

Kullanıcı dostu
mil-göbek bağlantıları



**MİL-GÖBEK
BAĞLANTILARI**

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

İçerik

- Toleranslar
- Sıkıştırma (sıkma) bağlantıları
- Sıkı (pres) geçmeler
- Konik geçmeler
- Kama bağlantıları

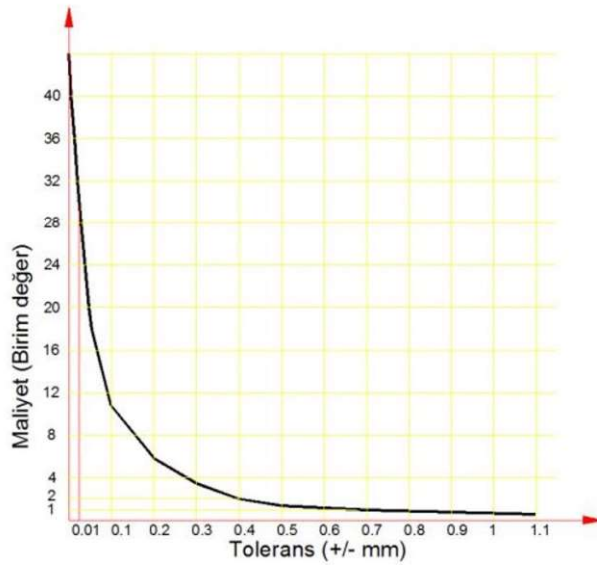
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

İLETİŞİM



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

TOLERANSLAR

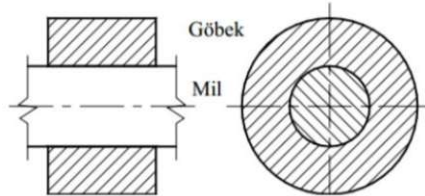


MİL-GÖBEK BAĞLANTILARI

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

GENEL BİLGİLER

- Mil üzerine yerleştirilen dişli çark, kayış, kasnak gibi disk şeklinde silindirik elemanlara genel olarak **göbek** denilmektedir. Ayrı ayrı olarak imal edilen mil ve göbeklerin tek bir sistem oluşturacak şekilde bağlanmalarına **mil-göbek bağlantısı** denir.
- Konstrüktif olarak çok değişik şekillerde olabilirler.
- Şekil bağı ve kuvvet bağı olmak üzere ikiye ayrılırlar.

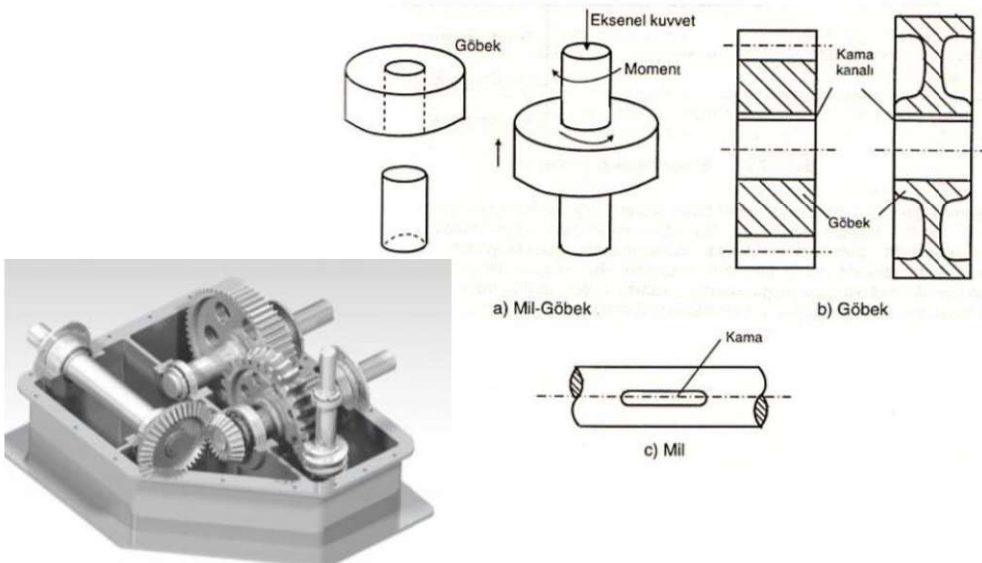


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

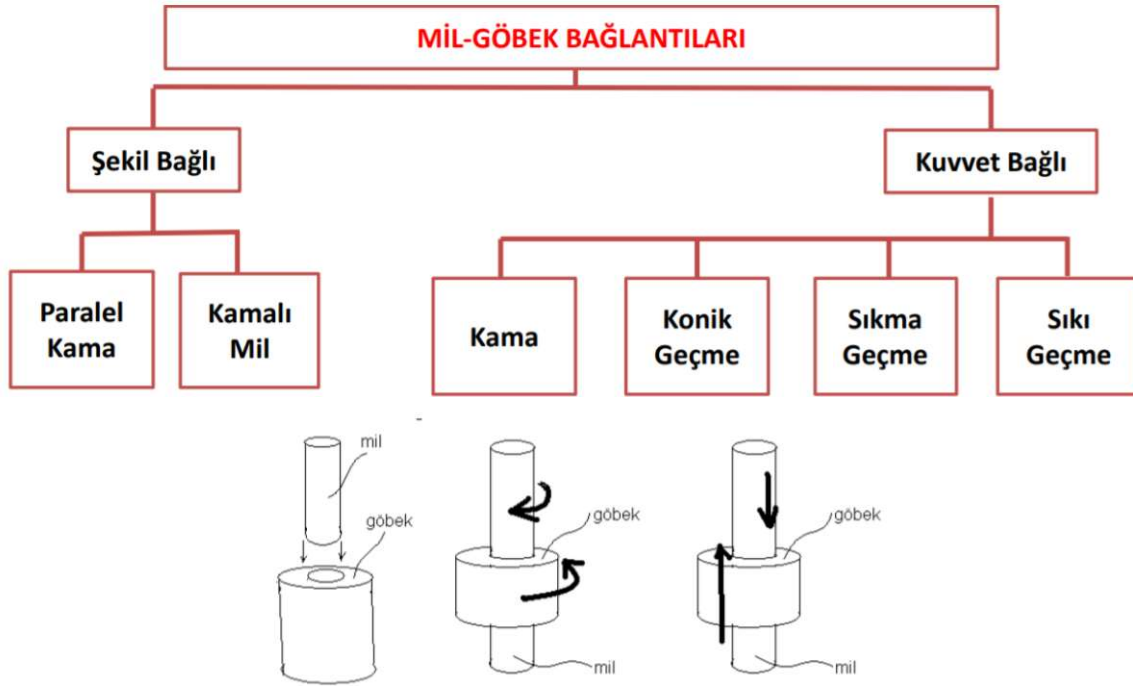
Dönen, dönme hareketi veya momenti ileten dişli, kavrama, volan, teker, kasnak vb. gibi elemanları; millere ve akslara bağlama yöntemlerine genel olarak **mil-göbek bağlantıları** denir.

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

Mil-göbek bağlantılarında amaç mil ve göbek arasında hiçbir kayma meydana gelmeden moment veya kuvvetin göbeğe iletilmesidir. Yani mil ve göbek tek bir parça gibi davranmalıdır.



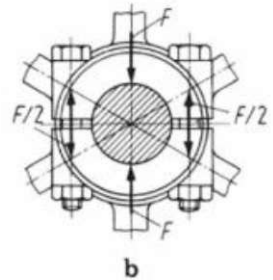
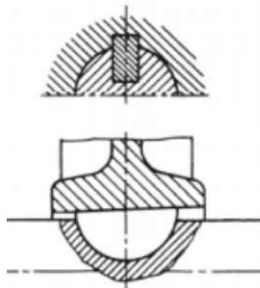
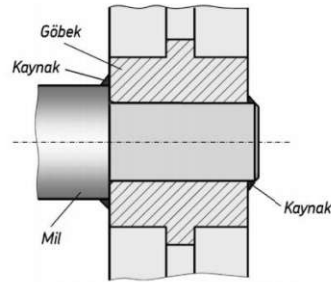
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



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

Bağlantı Şekilleri

- **Çözülemez** (Kaynak, Lehim ve Yapıştırma)
- **Çözülebilir** (Kuvvet Bağlı ve Şekil Bağlı)



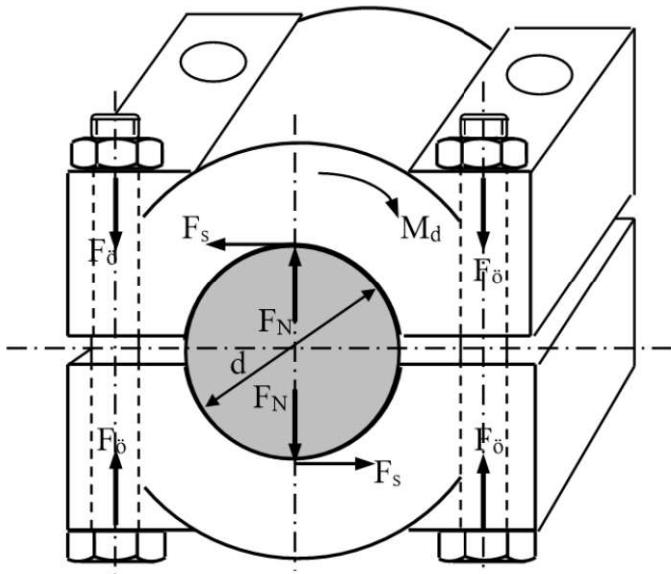
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

SIKMA BAĞLARI



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

SIKMA BAĞLARI



$M_s > M_d$ olmalıdır.

$$M_s = k \cdot M_d$$

($k=1,25-2$)

$$F_{\text{ön}} = \frac{F_N}{i}$$

$$F_N = i \cdot F_{\text{ön}} \quad i \rightarrow \text{civata sayısı}$$

$$F_o = \frac{k \cdot M_d}{i \cdot \mu \cdot d}$$

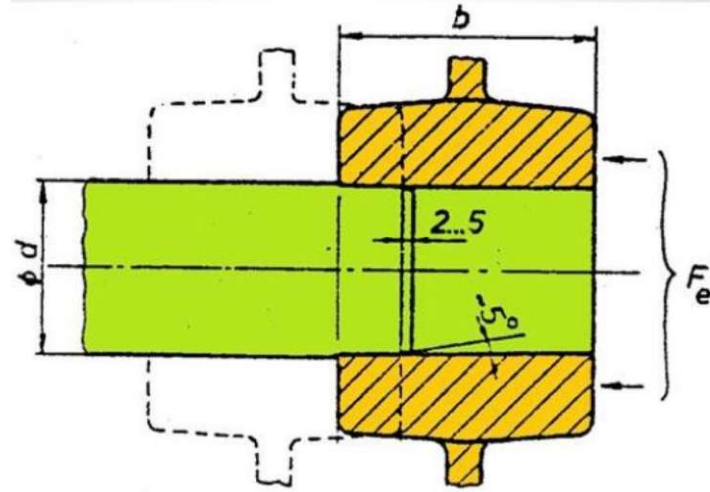
$$P = \frac{F_N}{b \cdot d} \leq P_{\text{em}}$$

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

PRES GEÇMELER

Pres geçmelerde birbirine geçen parçalar arasında boyut farkı vardır; geçme esnasında bu boyut farkından dolayı yüzeyler arasında ezilme meydana gelir. Bu ezilmelerdeki şekil değiştirme elastik bölgede kaldığında geçme yüzeylerinde bir yüzey basıncı oluşur.

Parçalar birbirine göre izafi harekete zorlandığında, yüzey basıncı ile doğan normal kuvvetlerin yüzeyde oluşturduğu harekete ters yönde sürtünme kuvvetleri bağlantının devamlılığını sağlar.



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

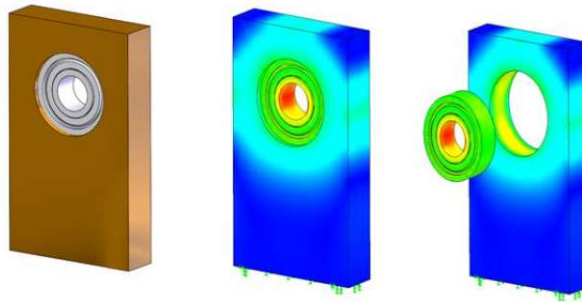
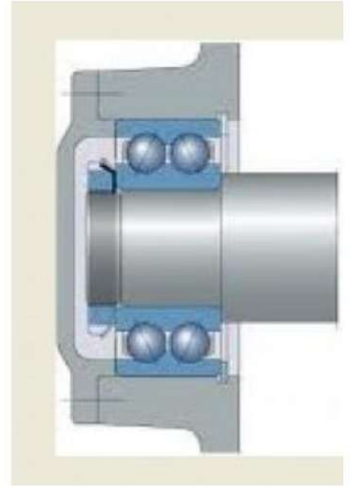


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Mile veya göbeğe kama kanalı, pim deliği açılmadığı için çentik etkisi yoktur.

Yüzeyler arasındaki ölçü farkı tornalama işlemi ile verilebildiğinden oldukça kolay bir yöntemdir.

Rulman yatak bilezikleri ve kavrama göbeklerinin millere takılışı, millere takılan tekerler ve volanlar, kaymalı yatak burçları, parçalı krank milleri, silindir gömlekleri bu yöntemle takılmaktadır.



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

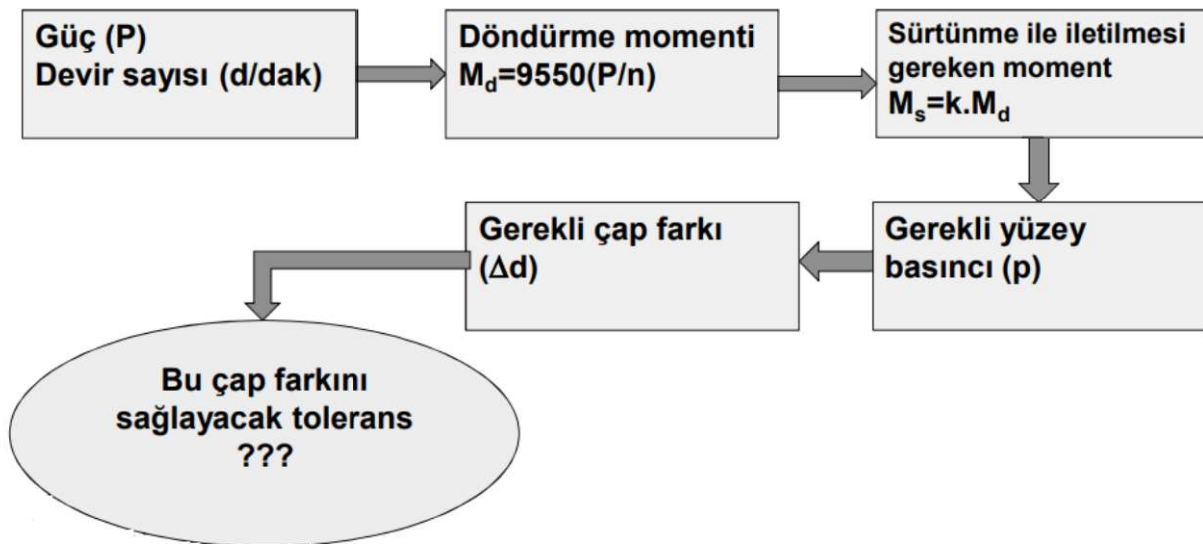
BOYUNA PRES GEÇMELER

Parçaların montajında parçalar presle yada çakılarak yapılır.

ENİNE PRES GEÇMELER

Parçaların montajı, herhangi bir şekilde parçalar arasında oluşturulan boşlukla sağlanır (ısıtma-soğutma)

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

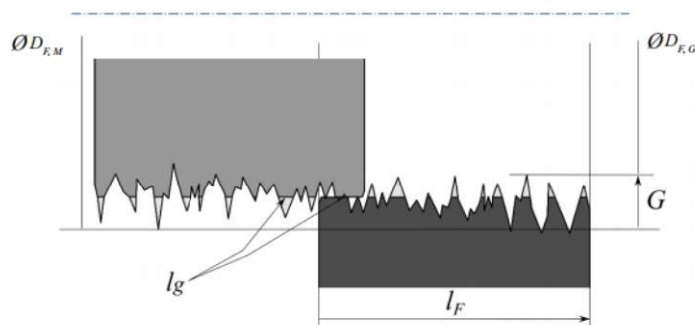


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

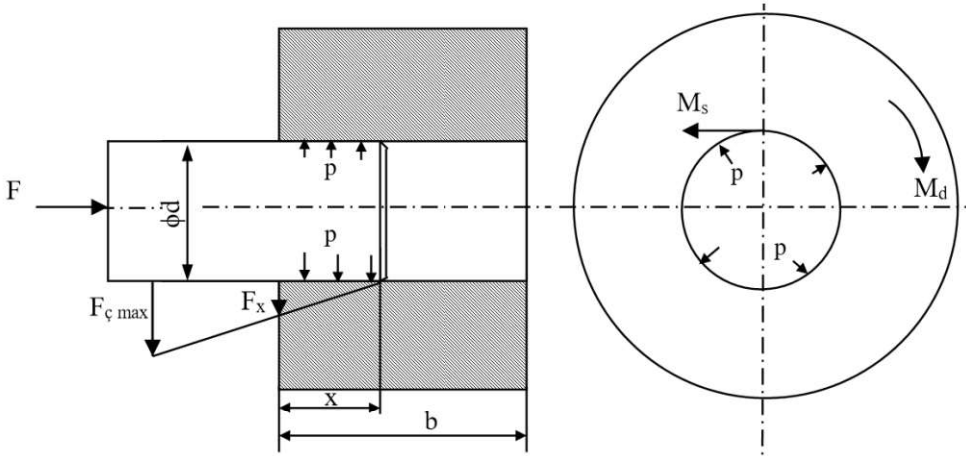
BOYUNA PRES GEÇMELER

Parçalar birbirine çekiçle vurularak veya presle takılır. Çakılma sırasında yüzeylerdeki pürüzlerin bir kısmı ezilir. Parçalar sökölüp, ikinci bir defa takıldığında, geçmenin ileteceği moment % 15 kadar düşer.

Montaj sırasında mil ucunun göbekte kazıma yapmaması ve merkezlenmeyi kolaylaştırmak için; mil ucuna 2..5 mm boyda 5..10..15° pah kırılmalıdır.



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



Eksenel yönde uygulanması gereken çakma kuvveti x mesafesi ile orantılıdır.

$$F_x = \mu \cdot \pi \cdot d \cdot x \cdot p \text{ dir.}$$

$$(F_s = \mu \cdot F_n, F_n = \pi \cdot d \cdot x \cdot p)$$

Maksimum eksenel kuvvet:

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

Bu eksenel kuvvete karşılık gelen minimum yüzey basıncı $p_{\min} \geq \frac{F_e}{\mu \pi b d}$

Bu bağlantının iletebileceği moment $M_d = \mu \pi b \left(\frac{d^2}{2} \right) p$

momentinin iletilebilmesi için gerekli en küçük yüzey basıncı değeri;

$$p_{\min} \geq \frac{2M_d}{\mu \pi b d^2} \quad \text{veya} \quad p_{\min} = \frac{2M_d S}{\mu \pi b d^2}$$

ENİNE PRES GEÇMELER

Parçaların birbirine montajı; herhangi bir yöntemle aralarında meydana getirilen boşluklarla yapılır. Bu boşluk ya mil soğutularak ya da göbek ısıtılarak sağlanır.

Isıtma işlemi:

100°C de sıcak plakalar üzerinde

350°C de yağ banyosunda

700°C de ise fırında yapılır.

Soğutma işlemi:

-70°C ye kadar kuru buzda (karbon dioksit buzu)

-190°C ye kadar sıvılaştırılmış havada yapılır.

Bu tip montajda **yüzey pürüzlükleri plastik şekil değiştirmeye uğrar**, dolayısı ile yüzey daha düzgün kalır.

Fazla ısıtmadan kaçınmak için, göbek ısıtılabilir, mil soğutulabilir.

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

ENİNE PRES GEÇMELER

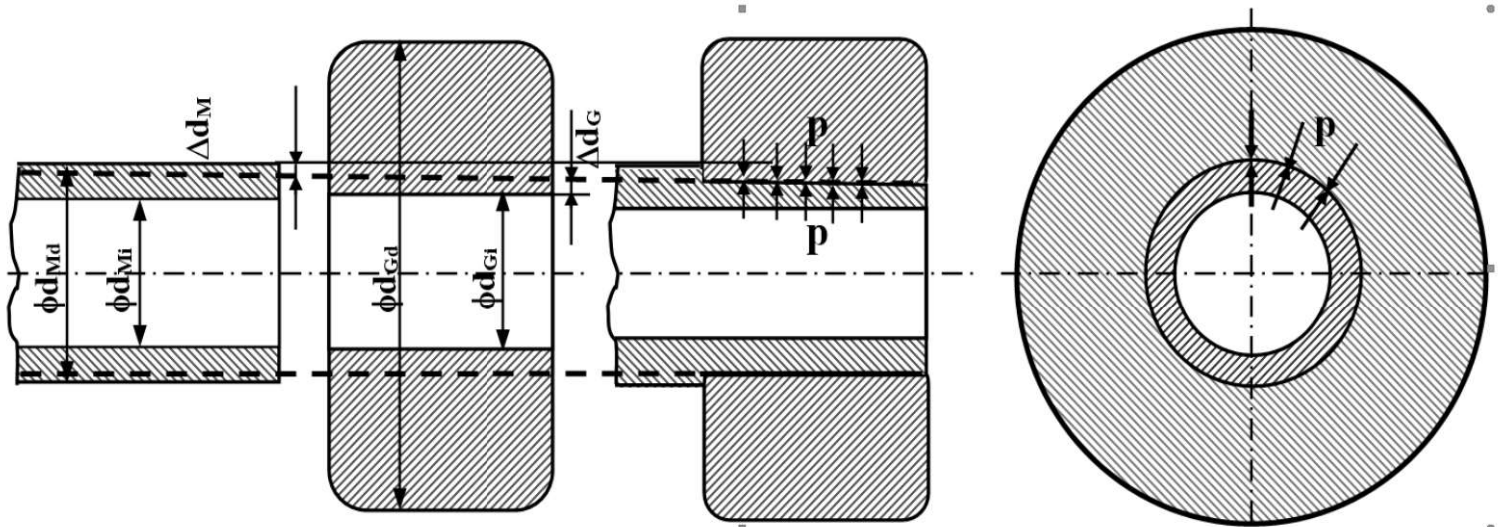


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



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

PRES GEÇMENİN HESABI



Mil ve göbek arasındaki ölçü farkı : $U = \Delta d_m + \Delta d_g$

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

Bu boyutların tayin edilebilmesi için, göbek iç basınca maruz içi boş bir boru ve mil dış basınca maruz içi boş bir boru gibi kabul edilecektir.

Bağlantı ile iletebilecek M_d momentini sağlayacak yüzey basıncı

$$p_{\min} \geq \frac{2 \cdot M_d}{\mu \cdot \pi \cdot b \cdot d_m^2}$$

ve uygulanan eksenel kuvvet nedeniyle oluşan yüzey basıncı

$$p_{\min} \geq \frac{F_e}{d_m \cdot \mu \cdot \pi \cdot b}$$

$\mu=0,05\sim0,12$ arasındadır.

Pres geçmelerde üç eksenli gerilme hali mevcuttur. Teoride aşağıdaki kabuller yapılarak yaklaşık çözüm aranır.

- 1-Şekil değiştirmeler elastik, gerilmeler akma sınırının altındadır.
- 2-Malzemeler Hooke kanununa (Lineer Elastik davranış Özelliğine) tabidir.
- 3-Eksenden geçen düzlemler, pres geçmeden sonra da düzlemsel olarak kalır.
- 4-Eksenel doğrultuda her noktada malzemenin aynı miktarda uzadığı kabul edilir.

Pres geçmelerde gerekli sıkılık miktarı (teorik minimum boyut farkı) aşağıdaki gibi yapılır.

$$Z_{\min} = p_{\min} \cdot d_m \cdot (K_G + K_M) \cdot 10^3 \text{ } [\mu\text{m}]$$

$$K_G = \frac{(m_G + 1) + (m_G - 1) \cdot Q_G^2}{m_G \cdot E_G \cdot (1 - Q_G^2)} \text{ } [\text{mm}^2/\text{N}]$$

$$K_M = \frac{(m_M - 1) + (m_M + 1) \cdot Q_M^2}{m_M \cdot E_M \cdot (1 - Q_M^2)} \text{ } [\text{mm}^2/\text{N}]$$

m=poisson sayısı (Çelik için m=3.3, dökme demir için m=4 alınabilir)

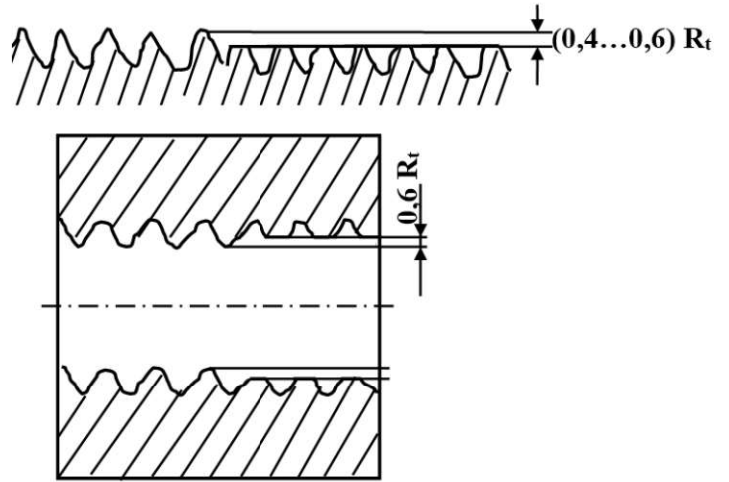
$$Q_G = \frac{d_m}{d_g}$$

$$Q_M = \frac{d_i}{d_m}$$

Dolu çelik mil için $Q_M=0$ olup, $K_M = 0,035 \cdot 10^{-4} [\text{mm}^2/\text{N}]$

Ancak bu yöntemle hesaplanan sıkılık değeri, yüzeyin işçilik kalitesini yani pürüzlülük durumu da göz önüne alındığında tam olmayacaktır.

Montaj sırasında yüzey pürüzlülükleri ezileceğinden, hesapla bulunan ve işleyerek verilen sıkılık değerinin bir kısmı (ΔU kadarı) kaybolacaktır.



$U_{\min} = Z_{\min} + \Delta U$ şeklinde yazabiliriz.

Ezilme miktarı $0,6 R_t$ alınır

$$\Delta U = 1,2 (R_{t_{mil}} + R_{t_{göbek}}) \text{ olur.}$$

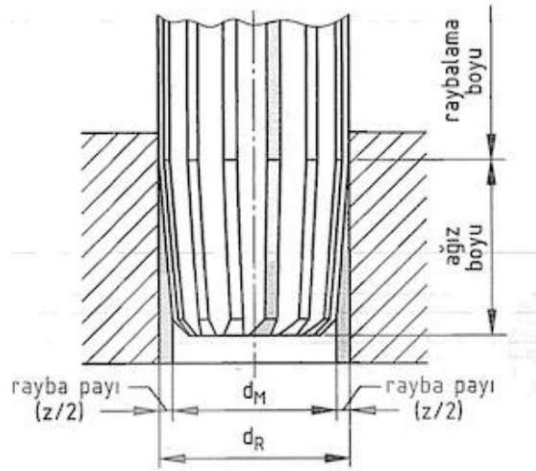
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yüzey pürüzlülüklerinin işleme şekline göre yaklaşık değerleri:

Tornalama		Raybalama		Taşlama	
Kaba	16~40 μ m	Makine rayb.	10~25 μ m	Normal	6~16 μ m
İnce	6~16 μ m	İnce delik rayb. bir defa	6~10 μ m	Hassas	2.5~6 μ m
Çok İnce	2.5~6 μ m	İnce delik rayb. iki defa	2.5~6 μ m	Çok Hassas	1~2.5 μ m

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

Raybalama, deliği hassas bir yüzey kalitesi ile istenilen ölçüye getirmek için yapılan bir işlemdir. Matkapla delinen delik tam ölçüsünde olmadığı gibi hassas bir iş için yüzeyi de gerekli düzgünlükte elde edilemez. Hassas ve düzgün bir yüzey elde edilmek istenirse önce delik , ölçüsünden biraz küçük olarak delinir sonra tam ölçüsüne getirmek üzere raybalanır.



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

TOLERANS SEÇİMİ

UYGULAMA ÖRNEKLERİ

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



TOLERANS SEÇİMİ

Delik Ölçü Toleransı (Tolerances for inside dimensions (Holes))

DIN 7161

Sapmalar	E6	E7	E8	F6	F7	F8	G5	G6	G7	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	JS6
3	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+3 -3
3-6	+28 +20	+32 +20	+38 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+4 -4
6-10	+34 +25	+40 +25	+47 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+4.5 -4.5
10-18	+43 +32	+50 +32	+59 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+14 +6	+17 +6	+24 +6	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+5.5 -5.5
18-30	+53 +40	+61 +40	+73 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+16 +7	+20 +7	+28 +7	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+6.5 -6.5
30-50	+66 +50	+75 +50	+89 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+8 -8
50-80	+79 +60	+90 +60	+106 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+23 +10	+29 +10	+40 +10	+8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+9.5 -9.5
80-120	+94 +72	+107 +72	+126 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+27 +12	+34 +12	+47 +12	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+11 -11
120-180	+110 +85	+125 +85	+148 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+32 +14	+39 +14	+54 +14	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+12.5 -12.5
180-250	+129 +100	+146 +100	+172 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+35 +15	+44 +15	+61 +15	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+14.5 -14.5
250-315	+142 +110	+162 +110	+191 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+40 +17	+49 +17	+69 +17	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+16 -16
315-400	+161 +125	+182 +125	+214 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+43 +18	+54 +18	+75 +18	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+18 -18
400-500	+175 +135	+198 +135	+232 +135	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+47 +20	+60 +20	+83 +20	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+20 -20

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



TOLERANS SECİMİ

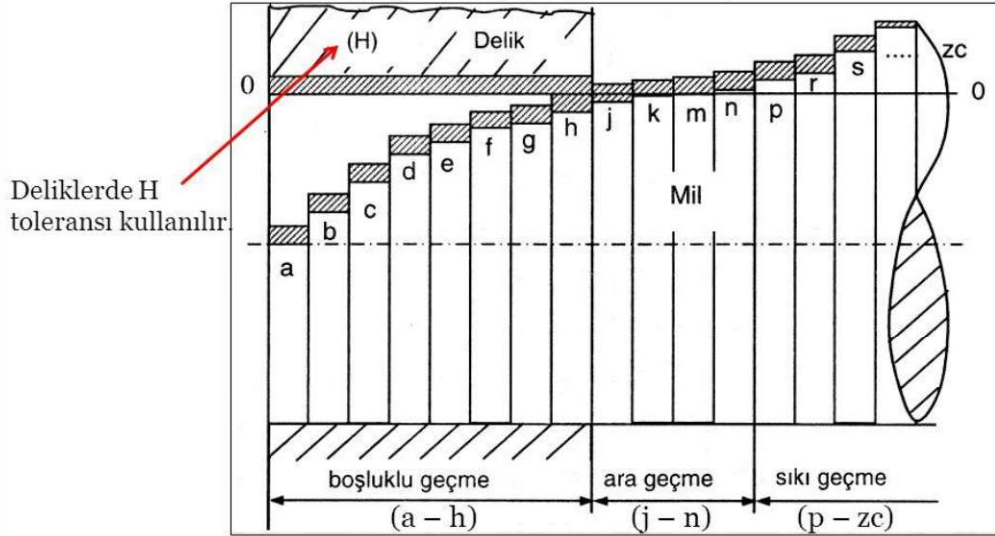
Mil Ölçü Toleransı (Tolerances for outside dimensions (Holes))

DIN 7161

Sapmalar	e6	e7	e8	f6	f7	f8	g5	g6	g7	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	js6
3	-14 -20	-14 -24	-14 -28	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-2 -6	-2 -8	-2 -12	0 -3	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	0 -40	0 -60	+3 -3
3-6	-20 -28	-20 -32	-20 -38	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-4 -9	-4 -12	-4 -16	0 -4	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -48	0 -75	+4 -4
6-10	-25 -34	-25 -40	-25 -47	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-5 -11	-5 -14	-5 -20	0 -4	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -58	0 -90	+4.5 -4.5
10-18	-32 -43	-32 -50	-32 -59	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-6 -14	-6 -17	-6 -24	0 -5	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	0 -70	0 -110	+5.5 -5.5
18-30	-40 -53	-40 -61	-40 -73	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-7 -16	-7 -20	-7 -28	0 -6	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	0 -84	0 -130	+6.5 -6.5
30-50	-50 -66	-50 -75	-50 -89	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-9 -20	-9 -25	-9 -34	0 -7	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	0 -100	0 -160	+8 -8
50-80	-60 -79	-60 -90	-60 -106	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-10 -23	-10 -29	-10 -40	0 -8	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	0 -120	0 -190	+9.5 -9.5
80-120	-72 -94	-72 -107	-72 -126	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-12 -27	-12 -34	-12 -47	0 -10	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	0 -140	0 -220	+11 -11
120-180	-85 -110	-85 -125	-85 -148	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-14 -32	-14 -39	-14 -54	0 -12	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	0 -160	0 -250	+12.5 -12.5
180-250	-100 -129	-100 -146	-100 -172	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-15 -35	-15 -44	-15 -61	0 -14	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	0 -185	0 -290	+14.5 -14.5
250-315	-110 -142	-110 -162	-110 -191	-56 -88	-56 -108	-56 -137	-17 -40	-17 -49	-17 -69	0 -16	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	0 -210	0 -320	+16 -16
315-400	-125 -161	-125 -182	-125 -214	-62 -98	-62 -119	-62 -151	-18 -43	-18 -54	-18 -75	0 -18	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	0 -230	0 -360	+18 -18
400-500	-135 -175	-135 -198	-135 -232	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-20 -47	-20 -60	-20 -83	0 -20	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	0 -250	0 -400	+20 -20

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

Birim Delik Sisteminde Geçmeler (Mil Toleransları)

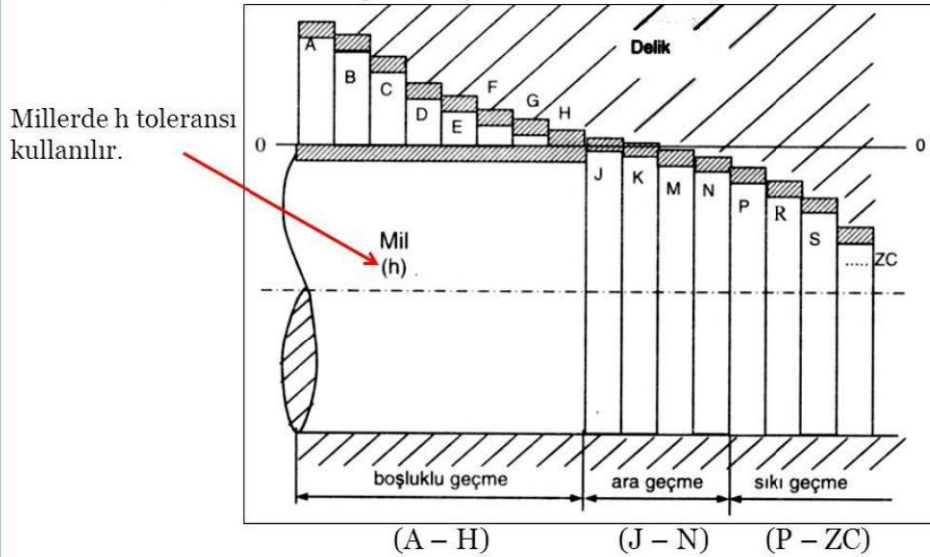


Birim Delik sisteminde deliğin toleransı sabit kabul edilir ve çeşitli geçmeler elde etmek için milin tolerans bölgesi değiştirilir.

Boyut Toleransı

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

Birim Mil Sisteminde Geçmeler (Delik Toleransları)



Birim Mil sisteminde milin toleransı sabit kabul edilir ve deliğin tolerans bölgesi değiştirilir.

Boyut Toleransı

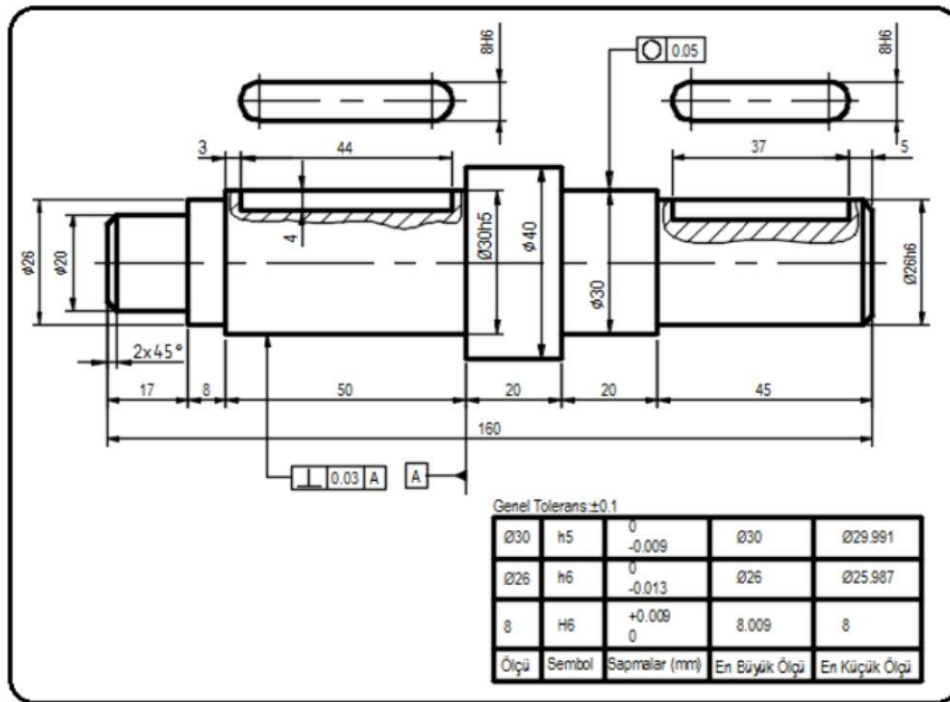
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Delik için önerilen toleranslar H6, H7 ve H8 ve bu delik toleranslarına karşılık mil için; 5, 6 ve 7 kaliteleridir.

Makina imalatında geçme örnekleri

Birim delik sistemi	Birim mil sistemi	Geçme şekli
H7/h6 H7/f6 H7/g6 H8/d9 H8/e8 H9/d9	H7/h6 F7/h6 G7/h6 D9/h8 E8/h8 D9/h9	Boşluklu geçme - Elle montaj - Mil üzerine sürülen çarklar, kavrama yarıları - Pistonlar
H7/k6 H7/j6 H7/n6 H7/m6	K7/h6 J7/h6 N7/h6 M7/h6	Ara geçme - Çekiçle montaj - Millere geçirilen göbek ve yataklar - Sıkça sökülen parçalar
H7/p6 H7/s6 H7/r6 H7/u6	P7/h6 S7/h6 R7/h6 U7/h6	Sıkı geçme - Presle veya göbek ısıtılarak montaj - Dişli göbekleri, tekerlekler, kamasız geçirilen mil montajı - Yüksek gerilme altında kalan bütün parçalar

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

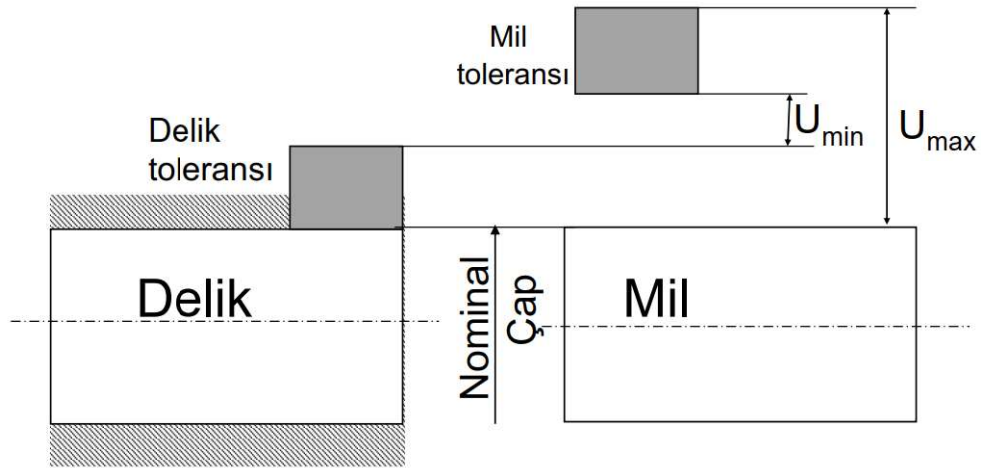


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

SIKI GEÇMEDE TOLERANS SEÇİMİ

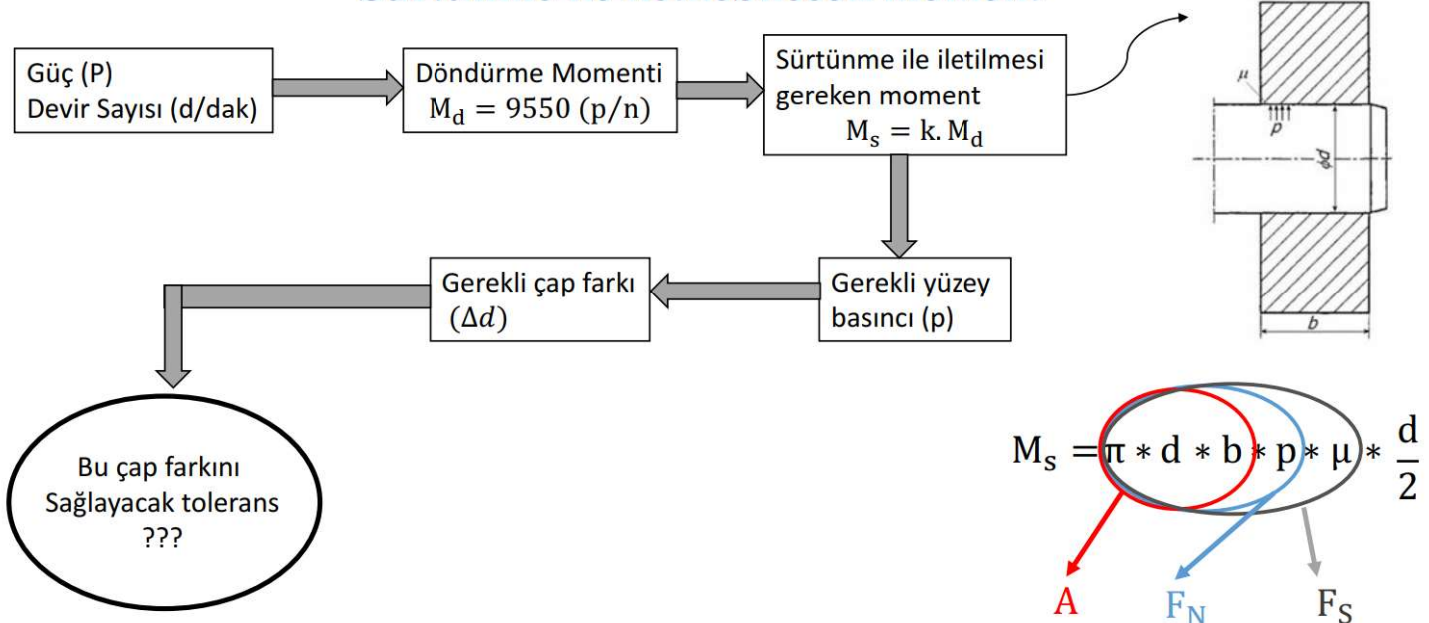
Sıkı geçme bağlantılarında hesapla bulunan

$U_{\min}$ sıkılık ölçüsü, mil ve deliğe verilecek toleranslarla sağlanacaktır.



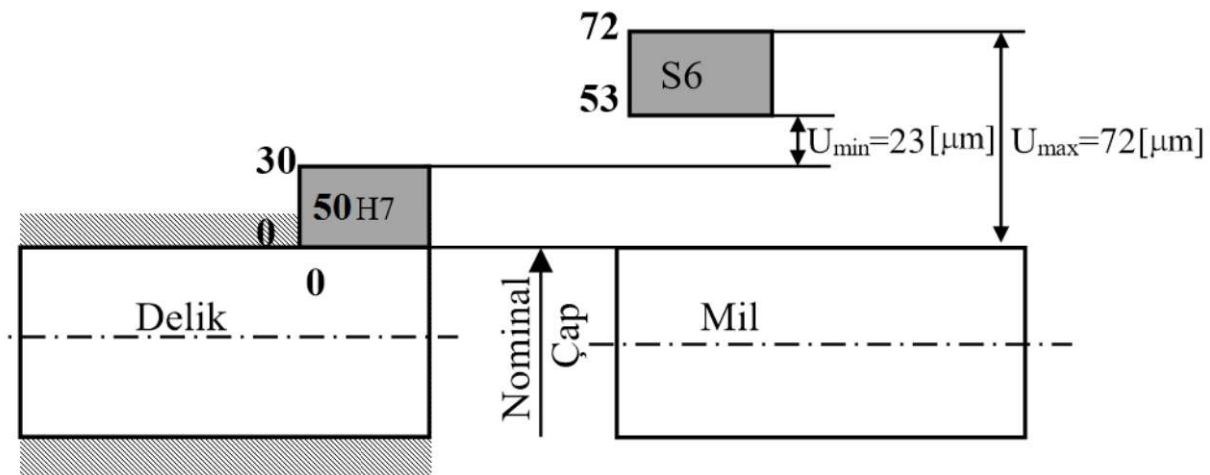
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Hesap Esasları Sürtünme ile iletebilecek moment



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

Nominal delik ve mil ölçüsü 50 mm için; delik toleransı H7 ve mil toleransı s6 seçilirse (tolerans cetvelinden okunan) değerler aşağıdaki gibidir.



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

U_{min} sıkılık ölçüsü hesaplanan değere eşit veya ondan büyük olmalıdır.

Üst tolerans değeri U_{max} değeri ile de yüzeylerde ezilme olmamalı. Bunun için

$$Z_{max} = P_{em} \cdot d_m \cdot (K_G + K_M) \cdot 10^3 \mu m$$

değeri ile

$$U_{max} = Z_{max} + \Delta U$$

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

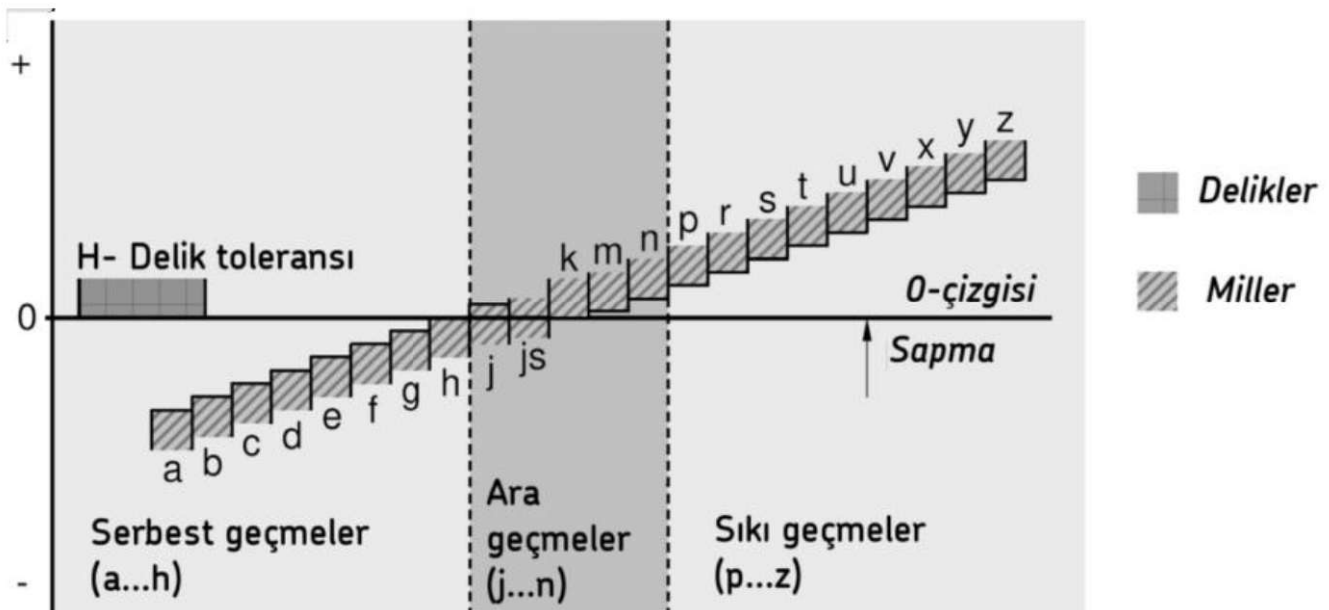
$P_{em} \rightarrow$ **zayıf malzemenin emniyet yüzey basıncı**

U_{min} ve U_{max} değerleri ile tolerans bölgesi T_p ;

$T_p = U_{max} - U_{min}$ değeri elde edilir. Bu değerle birim delik sisteminde gerekli toleranslar seçilir.

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

Geçmeler (Birim DELİK sistemi)



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

Pres Geçmelerde Mukavemet Hesapları

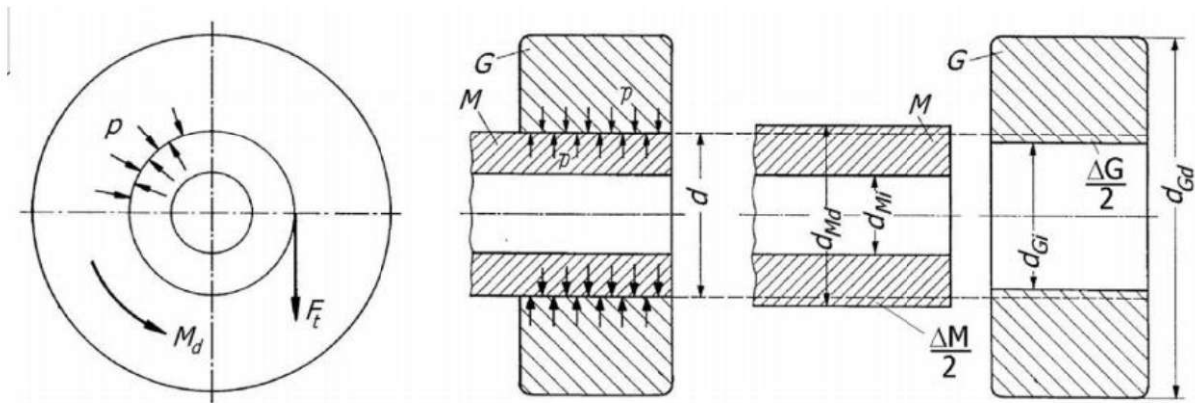
Elde edilen sıkılık, imalatla elde edilecek boyutlara göre bir üst değerle bir alt değer arasında olacaktır.

Maksimum sıkılığın elde edildiği P yüzey basıncı değeri maksimum olacağından gerilme durumunun buna göre kontrol edilmesi gerekir.

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

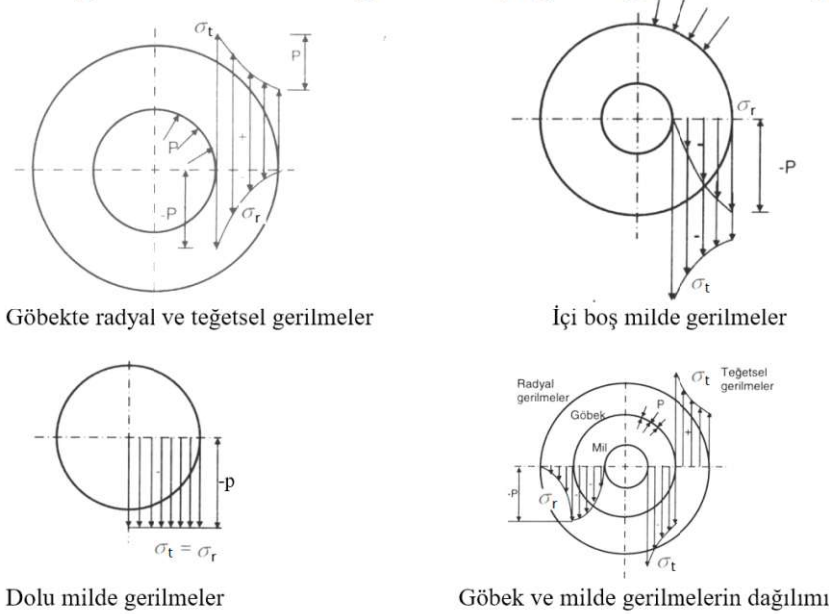
Pres geçmelerde gerilme dağılışı iç ve dış basınca maruz kalan kalın cidarlı borularda gerilme dağılışı teorisine göre yapılır.

Burada üç eksenli gerilme hali söz konusudur. Ancak silindir eksenine doğrultusundaki gerilmelerin değeri küçük olduğundan ihmal edilir.



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

Göbek ve mildeki gerilmelerin dağılımı aşağıda gösterilmiştir.



Pres Geçmelerde Gerilme Dağılışı

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

Göbekte en büyük gerilme iç kısımda, delik milde yine iç yüzeyde meydana gelir.

Göbek dış yüzeyinde

$$\sigma_{eş} = 2p \frac{Q_G^2}{1 - Q_G^2}$$

$$Q_G = \frac{d_m}{d_g}, Q_M = \frac{d_i}{d_m}$$

Göbek iç yüzeyinde

$$\sigma_{eş} = \sigma_{max} = 2p \frac{1}{1 - Q_G^2} \leq \sigma_{em}$$

Delik mil dış yüzeyinde

$$\sigma_{eş} = -p \frac{1 + Q_M^2}{1 - Q_M^2}$$

Delik mil iç yüzeyinde

$$\sigma_{eş} = \sigma_{max} = -2p \frac{1}{1 - Q_M^2} \leq \sigma_{em}$$

Dolu mil dış yüzeyinde

$$\sigma_{eş} = -p = \sigma_{max}$$

$$\sigma_{em} \geq \frac{\sigma_{Ak}}{1,3}$$

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

Yüzeyde oluşan basınç, emniyet yüzey basıncı değerini aşmamalı;

Göbek iç yüzeyi için $p_{em} = \frac{\sigma_{em}}{2} (1 - Q_G^2)$

Delik mil iç yüzeyi için $p_{em} = \frac{\sigma_{em}}{2} (1 - Q_M^2)$

Dolu mil için $p_{em} = \sigma_{em}$ sonucu elde edilir.

Enine Pres Geçmelerde Montaj Sıcaklığı

$$t^* - t = \frac{U_{max} + U_0}{\alpha \cdot d}$$

$U_0 \rightarrow$ Çakılmayı sağlayacak boşluk $U_0 = \frac{d}{1000}$

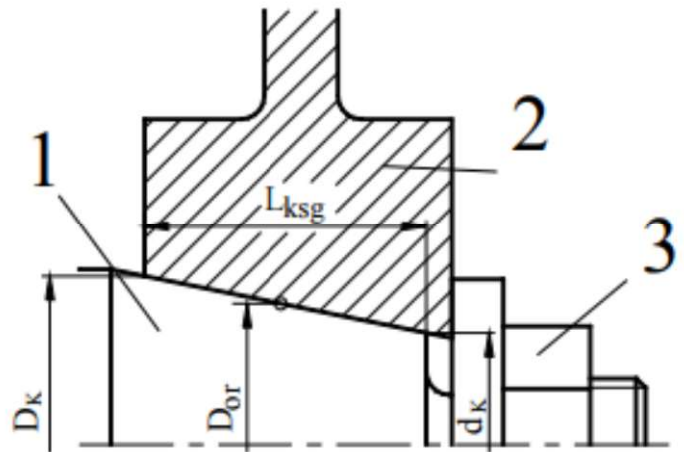
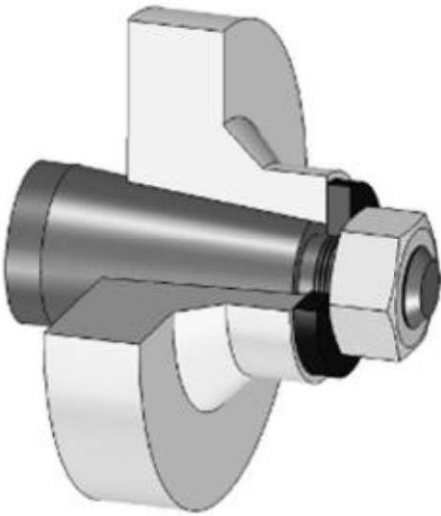
$U_{max} \rightarrow$ İki parça arasındaki gerçek sıkılık.

Bazı malzemelerin ısı genleşme katsayıları aşağıda verilmiştir.

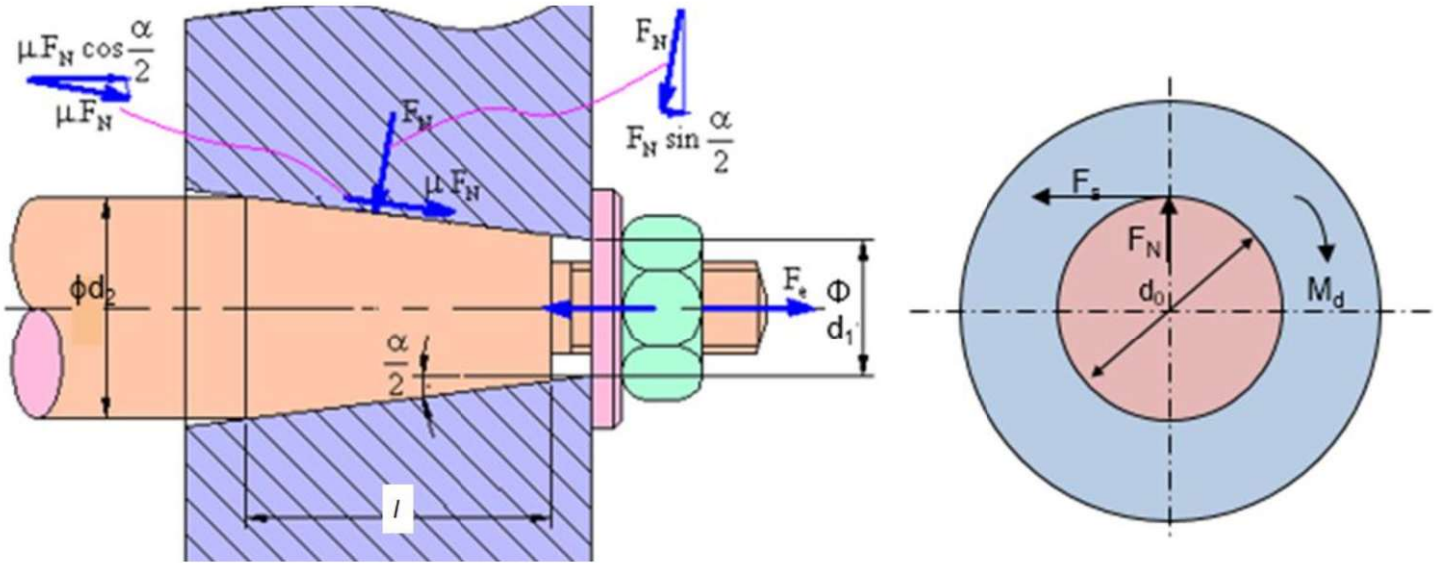
Isıl genleşme katsayısı [$1/^\circ\text{C}$] α		Soğutmada	
Çelik	$11 \cdot 10^{-6}$	Çelik	$-8.5 \cdot 10^{-6}$
Dökme Demir	$(9..10) \cdot 10^{-6}$	Dökme Demir	$-8 \cdot 10^{-6}$
Pirinç	$18 \cdot 10^{-6}$	Pirinç	$-16 \cdot 10^{-6}$
Alüminyum	$23 \cdot 10^{-6}$	Alüminyum	$-18 \cdot 10^{-6}$

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

KONİK GEÇMELER

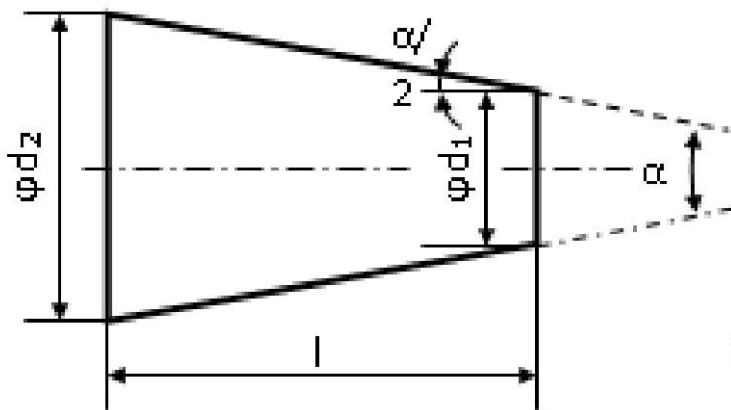


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



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

Tarifler



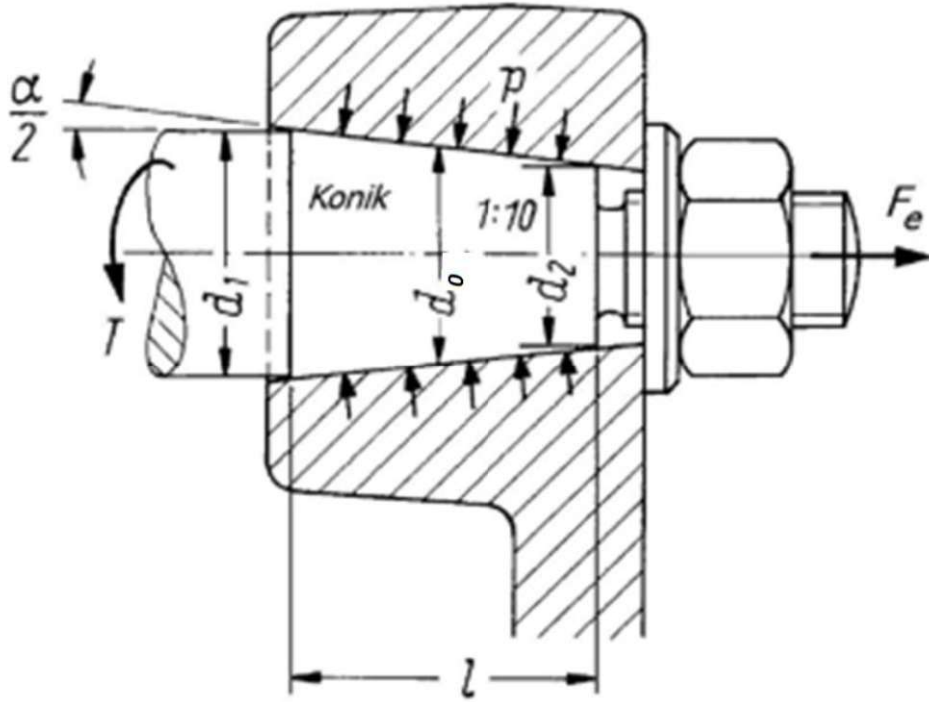
$$\text{Eğim} \rightarrow \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2.l}$$

Koniklik açısı

$$\text{Koniklik} \rightarrow C = \frac{d_2 - d_1}{l}$$

$$\text{Ortalama çap} \rightarrow d_0 = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

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



$$M_S > M_d$$

$$M_S = F_N \cdot \mu \cdot \frac{d_0}{2} > M_d$$

$$F_N = \pi \cdot d_0 \cdot l \cdot p$$

$$p > \frac{2 \cdot M_d}{\mu \cdot \pi \cdot d_0^2 l}$$

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

P Basıncını sağlayacak çakma kuvveti

$M_S > M_d$ ilişkisinden;

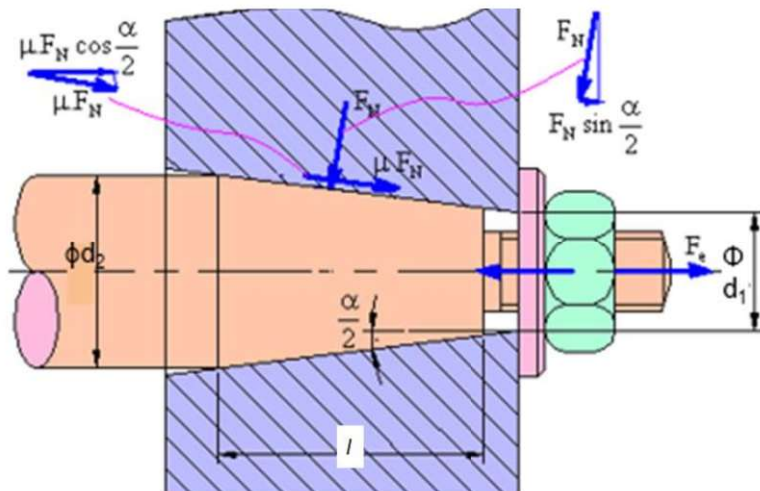
$$F_S \cdot \frac{d_0}{2} \geq M_d$$

$$F_N \cdot \mu \cdot \frac{d_0}{2} \geq M_d$$

$$F_N = \frac{2 \cdot M_d}{\mu \cdot d_0}$$

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

yatay kuvvetlerin dengesinden;



$$F_e \geq F_N \sin \frac{\alpha}{2} + F_N \cdot \mu \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$F_e \geq F_N [\sin \frac{\alpha}{2} + \mu \cdot \cos \frac{\alpha}{2}]$$

$$F_N = \frac{2 \cdot M_d}{\mu \cdot d_0}$$

$$F_e \geq \frac{2 \cdot M_d}{\mu \cdot d_0} [\sin \frac{\alpha}{2} + \mu \cdot \cos \frac{\alpha}{2}]$$

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

Sökme halinde;

$$F_{eç} \geq F_N (\sin \frac{\alpha}{2} - \mu \cdot \cos \frac{\alpha}{2})$$

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

Otoblokaj özelliği

F_e pozitif ise F_{es} negatif olmalıdır.

$$\sin \frac{\alpha}{2} < \mu \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad \text{veya} \quad \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} < \mu \quad \text{buradan} \quad \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} < \operatorname{tg} \rho$$

$$\text{ve} \quad \frac{\alpha}{2} < \rho \quad \text{\textit{\textbf{şartını oluşturur.}}}$$

İletilebilecek maksimum moment $M_S = M_{\max} = \mu \cdot \pi \cdot p \cdot \frac{d_0^2}{2} \cdot l$

Çakma kuvveti $F_{e\checkmark} \cong \frac{2 \cdot M_S}{\mu \cdot d_0} \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \rho \right)$

Sökme kuvveti $F_{es} \cong \frac{2 \cdot M_S}{\mu \cdot d_0} \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} - \rho \right)$

Yüzey basıncı $p \cong \frac{F_e}{\pi \cdot d_0 \cdot l \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \rho \right)}$

Konik geçmelerde parçalarda kalıcı bir şekil değiştirme olmaması için
 $p \leq p_{em}$ olmalıdır.

Göbekte meydana gelen maksimum eşdeğer gerilme

$$Q_g = d_0/d_2 \quad \text{olmak üzere}$$

$$\sigma_{\max} = p \cdot \frac{\sqrt{3 + Q_G^4}}{1 - Q_G^2} \leq \sigma_{em}$$