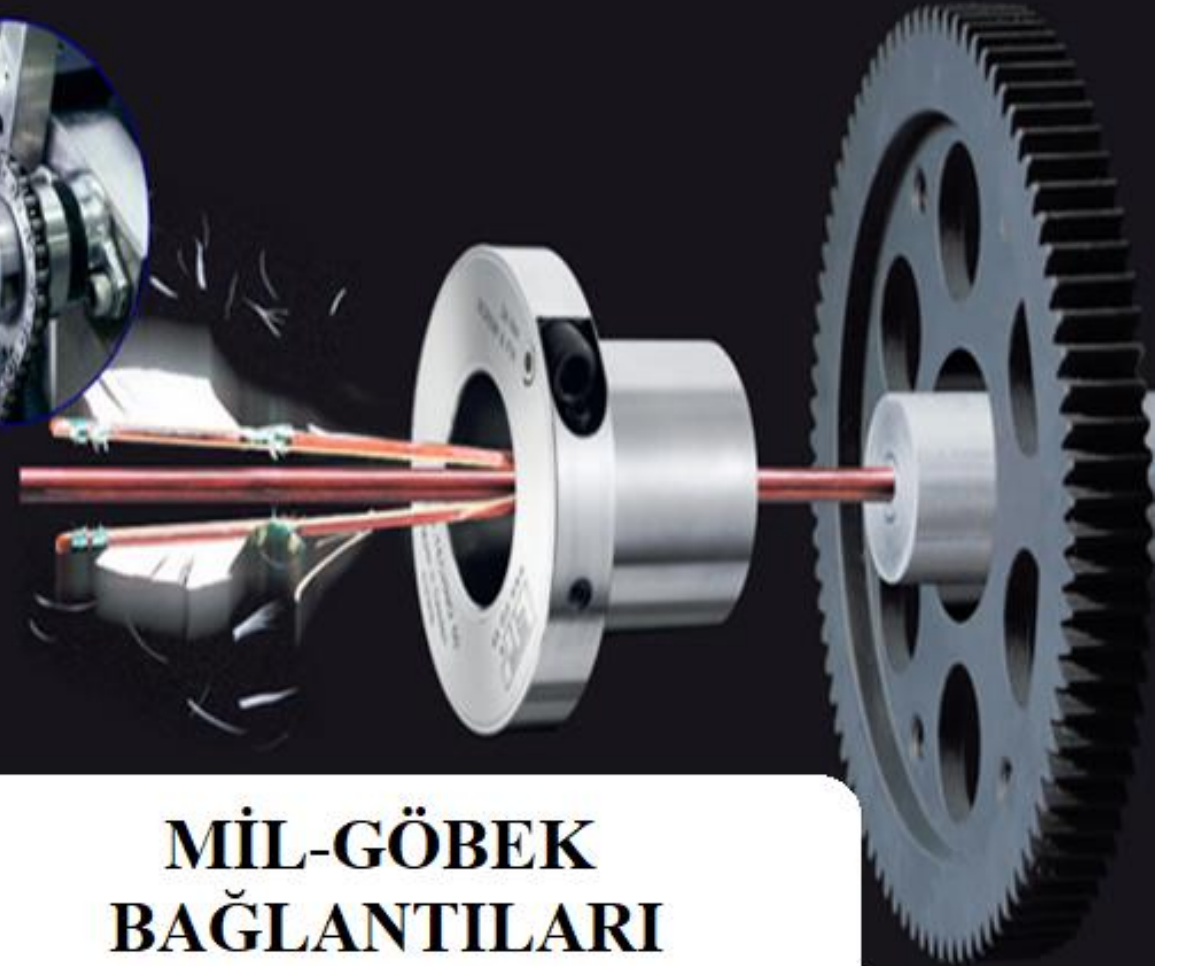


Kullanıcı dostu  
mil-göbek bağlantıları



**MİL-GÖBEK  
BAĞLANTILARI**

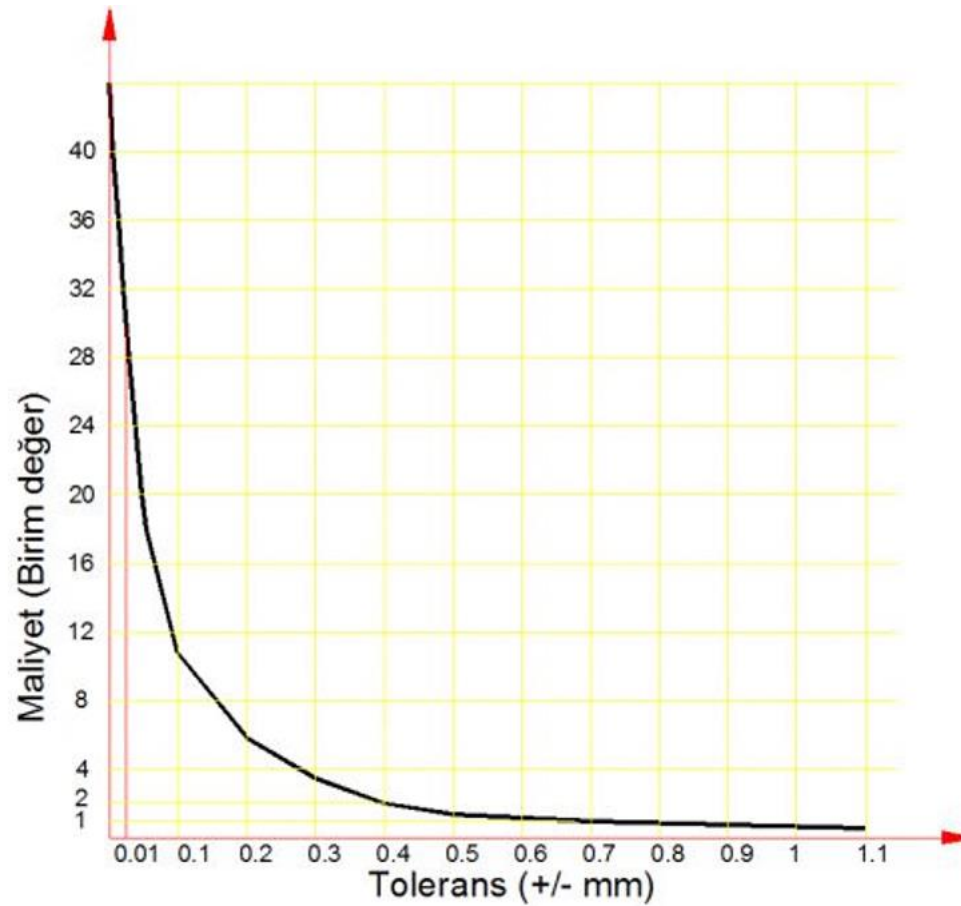
# İçerik

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

# İLETİŞİM



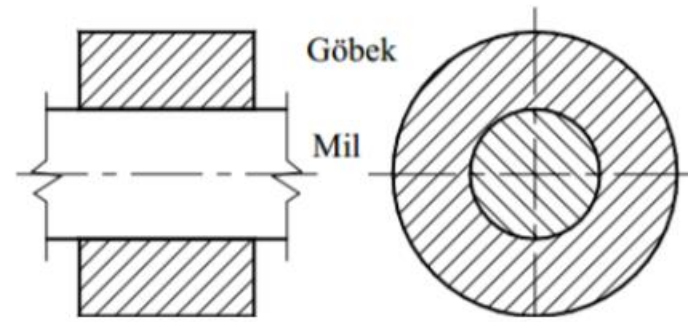
# TOLERANSLAR



# MİL-GÖBEK BAĞLANTILARI

## GENEL BİLGİLER

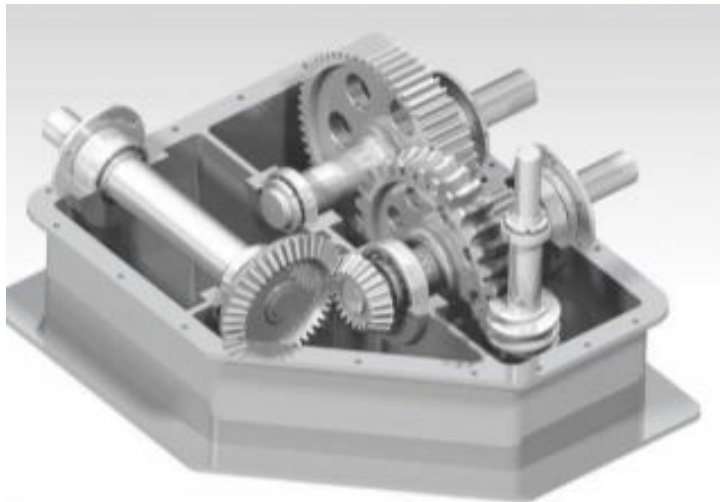
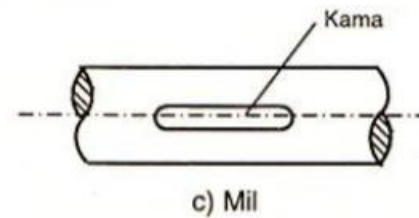
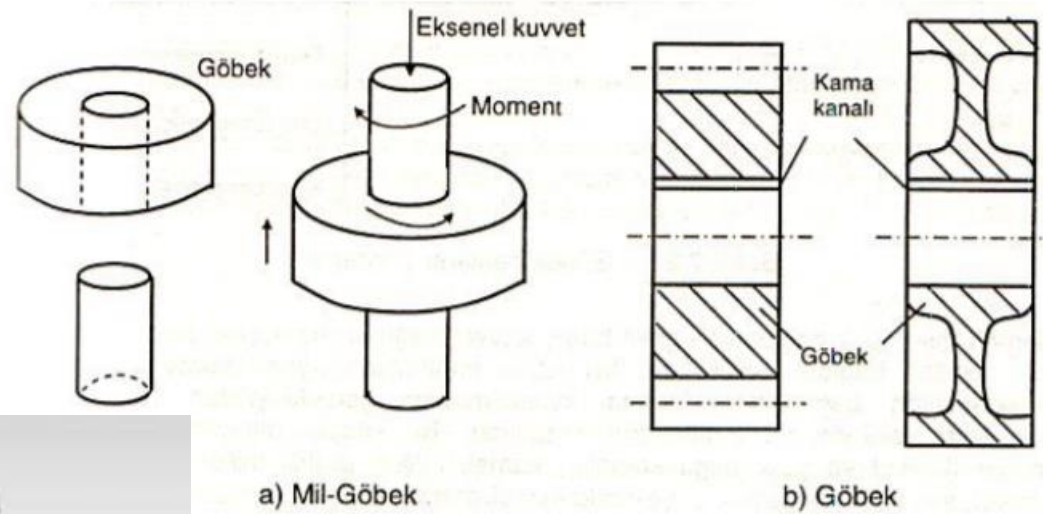
- Mil üzerine yerleştirilen dişli çark, kayış, kasnak gibi disk şeklinde silindirik elemanlara genel olarak **göbek** denilmektedir. Aynı ayrı olarak imal edilen mil ve göbeklerin tek bir sistem oluşturacak şekilde bağlanmalarına **mil-göbek bağlantısı** denir.
- Konstrüktif olarak çok değişik şekillerde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



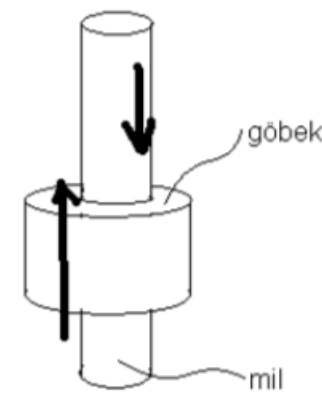
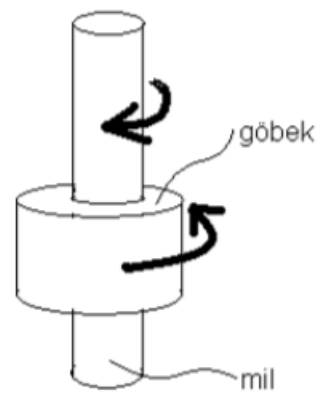
Dönen, dönme hareketi veya momenti ileten dişli, kavrama, volan, teker, kasnak vb. gibi elemanları; millere ve akslara bağlama yöntemlerine genel olarak **mil-göbek bağlantıları** denir.



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.

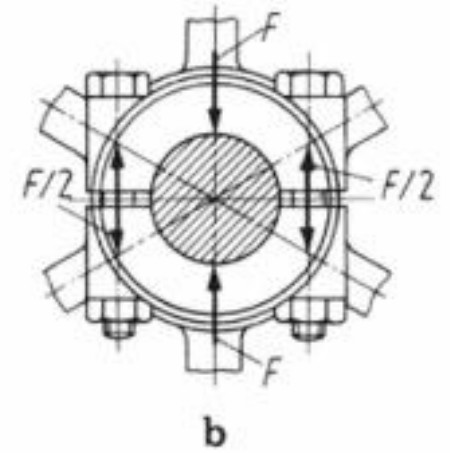
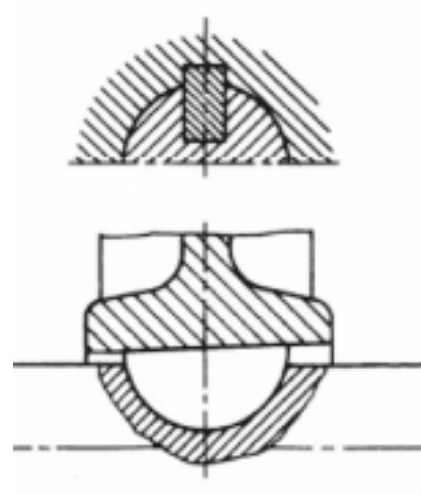
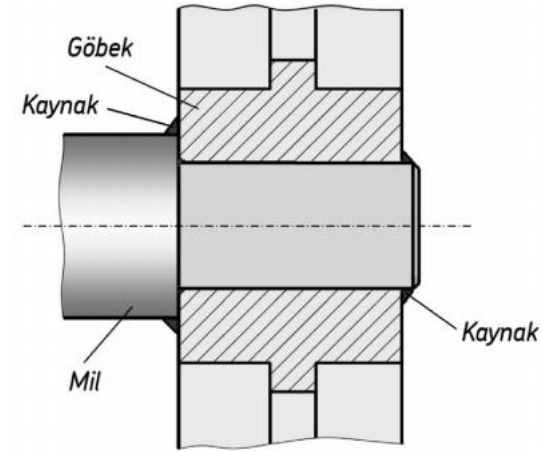






# Bağlantı Şekilleri

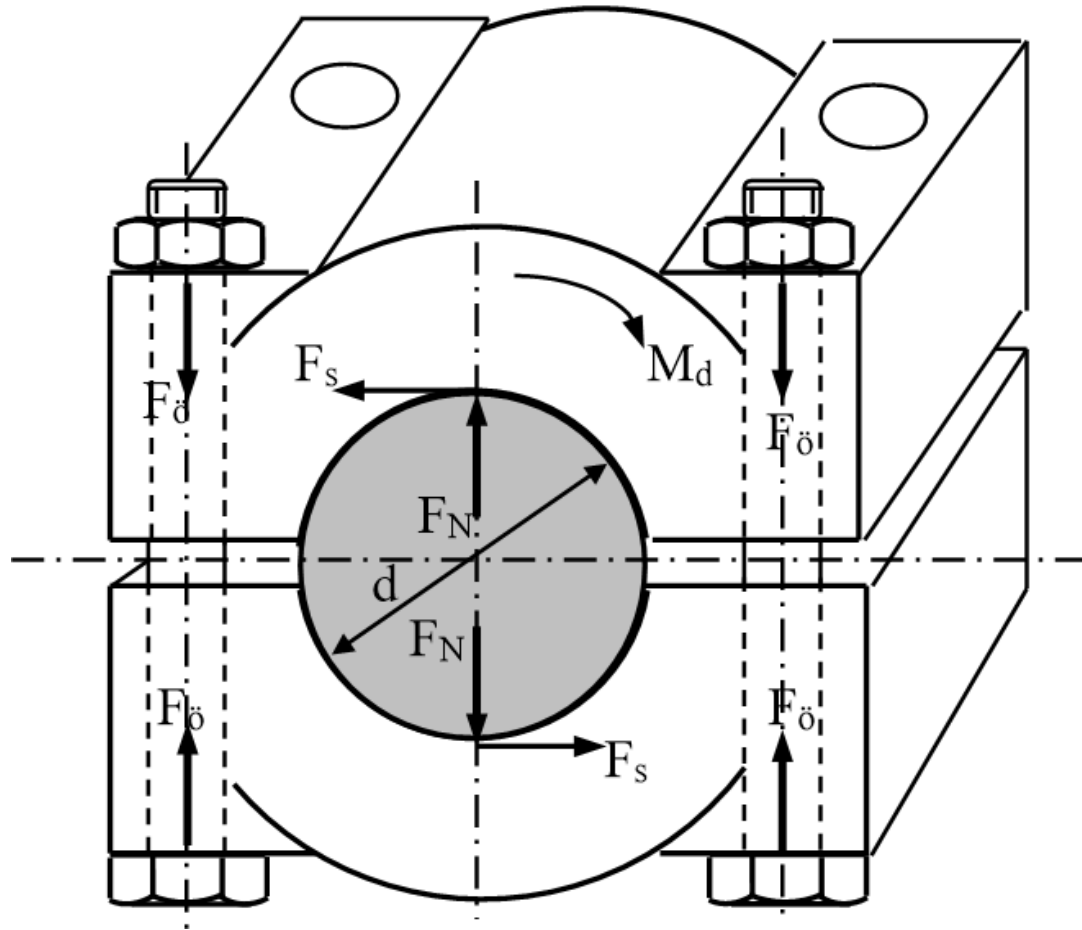
- **Çözülemez** (Kaynak, Lehim ve Yapıştırma)
- **Çözülebilir** (Kuvvet Bağlı ve Şekil Bağlı)



# SIKMA BAĞLARI



# SIKMA BAĞLARI



$M_s > M_d$  olmalıdır.

$$M_s = k \cdot M_d$$

( $k=1,25-2$ )

$$F_{\text{ön}} = \frac{F_N}{i}$$

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

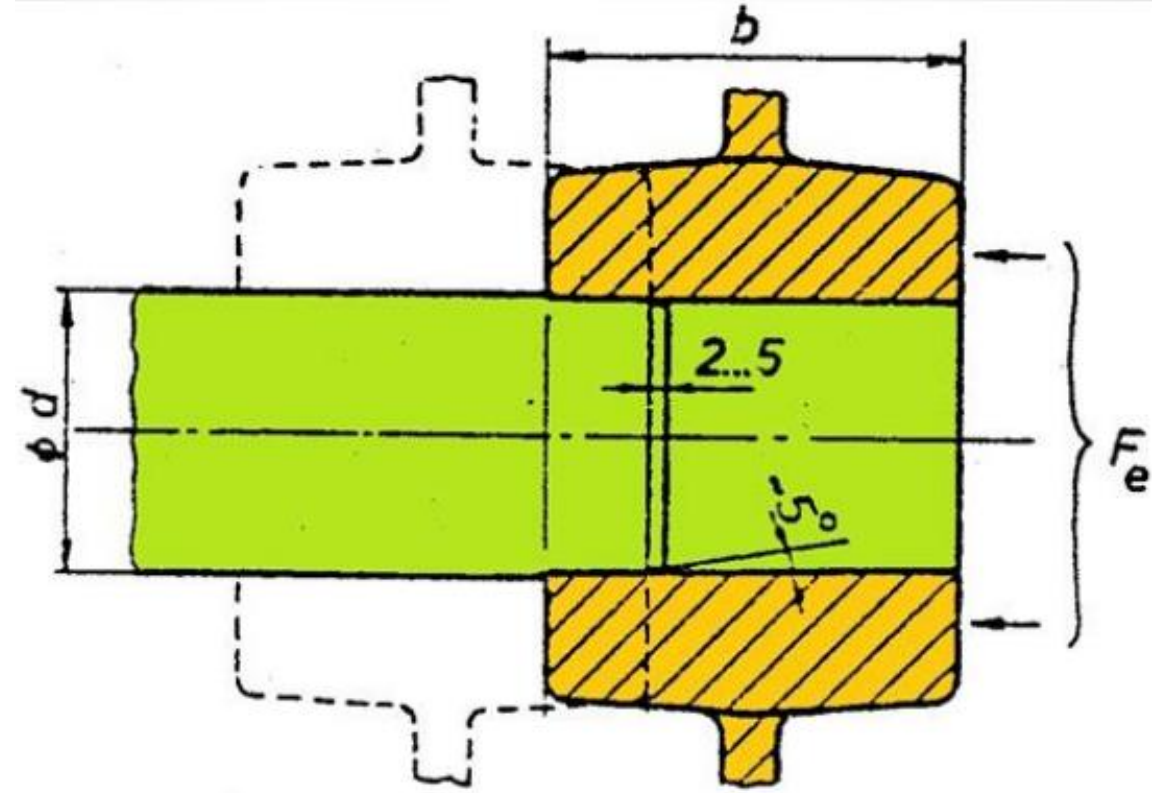
$$F_{\text{ö}} = \frac{k \cdot M_d}{i \cdot \mu \cdot d}$$

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

# 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.



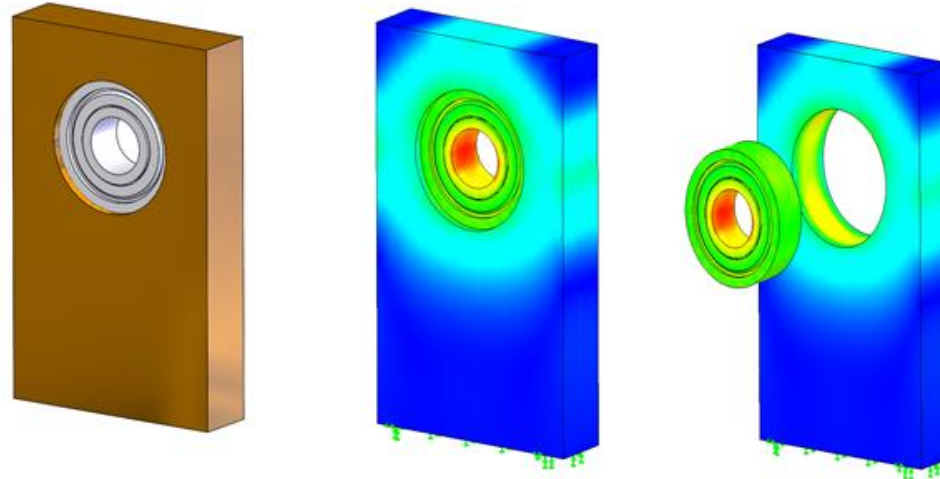
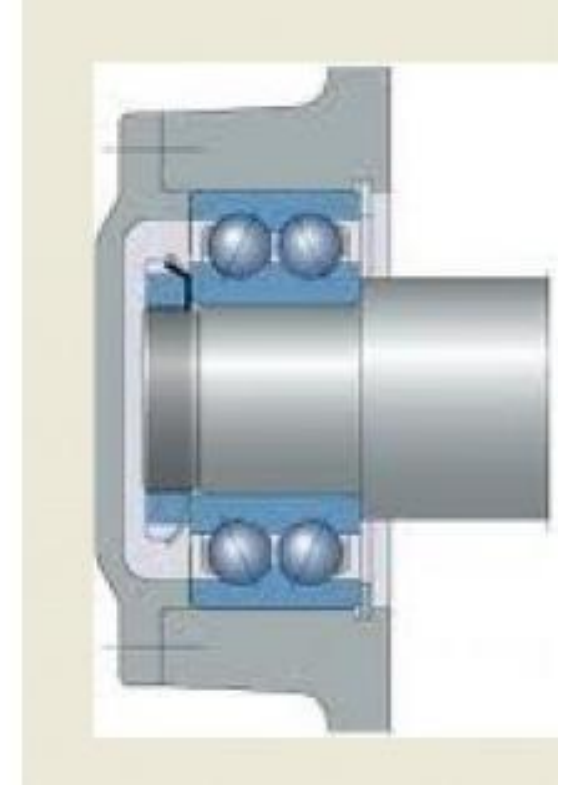




Mile veya göbeğe kama kanalı, pim deliği açılmadığı için çentik etkisi yoktur.

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.

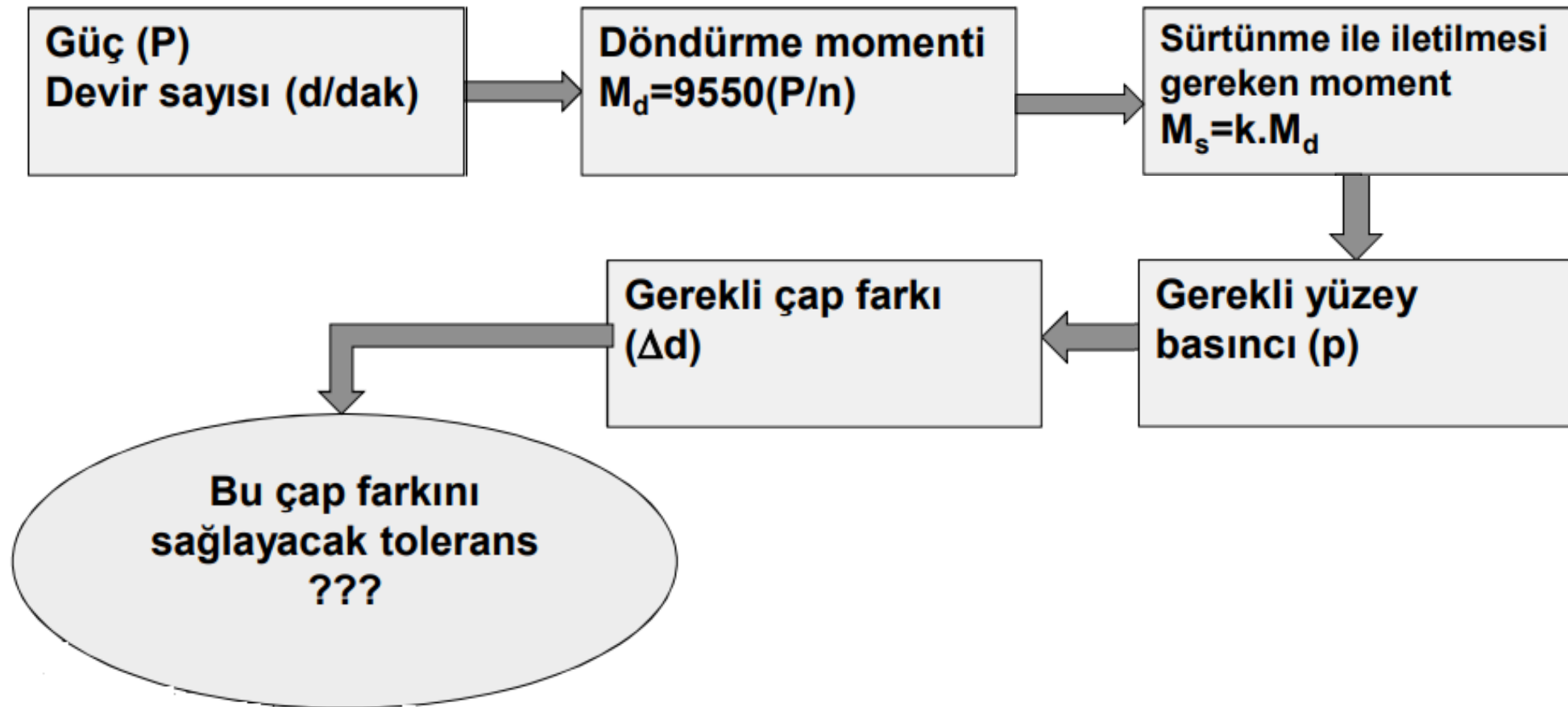


## BOYUNA PRES GEÇMELER

Parçaların montajında parçalar presle yada çakılarak yapılır.

## ENİNE PRES GEÇMELER

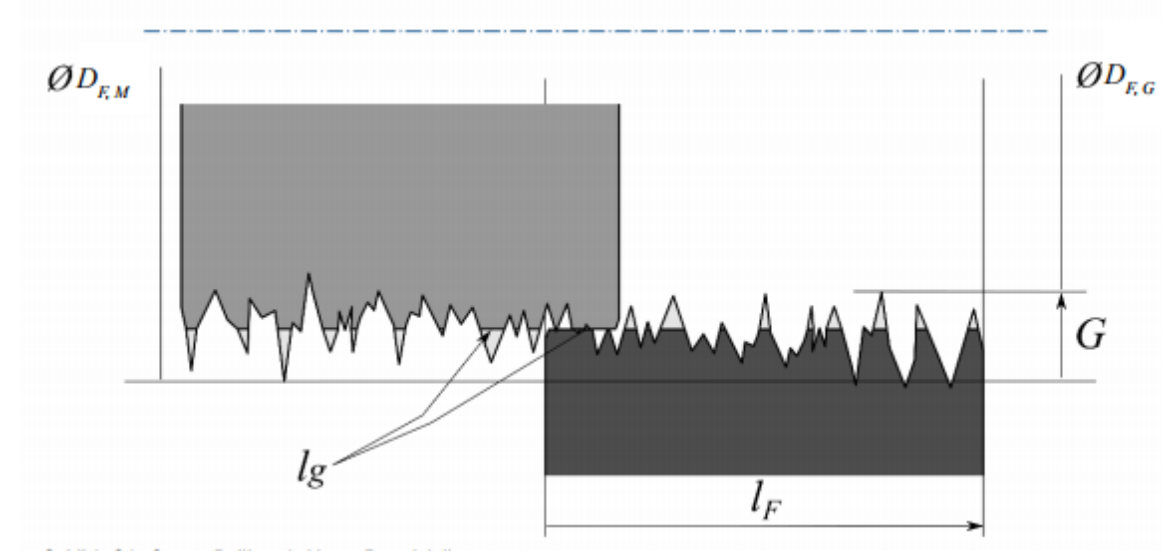
Parçaların montajı, herhangi bir şekilde parçalar arasında oluşturulan boşlukla sağlanır (ısıtma-soğutma)

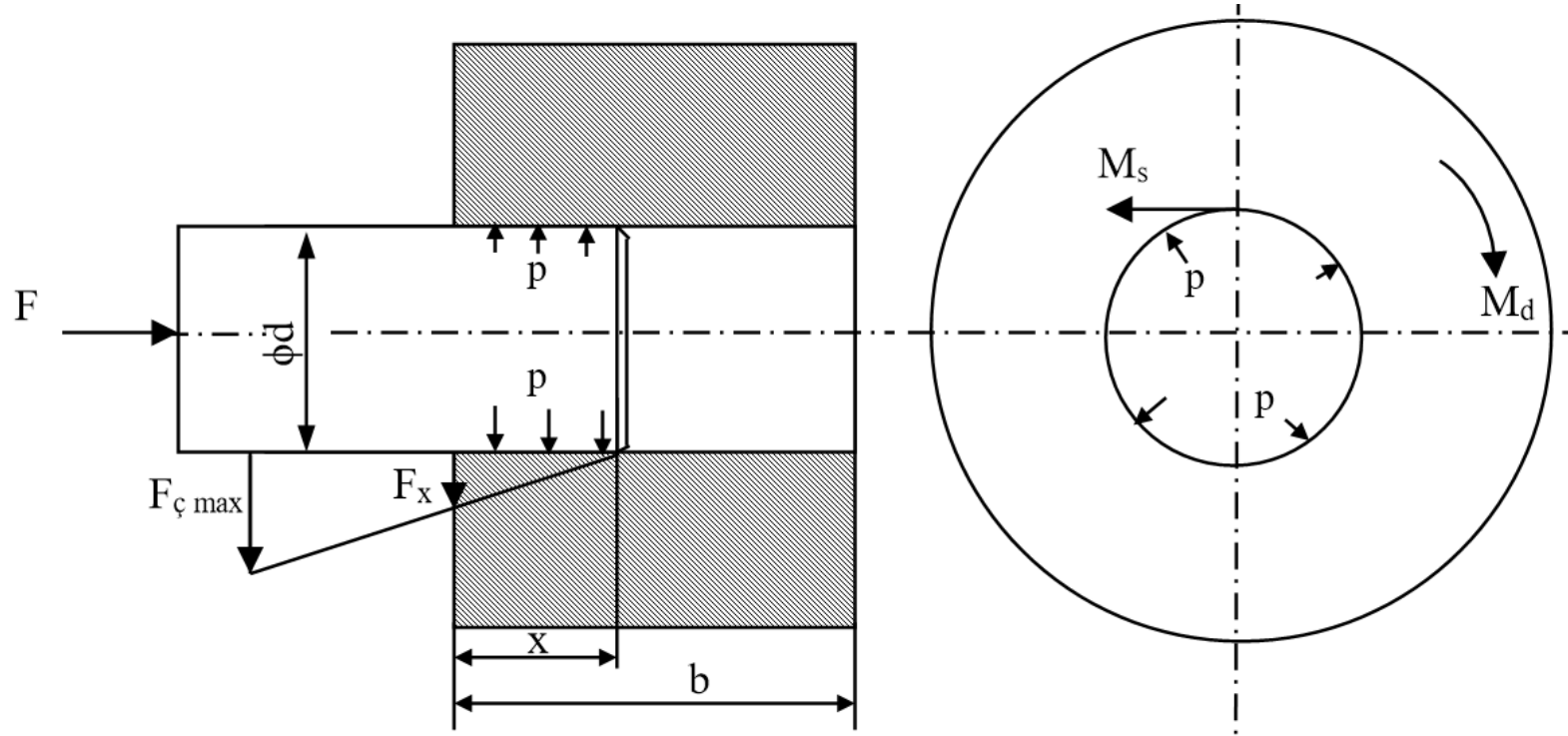


# BOYUNA PRES GEÇMELER

Parçalar birbirine çekiçle vurularak veya presle takılır. Çakılma sırasında yüzeylerdeki pürüzlerin bir kısmı ezilir. Parçalar sökölüp, ikinci bir defa takıldığında, geçmenin ileteceğı 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.





Eksenel yönde uygulanması gereken çakma kuvveti  $x$  mesafesi ile orantılıdır.

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

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

Maksimum eksenel kuvvet: .....

Bu aksenal 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.**

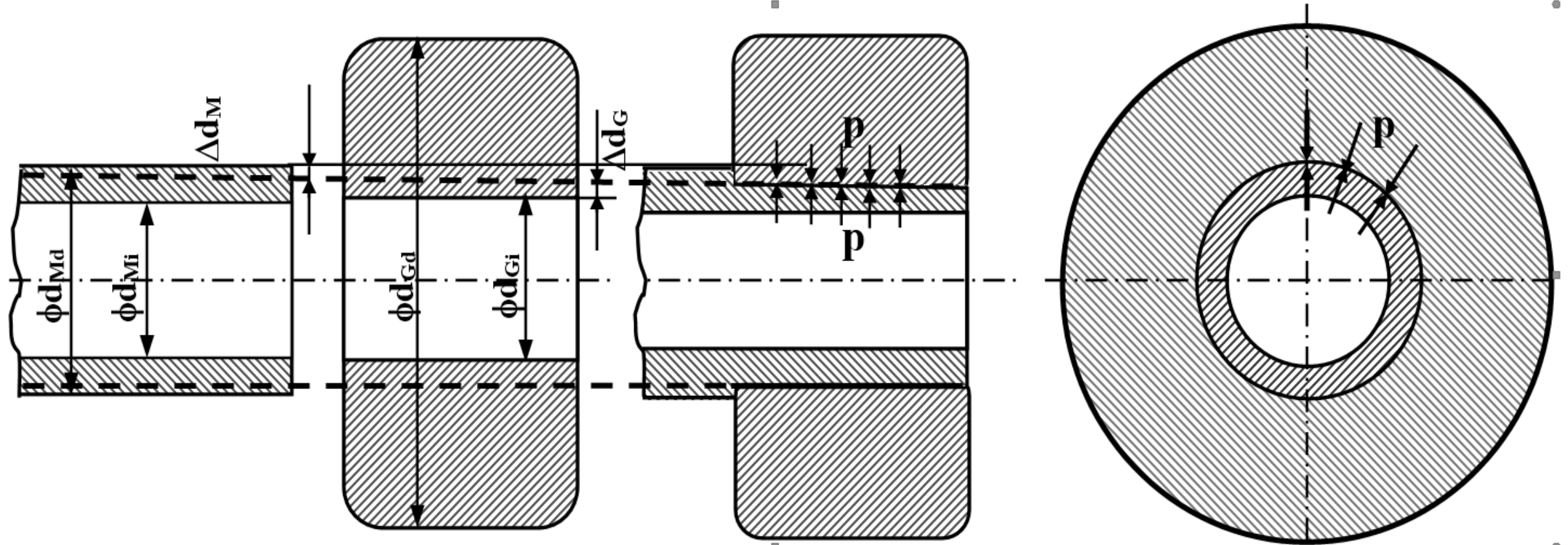
# ENİNE PRES GEÇMELER







## PRES GEÇMENİN HESABI



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

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 aksenal 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)

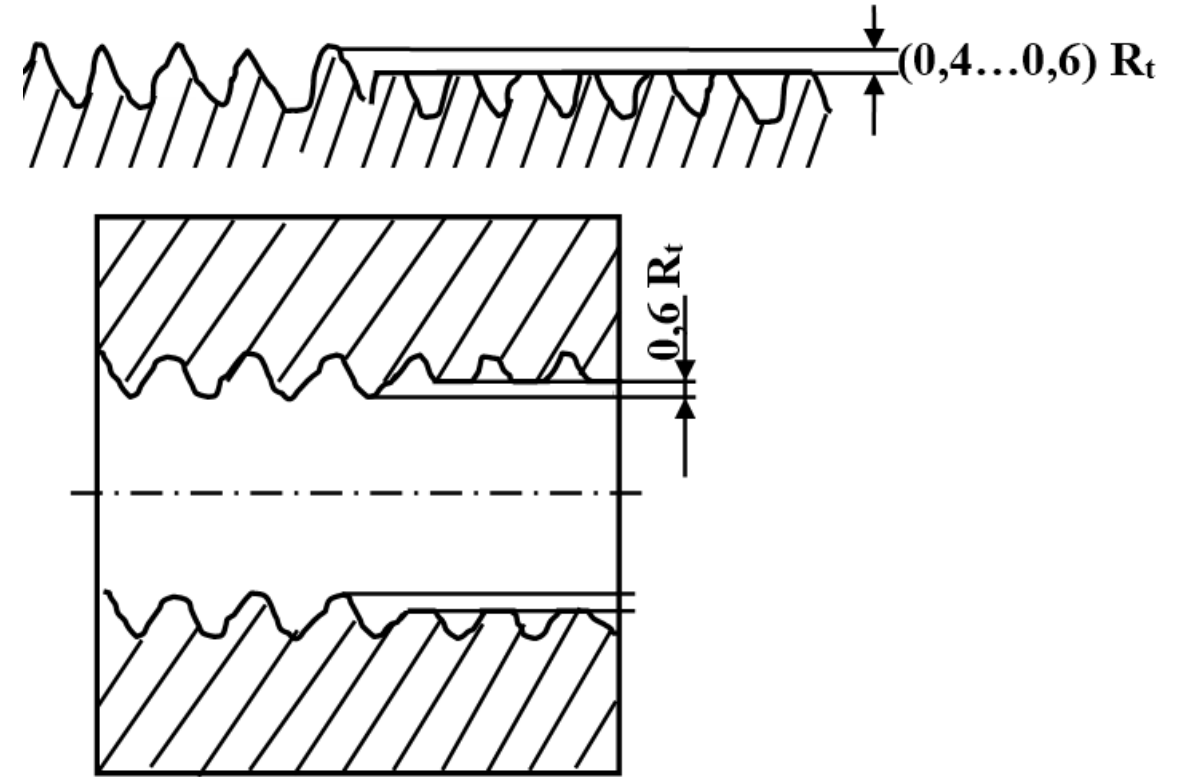
$$Q_G = \frac{d_m}{d_g}$$

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

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 ( $\Delta U$  kadarı) kaybolacaktır.



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

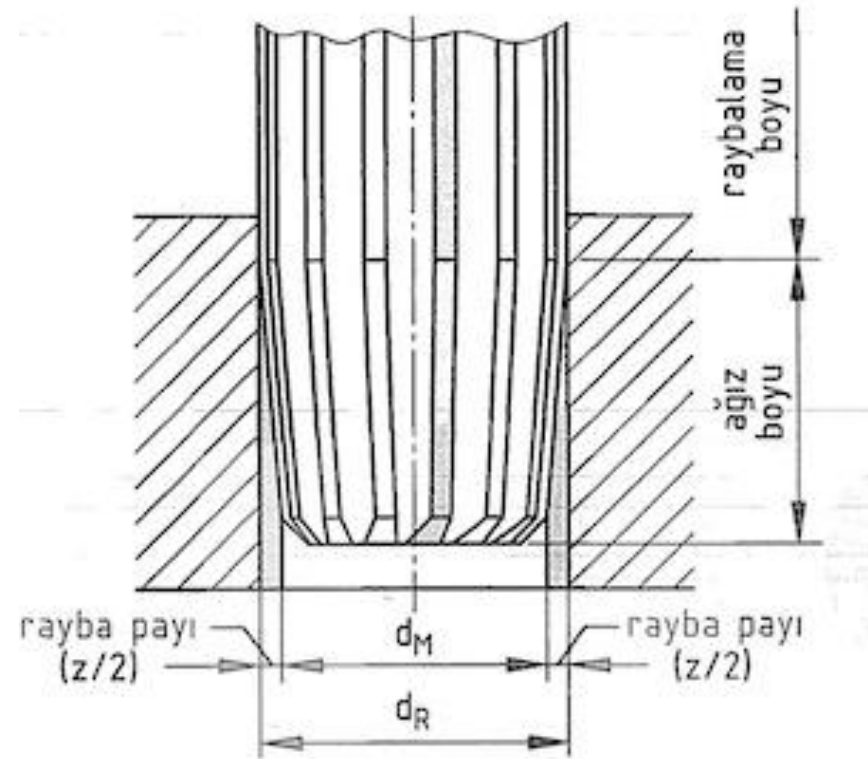
Ezilme miktarı  $0,6 R_t$  alınır

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

## Yüzey pürüzlülüklerinin işleme şekline göre yaklaşık değerleri:

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

**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.



# TOLERANS SEÇİMİ

**UYGULAMA ÖRNEKLERİ**



# TOLERANS SEÇİMİ

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

*DIN 7161*

Çap Basamakları mm olarak (Nominal Size Range in mm)	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

# TOLERANS SECİMİ

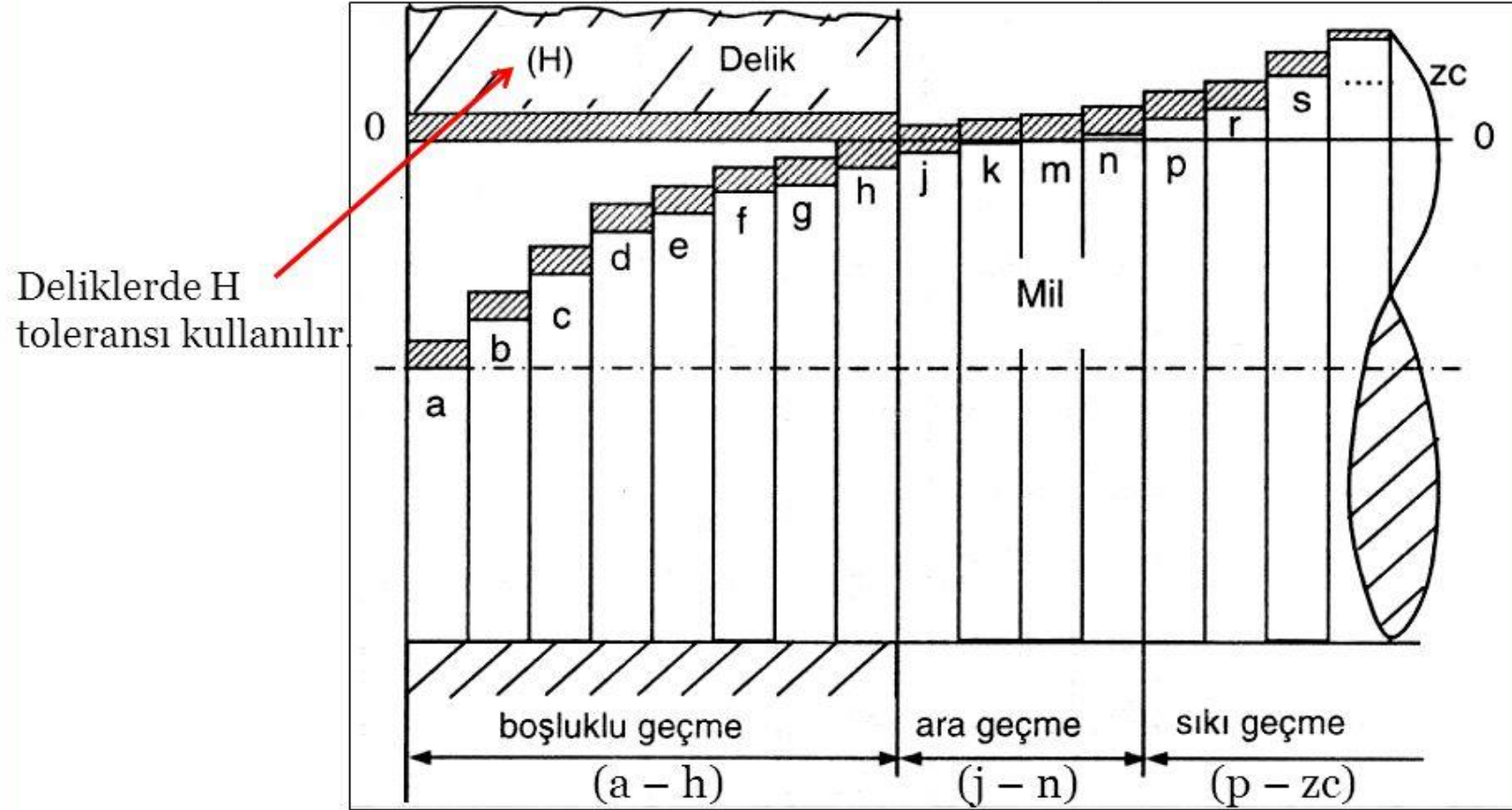
Mil Ölçü Toleransı (Tolerances for outside dimensions (Holes))

DIN 7161

Çap Basamakları mm olarak (Nominal Size Range in mm)	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



### Birim Delik Sisteminde Geçmeler (Mil Toleransları)

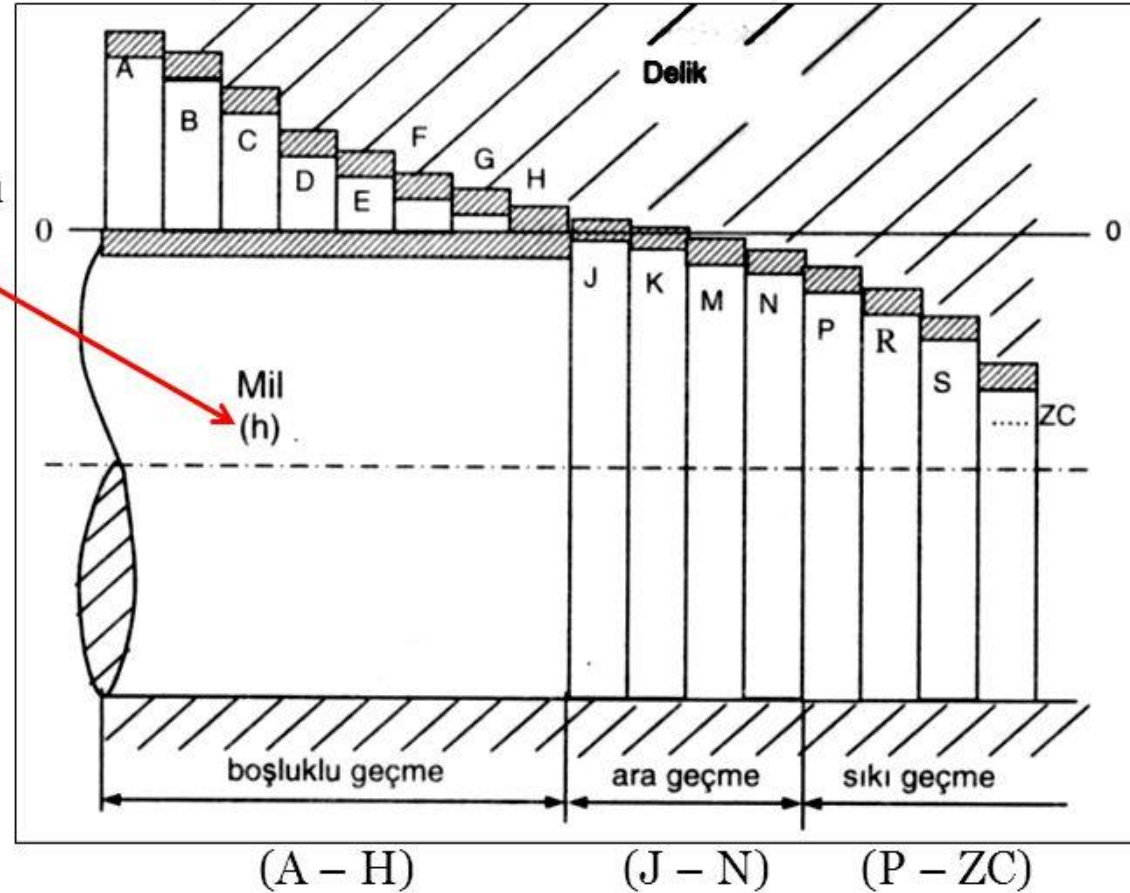


Birim Delik sisteminde deliğin toleransı sabit kabul edilir ve çeşitli geçmeler elde etmek için milin tolerans bölgesi değiştirilir.

### Boyut Toleransı

### Birim Mil Sisteminde Geçmeler (Delik Toleransları)

Millerde h toleransı kullanılır.



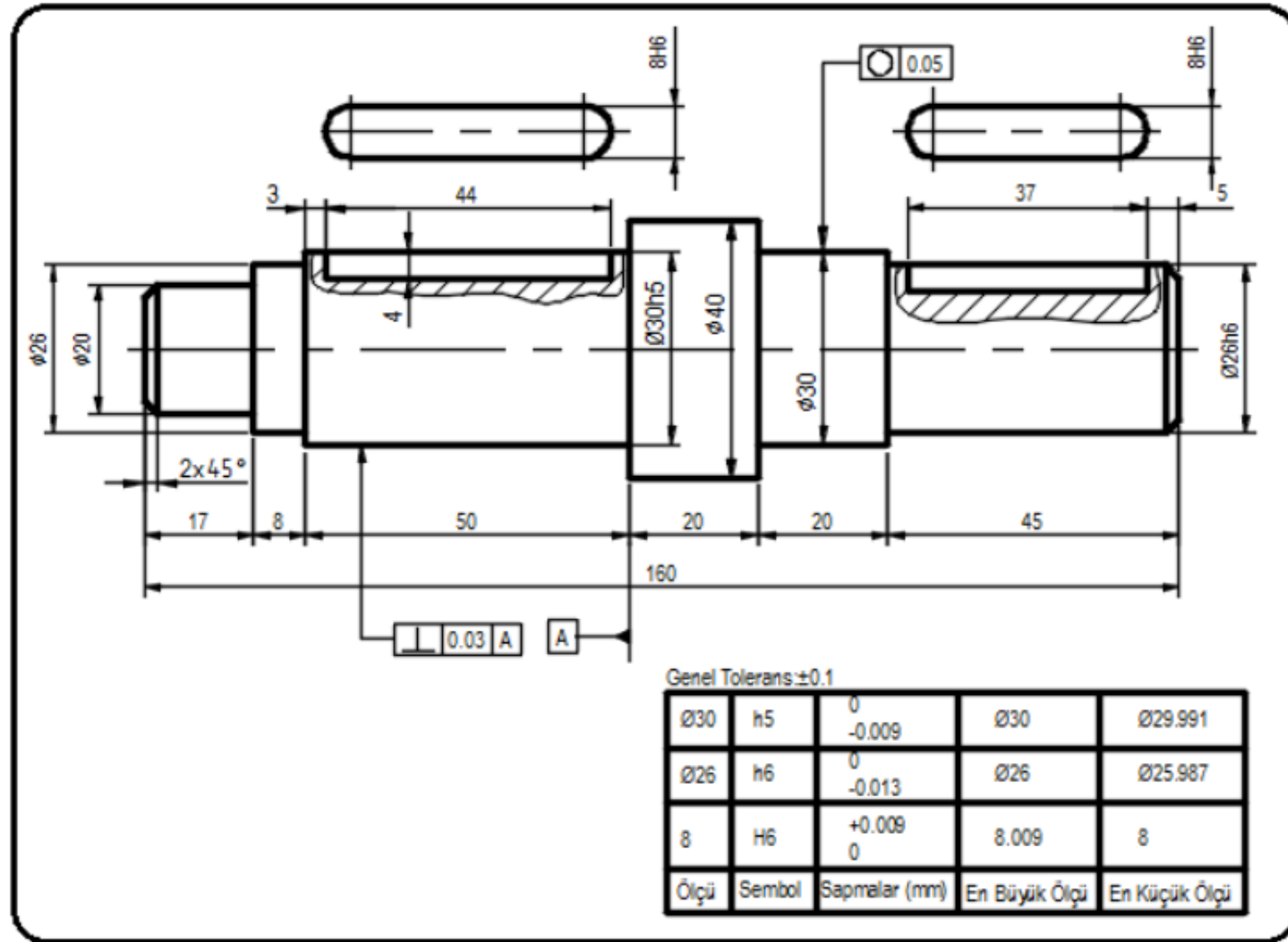
Birim Mil sisteminde milin toleransı sabit kabul edilir ve deliğin tolerans bölgesi değiştirilir.

### Boyut Toleransı

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

Makina imalatında geçme örnekleri

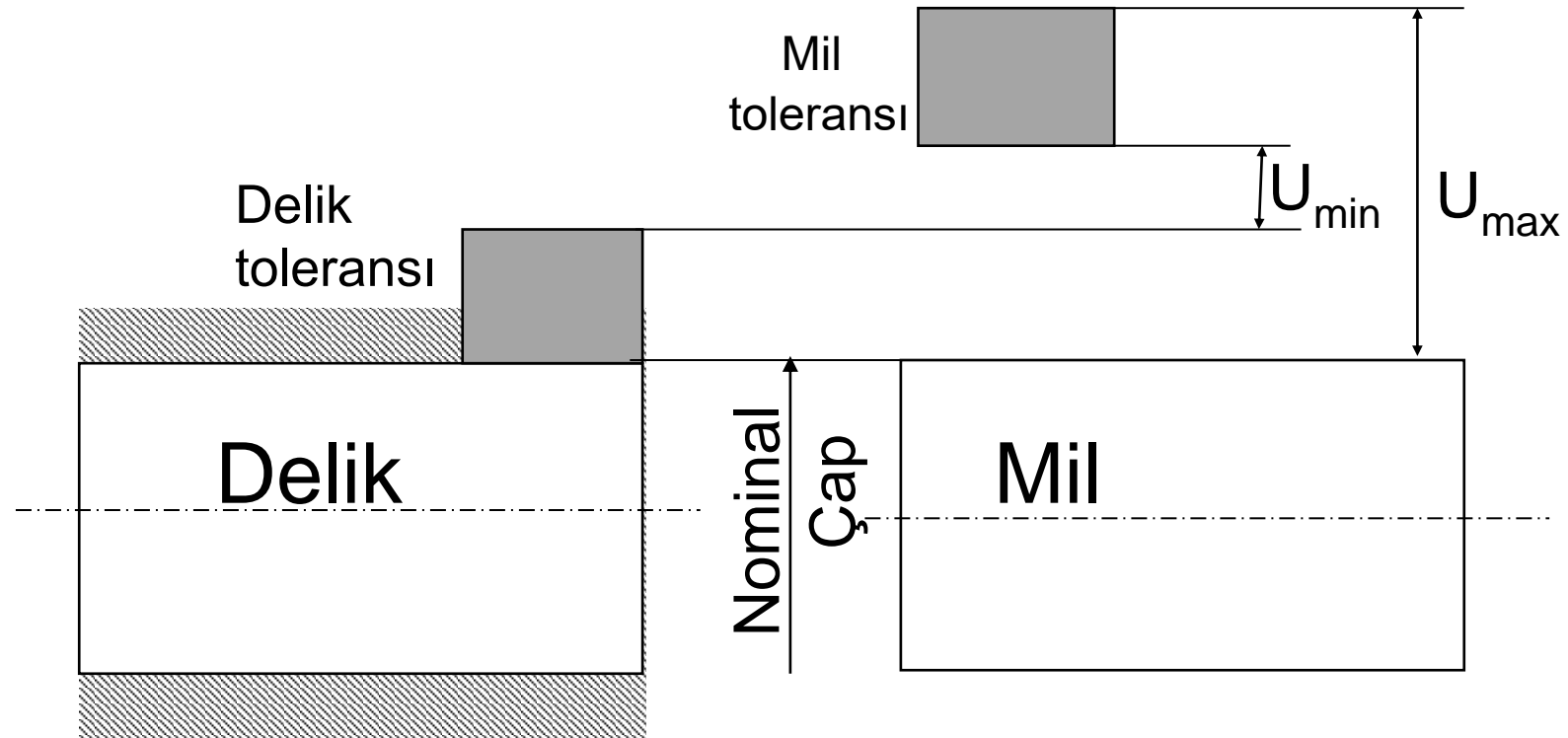
Birim delik sistemi	Birim mil sistemi	Geçme şekli
H7/h6 H7/f6 H7/g6 H8/d9 H8/e8 H9/d9	H7/h6 F7/h6 G7/h6 D9/h8 E8/h8 D9/h9	Boşluklu geçme <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Elle montaj</li><li>▪ Mil üzerine sürülen çarklar, kavrama yarıları</li><li>▪ Pistonlar</li></ul>
H7/k6 H7/j6 H7/n6 H7/m6	K7/h6 J7/h6 N7/h6 M7/h6	Ara geçme <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Çekiçle montaj</li><li>▪ Millere geçirilen göbek ve yataklar</li><li>▪ Sıkça sökülen parçalar</li></ul>
H7/p6 H7/s6 H7/r6 H7/u6	P7/h6 S7/h6 R7/h6 U7/h6	Sıkı geçme <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Presle veya göbek ısıtılarak montaj</li><li>▪ Dişli göbekleri, tekerlekler, kamasız geçirilen mil montajı</li><li>▪ Yüksek gerilme altında kalan bütün parçalar</li></ul>





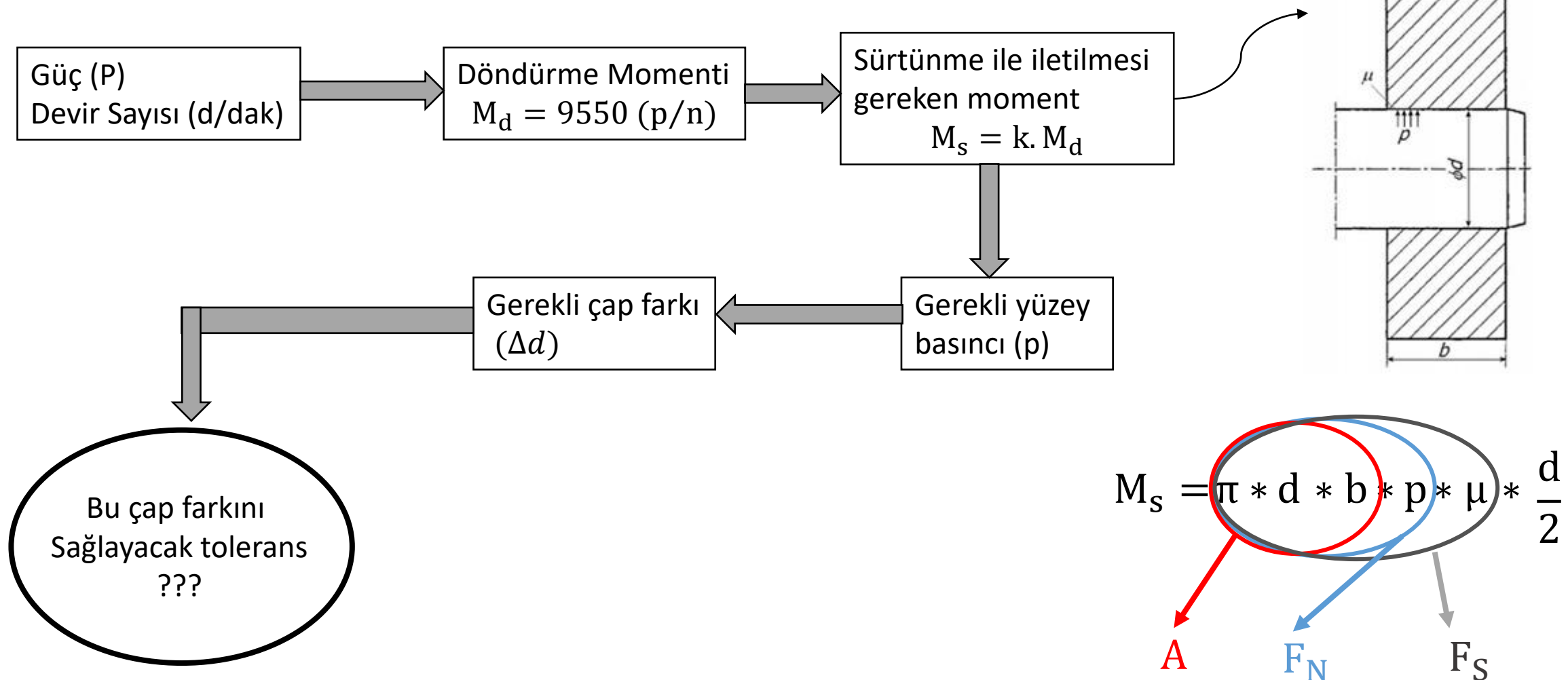
## SIKI GEÇMEDE TOLERANS SEÇİMİ

Sıkı geçme bağlantılarında hesapla bulunan  $U_{\min}$  sıkılık ölçüsü, mil ve deliğe verilecek toleranslarla sağlanacaktır.

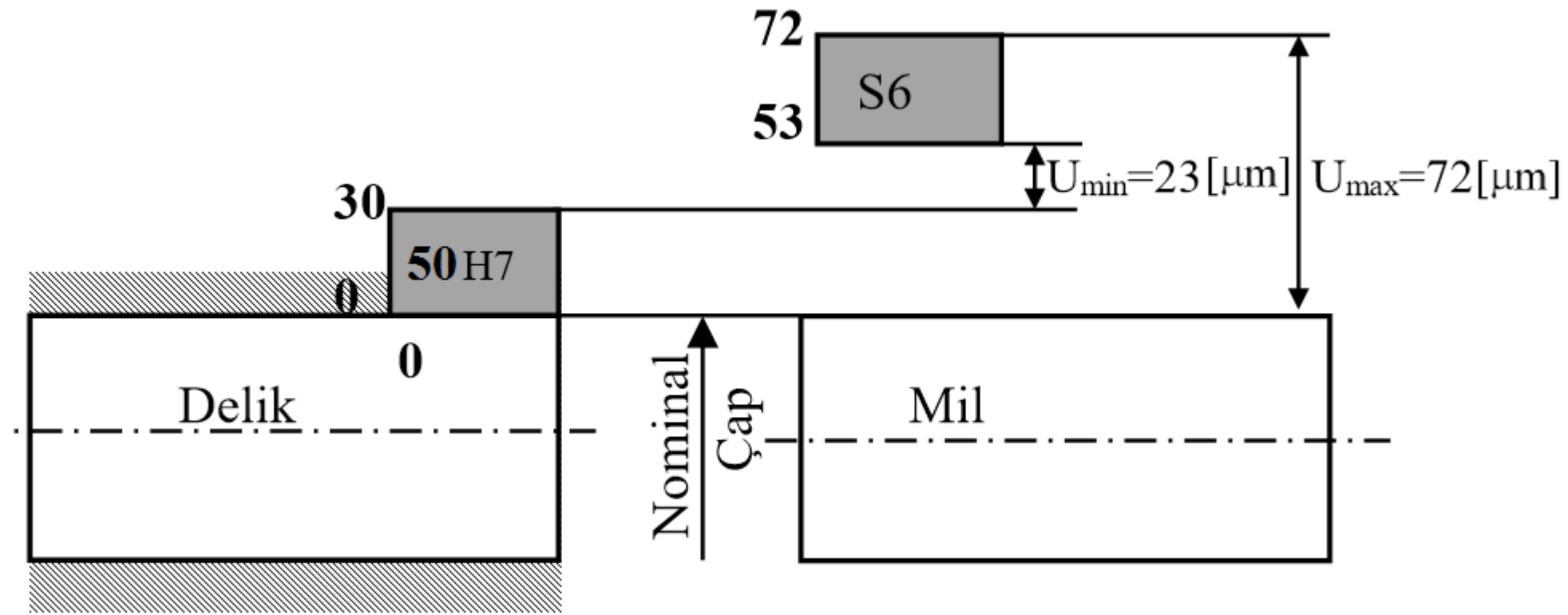


## Hesap Esasları

### Sürtünme ile iletilebilecek moment



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



$U_{\min}$  sıklık ölçüsü hesaplanan değere eşit veya ondan büyük olmalıdır.

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

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

değeri ile

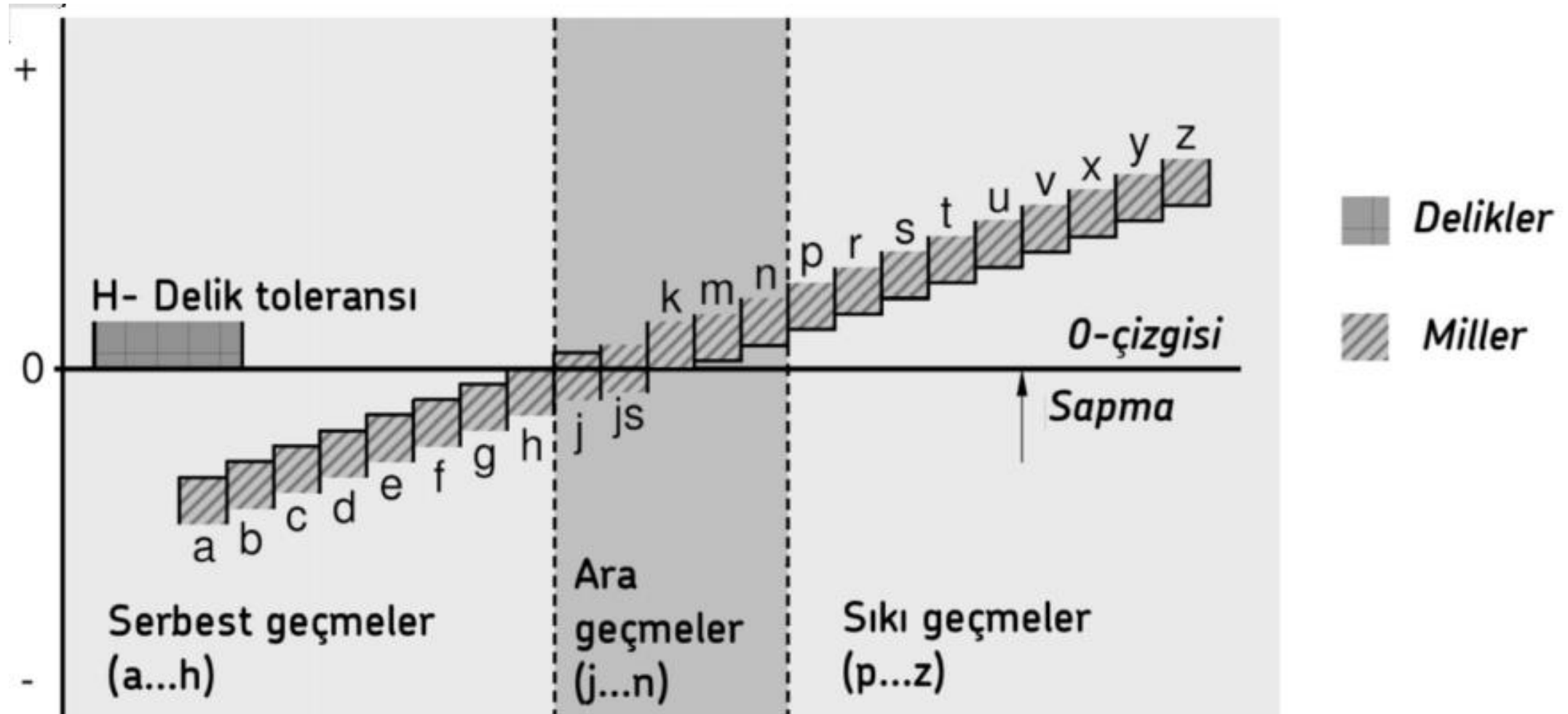
$$U_{\max} = Z_{\max} + \Delta U$$

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

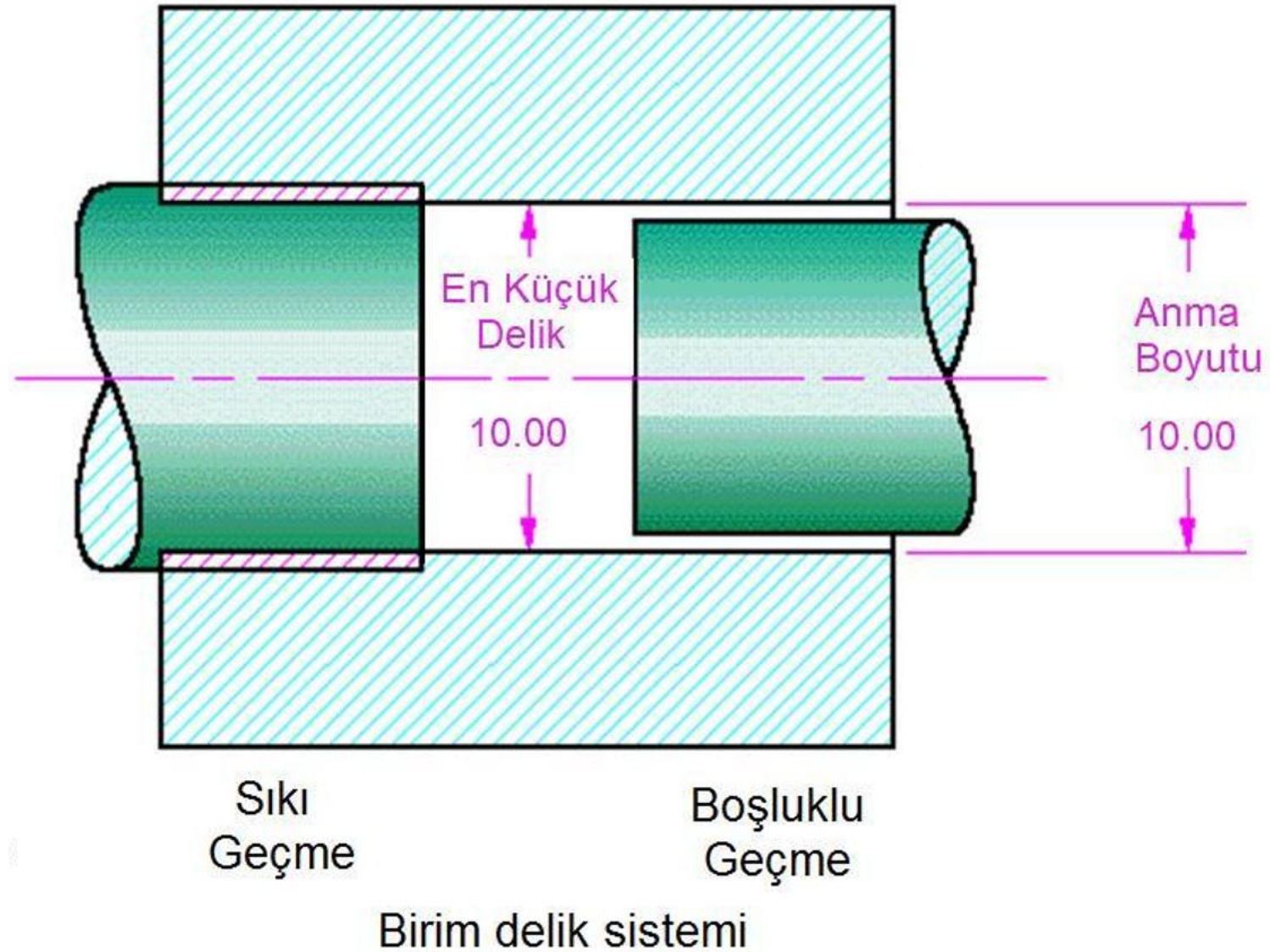
$U_{min}$  ve  $U_{max}$  değerleri ile tolerans bölgesi  $T_p$ ;

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

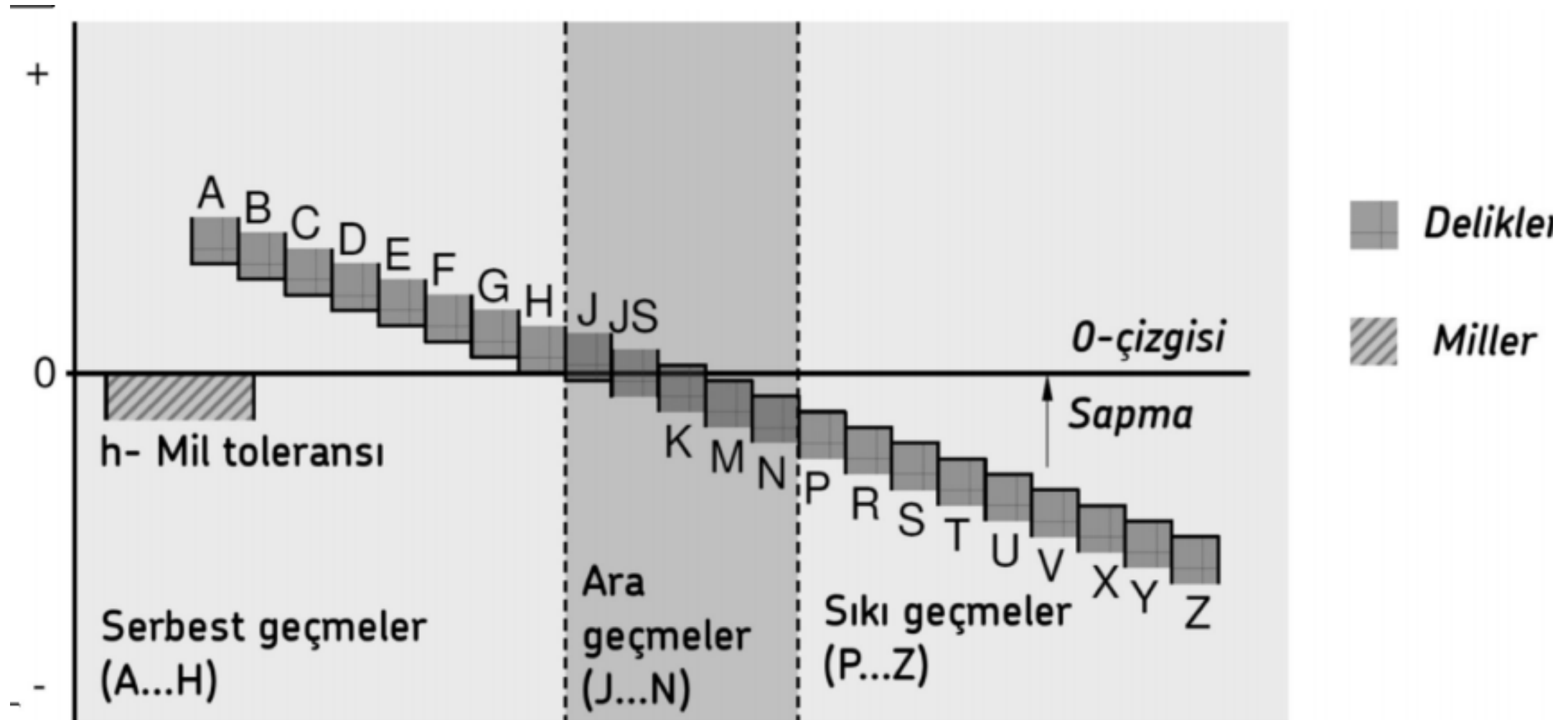
## Geçmeler (Birim DELİK sistemi)







## Geçmeler (Birim MİL sistemi)

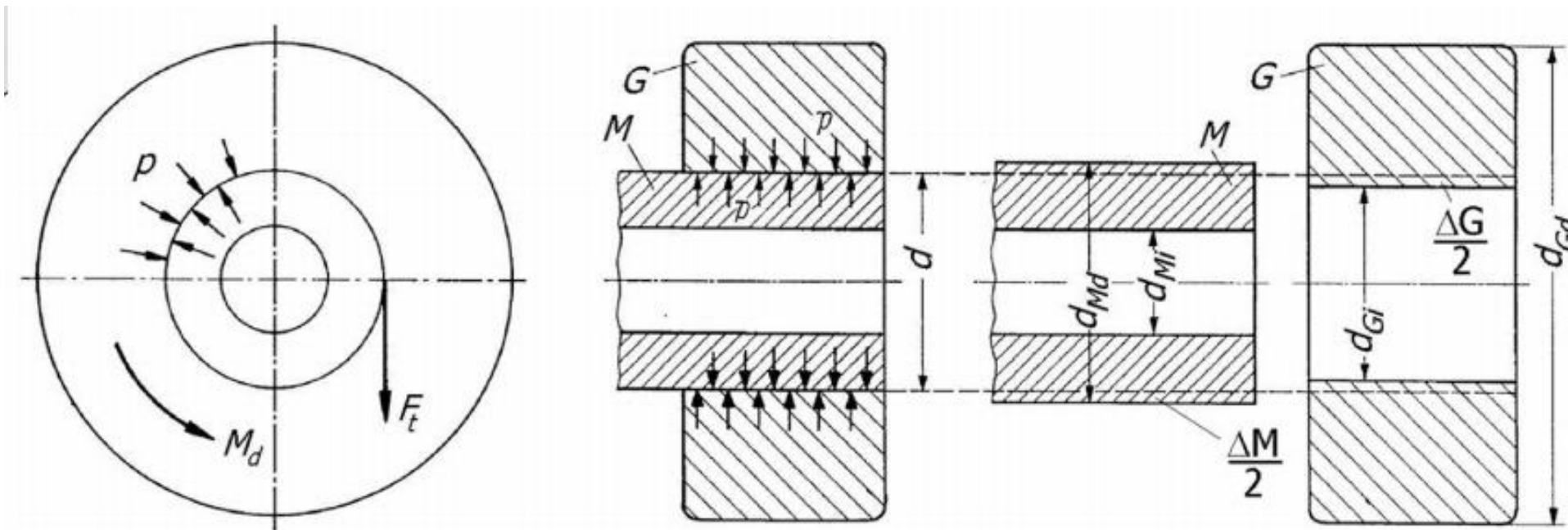


# Pres Geçmelerde Mukavemet Hesapları

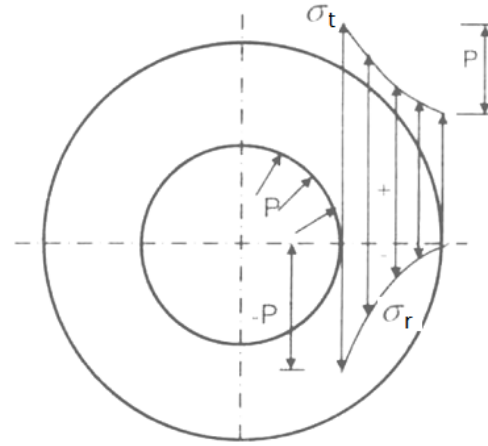
Elde edilen sıkılık, imalatla elde edilecek boyutlara göre bir üst değerle bir alt değer arasında olacaktır.

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

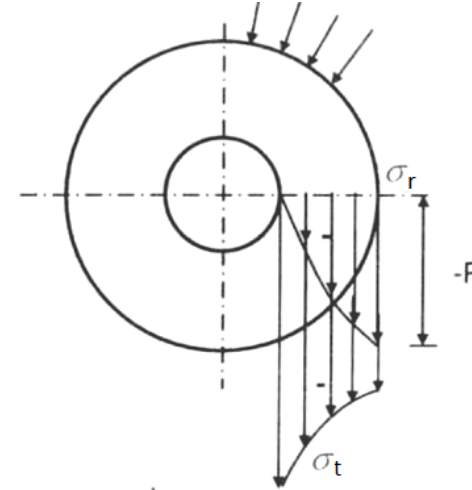
Burada üç eksenli gerilme hali söz konusudur. Ancak silindir eksenine doğrultusundaki gerilmelerin değeri küçük olduğundan ihmal edilir.



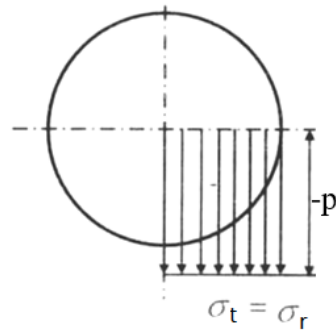
Göbek ve mildeki gerilmelerin dağılımı aşağıda gösterilmiştir.



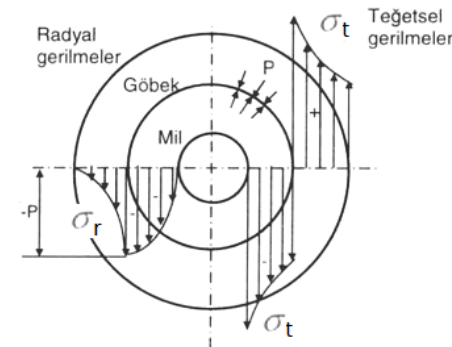
Göbekte radyal ve teğetsel gerilmeler



İçer boş milde gerilmeler



Dolu milde gerilmeler



Göbek ve milde gerilmelerin dağılımı

Pres Geçmelerde Gerilme Dağılışı

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

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

Göbek dış yüzeyinde

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

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

$$\sigma_{eş} = -p = \sigma_{\max}$$

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



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

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

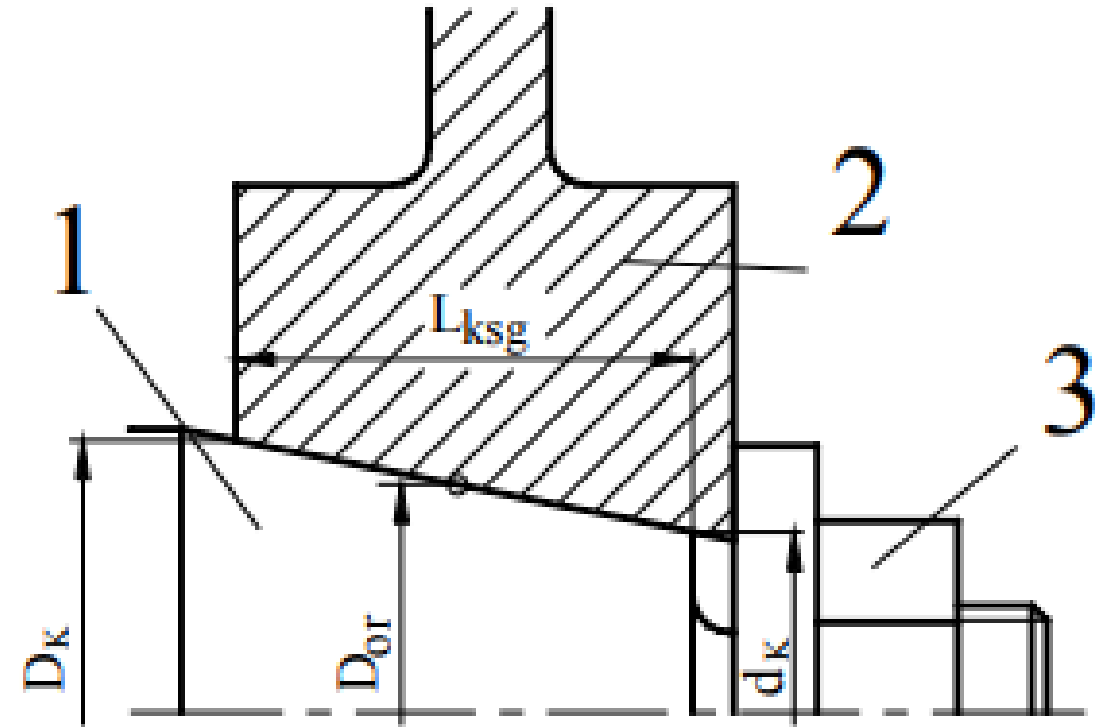
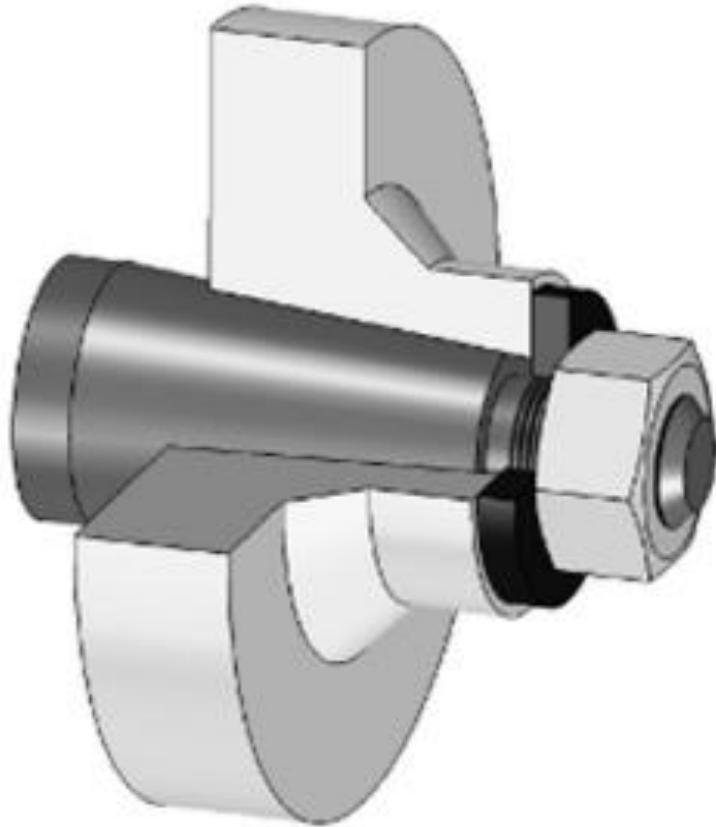
$U_0 \rightarrow$  Çakılmayı sağlayacak boşluk  $U_0 = \frac{d}{1000}$

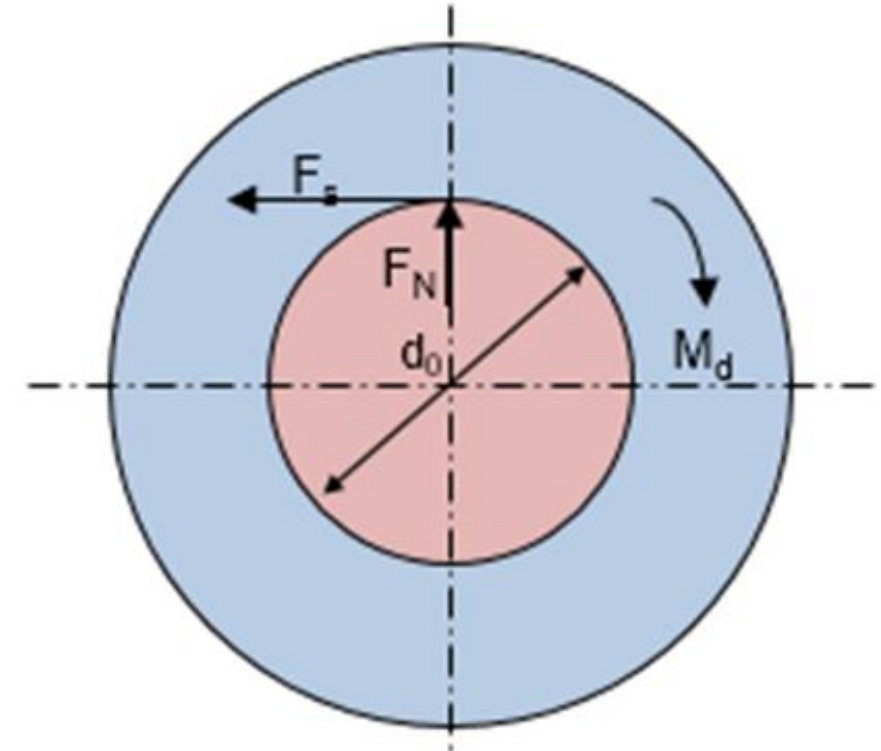
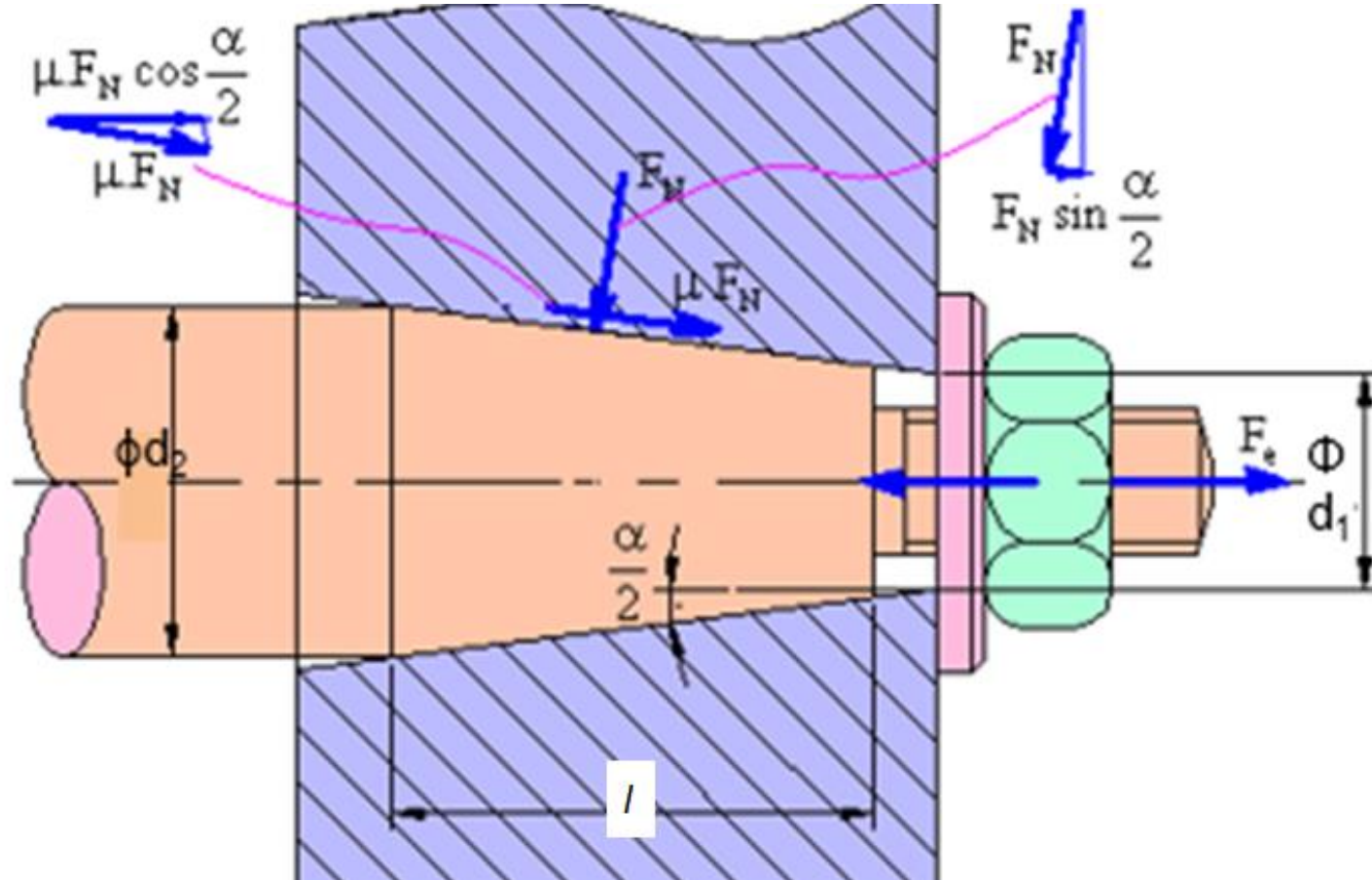
$U_{\max} \rightarrow$  İki parça arasındaki gerçek sıkılık.

Bazı malzemelerin ısı genleşme katsayıları aşağıda verilmiştir.

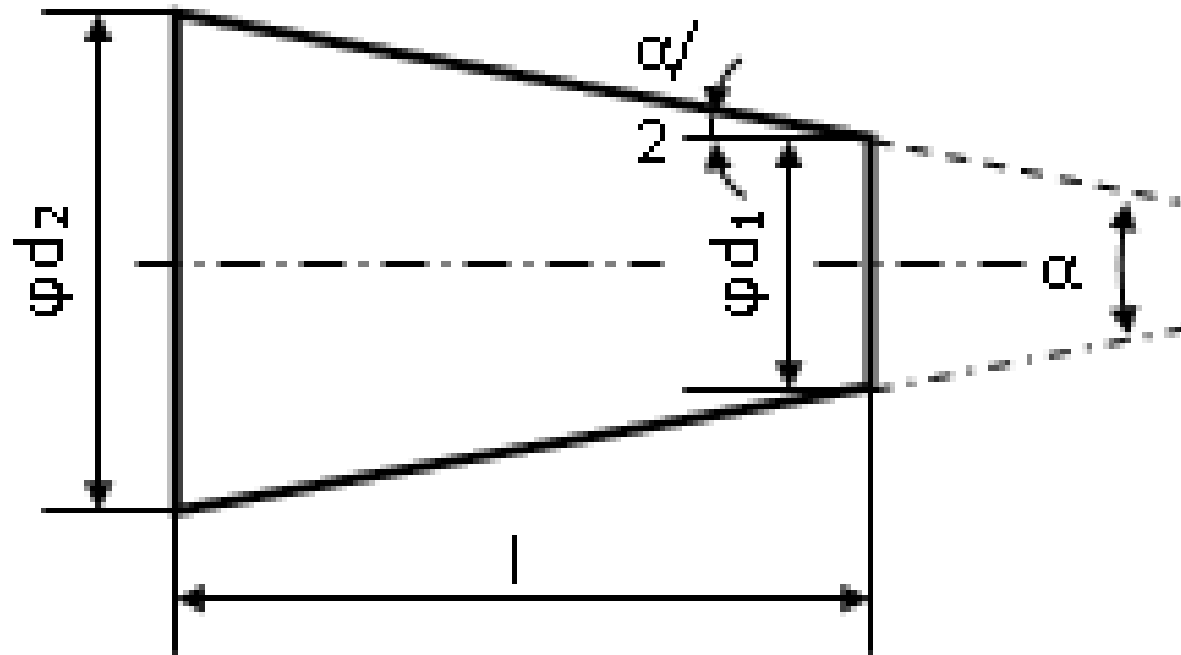
Isıl genleşme katsayısı $[1/^\circ\text{C}]\alpha$		Soğutmada	
Çelik	$11 \cdot 10^{-6}$	Çelik	$-8.5 \cdot 10^{-6}$
Dökme Demir	$(9..10) \cdot 10^{-6}$	Dökme Demir	$-8 \cdot 10^{-6}$
Pirinç	$18 \cdot 10^{-6}$	Pirinç	$-16 \cdot 10^{-6}$
Alüminyum	$23 \cdot 10^{-6}$	Alüminyum	$-18 \cdot 10^{-6}$

# KONİK GEÇMELER





## Tarifler



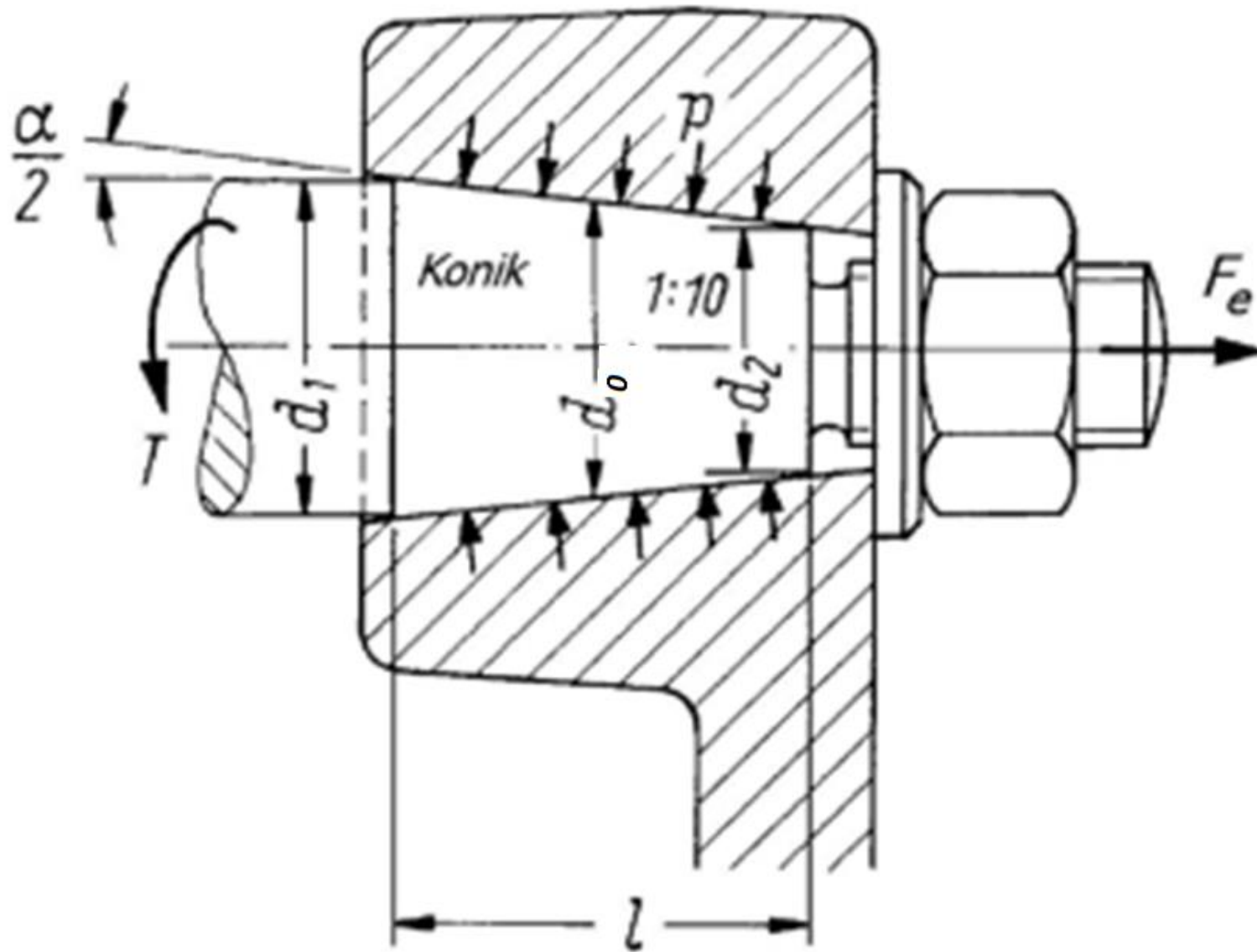
Eğim  $\rightarrow \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2.l}$

Koniklik açısı

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

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





$$M_S > M_d$$

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

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

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

# P Basıncını sağlayacak çakma kuvveti

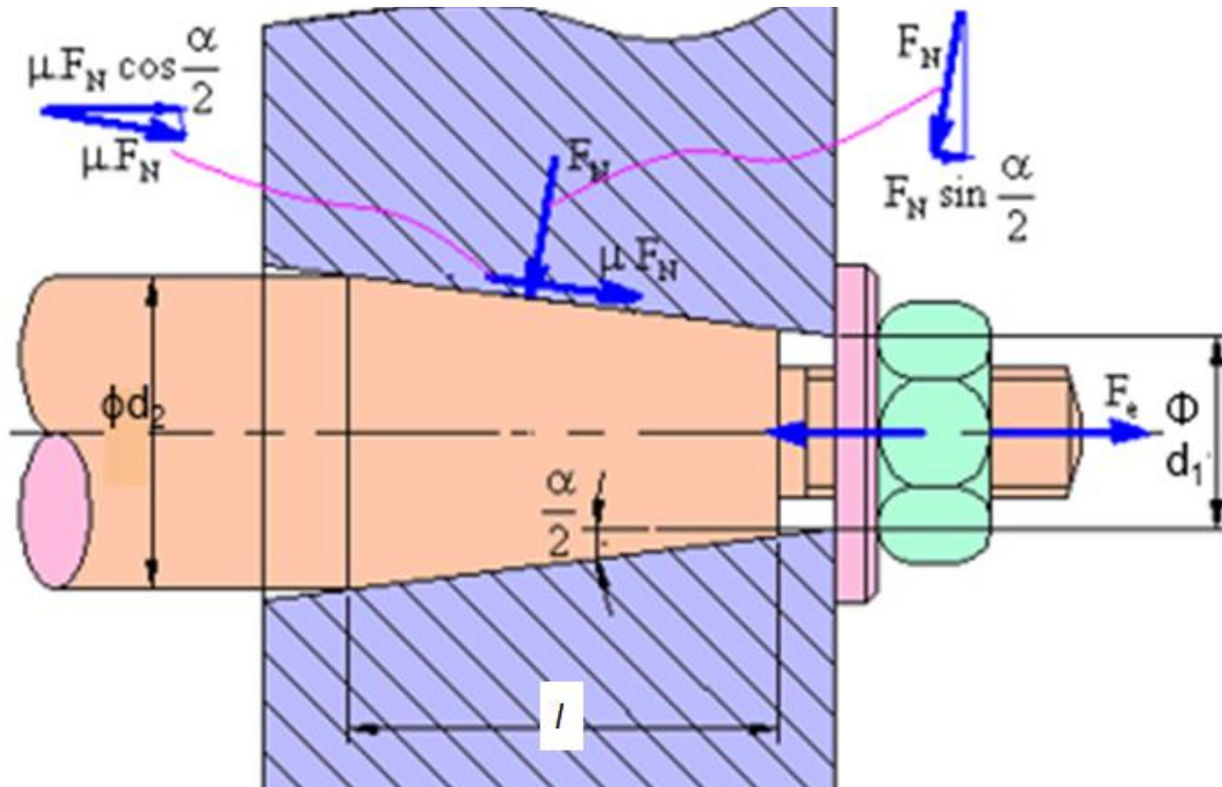
$M_S > M_d$  ilişkisinden;

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

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

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

yatay kuvvetlerin dengesinden;



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

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

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

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

Sökme halinde;

$$F_{e\check{c}} \geq F_N \left( \sin \frac{\alpha}{2} - \mu \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

# Otoblokaj özelliği

$F_e$  pozitif ise  $F_{es}$  negatif olmalıdır.

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

ve  $\frac{\alpha}{2} < \rho$  şartını oluşturur.

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

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

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

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

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