

ÖLÇME TEKNİĞİ

Ders Öğretim Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi. Nilhan ÜRKMEZ TAŞKIN

Ders Kitabı ve Kaynaklar

ÖLÇME TEKNİĞİ, Prof. Dr. Tezcan Şekercioğlu, Birsen yayınevi.

- *METROLOJİ, 1. BASIM, ŞUBAT 2013 , TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ*
- *THE PHYSICS OF METROLOGY, Alexius J. Hebra, 2010 Springer-Verlag/Wien*
- *ÖLÇME TEKNİĞİ (Boyut, Basınç, Akış ve Sıcaklık Ölçmeleri), Prof. Dr. Osman GENÇELİ, Birsen yayınevi.*
- *EGE ÜNİVERSİTESİ Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Makine Laboratuvarı I ders notları, Yard. Doç. Dr. M. Turhan ÇOBAN*
- www.guven-kutay.ch



ISO TOLERANS SİSTEMİ

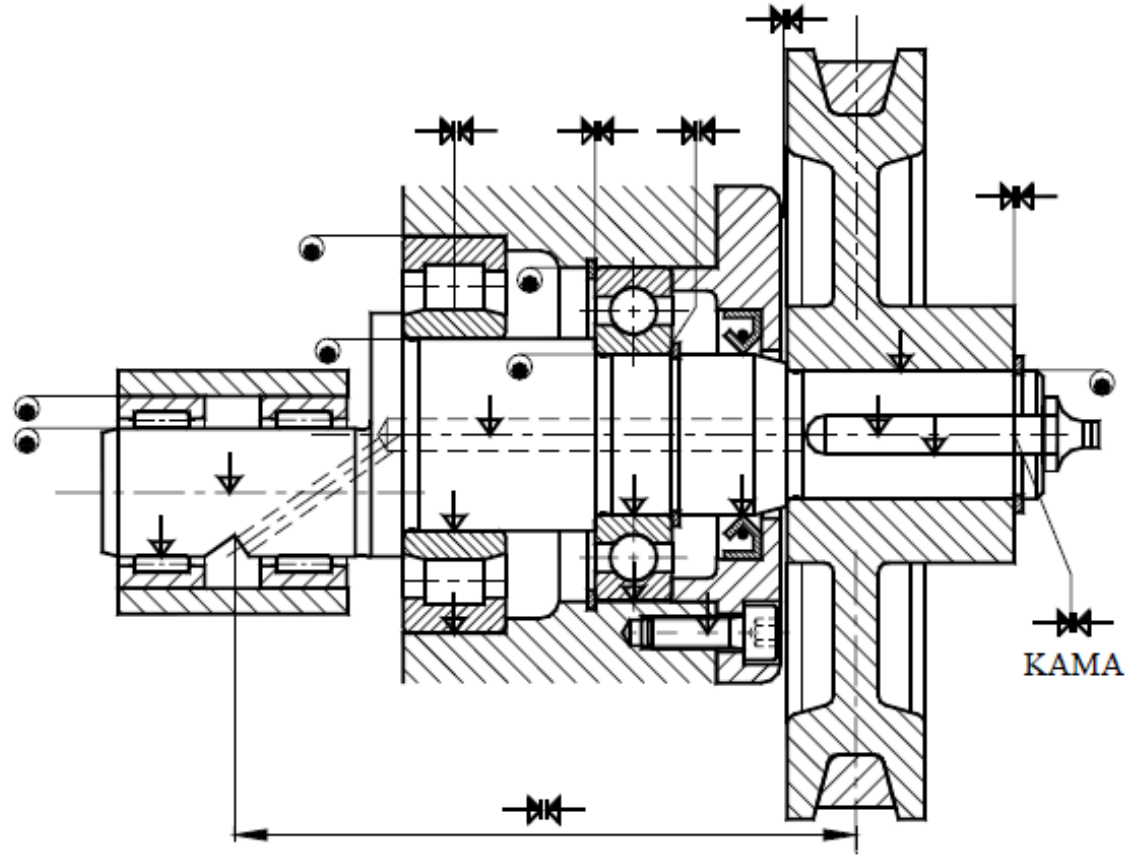
ÖLÇME TEKNİĞİ, Prof. Dr. Tezcan Şekercioğlu, Birsen yayınevi. 5. BÖLÜM

DERS İÇERİĞİ

- Tolerans kavramı
- ISO Tolerans Sistemi
- Terminoloji
- Geçmeler
- Tolerans hesaplamaları

TOLERANS KAVRAMI

İmal edilecek parçanın kendinden beklenen fonksiyonu yerine getirebileceği minimum ve maksimum ölçüleri arasındaki fark olarak da tanımlanan toleranslar kabul edilecek en büyük sapmalardır. Bu sapmalar “**Ölçü**”, “**Şekil ve konum**” ve “**Yüzey kalite**” toleransları olarak gruplandırılır.



Şekil 1, Tolerans gruplarının tanımlanması

1. Ölçü toleransları

Geçmeler

Genel toleranslar

Boşluk veya boyuna toleranslar

2. Şekil ve konum toleransları

3. Yüzey kalite toleransı



±



Tolerans grupları ve teknik resim üzerinde gösterilişleri

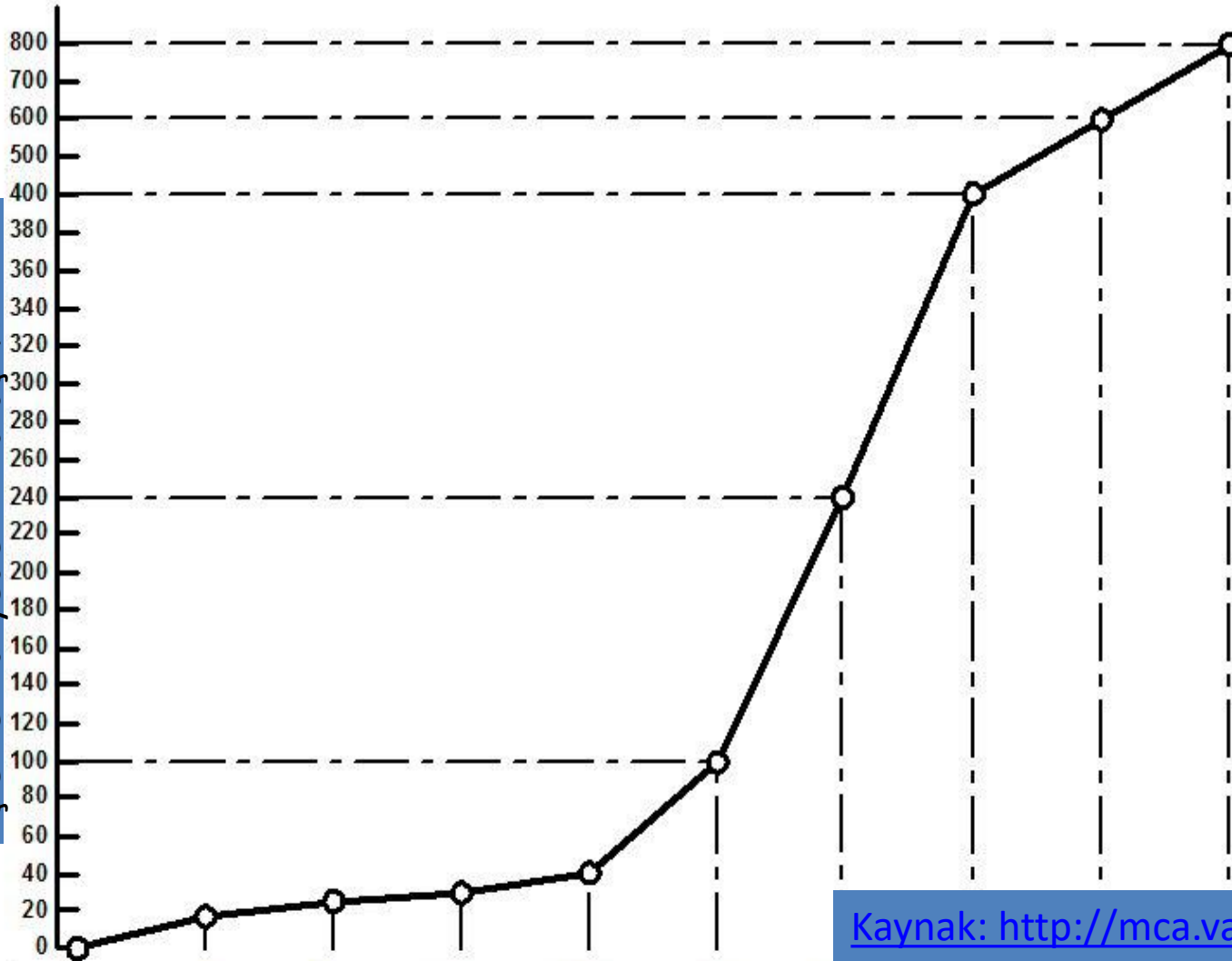
- Bir parçanın teknik resminin ölçülendirilmesi ve toleranslandırılması aynı zamanda parça maliyetinin de belirlenmesi demektir.
- Toleranslar parçanın üretim yöntemini belirler.
- Parça maliyetini arttıracak gereksiz hassas toleranslamadan kaçınılmalıdır.

Küçük tolerans  Yüksek kalite, yüksek maliyet.

Büyük tolerans  Düşük maliyet, düşük kalite.

Farklı imalat yöntemlerinin maliyetlerinin karşılaştırılması

İşleme maliyetlerinin artışı %



Kaynak: <http://mca.valuedrivendesign.co.uk/>

50 (2000)	25 (1000)	12.5 (500)	6.3 (250)	3.2 (125)	1.6 (63)	0.8 (32)	0.4 (16)	0.2 (8)	0.1 (4)	0.05 (2)	0.025 (1)	0.012 (.5)
Flamecut Forged As-cast	As cast & Rough Milled	Rough turn Rough milled		Semi- rough turn	Finish turn	Grind	Hone	Lap	Super finish Lap	Surface Roughness Processes		



Metal removal or cutting processes	50 (2000)	25 (1000)	12.5 (500)	6.3 (250)	3.2 (125)	1.6 (63)	0.80 (32)	0.40 (16)											
Flame Cutting																			
Snagging																			
Sawing																			
Planing, Shaping																			
Drilling																			
Chemical Milling																			
Elect Discharge Machining																			
Milling																			
Broaching																			
Reaming																			
Electron Beam																			
Laser																			
Electro-Chemical																			
Boring, Turning																			

Finishing processes	50 (2000)	25 (1000)	12.5 (500)	6.3 (250)	3.2 (125)	1.6 (63)	0.80 (32)	0.40 (16)	0.20 (8)	0.10 (4)	0.05 (2)	0.025 (1)	0.012 (.5)
Barrel Finishing													
Electrolytic Grinding													
Roller Burnishing													
Grinding													
Honing													
Electro-Polish													
Polishing													
Lapping													
Super Finishing													
	50 (2000)	25 (1000)	12.5 (500)	6.3 (250)	3.2 (125)	1.6 (63)	0.80 (32)	0.40 (16)	0.20 (8)	0.10 (4)	0.05 (2)	0.025 (1)	0.012 (.5)

Manufacturing Process	Roughness Average (R_a) Micrometers (Micro-inches)												
Forming Processes	50 (2000)	25 (1000)	12.5 (500)	6.3 (250)	3.2 (125)	1.6 (63)	0.80 (32)	0.40 (16)	0.20 (8)	0.10 (4)	0.05 (2)	0.025 (1)	0.012 (.5)
Sand Casting													
Hot Rolling													
Forging													
Permanent Mold Casting													
Investment Casting													
Extruding													
Cold Rolling, Drawing													
Die Casting													

İmalat yöntemi ile elde
edilebilecek toleranslar
küçüldükçe parça maliyeti artar

- TOLERANS NEDİR?

- İmal edilecek bir parçada belirlenen ölçüden (Nominal ölçü) izin verilen ve önceden kabul edilen sapma miktarına “**Tolerans**” denir.

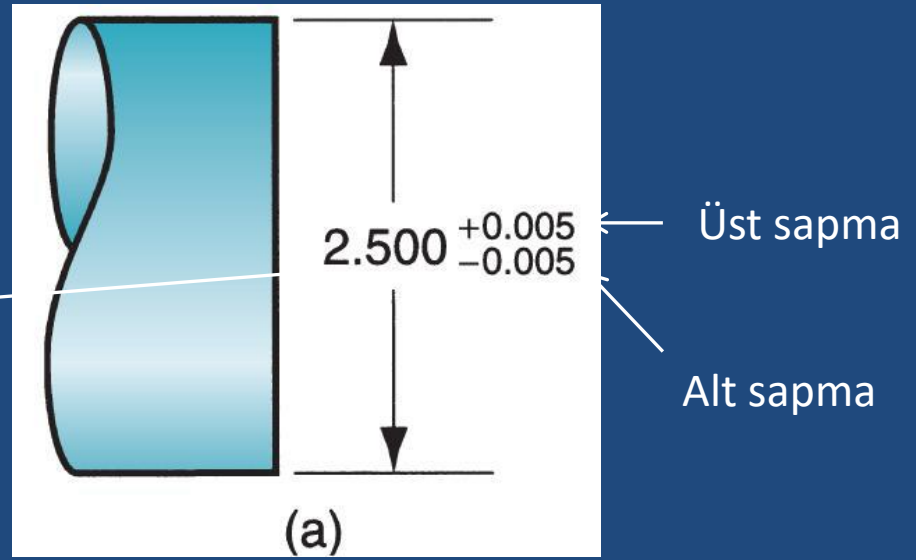
Nominal (anma) boyuttan hem pozitif hem de negatif yönde değişime izin verilebilir

Nominal ölçü

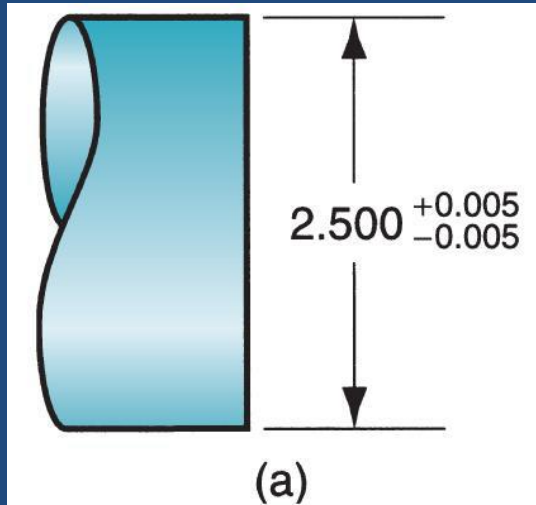
Nominal ölçü: 2.500 mm

Maksimum ölçü: 2.505 mm

Minimum ölçü: 2.495 mm

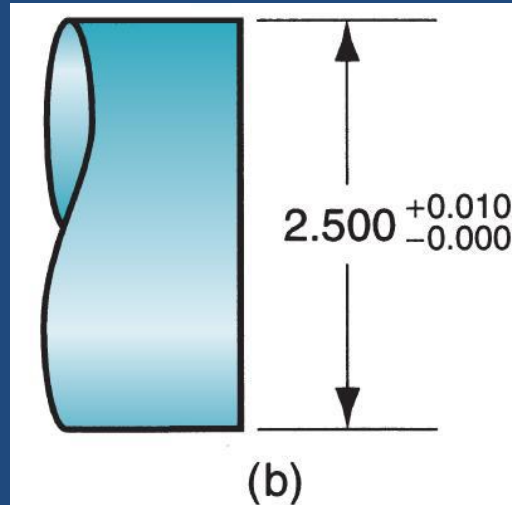


Çift Taraflı Tolerans



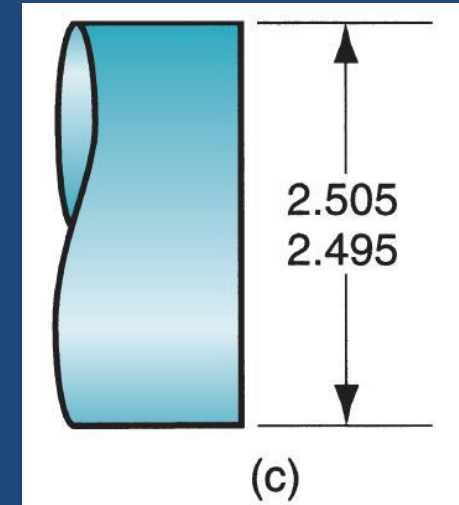
Nominal (anma) boyuttan hem pozitif hem de negatif yönde değişime izin verilebilir

Tek Taraflı Tolerans

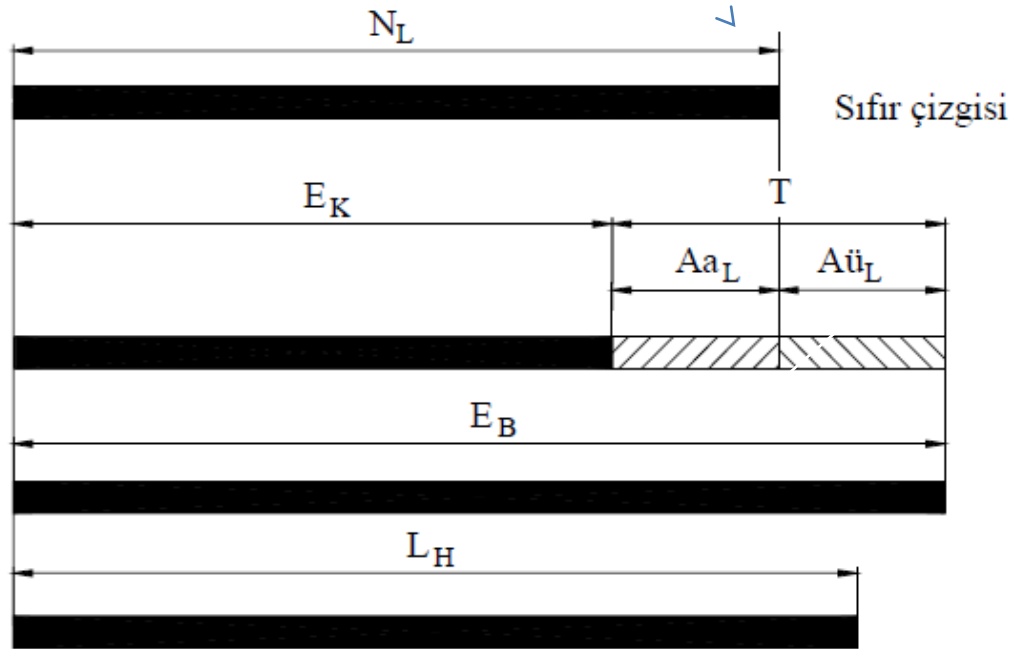


Belirlenen boyuttan değişime sadece tek yönde izin verilir. Pozitif veya negatiftir.

Sınır Boyutlar



Bir parça boyutunda izin verilen değişim, izin verilen maks. ve min. boyutları içerir



N_L : Nominal Ölçü

E_K : En Küçük Ölçü (EKÖ)

E_B : En Büyük Ölçü (EBÖ)

L_H : Gerçek Boy (İmalat sonrası elde edilen)

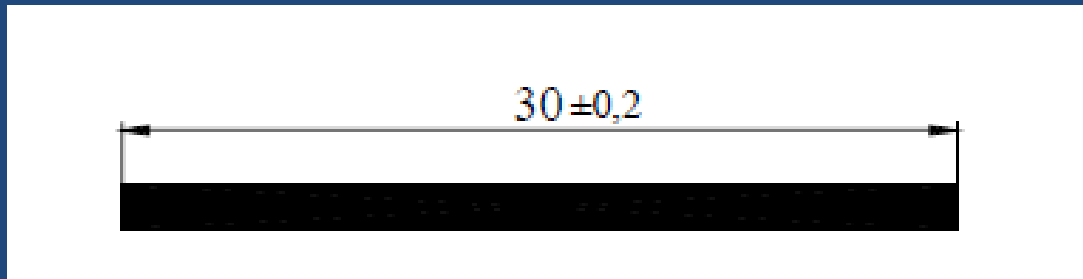
T : Tolerans

Aa : Alt Sapma (Ei)

$Aü$: Üst Sapma (ES)

İmal edilecek parçanın boyu belirlenir ve Nominal ölçü olarak parça teknik resmi üzerine yazılır.

N_L $Aü$ (ES)
 Aa (EI)



N_L : Nominal ölçü : 30 mm

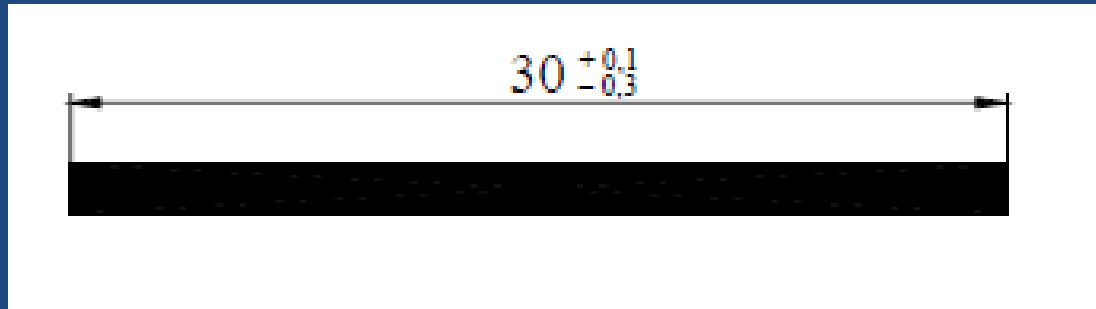
T : Tolerans : $A_a + A_{\bar{u}}$: $0.2 + 0.2 =$ 0.4 mm

$E_{KÖ}$: En küçük ölçü : $N_L - A_a$
: $30 - 0.2$
: 29.8 mm

A_a : Alt Sapma : 0.2 mm
 $A_{\bar{u}}$: Üst Sapma : 0.2 mm
Simetrik Tolerans

$E_{BÖ}$: En büyük ölçü : $N_L + A_a$
: $30 + 0.2$
: 30.2 mm

Simetrik toleranslama da alt sapma üst sapmaya eşittir.



N_L : Nominal ölçü : 30 mm

T : Tolerans : $A_a + A_{\bar{u}} : +0.1 - (-0.3) = \underline{0.4 \text{ mm}}$

A_a : Alt Sapma : - 0.3 mm
 $A_{\bar{u}}$: Üst Sapma : + 0.1 mm

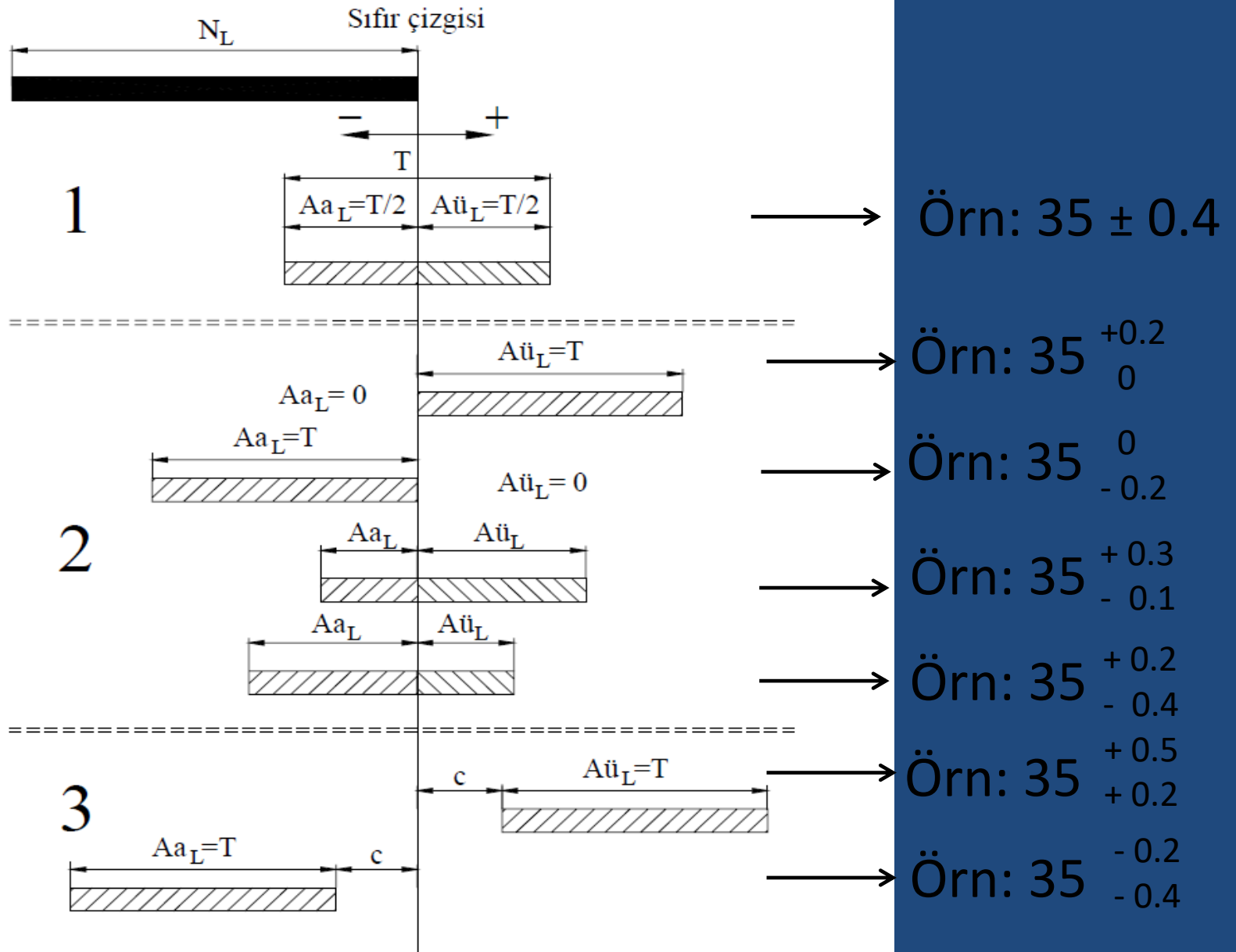
} Asimetrik Tolerans

Asimetrik toleranslama da alt sapma üst sapmaya eşit değildir.

$E_{KÖ}$: En küçük ölçü : $N_L - A_a$
 : $30 - 0.3$
 : 29.7 mm

$E_{BÖ}$: En büyük ölçü : $N_L + A_a$
 : $30 + 0.1$
 : 30.1 mm

- “1” numaralı tolerans “Simetrik tolerans” dır.
 “2” numaralı tolerans sıfır çizgisi ile kesilen “Asimetrik tolerans” lardır.
 “3” numaralı tolerans tek yönlü “Asimetrik tolerans” lardır.

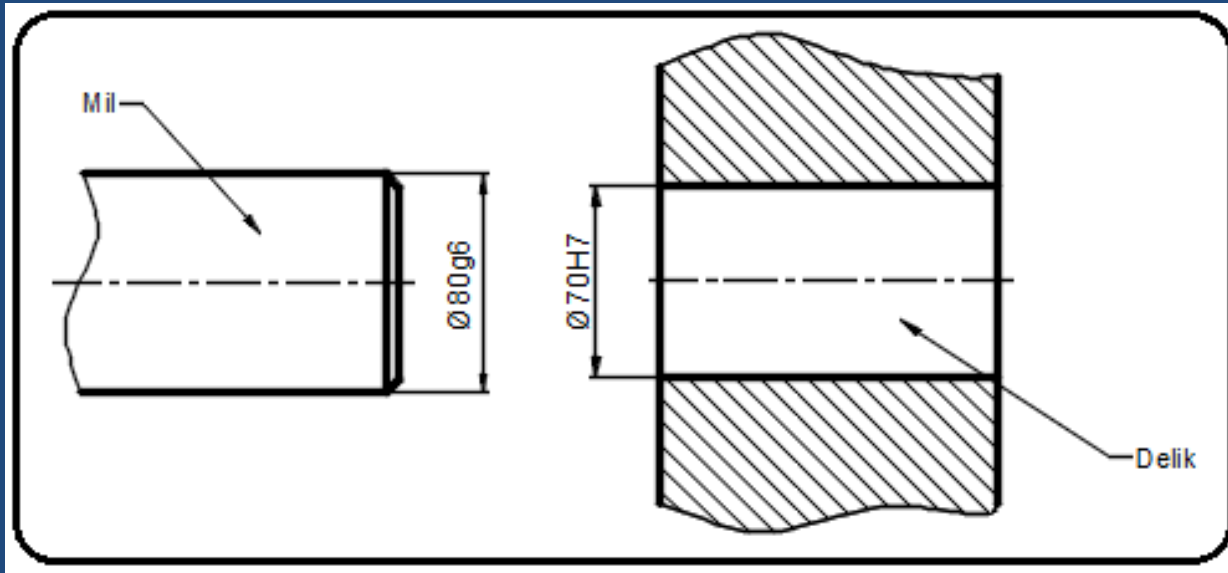


ISO TOLERANS SİSTEMİ



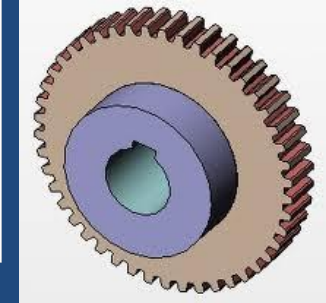
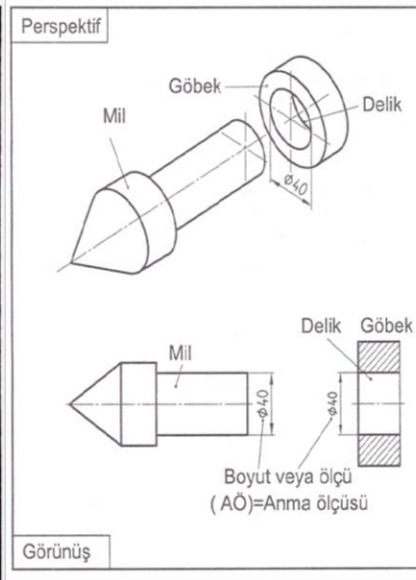
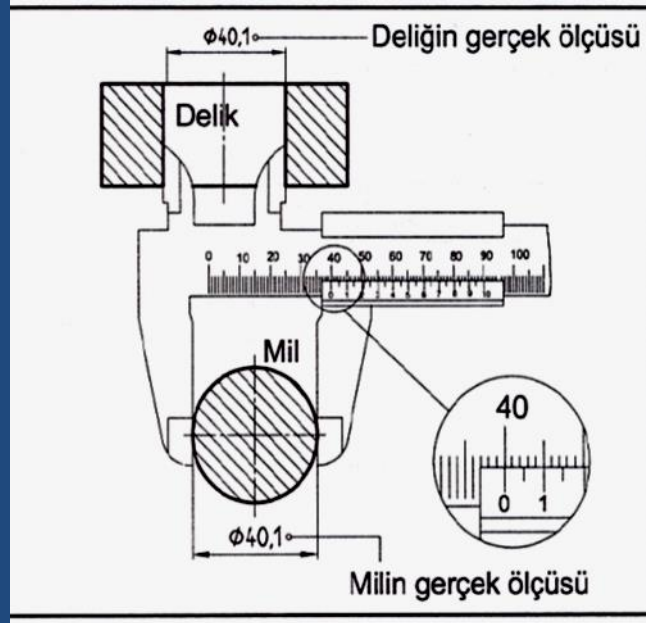
- Toleranslar ve alıştırmalarla ilgili değişik sistemlerin birleştirilmesini sağlamak için **1926** yılında **Milletlerarası Standartlar Birliği (International Standard Association-ISA)** kurulmuş ve **New York'** ta toplanarak toleranslarla ilgili çalışmalara başlamıştır.
- Başlangıçta sadece metrik sistemi kullanan ülkeler için tolerans ve alıştırmalar sistemi yapılmıştır. Daha sonraki zamanlarda çalışmalara **İngiltere** ve **Amerika'** da katılmıştır.
- Çalışmaların ilk aşamasında kurulan bir komisyon **1 mm'** den **180 mm'**ye kadar ölçüler için tolerans ve alıştırmalar hazırlamış ve **ISA** genel kurulu tarafından **1931** yılında kabul edilmiş olup **1932** yılında yayınlanarak uygulamaya konulmuştur. Çalışmalar **500 mm** çapa kadar sürdürülmüş olup **1935** yılında yayınlanarak kullanıma alınmıştır.
- **ISA, 1950** yılında **ISO (International Standard Organization)** ismini almıştır.

ISO tolerans sistemi bir harf ve rakam veya sayıdan oluşur. Bu sistemde alfabenin tüm harfleri kullanılır. Büyük harfler delikler için küçük harfler mil içindir. Örnek olarak bir delik için **H7**, mil için **g6** gösterilebilir.

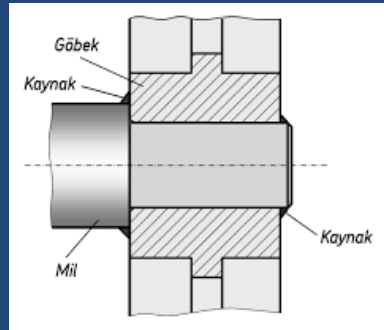


ISO sistemine göre mil ve delik toleransının yazılışı

TERMİNOLOJİ



Mil (SHAFT)
İçi dolu (makina parçası) cisim belirtir. Silindirik olmayan şekilleri de kapsar.



Delik (HOLE):
İçi boş (makina parçası) cisim belirtir. Silindirik olmayan şekilleri de kapsar.

Kalite: Tolerans alanının büyüklüğünü ifade etmektedir. ISO tolerans sistemine göre, IT01, IT0, IT1 IT18 olmak üzere toplam 20 adet tolerans kalitesi (IT) belirlenmiştir. 01-4 kalite, ölçü aletleri ve master imalatında; 5-12 kalite, genel makinecilikte (ince taşlama H5, ince tornalama H7, delme H9, derin çekme H12 vb.) ve 13-18 kalite ise pres, ekstrüzyon ve kum kalıba döküm işlemlerinde kullanılmaktadır. Rakamlar büyüdükçe toleransın kalitesi azalmakta, buna paralel olarak toleransın gerçekleştirilebilirliği daha kolay olmakta ve yatırım-işçilik maliyetleri düşmektedir. Örnek: Çap 25 mm için; H6 (+13, 0) ve H12 (+210, 0) bulunur.

Her kalite değerine karşılık gelen toleranslara temel toleranslar denilir. Temel toleransı belirlenecek olan çapın, Çizelge 5.1'den hangi çap aralığına düştüğü belirlenir.

$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2}$ eşitliği yardımıyla (D) bulunur. (D)'ye bağlı olarak tolerans birimi (i) hesaplanır.

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D \text{ } \mu\text{m} \quad (1-500\text{mm çaplar için})$$

$$i = 0,004 \cdot D + 2,1 \text{ } \mu\text{m} \quad (> 500\text{mm çaplar için})$$

Çizelge 5.1 Standart çap aralıkları (D₁ ve D₂'ler)

1	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100
120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500

KATSAYI (k) ve ESAS TOLERANS (IT)

Esas toleransın bulunması için, tolerans faktörüyle çarpılan ve aşağıda gösterilen katsayıdır (IT5 – IT18 nitelikleri için).(IT: International Tolerance)

ISO tolerans niteliği	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Katsayı	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

$$IT = k \cdot i$$

IT8 için $IT8 = 25 \cdot i$

$$i = 0.45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0.001 D \quad \dots \mu m \quad 0 \leq 500 \text{ mm ölçüleri için}$$

$$i = 0.004 D + 2.1 \quad \dots \mu m \quad 0 \geq 500 \text{ mm ölçüleri için}$$

$$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2}$$

10....18 mm arası için hesap: $D = \sqrt{D_1 \cdot D_2} = \sqrt{10 \cdot 18} = 13.42 \text{ mm}$

$i = 1.083$ $k = 25$

$25 \cdot 1.083 = 27.075 \approx 27$

Anma ölçüsü mm ...den, ...dahil	K A L İ T E L E R (NİTELİKLER)													
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.....3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100
3.....6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	73	110
6.....10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	140
10.....18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180
18.....30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	200

TOLERANS NİTELİKLERİNİN KULLANIM ALANI

	Küçük toleranslar					Orta toleranslar							Büyük toleranslar							
ISO-Nitelikleri	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Kullanım alanları	Mastarlar için					İş parçaları için														
						Ağıştırmalar için							Çekilmiş, haddelenmiş,dövülmüş ve dökülmüş parçalar için							

Genel makine imalatında **orta** kalite kullanılır. Geçmeler için (ALIŞTIRMALAR) genellikle **5-11** kalite kullanılır.

Esas Toleranslar-SAPMA DEĞERLERİ- (Hesaplanmış ve yuvarlatılmış) (Toleransların birimi μm dir)

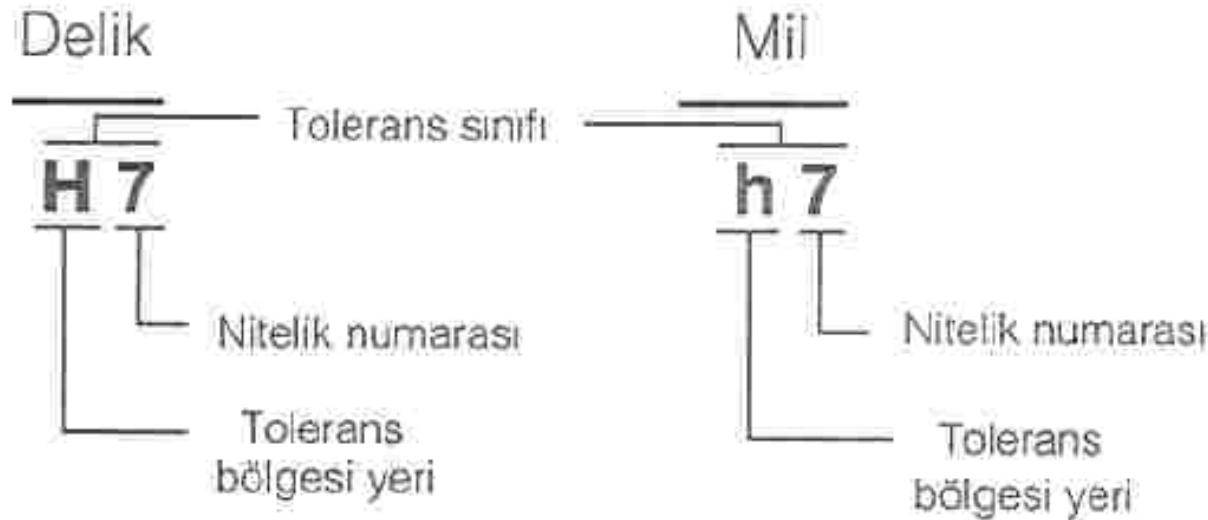
1 hariç, 3 dahil

3 hariç 6 dahil

Anma ölçüsü mm ...den, ...dahil	K A L İ T E L E R (NİTELİKLER) IT....																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
→ 1.....3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1400
→ 3.....6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	73	120	180	300	480	750	1200	1800
6.....10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	2200
10.....18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	2700
18.....30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	3300
30.....50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	3900
50.....80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	4600
80...120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	5400
120...180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6300
180...250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	7200
250...315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	8100
315...400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	8900
400...500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	9700

TOLERANS SINIFI

h9, D13 vb. (Küçük harf MİL, büyük harf DELİK)



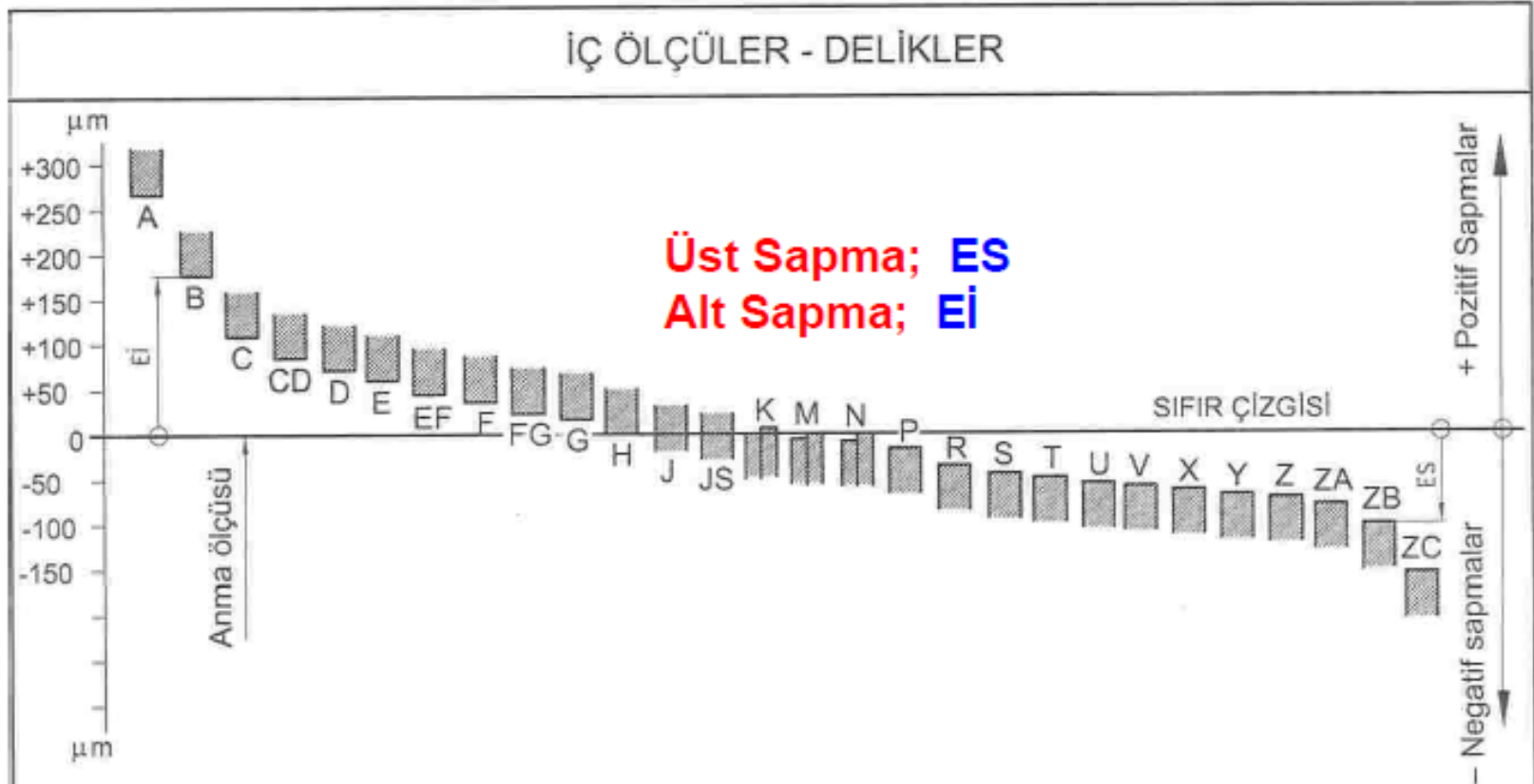
Tolerans ile iki husus belirleniyor:

1. Alıştırma türü (Boşluklu, belirsiz, sıkı. **HARFLERLE**): konum
2. Tolerans büyüklüğü (**RAKAMLARLA**): nitelik

Küçük rakamlar kalitenin yüksekliğini, büyük rakamlar ise kalitenin düşüklüğünü gösterir.

ISO TOLERANS SİSTEMİ

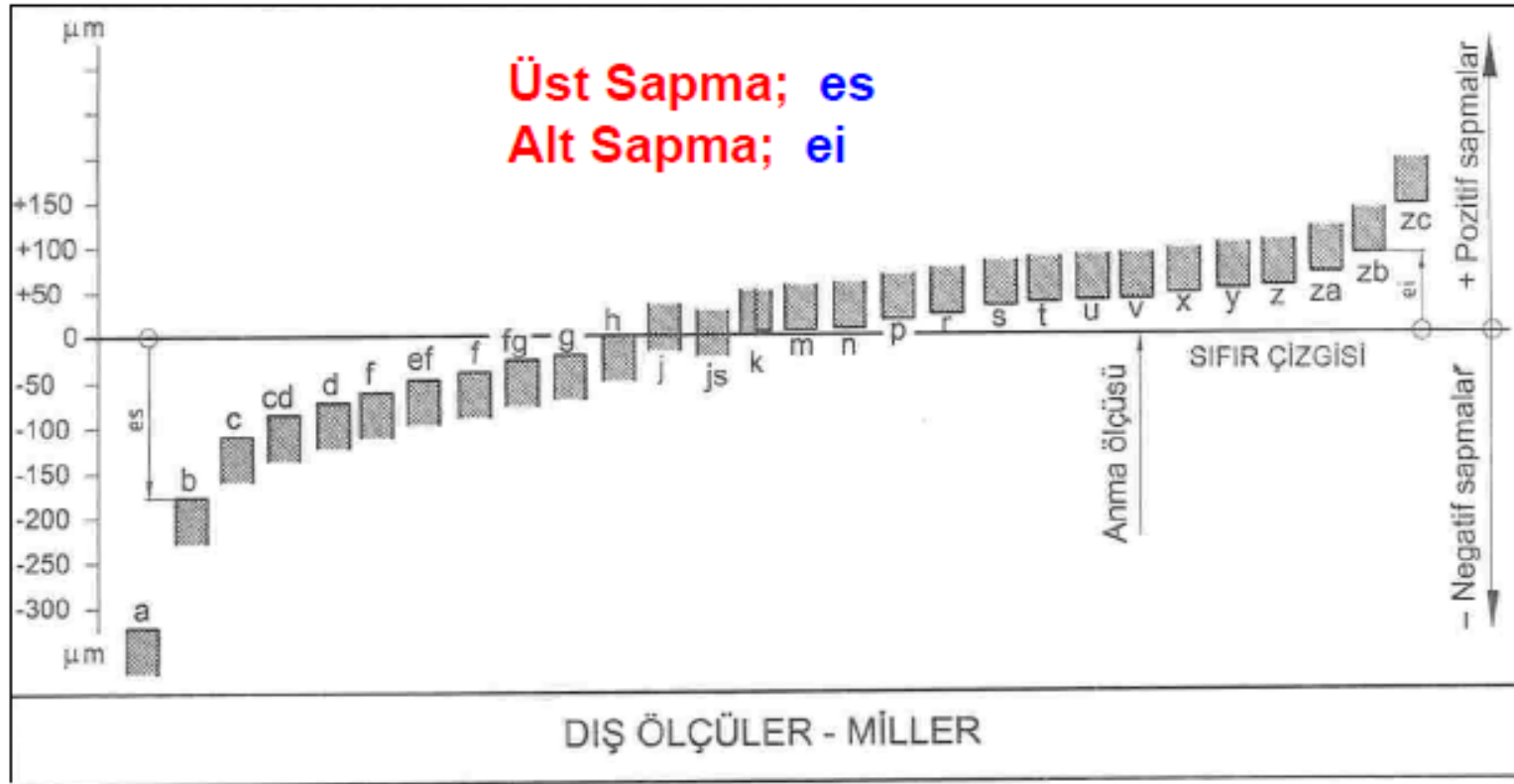
Tolerans Bölgeleri (TOLERANCE ZONES)



Tolerans Bölgesi: Grafik gösterimde EBÖ ile EKÖ arasındaki bölge. Toleransın büyüklüğü ve sıfır çizgisine göre konumu ile belirlenir. Delikler için A'dan ZC'ye kadar harflerle ifade edilir.

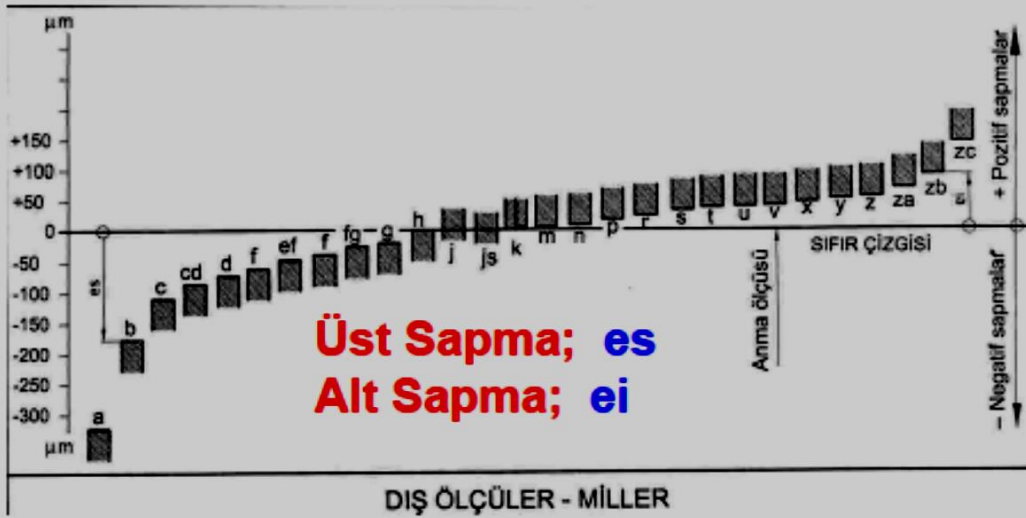
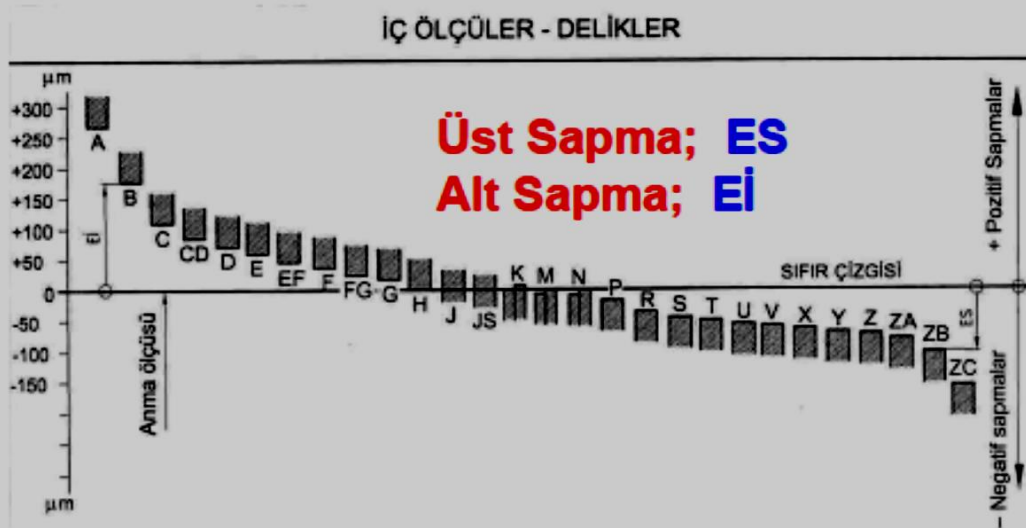
ISO TOLERANS SİSTEMİ

Tolerans Bölgeleri



Şekil 11: ISO-Tolerans bölgelerinin sıfır çizgisine göre yerleri

Miller için a'dan zc'ye kadar harflerle ifade edilir.



ALIŞTIRMA (FITS / FITTINGS)

Alıştırma: Birbirine takılacak iki basit elemanın (delik ve mil) ölçüleri arasındaki fark sonucu meydana gelen bağıntıya denir.

Alıştırma Toleransı (AT): Mil ve deliğe ait toleransların aritmetik toplamı veya en büyük boşlukla en küçük boşluk veya en büyük sıklıkla en küçük sıklık arasındaki fark.

$AT = T_d - T_m$ veya $AT = EBB - EKB$ veya $AT = EBS - EKS$

Alıştırmalarda mil ve deliğin tolerans sınıfları birlikte gösterilir. Örnek: **H7/n6 : DELİK/mil toleransı**

ALIŞTIRMA

H tolerans bölgesinde, 7. tolerans niteliğine sahip bir delikle, n tolerans bölgesinde 6. tolerans niteliğine sahip bir mil arasındaki alıştırma.

Mil ve delik içeren sistemin imalatı sırasında verilen toleranslara uygun olarak geçmeler elde edilir. Bu geçmelere **ALIŞTIRMA** da denir.

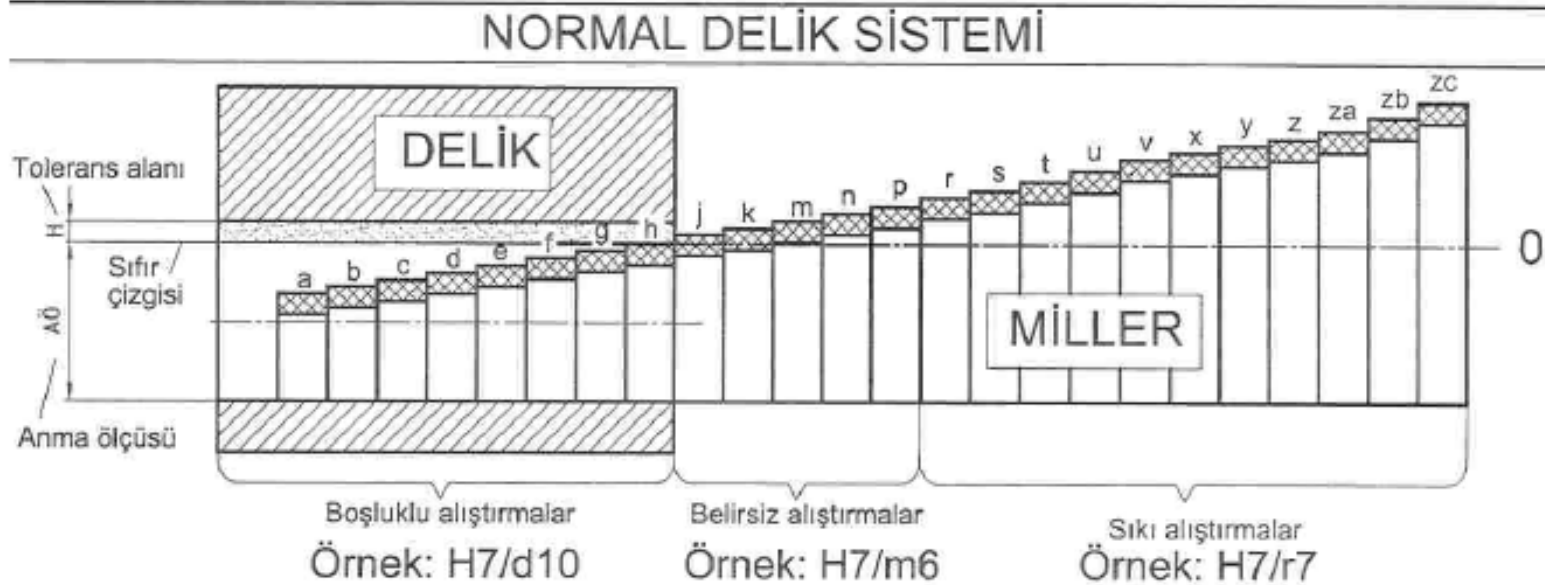
- Birim Delik Sistemi (Basic Hole System),
 - Birim Mil Sistemi (Basic Shaft System)
- olmak üzere iki tür geçme sistemi mevcuttur.

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.

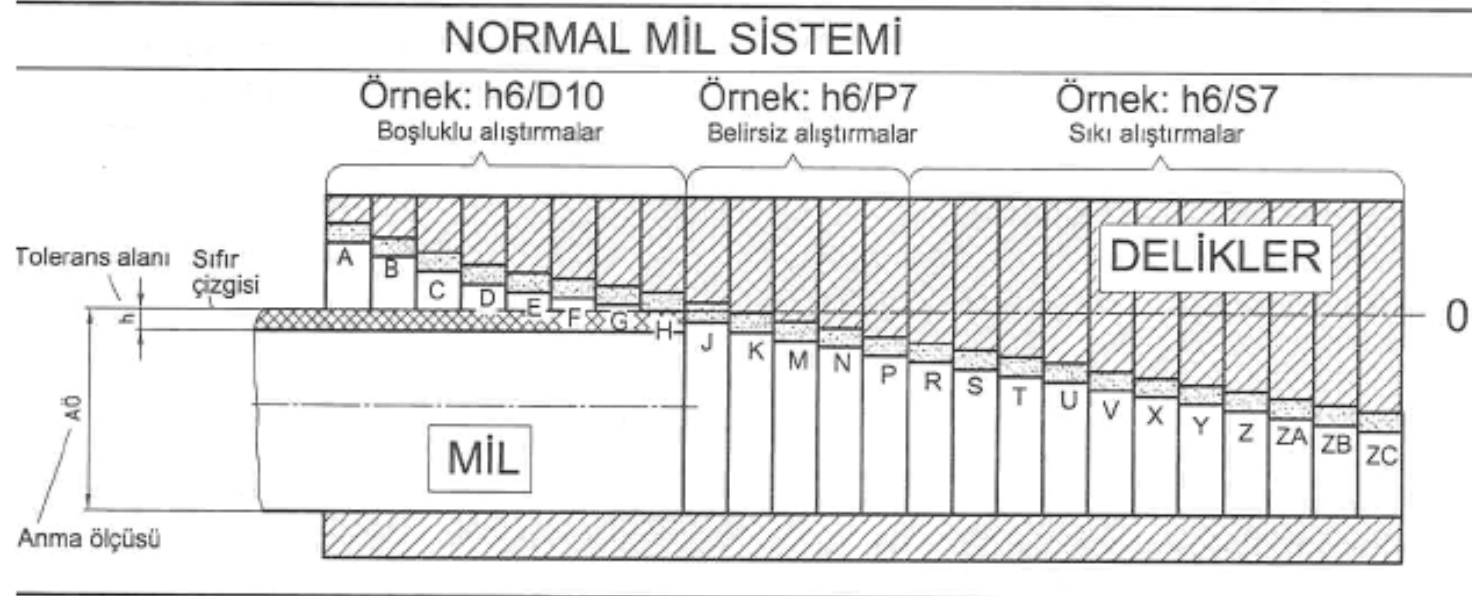
Dünyada, tolerans büyüklüğünü ve sıfır çizgisine göre uzaklığı tayin eden bir çok standart sistemi olmasına rağmen genel olarak ISO sistemine uyulmaktadır. ISO sisteminde tolerans bir harf ve bir sayı ile gösterilir (H7, m6 gibi). Harf tolerans bölgesinin sıfır çizgisine uzaklığını gösterirken, sayı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

NORMAL DELİK SİSTEMİ'nde millerin durumu (BASIC SHAFT SYSTEM)



Normal delik sistemi, farklı boşluk ve sıkılıkların elde edilmesi için, çeşitli millerin tek bir deliğe (**esas delik**) takılmasıyla meydana gelir. Bu sistemde **delik ölçüsü sabit** kabul edilerek, istenilen **boşluklu geçmeler için mil çapları küçültülür**, **sıkı geçmeler için mil çapları büyütülür**.

NORMAL MİL SİSTEMİ'nde deliklerin durumu (BASIC HOLE SYSTEM)



Normal Mil Sistemi, farklı boşluk ve sıklıkların elde edilmesi için, çeşitli deliklerin tek bir mile (**esas mil**) takılmasıyla meydana gelir. Bu sistemde **mil ölçüsü sabit** kabul edilerek, istenilen **boşluklu geçmeler için delik çapları büyütülür**, **sıkı geçmeler için delik çapları küçültülür**.

ISO ALIŞTIRMA SİSTEMİNDE ALIŞTIRMA ÇEŞİTLERİ

BOŞLUKLU GEÇME

Boşluklu Alıştırmalar

Clearance fit

ARA GEÇME

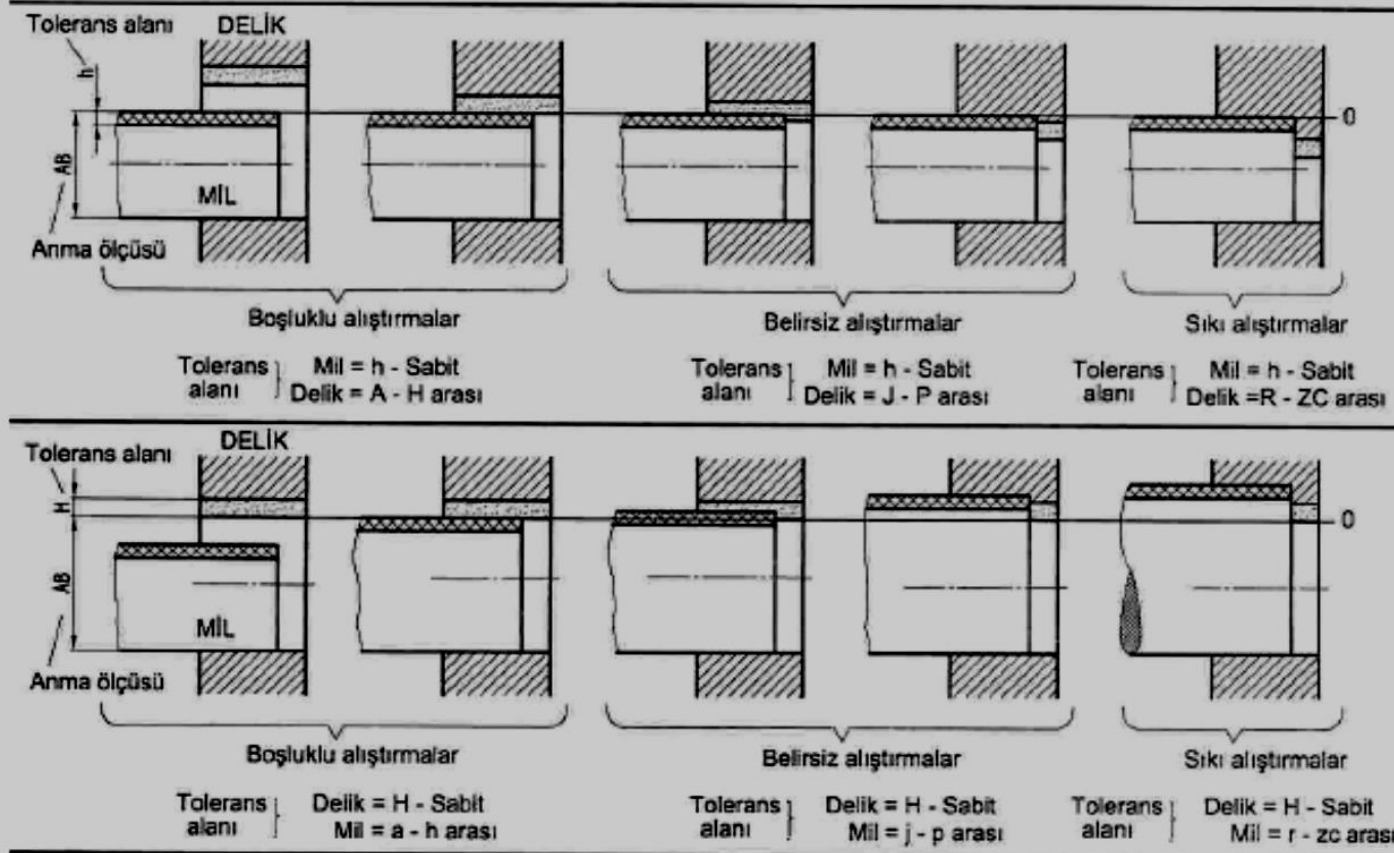
Belirsiz Alıştırmalar

Transition fit

SIKI GEÇME

Sıkı Alıştırmalar

Interference fit



Birim Delik (BDS)	Birim Mil (BMS)	Geçme Türü ve Kullanım Yerleri
H7/h6 H6/g5 H8/e8 H9/d9	H7/h6 G6/h5 E8/h8 D9/h9	Boşluklu Geçme: Pistonlar, mil üzerine takılan dişli çark ve kasnaklar, mil ve deliğe takılan segmanlar, noktasal yük taşıyan rulmanlar.
H7/n6 H7/k6 H7/j6 H6/js5	N7/h6 K7/h6 J7/h6 JS6/h5	Ara Geçme: Çevresel yük taşıyan rulmanlar, sıkça sökülen parçalar, kavramalar, merkezleme pimleri.
H7/s6 H7/r6 H7/u6 H6/p5 H8/t7	S7/h6 R7/h6 U7/h6 P6/h5 T8/h7	Sıkı Geçme: Döndürme momenti ileten parçalar (mil-göbek), yatak burçları, çevresel yük taşıyan büyük rulmanlar.

ALİŞTIRMA TOLERANSLARI TS 1845 EN 20286

Sınır ölçüleri μm ($1\mu\text{m}=0,001\text{ mm}$)

BİRİM DELİK SİSTEMİ

Anma Ölçüsü, mm		Delik	Miller					Delik	Miller								
Hariç	Dahil	H6	h5	j6	k6	n5	p5	H7	f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	r6	s6
1	3	+6 0	0 -4	+4 -2	+6 0	+8 +4	+10 +6	+10 0	-6 -16	-2 -8	0 -6	+4 -2	+6 0	+8 +2	+10 +4	16 10	20 14
3	6	+8 0	0 -5	+6 -2	+9 +1	+13 +8	+17 +12	+12 0	-10 -22	-4 -12	0 -8	+6 -2	+9 +1	+12 +4	+16 +8	23 15	27 19
6	10	+9 0	0 -6	+7 -2	+10 +1	+16 +10	+21 +15	+15 0	-13 -28	-5 -14	0 -9	+7 -2	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+28 +19	+32 +23
10	14	+11 0	0 -8	+8 -3	+12 +1	+20 +12	+26 +18	+18 0	-16 -34	-6 -17	0 -11	+8 -3	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+34 +23	+39 +28
14	18																
18	24	+13 0	0 -9	+9 -4	+15 +2	+24 +15	+31 +22	+21 0	-20 -41	-7 -20	0 -13	+9 -4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+41 +28	+48 +35
24	30																
30	40	+16 0	0 -11	+11 -5	+18 +2	+28 +17	+37 +26	+25 0	-25 -50	-9 -25	0 -16	+11 -5	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+50 +34	+59 +43
40	50																
50	65	+19 0	0 -13	+12 -7	+21 +2	+33 +20	+45 +32	+30 0	-30 -60	-10 -29	0 -19	+12 -7	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+60 +41	+72 +53
65	80															+62 +43	+78 +59
80	100	+22 0	0 -15	+13 -9	+25 +3	+38 +23	+52 +37	+35 0	-36 -71	-12 -34	0 -22	+13 -9	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+73 +51	+93 +71
100	120															+76 +54	+101 +79

ALİŞTIRMA TOLERANSLARI TS 1845 EN 20286

Sınır ölçüleri μm ($1\mu\text{m} = 0,001\text{ mm}$)

BİRİM MİL SİSTEMİ

Anma Ölçüsü, mm		Mil	Delikler					Mil	Delikler								
Hariç	Dahil	h5	H6	j6	M6	N6	P5	h6	F7	G7	H7	j7	K7	M7	N7	R7	S7
1	3	0 -4	+6 0	+2 -4	-2 -4	-4 -10	-6 -12	0 -6	+16 +6	+12 +2	+10 0	+4 -6	0 -10	-2 -12	-4 -14	-10 -20	-14 -24
3	6	0 -5	+8 0	+5 -3	-1 -9	-5 -13	-9 -17	0 -8	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-11 -23	-15 -27
6	10	0 -6	+9 0	+5 -4	-3 -12	-7 -16	-12 -21	0 -9	+28 +13	+20 +5	+15 0	+8 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-13 -28	-17 -32
10	18	0 -8	+11 0	+6 -5	-4 -15	-9 -20	-15 -26	0 -11	+34 +16	+24 +6	+18 0	+10 -8	+6 -12	0 -18	-5 -23	-16 -34	-21 -39
18	30	0 -9	+13 0	+8 -5	-4 -17	-11 -24	-18 -31	0 -13	+41 +20	+28 +7	+21 0	+12 -9	+6 -15	0 -21	-7 -28	-20 -41	-27 -48
30	40	0	+16	+10	-4	-12	-21	0	+50	+34	+25	+14	+7	0	-8	-25	-34
40	50	-11	0	-6	-20	-28	-37	-16	+25	+9	0	-11	-18	-25	-33	-50	-59
50	65	0 -13	+19 0	+13 -6	-5 -24	-14 -33	-26 -45	0 -19	+60 +30	+40 +10	+30 0	+18 -12	+9 -21	0 -30	-9 -39	-30 -60	-42 -72
65	80															-32 -62	-48 -78
80	100	0 -15	+22 0	+16 -6	-6 -28	-16 -38	-30 -52	0 -22	+71 +36	+47 +12	+35 0	+22 -13	+10 -25	0 -35	-10 -45	-38 -73	-58 -93
100	120															-41 -76	-66 -101

ÇİZELME 15.2 ISO ALIŞTIRMA DERECELERİ VE KARŞILIKLARI

Aıştırma derecesi	Normal delik		G e ç m e l e r	Normal mil	
	İşaretler			İşaretler	
	Adı	Delik		Mil	Delik
Hassas aıştırma	H6	p5 n5 k6 j6 h5	Hareketsiz geçmeler Sıkı geçme Çıkma geçme Tutuk geçme Kakma geçme Hareketli geçmeler Kaygın geçme	P6 N6 K6 J6 H6	h5
İnce aıştırma	H7	s6/r6(*) n6 m6 k6 j6 h6 g6 f7 e8 d9	Hareketsiz geçmeler Preste geçme Sıkı geçme Çıkma geçme Tutuk geçme Kakma geçme Hareketli geçmeler Kaygın geçme Yarım döner geçme Döner geçme Serbest döner geçme Serbest geçme	S7 N7 M7 K7 J7 H7 G7 F7 E8 D9	h6
Orta aıştırma	H8	h9 f8 d10	Hareketli geçmeler Kaygın geçme Döner geçme Serbest geçme	H8 F8 D10	h8 h9
Kaba aıştırma	H11	h11 d11 c11 a11	Hareketli geçmeler Kaba geçme 1 » » 2 » » 3 » » 4	H11 D11 C11 A11	h11

(*) s6 160 mm'ye kadar, r6 160 mm'den yukarı ölçüler için kullanılır.

ÇİZELGE 15.3 MAKİNA YAPIMINDA TERCİH EDİLEN ISO ALIŞTIRMALARI

Normal Delik	Normal Mil	Geçmenin Konumu	Kullanıldığı Yerler
H8/x8 veya u8 H7/s6 H7/r6	R7/h6 S7/h6	Pres geçmeler	1) Büyük tutukluk kuvveti için, dişli çark, volan ve teker göbekleri, mil flenşleri. 2) Orta tutukluk kuvveti için, kavrama göbekleri, GG - göbekleri üzerine bronz yatakları; gövde, tekerlek ve piston kollarında yatakları (s6 büyük, r6 küçük çapları) için.
H7/n6	N7/h6	Sıkı geçme. Presle yapılır.	Motor miline geçen endüviler ve göbeğe geçen dişliler. Mil üzerine geçen göbekler ve yatakları için.
H7/m6	M7/h6	Çakma geçme. Çekiçle oldukça zor yapılabilir.	Bir defaya mahsus olmak üzere makina ve elektrik motoru millerine (d=55 ilâ 120 mm) geçirilmiş kasnaklar, kavramalar ve dişliler için.
H7/k6	K7/h6	Tutuk geçme. Çekiçle rahatça yapılabilir.	Kasnaklar, kavramalar, dişliler, kamalı volanlar, rulmanlı yatakları iç bilezikleri, sabit tekerlekler ve kollar için.
H7/j6	J7/h6	Kakma geçme. Tokmak veya elle yapılabilir.	Kolayca çıkarılması gereken kasnaklar, dişliler, tekerlekler, yatakları v.b. için.
H7/h6	H7/h6	Kaygan geçme. Yağlanırsa elle geçirilebilir.	Sık sık sökülüp takılması gereken tekerler, tezgâhların hareketli kısımları, yatakları dış bilezikleri, kavramalar ve boru merkezleme flenşleri için.
H8/h9	H8/h9	Kaygan geçme. Kuvvet sarfetmeden kayabilen geçme parçaları.	Mil üzerinde hareket eden transmisyon hareket bilezikleri, kayış kasnakları, el tutamakları, dişliler, kavramalar, v.b. için.
H7/g6	G7/h6	Tutuk döner geçme. Fark edilmeyecek kadar bir boşlukla kaydırılabilir.	Kayabilir dişliler, kavramalar, piston kolu yatağı, ölçme cihazları silindirleri için.
H7/f7	F8/h6	Döner geçme. Fark edilecek kadar boşluk vardır.	Takım tezgâhlarının ana yatakları, krank milleri ve piston kolları yatakları, bütün regülatör yatakları, kaygan muflar v.b. için.

Tutuk döner geçme: Sliding fit

Döner geçme: Running fit

Serbest döner geçme: Free-running fit

Hafif döner geçme: Close-running fit

Kaba geçme: Loose- running fit

Kaygan geçme: Locational clearance fit

Tutuk, çakma, kakma geçme: Locational transition fit

Sıkı geçme: Locational interference fit

Pres geçme: Force or shrink fit

Genellikle:

Rulmanlarda n6, n7

Yağlı, kaymalı yataklarda h5,h6

Preste sıkı geçme olacaksa,

r7, r8, s7, s8

ÇİZELGE 15.3 MAKİNA YAPIMINDA TERCİH EDİLEN ISO ALIŞTIRMALARI

Normal Delik	Normal Mil	Geçmenin Konumu	Kullanıldığı Yerler
H8/f7	F8/h9	Döner geçme. Fark edilir derecede boşluk vardır.	Krank millerinin ana yatakları, piston kolu yatakları, kaygın yatakları için.
H8/e8	E8/h8	Hafif döner geçme. Oldukça büyük boşluk vardır.	Takım tezgâhlarında çok yataklı miller için.
H8/d9	D9/h8	Serbest döner geçme. Çok fazla boşluk vardır.	Vinçlerin ve transmisyonların uzun millerindeki yatakları, avara kasnaklar, Ziraat makineleri yatakları, salmastra kutuları için.
H9/d10	D10/h9	Serbest döner geçme. Çok fazla boşluk vardır.	Kamalar ve kama yuvalarında, Nakil vasıtaları ve ziraat makinelerinin aks burçları, transmisyon yatakları avara kasnaklar için.
H11/h11	H11/h11	Kaba geçme 1. Parçalar az boşlukla ve büyük toleransla içiçe geçebilir.	Ziraat makinelerinde miller üzerine vidalanmış, çakılmış veya sıkıştırılmış parçalar, ara burçları, menteşe primleri için.
H11/d11	D11/h11	Kaba geçme 2. Büyük toleranslı.	Büyük toleranslı parçaların hareketlerini devamlı olarak temin etmek için.
H11/c11	C11/h11	Kaba geçme 3. Büyük boşluk ve büyük toleranslı.	Kısa transmisyon milleri, kapatma pimleri, v.b. için.
H11/a11	A11/h11	Kaba geçme 4. Büyük tolerans ve büyük boşluk.	Lokomotif regülatör milleri, yay ve fren cubukları için.

ALIŞTIRMALARIN GÖSTERİLMESİ

Birbirine takılan elemanlar için gerekli olanlar:

Ortak anma ölçüsü

Deliğin tolerans sınıf numarası

Milin tolerans sınıf numarası



veya



• Delik ve mil için yaklaşık olarak aynı sayıları kullanmak mantıklıdır. H7/g6 gibi.

• Aksi taktirde çok hassas bir mil ya da delik yapıp kaba bir toleransta karşılığını üretmek anlamsız olur. H6/g11. Bu durum tabloda da YOK...

ISO Aıştırmaları Sapma Değerleri

TS 1845 - (DIN 7154 T1)

Normal Delik Sistemi

Ölçüler µm cinsinden (1µ = 0,001 mm)

Anma ölçüler aralıktan ...'den ... dahil mm.	Delik	Miller					Delik	Miller									
		p5	n5	k6	j6	h5		s6	r6	n6	m6	k6	j6	h6	g6	f6	
H6	H7																
1...3	+6 0	+10 +5	+8 +4	+6 0	+4 -2	0 -4	+10 0	+20 +14	+16 +10	+10 +4	+8 +2	+6 0	+4 -2	0 -6	-2 -8	-6 -16	
3...6	+8 0	+17 +12	+13 +8	+9 +1	+6 -2	0 -5	+12 0	+27 +19	+23 +15	+16 +8	+12 +4	+9 +1	+6 -2	0 -8	-4 -12	-10 -22	
6...10	+9 0	+21 +15	+16 +10	+10 +1	+7 -2	0 -6	+15 0	+32 +23	+26 +19	+19 +10	+15 +8	+10 +1	+7 -2	0 -9	-5 -14	-13 -28	
10...14	+11 0	+26 +18	+20 +12	+12 +1	+8 -3	0 -8	+18 0	+39 +28	+34 +23	+23 +12	+18 +7	+12 +1	+8 -3	0 -11	-6 -17	-16 -34	
14...18																	
18...24	+13 0	+31 +22	+24 +15	+15 +2	+9 -4	0 -9	+21 0	+48 +35	+41 +28	+26 +15	+21 +8	+15 +2	+9 -4	0 -13	-7 -20	-20 -41	
24...30																	
30...40	+16 0	+37 +26	+28 +17	+18 +2	+11 -5	0 -11	+25 0	+59 +43	+50 +34	+33 +17	+25 +9	+18 +2	+11 -5	0 -16	-9 -25	-25 -50	
40...50																	
50...65	+19 0	+45 +32	+33 +20	+21 +2	+12 -7	0 -13	+30 0	+72 +59	+60 +41	+39 +20	+30 +11	+21 +2	+12 -7	0 -18	-10 -29	-30 -60	
65...80																	
80...100	+22 0	+52 +37	+38 +23	+25 +3	+13 -9	0 -15	+35 0	+93 +71	+73 +51	+45 +23	+35 +13	+25 +3	+13 -9	0 -22	-12 -34	-36 -71	
100...120																	
120...140	+25 0	+61 +43	+45 +27	+28 +3	+14 -11	0 -18	+40 0	+125 +100	+93 +65	+52 +27	+40 +15	+28 +3	+14 -11	0 -25	-14 -39	-43 -83	
140...160																	
160...180																	
180...200	+29 0	+70 +50	+51 +31	+33 +4	+16 -13	0 -20	+46 0	+151 +130	+106 +80	+80 +31	+46 +17	+33 +4	+16 -13	0 -28	+15 -44	+50 -96	
200...225																	
225...250																	
250...280	+32 0	+79 +56	+57 +34	+36 +4	+16 -16	0 -23	+52 0	+190 +158	+126 +94	+80 +55	+46 +20	+33 +4	+16 -16	0 -32	+15 -16	+50 -16	
280...315																	
315...355	+36 0	+87 +62	+62 +37	+40 +4	+18 -18	0 -25	+57 0	+226 +190	+144 +106	+73 +37	+57 +21	+40 +4	+18 -18	0 -36	-17 -49	-56 -108	
355...400																	
400...450	+40 0	+96 +67	+67 +40	+45 +5	+20 -20	0 -27	+63 0	+272 +232	+186 +126	+80 +40	+63 +23	+45 +5	+20 -20	0 -40	-20 -60	-68 -131	
450...500																	

ISO Aıştırmaları Sapma Değerleri

TS 1845 - (DIN 7154 T1)

Normal Delik Sistemi

Ölçüler µm cinsinden (1µ = 0,001 mm)

Anma ölçüler aralıktan ...'den ... dahil mm.	Delik	Miller					Delik	Miller				
		x8	u8	h9	e8	d9		h9	h11	d9	c11	a11
	H8						H11					
1...3	+14 0	+34 +20	-	0 -25	-14 -28	+20 -45	+60 0	0 -25	0 -60	-20 -45	-60 -120	-270 -330
3...6	+18 0	+46 +28	-	0 -30	-20 -38	-30 -60	+75 0	0 -30	0 -75	-30 -60	-70 -145	-270 -345
6...10	+22 0	+56 +34	-	0 -36	-25 -47	-40 -76	+90 0	0 -36	0 -90	-40 -76	-80 -170	-280 -370
10...14	+27 0	+67 +40	-	0 -43	-32 -59	-50 -93	+110 0	0 -43	0 -110	-50 -93	-96 -205	-290 -400
14...18												
18...24	+33 0	+87 +54	-	0 -52	-40 -73	-65 -117	+130 0	0 -52	0 -130	-65 -117	-110 -240	-300 -430
24...30												
30...40	+39 0	+119 +80	+99 +60	0 -62	-50 -89	-60 -142	+160 0	0 -62	0 -160	-80 -142	-120 -290	-310 -470
40...50												
50...65	+46 0	+162 +122	+133 +87	0 -74	-60 -108	-80 -174	+190 0	0 -74	0 -190	-100 -174	-140 -330	-340 -530
65...80												
80...100	+54 0	+232 +178	+178 +124	0 -87	-72 -126	-120 -207	+220 0	0 -87	0 -220	-120 -207	-170 -390	-380 -600
100...120												
120...140	+63 0	+311 +248	+233 +170	0 -100	-85 -148	-145 -245	+250 0	0 -100	0 -250	-145 -245	-210 -480	-520 -770
140...160												
160...180												
180...200	+72 0	+422 +350	+308 +236	0 -115	-100 -172	-170 -285	+290 0	0 -115	0 -290	-170 -285	-240 -530	-660 -950
200...225												
225...250												
250...280	+81 0	+556 +475	+396 +315	0 -130	-110 -191	-190 -320	+320 0	0 -130	0 -320	-190 -320	-300 -620	-920 -1240
280...315												
315...355	+89 0	+679 +590	+479 +390	0 -140	-125 -214	-210 -350	+360 0	0 -140	0 -360	-210 -350	-380 -720	-1200 -1560
355...400												
400...450	+97 0	+887 +480	+387 +350	0 -155	-135 -232	-230 -385	+400 0	0 -155	0 -400	-230 -385	-440 -840	-1500 -1900
450...500												

50 mm ölçüsünde bir delik ve mil arasında **55 h6/K7** alıştırmasında delik ve mile ait sapma değerlerini çizelgeden bulalım.

55 mm için 50-60 ölçü aralığı
olan satır kullanılır.
h6 sütunundan aşağı inerek
mil için toleranslar bulunur.

$$\begin{pmatrix} 55 & 0 \\ 0 & -19 \end{pmatrix}$$

Delik toleransları için K7
sütunundan aşağıya inilir.

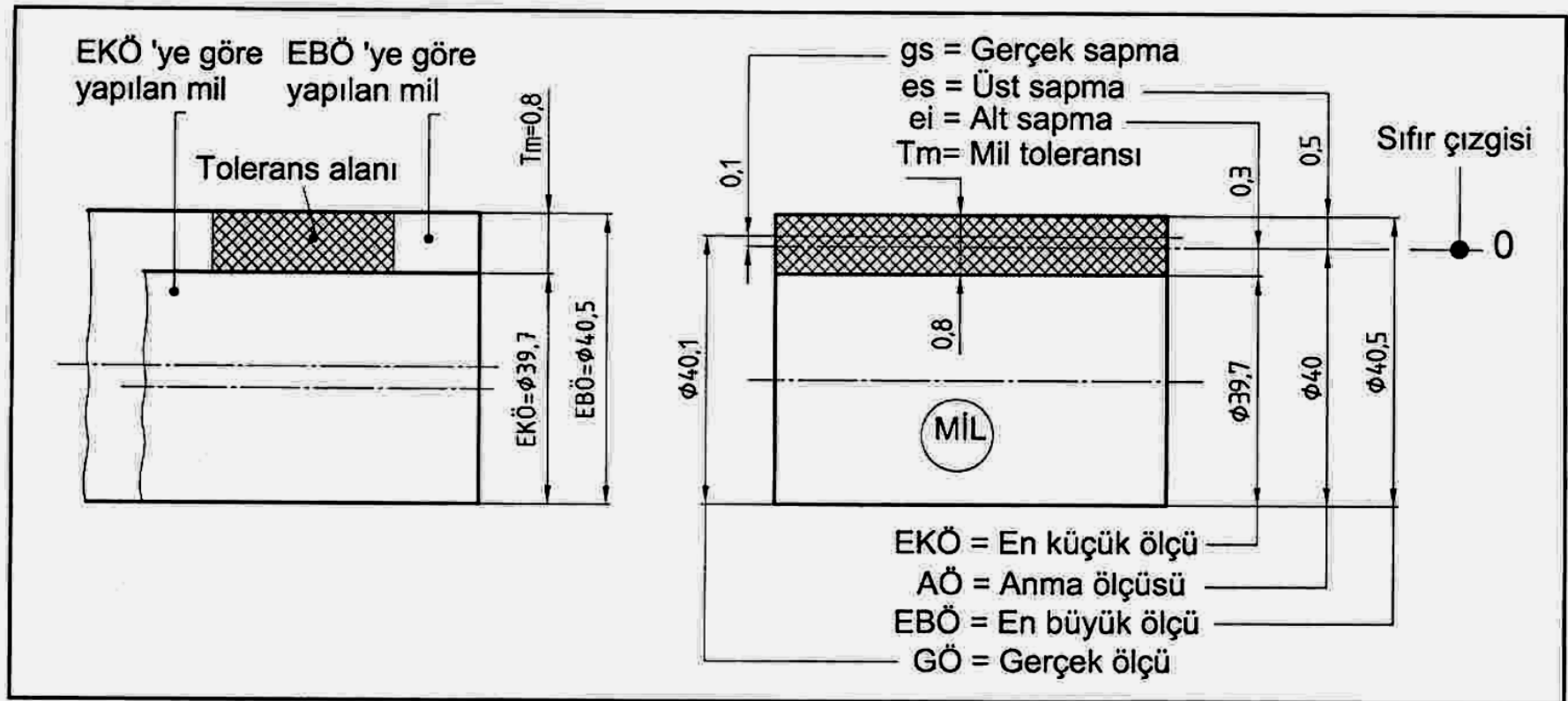
$$\begin{array}{r} 55 \\ +9 \\ -21 \\ \hline \end{array}$$

NORMAL MİL SİSTEMİ																
Anma ölçüsü mm	MİL	Geçen delikler					MİL	Geçen delikler								
	(h5)	P6	N6	M6	J6	H6	(h6)	S7	R7	N7	M7	K7	J7	H7	G7	F7
1...3																
3...6																
6...10																
10...14																
14...18																
18...24																
24...30																
30...40																
40...50																
50...65							0 -19							+9 -21		

Gerçek Sapma = $G\ddot{O} - A\ddot{O}$

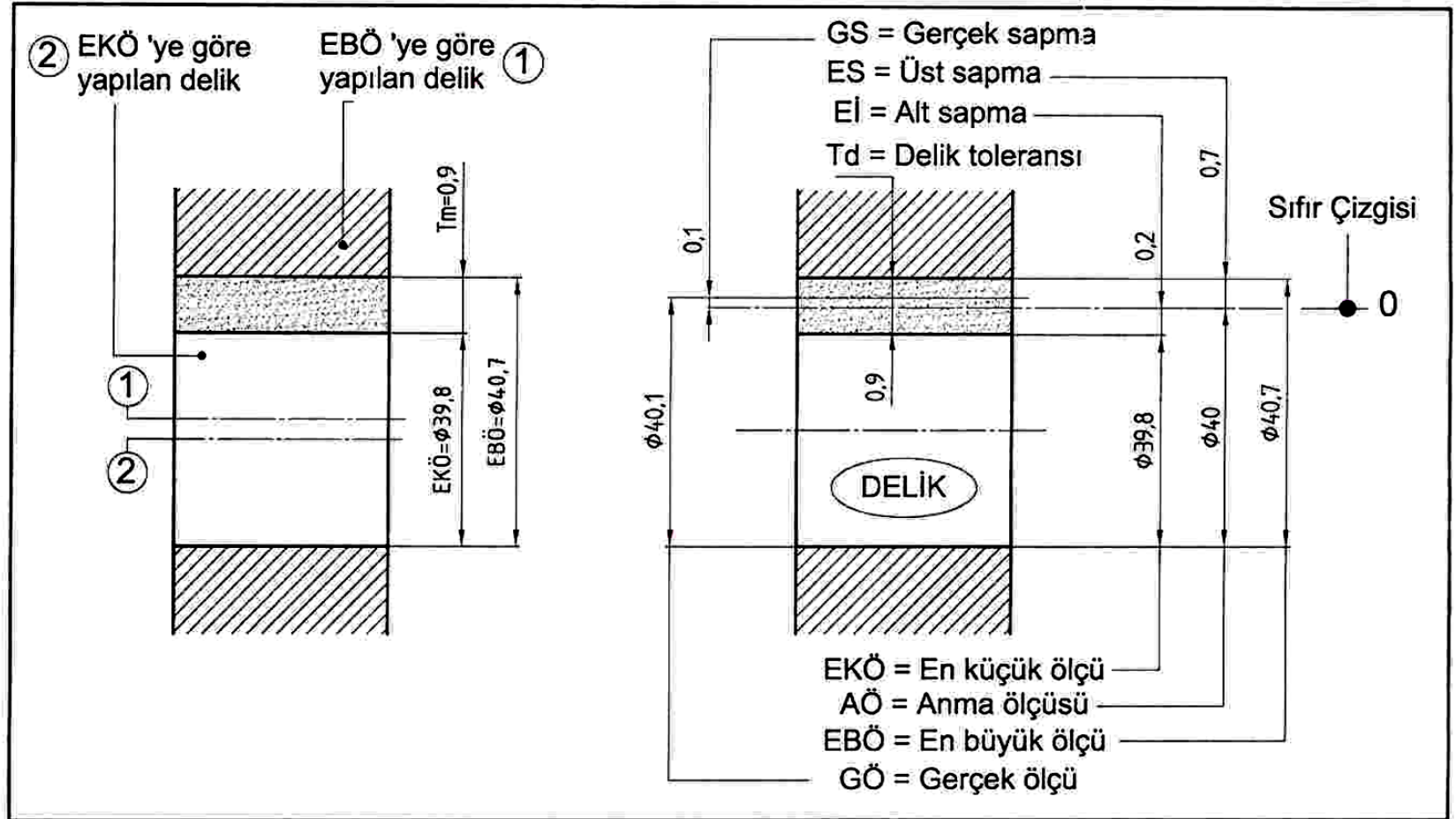
Tm = Mil Toleransı

Td = Delik Toleransi



Şekil 3: Milde genel terimler

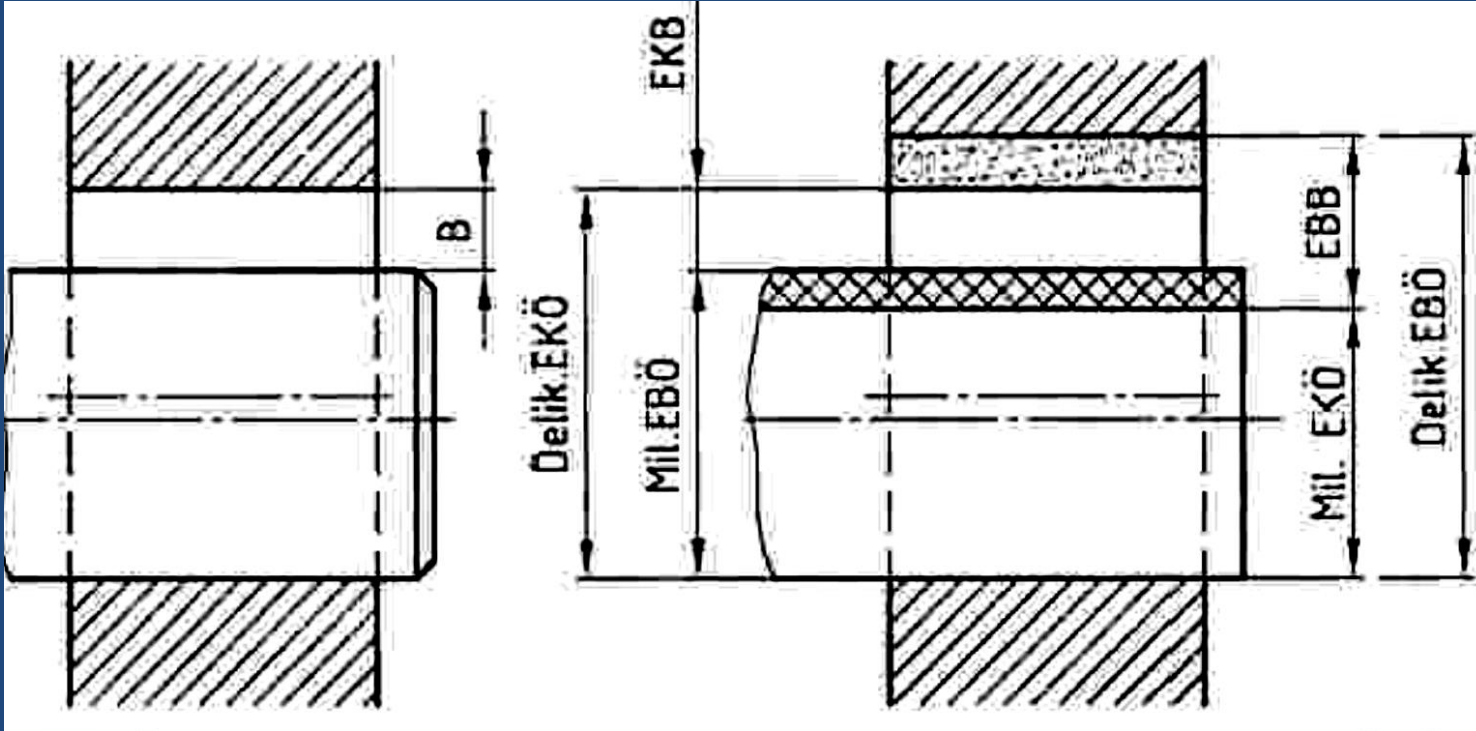
DELİK (GÖBEK)



Şekil 4: Delikte genel terimler

BOŞLUK

Delik ölçüsü > Mil ölçüsü olduğunda oluşur.



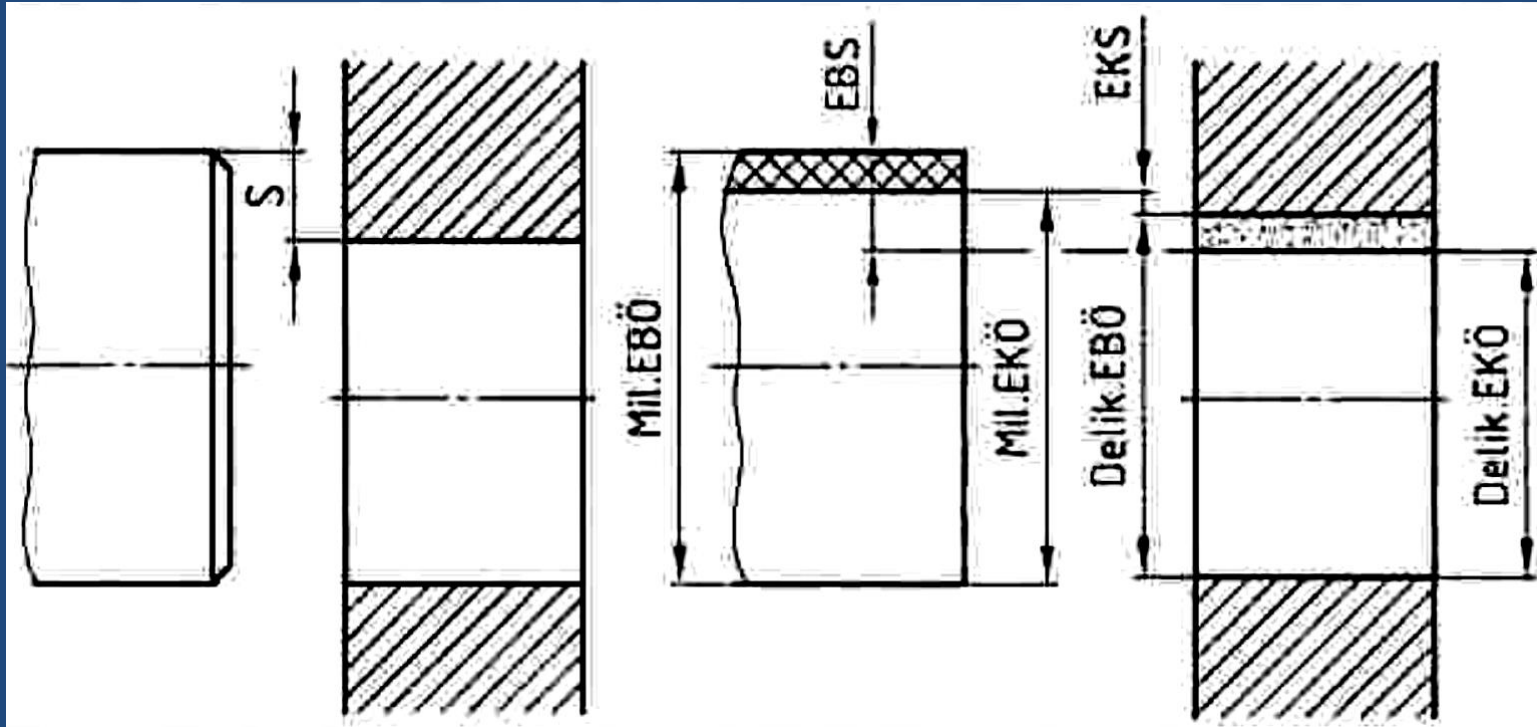
Boşluk = Delik ölçüsü – Mil ölçüsü (+)

En Büyük Boşluk = EBB = Delik EBÖ – Mil EKÖ
(Boşluklu veya belirsiz alıştırmada)

En Küçük boşluk = EKB = Delik EKÖ – Mil EBÖ
(Boşluklu alıştırmada)

SIKILIK

Delik ölçüsü < Mil ölçüsü olduğunda oluşur.



Sıkılık = Delik ölçüsü – Mil ölçüsü (-)

En Büyük Sıkılık = EBS = Delik EKÖ – Mil EBÖ
(Sıkı veya belirsiz alıştırmada)

En Küçük Sıkılık = EKS = Delik EBÖ – Mil EKÖ
(Sıkı alıştırmada)

Aşağıdaki tabloda ISO Aıştırmaları Sapma Değerleri verilmiştir. Bu tabloyu kullanarak **30 H6/j6, 30H7/s6, ve 28H7/f6** aıştırmalarında delik ve mile ait sapma değerlerini bulunuz. Aıştırma türüne göre En Küçük Boşluk (EKB), En Büyük Boşluk (EBB), En Küçük Sıkılık (EKS) ve En Büyük Sıkılık (EBS) değerlerini hesaplayarak geçme türünü belirleyiniz. (Sıkı, Ara, Boşluklu). (25p)

ISO Aıştırmaları Sapma Değerleri								TS 1845 - (DIN 7154 T1)								
Normal Delik Sistemi								Ölçüler µm cinsinden (1µ = 0,001 mm)								
Anma ölçüleri aralıkları ...'den ... dahil mm.	Delik	Miller					Delik	Miller								
	H6	p 5	n 5	k 6	j 6	h 5	H7	s 6	r 6	n 6	m 6	k 6	j 6	h 6	g 6	f 6
1...3	+6 0	+10 +6	+8 +4	+6 0	+4 -2	0 -4	+10 0	+20 +14	+16 +10	+10 +4	+8 +2	+6 0	+4 -2	0 -6	-2 -8	-6 -16
3...6	+8 0	+17 +12	+13 +18	+9 +1	+6 -2	0 -5	+12 0	+27 +19	+23 +15	+16 +8	+12 +4	+9 +1	+6 -2	0 -8	-4 -12	-10 -22
6...10	+9 0	+21 +15	+16 +10	+10 +1	+7 -2	0 -6	+15 0	+32 +23	+28 +19	+19 +10	+15 +6	+10 +1	+7 -2	0 -9	-5 -14	-13 -28
10...14	+11 0	+26	+20	+12	+8	0	+18 0	+39	+34	+23	+18	+12	+8	0	-6	-16
14...18		+18	+12	+1	-3	-6		+28	+23	+12	+7	+1	-3	-11	-17	-34
18...24	+13 0	+31	+24	+15	+9	0	+21 0	+48	+41	+28	+21	+15	+9	0	-7	-20
24...30		+22	+15	+2	-4	-9		+35	+28	+15	+8	+2	-4	-13	-20	-41
30...40	+16 0	+37	+28	+18	+11	0	+25 0	+59	+50	+33	+25	+18	+11	0	-9	-25
40...50		+26	+17	+2	-5	-11		+43	+34	+17	+9	+2	-5	-16	-25	-50