



TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

Mekanik Yapı Elemanları

- Bağlama Elemanları: Cıvatalar

Doç. Dr. Garip GENÇ

Kaynaklar :

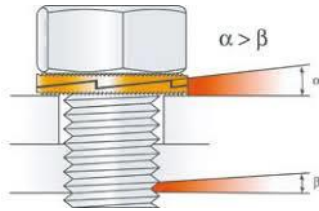
1. Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke, Mechanical Engineering Design
2. R. C. Hibbeler, Mechanics of Materials
3. Prof. Dr. Nihat Akkuş, Ders Notları
4. Yrd. Doç. Dr. Vedat Temiz, Ders Notları
5. Doç.Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU, Ders Notları

www.garipgenc.com

Page 1

> Genel Bilgiler

- ✓ En yaygın kullanılan çözülebilen bağlama elemanıdır.
- ✓ Prensip olarak bir silindir üzerine bir profilin eşit hatveli olarak helisel şekilde sarılması ile elde edilir.
- ✓ Bağlama işleminde kama etkisinden yararlanır.
- ✓ Vidalar ayrıca dönme hareketini ilerlemeye çevirmenin en kolay yoludur. Bu amaçla kullanılan vidalara hareket vidası denir.



www.garipgenc.com

Page 2



➤ Avantajları ve dezavantajları

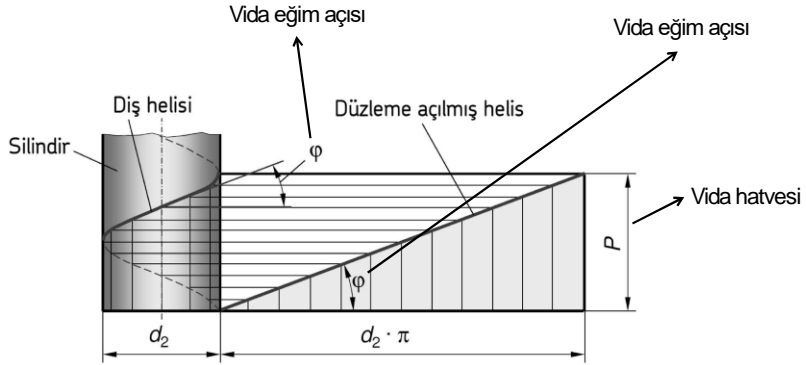
- ✓ Oldukça güvenilir çalışma
- ✓ Defalarca sökülüp, takılabilir
- ✓ Tamamen standartlaştırılmış olduğu için temini çok kolay
- ✓ İmalatı kolay ve ucuz
- ✓ Değiştirilmesi çok kolay
- ✓ Geometri dolayısı ile gerilme yığılması oluşur
- ✓ Bazı uygulamalarda hassasiyet yeterli olmaz
- ✓ Çözülme önlenebilir, ancak gevşemesi önlenemez



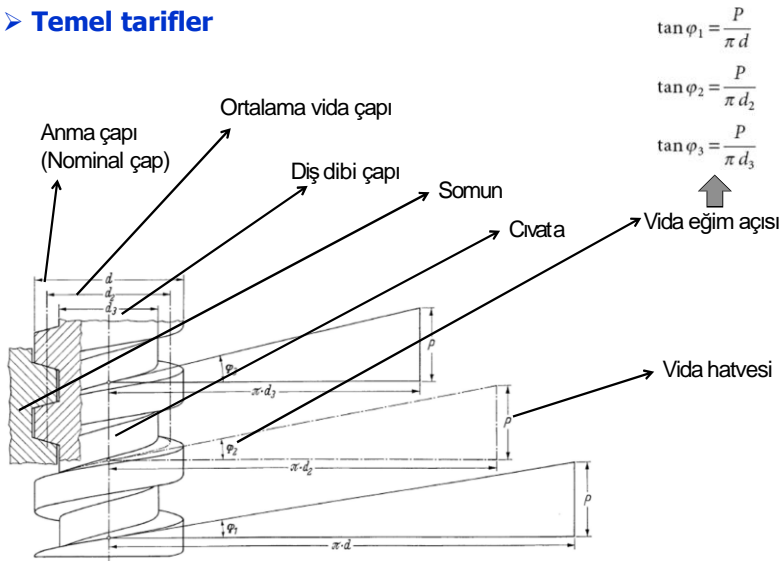
➤ Uygulamaları

- ✓ Makinaların montajında
- ✓ Dişli kutularında
- ✓ Yatakların ve makinaların temele bağlantılarında
- ✓ Boru flanşlarının, silindir kapaklarının bağlantısında
- ✓ Çelik konstrüksiyonlarda
- ✓ Ön gerilme temini gereken yerlerde (gergi civatası)
- ✓ Yağ deliklerinin kapatılması (tapalar)
- ✓ Aşınma ve boşluk ayarı gereken yerlerde (ayar civatası)
- ✓ Ölçme işlemlerinde (mikrometre vb gibi)
- ✓ Küçük çevresel kuvvet ile büyük ön gerilme istenen yerlerde (mengene, vidalı pres, kriko vb)
- ✓ Dönme hareketinin ilerlemeye çevrilmesi istenen yerlerde
- ✓

➤ Temel tarifler



➤ Temel tarifler



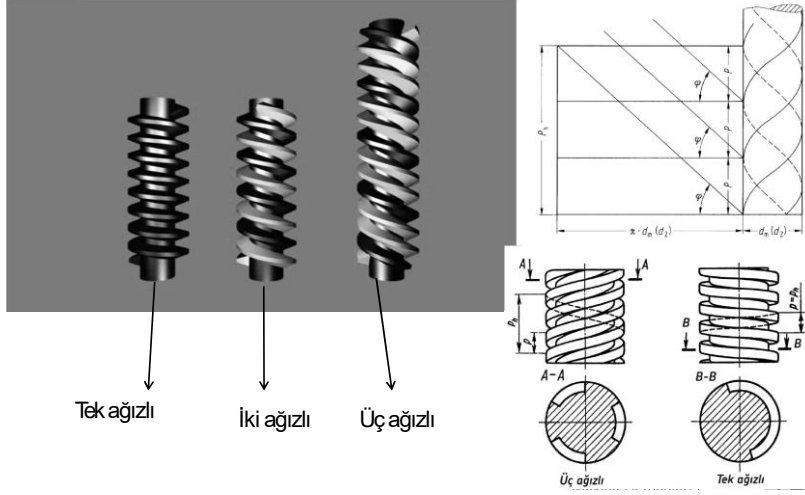
$$\tan \phi_1 = \frac{P}{\pi d}$$

$$\tan \phi_2 = \frac{P}{\pi d_2}$$

$$\tan \phi_3 = \frac{P}{\pi d_3}$$

➤ Temel tarifler

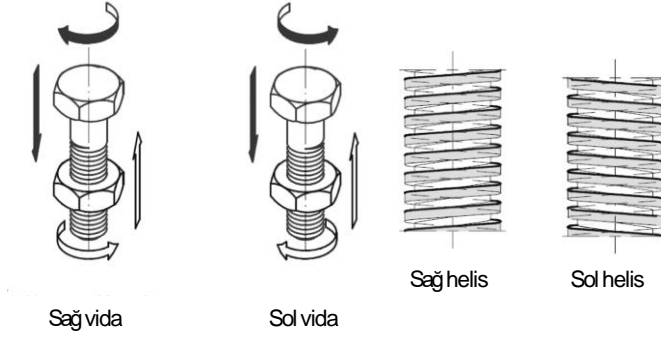
➤ Ağız sayısı kavramı



www.garipgenc.com

Page 7

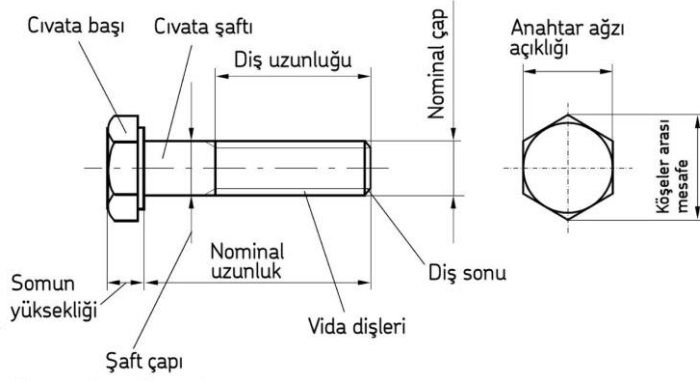
➤ Sağ vida, sol vida kavramı



www.garipgenc.com

Page 8

> Temel Cıvata Ölçüleri



www.garipgenc.com

Page 9

> Cıvata türleri

	Silindirik Baş		Bombe Baş
	Havşa Baş		Mercimek Baş
	Düz Silindirik Baş		Mantar Baş
	Altı köşe Baş		Altı köşe Flanşlı Baş
	Soket Baş		Bombe Baş
	Kare Baş		Para Baş
	Harici Torx Baş		



www.garipgenc.com

Page 10

➤ Somun türleri

	Silindir Baş		Bombe Baş
	Havşa Baş		Mercimek Baş
	Düz Silindir Baş		Mantar Baş
	Altı köşe Baş		Altı köşe Flanşlı Baş
	Soket Baş		Bombe Baş
	Kare Baş		Para Baş
	Harici Torx Baş		



www.garipgenc.com

Page 11

➤ Rondela Çeşitleri

<p>TS 79/16 Konuk dört köşe rondela (1 Profilör için)</p>	<p>TS 79/20 Bir kulaklı rondela (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/21 İki kulaklı rondela (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/23 İçten gagalı rondela (Yuvrak somunlar için)</p>
<p>TS 79/24 Dıştan gagalı rondela (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/26 Yanardan gagalı rondela (Havşa başlı civatalar için)</p>	<p>TS 79/28 Yaylı rondela (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/31 Dalgalı rondela (Altı köşe somunlar için)</p>
<p>TS 79/35 Halka rondela (Kanallı somunlar için)</p>	<p>TS 79/37 Tırmıklı rondela (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/38 Kanallı rondela (Altı köşe somunlar için)</p>	<p>TS 79/43 Köprü rondela (Dört köşe somunlar için)</p>

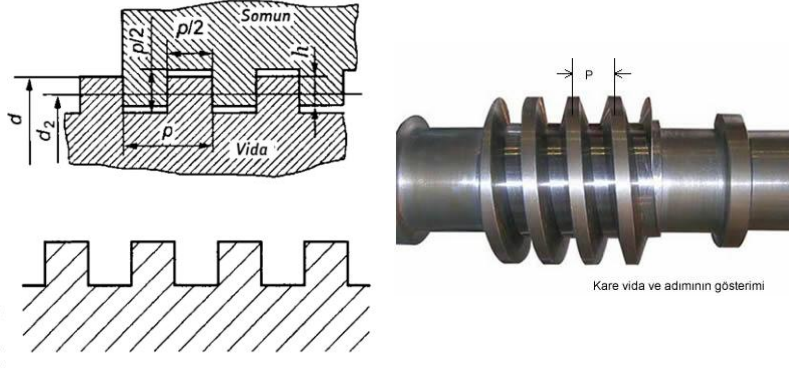


www.garipgenc.com

Page 12

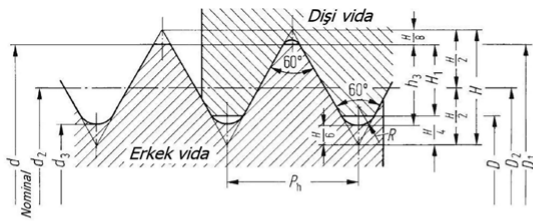
➤ Vida profilleri

➤ Kare profil



Standart değildir. Arzu edilen hatvede kolayca işlenebilir.

➤ Metrik üçgen profil



$$H = 0,86603 P_n$$

$$H_1 = 0,54127 P_n = \frac{5}{8} H$$

$$h_3 = 0,61343 P_n = \frac{17}{24} H$$

$$R = 0,14434 P_n = \frac{H}{6}$$

$$D = d = \text{Nominal} - \emptyset$$

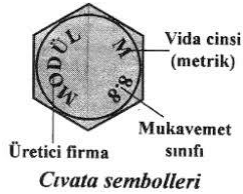
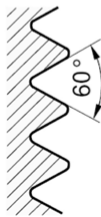
$$D_2 = d_2 = d - 0,64953 P_n$$

$$D_1 = d - 2 H_1$$

$$d_3 = d - 1,22687 P_n$$

$$A_3 = \frac{\pi}{4} d_3^2$$

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

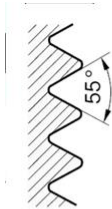


➤ Metrik üçgen profil

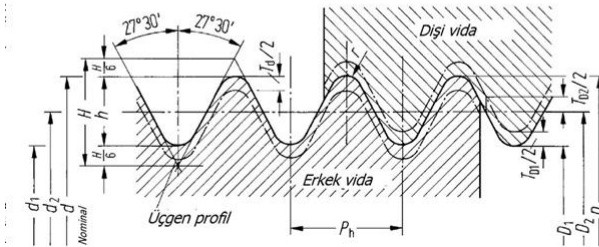
Metrik ISO profiller (DIN 13 e göre)

Anma çapı	Hatve (adım)	Dışdibi çapı		Ortalama vida çapı $d_2 = D_2$	Gerilme kesit alanı A_S [mm ²]	Dış yükseklği H_1
		d_3	D_1			
3	0,5	2,387	2,459	2,675	5,03	0,271
4	0,7	3,141	3,242	3,545	8,78	0,379
5	0,8	4,019	4,134	4,480	14,2	0,433
6	1	4,773	4,917	5,350	20,1	0,541
8	1,25	6,466	6,647	7,188	36,6	0,677
10	1,5	8,160	8,376	9,026	58,0	0,812
12	1,75	9,853	10,106	10,863	84,3	0,947
14	2	11,546	11,835	12,701	115	1,083
16	2	13,546	13,835	14,701	157	1,083
20	2,5	16,933	17,294	18,376	245	1,353
24	3	20,319	20,752	22,051	353	1,624
30	3,5	25,706	26,211	27,727	561	1,894
36	4	31,093	31,670	33,402	817	2,165
42	4,5	36,479	37,129	39,077	1121	2,436
48	5	41,866	42,587	44,752	1473	2,706

➤ Whitworth üçgen profil



WHITWORTH VİDA
(3/16X10) Bombe Baş



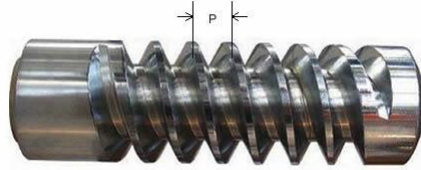
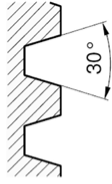
$$P_h = \frac{25,4}{z}$$

$$H = 0,960491 P_h$$

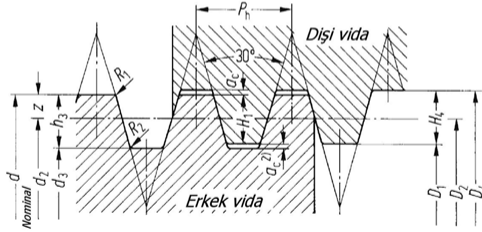
$$h = 0,640327 P_h$$

$$r = 0,137329 P_h$$

➤ Trapez profil

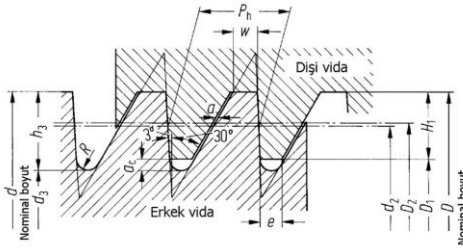


Trapez vida ve adiminin gösterimi



$$\begin{aligned}
 D_1 &= d - 2 H_1 = d - P_h \\
 H_1 &= 0,5 P_h \\
 H_4 &= H_1 + a_c = 0,5 P_h + a_c \\
 h_3 &= H_1 + a_c = 0,5 P_h + a_c \\
 z &= 0,25 P_h = \frac{H_1}{2} \\
 D_4 &= d + 2 a_c \\
 d_3 &= d - 2 h_3 \\
 d_2 &= D_2 = d - 2 z = d - 0,5 P_h \\
 a_c &= \text{Boşluk} \\
 R_1 &= \text{max. } 0,5 a_c \\
 R_2 &= \text{max. } a_c
 \end{aligned}$$

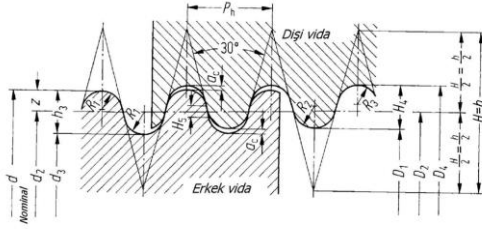
➤ Testere dişi profili



$$\begin{aligned}
 H_1 &= 0,75 P_h \\
 h_3 &= H_1 + a_c = 0,86777 P_h \\
 a &= 0,1 \cdot \sqrt{P_h} \text{ (Eksenel boşluk)} \\
 a_c &= 0,11777 P_h \\
 w &= 0,26384 P_h \\
 e &= 0,26384 P_h - 0,1 \cdot \sqrt{P_h} = w - a \\
 R &= 0,12427 P_h \\
 D_1 &= d - 2 H_1 = d - 1,5 P_h \\
 d_3 &= d - 2 h_3 \\
 d_2 &= d - 0,75 P_h \\
 D_2 &= d - 0,75 P_h + 3,1758 \cdot a
 \end{aligned}$$



➤ Yuvarlak profil



$$H_4 = h_3 = 0,5 \cdot P_h$$

$$z = 0,25 P_h = \frac{h_3}{2}$$

$$D_4 = d + 2 a_c = d + 0,1 P_h$$

$$D_1 = D_4 - 2 H_4 = D_4 - P_h = d - 0,9 P_h$$

$$d_3 = d - 2 h_3 = d - P_h$$

$$d_2 = D_2 = d - 2 z = d - 0,5 P_h$$

$$a_c = \text{Boşluk} = 0,05 P_h$$

$$R_1 = 0,23851 P_h$$

$$R_2 = 0,25597 P_h$$

$$R_3 = 0,22105 P_h$$



www.garipgenc.com

Page 19

➤ Cıvata malzemeleri ve Cıvata kalitesi

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

İlk rakam cıvata malzemesinin N/mm² cinsinden kopma mukavemetinin 1/100'ü

İki rakamın çarpımı ise cıvata malzemesinin N/mm² cinsinden akma dayanımının 1/10 u dir.

Örnek: 8.8 kalite
 $\sigma_k = 8.100 = 800 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{Ak} = 8.8.10 = 640 \text{ N/mm}^2$

Somun mukavemet sınıfları						
4	5	6	8	10	12	14

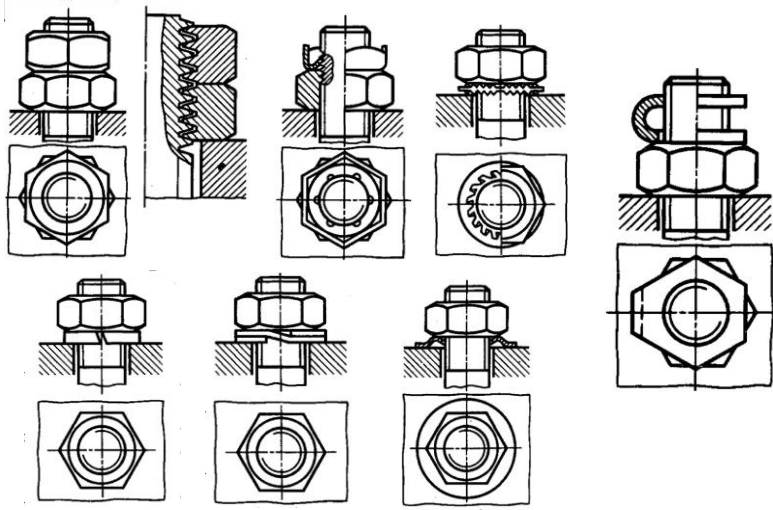
Rakam cıvata malzemesinin N/mm² cinsinden kopma mukavemetinin 1/100'ünü gösterir.



www.garipgenc.com

Page 20

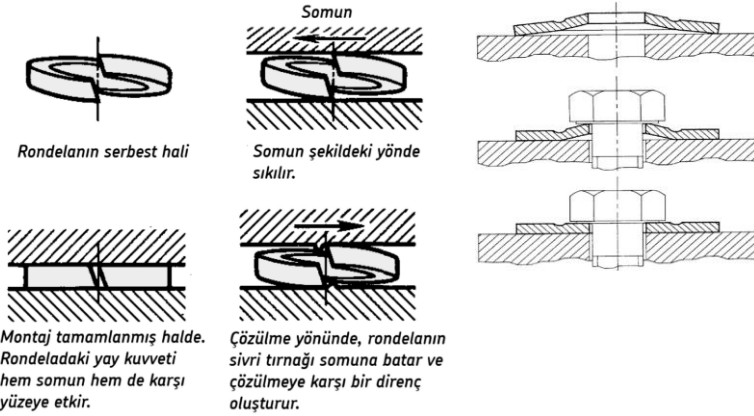
➤ Çözülme emniyetleri (Kuvvet bağı)



www.garipgenc.com

Page 21

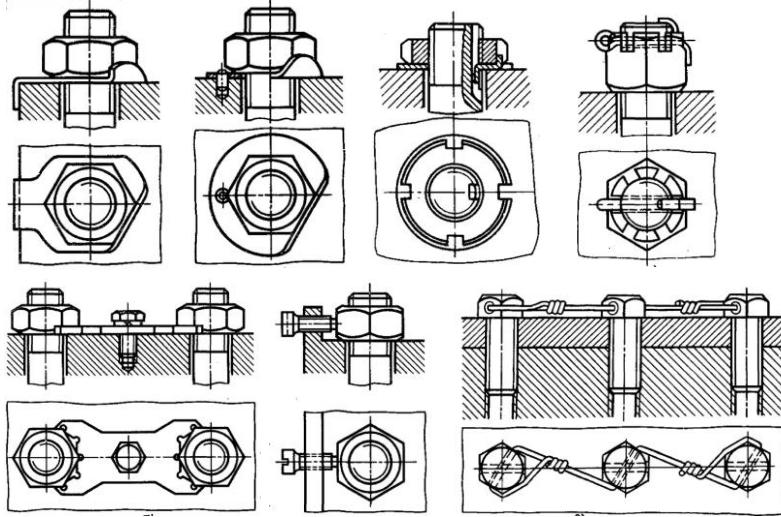
➤ Bir yaylı rondelanın uygulanması



www.garipgenc.com

Page 22

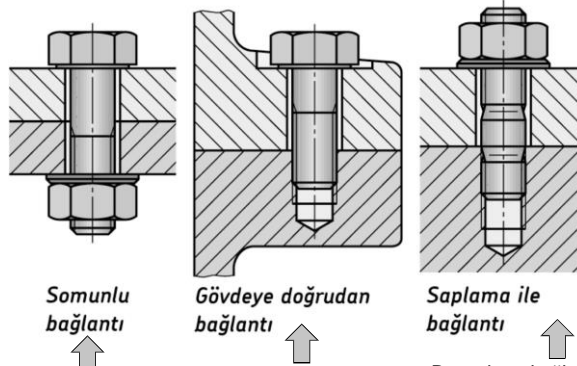
➤ Çözülme emniyetleri (Şekil bağı)



www.garipgenc.com

Page 23

➤ Teknik Resimler



Somunlu bağlantı
Burada, bağlanan parçalara diş açılmasına gerek yoktur. Yaygın kullanılan bir bağlantı türüdür.

Gövdeye doğrudan bağlantı
Bu bağlantıda, alttaki parçaya diş açılır. Üsttekinde ise delik vardır. Arka tarafına erişim olmayan durumlarda kullanılır.

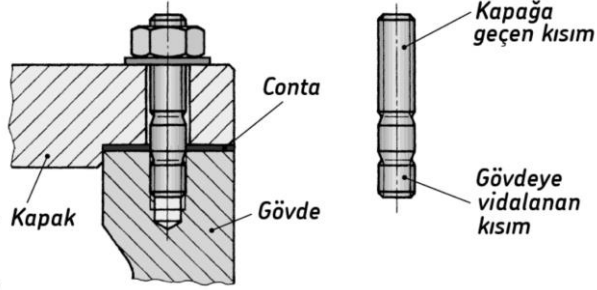
Saplama ile bağlantı
Bu saplama bağlantısında sadece somun sökülür. Alt gövdedeki vida dişleri korunmuş olur.

www.garipgenc.com

Page 24

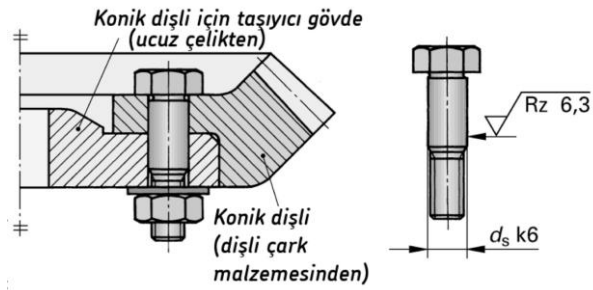
➤ **Konstrüksiyon örnekleri**

➤ **Saplamalı kapak bağlantısı**



➤ **Konstrüksiyon örnekleri**

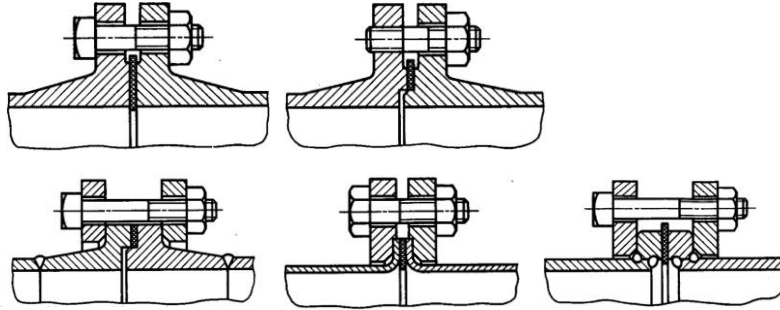
➤ **Uygun cıvatalı bağlantı**





➤ **Konstrüksiyon örnekleri**

➤ **Boru flanş bağlantıları**



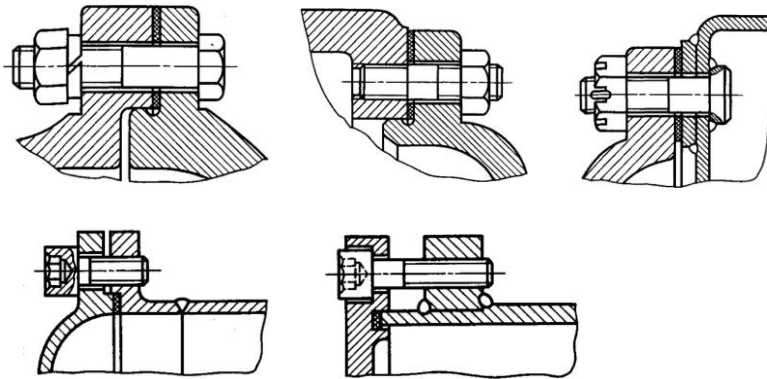
www.garipgenc.com

Page 27



➤ **Konstrüksiyon örnekleri**

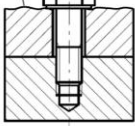
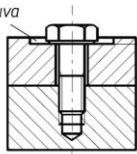
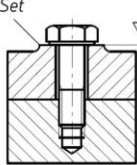
➤ **Kapak bağlantıları**



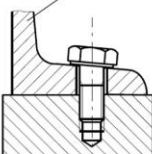
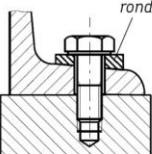
www.garipgenc.com

Page 28

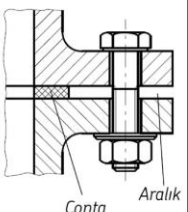
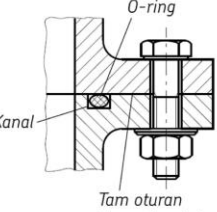
► Konstrüktif öneriler

Uygun değil	Uygun	Açıklamalar
<p>Dökümden çıkmış yüzey. Yüzey düzgün değil.</p>  <p>Civata başının dayanma yüzeyi, civata eksenine gereken hassasiyet ve doğrulukta dik değil.</p>	<p>Yuva</p>  <p>Set</p> 	<p>Civata kafası ve somunun, civata eksenine dik olarak oturması gerekir. Aksi halde, civata şaftında istenmeyen eğilme gerilmeleri oluşur.</p> <p>Bunu önlemek için, dökümden önce gerekli setler veya yuvalar oluşturulmalı ve döküm sonrası civata oturma yüzeyleri mutlaka işlenmelidir.</p>

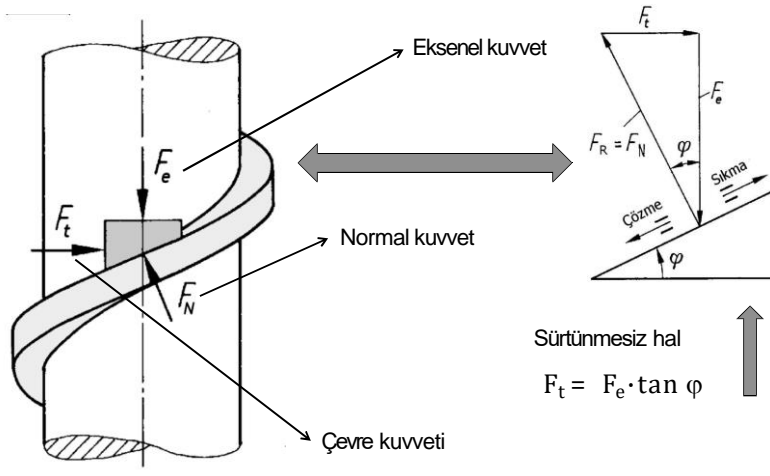
► Konstrüktif öneriler

Uygun değil	Uygun	Açıklamalar
<p>Profil</p>  <p>Eğik oturan civata kafası nedeni ile civata şaftında istenmeyen eğilme gerilmeleri oluşur.</p>	<p>Eğimli kare rondela</p> 	<p>Civata kafasının, profile göre eğimini sıfırlamak için, bu uygulamalara özel tasarlanmış kare rondelalar kullanın.</p> <p>Eğer, eğik montaj kaçınılmaz ise daha elastik civatalar kullanılması gerekir (küçük şaft çapı, uzun civata boyu).</p>

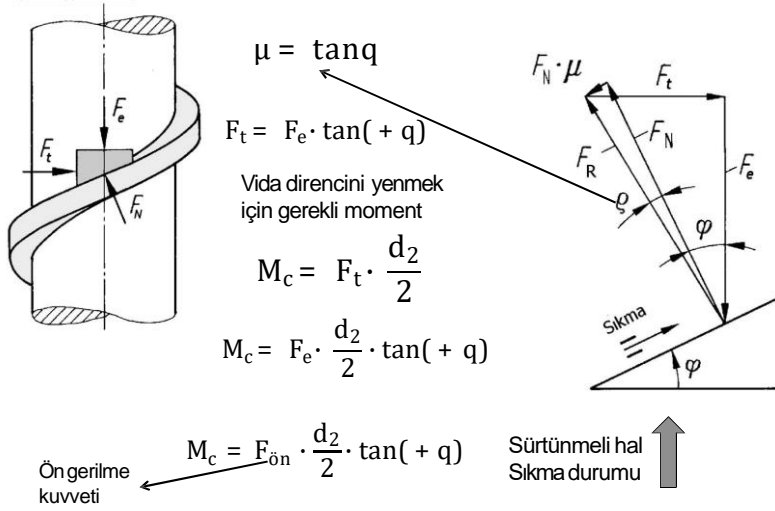
> Konstrüktif öneriler

Uygun değil	Uygun	Açıklamalar
 <p>Conta Aralık</p>	 <p>O-ring Kanal Tam oturan flanş yüzeyleri</p>	<p>Flanş yüzeyleri arasında bir aralık bırakmaktan (soldaki resim) kaçının. Bunun yerine iki flanş yüzeyinin tam oturmasını sağlayın. Bu şekilde cıvata ve flanşın deformasyonları önlenmiş olur.</p> <p>Bu durumda ön gerilme kuvveti conta tarafından değil, flanş yüzeyleri tarafından karşılanır. Conta kanalının boyutları, kullanılacak contanın (O-ring vb.) imalatçısının verdiği veriler esas alınarak belirlenir.</p>

> Sıkma ve çözme momenti



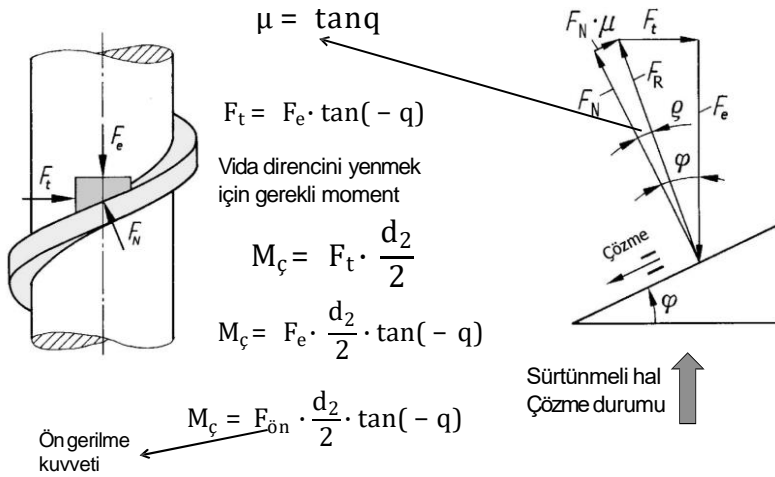
➤ Sıkma ve çözme momenti



www.garipgenc.com

Page 33

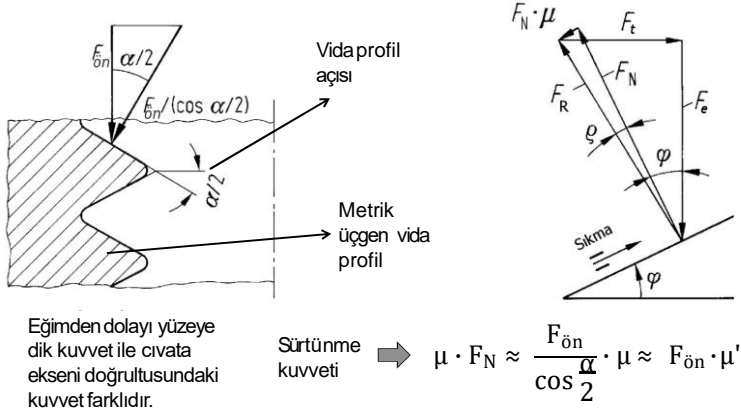
➤ Sıkma ve çözme momenti



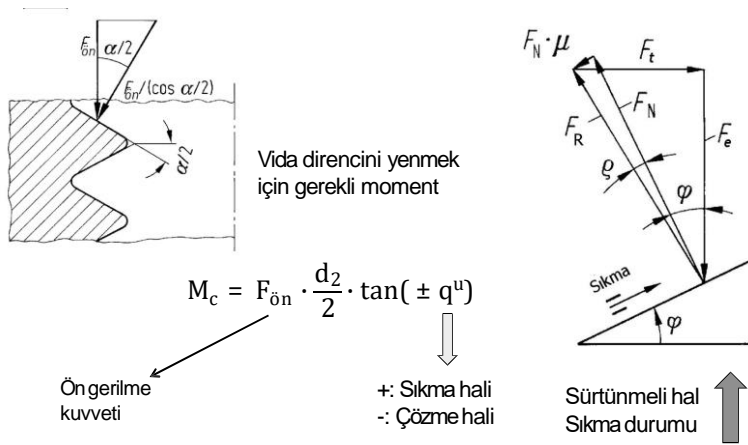
www.garipgenc.com

Page 34

➤ **Sıkma ve çözme momenti**
 ➤ **Profil eğiminin etkisi**



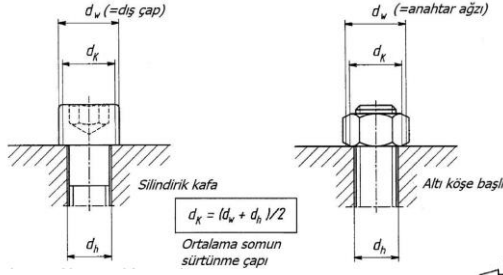
➤ **Sıkma ve çözme momenti**
 ➤ **Vida eğimi dikkate alınmış haller**



➤ Sıkma ve Çözme momenti

➤ Somun altı sürtünmesi

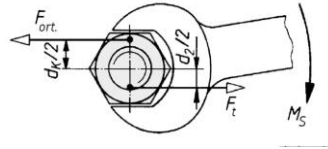
- Cıvatanın sıkılması sırasındaki direnç momenti sadece vida dişleri arasındaki sürtünmeden kaynaklanmaz. Cıvata başı veya somunun alt yüzeyindeki sürtünme direncinin de yenilmesi gerekir.



Somun altı sürtünmesini yenmek için gerekli moment

$$M_{S.A} = F_{\text{ön}} \cdot \mu_k \cdot \frac{d_k}{2}$$

Yaklaşık olarak $D_k \approx 1,4 \cdot d$



➤ Sıkma ve Çözme momenti (Son bağıntı)

$$M_{S,\zeta} = F_{\text{ön}} \cdot \left(\frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varphi \pm \rho') \pm \mu_k \cdot \frac{d_k}{2} \right)$$

Ön gerilme kuvveti

Ortalama vida çapı

$\tan \varphi = \frac{P}{\pi \cdot d_2}$

Vida hatvesi

$\tan \rho' = \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

Sürtünme katsayısı

Ortalama somun sürtünme çapı

➤ Otoblokajlı vida kavramı

Bazı hallerde vidayı çözmek için gerekli moment

$$M_{\zeta} = F_{\text{öñ}} \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varphi - \rho) < 0$$

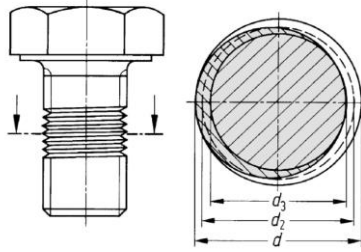
Bu durumda söz konusu vida otoblokajlıdır.
Aksi durumda ise vida otoblokajsızdır.

Otoblokaj (Kendi kendine sökülme) şartı

$$\varphi \leq \rho$$

➤ Cıvataların statik hesabı

➤ Gerilme kesit alanı

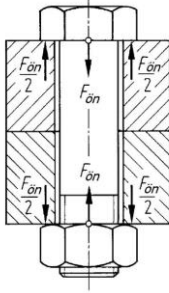


Cıvatanın gerilmeye maruz alanı, dış dibinden bir miktar daha büyüktür.

$$A_s = \frac{\pi}{4} d_s^2 = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

➤ Cıvataların statik hesabı

➤ Çekme ve burulma gerilmesi



$$\sigma_{\zeta} = \frac{F_{\text{ön}}}{A_s}$$

$$\tau_b = \frac{M_S}{I_p} \cdot r_{\text{maks}} = \frac{F_{\text{ön}} \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varphi + \rho')}{\frac{\pi \cdot d_s^4}{32}} \cdot \frac{d_s}{2}$$

Eşdeğer gerilme
(Maksimum Biçim Değişirme Enerjisi Hipotezi)

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\zeta}^2 + 3 \cdot \tau_b^2}$$

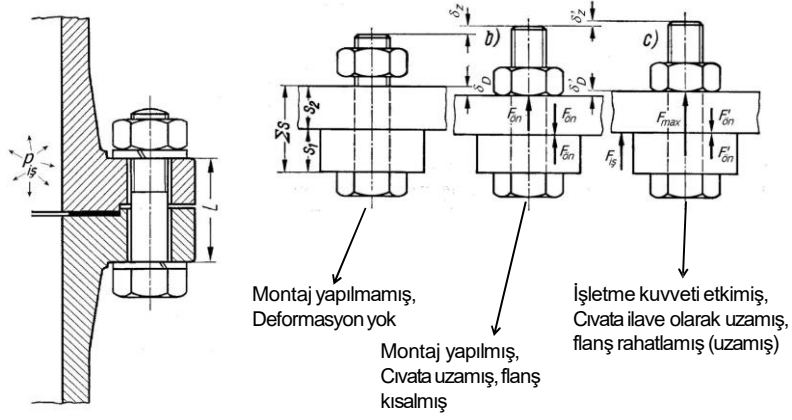
➤ Ön gerilmeli bağlantılar

➤ Cıvataların dinamik hesabı

- ✓ Belirli bir ön gerilme ile yüklenmiş cıvatalara genelde işletmede sıfır ile maksimum arasında değişen işletme kuvveti de etkir.
- ✓ Bağlantı ön gerilmeye ilave olarak titreşimli zorlanmaya da maruz kalır.
- ✓ Bu tür sistemlerin hesabının dinamik zorlanma esasları çerçevesinde yapılması gerekir.
- ✓ Örnek; içten yanmalı motorlar, kompresörler, basınçlı kaplar, boru hatları vb...

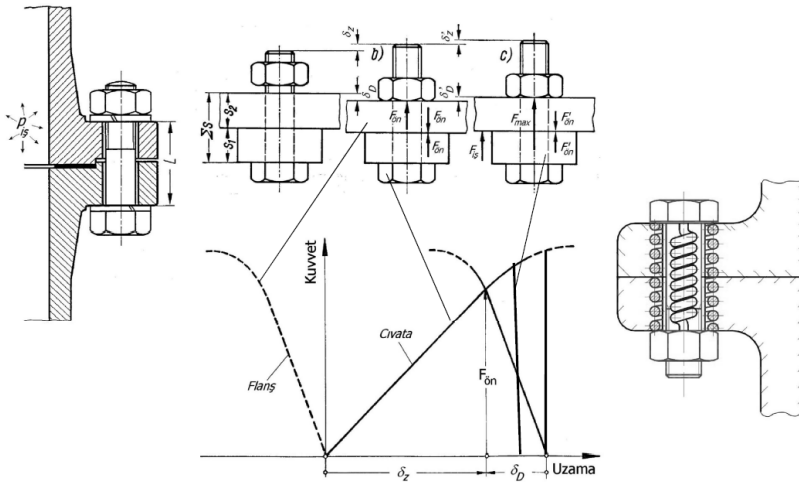
➤ Ön gerilmeli bağlantılar

➤ Cıvataların dinamik hesabı



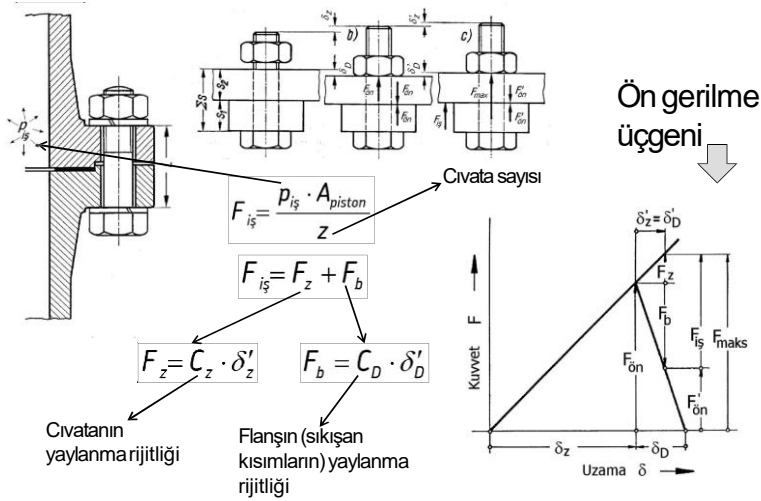
➤ Ön gerilmeli bağlantılar

➤ Cıvataların dinamik hesabı



➤ Ön gerilmeli bağlantılar

➤ Cıvataların dinamik hesabı

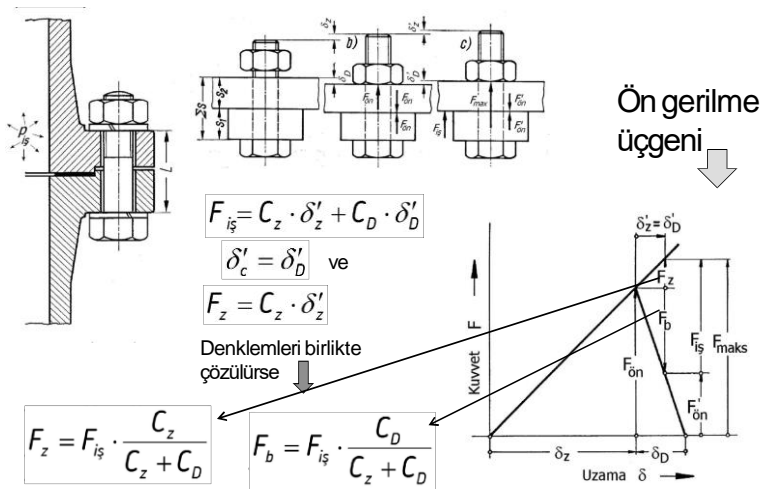


www.garipgenc.com

Page 45

➤ Ön gerilmeli bağlantılar

➤ Cıvataların dinamik hesabı

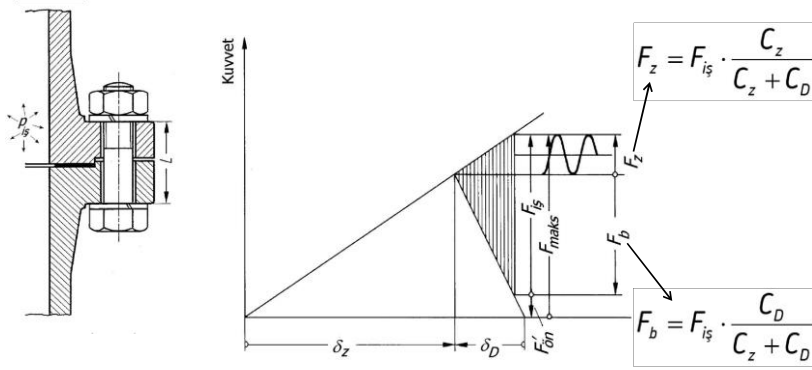


www.garipgenc.com

Page 46

➤ Ön gerilmeli bağlantılar

➤ Cıvataların dinamik hesabı: Kuvvetlerin değişimi



➤ Öngerilmeli bağlantılar

➤ Cıvataların yaylanma rijitliği

$$F_z = F_{is} \cdot \frac{C_z}{C_z + C_D}$$

$$F_b = F_{is} \cdot \frac{C_D}{C_z + C_D}$$

Yukarıdaki denklemlerden F_z ve F_b 'yi hesaplayabilmek için yaylanma rijitliklerinin bilinmesi gerekir.

Tek eksenli çekmeye maruz bir çubuğun yaylanma rijitliği

$$C_z = \frac{E_c \cdot A_c}{l_c}$$

➤ Flanşın yaylanma rijitliği

Temel olarak aynı denklem söz konusudur.

$$C_D = \frac{E_D \cdot A_D}{l_D}$$

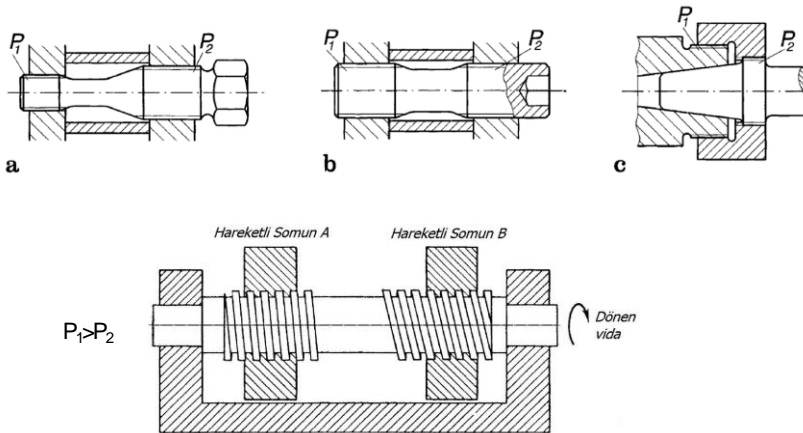
➤ Hareket Vidaları

- ✓ Dönme hareketini ilerlemeye çevirmek, ayrıca küçük bir teğetsel kuvvetle büyük ön gerilme kuvvetleri elde etmek için vidalar yaygın olarak kullanılır.
- ✓ Bu tip uygulamalarda vida verimi önem kazanır.
- ✓ Tipik uygulamalar: Krikolar, mengenerler, vidalı presler, takım tezgahları, valfler
- ✓ Hesap tarzları benzerdir. Rutin hesaplara ilave olarak vida dişleri arasındaki ezilme ve tehlike varsa burkulma kontrolleri yapmak gerekir.
- ✓ Burada çeşitli gereksinimlerle diferansiyel veya entegral vidalar da kullanılabilir.

➤ Hareket Vidaları

➤ Diferansiyel vidalar

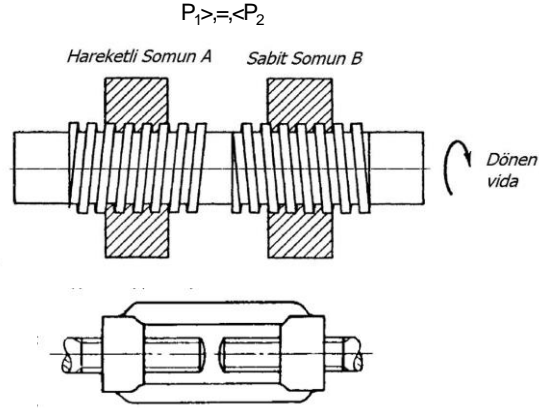
İlerlemeyi azaltmak için kullanılır. Vidalar aynı yönlü, fakat farklı hatvelidir.



➤ Hareket Vidaları

➤ Entegral vidalar

İlerlemeyi arttırmak için kullanılır. Vidalar farklı yönlüdür, hatveler aynı veya farklı olabilir.

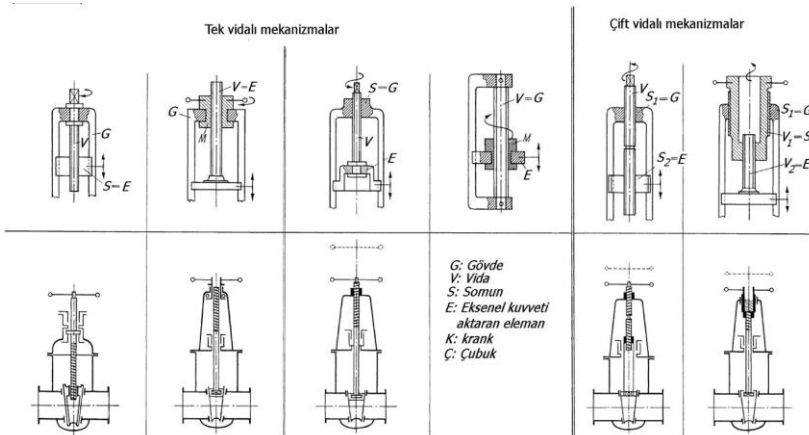


www.garipgenc.com

Page 51

➤ Hareket Vidaları

➤ Örnekler

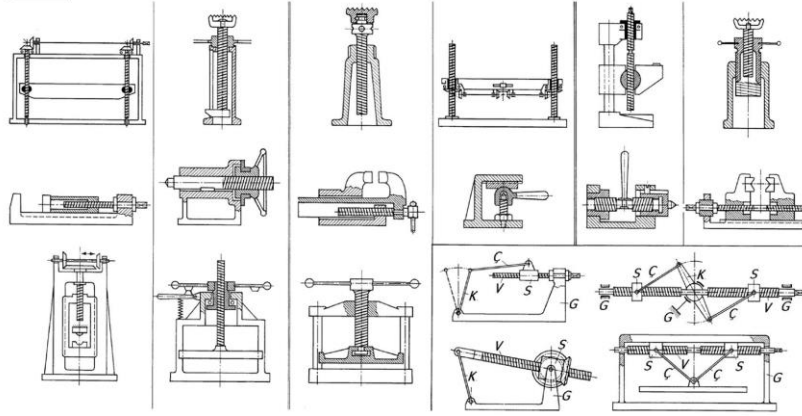


www.garipgenc.com

Page 52

➤ Hareket Vidaları

➤ Örnekler

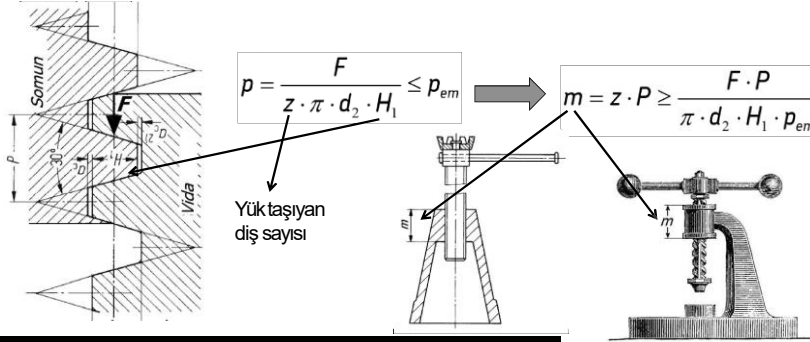


www.garipgenc.com

Page 53

➤ Hareket vidaları

➤ Dişlerin ezilmesi ve somun yüksekliği

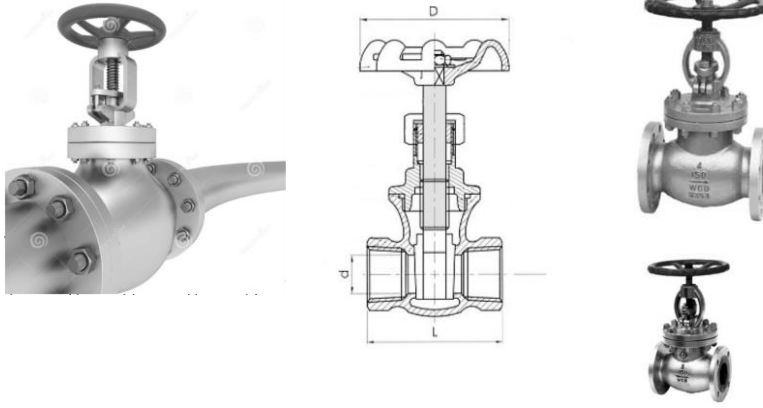


Vida malzemesi	Somun malzemesi	P_{em} [N/mm ²]
Çelik	Çelik	8
	Dökme demir	2...5...7
	Bronz	7...10
	Plastik	2 (max.30 m/dak. hız) 5 (max.10 m/dak. hız)
Çelik (sertleştirilmiş)	Bronz	...15

Page 54

➤ Hareket vidalı konstrüksiyonlar

➤ Vanalar

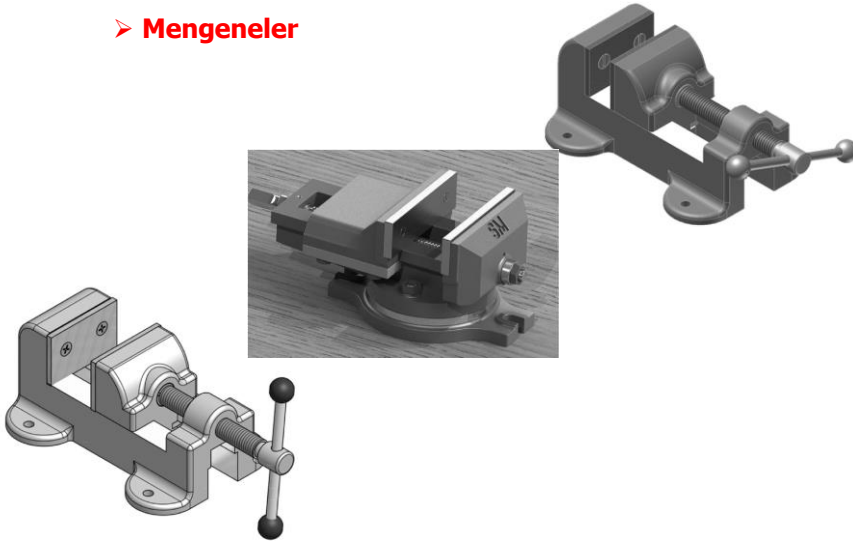


www.garipgenc.com

Page 55

➤ Hareket vidalı konstrüksiyonlar

➤ Mengener



www.garipgenc.com

Page 56



➤ Hareket vidalı konstrüksiyonlar

➤ Vidalı krikolar



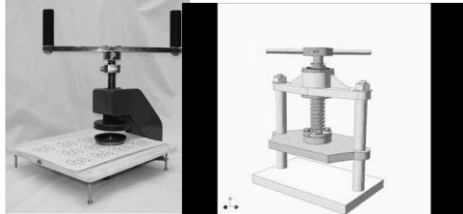
www.garipgenc.com

Page 57



➤ Hareket vidalı konstrüksiyonlar

➤ Vidalı presler



www.garipgenc.com

Page 58