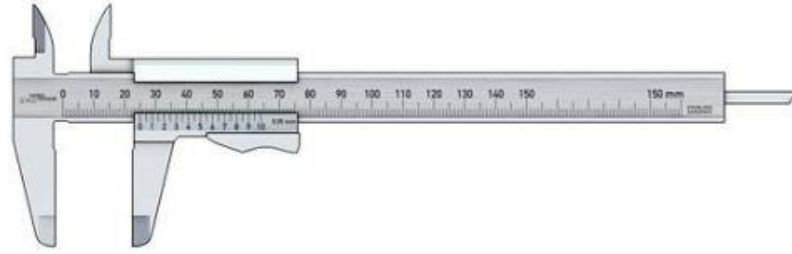


BU DERS SUNUMUNDAN EDİNİLMESİ BEKLENEN BİLGİLER

- ✓ Tolerans kavramının anlaşılması
- ✓ ISO Tolerans Sistemi
- ✓ Geçmeler
- ✓ Toleransın mastarlarla kontrolü
- ✓ Tolerans hesaplamalarının nasıl yapıldığının anlaşılması
- ✓ Şekil toleranslar ve yüzey kalitesi kavramlarının öğrenilmesi

TOLERANS KAVRAMI?

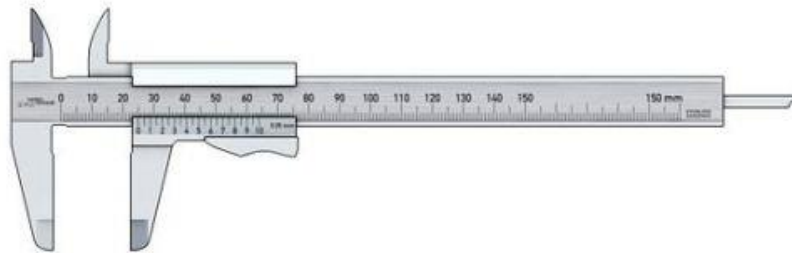
SORU: Neden Toleranslara Gereksinim Duyuluyor?



TOLERANS KAVRAMI?

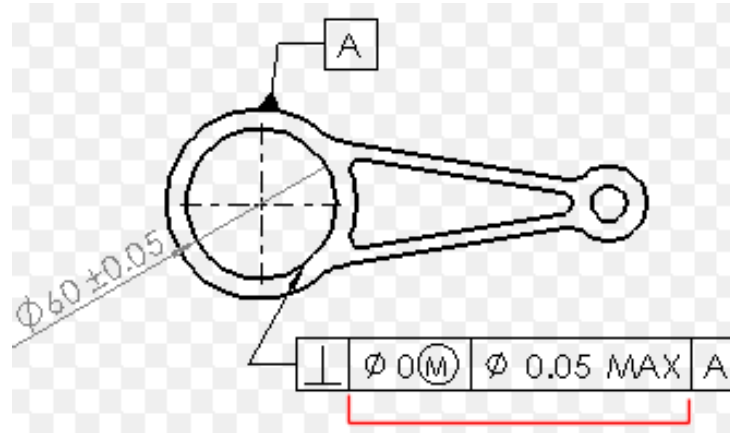
SORU: Neden Toleranslara Gereksinim Duyuluyor?

Tasarım ve üretim süreci arasında boyut ve yüzey kalitesinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Üretilen ürünün beklenen fonksiyonu gerçekleştirebilmesi, ekonomik olarak işlenebilmesi amaçlanırken üretilen parçalar teknik çizim ile farklılıklar gösterebilir. Bu farklılığa rağmen hata miktarı belirlenen iki limit değer arasında ise ürünün beklenen işlevi yerine getirebileceği söylenir. Bu iki limit arasındaki fark Tolerans olarak adlandırılan kabul edilebilir sapma miktarıdır.



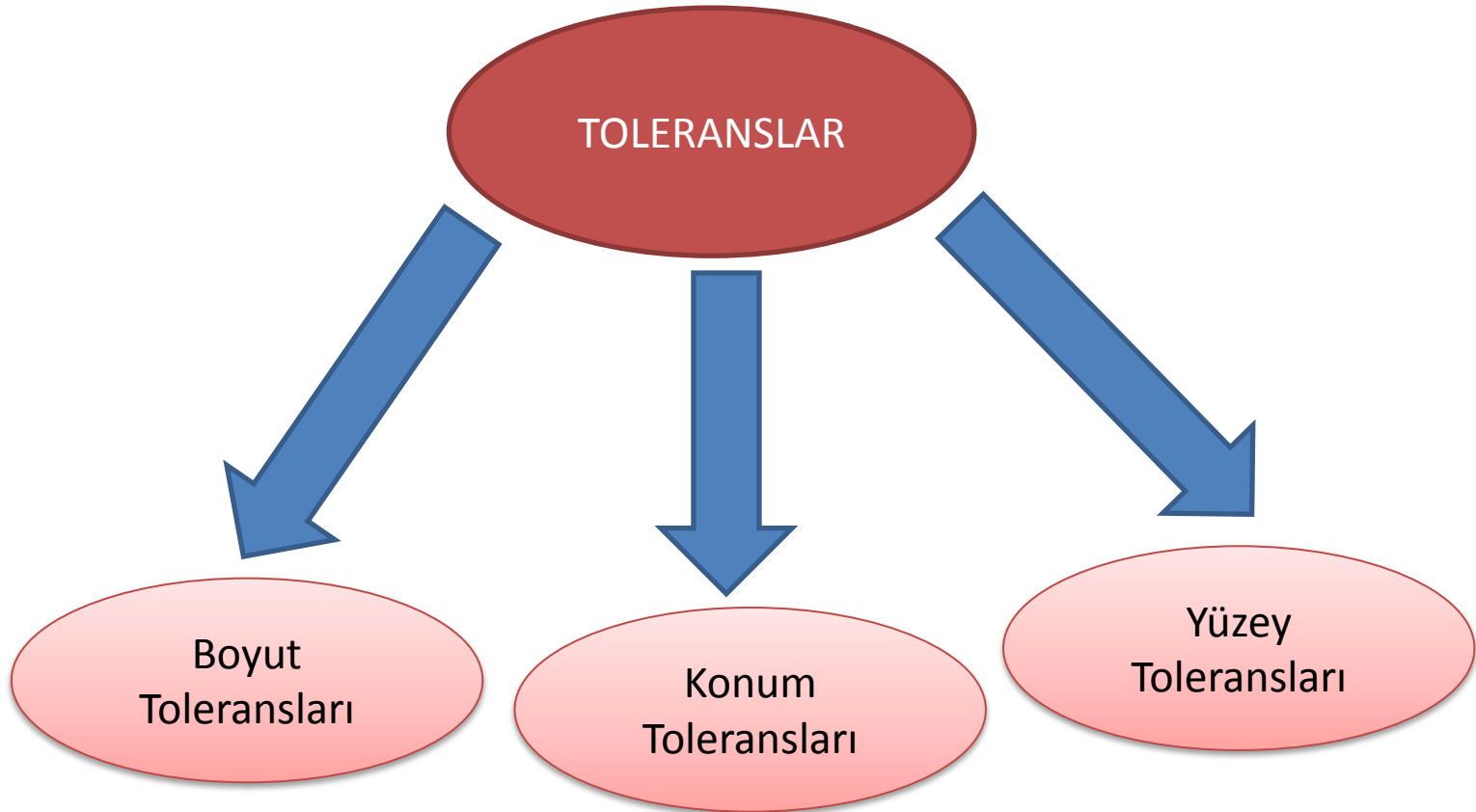
TOLERANS KAVRAMI?

Üretime gönderilen çizim üzerindeki boyut, şekil ve yüzey özellikleri kesin olarak üretilmesi veya üretilen ürünün bire bir aynısını elde etmek oldukça güç ve masraflı olacaktır. Toleranslar sayesinde fonksiyonunu yerine getiren ve ekonomik üretim sağlanmış olur. Ayrıca toleranslar sayesinde gerektiğinde parçaların değişimine olanak sağlanır.



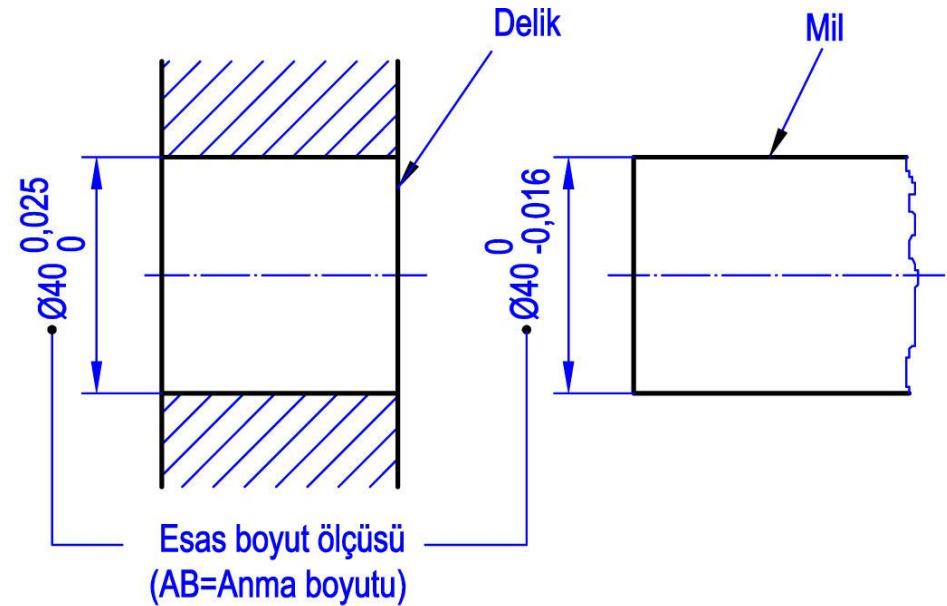
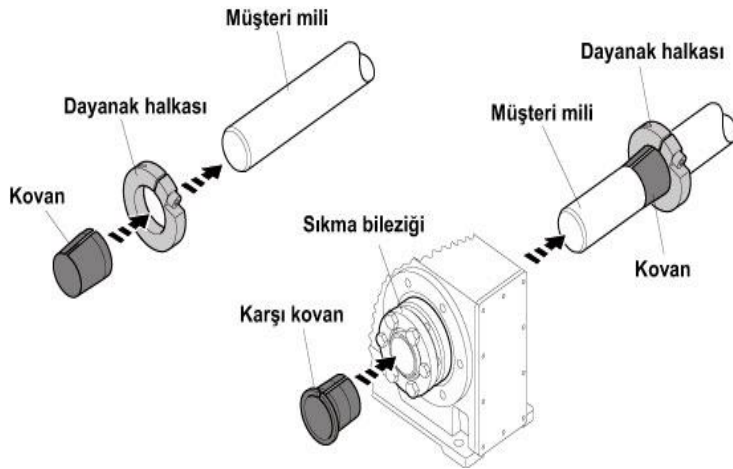
TOLERANS KAVRAMI?

Toleranslar boyut, konum ve yüzey toleransları olmak üzere üçe ayrılır.



TOLERANS KAVRAMI?

Toleranslarla ilgili standartlarda, parça ile ilgili *mil* ve *delik* olmak üzere iki kavram kullanılmaktadır. *Mil* deyimi parçanın dış yüzeyini, *delik* deyimi ise parçanın iç yüzeyini ifade etmektedir.



Boyut: Parçaların büyüklüğünü gösteren sayısal bir değerdir. Burada çap ve uzunlukları kapsayan bir büyüklük olarak tanımlanmaktadır.

Gerçek boyut: Efektif boyut olarak da bilinir ve imalat sonrası ölçme yoluyla elde edilen boyuttur.

Nominal boyut: Parçanın boyutuna en yakın olan standart veya yuvarlatılmış sayı olup referans boyutu olarak tanımlanır. (D_n, d_n)

Sıfır çizgisi: Sapmaların gösterilmesinde referans alınan çizgidir.

En büyük boyut: İki sınır boyuttan büyük olanıdır. (D_{max}, d_{max})

En küçük boyut: İki sınır boyuttan küçük olanıdır. (D_{min}, d_{min})

Tolerans: En büyük ve en küçük boyut arasındaki farktır.. $(D_{max} - D_{min})$

Üst sapma: En büyük boyutla nominal boyut arasındaki farktır.

Alt sapma: En küçük boyutla nominal boyut arasındaki farktır.

Tolerans Bölgesi: Toleransların sınırlarını ve büyüklüğünü gösteren bölgedir.

Tolerans Bölgesi;

Tolerans iki faktöre bağlı olarak belirlenir.

1. Toleransın büyüklüğü (T)
2. Sıfır çizgisine olan uzaklığı

Tolerans faktörleri şu simgeler ile ifade edilirler;

-Nominal boyut mil için d ve delik için D

-Mile ait toleranslar T_m , deliğe ait olanlar T_D

-Toleransın üst limiti mil için a_u , delik için A_u ve alt limiti mil için a_a , delik için ise A_a ,

-En büyük ve en küçük mil boyutu d_{maks} ve d_{min} , delik için ise D_{maks} ve D_{min} 'dir.

Tolerans Bölgesi;

Buna göre boyutlar arasındaki bağıntılar;

$$T_m = a_u - a_a$$

$$T_d = A_u - A_a$$

$$d_{maks} = d + a_u$$

$$D_{maks} = D + A_u$$

$$d_{min} = d + a_a$$

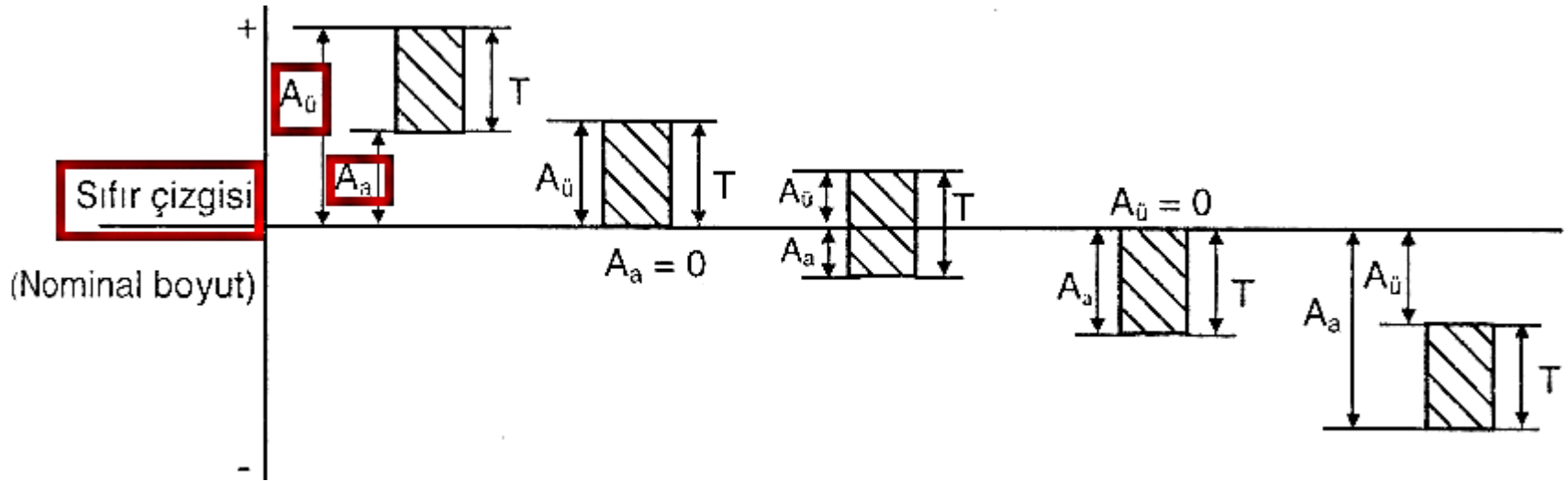
$$D_{min} = D + A_a$$

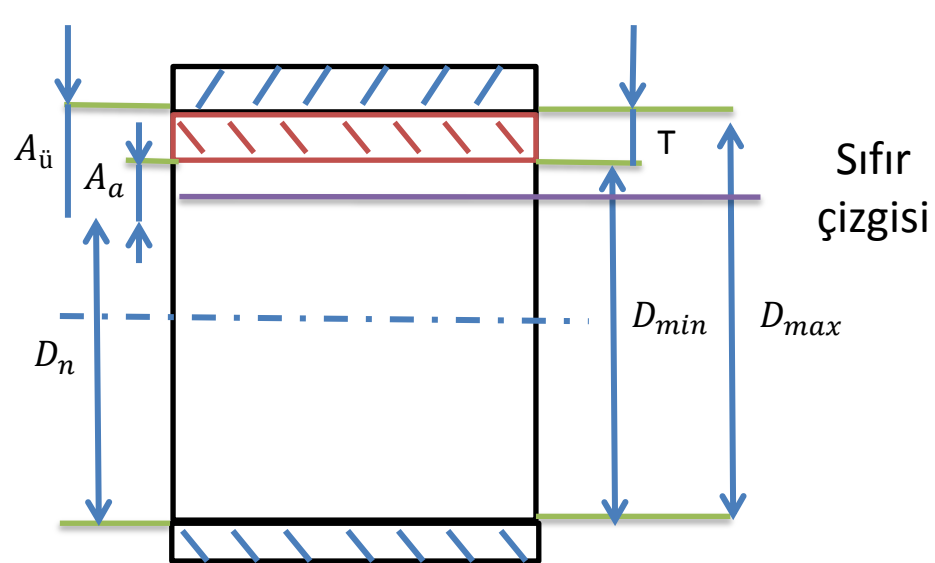
$$T_m = d_{maks} - d_{min}$$

$$T_d = D_{maks} - D_{min}$$

Bu bağıntılarda tolerans limitleri a_u , A_u ve a_a , A_a (+) veya (-) işaretleri ile konulur.

TOLERANS KAVRAMI?



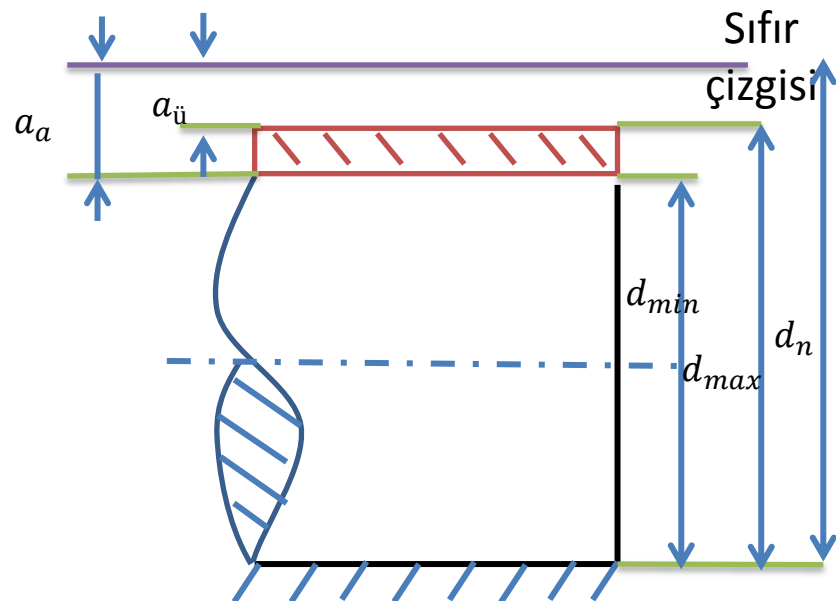


Delik

$A_{\ddot{u}}$ =Üst Sapma

A_a =Alt Sapma

T =Tolerans



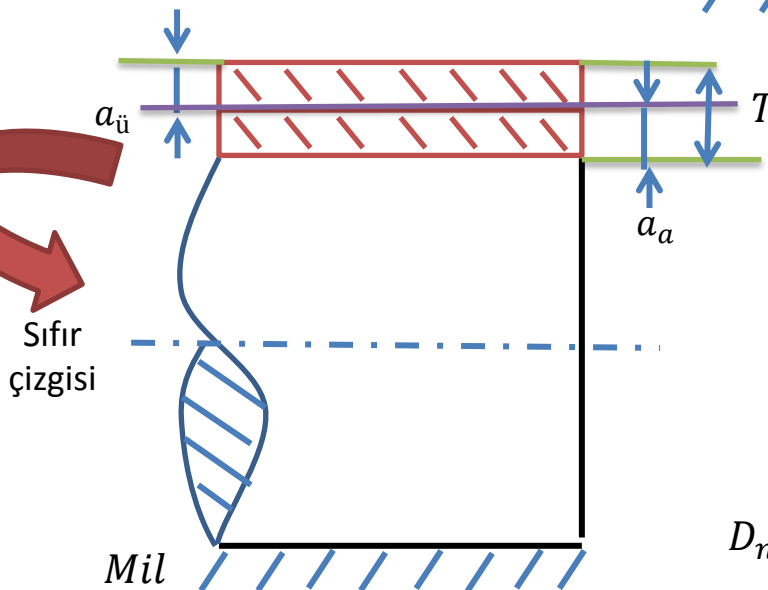
Mil

$a_{\ddot{u}}$ =Üst Sapma

a_a =Alt Sapma

T =Tolerans

T



Mil

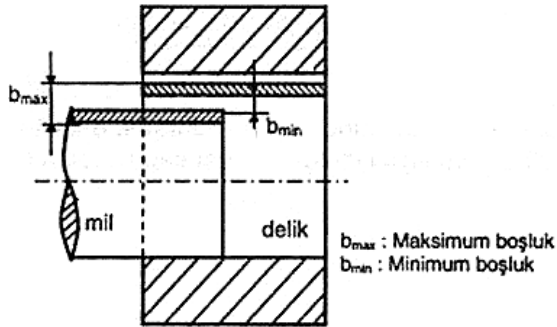
D_n, d_n :Nominal çap(boyut)

ISO Delik ve Mil Toleransları

ISO Delik Toleransları (ISO 286-2)																				
Nominal delik ölçüsü (mm)																				
over	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
mikrometre(um)																				
E6	+28 +20	+34 +25	+43 +32	+53 +40	+66 +50	+79 + 60	+94 +72	+110 +85	+129 +100	+142 +110	+161 +125									
E7	+32 +20	+40 +25	+50 +32	+61 +40	+75 +50	+90 + 60	+107 +72	+125 +85	+146 +100	+162 +110	+185 +125									
E11	+95 +20	+115 +25	+142 +32	+170 +40	+210 +50	+250 + 60	+292 +72	+335 +85	+390 +100	+430 +110	+485 +125									
E12	+140 +20	+175 +25	+212 +32	+250 +40	+300 +50	+360 + 60	+422 +72	+485 +85	+560 +100	+630 +110	+695 +125									
E13	+200 +20	+245 +25	+302 +32	+370 +40	+440 +50	+520 + 60	+612 +72	+715 +85	+820 +100	+920 +110	+1 015 +125									
F6	+18 +10	+22 +13	+27 +16	+33 +20	+41 +2	+49 + 30	+58 +36	+68 43	+79 +50	+88 +56	+98 +62									
F7	+22 +10	+28 +13	+34 +16	+41 +20	+50 +25	+60 + 30	+71 +36	+83 43	+96 +50	+108 +56	+119 +62									
F8	+28 +10	+35 +13	+43 +16	+53 +20	+64 +25	+76 + 30	+90 +36	+106 43	+122 +50	+137 +56	+151 +62									
G6	+12 +4	+14 +5	+17 +6	+20 +7	+25 +9	+29 +10	+34 + 12	+39 +14	+44 +15	+49 +17	+54 +18									
G7	+16 +4	+20 +5	+24 +6	+28 +7	+34 +9	+40 +10	+47 + 12	+54 +14	+61 +15	+69 +17	+75 +18									
G8	+22 +4	+27 +5	+33 +6	+40 +7	+48 +9	+56 +10	+66 + 12	+77 +14	+87 +15	+98 +17	+107 +18									
H6	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+32 0	+36 0									
H7	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0									
H8	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0	+81 0	+89 0									
H9	+30 0	+36 0	+43 0	+52 0	+62 0	+74 0	+87 0	+100 0	+115 0	+130 0	+140 0									
H10	+48 0	+58 0	+70 0	+84 0	+100 0	+120 0	+140 0	+160 0	+185 0	+210 0	+230 0									
H11	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0	+320 0	+360 0									

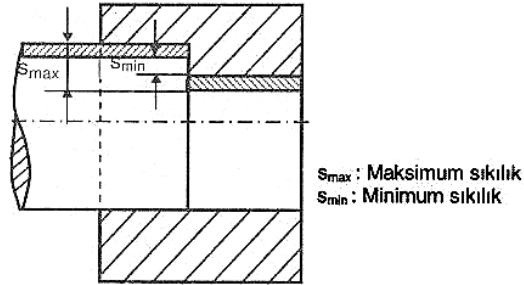
GEÇMELER

Geçme eş çalışan iki parçanın, montajdan önce ve montajdan sonra boyutlarının durumudur. Bu bakımdan boşluklu, ara ve sıkı geçme olmak üzere üç durum ortaya çıkabilir.



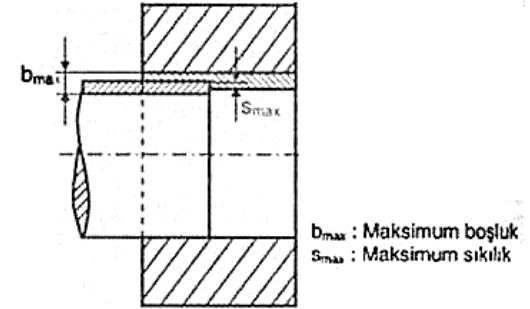
a) Boşluklu geçme

b_{max} : Maksimum boşluk
 b_{min} : Minimum boşluk



c) Sıkı geçme

s_{max} : Maksimum sıkılık
 s_{min} : Minimum sıkılık

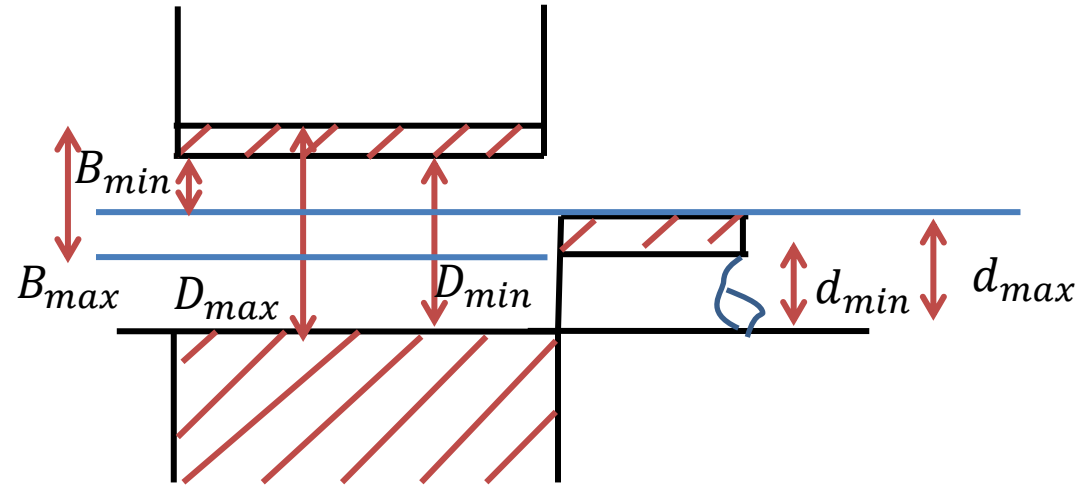


b) Ara geçme

b_{max} : Maksimum boşluk
 s_{max} : Maksimum sıkılık

GEÇMELER

Boşluklu Geçme (Clearance Fit)



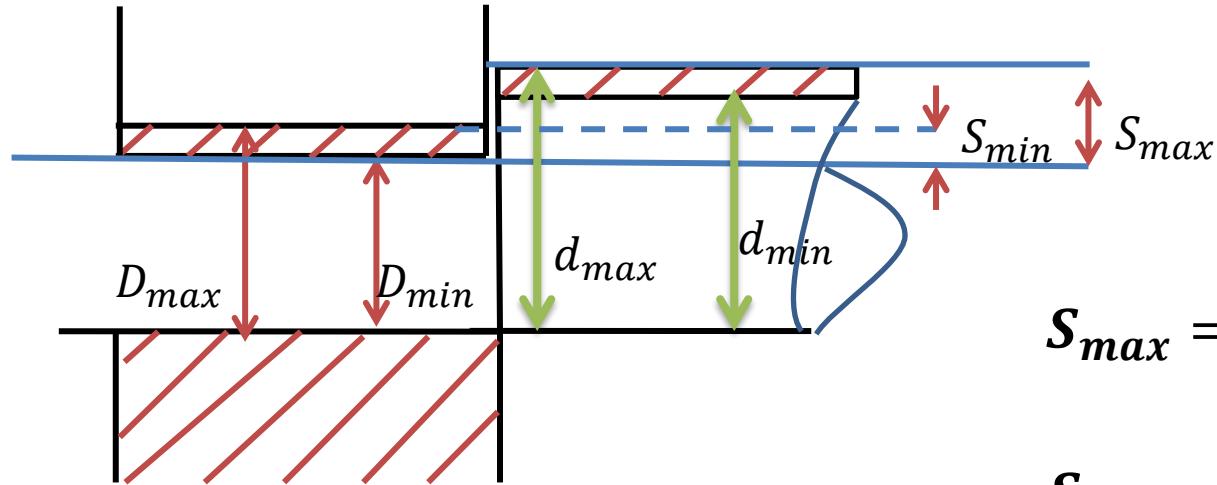
$$B_{max} = D_{max} - d_{min}$$

$$B_{min} = D_{min} - d_{max}$$

Boşluklu geçmede milin maksimum çapı, deliğin minimum çapından daha küçüktür. Bu nedenle parçaların montajı çok kolaydır hatta elle yapılabilir.

GEÇMELER

Pres/Sıkı Geçme (Interference Fit)



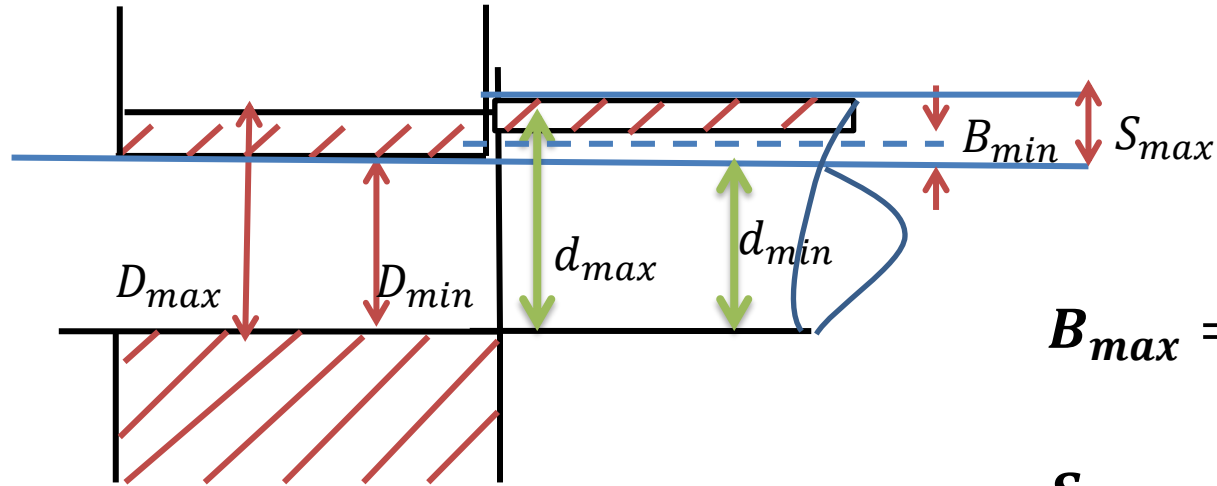
$$S_{max} = d_{max} - D_{min}$$

$$S_{min} = d_{min} - D_{max}$$

Sıkı geçmede milin minimum çapı, deliğin maksimum çapından daha büyüktür. Bu durumda montaj pres ile yapılır.

GEÇMELER

Ara Geçme (Transition Fit)



$$B_{max} = D_{max} - d_{min}$$

$$S_{max} = d_{max} - D_{min}$$

Ara geçmede tolerans bölgeleri kısmen sıfır çizgisinin altında kısmen sıfır çizgisinin üstündedir. Parçalar arasında az boşluk veya az sıklık olabilir.

GEÇMELER

Mil ve deliğin imalatları sırasında verilen toleranslara uygun olarak geçmeler elde edilir.

- Birim Delik Sistemi (Basic Hole System),
 - Birim Mil Sistemi (Basic Shaft System)
- olmak üzere iki tür geçme sistemi mevcuttur.

Birim Delik Sistemi

Delik çapı sıfır çizgisi ile ondan büyük bir sapma değeri arasında sabit tutulur. Yani ilk alınan tolerans çifti elemanı H olup geçme durumuna göre mil için bir harf ve tolerans bölgesi seçilir.

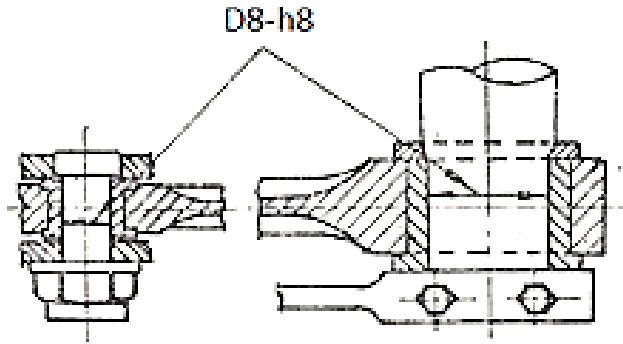
Hx/xx

İstenilen geçme durumuna göre mil için tolerans belirlenir.

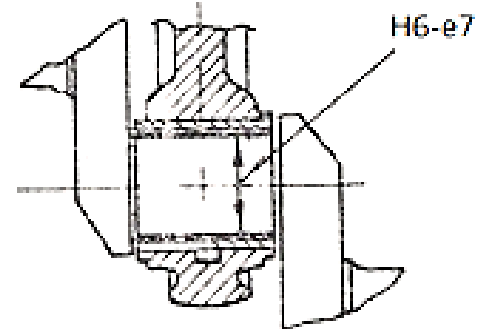
Dünyada, tolerans büyüklüğünü ve sıfır çizgisine göre uzaklığı tayin eden bir çok standart sistemi olmasına rağmen genel olarak ISO sistemine uyulmaktadır. ISO sisteminde tolerans bir harf ve bir sayı ile gösterilir (H7, m6 gibi). Harf tolerans bölgesinin sıfır çizgisine uzaklığını gösterirken, sayı tolerans bölgesinin büyüklüğünü ifade eder.

	İnce Toleranslar	Orta Toleranslar	Kaba Toleranslar
ISO kaliteleri	01 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9 10 11	12 13 14 15 16 17 18
	Ölçme cihazları	Talaş Kaldırma İşlemi	Döküm, Dövme, Kaba İşler

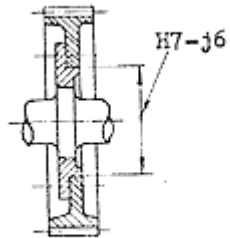
Makine Elemanlarında Tolerans Örnekleri



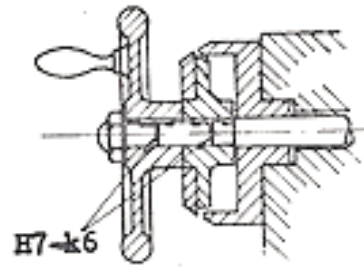
Krank kolu muylu-burç geçme toleransı



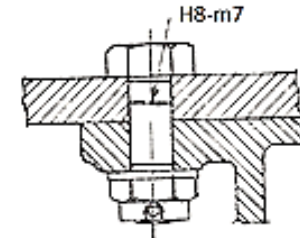
Motor krank şaft bağlantısı



Göbek üzerine dişli geçme toleransı



Mil üzerine volan geçme toleransı



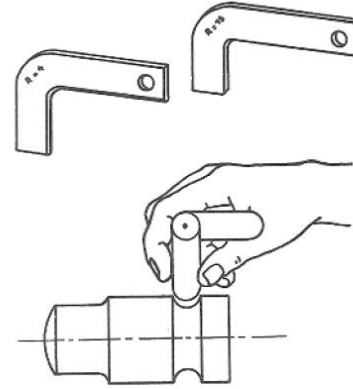
Raybalı civata bağlantısı

Toleransların Masterlarla Kontrolü

Mastarlar millerin ve deliklerin kontrolünde kullanılan sabit ölçme aletleridir ve belirli bir boyutun maksimum veya minimum değerine göre imal edilirler. Bu değerler mastarın her ucuna geçer ve geçmez şeklinde simgelenmektedirler. Kontrol edilen parça mastarın geçer ucundan geçer, geçmez uzundan geçmez ise istenilen toleranslar içinde imal edilmiş demektir.

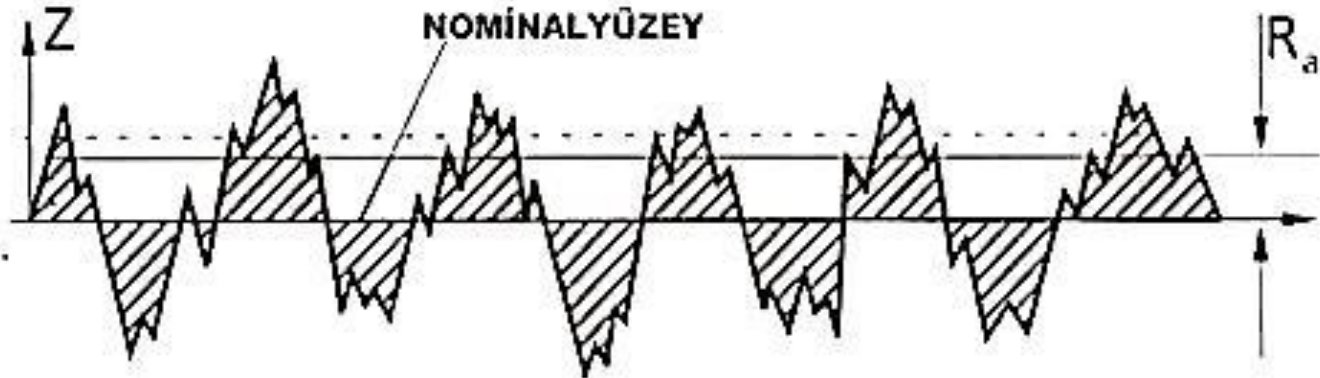


Resim 2.23: Mastar ve şablon örnekleri



YÜZEY KALİTESİ

İşlendikten sonra parça yüzeyleri resimlerde gösterildiği gibi tam düz değildir. Yüzeylerde birisi makro seviyede olan dalgalarda (W) ve diğeri mikro yani küçük seviyede olan yüzey pürüzlülüğü gibi (R) düzensizlikler bulunur. Tüm bu düzensizlikler yüzey kalitesini belirler.



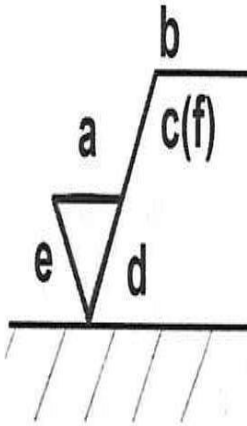
YÜZEY KALİTESİ

Parçaların yüzey kalitesi parçanın çalışma kabiliyetini etkiler. Pürüzlülük, parçalar arası temas yüzeyini geometrik yüzeye göre küçültmekte, sürtünmeyi ve bununla beraber güç kaybını arttırmakta, aşındırmayı hızlandırmakta ve ayrıca parça yorulma mukavemetini azaltmaktadır. Yani parça fonksiyonunu önemli ölçüde etkilemektedir.

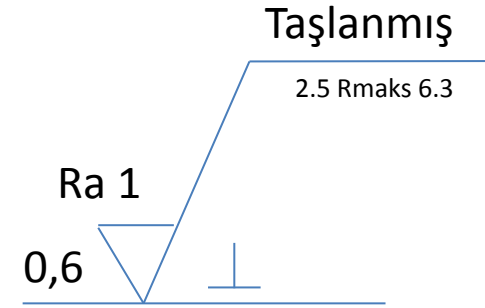
YÜZEY KALİTESİ

Yüzey kalitesi pürüzlülük ile ifade edilir. Ra, Rz, Rp ve Rt olmak üzere dört farklı faktör vardır. En çok kullanılan ve anlamlısı ortalama yüzey pürüzlülüğü olan Ra'dır.

Ra: μm cinsinden ortalama pürüz,



- a- Aritmetik ortalama R_a
- b- Üretim yöntemi veya yüzey işlemi
- c- Numune uzunluğu (mm)
- d- İzlerin yönleri
- e- İşleme payı
- f- R_a 'dan başka pürüzlülük faktörü



ÖRNEK-SORULAR

1. 30K6, 45M7 ve 70m5 toleranslı boyutlar için toleransların sınırlarını ve boyutun maksimum ve minimum değerlerini bulunuz.

ISO Delik Toleransları (ISO 286-2)																				
Nominal delik ölçüsü (mm)																				
over	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
K6	+2 -6	+2 -7	+2 -9	+2 -11	+3 -13	+4 -15		+4 -18		+4 -21			+5 -24			+5 -27		+7 -29		
M7	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30		0 -35		0 -40			0 -46			0 -52		0 -57		

ISO Mil Toleransları (ISO 286-2)																				
Nominal Mil Ölçüsü (mm)																				
over	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
m5	+9 +4	+12 +6	+15 +7	+17 +8	+20 +9	+24 +11		+28 +13		+33 +15			+37 +17			+43 +20		+46 +21		

30K6 toleranslı boyut için; (delik toleransı)

ISO Delik Toleransları (ISO 286-2)																				
Nominal delik ölçüsü (mm)																				
over	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
K6	+2	+2	+2	+2	+3		+4		+4		+4		+4		+5		+5		+7	
	-6	-7	-9	-11	-13		-15		-18		-21		-24		-27		-29			

$$A_u = +2\mu m = 0,002mm$$

$$\text{Maksimum boyut} = 30 + 0.002 = 30.002mm$$

$$A_a = -11\mu m = -0,011mm$$

$$\text{Minimum boyut} = 30 - 0.011 = 29.989mm$$

45M7 toleranslı boyut için; (delik toleransı)

ISO Delik Toleransları (ISO 286-2)																				
Nominal delik ölçüsü (mm)																				
over	3	6	10	18	30	40	50	63	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	63	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
M7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-12	-13	-18	-21	-25	-30	-30	-35	-40	-40	-46	-46	-52	-52	-57	-57	-57	-57	-57	-57

$$A_u = 0 \text{ mm}$$

$$A_a = -25 \mu\text{m} = -0,025 \text{ mm}$$

Maksimum boyut= 45mm

Minimum boyut= 45-0.025 = 44.975mm

70m5 toleranslı boyut için; (mil toleransı)

ISO Mil Toleransları (ISO 286-2)																				
Nominal Mil Ölçüsü (mm)																				
over	3	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355
inc.	6	10	18	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
m5	+9	+12	+15	+17	+20	+24			+28		+33			+37		+43			+46	
	+4	+6	+7	+8	+9	+11			+13		+15			+17		+20			+21	

$$A_u = +24\mu m = 0,024mm$$

$$\text{Maksimum boyut} = 70 + 0.024 = 70.024mm$$

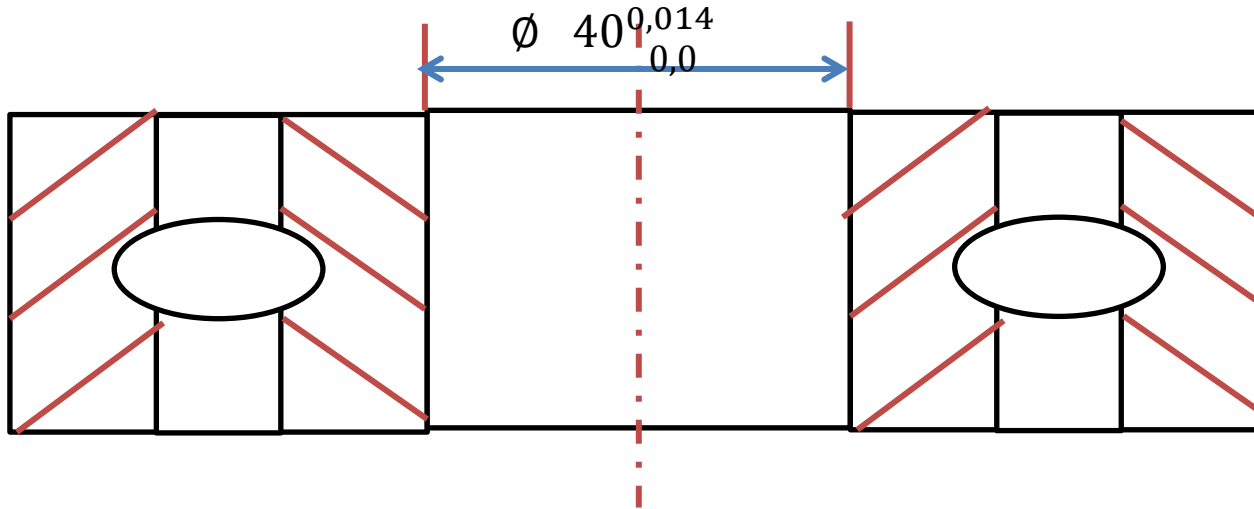
$$A_a = +11\mu m = 0,011mm$$

$$\text{Minimum boyut} = 70 + 0.011 = 70.011mm$$

ÖRNEK-SORULAR

2. Şekildeki bilyalı yatak iç bilezik nominal çapı 40 mm olup tolerans boyut üzerinde gösterilmiştir. Bu yatak iç bileziği, toleransı 0,020 mm ve boşluğu 0,006 mm olacak şekilde bir mile monte edilecektir.

- Mil çapında toleransı belirleyiniz.
- Uygun bir ISO geçme şekli seçiniz.



ÖRNEK-SORULAR

Verilenler: $T=0,020$ mm, $B=0,006$ mm

a) Delik için tolerans; $A_{\ddot{u}}$ = Üst sapma, A_a = Alt sapma

$$T_D = A_{\ddot{u}} - A_a = 0,014 - 0,0 = 0,014 \text{ mm}$$

Geçmede tolerans

$$T = T_D + T_m$$

Mildeki tolerans T_m

$$T_m = T - T_D = 0,020 - 0,014 = 0,006 \text{ mm}$$

Mil için üst ve alt sapmalar

$$a_a = A_{\ddot{u}} - B = 0,014 - 0,006 = 0,008 \text{ mm}$$

$$a_{\ddot{u}} = a_a + T_m = 0,008 + 0,006 = 0,014 \text{ mm}$$

ÖRNEK-SORULAR

Mil toleransları 0,014 ve 0,008 veya mil çapı;

$\emptyset 40^{+0,014}_{+0,008}$ şeklinde belirlenir.

b) Toleranslara en yakın geçme H6/m5 olarak seçilebilir.

SORULARINIZ???

