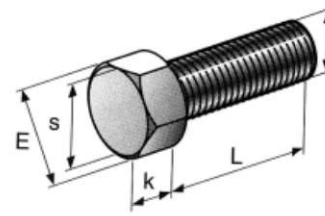
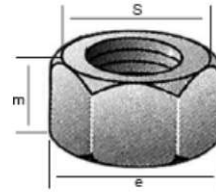


Cıvata Bağları



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Boeing 737 Max 9: United ve Alaska Havayolları bu tip uçaklarında gevşek malzemeler tespit etti

9 Ocak 2024

ABD'de Alaska Havayolları'nın 1282 sefer sayılı uçuşunu yapan Boeing 737 Max 9 tipi uçağın havadayken gövdesinden parça kopması sonrası başlatılan incelemeler derinleşiyor.

United Havayolları, filosundaki Max 9 tipi uçakların bazı cıvataların gevşediğinin tespit edildiğini duyurdu.

Şirket, kapı tapalarındaki "kurulum sorunları" iyileştirilene kadar bu uçakların yerde tutulacağını duyurdu.

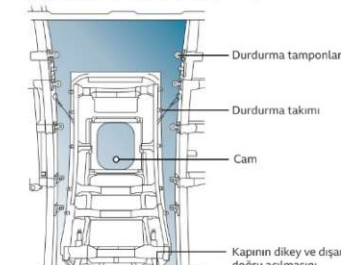
Cuma günü meydana gelen olayda, bazı hava yolları tarafından ek acil çıkış kapısı olarak kullanılan ancak Alaska Havayolları'nın kullanım dışı bıraktığı kapı, yaklaşık 5 bin metre yükseklikte koparak yerleşim yeri yakınlarında düşmüştü.



Flight 1282'nin kopan kapı paneli



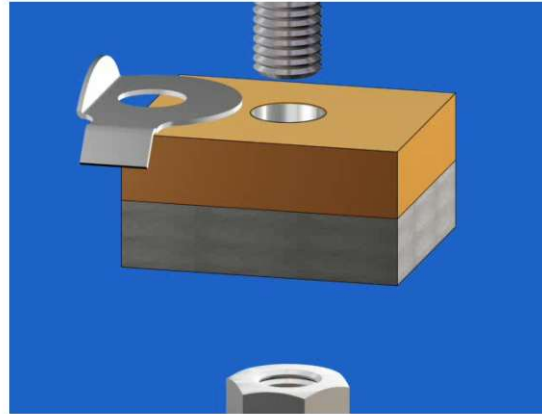
Kapı, kullanılmamak üzere sabitlenmiş olmalıydı





Kazanımlar

- ✓ Cıvata Hakkında Genel Bilgiler
- ✓ Vidaların Özellikleri ve Sınıflandırılması
- ✓ Vida Açma Yöntemleri ve Cıvatanın Üretim Prosesleri
- ✓ Cıvata-Somun Bağlantılarının Hesap Yöntemi
- ✓ Öngerilmeli Cıvataların Hesap Yöntemi
- ✓ Cıvata ve Somun Tasarım İlkeleri ve Örnekleri



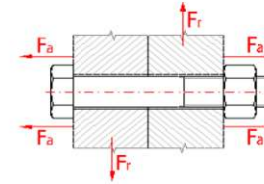
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

- Bir makinenin tasarımında cıvataların hesaplanması ve seçim işlemi tasarımın en son aşaması olarak bakılabilir.
- Tasarımın genel başarısı veya başarısız oluşu kullanılacak bağlantı elemanlarının uygun seçilmesine de bağlıdır.
- Günümüzde üreticiler tarafından binlerce farklı bağlama elemanı çeşidi üretilmekte ve bunların milyarlarca hava taşıtları, otomobiller ve diğer makinelerin montajında kullanılmaktadır.
- Örneğin ; Boeing 747 de yaklaşık 2,5 milyon bağlama elemanı kullanılmaktadır

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

CIVATALARIN AVANTAJLARI

- Defalarca sökülüp, takılabilirler.
- Tamamen standartlaşmış olduklarından temini çok kolaydır.
- İmalatı kolay ve ucuzdur.
- Değiştirilmesi çok kolaydır.
- Oldukça güvenilir bir bağlantı sağlar.



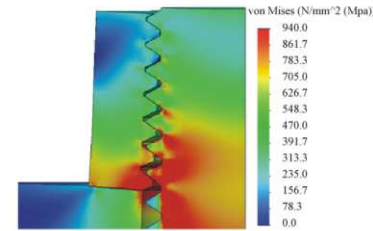
CIVATALARIN DEZAVANTAJLARI

- Geometri dolayısı ile gerilme yığılması oluşur.
- Çözülmesi önlenabilir ancak gevşemesi önlenemez.

Son cümleyi tartışabilir miyiz?

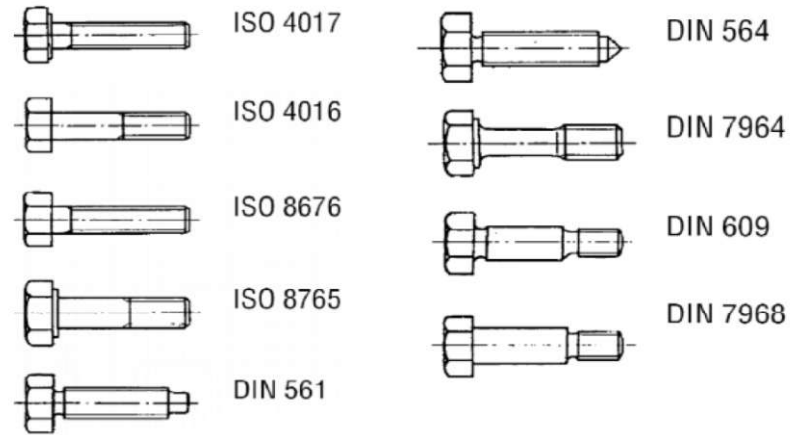
Gevşemeyi önleyebilecek bir önlem düşünülemez mi?

Dersin sonunda ...



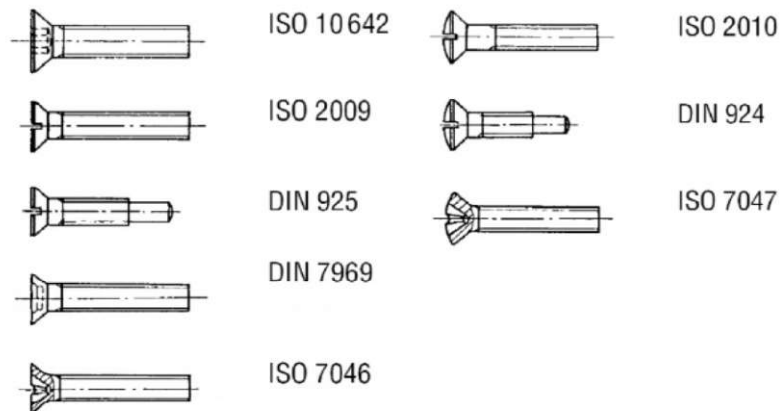
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi





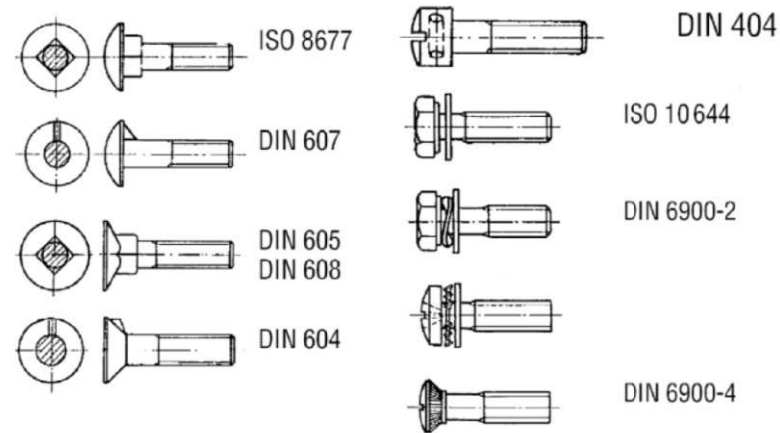
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Havşa Başlı Cıvatalar



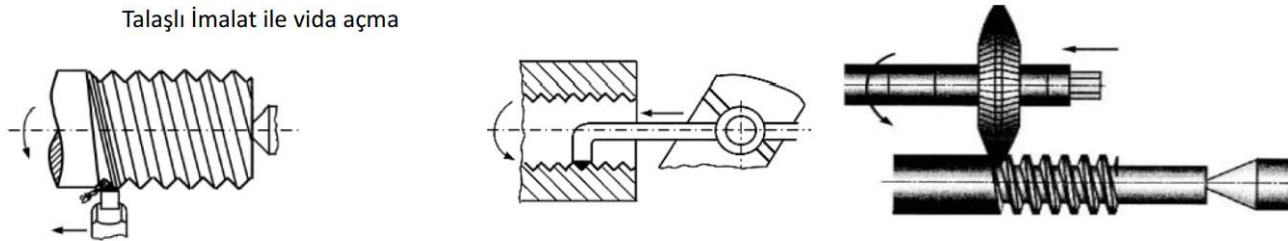
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Özel Cıvatalar

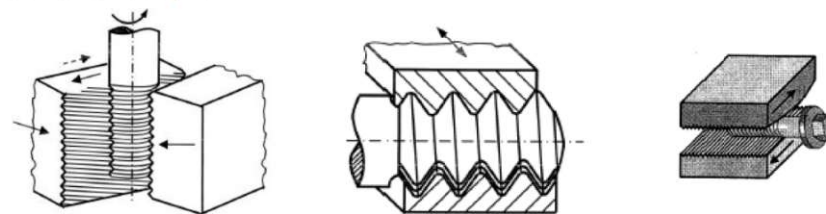


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

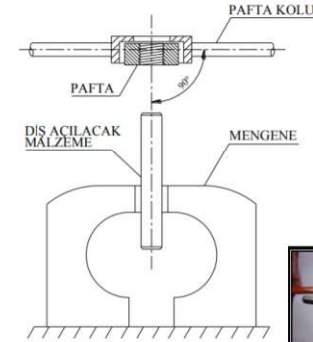
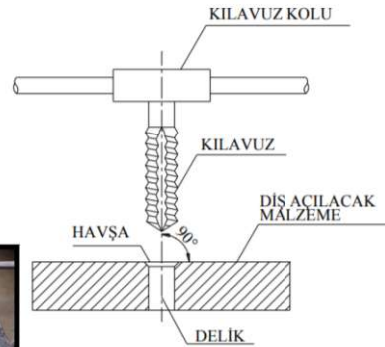
Talaşlı İmalat ile vida açma



Ovalama ile vida açma



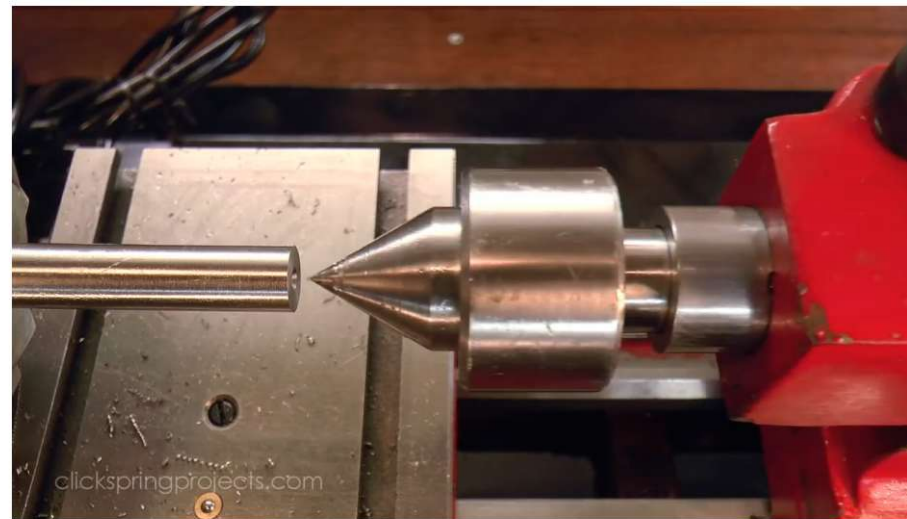
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



İmalat Yöntemleri



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

İmalat Yöntemleri



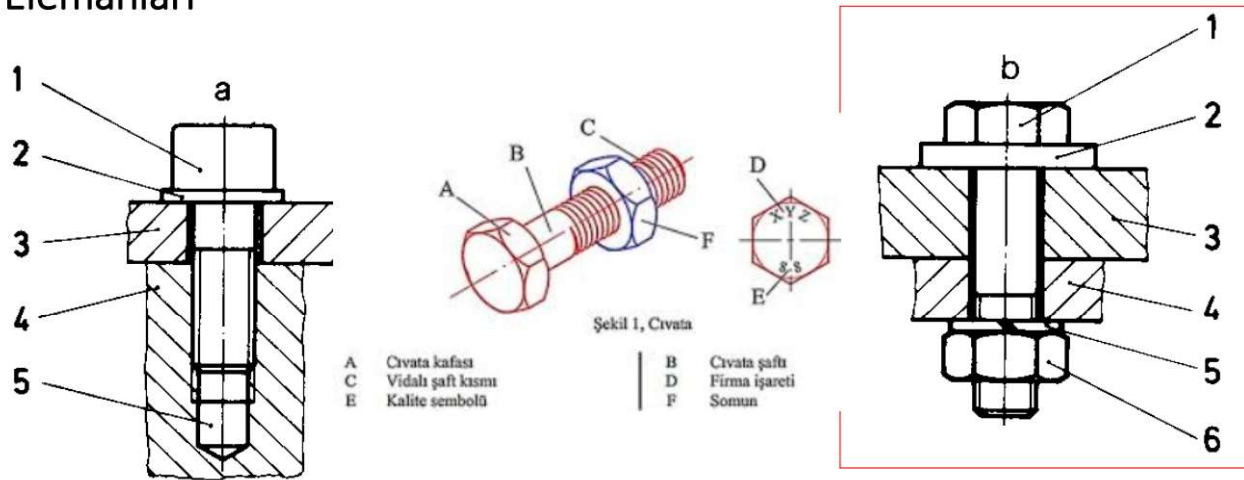
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Civataların Sınıflandırılması

<i>Civata Türü</i>	<i>Görevi</i>
Bağlama Civatası	Makine Parçalarının çözülebilir şekilde bağlanması (MONTAJ.PPT)
Hareket Civatası	Dönme hareketini ötelemeye çevirme (KRAMAYER)
Ayar Civatası	Mesafelerin, boşlukların ayarlanıp, tespit edilmesi (AYAR CIVATASI)
Kapama Civatası	Deliklerin kapatılması, sızdırmazlık sağlanması, tapa görevi (KÖRTAPA)
Ölçü Civatası	Dönme hareketinin yüksek hassasiyetle ötelemeye çevrilmesi (MIKROM)
Gergi Civatası	Eksen yönünde gergi kuvveti oluşturma (GERGI CIVATASI)

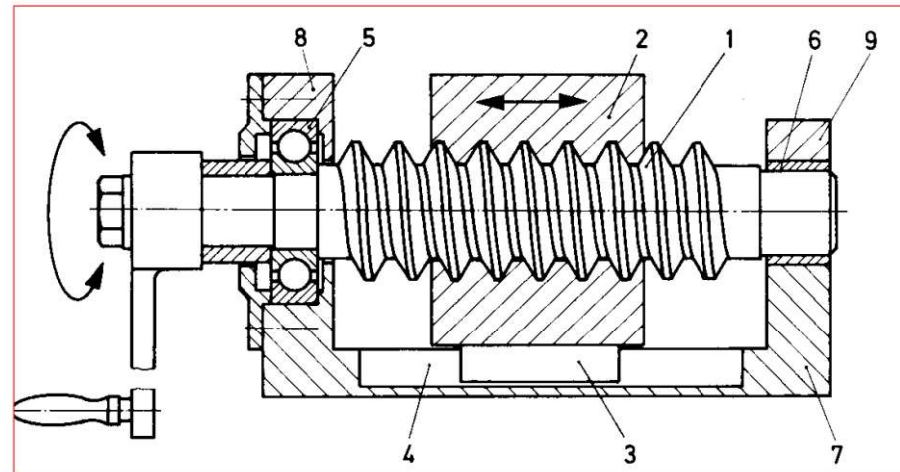
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Cıvata Bağlantılarının Elemanları



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

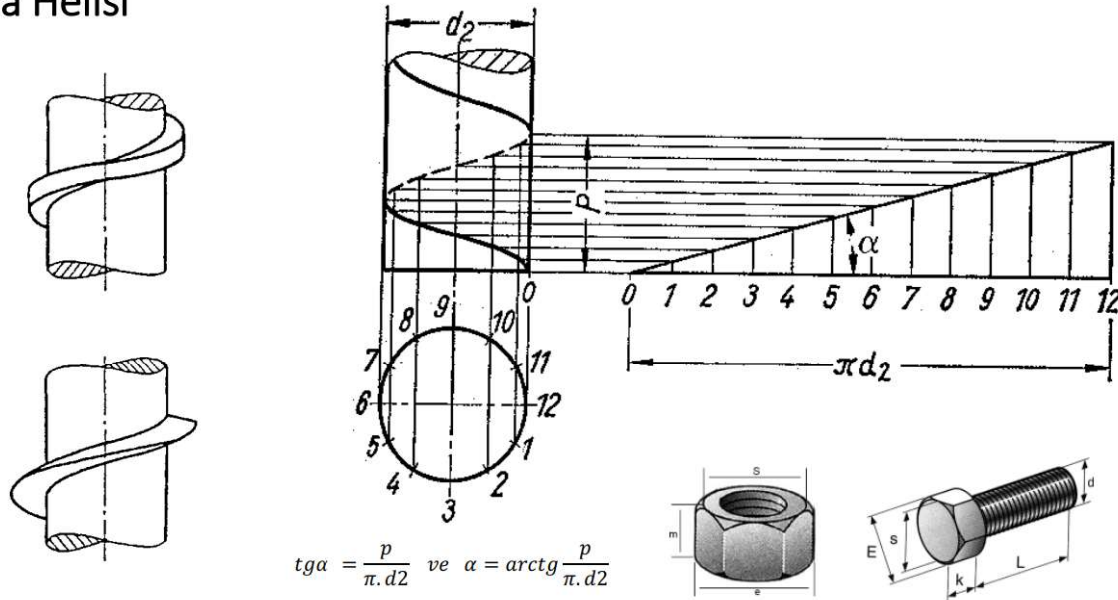
Hareket Vidası



[Hareket Vidası](#)

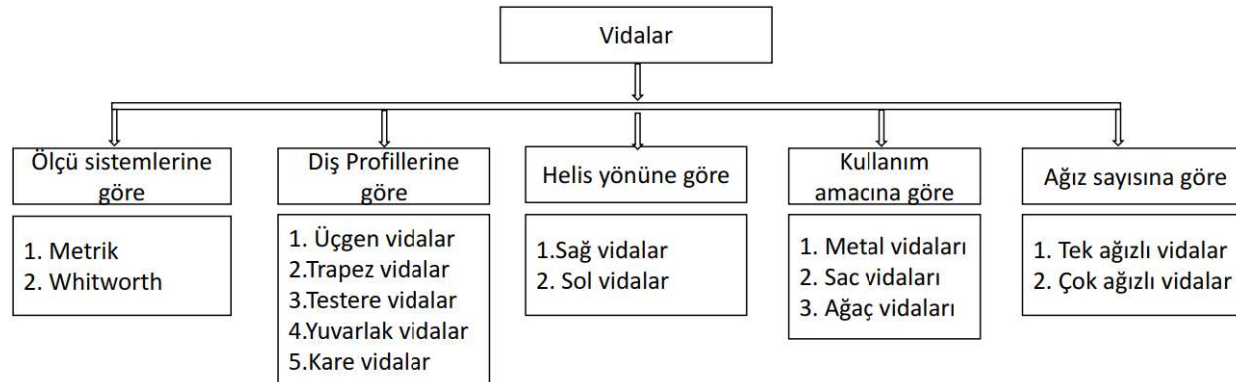
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Vida Helisi

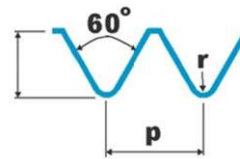


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Balıkesir Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü - Makine Elemanları - I Cıvata Bağlantıları

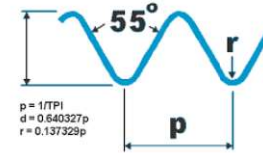


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



a) Metrik

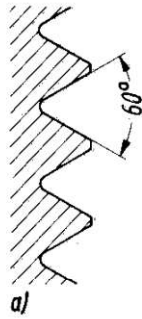
Whitworth Thread Form



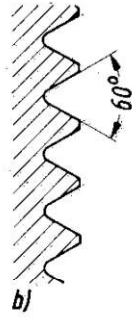
b) Whitworth

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

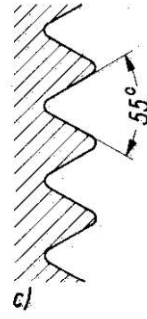
Vida profilleri



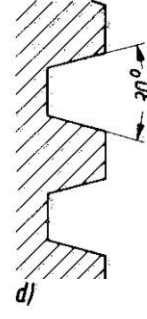
a) Metrik



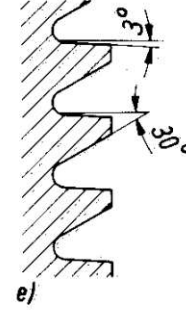
b) Metrik-ince



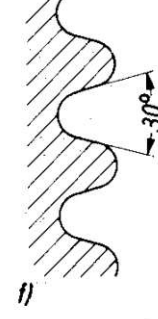
c) Whitworth



d) Trapez



e) Testere



f) Yuvarlak

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

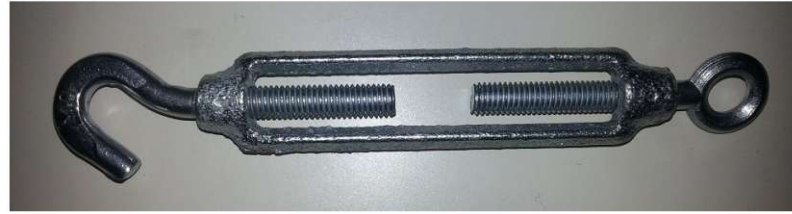
Helis Yönü



Sağ helis vida



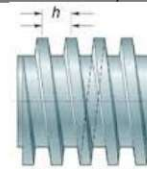
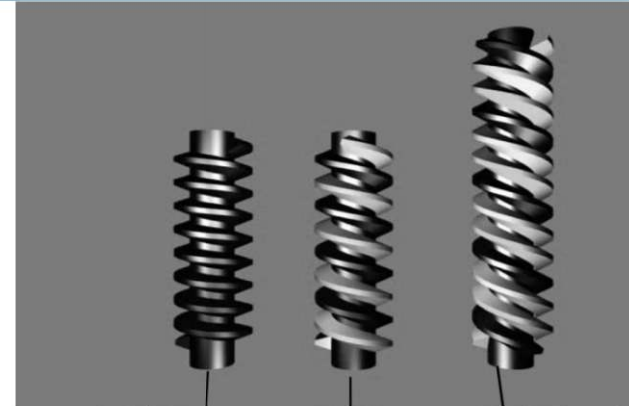
Sol helis vida



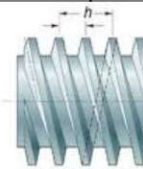
Sağ-Sol Vida

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

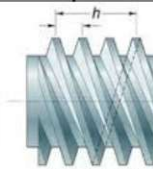
Ağız Sayıları



Tek ağızlı vida



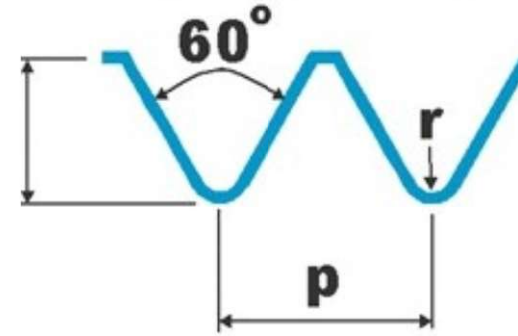
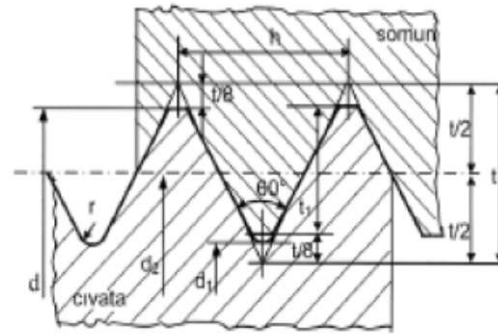
İki ağızlı vida



Üç ağızlı vida

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Metrik Vida



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Metrik ISO - Vida boyutları		DIN 13 (12.86)	
	Somun	Anma çapı	$d = D$
	Civata	Vida adımı	P
		Civata dış yüksekliği	$h_2 = 0,6134 \cdot P$
		Somun dış yüksekliği	$H_1 = 0,5413 \cdot P$
		Yuvarlaklık	$R = 0,1443 \cdot P$
		Bölüm çapı	$d_2 = D_2 = d - 0,6495 \cdot P$
		Civata diş dibi çapı	$d_3 = d - 1,2269 \cdot P$
		Somun diş dibi çapı	$D_1 = d - 1,0825 \cdot P$
		Matkap çapı	$= d - P$
		Profil açısı	60°
		Gerilim kesiti	$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$

$\alpha = 2,5^\circ - 3^\circ$

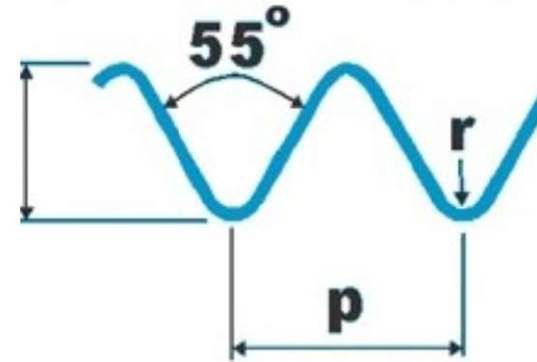
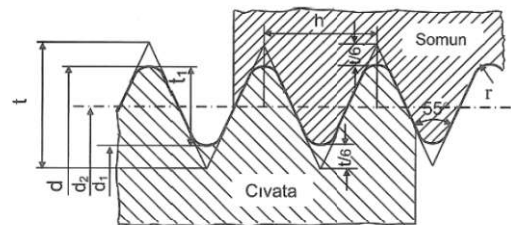
Normal vida Sıra 1 ¹⁾ ölçüler mm												
Vida gösterimi $d = D$	Vida adımı P	Bölüm daresi $d_2 = D_2$	Diş dibi		Diş yüksekliği		Yuvarlaklık R	Gerilim kesiti $A_s \text{ mm}^2$	Matkap çapı	Civata için tornalama çapı ²⁾		Altıgen anahtar ağızı ³⁾
			Civata d_3	Somun D_1	Civata h_3	Somun H_1				İnce	Orta	
M 1	0,25	0,84	0,69	0,73	0,15	0,14	0,04	0,46	0,75	1,1	1,2	—
M 1,2	0,25	1,04	0,89	0,93	0,15	0,14	0,04	0,73	0,95	1,3	1,4	—
M 1,6	0,35	1,38	1,17	1,22	0,22	0,19	0,05	1,27	1,3	1,7	1,8	3,2
M 2	0,4	1,74	1,51	1,57	0,25	0,22	0,06	2,07	1,6	2,2	2,4	4
M 2,5	0,45	2,21	1,96	2,01	0,28	0,24	0,07	3,39	2,1	2,7	2,9	5
M 3	0,5	2,68	2,39	2,46	0,31	0,27	0,07	5,03	2,5	3,2	3,4	5,5
M 4	0,7	3,55	3,14	3,24	0,43	0,38	0,10	8,78	3,3	4,3	4,5	7
M 5	0,8	4,48	4,02	4,13	0,49	0,43	0,12	14,2	4,2	5,3	5,5	8
M 6	1	5,35	4,77	4,92	0,61	0,54	0,14	20,1	5,0	6,4	6,6	10
M 8	1,25	7,19	6,47	6,65	0,77	0,68	0,18	36,6	6,8	8,4	9	13
M 10	1,5	9,03	8,16	8,38	0,92	0,81	0,22	58,0	8,5	10,5	11	16
M 12	1,75	10,86	9,85	10,11	1,07	0,95	0,25	84,3	10,2	13	13,5	18
M 16	2	14,70	13,55	13,84	1,23	1,08	0,29	157	14	17	17,5	24
M 20	2,5	18,38	16,93	17,29	1,53	1,35	0,36	245	17,5	21	22	30
M 24	3	22,05	20,32	20,75	1,84	1,62	0,43	353	21	25	26	36

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

İnce vidalar, ölçüler mm											
vida gösterimi	Bölüm daresi $d_2 = D_2$	Dişdibi $\varnothing$		Vida gösterimi	Bölüm daresi $d_2 = D_2$	Dişdibi $\varnothing$		Vida gösterimi	Bölüm daresi $d_2 = D_2$	Dişdibi $\varnothing$	
		Civata d_3	Somun D_1			Civa d_3	Somun D_1			Civata d_3	Somun D_1
M 2 $\times$ 0,2	1,87	1,76	1,78	M10 $\times$ 1	9,35	8,77	8,92	M30 $\times$ 1,5	29,03	28,16	28,38
M 2,5 $\times$ 0,25	2,34	2,19	2,23	M12 $\times$ 1	11,35	10,77	10,92	M30 $\times$ 2	28,71	27,55	27,84
M 3 $\times$ 0,35	2,77	2,57	2,62	M12 $\times$ 1,25	11,19	10,47	10,65	M36 $\times$ 1,5	35,03	34,16	34,38
M 4 $\times$ 0,5	3,68	3,39	3,46	M16 $\times$ 1	15,35	14,77	14,92	M36 $\times$ 2	34,70	33,55	33,84
M 5 $\times$ 0,5	4,68	4,39	4,46	M16 $\times$ 1,5	15,03	14,16	14,38	M42 $\times$ 1,5	41,03	40,16	40,38
M 6 $\times$ 0,75	5,51	5,08	5,19	M20 $\times$ 1	19,35	18,77	18,92	M42 $\times$ 2	40,70	39,55	39,84
M 8 $\times$ 0,75	7,51	7,08	7,19	M20 $\times$ 1,5	19,03	18,16	18,38	M48 $\times$ 1,5	47,03	46,16	46,38
M 8 $\times$ 1	7,35	6,77	6,92	M24 $\times$ 1,5	23,03	22,16	22,38	M48 $\times$ 2	46,70	45,55	45,84
M10 $\times$ 0,75	9,51	9,08	9,19	M24 $\times$ 2	22,70	21,55	21,84	M56 $\times$ 1,5	55,03	54,16	54,38

İnce vidalara hassas vidalar da denir.

Whitworth Vidalar



Ülkemizde daha çok boru bağlantıları için kullanılmaktadır.
Et kalınlığı düşük olan bir boruya metrik diş açmak istersek boru delinebilir.

Whitworth Vida

Standartı yok

Dış çap

$$d = D$$

Dişdibi çapı

$$d_1 = D_1 = d - 1,28 \cdot P$$

Bölüm çapı

$$d_2 = D_2 = d - 0,640 \cdot P$$

Parmaktaki diş sayısı

$$Z = \frac{25,4 \text{ mm}}{P}$$

Adım

$$P = \frac{Z}{25,4 \text{ mm}}$$

Diş yüksekliği

$$h_1 = H_1 = 0,640 \cdot P$$

Yuvarlaklık

$$R = 0,137 \cdot P$$

Profil açısı

$$55^\circ$$

Cıvata ve somun için mm olarak ölçüler							Cıvata ve somun için mm olarak ölçüler						
Vida gösterimi d	Dış Ø d=D	Diş dibi d1=D1	Bölüm dairesi Ø d2=D2	Parmakta diş sayısı Z	Diş yüksekliği h1=H1	Diş dibi kesiti mm²	Vida gösterimi d	Dış Ø d=D	Dişdibi Ø d1=D1	Bölüm dairesi Ø d2=D2	Parmaktaki diş sayısı Z	Diş derinliği h1=H1	Diş dibi kesiti mm²
1/4"	6,35	4,72	5,54	20	0,81	17,5	1 1/4"	31,75	27,10	29,43	7	2,32	577
3/16"	7,94	6,13	7,03	18	0,90	23,5	1 1/2"	38,10	32,68	35,39	6	2,71	839
1/8"	9,53	7,49	8,51	16	1,02	44,1	1 3/4"	44,45	37,96	41,20	5	3,25	1131
1/2"	12,70	9,99	11,35	12	1,36	78,4	2"	50,80	43,57	47,19	4 1/2	3,61	1491
5/8"	15,88	12,92	14,40	11	1,48	131	2 1/4"	57,15	49,02	53,09	4	4,07	1886
3/4"	19,05	15,80	17,42	10	1,63	196	2 1/2"	63,50	55,37	59,44	4	4,07	2408
7/8"	22,23	18,61	20,42	9	1,81	272	3"	76,20	66,91	72,56	3 1/2	4,65	3516
1"	25,40	21,34	23,37	8	2,03	358	3 1/2"	88,90	78,89	83,89	3 1/4	5,00	4888

Whitworth-Boru vidası

DIN ISO 228 (4.85), DIN 2999 (7.83) ile kıyasla

Boru vidası DIN ISO 228

İç ve dış silindirik dişliye sıkı dişlividya sızdırmaz degil

Dış vida A tolerans sınıfı veya B tolerans sınıfı ile imal edilir
z.B. G 1 1/2 A.

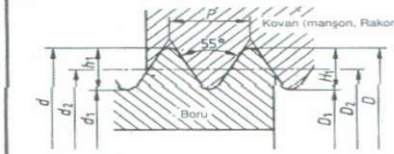
Boru vidası DIN 2999

İç vida silindirik, dış vida konik, sızdırmaz vida

İlişk düzlem (ölçü düzlemi)

Whitworth-Boru vidası

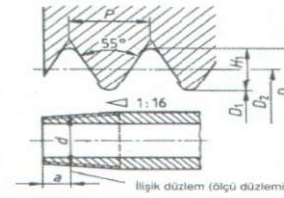
Boru vidası DIN ISO 228
İç ve dış silindirik dişlerde sıkı değilde sızdırmaz değil



Diş vida A tolerans sınıfı veya B tolerans sınıfı ile imal edilir
z. B. G 1 1/2 A.

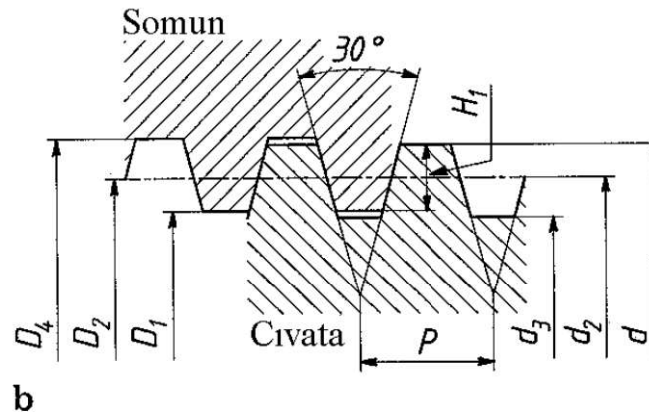
DIN ISO 228 (4.85), DIN 2999 (7.83) te kıyasla

Boru vidası DIN 2999
İç vida silindirik, dış vida konik, sızdırmaz vida

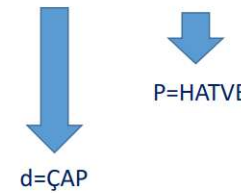


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Trapez vida

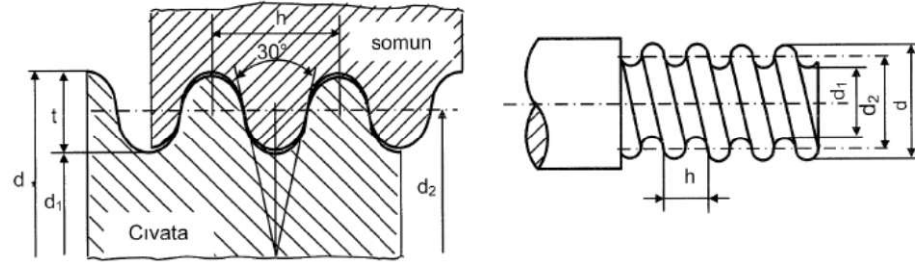


Simetrik trapez şeklindedir.
TR 40 X10 şeklinde gösterilir.



Yuvarlak Vida

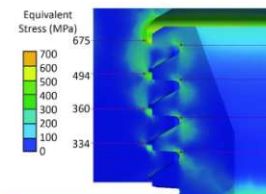
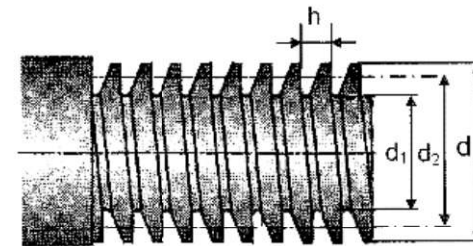
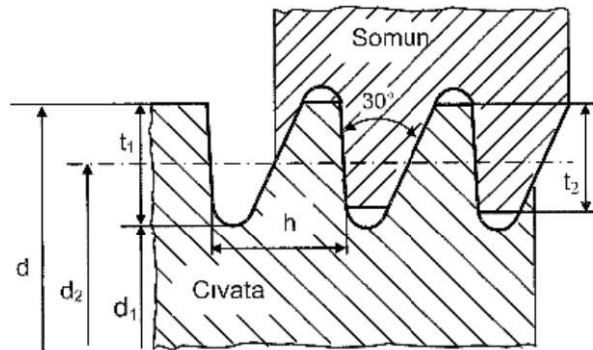
Hareket kolaylığı istenen yerlerde kullanılır.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

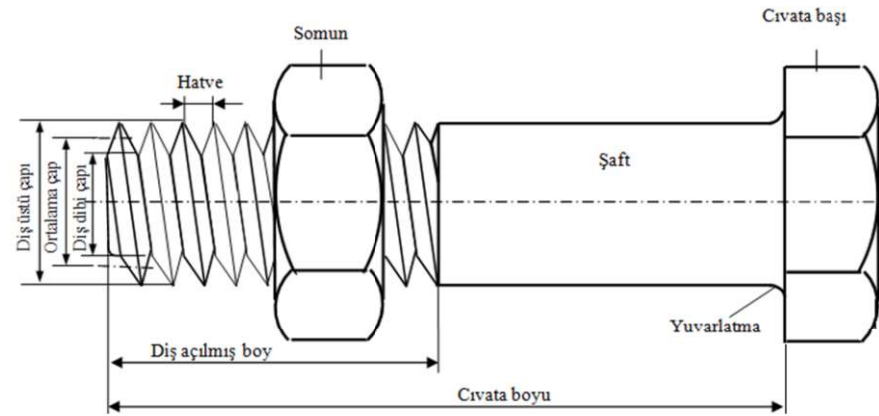
Testere vida

Asimetrik trapezdir. Tek yönlü kuvvet iletiminde kullanılır.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

VİDA BOYUTLARI



$$\begin{aligned} d_3 &= \text{Diş dibi çapı} & h &= \text{diş yüksekliği} \\ d_2 &= \text{Ortalama çap} & h &= 0,86603 p \text{ (metrik vida)} \\ d &= \text{Diş üstü çapı} & h &= 0,64033 p \text{ (whitworth vida)} \end{aligned}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



CIVATA MALZEMELERİ

Cıvata yapımında kullanılan malzemeler standart sınıflara ayrılmıştır. Bu sınıflar aşağıdaki gibi iki sayı ile ifade edilir.

Cıvata mukavemet sınıfları:

3.6 4.6 4.8 5.6 5.8 6.6 6.8 6.9 8.8 10.9 12.9 14.9

$$\begin{array}{c} \mathbf{5.6} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \frac{\sigma_K}{100} \quad \cdot \quad \frac{\sigma_{Ak}}{\sigma_K} 10 \end{array}$$

Kopma Mukavemeti: $\sigma_K = 100 \cdot 5 = 500 \text{ N/mm}^2$

Akma Mukavemeti: $6 = 10 \cdot \frac{\sigma_{Ak}}{\sigma_K} \quad \sigma_{Ak} = \frac{6 \cdot \sigma_K}{10} = 300 \text{ N/mm}^2$

Akma mukavemeti: $5 \cdot 6 \cdot 10 = 300 \text{ N/mm}^2$

Somun mukavemet sınıfları:

4 5 6 8 10 12 14

Bu bağlantıda en iyi kuvvet iletebilme; cıvata mukavemet sınıfının ilk sayısı ile somun sayısı aynı olduğunda sağlanır.

Yüksek sıcaklığa dayanıklı cıvataların yapıldığı malzemeler

	σ_{ak} 20°	σ_{ak} 200°	σ_{ak} 400°
C35	28	22	15
Ck35	28	22	15
C45	36	29	19
Ck45	36	29	19
24CrMo4	42	42	31
24CrMoV55	55	50	41
21CrMoV511	55	52	44

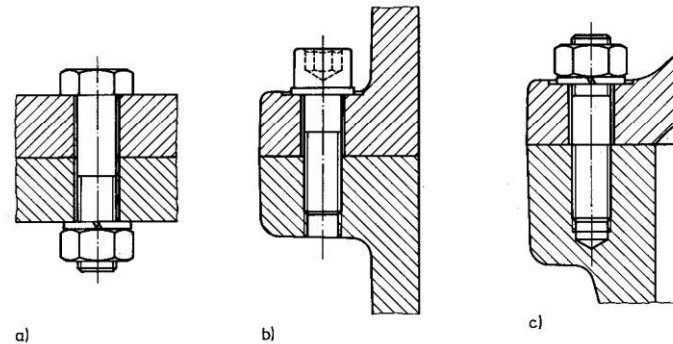
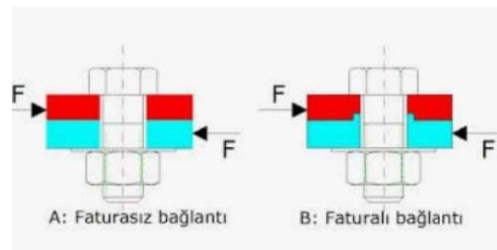
Korozyona maruz çelik cıvata ve somunlar uygun bir koruyucu kaplama tabakasıyla kaplanarak korunurlar. En çok kullanılan koruyucu kaplamalar ;

Kaplama Malzemesi	Kaplama Kalınlığı (μm)
Bakır	4-8
Pirinç	2-4
Nikel	4-8
Çinko	6-8
Kalay	8-12
Kadmiyum	6-8
Siyahlatılmış (yağ yakılarak siyahlaştırılabilir)	1-2

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

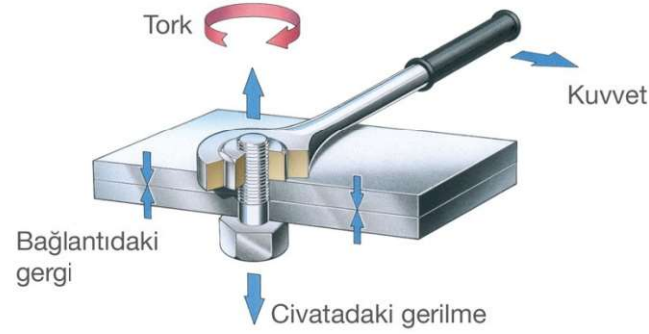
Cıvata Bağlantı Şekilleri

- Bağlanacak parçalara boydan boya cıvatanın rahat geçeceği bir delik açılır ve deliğe takılan cıvata somun ile sıkılır.
- Birinci parçaya geniş delik, ikinci parçaya vida açılıp, cıvata ikinci parçaya vidalanır.
- Birinci parçaya delik, ikinci parçaya vida açılıp; *saplama* denilen iki ucuna vida açılmış, ortası vidasız pim, özel anahtarla ikinci parçanın vidalı yuvasına, pimin vidasının bittiği noktaya kadar takılarak sıkılır ve ardından saplamanın diğer ucuna somun takılır ve sıkılır.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Cıvata Bağlantılarında Kuvvet-Moment Hesapları



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Cıvata Bağlantılarında Kuvvet-Moment Hesapları



**TORQUE:
IT'S THE LAW**

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Seyir halindeyken fırlayan kamyon lastiği can aldı

Balıkesir'in Edremit ilçesinde seyir halindeyken kamyonundan fırlayan lastik karşı yönden gelen iki araca çarptı. Kazada 1 kişi öldü. 5 kişi yaralandı.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



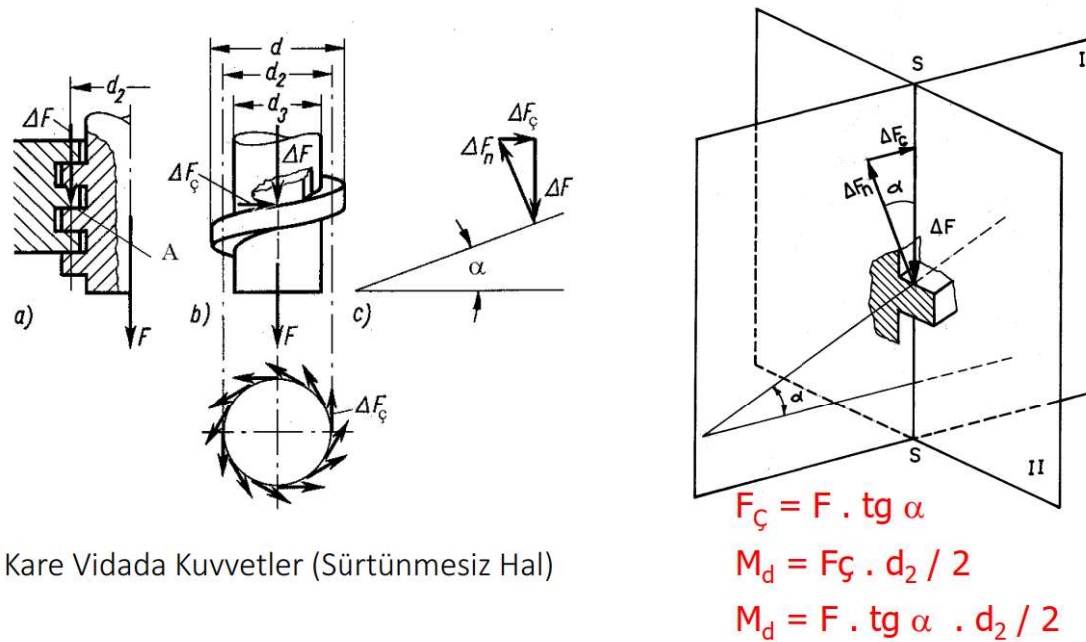
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



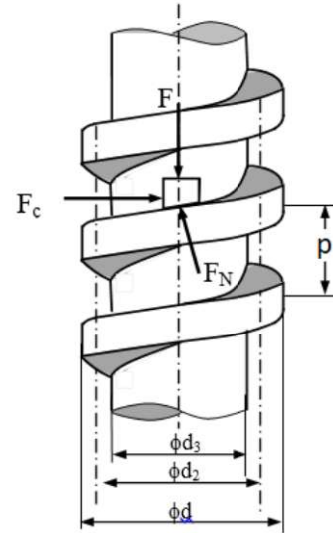
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



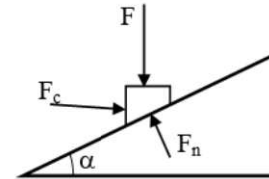
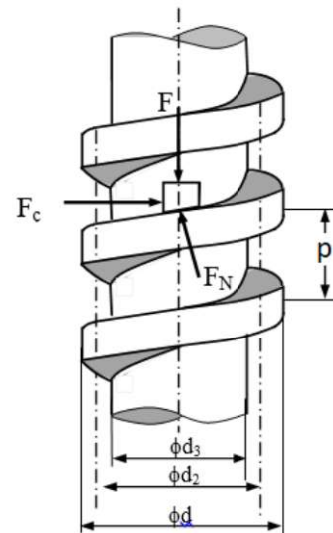
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



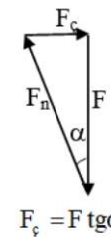
Vidananın açılımı eğik bir düzlem teşkil ettiğinden, hesapta basitlik sağlamak amacı ile **somunun sıkılması**, bir yükün eğik düzlem üzerinde kaldırıldığı farz edilen bir yüktür. Kare profilli vidanın kullanıldığı bir bağlantıda bu kuvvetlerin durumu gösterilmiştir.

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kare Vidada Kuvvetler (Sürtünmesiz Hal)

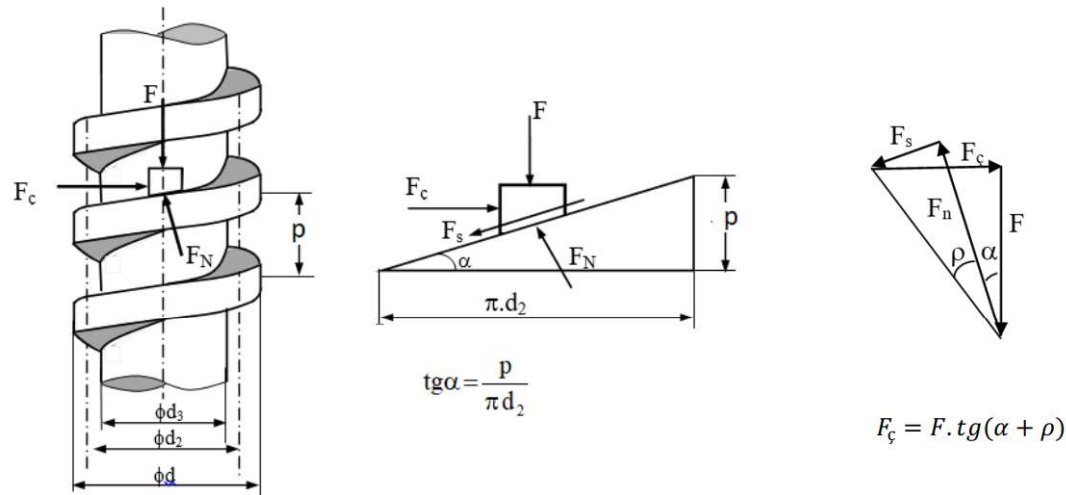


Yükün kaldırılması
(sürtünmesiz durum)



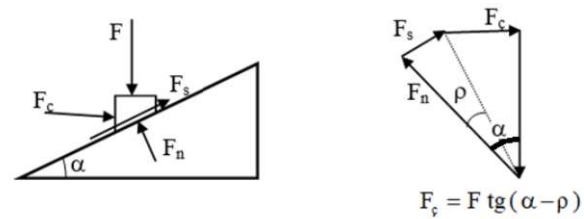
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Sürtünmeli hal (Cıvatanın sıkılması)



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kare Vidada Kuvvetler (Cıvatanın sökülmesi)



Sökme kuvvetinin yönü yine + olarak alınsın.

$$F_c = F \tan(\alpha - \rho)$$

Cıvatanın sökülmesi için F_c kuvvetinin (-) çıkması gerekir.

$\alpha \cong 2,5$ (metrik cıvatalar için). Çelik malzemeler arasındaki yaklaşık sürtünme katsayısı $\mu = 0,1$ 'dir.
Buna karşın sürtünme açısı $\rho = 6$ derecedir. Bu değerlere göre F_c (-) olur.

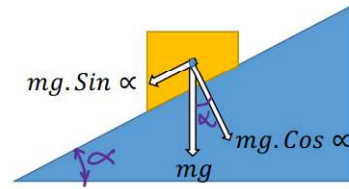
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

$\rho > \alpha$ için F_s (-) olup, bağlantı OTOBLOKAJLI 'dır.

$\alpha > \rho$ için F_s (+) olup, bağlantının sökülmemesi için ek kuvvete ihtiyaç vardır . Bağlantı OTOBLOKAJSIZ 'dır.

Bağlantı cıvatalarının OTOBLOKAJLI olması sağlanmalıdır.

Denge halini tekrar ele alırsak;



$$mg \cdot \sin \alpha = F_s$$

$$F_s = \mu F_N$$

$$F_N = mg \cdot \cos \alpha$$

~~$$mg \cdot \sin \alpha = mg \cdot \cos \alpha \mu$$~~

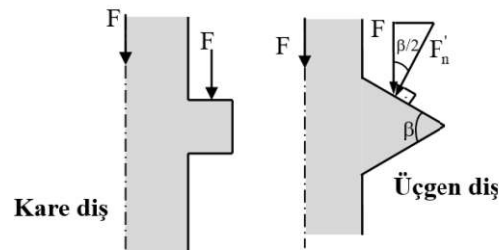
$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$\tan \rho = \tan \alpha \rightarrow \rho = \alpha$$

Eğim açısı, sürtünme açısına eşit ise
Sistem dengededir.

Küçük ise sistem yukarıya doğru akar
Bunun için $\rho > \alpha$ olmalıdır (mümkün mü?)

Yukarıdaki bağıntılar tepe açıları=0 olan kare diş şekline sahip vidalar içindir. Üçgen profile sahip vidalarda cıvata (sıkma) kuvveti diş yüzeyine dik değildir...



Kare vida profilinde diş yüzeyinde sürtünme kuvveti

$$F_s = F \cdot \mu$$

Üçgen vida profilinde sürtünme kuvveti $F_s = F_n' \mu$

$$F_n' = \frac{F}{\cos \beta} \quad \text{Üçgen vida yüzeylerinde oluşan normal kuvvet}$$

Sürtünme kuvveti yüzeye etki eden normal kuvvet dikkate alınarak hesaplanır. $F_s = F_n' \mu$

$$F_s = F \frac{\mu}{\cos \beta} \rightarrow \frac{\mu}{\cos \beta} = \mu' \rightarrow F_s = F \mu' \text{ olur}$$

$$\mu' > \mu$$

Bu sonuca göre, kare profiller için hesaplanan bağıntılarda μ yerine μ' ve ρ yerine ρ' konularak

Üçgen vidalar için sökme ve sıkma kuvvetleri elde edilir.

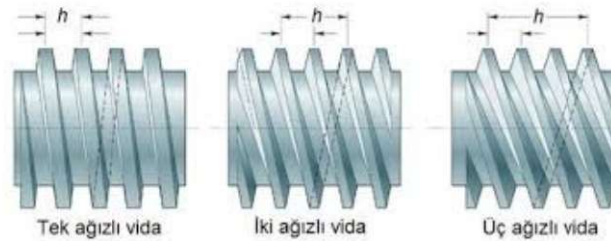
$$F_{\zeta} = F \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \rho')$$

Pratikte $\rho \cong \rho'$ olarak alınabilir.

Üçgen profile sahip vida dişleri arasında oluşan sürtünme kuvveti daha büyüktür. Bu nedenle bu tür vidaları dökmek ve sıkmak daha zordur. Bu vida profilinin OTOBLOKAJ özelliği diğerlerinden daha iyidir.

Kare ve trapez vidalar hareket iletiminde kullanılır.

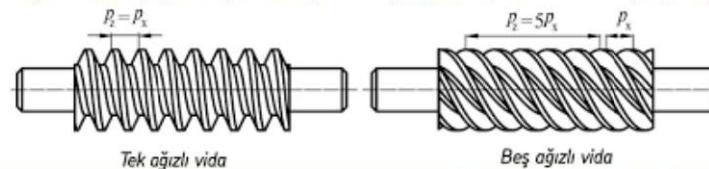
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



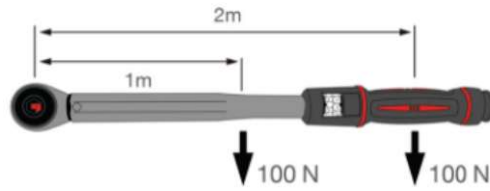
Tek ağızlı vidalarda helis açısı $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{p}{\pi \cdot d}$

Çok ağızlı vidalarda helis açısı $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{z \cdot p}{\pi \cdot d}$

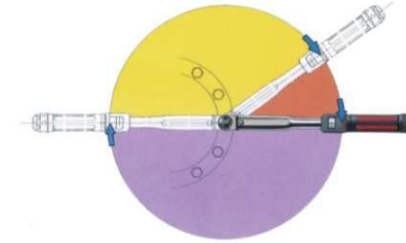
Ağız sayısı artarsa, helis açısı artar, helis açısının büyümesi cıvataı blokajsız hale getirir.



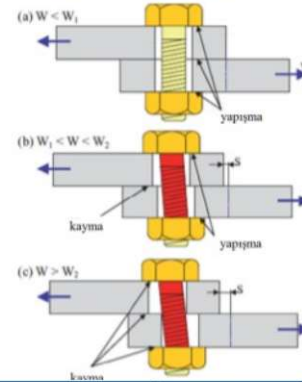
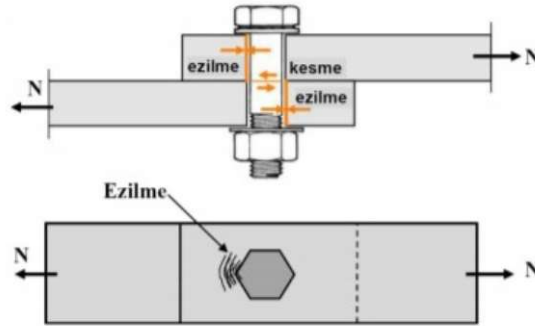
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Tork = Kuvvet x Mesafe



■ Cıvata altındaki sürtünme
■ Dişlerdeki sürtünme
■ Cıvataya uygulanan asıl tork



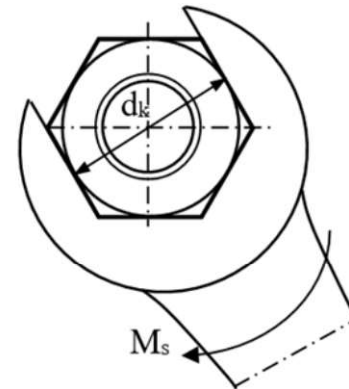
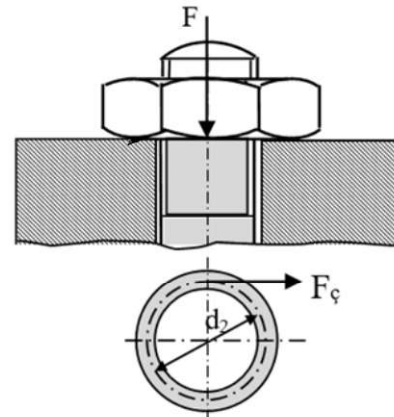
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

SIKMA MOMENTİ

$$M_{cs} = F \frac{d_2}{2} tg(\alpha + \rho')$$

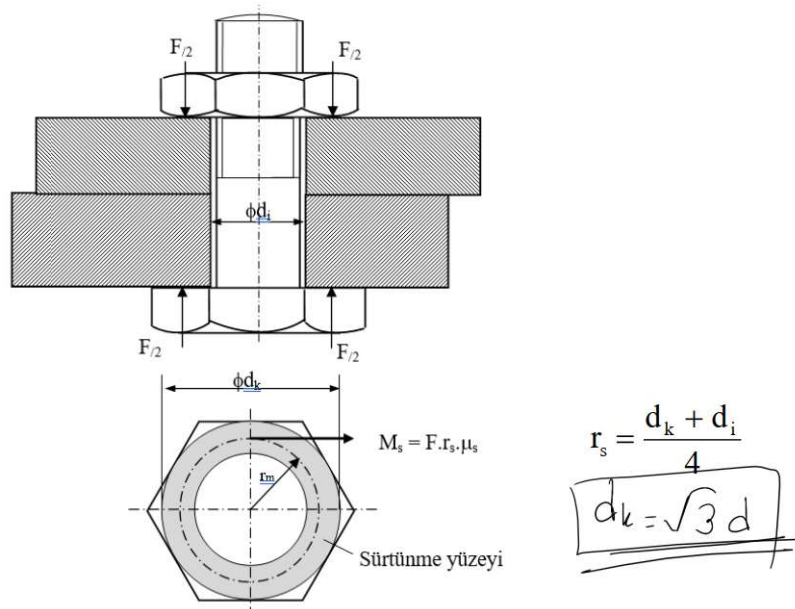
$$M_{cg} = F \frac{d_2}{2} tg(\alpha - \rho')$$

Bağlantılarıyla ifade edilir.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Somun Altı Sürtünmesi



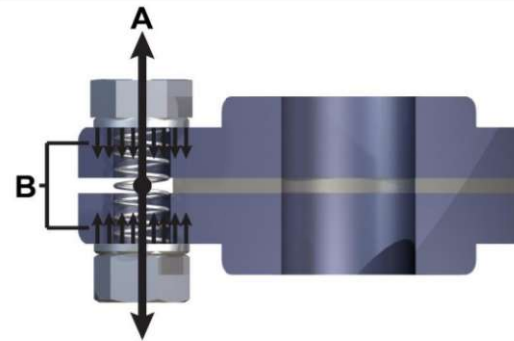
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Böylelikle toplam sıkma momenti

$$M_s = F \left[\frac{d_2}{2} \tan(\alpha + \rho') + r_s \cdot \mu_s \right]$$

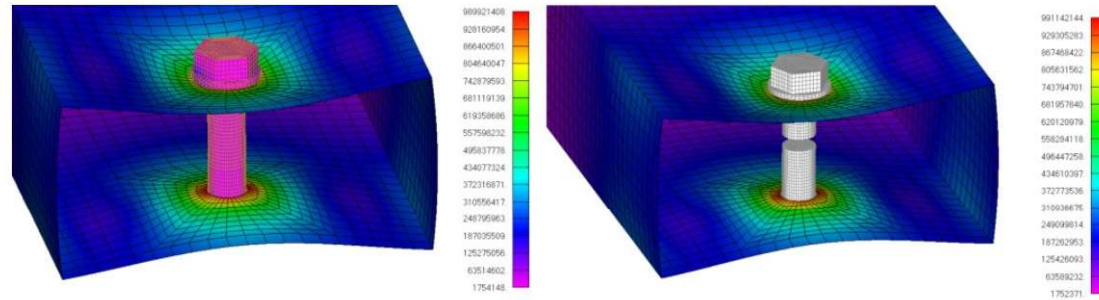
Gevşetmede gerekli moment:

$$M_s = F \left[\frac{d_2}{2} \tan(\alpha + \rho') - r_s \cdot \mu_s \right]$$



Bu eşitlikteki cıvata kuvveti F , ön gerilmeli cıvatalarda ön gerilme kuvveti olup F_g olarak gösterilir.

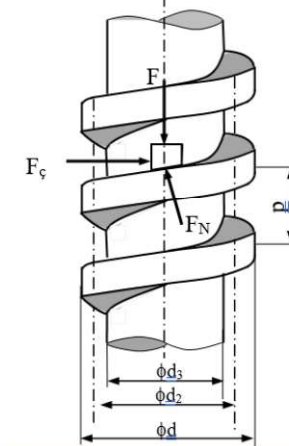
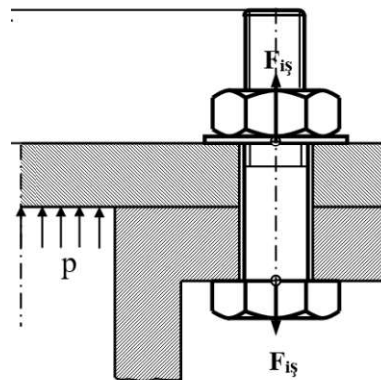
Ön gerilmeli Cıvata Bağları



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

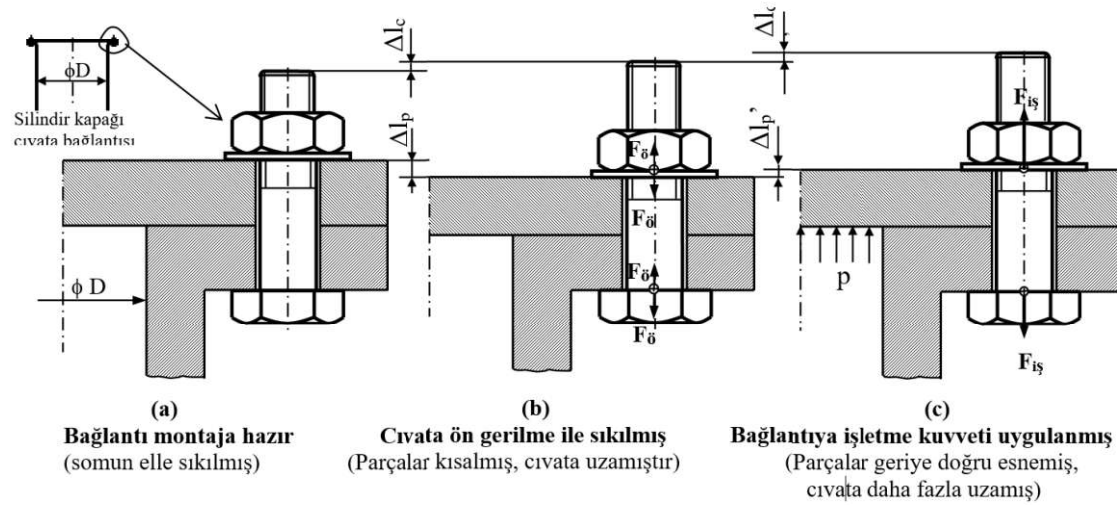
Ön Gerilme Kuvveti

Ön gerilmeli cıvata bağlantılarında, somunun sıkılması ile cıvata ekseninde doğrultusunda cıvatayı çekmeye çalışan bir kuvvet oluşur. Bu kuvvete sıkma (ön gerilme) kuvveti denir. Bu kuvvet cıvata-somun dişleri üzerinden iletilir.

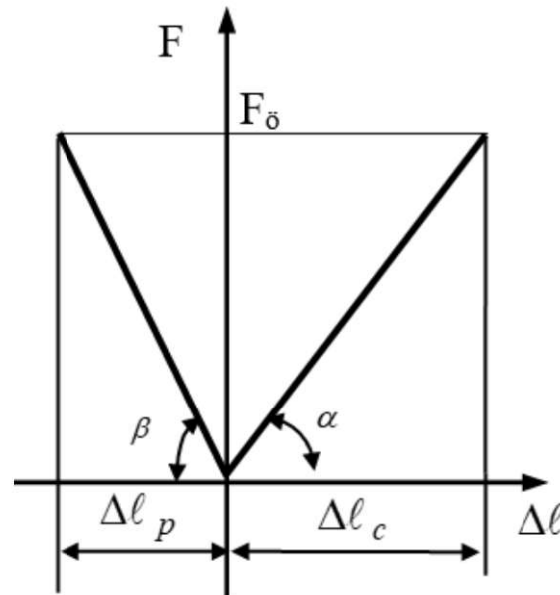


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Ön gerilmeli Cıvata Bağları

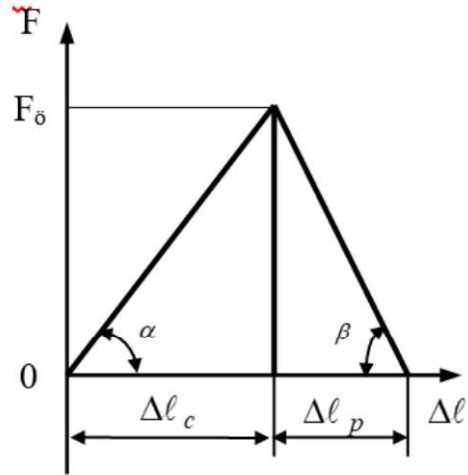


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

ÖN GERİLMELİ CIVATA BAĞLANTISINDA ÖNGERİLME ÜÇGENİ

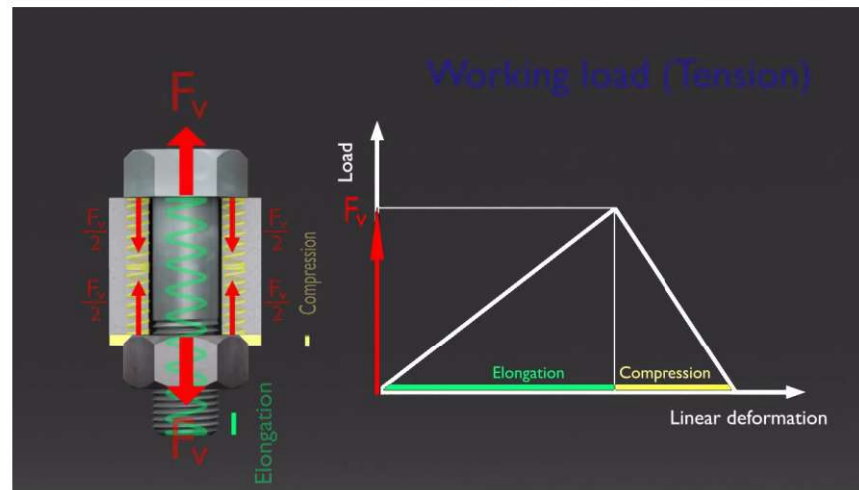


Ön gerilme üçgenlerinde

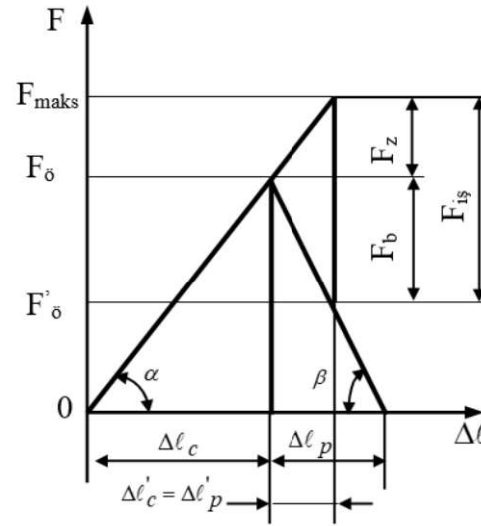
$$tg\alpha = \frac{F_{\ddot{o}}}{\Delta l_c} = c_c \quad \text{Cıvata rijitliği}$$

$$tg\beta = \frac{F_{\ddot{o}}}{\Delta l_p} = c_p \quad \text{Parça rijitliği}$$

İŞLETME KUVVETİ UYGULANIRKEN CIVATA BAĞLANTISINDA ÖNGERİLME ÜÇGENİ



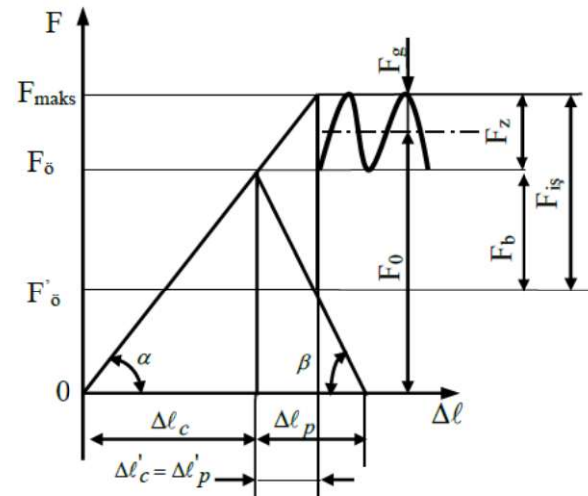
İŞLETME KUVVETİ UYGULANIRKEN CIVATA BAĞLANTISINDA ÖNGERİLME ÜÇGENİ



- F_{δ} : Ön gerilme kuvveti
- $F_{i\text{ş}}$: İşletme kuvveti
- F_z : İşletme kuvvetinden dolayı cıvataya etkiyen ek kuvvet
- F_b : İşletme kuvvetinden dolayı parçalara etkiyen ek kuvvet
- F'_{δ} : İşletme sırasında parçalarda geri kalan ön gerilme kuvveti
- $F_{C\text{maks}}$: İşletmede cıvataya etkiyen en büyük kuvvet
- $\Delta\ell_c$: Cıvatada uzama miktarı
- $\Delta\ell_p$: Parçalarda kısılma miktarı

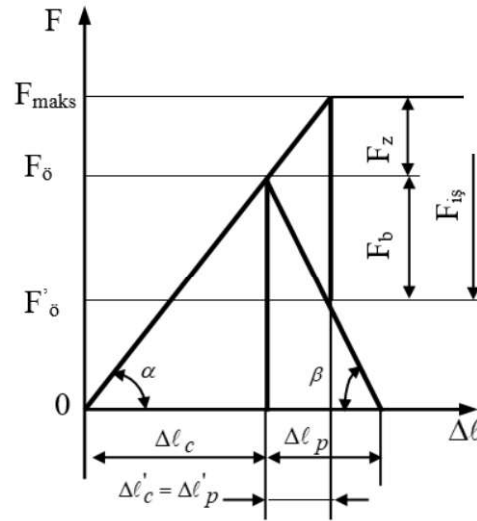
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

İŞLETME KUVVETİ TİTREŞİMLİ OLDUĞUNDA ÖNGERİLME ÜÇGENİ VE GERİLME GENLİĞİ



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kuvvet –deformasyon diyagramındaki üçgenlerin benzerliğinden;



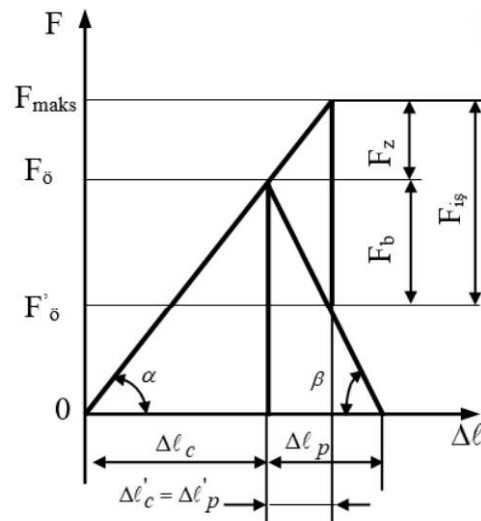
$$C_c = \operatorname{tg} \alpha = \frac{F_0}{\Delta l_c} = \frac{F_z}{\Delta l'_c}$$

$$C_p = \operatorname{tg} \beta = \frac{F_b}{\Delta l_p} = \frac{F_b}{\Delta l'_p}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

$\Delta l'_p = \Delta l'_c$ olduğundan

$$F_{i\dot{s}} = F_z + F_b = C_c \cdot \Delta l'_c + C_p \cdot \Delta l'_p = \Delta l' (C_c + C_p)$$



$$\frac{F_z}{F_{i\dot{s}}} = \frac{\Delta l' \cdot C_c}{\Delta l' \cdot (C_c + C_p)} = \frac{C_c}{C_c + C_p}$$

$$F_z = F_{i\dot{s}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{C_p}{C_c}}$$

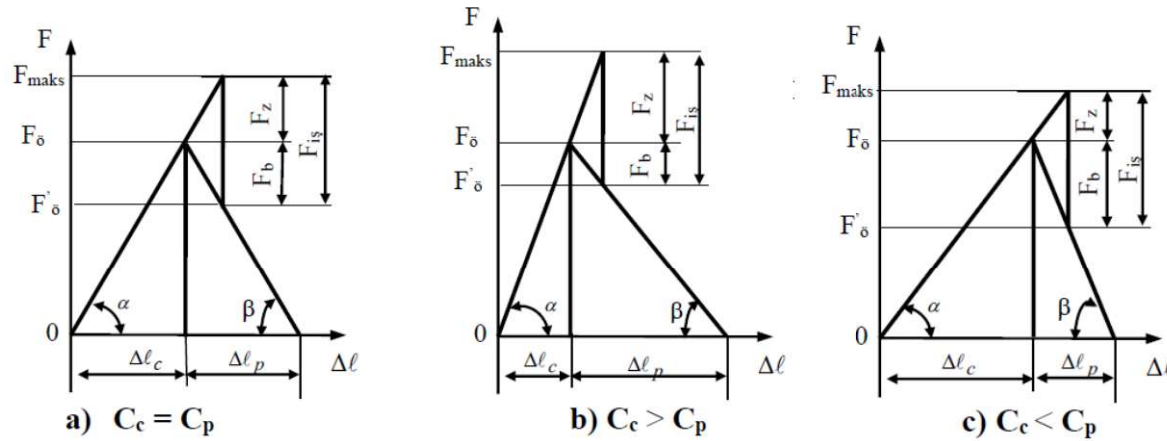
Cıvataya etkiyen maksimum kuvvet;

$$F_{\max} = F_0 + F_z \text{ olur.}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Sonuçların irdelenmesi:

Farklı rijitliklere sahip cıvataların kullanılması halinde cıvataya etkiyen kuvvetlerin nasıl değiştiğini aşağıda çizilen kuvvet deformasyon diyagramlarında gösterilmiştir.



Cıvata bağlantısında daima F_z ek kuvvetinin küçük olması istenir.

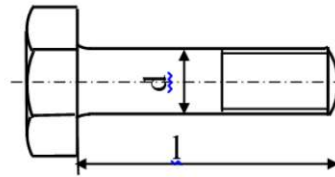
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Cıvata ve Parça Rijitliklerinin Hesaplanması

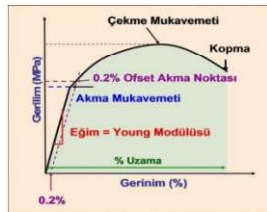


Cıvata Rijitliklerinin Hesaplanması

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



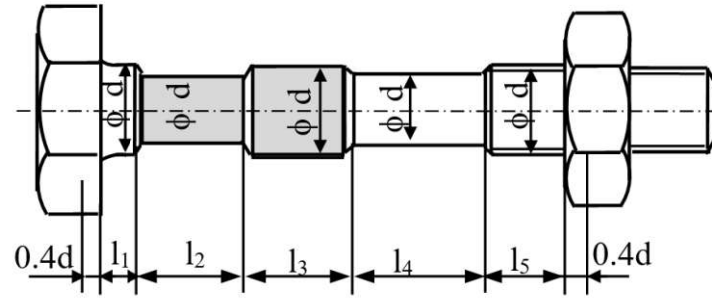
Cıvatanın d çapında ve l uzunluğunda bir çubuk olduğundan hareketle rijitliği Hooke kanunu olarak bilinen aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.



$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad \sigma = \frac{F}{A} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$
$$c_c = \frac{F}{\Delta l} = \frac{\sigma \cdot A_c}{\varepsilon \cdot l_c} = \frac{E \cdot \varepsilon \cdot A_c}{\varepsilon \cdot l_c}$$
$$c_c = \frac{E \cdot A_c}{l_c}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

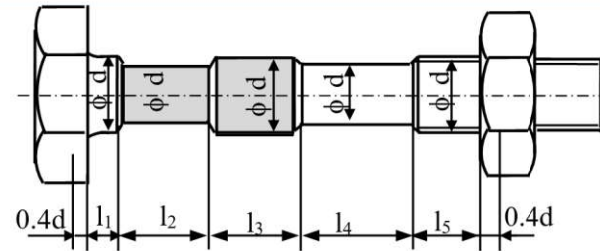
Uzar cıvatalarda cıvata rijitliği



$$\frac{1}{c_c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} + \dots$$

$$\frac{1}{c_c} = \frac{1}{E} \left(\frac{l_1}{A_1} + \frac{l_2}{A_2} + \frac{l_3}{A_3} + \dots \right)$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Cıvatanın şaft kısmından başka, cıvatanın baş kısmı ve somun içindeki kısmı da yaylanmaya, deformasyona katılır. Bu kısımların hesabında nominal çapı d olan ve uzunluğu $l_{ca} = l_s = 0,4.d$ olan birer silindir gibi davrandığı kabul edilir.

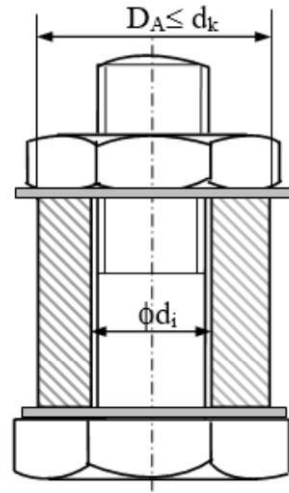
$$\frac{1}{c_c} = \frac{1}{E} \left(\frac{0,4 * d}{A} + \frac{l_1}{A_1} + \frac{l_2}{A_2} + \frac{l_3}{A_3} + \frac{0,4 * d}{A} \right)$$

Diş açılmış kısmın rijitlik hesabında, gerilim kesiti olarak adlandırılan A_s kesiti alınır. Bu kesitin hesabı aşağıda verilen bağıntı ile hesaplanır.

$$A_s = \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} \quad d_s = \frac{d_2 + d_3}{2}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Parça Rijitliklerinin Hesaplanması



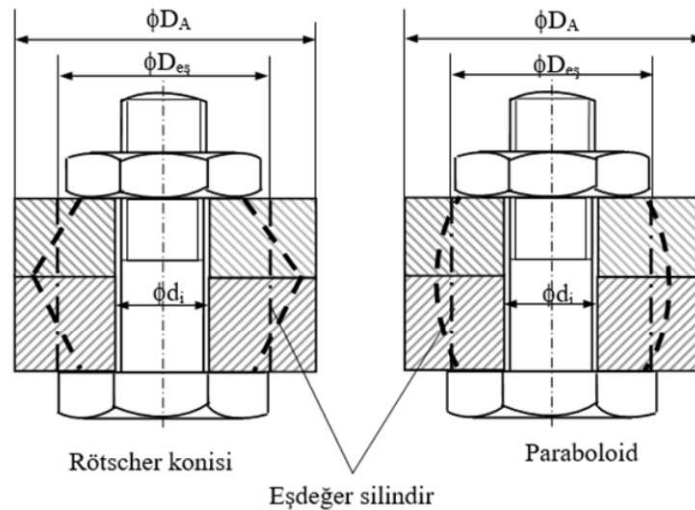
Sıkıştırılan parçaların ince cidarlı içi boş bir silindir ($D_A < d_k$) şeklinde ise rijitlik

$$c_p = \frac{A_p \cdot E}{l_p}$$

$$A_p = \frac{\pi}{4} (D_A^2 - d_i^2)$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Çoğu cıvata bağlantılarında sıkıştırılan parçalar silindirik bir kovan değildir..



en büyük çapı D_A , cıvata başının parçaya temas çapı d_k , delik çapı d_i ise;
ilk geliştirilen yaklaşımlardan birisi olan Rötscher eşitliği ($D_A > d_k + l_p$ ise)

$$A_p = \frac{\pi}{4} \left[\left(d_k + \frac{l_p}{k} \right)^2 - d_i^2 \right]$$

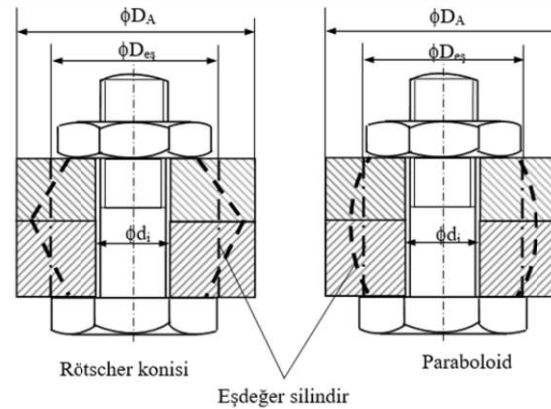
Burada

$k=10$ (çelik)

$k=8$ (dökme demir)

$k=6$ (alüminyum alaşımları).

Bu hesap için çok kullanılan başka bir yaklaşım:



$d_k < D_A < d_k + l_p$ sınırları arasında parça eşdeğer kesiti

$$A_{P_{e3}} = \frac{\pi}{4} (d_k^2 - d_i^2) + \frac{\pi}{8} d_k (D_A - d_k) \cdot [(x + 1)^2 - 1]$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{l_p \cdot d_k}{D_A^2}}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Cıvata Bağlantılarında Gerilmeler ve Cıvata Büyüklüğünün Hesabı

Cıvata sıkma sırasında $F_{\dot{o}}$ (ön gerilme) kuvveti ile çekmeye, M_S (sıkma momenti) ile burulmaya zorlanır.

$$\sigma_{\zeta} = \frac{F_{\dot{o}}}{A_c}$$

Mukavemet hesabında somun altı sürtünmesi dikkate alınmaz, dolayısıyla burulma gerilmesi

$$\tau_b = \frac{F_{\dot{o}} \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\alpha + \rho')}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}}$$

bağlantısıyla hesaplanır.

$$\sigma_{e3} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq \sigma_{em}$$

Cıvatanın statik dayanımı

$$\sigma_0 = \frac{F_0}{A_c} \leq \sigma_{em} \quad \text{Bağlantısı ile hesaplanır.}$$

Cıvatanın dinamik dayanımı ise

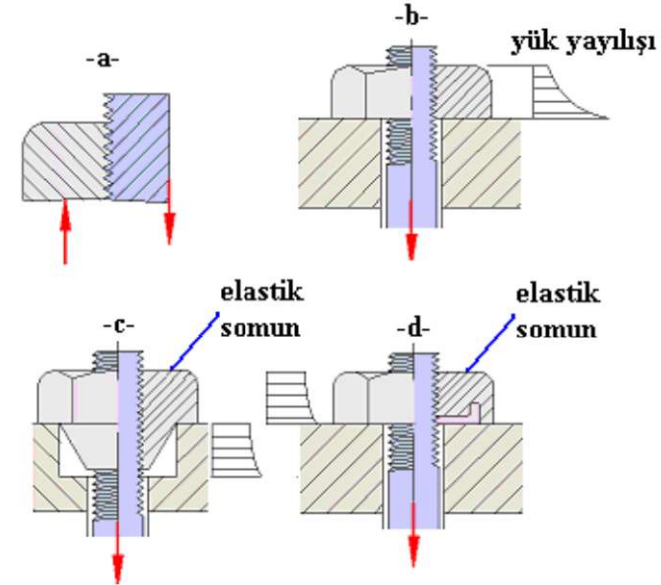
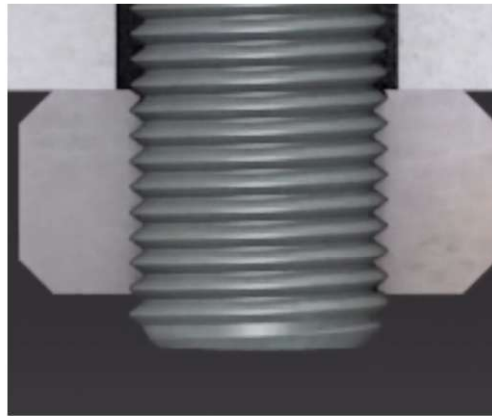
$$\sigma_g = \frac{F_g}{A_c} \leq \sigma_{g_{em}} \quad \text{Bağlantısı ile hesaplanır.}$$

Burada $\sigma_{g_{em}} = \frac{\sigma_g}{S}$ olup σ_g değerleri aşağıda verilen tablodan alınır.

Tablo... Cıvataların Sürekli Mukavemet Genlik Değerleri σ_g (N/mm²)

Cıvataya uygulanan işlem	Kalite	M4 – M8	M10 – M16	M18 – m30
Cıvata ıslah edilmiş	12 ve 10	70	60	50
	8 ve 6	60	50	40
Cıvata ıslah edilmiş ve diş yuvaları yuvarlatılmış	12 ve 10	110	100	90
	8 ve 6	100	90	80

Vida Dişlerinin Zorlanması

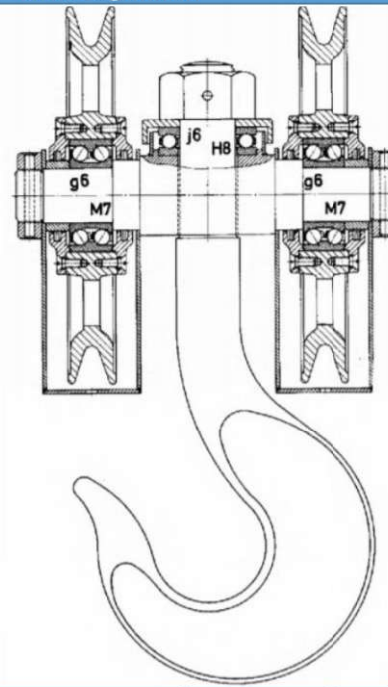
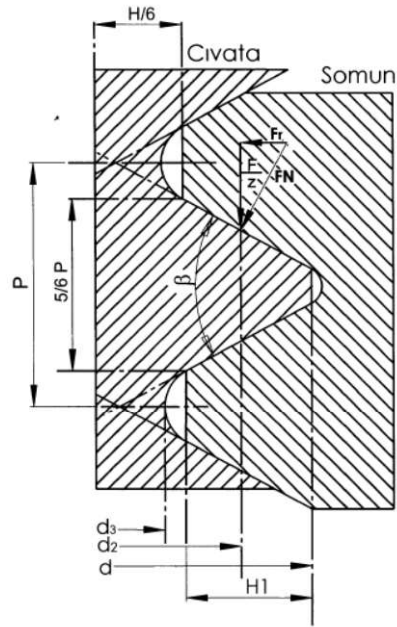


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

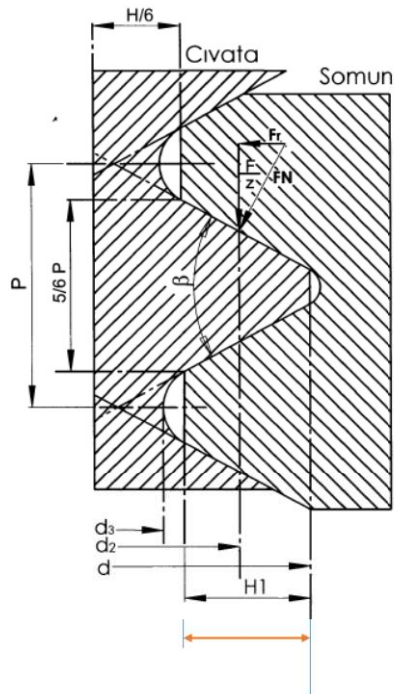
Vida Dişlerinin Zorlanması

Sıkma sırasında birbirine temas eden cıvata ve somun dişleri üzerine etki eden kuvvetlerin dağılımı eşit olmadığı halde; (ilk iki diş kuvvetin yüzde 50..70 ını taşır.) hesaplamalar kuvvetin dişlere eşit olarak dağıldığı kabul edilerek yapılır.[4]

Ön Gerilmesiz Cıvata bağlantılarının ki, az (ender) rastlanılan bağlama şeklidir; örneğin yük kancalarını tespit eden cıvatalardır. Bu bağlantıda cıvata $F_{i\dot{s}} = F$ işletme kuvveti ile çekmeye zorlanır. Bu Çekme kuvveti etkisinde vida dişleri bası, eğilme, kesme ve yüzey basıncına zorlanır. Üçgen diş profiline sahip bir vida somun çifti için bu zorlanma şekline ait resim şekil 3 de verilmiştir.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Somunun boyutlandırılması

Somun dişleri ezilmeye zorlanır. $P = \frac{F}{A}$

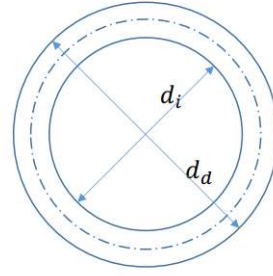
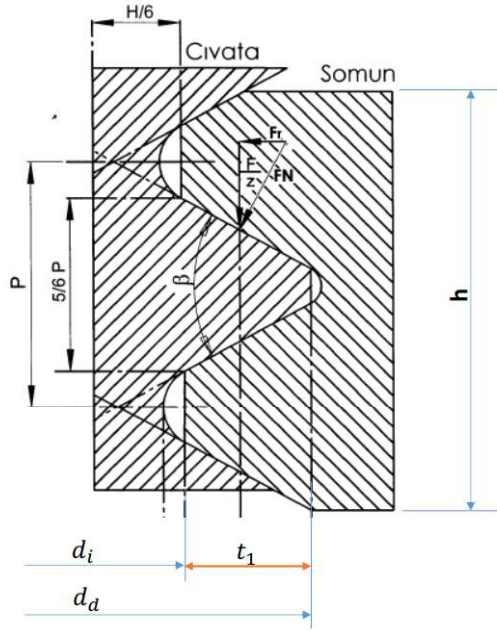
Bütün yükü tek diş taşır ise; $P = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot (d_d^2 - d_i^2)} \leq P_{em}$

Yükü Z adet diş taşır ise; $P = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot (d_d^2 - d_i^2) \cdot Z} \leq P_{em}$

Somundaki diş sayısı; $Z = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot (d_d^2 - d_i^2) \cdot P_{em}}$

Somun yüksekliği ; $h = p \cdot z$

Standart olarak $h = 0,8 d$ alınır.



Dışlerdeki ezilme için; yüzey basıncı

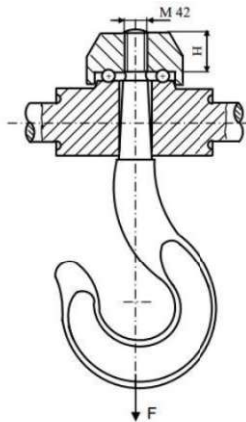
$$P = \frac{F}{z \cdot A} = \frac{T}{z \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t_1} \leq P_{em}$$

$$z = \frac{F}{P_{em} \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t_1}$$

$$h = p \cdot z$$

Problem 4.3.14 Şekildeki kanca M 42'lik bir cıvata ile bağlanmıştır. Taşınacak yük statik olup $F=10000$ daN ve emniyet gerilmesi için $S=2$ alınabilmektedir. Cıvata malzemesi 6.8 grubundan seçildiğine göre

- Kanca cıvatasında nominal çekme gerilmesini bulunuz
- Cıvata emniyet kontrolü yapınız
- Dışlerde ezilmeyi önleyecek şekilde somun yüksekliğini hesaplayınız (Yüzey ezilmesi için $P_{em}=2200$ N/cm² alınabilir)



Şekil-P 4.3.14

Çözüm:

- F etkisinde cıvata çekme gerilmesi oluşur.

M 42 için $h=4.5$ mm, $d_1=36.154$ mm, $d_2=39.077$ mm, $t_1=2.923$ mm

$$\sigma_{\varphi} = \frac{F}{\pi d_1^2 / 4} = \frac{10000}{\pi (36.154)^2 / 4}$$

$$\sigma_{\varphi} = 9.74 \text{ daN/mm}^2$$

- 6.8 kalite için $\sigma_{Ak}=6 \times 8=48$ daN/mm²

$$S = \frac{\sigma_{Ak}}{\sigma_{\varphi}} = \frac{48}{9.74} = 4.92 > 2$$

olduğundan cıvata emniyetlidir.

- Yüzey ezilmesi için

$$P = \frac{F}{z \cdot A} = \frac{F}{z \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t_1} \leq P_{em}$$

$$z = \frac{F}{P_{em} \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t_1} = \frac{10000}{2200 \times \pi \times 39.077 \times 2.923}$$

$$z = 12.79 \approx 13 \text{ diş}$$

Somun yüksekliği $H = z \cdot h = 13 \times 4.5 = 58.5$ mm

$H \approx 60$ mm alınabilir.



Diğer dış şekillerine göre daha basit geometriye sahip olması ve kullanımının yaygın olması; üçgen dış profilleri için gerekli gerilme hesaplar aşağıda verilen yöntemle yapılabilmektedir.

Bası gerilmeleri:

$$\sigma_b = \frac{F_r}{A} = \frac{F_o \tan \beta / 2}{z \pi d_3 5/6 P}$$

z.P = m (vidalama derinliği) kullanılarak

$$\sigma_b = \frac{F_o \tan \beta / 2}{\pi d_3 5/6 m}$$



Eğilme gerilmeleri

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W}, \quad M_e = F_o / z \frac{H_1}{2} \quad \text{veya} \quad M_e = F_o / z \frac{d_2 - d_3}{2}$$

$$H_1 = \frac{d - d_3}{2}, \quad H_1 = 0,54127 P \quad \text{ve} \quad W_e = \frac{\pi d_3 (5/6 P)^2}{6} \text{ değerleriyle}$$

$$\sigma_e = \frac{2,34 F_o}{\pi d_3 m}$$

Kesme Gerilmeleri

Dişlerin eşit bir şekilde zorlandığı kabul edilirse kesme gerilmesi;

$$\tau = \frac{F_o / z}{\pi d_3 5/6 P} = \frac{F_o}{\pi d_3 5/6 m}$$

Yüzey Basıncı:

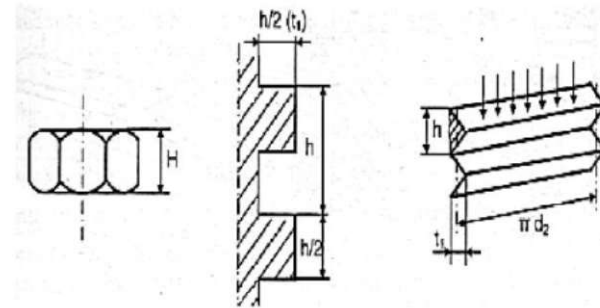
$$P = \frac{F_N}{A_p}$$

$$A_p: \text{basıya zorlanan kesit} \quad A_p = \pi d_2 \frac{H_1}{\cos \beta / 2}$$

$$F_N: \text{Normal kuvvet} \quad F_N = \frac{F_o z}{\cos \beta / 2} \quad \text{değerleri}$$

kullanılarak

$$P = \frac{F_o / z}{\pi d_2 H_1} \leq P_{em}$$



Yüzey basıncı hariç diğer zorlamalar dikkate alındığında (ki bu durumda çok eksenli zorlama söz konusudur) şekil değiştirme enerjisi hipotezine göre eşdeğer gerilme;

$$\sigma_{es} = \sqrt{(\sigma_e + \sigma_b)^2 + 3\tau^2}$$

ifadesinde;

Eşitlik 1,2 ve 3 deki bağıntılar kullanılarak ($\beta = 60^\circ$ için)

$$\sigma_{es} = \frac{F_o}{\pi d_3 m} \sqrt{\left(2.34 + \frac{\tan \beta / 2}{5/6}\right)^2 + 3\left(\frac{6}{5}\right)} = \frac{3.67 F_o}{\pi m d_3}$$

Sıkma sırasında cıvatanın en küçük kesitinde (burada diş dibi kesiti olarak alınacaktır) meydana gelen (aşırı zorlamada kopya neden olan) çekme gerilmesi ile, dişlerin sıyrılmasına eden olan eşdeğer gerilmenin eşitlenmesiyle, aynı malzemedan imal edilmiş cıvata ve somun bağlantısında vidalama derinliği (diğer bir ifadeyle somun yüksekliği) aşağıdaki şekilde hesaplanır. .

$$\sigma_c = \frac{4 F_{\bar{\sigma}}}{\pi d_3^2} = \frac{3.67 F_{\bar{\sigma}}}{\pi m d_3}$$

$m = 0,9175 d_3$ olur. $d_3 = d - 1.22687 P$ değeri ile $d_3 = 0.825 d$ alınırsa;

$$m \cong 0.8d$$

olur.

Pratikte somun yüksekliği için yaklaşık aşağıdaki değerler alınır [3].

Çelik cıvata ve çelik, çelik döküm ve bronz somun için $m = (0.8-1) d$

Çelik cıvata ve temper, geri döküm somun için $m = 1,3 d$

Çelik cıvata ve hafif metal somun için $m = 2 d$

