \cdot \left(\frac{L_{Kl}}{d} \right)^{0,34} \cdot 10^{-3}$$

Esnek, kaval ve benzeri şaftlı cıvataların oturma değeri f_{Ot}

F(59)
$$f_{Ot} \approx 3,16 \cdot (L_{Kl} \cdot \delta_S \cdot E_S)^{0,17} \cdot 10^{-3}$$

Bu oturma değeri masif cıvata bağlantılarında ve bağlantı parça yüzeylerinin birbiriyle tam değmesi halinde standart cıvata ile yapılan bağlantılar için geçerlidir.

5.2.2.3.4 Emniyetli maksimum cıvata kuvveti

	Normal cıvata için, yani $d \geq d_{GE}$	Φ bak Tablo 29, formül F(56)
F(60)	$F_{Ek \max} = \Phi \cdot F_{Iş \max} \leq 0,1 \cdot R_{p0,2} \cdot A_{GE}$	A_{GE} bak Tablo 8 veya Tablo 9
	Esnek cıvata için, yani $d_{Si} < d_{GE}$	$A_{Si} = 0,25 \cdot \pi \cdot d_{Si}^2$, $d_{Si} \approx 0,9 \cdot d_3$
F(61)	$F_{Ek \max} = \Phi \cdot F_{Iş \max} \leq 0,1 \cdot R_{p0,2} \cdot A_{Si}$	d_3 bak Tablo 8 veya Tablo 9

5.2.2.3.5 İşletmede gerilimler

F(62)	Cıvatanın işletmede karşılaştırma gerilimi $\sigma_{Bi} = \sqrt{\sigma_{\varphi Iş}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$	τ_t bak formül F(38)
F(63)	Cıvatanın işletmede çekme gerilimi $\sigma_{\varphi Iş} = \frac{F_{Ctop}}{A_{GE}}$	F_{Ctop} bak formül F(53) A_{GE} bak Tablo 8 veya Tablo 9

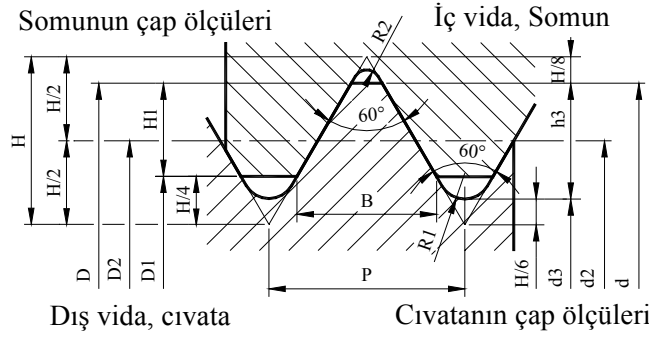
5.2.2.3.6 İşletmede yüzey basıncı

F(64)	Tork anahtarı ile sıkılan cıvatalar için $p_{Iş} = \frac{F_{Ctop}}{A_b} \leq p_S$	F_{Ctop} bak F(70) A_b bak Tablo 12
F(65)	Tork anahtarı ile sıkılan cıvatalar için $p_{Iş} = \frac{F_{ÖN90} + \Phi \cdot F_{Iş}}{A_b} \approx \frac{F_{önM} + \Phi \cdot F_{Iş}}{A_b} \leq p_S$	$F_{ÖN90}$ bak Φ Tablo 29, formül F(56) A_b bak Tablo 12 p_S bak Tablo 23
F(66)	Gerekli sıkıştırma kuvveti $F_{S1 \ ger} = \frac{F_{Etop}}{\mu \cdot z}$	μ bak Tablo 27 z cıvata adedi
F(67)	$F_{S1 \ ger} = F_{ön \ min} - F_{Iş} \cdot (1 - \Phi)$	
F(68)	İşletmede maksimum sıkıştırma kuvveti $F_{ön \ max} = F_{önM \ max} - F_{Ot}$	$F_{önM \ max}$ bak formül F(32) F_{Ot} bak formül F(57) $F_{Ek \ max}$ bak formül F(51)
F(69)	İşletmede minimum sıkıştırma kuvveti $F_{ön \ min} = F_{önM \ max} / \alpha_{S1} - F_{Ot}$	α_{S1} bak Tablo 20 F_{S1} bak formül F(16) Φ bak Tablo 29, veya formül F(56)
F(70)	İşletmede cıvata boyuna max. Kuvvet $F_{Ctop} = F_{ön \ max} - F_{Ot} + F_{Ek \ max}$	
F(71)	Cıvatanın işletmedeki çekme gerilimi $\sigma_{\varphi Iş} = \frac{F_{Ctop}}{A_{GE}}$	F_{Ctop} bak F(70) A_{GE} bak Tablo 8 veya Tablo 9
F(72)	Cıvatanın kuvvet etkisinde boyunun uzaması İşletmede $f_{Ciş \ max} = F_{ön} \cdot \delta_{Ciş}$ $f_{Ciş \ min} = f_{Ciş \ max} / \alpha_{S1}$	δ_C bak formül F(27) α_{S1} bak Tablo 20 $F_{önM}$ bak formül F(35)
F(73)	Parçaların kuvvet etkisinde boyunun kısalması İşletmede $f_{Piş \ max} = F_{ön} \cdot \delta_{Piş}$ $f_{Piş \ min} = f_{Piş \ max} / \alpha_{S1}$	$F_{ön}$ bak formül F(68) δ_P bak formül F(28)

Tablo 7, Vidada hatve

I	II	III	ISO	ISO-Ince		ISO-Vida				Köşe kırma	Geçiş deliği çapı			Kk tol.
											d _G	Hassas	orta	
1			0.3							0,1x45°	1.1	1.2	1.3	+ IT14 / - IT12
	1.1										1.2	1.3	1.4	
1.2			0.3	0.4							1.3	1.4	1.5	
	1.4										1.5	1.6	1.8	
1.6			0.4								1.7	1.8	2	
	1.8										2	2.1	2.2	
2			0.4	0.3							2.2	2.4	2.6	
	2.2			0.3							2.4	2.6	2.8	
2.5			0.5	0.4							2.7	2.9	3.1	
3			0.5	0.4							3.2	3.4	3.6	
	3.5			0.4							3.7	3.9	4.2	
4			0.7			0.5					4.3	4.5	4.8	
	4.5		0.8			0.5					4.8	5	5.3	
5			0.8			0.5					5.3	5.5	5.8	
6			1			0.8					6.4	6.6	7	
		7				0.8					7.4	7.6	8	
8			1.3	1		0.8					8.4	9	10	
		9	1.3	1		0.8					9.4	10	11	
10			1.5	1	1.3	0.8					10.5	11	12	
		11	1.5			0.8	1				11.5	12	13	
12			1.8	1.3	1.5	1				0,15	13	13.5	14.5	
	14		2	1.8		1	1.3	1.5			15	15.5	16.5	
16			2	1.5		1					17	17.5	18.5	
	18		2.5	1.5	2	1					19	20	21	
20			2.5	1.5		1	2				21	22	24	
	22		2.5	1.5		1	2				23	24	26	
24			3	1.5	2	1					25	26	28	
	27		3	1.5	2	1					28	30	32	
30			3.5	1.5	2	1	1.5	3			31	33	35	
	33		3.5	2		1.5		3			34	36	38	
36			4	2		1.5		3			37	39	42	
	39		4	2		1.5		3			40	42	45	
42			4.5			1.5	2	3	4		43	45	48	
	45		4.5			1.5	2	3	4		46	48	52	
48			5			1.5	2	3	4		50	52	56	
	52		5			1.5	2	3	4		54	56	62	
56			5.5			1.5	2	3	4		58	62	66	
	60		5.5			1.5	2	3	4		62	66	70	
		62	6			1.5	2	3	4		64	68	72	
64			6			1.5	2	3	4		66	70	74	

Tablo 8, Metrik ISO-Standart dişli vidalar (ISO 68 ; DIN 13 T1 ; TS61/3), ölçüler mm dir.



$$d_2 = D_2 = d - 0,64952 P \quad H = 0,86603 P$$

$$D_1 = d - 1,08253 P \quad H_1 = 0,54127 P$$

$$d_3 = d - 1,22687 P \quad h_3 = 0,61343 P$$

$$R_1 = H/6 = 0,14434 P \quad d_s = (d_2 + d_3)/2$$

$$R_2 = H/12 = 0,07217 P \quad \tan \varphi = P/(\pi \cdot d_2)$$

$$\text{Matkap çapı } D_M = d - P$$

M 12 = Anma çapı 12 mm olan cıvata

Anma çapı d = D	Hatve (Admm) P	Bölüm çapı d ₂ = D ₂	Diş dibi çapı		Diş yüksekliği		Gerilim kesiti A _{GE} mm ²	Diş dibi kesiti A ₃ mm ²	Helis açısı φ
			d ₃	D ₁	h ₃	H ₁			
1	0.25	0.838	0.693	0.729	0.153	0.135	0.460	0.377	5.427°
1.2	0.25	1.038	0.893	0.929	0.153	0.135	0.732	0.627	4.386°
1.6	0.35	1.373	1.171	1.221	0.215	0.189	1.270	1.076	4.640°
2	0.4	1.740	1.509	1.567	0.245	0.217	2.073	1.789	4.185°
2.5	0.45	2.208	1.948	2.013	0.276	0.244	3.391	2.980	3.712°
3	0.5	2.675	2.387	2.459	0.307	0.271	5.031	4.473	3.405°
4	3.5	0.6	3.110	2.764	0.368	0.325	6.775	6.000	3.514°
	4.5	0.7	3.545	3.141	0.429	0.379	8.779	7.750	3.596°
5	0.8	4.480	4.019	4.134	0.491	0.433	14.183	12.683	3.253°
	1	5.350	4.773	4.917	0.613	0.541	20.123	17.894	3.405°
8	1.25	7.188	6.466	6.647	0.767	0.677	36.609	32.841	3.168°
10	1.5	9.026	8.160	8.376	0.920	0.812	57.990	52.292	3.028°
12	1.75	10.863	9.853	10.106	1.074	0.947	84.267	76.247	2.935°
	2	12.701	11.546	11.835	1.227	1.083	115.439	104.706	2.869°
16	2	14.701	13.546	13.835	1.227	1.083	156.668	144.121	2.480°
	18	2.5	16.376	14.933	15.294	1.534	1.353	192.473	175.135
20	2.5	18.376	16.933	17.294	1.534	1.353	244.794	225.190	2.480°
	22	2.5	20.376	18.933	19.294	1.534	1.353	303.399	281.527
24	3	22.051	20.319	20.752	1.840	1.624	352.504	324.273	2.480°
	27	3	25.051	23.319	23.752	1.840	1.624	459.406	427.095
30	3.5	27.727	25.706	26.211	2.147	1.894	560.587	518.988	2.301°
	33	3.5	30.727	28.706	29.211	2.147	1.894	693.553	647.193
36	4	33.402	31.093	31.670	2.454	2.165	816.722	759.280	2.183°
	39	4	36.402	34.093	34.670	2.454	2.165	975.752	912.868
42	4.5	39.077	36.479	37.129	2.760	2.436	1120.910	1045.148	2.099°
	45	4.5	42.077	39.479	40.129	2.760	2.436	1306.003	1224.120
48	5	44.752	41.866	42.587	3.067	2.706	1473.149	1376.593	2.037°
	52	5	48.752	45.866	46.587	3.067	2.706	1757.834	1652.209
56	5.5	52.428	49.252	50.046	3.374	2.977	2030.017	1905.204	1.913°
	60	5.5	56.428	53.252	54.046	3.374	2.977	2362.020	2227.231
64	6	60.103	56.639	57.505	3.681	3.248	2675.972	2519.519	1.820°
	68	6	64.103	60.639	61.505	3.681	3.248	3055.293	2887.957

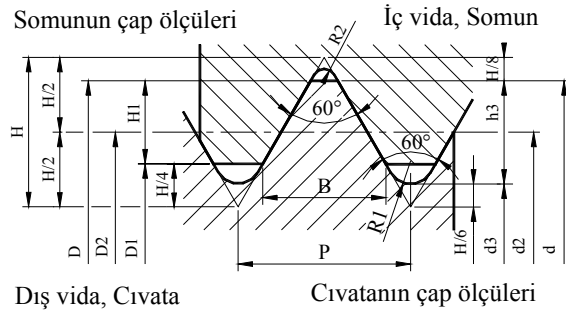
Bu tabeladaki değerler, yukarıda verilmiş olan formüllerle hesaplanmıştır.

Burada bulunmayan vida değerleri, yukarıda verilmiş olan formüllerle hesaplanır.

Tablo 9, Metrik ISO-İnce dişli vidalar, (ISO 68 ; DIN 13 T12 ; TS61/5-13), Ölçüler mm dir.

$$\begin{aligned} d_2 = D_2 = d - 0,64952 P & \quad H = 0,86603 P \\ D_1 = d - 1,08253 P & \quad H_1 = 0,54127 P \\ d_3 = d - 1,22687 P & \quad h_3 = 0,61343 P \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_1 = H/6 = 0,14434 P & \quad d_s = (d_2 + d_3)/2 \\ R_2 = H/12 = 0,07217 P & \quad \tan \varphi = P/(\pi \cdot d_2) \\ \text{Matkap çapı } D_M : D_M = d - P & \end{aligned}$$



Gösterilmesi : Anma çapı 12 mm ve
hatvesi 1,25 olan cıvata M 12x1,25

Anma çapı d = D	Hatve (Adım) P	Bölüm çapı d ₂ = D ₂	Dış dibi çapı		Dış yüksekliği		Gerilim kesiti A _{GE} mm ²	Dış dibi kesiti A ₃ mm ²	Helis φ
			d ₃	D ₁	h ₃	H ₁			
8	1	7.350	6.773	6.917	0.613	0.541	39.167	36.030	2.480°
12	1	11.350	10.773	10.917	0.613	0.541	96.104	91.154	1.606°
16	1	15.350	14.773	14.917	0.613	0.541	178.174	171.410	1.188°
20	1	19.350	18.773	18.917	0.613	0.541	285.376	276.798	0.942°
10	1.25	9.188	8.466	8.647	0.767	0.677	61.199	56.297	2.480°
12	1.25	11.188	10.466	10.647	0.767	0.677	92.072	86.037	2.037°
16	1.5	15.026	14.160	14.376	0.920	0.812	167.248	157.470	1.820°
20	1.5	19.026	18.160	18.376	0.920	0.812	271.503	259.004	1.438°
24	1.5	23.026	22.160	22.376	0.920	0.812	400.891	385.671	1.188°
30	1.5	29.026	28.160	28.376	0.920	0.812	642.097	622.796	0.942°
36	1.5	35.026	34.160	34.376	0.920	0.812	939.851	916.469	0.781°
42	1.5	41.026	40.160	40.376	0.920	0.812	1294.154	1266.691	0.667°
48	1.5	47.026	46.160	46.376	0.920	0.812	1705.005	1673.462	0.582°
24	2	22.701	21.546	21.835	1.227	1.083	384.416	364.614	1.606°
30	2	28.701	27.546	27.835	1.227	1.083	621.201	595.957	1.271°
56	2	54.701	53.546	53.835	1.227	1.083	2300.718	2251.895	0.667°
64	2	62.701	61.546	61.835	1.227	1.083	3031.121	2975.043	0.582°
72	2	70.701	69.546	69.835	1.227	1.083	3862.055	3798.721	0.516°
80	2	78.701	77.546	77.835	1.227	1.083	4793.519	4722.931	0.463°
90	2	88.701	87.546	87.835	1.227	1.083	6099.222	6019.565	0.411°
100	2	98.701	97.546	97.835	1.227	1.083	7562.004	7473.278	0.370°
110	2	108.701	107.546	107.835	1.227	1.083	9181.866	9084.071	0.336°
125	2	123.701	122.546	122.835	1.227	1.083	11906.18	11794.78	0.295°
36	3	34.051	32.319	32.752	1.840	1.624	864.937	820.382	1.606°
42	3	40.051	38.319	38.752	1.840	1.624	1205.976	1153.260	1.366°
48	3	46.051	44.319	44.752	1.840	1.624	1603.564	1542.686	1.188°
56	4	53.402	51.093	51.670	2.454	2.165	2143.958	2050.239	1.366°
64	4	61.402	59.093	59.670	2.454	2.165	2850.781	2742.552	1.188°
72	4	69.402	67.093	67.670	2.454	2.165	3658.136	3535.396	1.051°
80	4	77.402	75.093	75.670	2.454	2.165	4566.021	4428.771	0.942°
90	4	87.402	85.093	85.670	2.454	2.165	5842.249	5686.862	0.835°
100	4	97.402	95.093	95.670	2.454	2.165	7275.557	7102.032	0.749°
125	4	122.402	120.093	120.670	2.454	2.165	11546.05	11327.18	0.596°

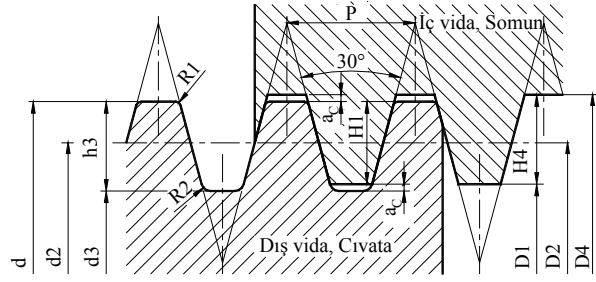
Bu tabeladaki değerler, yukarıda verilmiş olan formüllerle hesaplanmıştır.

Burada bulunmayan vida değerleri, yukarıda verilmiş olan formüllerle hesaplanır.

Tablo 10, Metrik ISO-Trapez profilli vidalar, (DIN 103). Ölçüler mm dir.

$$\begin{aligned} d_2 = D_2 &= d - 0,5P & H_1 &= 0,5P \\ d_3 &= d - 2h_3 & H_4 &= h_3 = H_1 + a_c \\ D_1 &= d - 2H_1 = d - P \\ D_4 &= d + 2a_c \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_1 &= \max 0,5a_c & d_s &= (d_2 + d_3)/2 \\ R_2 &= \max a_c & \tan \varphi &= P/(\pi \cdot d_2) \\ \text{Matkap çapı } D_M &= D_1 = d - P \end{aligned}$$



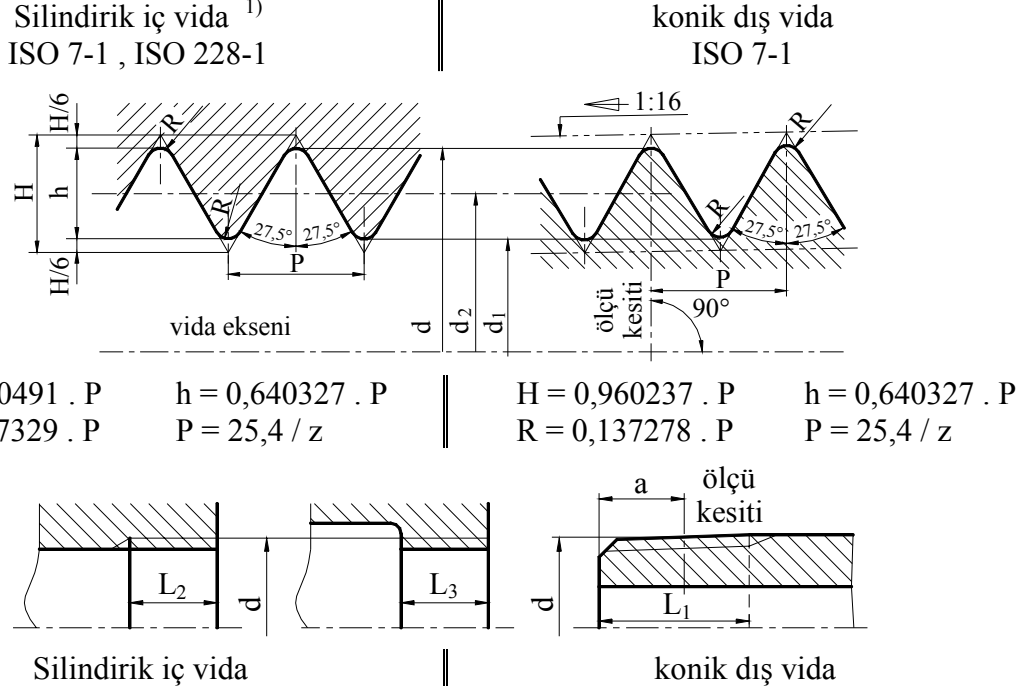
Gösterilmesi : Anma çapı $d=40$ mm ve hatvesi 7 mm olan Trapez vida Tr 40x7

P	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
a_c	0.15	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1
$H_4 = h_3$	0.9	1.25	1.75	2.25	2.75	3.5	4	4.5	5	5.5	6.5	8	9	10	11

Anma çapı d	Hatve (Adım) P			Bölüm çapı $d_2 = D_2$	Diş dibi çapı d_3	Diş yüksekliği H_1	Diş dibi kesiti A_3	Diş dibi boşluğu a_c	Helis açısı φ
8		1.5		7.25	6.2	0.75	30.2	0.15	3.768°
10	(1.5)	2		9	7.5	1	44.2	0.25	4.046°
12	(2)	3		10.5	8.5	1.5	56.7	0.25	5.197°
16	(2)	4		14	11.5	2	104	0.25	5.197°
20	(2)	4		18	15.5	2	189	0.25	4.046°
24	(3)	5	(8)	21.5	18.5	2.5	269	0.25	4.234°
28	(3)	5	(8)	25.5	22.5	2.5	398	0.25	3.571°
32	(3)	6	(10)	29	25	3	491	0.5	3.768°
36	(3)	6	(10)	33	29	3	661	0.5	3.312°
40	(3)	7	(10)	36.5	32	3.5	804	0.5	3.493°
44	(3)	7	(12)	40.5	36	3.5	1018	0.5	3.149°
48	(3)	8	(12)	44	39	4	1195	0.5	3.312°
52	(3)	8	(12)	48	43	4	1452	0.5	3.037°
60	(3)	9	(14)	55.5	50	4.5	1963	0.5	2.955°
65	(4)	10	(16)	60	54	5	2290	0.5	3.037°
70	(4)	10	(16)	65	59	5	2734	0.5	2.804°
75	(4)	10	(16)	70	64	5	3217	0.5	2.604°
80	(4)	10	(16)	75	69	5	3739	0.5	2.430°
85	(4)	12	(18)	79	72	6	4072	0.5	2.768°
90	(4)	12	(18)	84	77	6	4657	0.5	2.604°
95	(4)	12	(18)	89	82	6	5281	0.5	2.458°
100	(4)	12	(20)	94	87	6	5945	0.5	2.327°
110	(4)	14	(20)	103	94	7	6940	1	2.477°
120	(6)	14	(22)	113	104	7	8495	1	2.258°

Bu tabeladaki değerler, yukarıda verilmiş olan formüllerle hesaplanmıştır. Burada bulunmayan vida değerleri, yukarıda verilmiş olan formüllerle hesaplanır.

Tablo 11, Boru vidaları profil ölçüleri, ISO 7-1, ISO 228-1, TS 61. Ölçüler mm dir.



a) Anma büyüklüğü 1/2 inch olan boru vidanın gösterilmesi

Standart	iç vida	dış vida
ISO 7-1	Silindirik Rp 1/2	Konik R 1/2
ISO 228-1	Silindirik G 1/2	Konik G 1/2 A ²⁾

b) Ölçüler

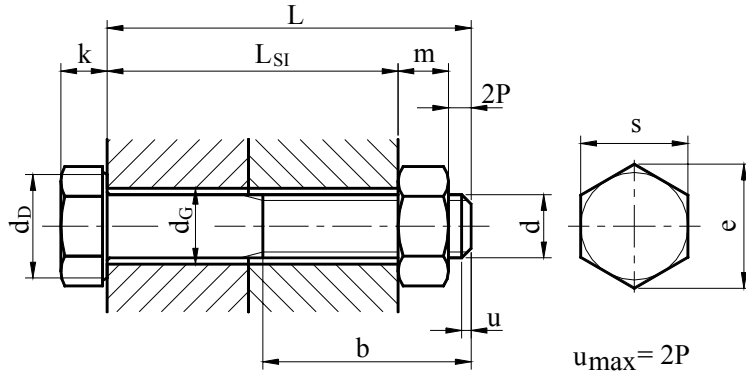
vida anma çapı	Boru çapı ³⁾	ölçme düzlemi mesafesi a ³⁾	çaplar				Hatve P	Parma kta dış sayısı z	vida boyu ³⁾		
			dış d=D	bölüm d ₂ =D ₂	iç d ₁ =D ₁	L ₃ min			L ₂ min	kullanılan L ₁	
1/8	6	4	9,728	9,147	8,566	0,907	28	4,5	7,4	6,5	
1/4	8	6	13,157	12,301	11,445	1,337	19	6,8	11,0	9,7	
3/8	10	6,4	16,662	15,806	14,950	1,337	19	7,1	11,4	10,1	
1/2	15	8,2	20,955	19,793	18,631	1,814	14	9,2	15,0	13,2	
3/4	20	9,5	26,441	25,279	24,117	1,814	14	10,2	16,3	14,5	
1	25	10,4	33,249	31,770	30,291	2,309	11	11,6	19,1	16,8	
1 1/4	32	12,7	41,910	40,431	38,952	2,309	11	13,5	21,4	19,1	
1 1/2	40	12,7	47,803	46,324	44,845	2,309	11	13,5	21,4	19,1	
2	50	15,9	59,614	58,135	56,656	2,309	11	16,9	25,7	23,4	

1) İç ve dış vida profili ISO 228.1 de aynı ölçülere sahiptir.

2) Bölüm çapı toleransları A veya B dir. A ile B toleransı bağıntısı B = 2A

3) Burada yalnız ISO 7-1 değerleri verilmiştir.

Tablo 12, 6-Köşe cıvataların konstruksiyon ölçüleri, ölçüler mm dir.



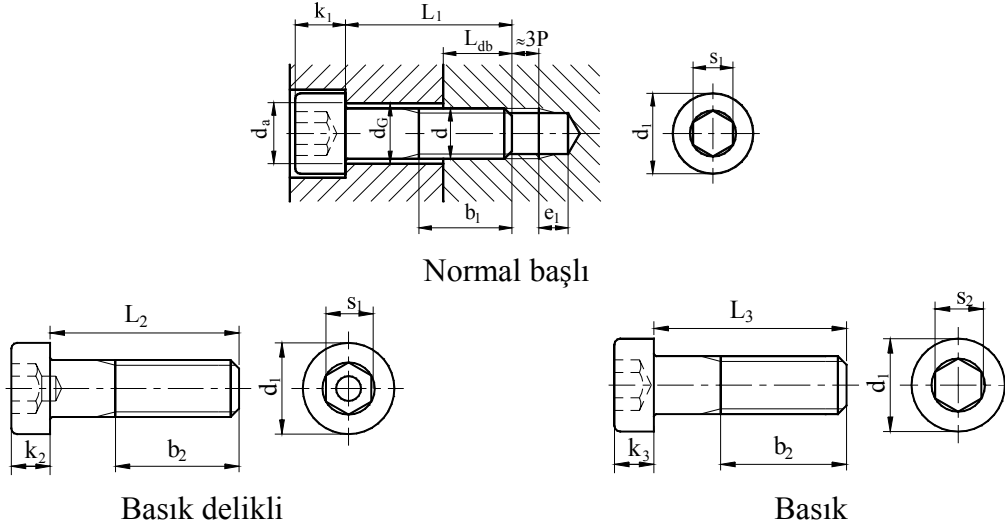
- d Vida anma çapı
s Anahtar ağızı
e Köşe boyu
k Kafa yüksekliği
b Vida boyu
m Somun yüksekliği
d_G Geçiş deliği çapı
d_D Temas dairesi çapı
A_b Bası alanı
L_{min} en küçük cıvata boyu
L_{S1} Sıkıştırma boyu

d	s	e	k	b		m		d _G			d _D	A _b	L _{min} *)5
				*)1	*)2	*)3	*)4	hass	nor	kaba			
M 3	5.5	6.01	2	12	---	2,4	1,8	3.2	3.4	3.6	4.6	7.5	6
M 4	7	7.66	2.8	14	---	3,2	2,2	4.3	4.5	4.8	5.9	11.4	8
M 5	8	8.79	3.5	16	22	4,7	2,7	5.3	5.5	5.8	6.9	13.6	10
M 6	10	11.1	4	18	24	5,2	3,2	6.4	6.6	7	8.9	28.0	12
M 8	13	14.4	5.3	22	28	6,8	4	8.4	9	10	11.6	42.1	16
M10	16	17.8	6.4	26	32	8,4	5	10,5	11	12	14.6	72.4	20
M12	18	20.1	7.5	30	36	10,8	6	13	13,5	14,5	16.6	73.3	25
M14	21	23.4	8.8	34	40	12,8	7	15	15,5	16,5	19.6	113	30
M16	24	26.8	10	38	44	14,8	8	17	17,5	18,5	22.5	157	30
M20	30	33.5	12.5	46	52	18	10	21	22	24	28.2	244	40
M22	34	37.7	14	50	56			23	24	26	31.7	337	45
M24	36	40	15	54	60	21,5	12	25	26	28	33.6	356	50
M27	41	45.2	17	60	66			28	30	32	38.0	427	55
M30	46	50.9	18.7	66	72	25,6	15	31	33	35	42.7	577	60
M33	50	55.4	21	72	78			34	36	38	46.6	688	65
M36	55	60.8	22.5	78	84	31	18	37	39	42	51.1	856	70
M39	60	66.4	25	84	90			40	42	45	55.9	1069	80
M42	65	71.3	26	90	96			43	45	48	60.6	1294	90

*)1 L ≤ 125 mm için ; *)2 L > 125, 200 mm ye kadar ; *)3 somun tipi 1 için ; *)4 basık somun için

*)5 Boy basamağı : 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340,, 500.

Tablo 13, Silindir başlı cıvataların konstrüksiyon ölçüleri. Ölçüler mm dir.



d	d ₁	k ₁	k ₂	k ₃	s ₁	s ₂	L ₁	L ₂	L ₃
M 3	5,5	3	2	2	2,5	2	5 - 30		5-20
M 4	7	4	2.8	2.8	3	2,5	6 - 40	10-50	6-25
M 5	8,5	5	3.5	3.5	4	3	8 - 50	10-60	8-30
M 6	10	6	4	4	5	4	10-60	10-70	10-40
M 8	13	8	5	5	6	5	12-80	12-80	12-60
M10	16	10	6	6,5	8	7	16-100	16-90	16-70
M12	18	12	7	7,5	10	8	20-120	16-100	20-80
M14	21	14	8	8,5	12	10	25-140	20-120	30-80
M16	24	16	9	10	14	10	25-160	20-140	30-80
M20	30	20	11	12	17	14	30-200	30-180	40-100
M24	36	24	13	14	19	17	40-200	60-200	50-100
M30	45	30	-	17,5	22	-	45-200	70-200	

d	b ₁	b ₂	e ₁	A _b
M 3	18	12	2,8	11,1
M 4	20	14	3,8	17,6
M 5	22	16	4,2	26,9
M 6	24	18	5,1	34,9
M 8	28	22	6,2	55,8
M10	32	26	7,3	89,5
M12	36	30	8,3	90
M14	40	34	9,3	131
M16	44	38	9,3	181
M20	52	46	11,2	274
M24	60	54	13,1	421
M30	72	66	15,2	638

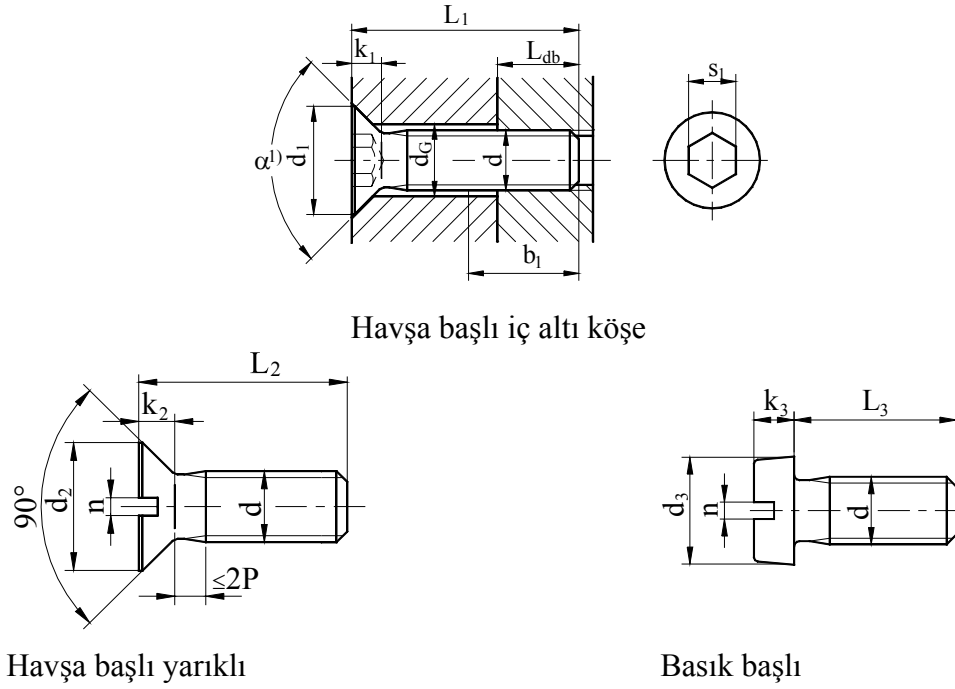
Burada bulunmayan değerler den alınmalıdır.

Boy basamağı : 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, (45), 50, (55), 60, (65), 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, daha büyük boylar 20 mm basamakıdır.

$L > 125 \dots 200$; $b_2 = 2d + 12$;
 $L > 200$, $b_2 = 2d + 25$

L_{db} bak Tablo 24

Tablo 14, Çeşitli cıvatalara genel bakış. Ölçüler mm dir.

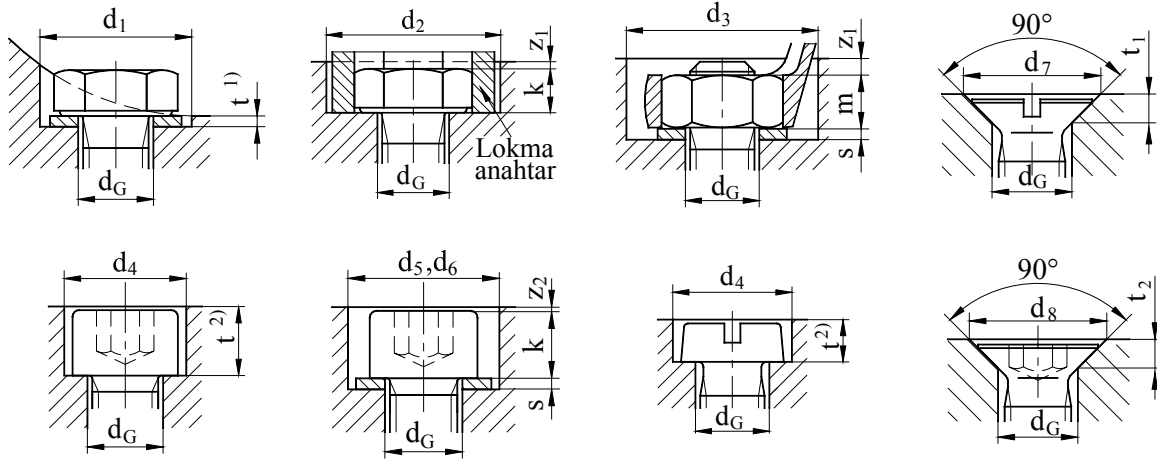


d	d ₁	d ₂	d ₃	s ₁	n	k ₁	k ₂	k ₃	b ₁	L ₁ ¹⁾	L ₂ ¹⁾	L ₃
M1,6			3		0,4		1	1,1				
M 2			3,8		0,5		1,2	1,4				
M2,5			4,5		0,6		1,5	1,8				
M 3	6	5,6	5,5	2	0,8	1,7	1,6	2,0	12	8-30(20)	4-30(22)	4-30
M 4	8	7,5	7	2,5	1,2	2,3	2,2	2,6	14	8-40(25)	5-40(25)	5-40
M 5	10	9,2	8,5	3	1,2	2,8	2,5	3,3	16	8-50(30)	6-50(30)	6-50
M 6	12	11	10	4	1,6	3,3	3,0	3,9	18	8-50(35)	8-50(35)	8-60
M 8	16	14,5	13	5	2,0	4,4	4,0	5,0	22	10-60(40)	10-55(40)	10-80
M10	20	18	16	6	2,5	5,5	5,0	6,0	26	12-70(40)	12-60(50)	12-80
M12	24	22	18	8	---	6,5	6,0	---	30	20-70(50)	20-80(60)	---
M14	27	25	21	10	---	7	7,0	---	34	25-80(50)	22-80(60)	---
M16	30	29	24	10	---	7,5	8,0	---	38	30-90(60)	25-100(70)	---
M20	36	36	30	12	---	8,5	10	---	46	35-100(70)	30-100(80)	---
M24	39	---	36	14	---	14	---	---	54	50-100(90)	---	---
M30	---	---	45	---	---	---	---	---	66	---	---	---

1) Parantez içindeki değerler pratikte seçilen max boylardır ve havşa başlı cıvata da vida bütün shaft boyundadır.

Burada bulunmayan değerler Tablo 8 veya Tablo 9 ile bulunur.
Boy basamağı bak , L_{db} bak Tablo 24

Tablo 15, Çeşitli cıvatalar için yardımcı konstrüksiyon ölçüleri. Ölçüler mm dir.



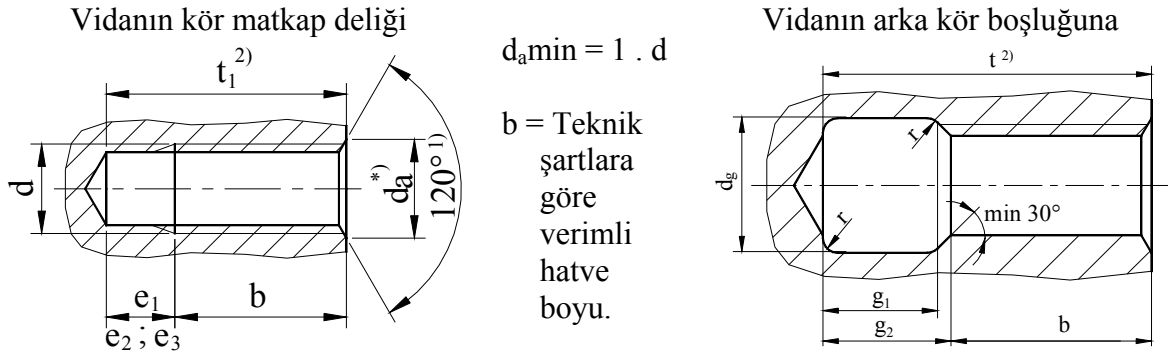
Vida anma çapı d	6 köşe başlı cıvata ve somun için gerekli dayanma yüzeyi				Silindir başlı cıvata için hücre boyutları				90° Havşa başlı cıvata için konik oturma yuvası			
	d ₁	d ₂	d ₃	z ₁ ²⁾	d ₄	d ₅	d ₆	z ₂ ²⁾	d ₇	t ₁	d ₈	t ₂
M1,6	5	---	---	---	3,5	---	---	0,4	3,7	9,9	---	---
M 2	6	---	---	---	4,4	5,5	6	0,4	4,6	1,1	---	---
M2,5	8	---	---	---	5,5	6	7	0,4	5,7	1,3	---	---
M 3	9	11	11	0,4	6,5	7	9	0,4	6,5	1,5	6,6	1,6
M 4	10	13	15	0,4	8	9	10	0,4	8,6	1,9	9	2,3
M 5	11	15	18	0,4	10	11	13	0,4	10,4	2,3	11	2,8
M 6	13	18	20	0,4	11	13	15	0,4	12,4	2,7	13	3,2
M 8	18	24	26	0,6	15	16	18	0,6	16,4	3,7	17,2	4,1
M10	22	28	33	0,6	18	20	24	0,6	20,4	4,7	21,5	5,3
M12	26	33	36	0,6	20	24	26	0,6	23,9	5,2	25,5	6
M16	33	40	46	0,6	26	30	33	0,6	31,9	7,2	31,5	7
M20	40	46	54	0,6	33	36	40	0,6	40,4	9,2	38	8
M24	48	58	73	0,8	40	43	48	0,8	---	---	41	13,5
M30	61	73	82	1,0	50	54	61	1,0	---	---	---	---
M36	73	82	93	1,0	58	63	69	1,0	---	---	---	---

1) Temiz düzlem derinliği cıvata eksenine dik yeterli cıvata oturma yüzeyi verecek kadar olmalıdır.

2) İşleme derinliği konstrüksiyona göre olmalıdır. Bunun için bir reçete yoktur. Öneri olarak şu formül alınabilir: $t = k_{\max} + s_{\max} + \text{konstrüksiyon payı } z$ (bu z_1 veya z_2 olabilir)

Burada bulunmayan değerler Tablo 8 veya Tablo 9 ile bulunur. Bu tablolarda verilmemiş değerler ya standartlardan veya akli Selim (Sağ duyu) ile seçilir.

Tablo 16, İç vidada cep somun konstrüksiyon ölçüleri



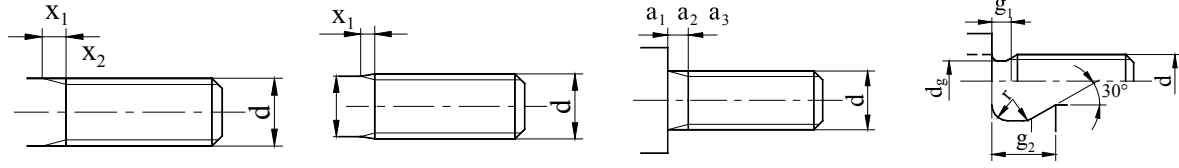
Hatve e P ³⁾	vida anma çapı standart dişli	Vidanın kör matkap deliğine geçiş ölçüleri			Vidanın arka kör boşluğuna geçiş ölçüleri					
		e ₁ norma	e ₂ kısa	e ₃ uzun	d _g H 13	g ₁ minimum		g ₂ maksimum		r ≈
0,25	M 1	1,5	1,0	2,4	d+0,1	1,0	0,6	1,4	1,0	0,12
0,35	M 1,6	2,1	1,3	3,3	d+0,2	1,4	0,9	1,9	1,4	0,16
0,4	M 2	2,3	1,5	3,7	d+0,2	1,6	1,0	2,2	1,6	0,2
0,45	M 2,5	2,6	1,6	4,1	d+0,2	1,8	1,1	2,4	1,7	0,2
0,5	M 3	2,8	1,8	4,5	d+0,3	2,0	1,25	2,7	2,0	0,2
0,7	M 4	3,8	2,4	6,1	d+0,3	2,8	1,75	3,8	2,75	0,4
0,8	M 5	4,2	2,7	6,8	d+0,3	3,2	2,0	4,2	3,0	0,4
1	M 6	5,1	3,2	8,2	d+0,5	4,0	2,5	5,2	3,7	0,6
1,25	M 8	6,2	3,9	10,0	d+0,5	5,0	3,2	6,7	4,9	0,6
1,5	M10	7,3	4,6	11,6	d+0,5	6,0	3,8	7,8	5,6	0,8
1,75	M12	8,3	5,2	13,3	d+0,5	7,0	4,3	9,1	6,4	1,0
2	M16	9,3	5,8	14,6	d+0,5	8,0	5,0	10,3	7,3	1,0
2,5	M20	11,2	7,0	17,9	d+0,5	10,0	6,3	13,0	9,3	1,2
3	M24	13,1	8,2	21,0	d+0,5	12,0	7,5	15,2	10,7	1,6
3,5	M30	15,2	9,5	24,3	d+0,5	14,0	9,0	17,7	12,7	1,6
4	M36	16,8	10,5	26,9	d+0,5	16,0	10,0	20,0	14,0	2,0
4,5	M42	18,4	11,5	29,4	d+0,5	18,0	11,0	23,0	16,0	2,0
5	M48	20,8	13,0	33,3	d+0,5	20,0	12,5	26,0	18,5	2,5

- 1) 120° standarttır. Özel hallerde, eğer açı 90° veya 60° alınacaksa bu resimde belirtilmelidir.
- 2) Konstrüksiyona göre " t " değeri hesaplanır. " t " değerinin toleransı maksimum "+0,5.P" ve minimum olarak " 0 " alınır.
- 3) Burada verilen vida büyüklükleri semboliktir. Burada verilmeyen diğer vida büyüklükleri ve ince dişli vidalar için ölçü çıkış değeri Hatvedir. Konstrüksiyon ölçüleri hatveye göre seçilir.

Tablo 17, Dış vidada konstrüksiyon ölçüleri

Vidanın düz şafta çıkış ölçüleri

Vidanın ökçeli şafta veya oluklu araya çıkış ölçüleri



Hat- ve p ¹⁾	Vida anma çapı standart dişli d	Vida çıkışı		açıklık			Vidanın şafta geçiş ölçüleri					
		x ₁	x ₂	a ₁	a ₂	a ₃	d _g h 13 4)	g ₁		g ₂		r ≈
		max		max				normal	kısa	normal	kısa	
		normal	kısa	normal	kısa ²⁾	uzun ³⁾						
0,25	M 1	0,6	0,3	0,75	0,5	-	d-0,4	0,55	0,25	0,9	0,6	0,12
0,35	M 1,6	0,9	0,45	1,05	0,7	-	d-0,6	0,7	0,4	1,2	0,9	0,16
0,4	M 2	1,0	0,5	1,2	0,8	-	d-0,7	0,8	0,5	1,4	1,0	0,2
0,45	M 2,5	1,1	0,6	1,35	0,9	-	d-0,7	1	0,5	1,6	1,1	0,2
0,5	M 3	1,25	0,7	1,5	1	-	d-0,8	1,1	0,5	1,75	1,25	0,2
0,7	M 4	1,75	0,9	2,1	1,4	-	d-1,1	1,5	0,8	2,45	1,75	0,4
0,8	M 5	2,0	1	2,4	1,6	3,2	d-1,3	1,7	0,9	2,8	2,0	0,4
1	M 6	2,5	1,25	3	2	4	d-1,6	2,1	1,1	3,5	2,5	0,6
1,25	M 8	3,2	1,6	3,75	2,5	5	d-2,0	2,7	1,5	4,4	3,2	0,6
1,5	M10	3,8	1,9	4,5	3	6	d-2,3	3,2	1,8	5,2	3,8	0,8
1,75	M12	4,3	2,2	5,25	3,5	7	d-2,6	3,9	2,1	6,1	4,3	1,0
2	M16	5,0	2,5	6	4	8	d-3,0	4,5	2,5	7	5,0	1,0
2,5	M20	6,3	3,2	7,5	5	10	d-3,6	5,6	3,2	8,7	6,3	1,2
3	M24	7,5	3,8	9	6	12	d-4,4	6,7	3,7	10,5	7,5	1,6
3,5	M30	9,0	4,5	10,5	7	14	d-5,0	7,7	4,7	12	9,0	1,6
4	M36	10,0	5	12	8	16	d-5,7	9	5	14	10,0	2,0
4,5	M42	11,0	5,5	13,5	9	18	d-6,4	10,5	5,5	16	11,0	2,0
5	M48	12,5	6,3	15	10	20	d-7,0	11,5	6,5	17,5	12,5	2,5

1) Burada verilen vida büyüklükleri semboliktir. Burada verilmeyen diğer vida büyüklükleri ve ince dişli vidalar için ölçü çıkış değeri Hatvedir. Kontruksiyon ölçüleri hatveye göre seçilir.

2) Açıklık a₂ yarık ve yıldız başlı cıvatalarda teknik yönden kısa ölçü gerektiğinde kullanılır.

3) Açıklık a₃ yalnız imalat sınıfı C içindir.

4) Anma çapı 3 mm kadar vidalarda tolerans h 12 dir.

Tablo 18, Standart cıvataların 300° C kadar mekanik değerleri

Isı	< 100 °	100 °	200 °	300 °	< 100 °	100 °	200 °	300 °
Malzeme	4.6	4.6	4.6	4.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Normal ısı	20 °	20 °	20 °	20 °	20 °	20 °	20 °	20 °
R _m N/mm ²	400	400	400	400	500	500	500	500
R _e N/mm ²	240	240	240	240	300	300	300	300
E N/mm ²	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
İşletme ısı	100 °	100 °	200 °	300 °	100 °	100 °	200 °	300 °
R _{mİş} N/mm ²	400	390	380	350	500	470	430	450
R _{eİş} N/mm ²	240	210	190	140	300	250	210	160
E _{İş} N/mm ²	210000	207000	200000	193000	210000	207000	200000	193000
α 1/K 10 ⁻⁶	- - -	11,1	12,1	12,9	- - -	11,1	12,1	12,9

Isı	< 100 °	100 °	200 °	300 °	< 100 °	100 °	200 °	300 °
Malzeme	8.8	8.8	8.8	8.8	10.9	10.9	10.9	10.9
Normal ısı	20 °	20 °	20 °	20 °	20 °	20 °	20 °	20 °
R _m N/mm ²	800	800	800	800	1000	1000	1000	1000
R _e N/mm ²	640	640	640	640	900	900	900	900
E N/mm ²	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
İşletme ısı	20 °	100 °	200 °	2300 °	20 °	100 °	200 °	300 °
R _{mİş} N/mm ²	800	810	820	750	1000	1010	1020	970
R _{eİş} N/mm ²	640	590	540	480	900	875	790	705
E _{İş} N/mm ²	210000	207000	200000	193000	210000	207000	200000	193000
α 1/K 10 ⁻⁶	- - -	11,1	12,1	12,9	- - -	11,1	12,1	12,9

Isı	< 100 °	100 °	200 °	300 °
Malzeme	12.9	12.9	12.9	12.9
Normal ısı	20 °	20 °	20 °	20 °
R _m N/mm ²	1200	1200	1200	1200
R _e N/mm ²	1080	1080	1080	1080
E N/mm ²	210000	210000	210000	210000
İşletme ısı	100 °	100 °	200 °	300 °
R _{mİş} N/mm ²	1200	1190	1180	1120
R _{eİş} N/mm ²	1080	1020	925	825
E _{İş} N/mm ²	210000	207000	200000	193000
α 1/K 10 ⁻⁶	- - -	11,1	12,1	12,9

Isı	100 °	200 °	
8.8	σ _{DEĞ} *) ¹	670	610
	σ _{DEĞ} *) ²	820	750
10.9	σ _{DEĞ} *) ¹	990	900
	σ _{DEĞ} *) ²	1220	1100
12.9	σ _{DEĞ} *) ¹	1160	1050
	σ _{DEĞ} *) ²	1420	1290

Enine kaymada:

)¹ κ = 0 için)² κ ≥ +0,5 içinTablo 19, Standart cıvataların devamlı mukavemet değerleri σ_G

vida	Devamlı mukavemet değerleri σ _G		
	4.6 ve 5.6	islahlı 8.8 ... 12.9	ovalamalı 10.9 ve 12.9
< M8	50	60	100
M 8 ... M12	40	50	90
M14 ... M20	35	40	70
> M20	35	35	60

Tablo 20, Sıkma momenti faktörü α_{S1}

Sıkma metodu	Ön gerilme kuvvetinin dağılması	Montajda sıkma momenti	Sıkma momenti faktörü α_A
Akma sınırı veya dönme açısı kontrollü sıkma. metodu ile el anahtarı veya motorlu anahtarla sıkma	Rp0,2	yoktur	1,0
Tork anahtarı ile torsiyon moment kontrollü sıkma. Bütün cıvatalar devamlı ve tam kontrol edilen, ön montajı normal veya darbeli anahtarla yapılmış ve	$\pm 20\%$	0,9 M _{S1}	1,6
İmpulskontrollü darbeli anahtarla sıkma. Aşağı yukarı 10 cıvata tork anahtarı veya cıvatanın uzama kontrolü yapılan sıkma metodu.	$\pm 40\%$	0,85 M _{S1}	2,5
İmpulskontrollü darbeli anahtarla veya el anhtarı ile hissi sıkma. Sıkma momenti ne sıkılırken verilir nede sonradan kontrol edilir, kontrolsuz.	$\pm 60\%$	yoktur	4,0

Tablo 21, Standart cıvataların malzeme ve mekanik değerleri

Standart adı, (cıvatanın kalitesi)	Malzeme ve ısıl işlemi	Çekme muka-vemeti ²⁾ R _m N/mm ²	Akma muka-vemeti ²⁾ R _{p0,2} N/mm ²	Kopma gerilmesi A ₅ % minimum	
3.6 ¹⁾	Az C-alışimli çelikler Örneğin: QSt 36.2	300 (330)	180 (190)	25	
4.6 ¹⁾	Az veya orta değer C-alışimli çelikler. Örneğin: UQSt 38.2	400	240	22	
4.8 ¹⁾		400 (420)	320 (340)	14	
5.6 ¹⁾	Az veya orta değer C-alışimli çelikler	500	300	20	
5.8 ¹⁾		500 (520)	400 (420)	10	
6.8 ¹⁾	Örneğin: Cq22, Cq35	600	480	8	
8.8	Su verilmiş ve tavlanmış az veya orta değer C-alışimli vede ek metalli (Bor, Mn, Cr) çelikler. Örneğin: 22B2, Cq45	$\leq M16$	800	640	12
		$> M16$	800 (830)	640 (660)	
9.8		900	720	10	
10.9	Su verilmiş ve tavlanmış az veya orta değer C-alışimli vede ek metalli ³⁾ (Bor, Mn, Cr) çelikler. Örneğin: 35B2, 34Cr4	1000 (1040)	900 (940)	9	
12.9	Alışimli, su verilmiş ve tavlanmış çelikler. Örneğin: 34CrMo4	1200 (1220)	1080 (1100)	8	

1) Otomat çelikleri S $\leq 0,34\%$, P $\leq 0,11\%$, Pb $\leq 0,35\%$ ile malzeme olarak kullanırlar.

2) Parantez içi () değerler hesaplanan değerden farklı olanlar için.

3) Az miktarda C-alışimli Bor ile takviyeli çelikler kalitenin altı çizilmelidir. Örneğin: 10.9

Tablo 22, Oturma değeri f_{Ot} μm olarak

Yüzey pürüzlülük değeri, R_z μm olarak	Boyuna yükleme			Enine yükleme		
	$R_z < 10$	$10 < R_z < 40$	$40 < R_z < 160$	$R_z < 10$	$10 < R_z < 40$	$40 < R_z < 160$
Vida yüzeyi	3	3	3	3	3	3
f_{Ot} Tek tek Cıvata başı / somun için	2,5	3	4	3	4,5	6,5
Parça arası	1,5	2	3	2	2,5	3,5

Tablo 23, Bağlantıda yüzey basıncı sınır değerleri p_s

Malzeme	Malzeme Nr.:	Kopma muka- vemeti N/mm^2 R_m	Akma muka- vemeti N/mm^2 R_e	Elastiklik modülü N/mm^2 E_{din}	sınır yüzey basıncı değeri N/mm^2 p_s
USt37-2 (USt38-2)	1.0036	340	230	210'000	490
St50-2 (Cq22)	1.0050	470	290	210'000	710
Cq45 (C45)	1.1192	700	500	210'000	630
42CrMo4 (34Cr4 , 34CrMo4)	1.7225	1100	900	210'000	850
30CrNiMo8	1.6580	1250	1050	210'000	720
X6 CrNiTi 18 10	1.4541	500	200	196'000	210
X5 NiCrTi 26 15	1.4980	880	590	200'00	850
Ti-6Al-4V	3.7165.10	890	820	110'000	890
GG 20		200	---	105'000	900
GGG 40	0.7040	400	250	167'000	700
GGG 50	0.7050	500	320	167'000	900
GGG 60	0.7060	600	380	167'000	1'000
G-Al-Leg , GK-AlSi9Cu3	3.2315.02	180	110	75'000	220
AlMg4,5Mn F27	3.3547.08	260	110	75'000	230
Al99		160	160		140

Bu değerler 20 derece çevre ısısı için geçerlidir. Daha yüksek ısıda veya burada verilmemiş malzemeler için p_s değeri R_m veya $R_{p0,2}$ değerlerine göre orantılı alınmasını öneririm. Standart cıvata ve somunların max. yüklenmelerine göre emniyetli konstruksiyonları yapıldıkları için yalnız sıkıştırılan malzemelerin yüzey basınçları kontrol edilir.

Tablo 24, Cep somunda dış (vida) boyu L_{db}

Sıkılan parçaların malzemesi		Cıvata malzemesine göre cep somun vida boyu L_{db} ²⁾			
		3.6 / 4.6	4.8 / 6.8	8.8	10.9
Çelik R_m N/mm ² olarak	≤ 400	0,8 . d	1,2 . d	---	---
	> 400 ... 600	0,8 . d	1,2 . d	1,2 . d	---
	> 600 ... 800	0,8 . d	1,2 . d	1,2 . d	---
	> 800	0,8 . d	1,2 . d	1,0 . d	1,2 . d
Kır döküm		1,3 . d	1,5 . d	1,5 . d	1,0 . d
Bakır alışımları		1,3 . d	1,3 . d	---	---
Hafif metal ¹⁾	Al-Döküm alışımları	1,6 . d	2,2 . d	---	---
	Saf alüminyum	1,6 . d	---	---	---
	Al-alış. sertleştirilmiş	0,8 . d	1,2 . d	1,6 . d	---
	sertleştirilmemiş	1,2 . d	1,6 . d	---	---
Yumuşak metal, suni maddeler, v.b.		2,5 . d	---	---	---

1) Dinamik yüklemelerde L_{db} boyu %20 daha uzun alınmalıdır.

2) İnce diş vidada L_{db} boyu %25 daha uzun alınması önerilir.

Tablo 25, Cıvata bağlantısında boşalma faktörü k_{bo} (Bauer & Schaurte Karcher'a göre)

Sıkışma boyu, anma çapı faktörü L_{S1} / d		Cıvata bağlantısında boşalma faktörü k_{bo} dinamik yükleme ve gruplar											stati k yükl e heps i
		A		B			C			D			
		M4 M8	M10 M30	M4 M8	M10 M16	M18 M30	M4 M8	M10 M16	M18 M30	M4 M8	M10 M16	M18 M30	
kısa	1 >1 ... 3	3 2	1,5	- 3	2	1,5	-	5 3	2	-	- 4	3,5 2,5	1,2
orta	>3 ... 4	1,5	1,3	2	1,4	1,4	4 2,5	1,6	1,6	---	2	1,6	
uzun	>6 ... 8 >8 ... 10	1,4	1,3	1,6	1,3	1,3	2	1,4	1,4	4 3	1,6	1,6	

Tablo 26, A dan D ye kadar grupların bulunması

Kuvvet yönü	malzeme kalitesi	8.8 kadar		10.9 ve 12.9	
		Parçanın yüzey pürüzlüğü			
		Bağlantıda aralık sayısı	$\sqrt{R_Z}$ 6,3	$\sqrt{R_Z}$ 25	$\sqrt{R_Z}$ 6,3
boyuna	3 aralığa kadar	B	C	A	B
	3 aralıktan fazla	C	D	B	C
enine	3 aralığa kadar	C	D	B	C
	3 aralıktan fazla	D	---	C	D

Tablo 27, Cıvata da çeşitli yüzey şartlarına göre sürtünme katsayısı μ_{gen}

Tablo 27-a) Genel sürtünme katsayısı (Bauer & Schaurte Karcher'a göre)

Ham kara (siyah mat renkli) veya fosfatlanmış yüzeyler		çinko ile galvanize edilmiş beyaz mavi renkli yüzeyler	kadmiyumla galvanize edilmiş sarı renkli yüzeyler	Yapıştırma maddesi ile sıvanmış ²⁾ yüzeyler
hafif yağlı ¹⁾	MoS ₂ ile yağlanmış	6 ... 12 μ m	6 ... 10 μ m	
0,12 ... 0,18	0,08 ... 0,12	0,12 ... 0,18	0,08 ... 0,12	0,14 ... 0,30

1) Cıvatanın imalattan sonra atmosfer etkilerinden korunması için hafif yağlanması.

2) Yapıştırma maddesinin cinsine göre katsayı seçilmelidir.

Tablo 27-b) Vidada sürtünme katsayısı μ_{vi} (Strelow a göre)

		Dış vida (Cıvata)														
		Malzeme		Çelik												
		Yüzey durumu	Yüzey durumu	siyah menevişli (islah edilmiş) veya fosfatlanmış			çinko ile galvanizli (Zn6)		Kadmiyumla galvan (Cd6)		Yapışkanlı					
				Vidanın imal şekli	haddelenmiş		talaşlı imalat	talaşlı imalat veya haddelenmiş								
“	“	yağla-	kuru	yağlı	MoS ₂	yağlı	kuru	yağlı	kuru	yağlı	kuru					
İç vida (Somun)	Çelik	parlak	talaşlı imalat	kuru	0,12	0,10	0,08	0,10	--	0,10		0,08	0,16			
							
					0,18	0,16	0,12	0,16	--	0,18		0,14	0,25			
		0,10			--	--	--	0,12	0,10	--	--	0,14				
					
		0,16			--	--	--	0,20	0,18	--	--	0,25				
	veya	parlak		talaşlı imalat	kuru	0,08	--	--	--	--	--	0,12	0,12	--		
								
						0,14	--	--	--	--	--	0,16	0,14	--		
	AlMg	parlak				talaşlı imalat	kuru	--	0,10	--	0,10	--	0,10	--	0,08	--
								
								--	0,18	--	0,18	--	0,18	--	0,16	--
	parlak	talaşlı imalat	kuru	--	0,08			--	--	--	--	--	--	--		
						
				--	0,20			--	--	--	--	--	--	--		

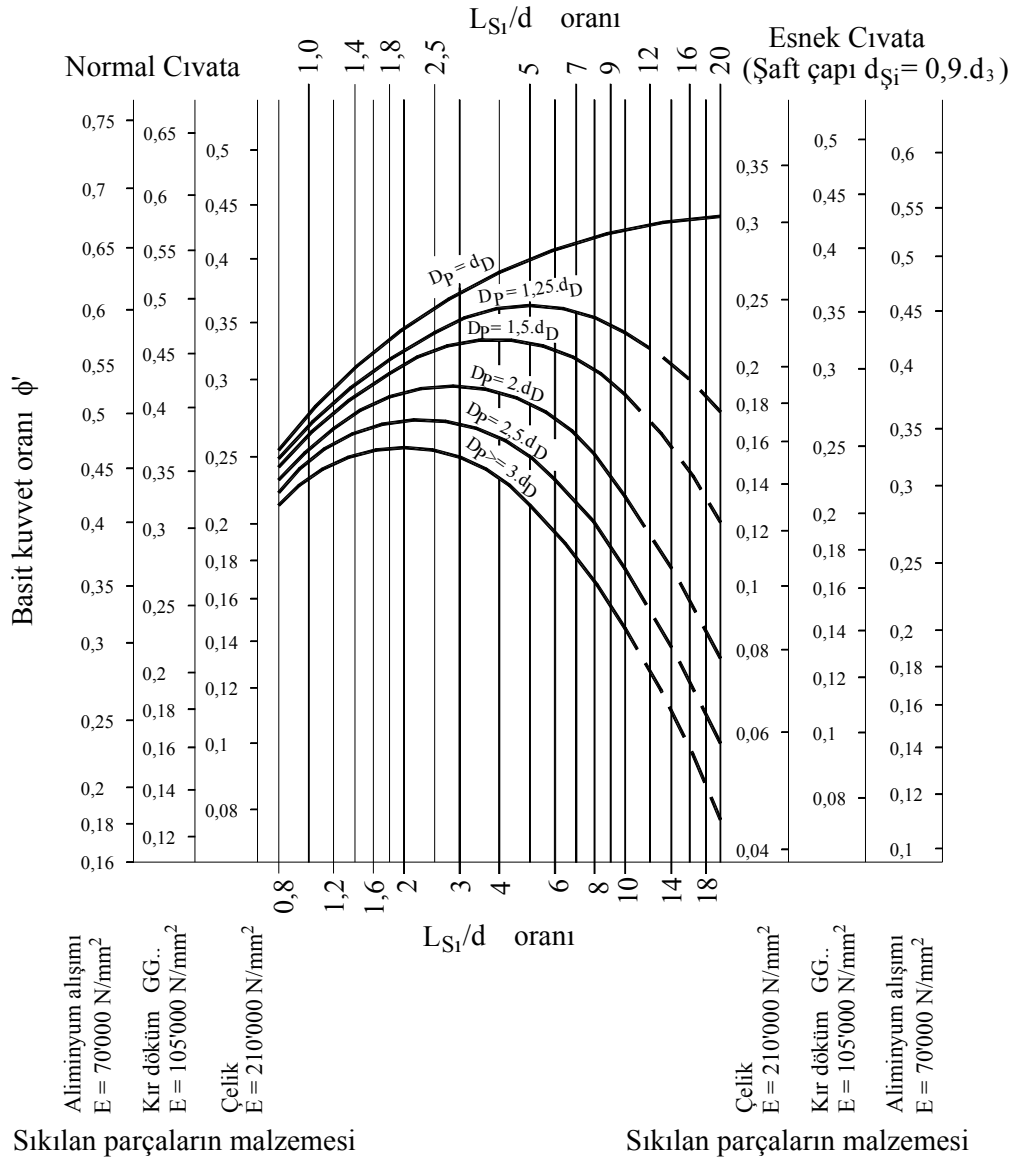
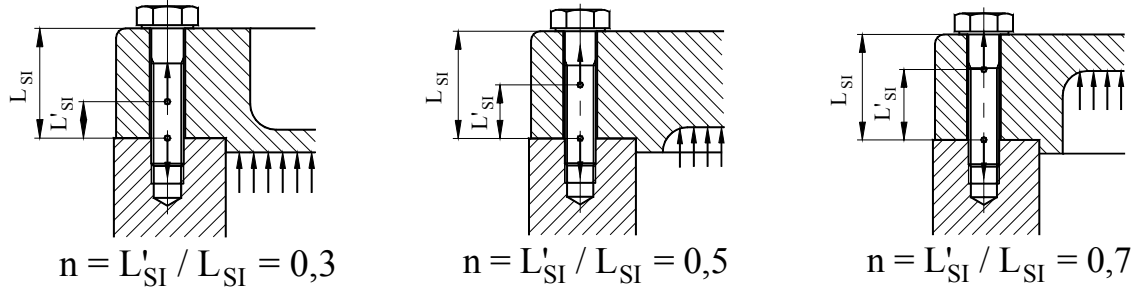
Tablo 27-b) (devam) Cıvata başaltı veya somun altı sürtünme katsayısı μ_B (Strelow a göre)

Temas yüzeyi		Temas yüzeyi		Cıvata başaltı veya somun altı									
		Malzeme		Çelik									
		Yüzey		siyah menevişli (ishah edilmiş) veya fosfatlanmış						Galvanizli (Zn6)		Kadmiyumlu (Cd6)	
		İmalat	yağlama	preslenmiş		tornalı		taşlan- mış	preslenmiş				
kuru	yağlı			MoS ₂	yağlı	MoS ₂	yağlı	kuru	yağlı	kuru	yağlı		
Basılan karşıt parça	Çelik	parlak	taşlan- mış	--	0,12	--	0,10	--	0,16	0,10	--	0,08	--
				--	...	--	...	--	...	--	...	--	...
				--	0,18	--	0,18	--	0,22	0,18	--	0,16	--
		galva- nizli	talaşlı imalat	0,12	0,10	0,08	0,10	0,08	--	0,10	0,08	0,08	
				--	
				0,18	0,18	0,12	0,18	0,12	--	0,18	0,16	0,14	
	kadmiyu mlu	talaşlı imalat	0,10	--	0,10	--	0,10	0,16	0,10	--	--		
			...	--	...	--	--	--		
			0,16	--	0,16	--	0,18	0,20	0,18	--	--		
	kır veya temper döküm	parlak	taşlan- mış	0,08				--	--	0,12	0,12		
				...				--	--		
				0,16				--	--	0,20	0,14		
talaşlı imalat		--	0,10	--	--	--	0,10		0,08	--			
		--	...	--	--	--			
		--	0,18	--	--	--	0,18		0,18	--			
AIMg	talaşlı imalat	--	0,14	--	0,10	--	0,14	0,10	0,10	0,08	--		
		--	...	--	...	--			
		--	0,20	--	0,18	--	0,22	0,18	0,16	0,16	--		
--	0,08				--	--	--	--	--				
--	...				--	--	--	--	--				
--	0,20				--	--	--	--	--				

Tablo 28, Cıvataların sıkma kuvveti ve sıkma momenti
Metrik ISO-Normal dişli vidalar için montajda sıkma kuvveti kN ve sıkma momenti M_{S1} , Nm olarak

Vida	μ *)1	Montajda boyuna kuvvet F_{S1} , kN				Montajda sıkma momenti M_{S1} , Nm			
		6.8	8.8	10.9	12.9	6.8	8.8	10.9	12.9
M5x0,80	0,08	5,38	7,17	10,1	12,1	3,25	4,33	6,10	7,31
	0,10	5,19	6,91	9,7	11,7	3,75	5,00	7,03	8,44
	0,12	4,99	6,65	9,4	11,2	4,20	5,60	7,88	9,46
	0,14	4,79	6,39	9,0	10,8	4,61	6,14	8,64	10,4
M6x1,00	0,08	7,60	10,1	14,2	17,1	5,61	7,48	10,5	12,6
	0,10	7,32	9,76	13,7	16,5	6,46	8,62	12,1	14,5
	0,12	7,04	9,38	13,2	15,8	7,23	9,64	13,6	16,3
	0,14	6,76	9,01	12,7	15,2	7,92	10,6	14,9	17,8
M8x1,25	0,08	13,9	18,6	26,1	31,3	13,5	18,0	25,3	30,4
	0,10	13,4	17,9	25,2	30,2	15,6	20,8	29,3	35,2
	0,12	12,9	17,2	24,2	29,1	17,5	23,4	32,9	39,4
	0,14	12,4	16,5	23,3	27,9	19,2	25,6	36,0	43,2
M10x1,50	0,08	22,1	29,5	41,5	49,8	26,5	35,3	49,6	59,6
	0,10	21,4	28,5	40,1	48,1	30,7	40,9	57,5	69,0
	0,12	20,6	27,4	38,5	46,2	34,4	45,9	64,5	77,4
	0,14	19,7	26,3	37,0	44,4	37,8	50,4	70,8	85,0
M12x1,75	0,08	32,3	43,0	60,5	72,6	45,5	60,7	85,3	102
	0,10	31,1	41,5	58,4	70,1	52,7	70,3	98,8	119
	0,12	30,0	40,0	56,2	67,4	59,2	79,0	111	133
	0,14	28,8	38,4	54,0	64,8	65,0	86,7	122	146
M14x2,00	0,08	44,3	59,1	83,1	99,7	72,4	96,6	136	163
	0,10	42,7	57,0	80,1	96,2	84,0	112	157	189
	0,12	41,1	54,9	77,2	92,6	94,4	126	177	212
	0,14	39,5	52,7	74,1	89,0	104	138	194	233
M16x2,00	0,08	60,8	81,1	114,0	136,8	111	148	208	250
	0,10	58,7	78,3	110,1	132,2	129	173	243	291
	0,12	56,6	75,5	106,1	127,3	146	195	274	329
	0,14	54,4	72,6	102,1	122,5	161	215	302	362
M20x2,50	0,08	95,0	127	178,1	213,7	217	290	407	489
	0,10	91,8	122	172,1	206,5	253	338	475	570
	0,12	88,4	118	165,8	199,0	286	381	536	643
	0,14	85,0	113	159,5	191,4	315	420	591	709
M22x2,50	0,08	119	158	222,2	266,7	291	389	546	656
	0,10	115	153	214,9	257,9	341	454	639	767
	0,12	111	147	207,2	248,6	386	514	723	868
	0,14	106	142	199,4	239,2	426	568	798	958
M24x3,00	0,08	137	182	256,5	307,8	374	499	702	842
	0,10	132	176	247,8	297,4	436	582	818	981
	0,12	127	170	238,8	286,5	492	656	923	1107
	0,14	122	163	229,6	275,6	543	723	1017	1221

*)1 Burada $\mu = \mu_{gen} = \mu_v = \mu_k$ dir. Genelde piyasadaki cıvata ve somun için hafif yağlanmış yüzey $\mu=0,12$ alınır. Hesaplar cıvata malzemesinin $0,9.R_{p0,2}$ değeri ve Tablo 8 daki geometrik değerler ile yapılmıştır.

Tablo 29, Cıvatabaşı ile somun basma yüzeyleri arasında basitleştirilmiş kuvvet orantısı Φ_k Tablo 30, Kuvvet dağılım faktörü n 

Tablo 31, Tork anahtarıyla sıkımda önerilen sıkma momentleri

Vida büyüklüğü	Tork anahtarıyla sıkma metodu için sıkma momentleri $\mu_V \approx \mu_B \approx \mu_{gen} \approx 0,12$ için		
	8.8	10.9	12.9
M 4	$2,3 \pm 0,5$	$3,4 \pm 0,7$	$3,4 \pm 0,7$
M 5	$4,6 \pm 1$	$6,4 \pm 1,5$	$7,7 \pm 1,8$
M 6	7 ± 2	$11 \pm 2,5$	13 ± 3
M 7	$12,5 \pm 3$	$18,5 \pm 4$	22 ± 5
M 8	20 ± 4	27 ± 6	32 ± 7
M 10	38 ± 8	53 ± 12	63 ± 14
M 12	65 ± 15	90 ± 20	108 ± 25
M 14	100 ± 25	145 ± 30	170 ± 40
M 16	160 ± 35	220 ± 50	265 ± 60
M 18	225 ± 55	315 ± 75	375 ± 85
M 20	310 ± 70	435 ± 100	520 ± 120
M 22	415 ± 95	585 ± 135	705 ± 160
M 24	530 ± 125	750 ± 170	900 ± 200

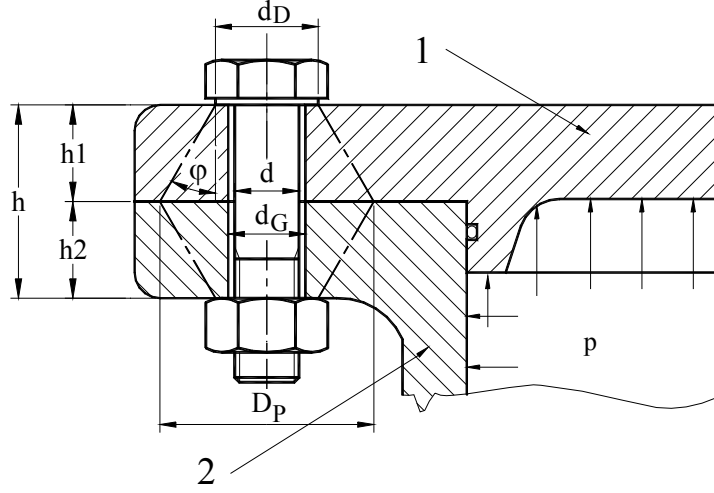
Buradaki önerilen değerler cıvata malzemesinin akma mukavemeti R_e veya $R_{p0,2}$ değerlerinin %90 ıyla hesaplanmıştır.

Örnek: Cıvata M12-8.8
Genel sürtünme katsayısı $\mu_G \approx \mu_K \approx \mu_{gen} \approx 0,12$
Sıkma momenti **$M_{S1} = 65 \pm 15 \text{ Nm}$**

Diğer deyimle; Cıvata en az 50 Nm ve en çok 80 Nm momentle sıkılacaktır.
Burada 50 Nm moment değerini kontrol momenti olarakta gösterebiliriz.

5.2.2.4 Ön gerilmeli cıvata bağlantısı için örnek

Örnek 1



Şekil 43, Boru kapama flanşı

Konstrüksiyon taslağından bilinen değerler:

$F_{i\text{şmax}} = 6,2 \text{ kN}$	$h_1 = 25 \text{ mm, St 50-2}$
$F_{i\text{şmin}} = 0 \text{ kN}$ dinamik yükleme.	$h_2 = 35 \text{ mm GG 20}$
Garanti bakımından sınır değerleri alalım.	$L_{S1} = h_1 + h_2 = 60 \text{ mm}$

Seçim: Tablo 6 ile cıvata seçilir: Kuvvet; Dinamik boyuna, eksen dışı $6,3 \text{ kN} > 6,2 \text{ kN}$, Cıvata kalitesi 8.8, genelde depoda bulunan cıvata türü. $6,3 \text{ kN}$ dinamik boyuna kuvvet sütununun, 8.8 kaliteli cıvata satırı ile kesiştiği değer aranan cıvata büyüklüğünü verir:

Cıvata ölçüleri;

M10	Tablo 8	$d = 10 \text{ mm}$;	$P = 1,5 \text{ mm}$;	$d_2 = 9,026 \text{ mm}$;	$A_3 =$
	Tablo 12	$d_D = 14,6 \text{ mm}$;	$b = 26 \text{ mm}$;	$d_a = 11,2 \text{ mm}$		

I. Kabataslak kontrol

a) Dinamik yükleme, devamlı mukavemet kontrolü:

$$\text{Genlik kuvveti } F(50) \quad F_g = \pm \frac{F_{i\text{şmax}} - F_{i\text{şmin}}}{2} \cdot \Phi$$

$$\text{Kuvvet oranı } \text{pragraf 4.1 / Sayfa 30} \quad \Phi = 0,35$$

$$F_g = 0,5 \cdot (6,2-0) \cdot 0,35 = 1'085$$

$$F_g = 1'085 \text{ N}$$

$$\text{Genlik gerilimi } F(47) \quad \sigma_g = \pm \frac{F_g}{A_3} \leq \sigma_G$$

$$\text{Dış dibi kesit alanı } \text{Tablo 8}$$

$$\sigma_g = F_g / A_3 = 1'085 / 52,3 = 20,7$$

$$A_3 = 52,292 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_g = 20,7 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın devamlı mukavemet değeri σ_G Tablo 19 ile bulunur.

$$\sigma_{G\text{Tab}} = 50 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{G\text{Tab}} = 50 \text{ N/mm}^2 > \sigma_g = 20,7 \text{ N/mm}^2$ olduğundan, cıvata bağlantısı hesaba göre emniyetlidir.

a) Statik yükleme kontrolü:

$$\text{Ek kuvvet } F(51) \quad F_{Ek} = F_{i\text{şmax}} \cdot \Phi = 6'200 \cdot 0,35 = 2'170$$

$$F_{Ek} = 2'170 \text{ N}$$

$$\text{Emniyetli ek kuvvet } F_{EkEM} = A_3 \cdot 0,1 \cdot R_{p0,2} = 52,3 \cdot 0,1 \cdot 640 = 3'347$$

$$F_{EkEM} = 3'345 \text{ N}$$

$F_{EkEM} = 3'345 \text{ N} > F_{Ek} = 2'170 \text{ N}$ olduğundan, cıvata bağlantısı hesaba göre emniyetlidir.

c) Montajda tork anahtarı ile sıkma momenti ve kontrolü:

Tablo 28 ile	M10, kalite 8.8 ve $\mu_{gen} = 0,12$ için Sıkma momenti:	$M_{S1 \max} = 46 \text{ Nm}$
	Tork anahtarı ile sıkma momenti faktörü Tablo 20	$\alpha_{S1} = 1,6$
	$M_{S1 \min} = M_{S1 \max} / \alpha_{S1} = 46 / 1,6 = 28,75$	$M_{S1 \min} = 30 \text{ Nm}$
	$M_{S1} = 0,5 \cdot (M_{S1 \max} + M_{S1 \min}) = 37,375$	
	$\Delta M_{S1} = M_{S1 \max} - M_{S1} = 46 - 37,375 = 8,625 \text{ Nm}$	

Montajda sıkma momenti isteğe göre şu iki şekilde verilir: $M_{S1} = 38 \pm 8 \text{ Nm}$

$M_{S1 \max} = 46 \text{ Nm}$ ve $M_{S1 \min} = 30 \text{ Nm}$ verilmiştir. Pratikte tork anahtarının ayarlanacağı değerin seçimi montajda çalışanlara bırakılır.

Eğer işletme ayarlama momentini ve toleranslarını isterse:

$$M_{S1} = 0,9 \cdot M_{\text{ÖN}90} = 0,9 \cdot 48 = 43,2 \text{ Nm} \quad M_{S1} = 42 \text{ Nm}$$

Burada verilen 42 Nm tork anahtarının ayarlanacağı değerdir. Moment toleransı montajda kullanılan alete bağlıdır. Bununda bilinmesi faydadır.

$$\text{Kontrol momenti} \quad M_{S1KM} = 1,05 \cdot M_{S1 \min} = 1,05 \cdot 30 = 31,5 \text{ Nm}$$

d) Bağlantı temaslarında yüzey basıncı kontrolü:

$$p = \frac{F_{\text{ÖN}90} + \Phi \cdot F_{I\ddot{s}}}{A_b} \leq p_S \quad \text{Bağıntısı gerçekleşmelidir.}$$

Tablo 28 ile	M10, kalite 8.8 ve $\mu_{gen} = 0,12$ için	$F_{\text{ÖN}90} = 27,4 \text{ kN}$
Tablo 12 ile	M10 için	$A_b = 72,4 \text{ mm}^2$

$$F(65) \text{ ile} \quad p = (27400 + 6200 \cdot 0,35) / 72,4 = 378 \text{ N/mm}^2$$

Tablo 23 ile $p_{GG20} = 900 \text{ N/mm}^2 > p = 378 \text{ N/mm}^2$
 $p_{St50} = 710 \text{ N/mm}^2 > p = 378 \text{ N/mm}^2$
 olduğundan, cıvata bağlantısı hesaba göre emniyetlidir.

e) Gevşeme kontrolü:

Emniyet $L_{S1} \geq 4 \cdot d$ ise bağlantı gevşemeye karşı emniyettedir ve başka önlem almaya gerek yoktur.

$$\text{Konstrüksiyondan (Şekil 43)} \quad L_{S1} = h = h_1 + h_2 = 25 + 35 = 60 \text{ mm}$$

$$60 \text{ mm} \geq 4 \cdot 10 = 40 \text{ mm}$$

oldüğundan, cıvata bağlantısı hesaba göre emniyetlidir.

Böylece bağlantının kabataslak kontrolü yapılmış olur vede daha fazla hesaplama gerek yoktur.

II. Hassas ve detaylı hesap kontrolü**1. İşletme ve Taslaktan değerler**

Boyuna işletme kuvveti

$$F_{İ\text{şmax}} = 6\ 200\ \text{N}$$

$$F_{İ\text{şmin}} = 0\ \text{N}$$

2. Cıvatanın değerleri

Cıvatanın kalitesi

8.8

Cıvata malzemesinin Kopma mukavemet değeri

$$R_m = 800\ \text{N/mm}^2$$

Akma mukavemet değeri

$$R_{p0,2} = 640\ \text{N/mm}^2$$

Elastikiyet modülü

$$E_C = 210\ 000\ \text{N/mm}^2$$

3. Vida ve Cıvatanın konstrüksiyon değerleri

Cıvatanın kaba taslak seçimi yukarıda olduğu gibi yapılır ve bir cıvata seçilir.

Anma çapı , Şaft çapı

M10

$$d = 10\ \text{mm}$$

Hatve

$$P = 1,5\ \text{mm}$$

Bölüm çapı

$$d_2 = d - 0,64952 \cdot P$$

$$d_2 = 9,026\ \text{mm}$$

Diş dibi çapı

$$d_3 = d - 1,22687 \cdot P$$

$$d_3 = 8,160\ \text{mm}$$

Anahtar ağızı

$$s \approx 1,5 \cdot d$$

$$s = 16\ \text{mm}$$

Baş altı dış çapı

$$d_D = 14,6\ \text{mm}$$

Geçiş deliği çapı ve köşe kırma

$$\text{orta, } k_k = 0,1\ \text{mm}$$

$$d_G = 11\ \text{mm}$$

Baş altı iç çapı

$$d_a = d_G$$

$$d_a = 11\ \text{mm}$$

Cıvata boyu

$$L = L_{S1} + m + 2 \cdot P = 60 + 8,4 + 2 \cdot 1,5 = 71$$

$$L = 70\ \text{mm}$$

Şaft boyu, $b = 26\ \text{mm}$

$$L_S = L - b = 70 - 26 = 44$$

$$L_S = 44\ \text{mm}$$

Gerilme kesiti çapı

$$d_{GE} = (d_2 + d_3) / 2$$

$$d_{GE} = 8,593\ \text{mm}$$

Vida boyu

$$L_V = L_k - L_S = 60 - 44 = 16$$

$$L_V = 16\ \text{mm}$$

Sıkılan parçaların boyu

$$L_{S1} = h_1 + h_2$$

$$L_{S1} = 60\ \text{mm}$$

4. Sürtünme katsayıları ve açıları

Vidanın sürtünme katsayısı

$$\mu_{Vi} = 0,12$$

Vidanın sürtünme açısı

$$\rho_{Vi} = \text{atan}(\mu_{Vi})$$

$$\rho_{Vi} = 6,842773$$

Cıvata başı sürtünme katsayısı

$$\mu_B = 0,12$$

Cıvata başı sürtünme açısı

$$\rho_B = \text{atan}(\mu_B)$$

$$\rho_B = 6,842773$$

5. Sıkılan parçaların değerleri

1. Parça

Malzeme

St 50

Sıkılan boyu

$$L_{S11} = 25\ \text{mm}$$

Elastikiyet modülü

$$E_{P1} = 210\ 000\ \text{N/mm}^2$$

2. Parça

Malzeme

GG 20

Sıkılan boyu

$$L_{S12} = 35\ \text{mm}$$

Elastikiyet modülü

$$E_{P2} = 105\ 000\ \text{N/mm}^2$$

6. Diğer gerekli değerler

Helis açısı

$$\varphi = \text{atan}[P / (\pi \cdot d_2)]$$

$$\varphi = 3,028151^\circ$$

Anma kesit alanı

$$A_{AN} = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2$$

$$A_{AN} = 78,540\ \text{mm}^2$$

Diş dibi kesit alanı

$$A_3 = 0,25 \cdot \pi \cdot d_3^2$$

$$A_3 = 52,292\ \text{mm}^2$$

Gerilim kesit alanı

$$A_{GE} = 0,25 \cdot \pi \cdot d_{GE}^2$$

$$A_{GE} = 57,990\ \text{mm}^2$$

Eğilme karşı koyma momenti

$$W_e = \pi \cdot d_3^2 / 32$$

$$W_e = 53,34\ \text{mm}^3$$

Torsiyon karşı koyma momenti

$$W_t = \pi \cdot d_3^2 / 16$$

$$W_t = 106,67\ \text{mm}^3$$

7. Hesap için gereken diğer değerler

7.1 Tork anahtarı ile sıkma momenti faktörü	Tablo 20	$\alpha_{Si} = 1,6$
7.2 Gerekli sıkıştırma kuvveti	Fonksiyona göre seçilir, sızdırmazlık	$F_{Siger} = 6000 \text{ N}$
7.3 Kuvvet dağılım faktörü	Tablo 29 ile belirlenir	$n = 0,5$

7.4 Cıvatanın elastik esnekliği Formül F(27)

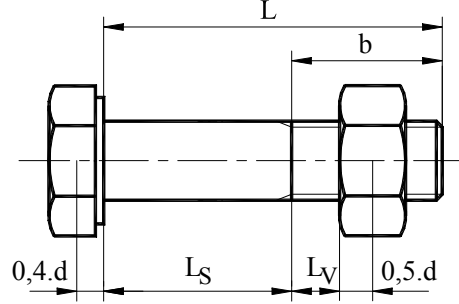
$$\delta_C = \frac{1}{E_C} \cdot \left(\frac{0,4 \cdot d}{A_{AN}} + \frac{L_S}{A_{AN}} + \frac{L_V}{A_{GE}} + \frac{0,5 \cdot d}{A_3} + \frac{0,4d}{A_{AN}} \right)$$

$$A_{AN} = 78,54 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 52,292 \text{ mm}^2 \quad A_{GE} = 57,990 \text{ mm}^2$$

$$E_C = 210 \text{ 000 N/mm}^2$$

$$\delta_C = \frac{1}{210000} \cdot \left(\frac{0,4 \cdot 10}{78,54} + \frac{44}{78,54} + \frac{16}{57,99} + \frac{0,5 \cdot 10}{52,292} + \frac{0,4 \cdot 10}{78,54} \right) = 4,92196 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$



$$\delta_C = 4,922 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

7.5 Sıkılan parçaların elastik esnekliği

$$D_P = 50 \text{ mm} \quad ; \quad d_D = 14,6 \text{ mm} \quad ; \quad L_{Si} = 60 \text{ mm} \quad ; \quad d_D + L_{Si} = 74,6 \text{ mm}$$

Formül F(29) $d_D \leq D_P \leq d_D + L_{Si}$ ve :

$$x = \sqrt[3]{\frac{L_{Si} \cdot d_D}{D_P^2}} \quad x = \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 14,6}{50^2}} = 0,730$$

$$A_{E\text{Ş}} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_D^2 - d_a^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_D \cdot (D_P - d_D) \cdot [(x+1)^2 - 1] \quad A_{E\text{Ş}} = 459 \text{ mm}^2$$

$$\text{Formül F(28)} \quad \delta_{P1} = \frac{L_{Si1}}{A_{E\text{Ş}} \cdot E_{P1}} \quad \delta_{P1} = 25 / (459 \cdot 210 \text{ 000})$$

$$\delta_{P1} = 0,259 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Formül F(28)} \quad \delta_{P2} = \frac{L_{Si2}}{A_{E\text{Ş}} \cdot E_{P2}} \quad \delta_{P2} = 35 / (456 \cdot 105 \text{ 000})$$

$$\delta_{P2} = 0,7255 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\delta_P = \delta_{P1} + \delta_{P2} = 0,9846 \cdot 10^{-6}$$

$$\delta_P = 0,985 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

7.6 Kuvvet oranı Φ :

$$\text{Basit kuvvet oranı } F(55) \quad \Phi_k = \frac{\delta_P}{\delta_P + \delta_C} = \frac{985}{985 + 492,2} = 0,1667022 \quad \Phi_k = 0,167$$

$$\text{Kuvvet oranı } F(56) \quad \Phi = n \cdot \Phi_k = n \cdot \frac{\delta_P}{\delta_P + \delta_S} = 0,5 \cdot 0,167 = 0,08335 \quad \Phi = 0,0834$$

7.7 Oturmadan dolayı kaybedilen ön germe kuvveti

$$\text{Formül } F(58) \quad f_{Ot} \approx 3,29 \cdot \left(\frac{L_{S1}}{d} \right)^{0,34} \cdot 10^{-3} = 3,29 \cdot (60/10)^{0,34} \cdot 10^{-3} = 0,006$$

veya bak Tablo 22

Boyuna yükleme, Yüzey pürüzlülük değeri, $R_z = 12,5 \mu\text{m}$, $10 < R_z < 40$

Vida yüzeyi	3 μm		
Cıvata altı	3 μm		
Somun altı	3 μm		
Parça arası	2 μm	$f_{Ot} = 3 + 3 + 3 + 2 = 11$	$f_{Ot} = 11 \mu\text{m}$

işi garantiye almak için Tablo 22 ile bulunan $f_{Ot} = 11 \mu\text{m}$ seçimini öneririm.

$$\text{Formül } F(57) \quad F_{Ot} = \frac{f_{Ot}}{\delta_P} \cdot \Phi_k = 0,011 \cdot 0,167 / 0,000985 = 1862 \quad F_{Ot} = 1860 \text{ N}$$

7.8 İşletmede kuvvetin dağılımı

Ek kuvvet (Cıvata),

$$\text{Formül } F(51) \quad F_{Ek} = F_{İş} \cdot \Phi = 6200 \cdot 0,0834 = 517 \quad F_{Ek} = 515 \text{ N}$$

Hafifletme kuvveti (Sıkılan parçalar)

$$\text{Formül } F(52) \quad F_P = F_{İş} - F_{Ek} = 6200 - 515 = 5685 \quad F_P = 5685 \text{ N}$$

7.9 Ön gerilim kuvvetinin bulunması

Akma gerilimine karşı emniyet katsayısı

$$v = 0,9$$

Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi ya hesaplanır :

$$\text{Formül } F(20) \quad F_{ÖNM} = \frac{v \cdot R_{p0,2} \cdot A_{GE}}{\sqrt{1 + 3 \cdot \left[\frac{4}{d_0} \cdot (0,159 \cdot P + 0,577 \cdot d_2 \cdot \mu_{Vi}) \right]}} \quad F_{ÖNM} = 27413 \text{ N}$$

veya Tablo 28 ile bulunur.

Ön gerilim kuvveti Tablo 28 ile

$$F_{ÖNM} = 27,4 \text{ kN}$$

7.10 Metrik ISO- dişli vidaların sıkma momenti

Formül F(12) ,

$$M_{S1} = F_{\text{önM}} \cdot (0,159 \cdot P + 0,577 \cdot \mu_{Vi} \cdot d_2 + 0,5 \cdot \mu_B \cdot d_{Et}) = 45,9 \quad M_{S1} = 46 \text{ Nm}$$

Burada $d_{Et} = (d_D + d_a) / 2$ alınır ve $d_D \approx s$ kabul edilir.

İşletmede cıvata boyuna sıkıştırma kuvveti

Formül F(68) ve F(69)

$$F_{\text{ön max}} = F_{\text{önM max}} - F_{Ot} = 27\,400 - 1\,862 = 25\,538 \quad F_{\text{ön max}} = 25,54 \text{ kN}$$

$$F_{\text{ön min}} = F_{\text{önM max}} / \alpha_{Si} - F_{Ot} = 27\,400 / 1,6 - 1\,862 = 15\,263 \quad F_{\text{ön min}} = 15,26 \text{ kN}$$

İşletmede boyuna max. cıvata kuvveti F(70)

$$F_{Ctop} = F_{\text{ön max}} + F_{Ek max} = 25\,538 + 517 = 26\,055 \quad F_{Ctop} = 26,06 \text{ kN}$$

İşletmede vidadaki sürtünme momenti

$$F(44) \quad M_{ViIs} = 0,5 \cdot F_{Ctop} \cdot d_2 \cdot \tan(\varphi \pm \rho') = 0,5 \cdot 25\,538 \cdot 9,026 \cdot \tan(3,028 + 6,842) \\ = 20\,460 \quad M_{ViIs} = 20,46 \text{ Nm}$$

8. Mukavemet kontrolleri

8.1 Montajda mukavemet kontrolü

8.1.1 Montajda bileşik gerilim

Montajda bileşik gerilim için $S_{FM} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{BiM}} \geq 1,0$ bağıntısı gerçekleşmelidir.

Cıvatanın montajda karşılaştırma gerilimi:

$$Formül F(17) \quad \sigma_{BiM} = \sqrt{\sigma_{\varphi M}^2 + 3 \cdot \tau_t^2} = \sqrt{472^2 + 3 \cdot 202^2} = 588 \quad \sigma_{Bi} = 588 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın montajda çekme gerilimi:

$$Formül F(36) \quad \sigma_{\varphi M} = \frac{F_{\text{önM}}}{A_{GE}} = \frac{27\,400}{52,292} = 472 \quad \sigma_{\varphi M} = 472 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın montajda torsiyon gerilimi:

$$Formül F(38) \quad \tau_t = \frac{M_{Vi}}{W_t} = 21\,516 / 106,67 = 202 \quad \tau_{tM} = 202 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın montajda torsiyon momenti:

$$Formül F(37) \quad M_{Vi} = 0,5 \cdot F_{\text{önM}} \cdot d_2 \cdot \tan(\varphi + \rho') \\ = 0,5 \cdot 27\,400 \cdot 9,026 \cdot \tan(3,028 + 6,842) \quad M_{Vi} = 21\,516 \text{ Nmm}$$

Cıvatanın torsiyon karşı koyma momenti:

$$Formül F(39) \quad W_t = \pi \cdot d_3^3 / 16 = \pi \cdot 9,026^3 / 16 = 106,67 \quad W_t = 106,67 \text{ mm}^3$$

$$S_{FM} = \frac{640}{588} = 1,09 > 1$$

Böylece montajda gerilim emniyet sınırları içindedir.

8.1.2 Montajda temas yüzeyi basma mukavemeti

Montajda basma mukavemeti için $S_{pM} = \frac{p_S}{p} \geq 1,0$ bağıntısı gerçekleşmelidir.

Cıvatada yüzey basıncı:

$$\text{Formül F(65)} \quad p = \frac{F_{\text{önM}}}{A_b} = 27'400 / 72,4 = 379 \quad p = 379 \text{ N/mm}^2$$

GG20 malzemesinin yüzey basınç sınır değeri Tablo 23 ile $p_{S \text{ GG20}} = 900 \text{ N/mm}^2$

St 50-2 malzemesinin yüzey basınç sınır değeri Tablo 23 ile $p_{S \text{ St50}} = 710 \text{ N/mm}^2$

Cıvata başının veya somunun dayanma yüzey alanı:

$$\text{Formül F(41)} \quad A_b = 0,25 \cdot \pi \cdot (d_D^2 - d_a^2) = 72,4 \quad A_b = 72,4 \text{ mm}^2$$

St 50-2 malzemesinin yüzey basınç değeri daha küçük olduğundan:

$$S_{pM \text{ min}} = \frac{710}{379} = 1,88 > 1$$

Böylece montajda bası geriliminin emniyet sınırları içinde olduğu görülür.

8.2 İşletmede mukavemet kontrolü

8.2.1 İşletmede bileşik gerilim

İşletmede akma mukavemeti için $S_{FI} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{Bi}} \geq 1,0$ bağıntısı gerçekleşmelidir.

Cıvatanın işletmede karşılaştırma gerilimi:

$$\text{Formül F(62)} \quad \sigma_{Bi} = \sqrt{\sigma_{\zeta I\text{ş}}^2 + 3 \cdot \tau_t^2} = \sqrt{449^2 + 3 \cdot 192^2} = 559 \quad \sigma_{Bi} = 560 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın işletmede çekme gerilimi:

$$\text{Formül F(63)} \quad \sigma_{\zeta I\text{ş}} = \frac{F_{C\text{top}}}{A_{GE}} = \frac{26'055}{52,292} = 449 \quad \sigma_{\zeta I} = 449 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın işletmede torsiyon gerilimi:

$$\text{Formül F(38)} \quad \tau_{tIs} = \frac{M_{VilS}}{W_t} = 20'460/106,67 = 192 \quad \tau_t = 192 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın işletmede torsiyon momenti:

$$\text{Formül F(37)} \quad M_{VilS} = 0,5 \cdot F_{C\text{top}} \cdot d_2 \cdot \tan(\varphi + \rho')$$

$$= 0,5 \cdot 26'055 \cdot 9,026 \cdot \tan(3,0281 + 6,8427) \quad M_{Gi} = 20'460 \text{ Nmm}$$

Cıvatanın işletmede torsiyon karşı koyma momenti:

$$\text{Formül F(39)} \quad W_t = \pi \cdot d_3^3 / 16 = \pi \cdot 9,026^3 / 16 = 106,67 \quad W_t = 106,67 \text{ mm}^3$$

$$S_{FM} = \frac{640}{560} = 1,145 > 1$$

Böylece işletmede gerilim emniyet sınırları içindedir.

8.2.2 İşletmede temas yüzeyi basma mukavemeti

İşletmede temas yüzeyi basma mukavemeti için $S_{pI} = \frac{p_s}{p_{i\dot{s}}} \geq 1,0$ bağıntısı gerçekleşmelidir.

İşletmede temas yüzeyi basma gerilimi:

$$\text{Formül F(64)} \quad p_{i\dot{s}} = \frac{F_{Ctop}}{A_b} = 26\,055 / 72,4 \quad p = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{pIsmin} = \frac{710}{360} = 1,972 > 1$$

Böylece işletmede bası gerilimi emniyet sınırları içindedir.

8.3 İşletmede devamlı mukavemet kontrolü

8.3.1 İşletmede genlik gerilimi

Dinamik yükleme, devamlı mukavemet kontrolü.

Rijit bağlantılı cıvatalarda devamlı mukavemet değeri $N_Y > 2 \cdot 10^6$ yükleme sayısı içindir.

Devamlı mukavemet kontrolü için $S_D = \frac{\sigma_G}{\sigma_g} \geq 1$ bağıntısı gerçekleşmelidir.

Genlik kuvveti, Formül F(50)

$$F_g = \pm \frac{F_{i\dot{s}max} - F_{i\dot{s}min}}{2} \cdot \Phi = \frac{6200 - 0}{2} \cdot 0,0834 = 258 \quad F_g = 258 \text{ N}$$

$$\text{Formül F(47)} \quad \sigma_g = \pm \frac{F_g}{A_3} = 258 / 52,292 = 4,94 \quad \sigma_g = 5 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın devamlı mukavemet değeri

$$\text{Formül F(48)} \quad \sigma_{G(iS)} \approx \pm 0,75 \cdot \left(\frac{180}{d} + 52 \right) \quad \sigma_{GHes} = 53 \text{ N/mm}^2$$

Cıvata kalitesi 8.8 islahlı, Tablo 19 ile $\sigma_G = 50 \text{ N/mm}^2$

$$S_D = \frac{50}{5} = 10 > 1$$

Böylece işletmede devamlı gerilim emniyet sınırları içindedir.

Görüldüğü gibi kaba taslak hesaplama değeri ile hassas hesaplama değeri arasında pek büyük farklılık yoktur. Bu da pratikte dikkate alınmaz. Kaba taslak kontrol sonucu eğer konstrüksiyon tamamen fonksiyonunu yapıyorsa, genelde hassas hesaba pek gerek yoktur. Bunun için bir çok hesapta yalnız kaba taslak hesapla yetinilir.

6 Konu indeksi

A

Adım	5, 6, 7, 9
Ağız sayısı	6
Alıştırma cıvataları	12
Altıköşe cıvata	10, 12
Altıköşe esnek cıvata	10
Altıköşe inç cıvatalar	12
Altıköşe inç somun	13
Altıköşe ince somun	13
Altıköşe kontra somun	13
Altıköşe somun	10, 13
Anahtar	11
Anahtar ağız açıklığı	9
Anma çapı	9

B

Bağlantıda oturma boyu	23
Basitleştirilmiş kuvvet orantısı	61
Bileşik kuvvet	29
Birger	22
Bölüm çapı	6, 7
Bölüm dairesi çapı	9
Bölüm dairesi çapı (d_2)	5
Bombe başlı inbus cıvata	12
Boru vidaları	47

C

Cep somunda vida boyu	57
Cıvata	14
Cıvata boyu ölçme metodu	19
Cıvata çapının hesaplanması	32
Cıvata çapının seçimi	33
Cıvata kafa yuvası çapı	9
Cıvata kafa yuvası derinliği	9
Cıvata kafası	5, 9
Cıvata şaftı	5, 9
Cıvatada genlik gerilimi	40
Cıvatada yüzey basıncı sınır değerleri	56
Cıvatanın anma boyu	9
Cıvatanın genlik mukavemeti	40
Cıvatanın sıkılan boyu	9
Cıvatayı etkileyen ek kuvvet	40
Cıvatayı etkileyen toplam kuvvet	41

Ç

Çatal anantar	11
Çeşitli cıvatalar	50
Çevre kuvveti	28
Çift ağızlı vida	6

D

Değen zanak yüksekliği	7
Devamlı mukavemet değerleri	26
Diş dibi çapı	7, 9
diş üstü çapı	9
Diş vida	53

Diş yanağı	9
Diş yüksekliği	7
Dönme açısı kontrollü sıkıştırma metodu	19
Düz tornavida	11

E

Eksen dışı zorlama	15
Eksenden zorlama	15
Elastik esneklik	16
Eşdeğer kaval silindir	22
Esneme ölçme bantları	19

F

Fiberli altıköşe somun	13
Firma işareti	5
Flanşlı altıköşe cıvata	12
Flanşlı altıköşe somun	13

G

Geçiş deliği çapı	9
Genel sürtünme katsayısı	60
Genlik gerilimi	25
Genlik kuvveti	25
Genlik mukavemet değeri	25
Genlik mukavemeti	26
Gerekli sıkma boyu	30
Gevşeme önlemleri	28

H

Hafifletme kuvveti	40
Hatve	5, 6, 9
Havşa başlı inbus cıvata	10, 12
Havşa başlı yarıklı cıvata	10
Havşa başlı yıldız yarıklı cıvata	10
Helis açısı	6
Helis açısı (φ)	5

I

İç vida	52
İnbus anahtar	11
Inbus cıvata	10, 12
İnbus esnek cıvata	10
İnce dişli cıvatalar	45
İnce kafa inbus cıvata	12

K

Kafa altı dış çapı	9
Kafa altı iç çapı	9
Kafa altı köşe yarı çapı	9
Kafa kalınlığı	9
Kafa ökçesi	9
Kafa yüksekliği	9
Kalite sembolü	5
Kilitlenme şartı	29
Köşe açıklığı	9
Köşe kırma	9
Kuvvet dağılım faktörü	61

L

Lokma anahtar 11

M

Mercek başlı yarıklı cıvata 10

Metrik vida 7

Metrik vida, ince 7

Montajda sıkma momenti 37

N

Normal Whitworth-Vidası 8

O

Ön gerilim üçgeni 41

Ön gerilmesiz bağlantı cıvataları 36

Önerilen sıkma momentleri 62

oto blokaj 29

Oturma değeri f_{Ot} 56

Ovalama çapı 6, 9

P

Parçaların sıkılan boyu 9

Profil açısı 9

R

Radyal kuvvet 29

Rötscher üçgeni 41

S

Şaft boyu 9

Şaft çapı 9

Şaft eğimi 9

Sağ helis vida 6

Saplama 10

Sıkıştırma faktörü 19

Sıkıştırma faktörü 20

Sıkıştırma kuvveti 37

Sıkma momenti 60

Sıkma momenti faktörü α_{S1} 55

Sıkma redüktörü 27

Silindir başlı cıvatalar 49

Sol helis vida 6

Somun 14

Somun altı dış çapı 9

Somun altı iç çapı 9

Somun kalınlığı 9

Standart Cıvatalar 44

Standart cıvataların malzemesi 55

Sürtünme açısı 28

Sürtünme katsayısı 58

T

Tam paso 12

Tek ağızlı vida 6

Testere dişli vida 7

Tork anahtarı 19

Tork anahtarı ile sıkıştırma metodu 19

Tornavida 11

Trapez cıvatalar 46

Trapez vida 7

U

Uç açısı 9, 29

Üç ağızlı vida 6

V

Vida anma çapı 7

Vida boyu 9

Vida helis şekli 5

Vida yanaklarında kuvvetler 29

Vida yüksekliği 7

Vidada hatve 43

Vidada kuvvetler 28

Vidalı şaft kısmı 5

Vidanın adımı 6

Vidanın hatvesi 6

Vidanın şafta geçiş boyu 9

Vidanın uç boyu 9

W

Whitworth vidası 8

Y

Yarım paso 12

Yıldız anahtar 11

Yıldız tornavida 11

Yuvarlak dişli vidalar 7

Yuvarlaklık yarı çapı 7