

[ÖLÇME TEKN]

- Yrd.Doç.Dr.M.Azmi AKTAC R
Harran Üniversitesi Makine
Mühendisliği Bölümü

BOYUT ÖLÇME

- Boyut ölçmelerinde doğrudan temasla yapılan ölçmelerdir. Boyut ölçmede aşağıda verilen aletler kullanılır.
- Cetvel,
- Derit
- Katlanabilir metre
- Kumpaslar
- Mikrometreler
- Mastarlar
- Komparatörler
- Ayrıca boyut ölçmelerde doğrudan temasla olamayan optik ve pnömatik yöntemlerde kullanılır.



BOYUT ÖLÇME

- Ölçme esnasında; ölçü aleti üzerindeki i aret ve göz ölçü aletine dik do rultuda olmalıdır.
- Ölçme esnasında ısıl etkilerden olabilecek hatalar için dikkat edilmelidir.
- Ölçme referans sıcaklık laboratuarda 20°C , açık havada 15°C 'dir.

BOYUT ÖLÇME

SORU: 20 °C referans sıcaklıkta kullanılmak üzere imal edilmiş, hassas 50 mm uzunluğundaki bir mastarın 38 °C sıcaklıktaki boyunu bulunuz. Mastarın Yapıldığı çelik malzemenin ısı genleşme katsayısı $\alpha=1.165 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ } ^\circ\text{C}$ değerindedir.

Çözüm : Herhangi bir T sıcaklığında bir cismin boyu

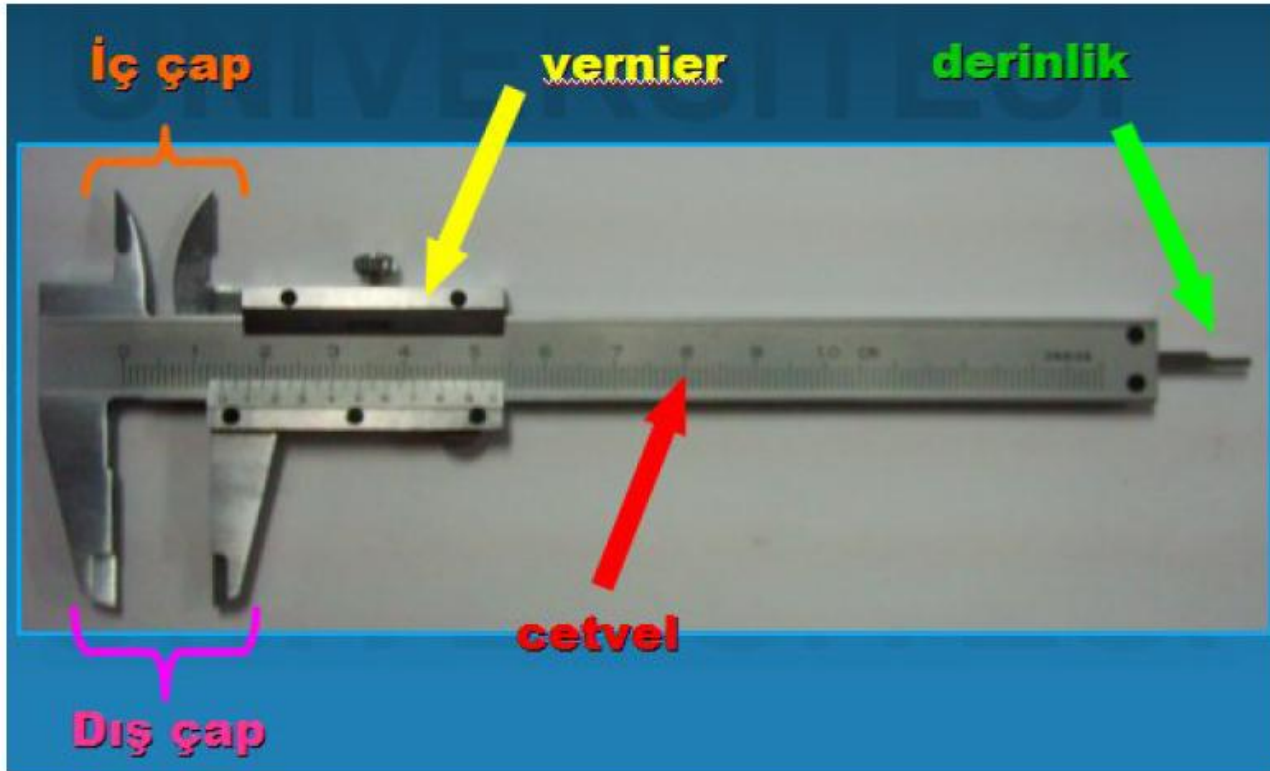
$$L_T = L_o [1 + \alpha(T - T_o)]$$

ile verildiğinden

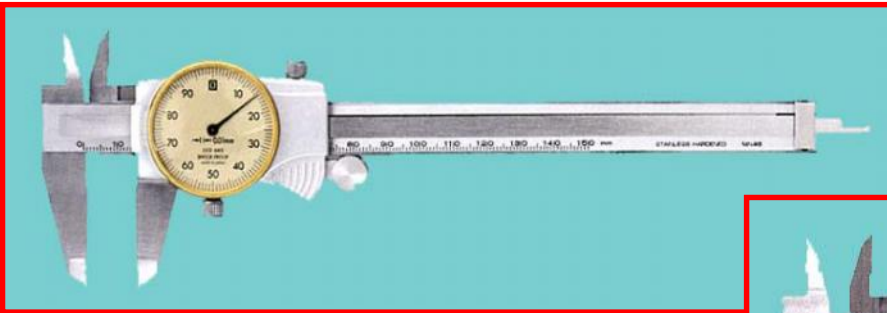
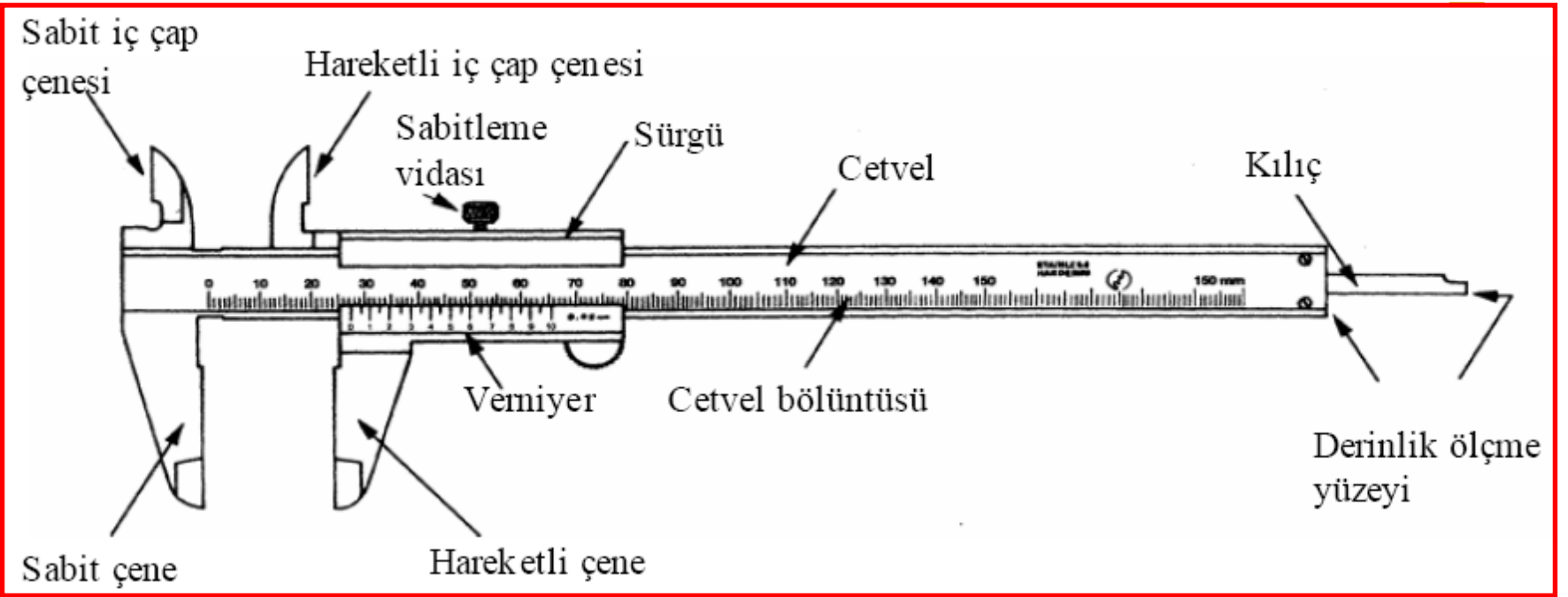
$$L_{38^\circ} = 50 \left[1 + 1,165 \cdot 10^{-5} (38 - 20) \right] = 50,01 \text{ mm}$$

ir.

Sürmeli Kumpas



Kumpaslar; Hassas boyut ölçümlerinde kullanılır.



[KUMPAS ÇEŞİTLERİ]

Kumpas kullanım alanına göre

- Dış çap kumpasları
- Derinlik kumpasları
- Özel kumpaslar
- Modül kumpaslar olarak sınıflandırılırlar.

KUMPAS



UZUN ÇENE KUMPAS



MONOBLOK KUMPAS



SAATLİ KUMPAS



DİJİTAL KUMPAS BÜYÜK EKRAN



SU GEÇİRMEZ KUMPAS



[KUMPAS ÇEŞİTLERİ]

SOMET KUMPAS ÇEKMALI



İÇ KANAL DİJİTAL KUMPAS



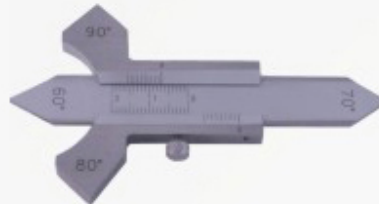
DIŞ KANAL DİJİTAL KUMPAS



DİJİTAL KUMPAS TIN KAPLI



KAYNAKÇI KUMPAS



DERİNLİK KUMPASI



[

Kumpaslar mm ve inç ölçü sistemine uygun olarak imal edilirler

1/10mm,
1/20mm,
1/50mm'lik
1/32"
1/64"
1/128"
1/192"
1/1000"



1/10 Kumpas



1/10 Kumpas



1/20 Kumpas



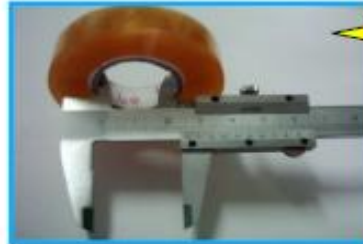
Dijital Kumpas



Saatli Kumpas



1/50 Kumpas



İÇ ÇAP
DIŞ ÇAP
DERİNLİK

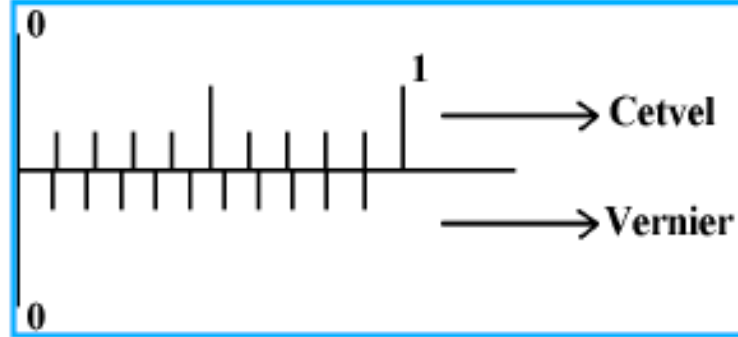
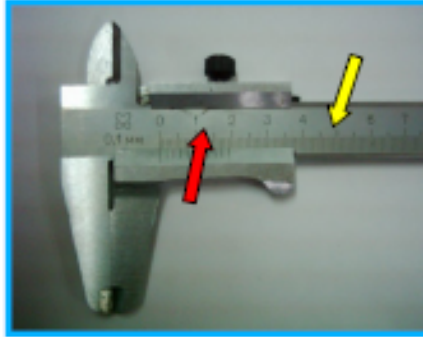


- "mm" lik Kumpaslar
- 1/10 mm' lik
- 1/20 mm' lik
- 1/50 mm' lik

- "inç" li Kumpaslar
- 1/32 " li
- 1/64 " li
- 1/128 " li
- 1/1000 " li

1/10 mm'lik Kumpaslar

❖ Yapısı :



❖ Kumpasın Hassaslığının Bulunuşu :

Temel Kural = “Cetvelde iki çizgi aralığından, verniyerdeki iki çizgi aralığı farkıdır”.

Temel Kuralın Uygulanışı:

$(1 \text{ mm}) - (9/10 \text{ mm}) = 1 - 0.9 = 0.1 \text{ mm} = \text{“ONDA BİR”}$

❖ 0.1 mm' in ANLAMI : Bu kumpas

10.0 mm

FAKAT

10.00 mm

29.9 mm

29.90 mm

41.1 mm

41.10 mm

23.5 mm

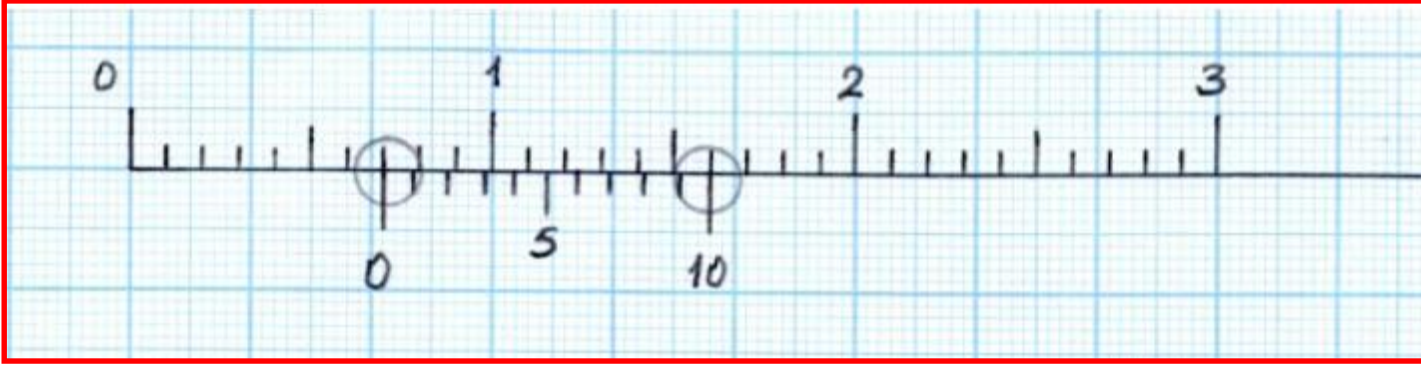
23.50 mm

57.2 mm yi ÖLÇER.

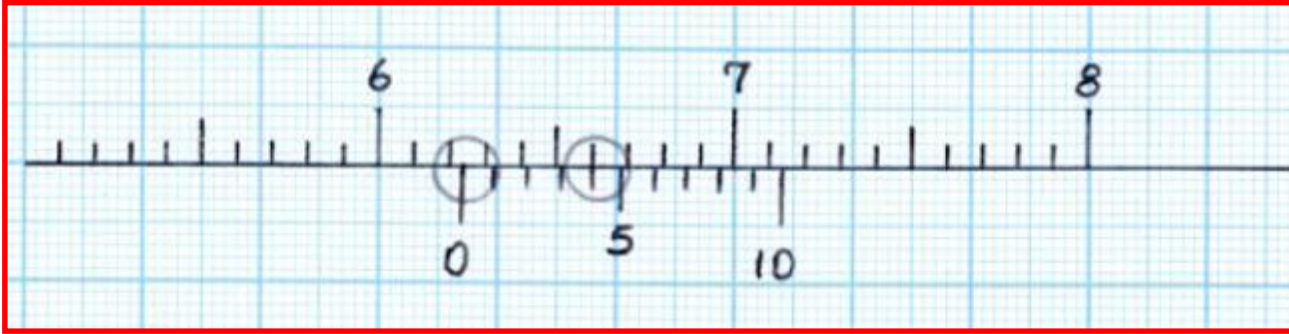
57.20 mm yi ÖLÇEMEZ.

Noktadan sonra tek rakam ve birin katlarını ÖLÇER.

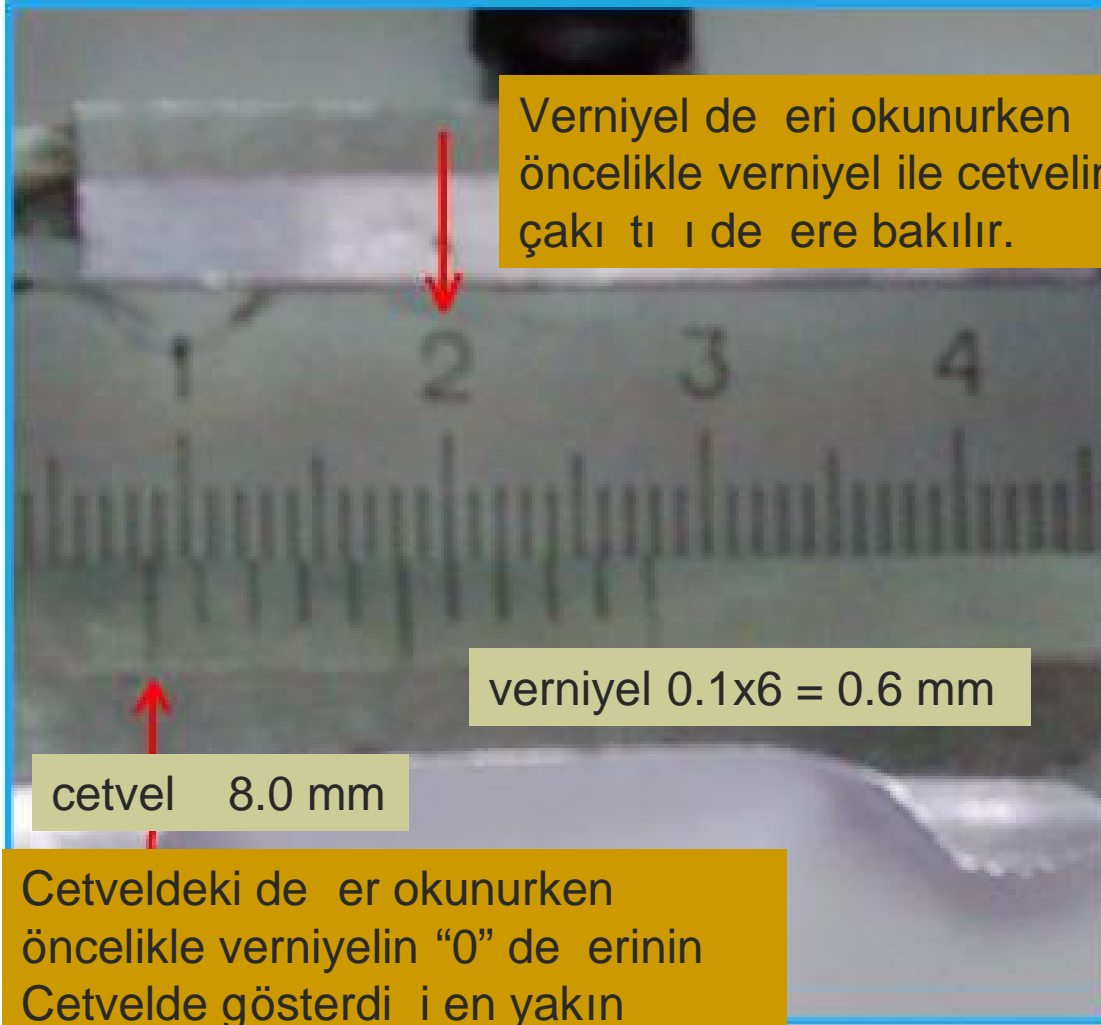
Noktadan sonra iki rakam fazla hassasiyet demektir



- Verniyerin '0' (sıfır) çizgisi cetveldeki 7. çizgi ile çakı mı tır. Buna göre okunan ölçü 7 mm ve 8 mm arasındaki ondalık ölçüleridir.
- Verniyerin çakı an çizgisinin kaçınıcı çizgi oldu u tespit edilir ve ondalıklı de er okunur.
- Üstteki örnekte verniyer bölüntüsünün 10. çizgisi çakı tı ı için buna göre ölçülen de er: 7 mm'dir.



- Verniyerin '0' (Sıfır) çizgisi cetvel üzerinde 62 mm'yi geçmi tir. (62 mm)
- Verniyerin 4. çizgisi cetvel üzerindeki herhangi bir çizgi ile tam çakı mı tır. ($4 \cdot 0.1 = 0.4$ mm)
- Buna göre ölçülen de er; $62 + 0,4 = 62.4$ mm'dir.



Verniyel de eri okunurken öncelikle verniyel ile cetvelin çakı tı ı de ere bakılır.

verniyel $0.1 \times 6 = 0.6$ mm

cetvel 8.0 mm

Cetveldeki de er okunurken öncelikle verniyelin “0” de erinin Cetvelde gösterdi i en yakın de ere bakılır.

Hassasiyet 1/10 (0.1)

cetvel 8.0 mm

verniyel 0.6 mm (0.1x6)

Ölçü=cetvel+verniyel

Ölçü=8.0+0.6

Ölçü=8.6mm

[Uygulama]

Hassasiyet 1/10 (0.1)

cetvel 27.0 mm

verniyel 0.5 mm (0.1x5)

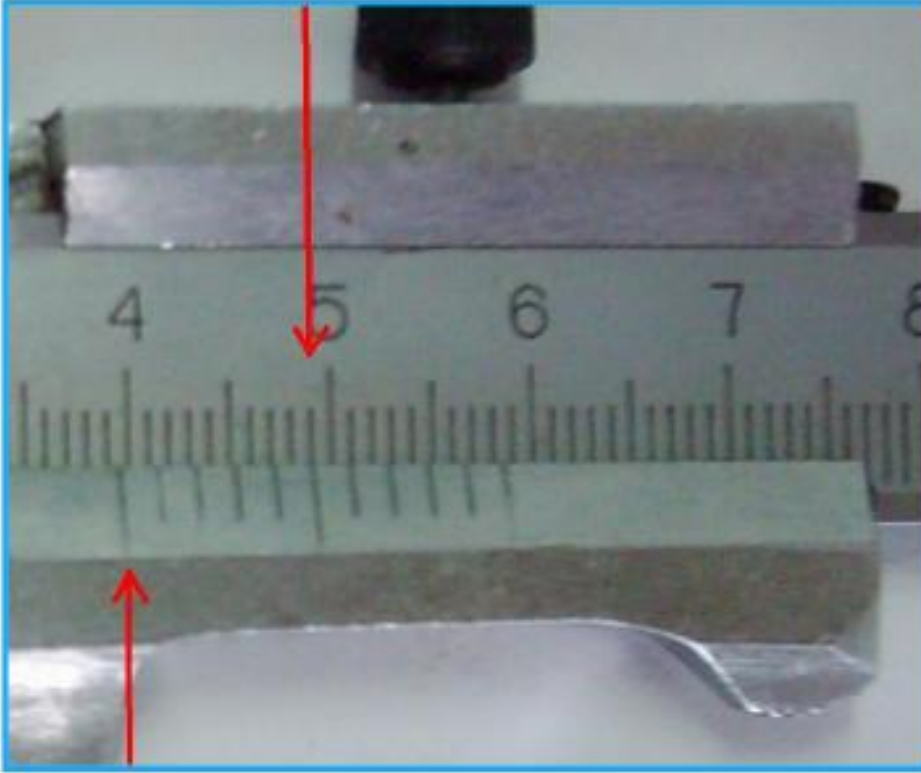
Ölçü=cetvel+verniyel

Ölçü=27.0+0.5

Ölçü=27.5 mm



Uygulama



Hassasiyet 1/10 (0.1)

cetvel 39.0 mm

verniyel 0.5 mm (0.1x5)

Ölçü=cetvel+verniyel

Ölçü=39.0+0.5

Ölçü=39.5 mm

[Uygulama]

Hassasiyet 1/10 (0.1)

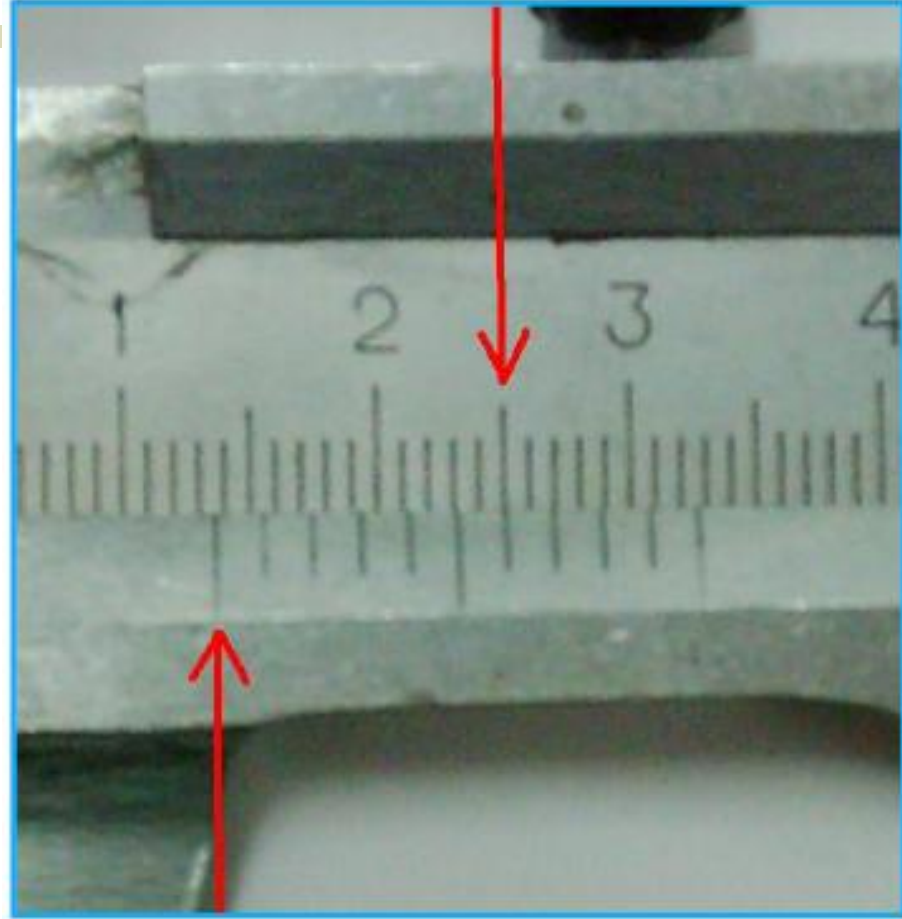
cetvel 13.0 mm

verniyel 0.6 mm (0.1x6)

Ölçü=cetvel+verniyel

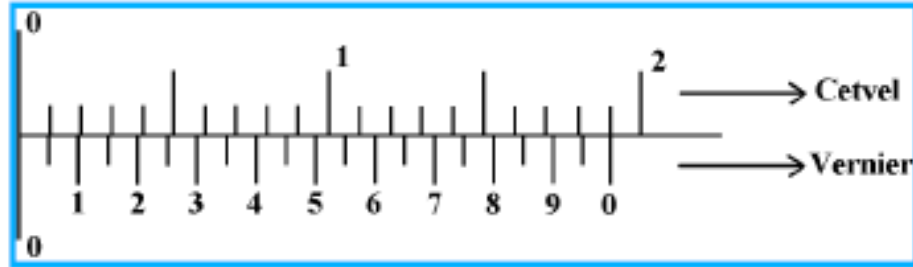
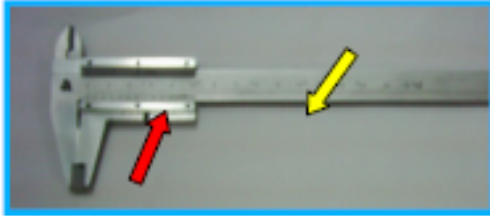
Ölçü=13.0+0.6

Ölçü=13.6 mm



1/20 mm'lik Kumpaslar

❖ Yapısı :



❖ Kumpasın Hassaşığının Bulunuşu :

Temel Kural = Cetvelde iki çizgi aralığından, verniyerdeki iki çizgi aralığı farklıdır.

Temel Kuralın Uygulanışı:

$(1 \text{ mm}) - (19/20 \text{ mm}) = 1 - 0.95 = 0.05 \text{ mm} = \text{YÜZDE BEŞ}$

❖ 0.05 mm' in ANLAMI : Bu kumpas

10.00 mm

29.90 mm

41.15 mm

33.05 mm

23.85 mm yi ÖLÇER.

FAKAT

10.01 mm

29.91 mm

41.14 mm

23.04 mm

23.84 mm yi ÖLÇEMEZ.

Noktadan sonra iki rakam
ve (5)' in katlarını ÖLÇER.

Zira (5) ve katları
OLMAK ZORUNDA

[Uygulama]

Hassasiyet 1/20 (0.05)

cetvel 30.0 mm

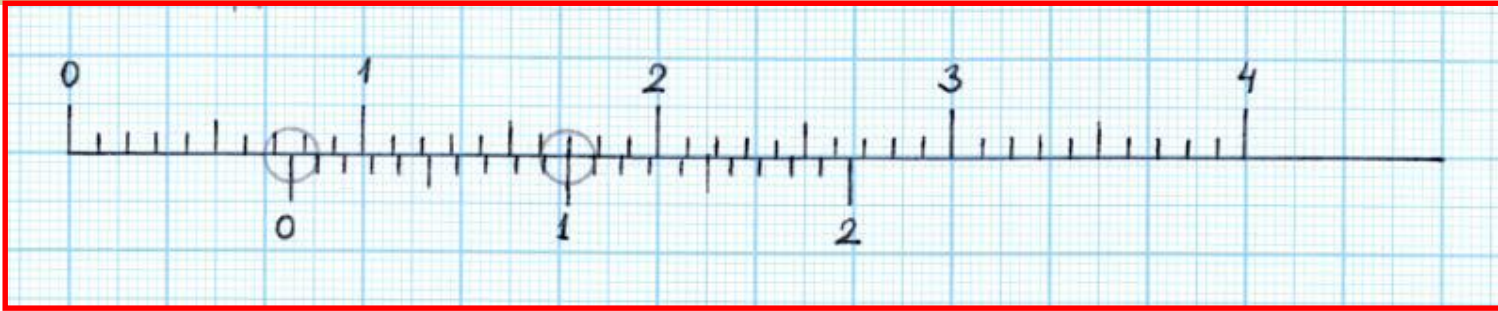
verniyel 0.45 mm (0.05x9)

Ölçü=cetvel+verniyel

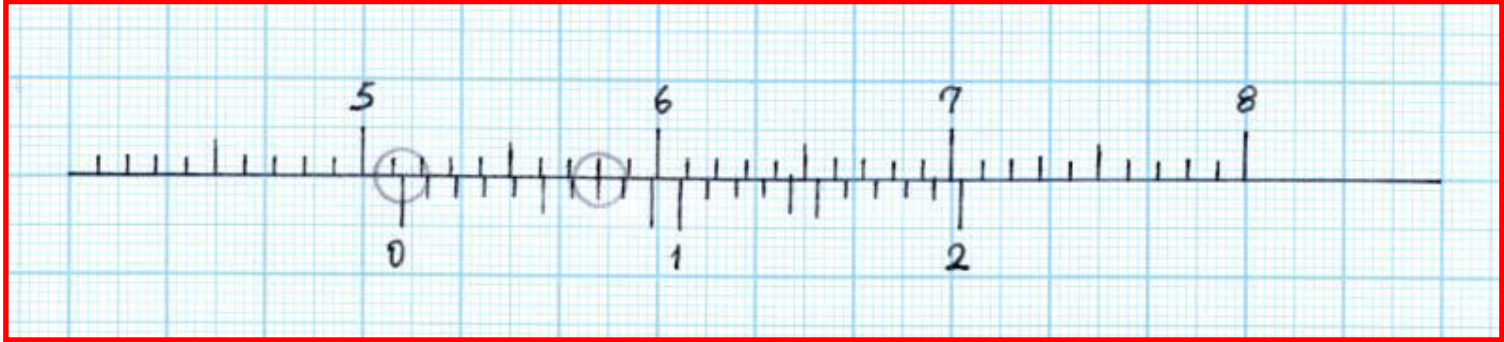
Ölçü=30.0+0.45

Ölçü=30.45 mm





- Verniyerin '0' (sıfır) çizgisi cetveldeki 7. çizgiyi geçmiştir. Buna göre okunan ölçü 7 mm ve 8 mm arasındaki ondalık ölçüleridir.
- Verniyerin çakı an çizgisinin kaçınıcı çizgi oldu u tespit edilir ve ondalıklı de er okunur.
- Üstteki örnekte verniyer bölüntüsünün 10.çizgisi çakı tı ı için ölçülen de er: $7 + (0,05 \times 10) = 7.50$ mm'dir.



- Verniyerin '0' (Sıfır) çizgisi cetvel üzerinde 51 mm'yi geçmi tir. Verniyerin 7. çizgisi cetvel üzeindeki herhangi bir çizgi ile tam çakı mı tır. Buna göre okunan de er: $51 + (0,05 \times 7) = 51.35$ mm'dir.

[Uygulama]

Hassasiyet 1/20 (0.05)

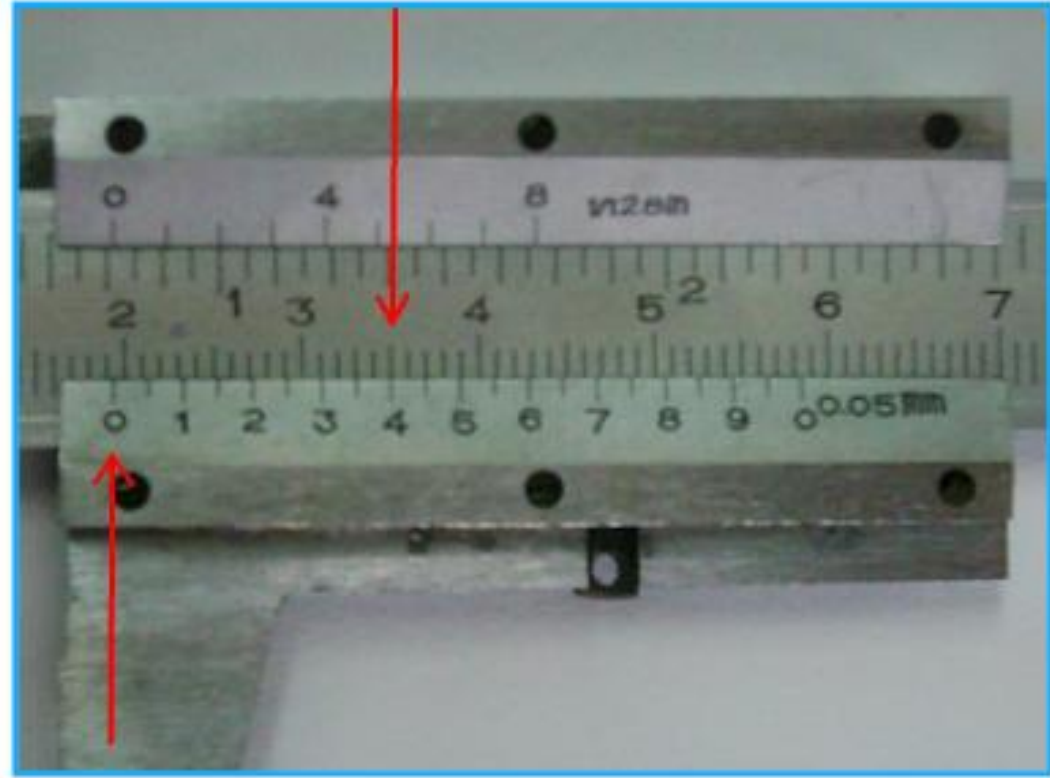
cetvel 19.0 mm

verniyel 0.4 mm (0.05x8)

Ölçü=cetvel+verniyel

Ölçü=19.0+0.8

Ölçü=19.8 mm



[Uygulama]

Saatli kumpaslar
1/20 ve 1/50 mm
hassasiyetinde üretilirler



Her çizgi aralığı 0,05mm dir.
Saat tam bir tur attığında
 $100 \times 0,05 = 5\text{mm}$ yol alır.

Hassasiyet 1/20 (0.05mm)

cetvel 10.00 mm

vernigel 1.00 mm (0.05x20)

Ölçü=cetvel+vernigel

Ölçü=10.00+1.00

Ölçü=11.00 mm



Hassasiyet 1/20 (0.05)

cetvel 20.00 mm

verniyel 2.30 mm (0.05x46)

Ölçü=cetvel+verniyel

Ölçü=20.00+2.30

Ölçü=22.30 mm

Her çizgi aralığı 0,05mm dir.
Saat tam bir tur attığında
 $100 \times 0,05 = 5\text{mm}$ yol alır.

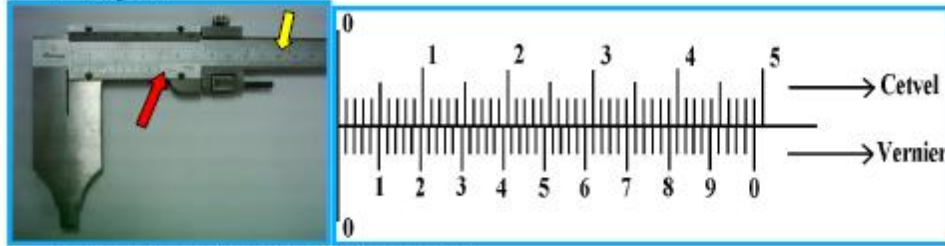
[Uygulama]



$$30+2.95=32.95 \text{ mm}$$

1/50 mm'lik Kumpaslar

❖ Yapısı :



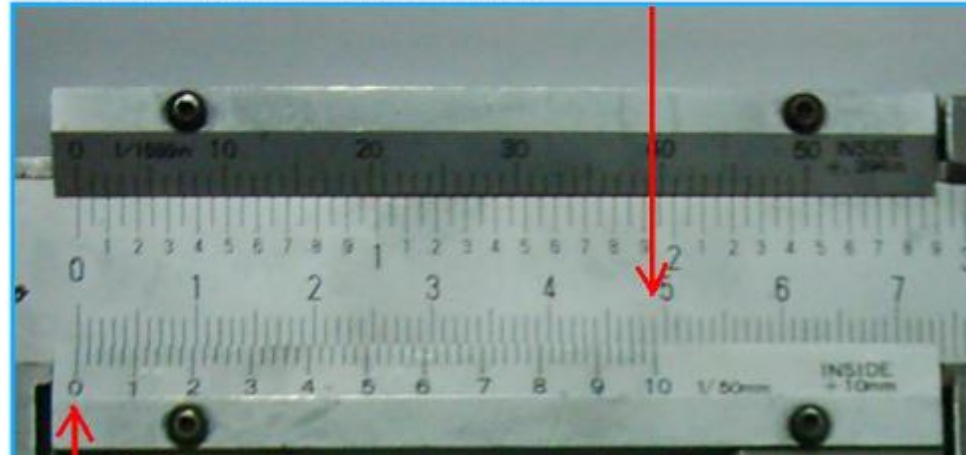
❖ Kumpasın Hassaslığının Bulunuşu :

Temel Kural = Cetvelde iki çizgi aralığından, verniyerdeki iki çizgi aralığı farkıdır.

Temel Kuralın Uygulanışı:

$$(1 \text{ mm}) - (49/50 \text{ mm}) = 1 - 0.98 = 0.02 \text{ mm} = \text{YÜZDE İKİ}$$

YAKINDAN GÖRÜNÜMÜ



❖ 0.02 mm' in ANLAMİ : Bu kumpas

22.00 mm

97.92 mm

12.04 mm

33.36 mm

46.02 mm yi ÖLÇER.

Noktadan sonra iki rakam
ve (2)' in katlarını ÖLÇER.

FAKAT

22.01 mm

97.93 mm

12.05 mm

33.37 mm

46.01 mm yi ÖLÇEMEZ.

Zira (2) ve katları
OLMAK ZORUNDA

[Uygulama



Hassasiyet 1/50 (0.02)

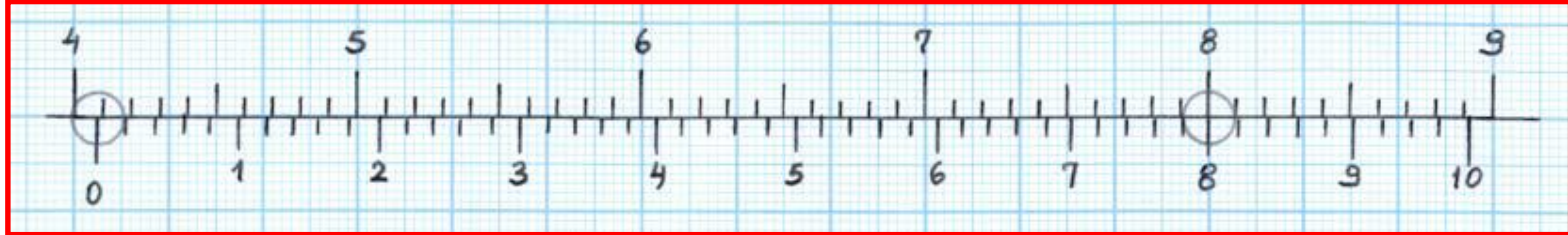
cetvel 18.00 mm

verniyel 0.74 mm (0.02x37)

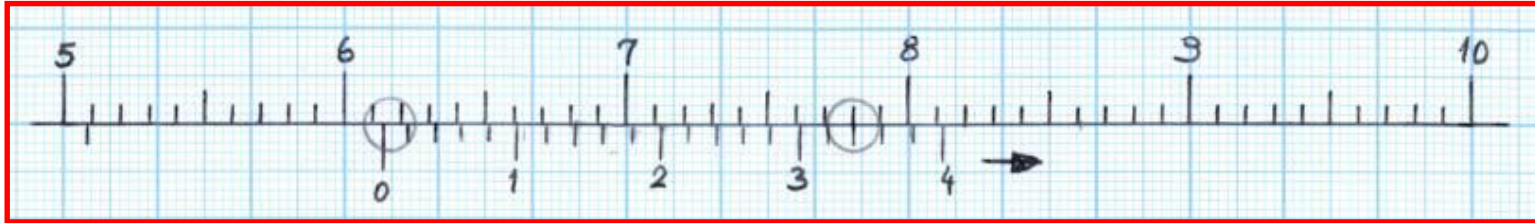
Ölçü=cetvel+verniyel

Ölçü=18.00+74

Ölçü=18.74 mm

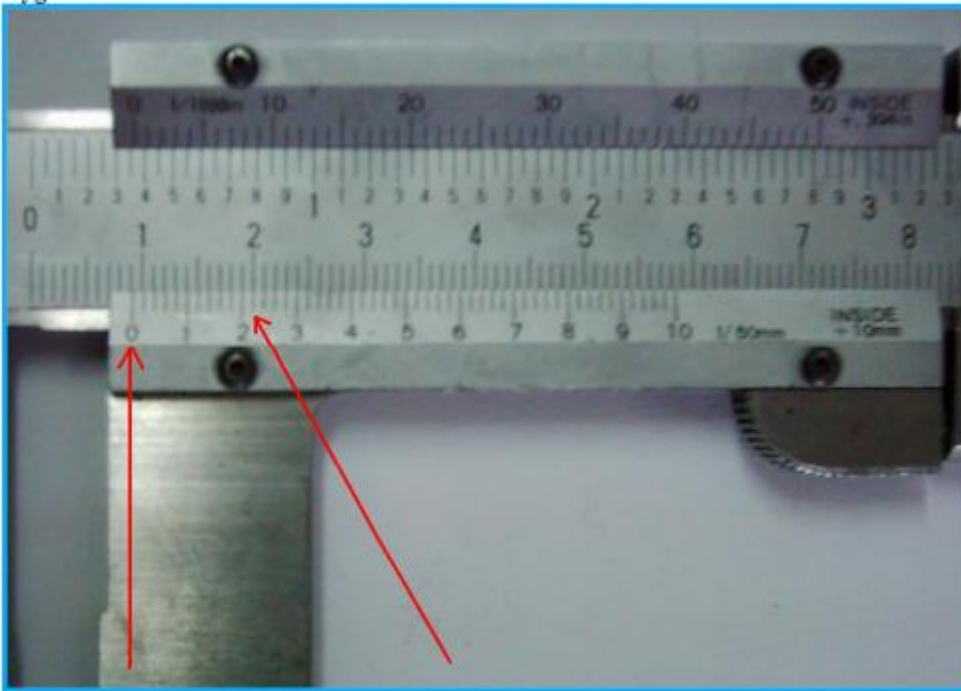


- Verniyerin '0' (sıfır) çizgisi cetveldeki 40. çizgiyi geçmiştir. Buna göre okunan ölçü 40 mm ve 41mm arasındaki ondalık ölçüleridir.
- Verniyerin çakı an çizgisinin kaçınıcı çizgi oldu u tespit edilir ve ondalıklı de er okunur.
- Üstteki örnekte verniyer bölüntüsünün 40.çizgisi çakı tı ı için; ölçülen de er:
$$40 + (0,02 \times 40) = 40.80 \text{ mm'dir.}$$



- Verniyerin '0' (Sıfır) çizgisi cetvel üzerinde 61 mm'yi geçmiştir. Verniyerin 17. çizgisi cetvel üzerindeki herhangi bir çizgi ile tam çakışmıştır. Buna göre okunan değer:
$$61 + (0,02 \times 17) = 61,34 \text{ mm'dir.}$$

[Uygulama]



Hassasiyet 1/50 (0.02)

cetvel 9.00 mm

vernigel 0.22 mm (0.02x11)

Ölçü=cetvel+vernigel

Ölçü=9.00+22

Ölçü=9.22 mm

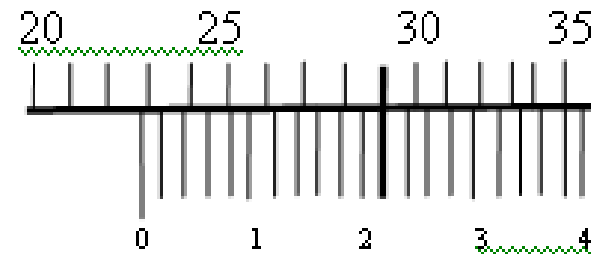
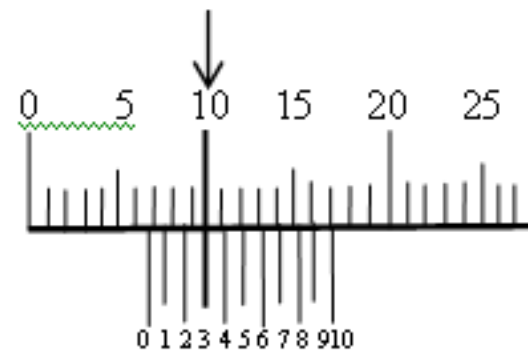
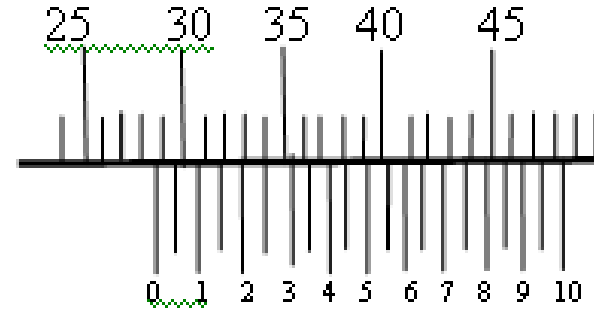
[Uygulama]

6.30 mm 28.25 mm
22.22 mm 25.23 mm
15.20 mm 12.24 mm

Soru 1. Yukarıda verilen ölçülerden hangileri ekilde gösterilmi tir.

Soru 2. ekilde gösterilmeyenleri ekil üzerinde gösterilmi tir.

Soru 1. Yukarıda verilen ölçülerden hangi Ölçü kumpas ile gösterilemez?



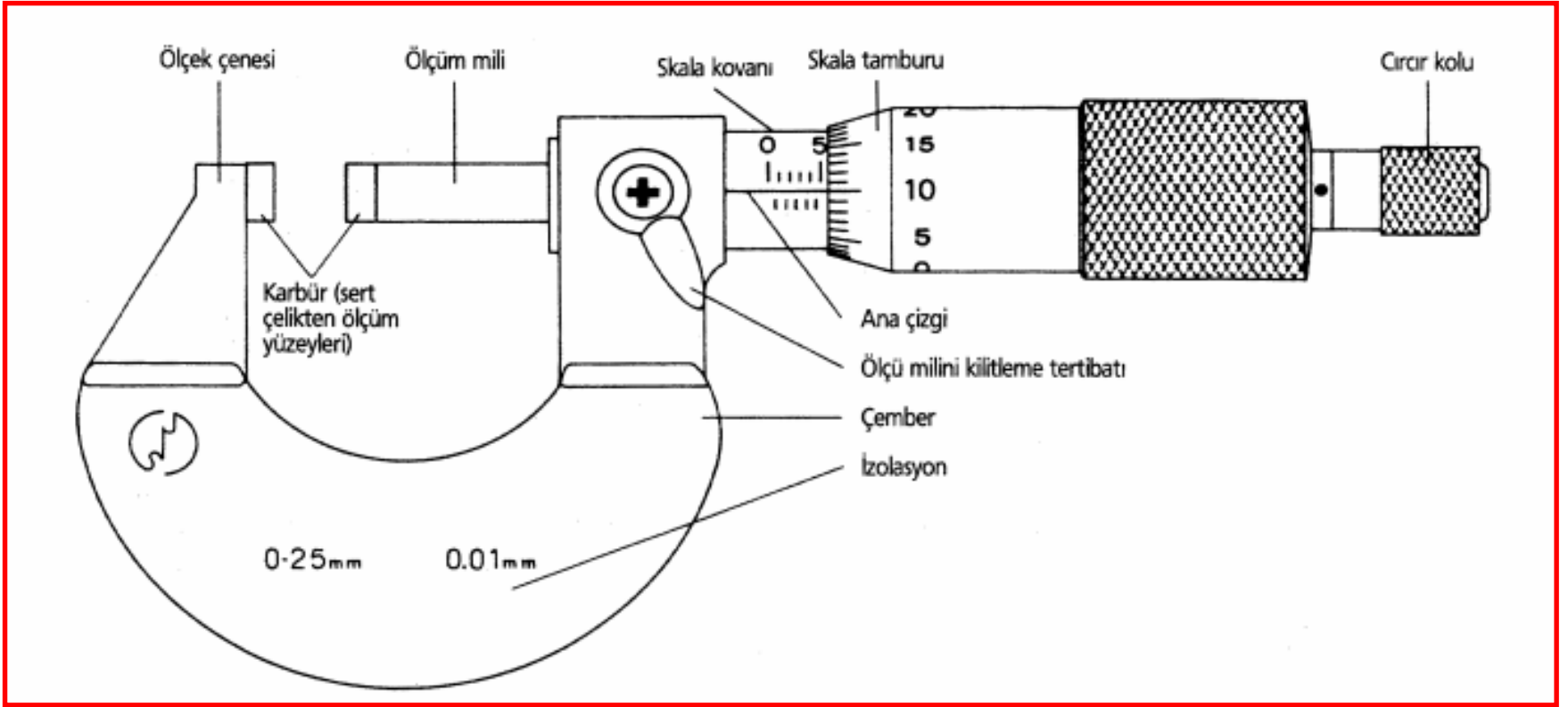
MİKROMETRELER



Mikrometreler de gövdenin bir ucunda sabit ölçme çenesi diğ er uçta ise somun içinde çalı an vidalı bir mil ve bu mile ba lı hareketli çene vardır. Milin somun içerisinde döndürülmesiyle hareketli çene ileri-geri hareket ederek ölçme i lemi gerçekleştirilir.

- Sürmeli kumpaslarda gereçleri 0.02 mm ölçme hassasiyeti ile ölçebilmekteydik. Bu hassasiyet de ğeri makine parçalarının yapımında yeterli de ğildir. Daha hassas ölçümlerde mikrometrelerden yararlanılır. Mikrometreler 0.01, 0.001 ve 0.0001 mm hassasiyette ölçüm yapabilir.

[M KROMETRELER]



MİKROMETRELER



0-25mm



75-100mm



100-125mm



125-150mm



M KROMETRELER





25-45 mm



5-25 mm

[M KROMETRELER]



[M KROMETRELER]

- KADRANLI (saatli) T P



[MİKROMETRELER]

Ölçü sistemlerine göre mikrometreler

- Metrik mikrometreler
- Parmak (") mikrometreler

Kullanım alanlarına göre mikrometreler

- Dış çap mikrometreleri
- İç çap mikrometreleri
- Derinlik mikrometreleri
- Modül mikrometreleri
- Vida mikrometreleri
- Özel mikrometreler

DIJİTAL MİKROMETRE



İÇ ÇAP MİKROMETRESİ



NUMARATÖRLÜ MİKROMETRE



DIŞLI MİKROMETRESİ ŞAPKALI



VIDA MİKROMETRESİ



PAŞİMETRE



[M KROMETRELER]

KALINLIK MİKROMETRESİ



SAC MİKROMETRESİ



DERİNLİK MEKROMETRESİ



MİKROMETRE SETİ

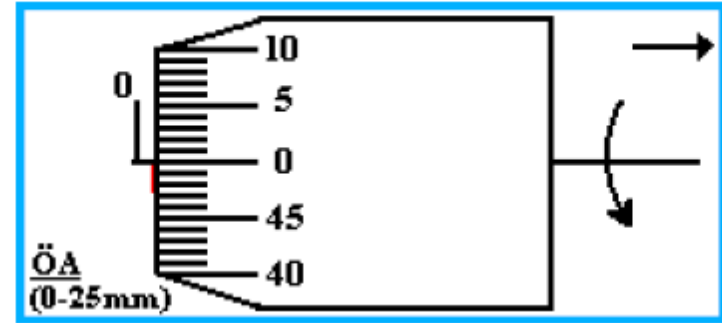
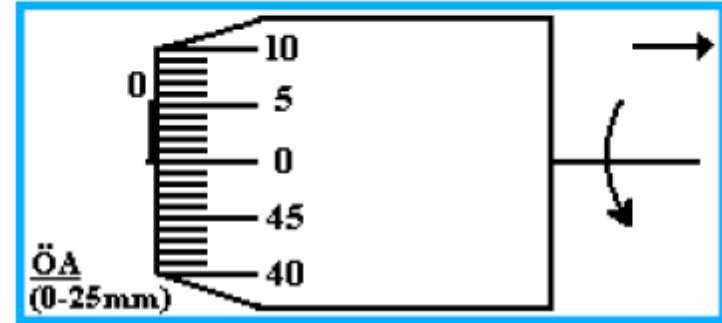


1/100 mm'lik mikrometreler

❖ Yapısı :

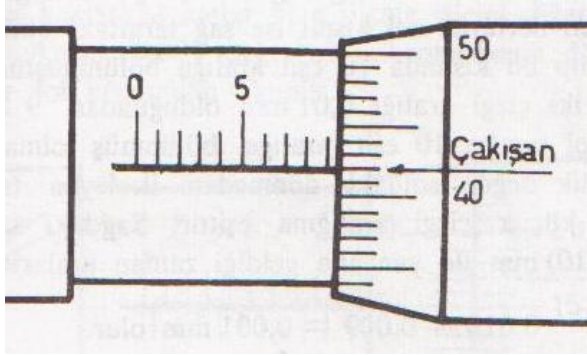


Tambur üzerinde 50 bölüntü var ise; tambur bir tur attı ında cetvelde 0.5 mm yol alır.
Hassasiyet $0.5/50=0.01$ mm dir.



Tambur üzerinde 100 bölüntü var ise; tambur bir tur attı ında cetvelde 1 mm yol alır.
Hassasiyet $1/100=0.01$ mm dir.

[Uygulama]



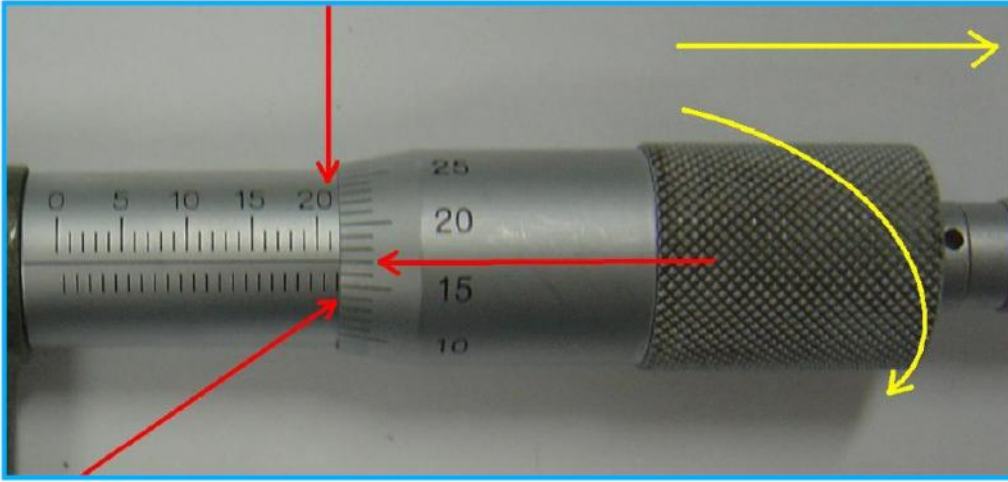
Hassasiyet
1/100 (0.01mm)

Cetvel
9.00 mm

Tanbur
0.01*42=0.42 mm

Ölçü=Cetvel+Tanbur
9.00 +0.42=9.42 mm

[Uygulama]



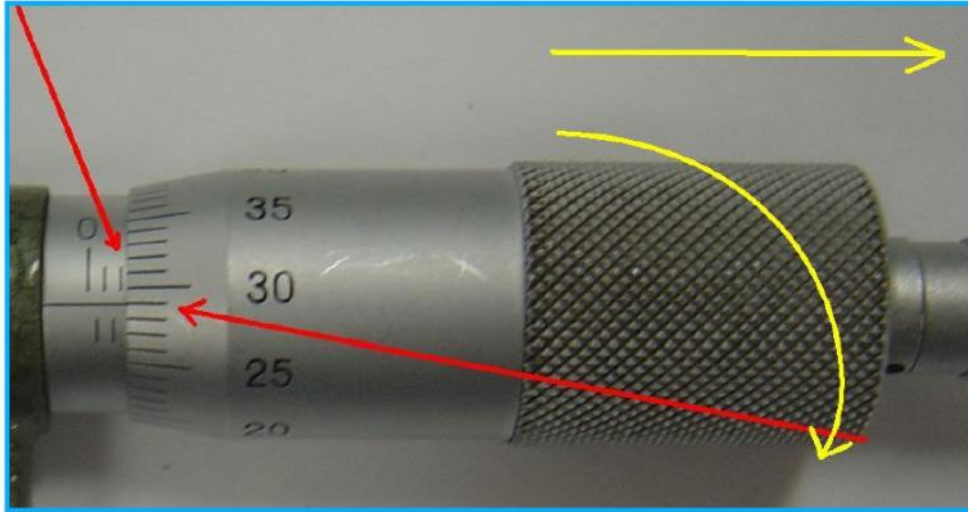
Hassasiyet
1/100 (0.01mm)

Cetvel
21.00 mm+0.5 mm=21.5 mm

Tanbur
0.01*17=0.17 mm

Ölçü=Cetvel+Tanbur
21.50 +0.17=21.67mm

[Uygulama]



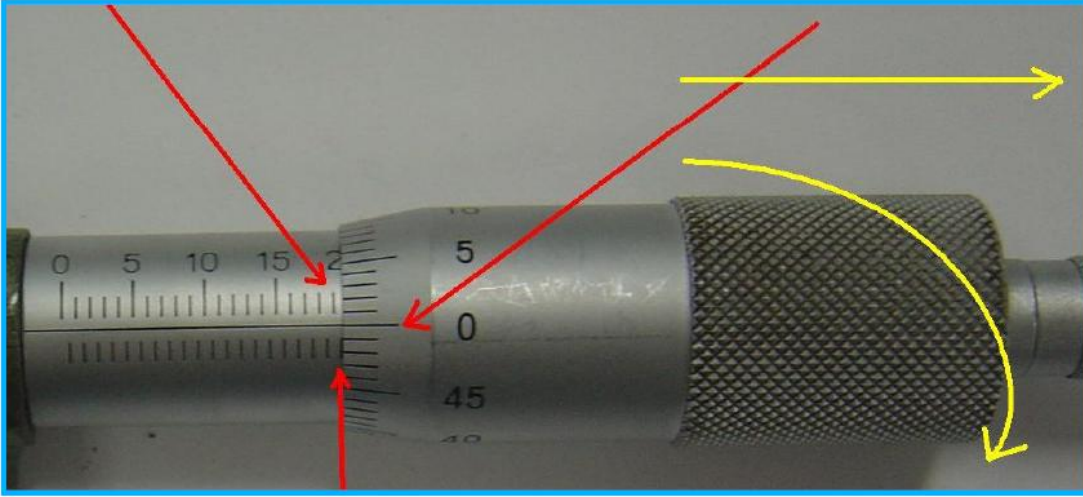
Hassasiyet:1/100 (0.01mm)

Cetvel:2.00 mm

Tanbur:0,01*29=0,29mm

Ölçü:2,29 mm

[Uygulama]



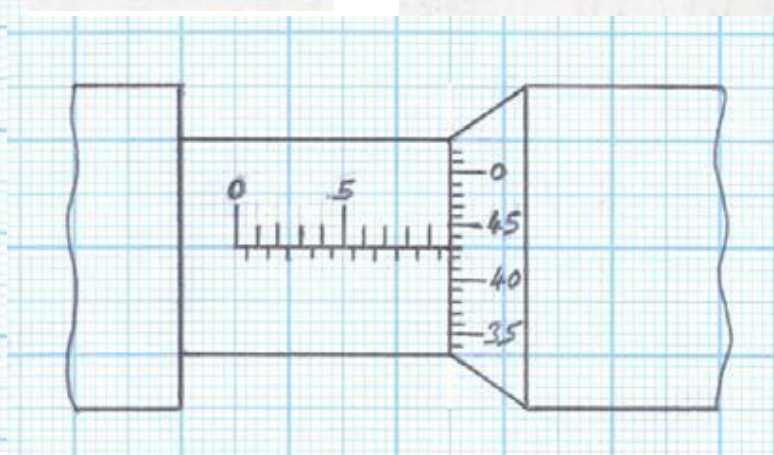
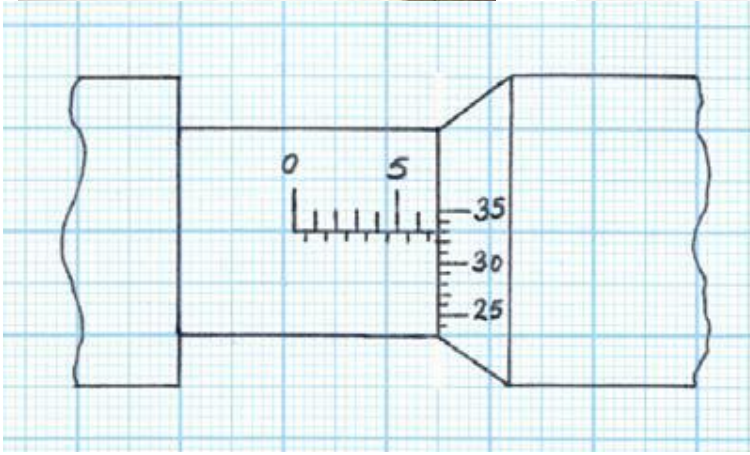
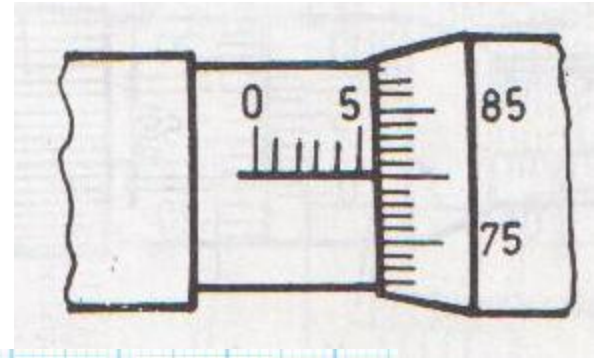
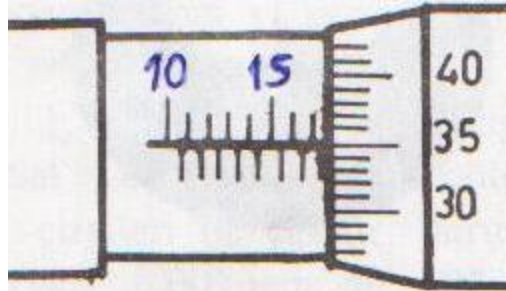
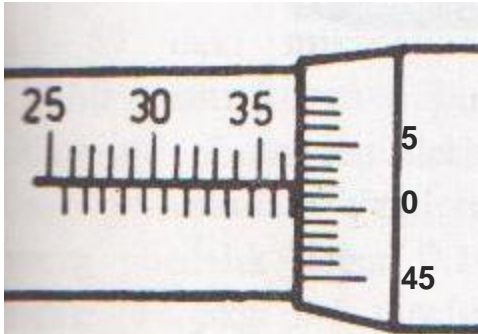
Hassasiyet: 1/100 (0.01mm)

Cetvel: 19.00 mm + 0.5 mm = 19.5 mm

Tanbur: 0.01 * 0 = 0 mm

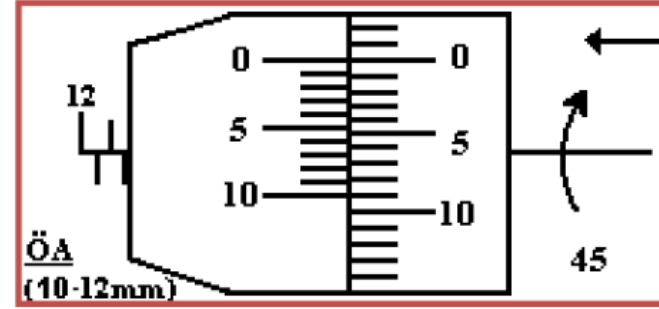
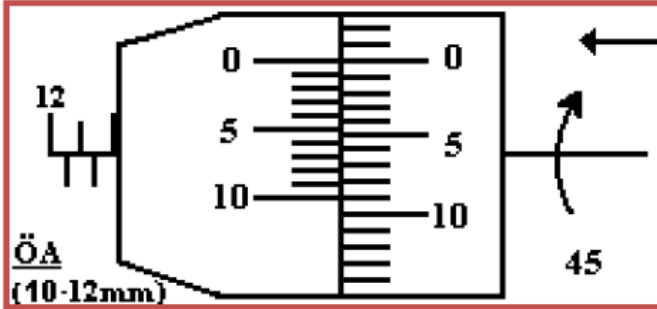
Ölçü: 19.5 mm

[Uygulama]

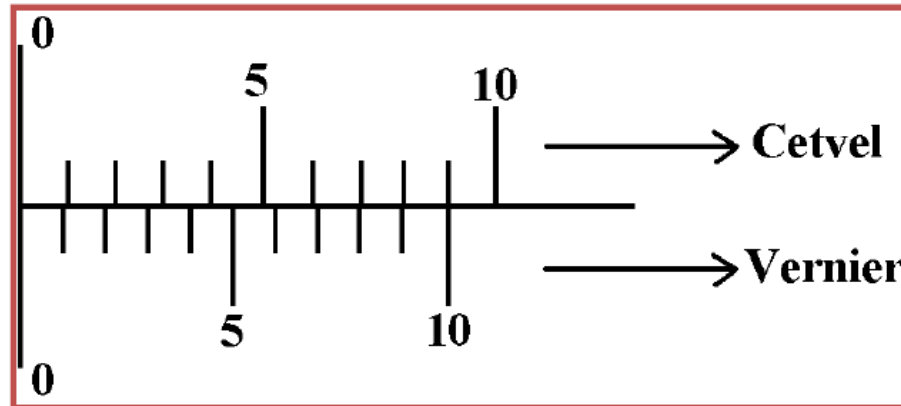


Yukarıda verilen ölçüleri belirleyiniz.

1/1000 mm'lik Mikrometreler

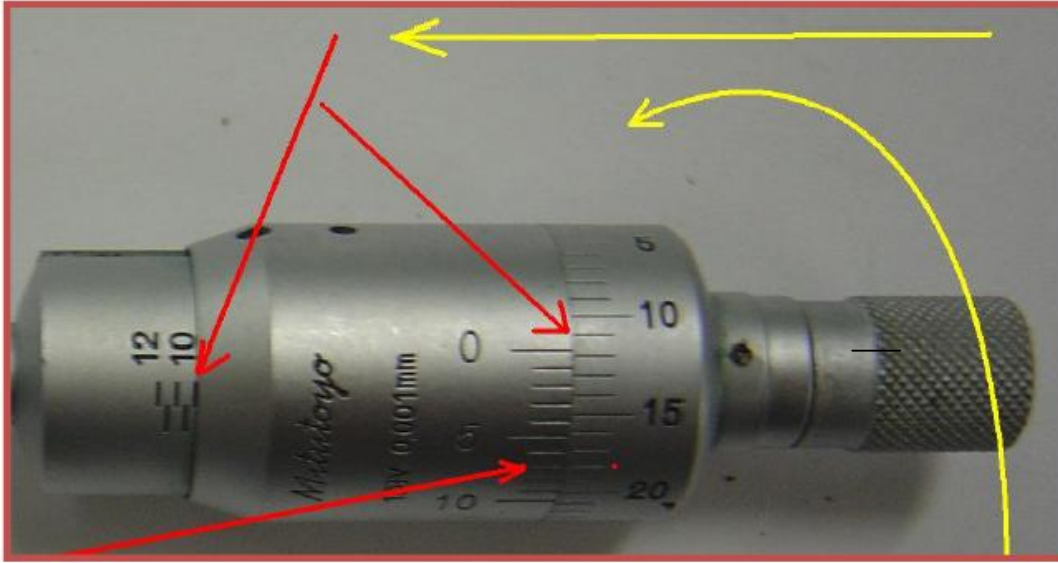


❖ Yapısı :



1/100 mm hassasiyetindeki mikrometrelerin okunması ile aynıdır. 1/1000 mm fazladan verniyeldeki bölüntüde hesaba girer.

[Uygulama]



Hassasiyet 1/1000

Cetvel:10.000 mm

Tanbur: 0.01x11=0.11 mm

Verniyel: 0.001x7=0.007 mm

Ölçü=cetvel+tanbur+verniyel

Ölçü=10.117 mm

[Uygulama]



Hassasiyet 1/1000

Cetvel:8.500 mm

Tanbur: $0.01 \times 21 = 0.21$ mm

Verniyel: $0.001 \times 4 = 0.004$ mm

Ölçü=cetvel+tanbur+verniyel

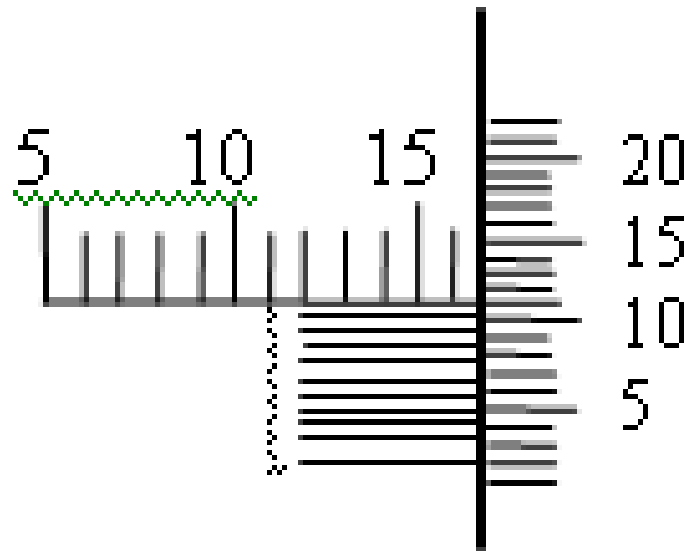
Ölçü=8.714 mm

[Uygulama]

■ Soru

16.111 mm (mikrometre) ile gösteriniz.

Cevap



[Komparatör]

- Bir saat ve kadrandan meydana gelmiştir.
- Mukayese amacı ile kullanıldıkları için ölçü saatlerine “komparatör” adı da verilir.



[Komparatör]

Boyutların;

- Mukayeseli ölçümlerinde
- Küçük ölçü farklarının okunmasında
- Geometrik biçim de i imlerinin kontrolünde kullanılan ölçü aletleridir.

Hassasiyetleri:

0.01 mm

0.001 mm

arasında de i ir.

Ölçü aralıkları:

0-0.25 mm

0-0.5 mm

0-1 mm

0-5 mm

0-10 mm

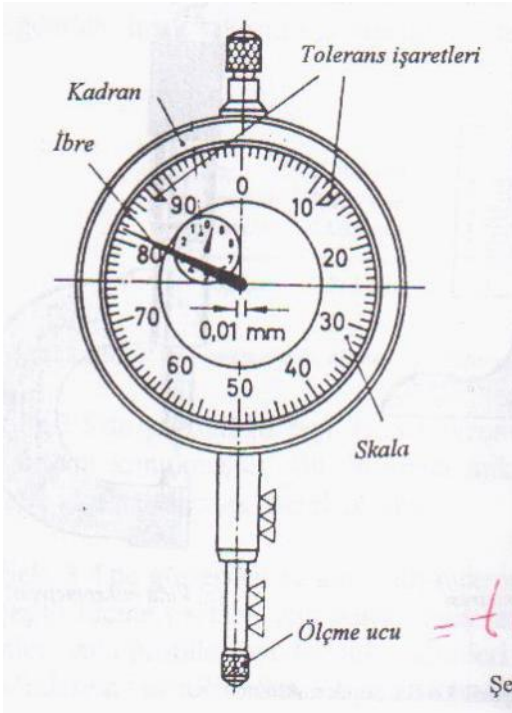
0-30 mm arasında olabilir.

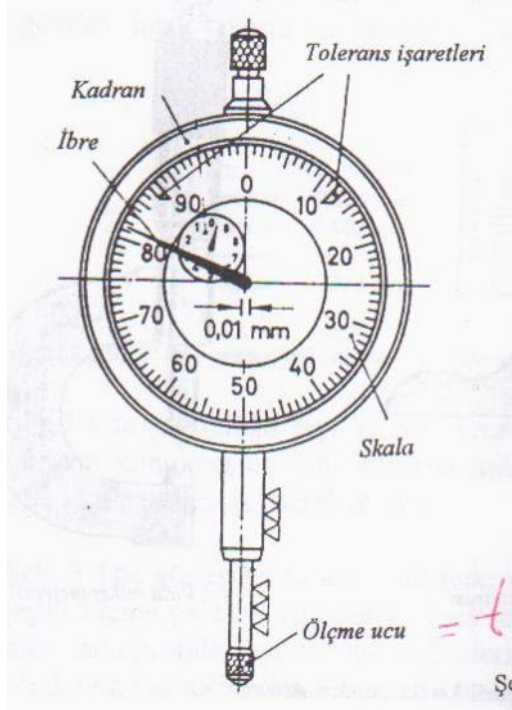
[Komparatör

Komparatörler kolay ölçüm yapabilmek için bir **SEHPA** veya **SAB T ÖLÇÜ AYGITLARINA** ba lanırlar.



[Komparatör]





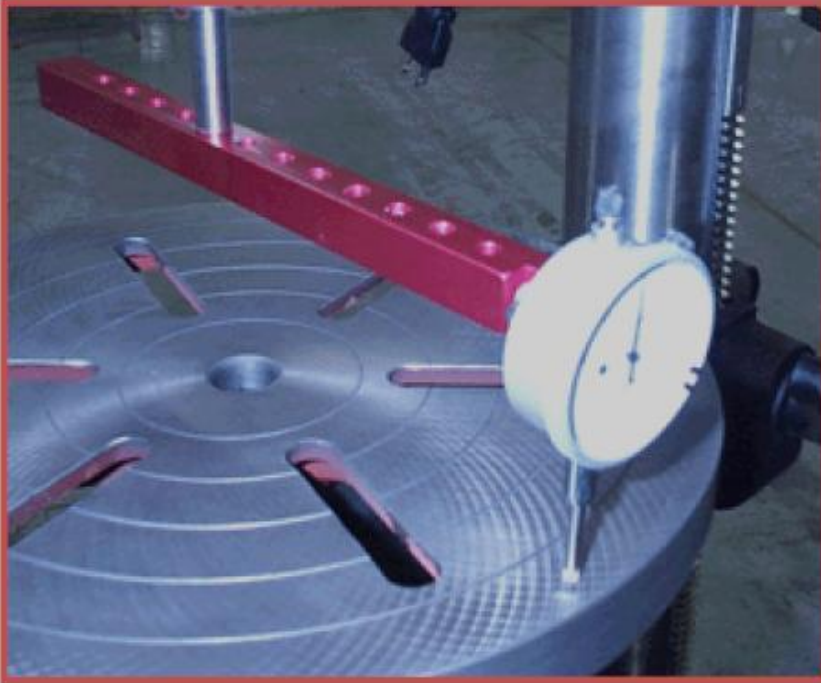
- 0.01 mm hassasiyetindeki komparatörlerde saat 100 e it parçaya bölünmü tür.
- Komparatör içindeki küçük saat 10 bölümlüdür. Her bölüm 1 mm de erindedir. Büyük ibre 1 tam devir yapınca küçük kadran 1 bölüm ilerler.

Büyük saat 81 ve Küçük saat 2 ise
Ölçü ? Ölçü=2mm+0.81mm=2.81mm

[Uygulama Örne i]



Uygulama Örneği



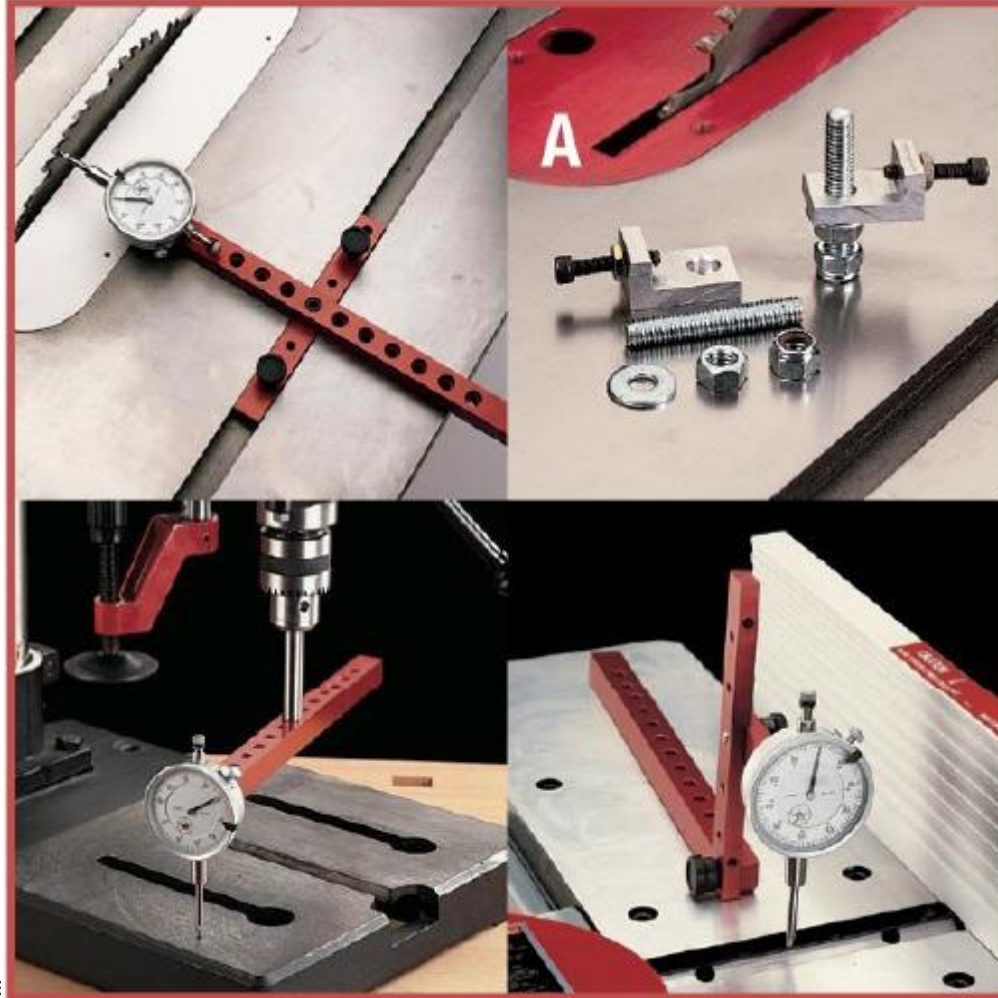
[Uygulama Örneği]



[Uygulama Örne i]



[Uygulama Örneği]



[Uygulama Örne i]



[Mastarlar]

- Parça boyutlarının, geometrik biçimlerinin ve bazen de parça yüzey kalitesinin kontrolünde kullanılan genel olarak boyutları standart ölçülerde sabitletirilmi kontrol aletlerine **mastar** denilir.
- Endüstri parçalarının kendi aralarında de i tirilebilir olmalarına olanak sa lamak için sabit ölçü mastarları geli tirilmi tir.
- Mastarlar endüstrinin en hassas ölçü elemanlarıdır.
- Mastarlar yardımıyla di er ölçü aletlerinin ayar, kontrol ve kalibrasyonu yapılır.

[Mastarlar]

- Makine ve metal teknolojilerinde i parçalarının istenilen ölçülerde üretilmeleri sırasında ölçme i lemini ortadan kaldırmak, ölçme yapan ki iye pratik ölçme sa lamak için kullanılan sabit ölçü aletleridir.

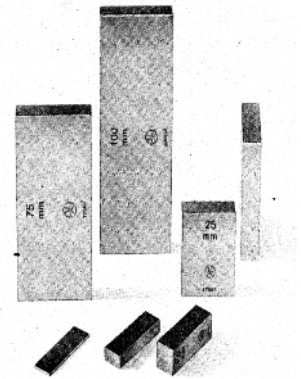


[Mastarlar]

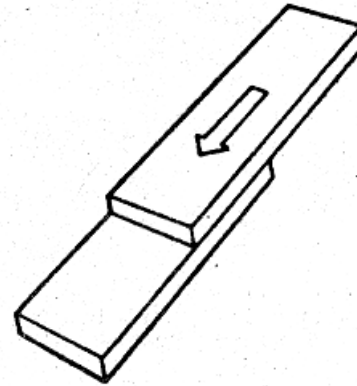
- Mastarlarla dolaylı ve doğrudan ölçme ve kontrol işlemi yapılır. Bu amaçla kullanılan mastarları iki grupta toplamak mümkündür.
- 1. Johnson (Tampon, Blok) mastarları
- 2. Sınır mastarları.

JOHANSON MASTARLARI

- Temel ölçü birimlerinin endüstride kullanılabilir hale getirilmesinden sonra, üretimde ölçme ve kontrol işlemlerinde kullanılmak üzere $\pm 0.00005-0.00350$ mm ölçü tamlığına ve prizmatik olarak çeşitli boyutlarda hazırlanmış sabit mastarlara **blok mastarları** denilir.
- Dikdörtgen prizma şeklinde **yüksek karbonlu paslanmaz çeliklerden** yapılmıştır. Yüzeyleri çok hassas işlemlere tabi tutulmuştur. Ölçme yüzeyleri o kadar hassas yapılmıştır ki herhangi bir ölçü elde etmek için birbirine birleştirildiklerinde kuvvetli bir şekilde yapışmaktadır. Birbirine **yapışma kuvveti 40 kg/cm²** civarında olduğu yapılan deneyler sonucu test edilmiştir.
- Takım halinde bulunan Johnson mastarları 18-32-47-56-76-78-87-103-118 ve 128 parçalı olarak hazırlanmıştır. Johnson mastarları ile ölçme ve kontrol işlemleri **20 °C** sıcaklıkta yapılmalıdır.
- Mastarlar üzerinde belirtilen değerler mastar anma ölçüleridir.



[Johnson masterları]



Johnson masterları kullanma amaçlarına göre dört de i ik hassasiyet derecesinde yapılırlar.

AA Grubu Johnson Masterları: Bu masterlar Johnson masterlarının en hassas olanlarıdır. Bunlar genellikle **ara tırma ve deneylerde** kullanılmak üzere laboratuvarlarda kullanılırlar. Hassasiyetleri $\pm 0.00005-0.00075$ mm arasında de i mektedir.

A Grubu Johnson Masterları: **Hassas ölçme ve kontrol aletlerinin ayar ve kontrolünde ve ikinci dereceden önemli hassasiyete sahip blok masterlarının kontrolünde** kullanılırlar. hassasiyetleri $\pm 0.00010-0.00015$ mm arasındadır.

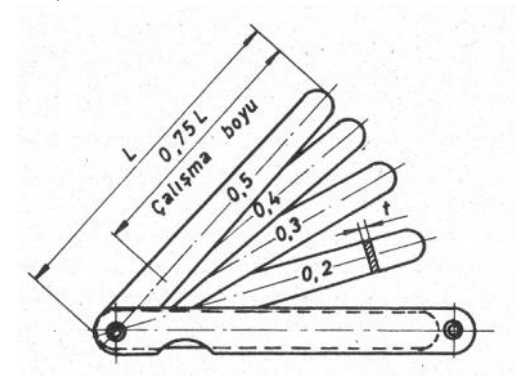
B Grubu Johnson Masterları: Hassas olarak yapılması gereken alet, **kalıp ve benzeri takımların yapımında kontrol amacı** ile kullanılır. Toleransı $\pm 0.00015-0.0004$ mm'dir.

C Grubu Johnson Masterları: Masterların en fazla toleransa sahip olanlarıdır. Atölyelerdeki i tezgahlarının ayarında, **ölçü alma, ölçü aktarma, markalama** vb. i lerde kullanılırlar. Toleransları $\pm 0.00025-0.00350$ mm'dir.

Sınır masterları

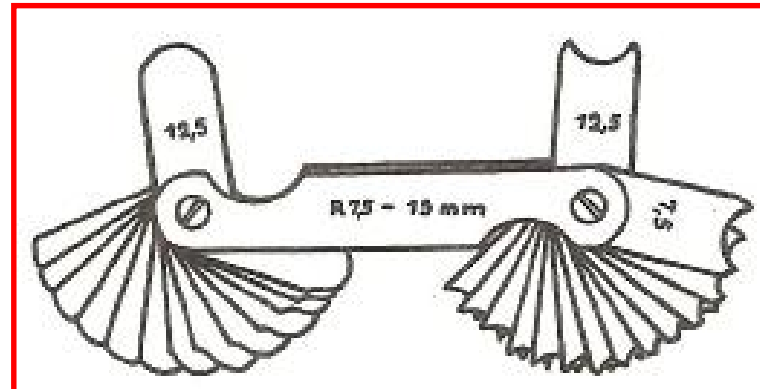
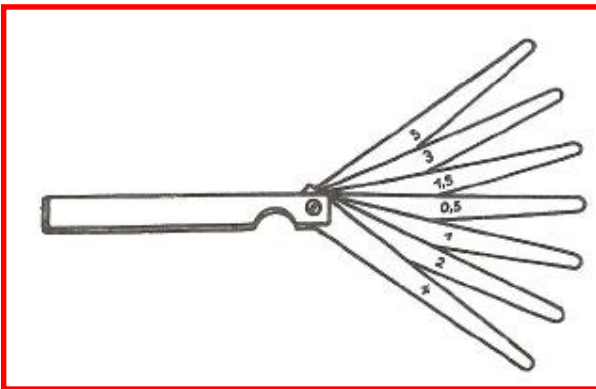
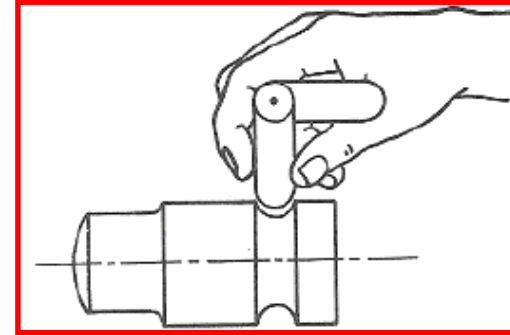
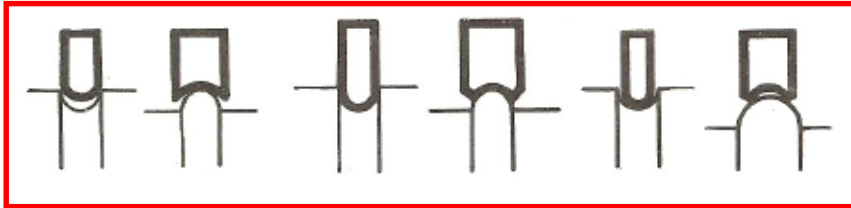
Makine parçalarının imalatı sırasında, verilen olcu sınırlarına dikkat edilerek istenilen ölçülerde yapılması gerekir. Makine parçalarının istenilen olcu sınırları içerisinde yapılıp yapılmadığını kontrol için hazırlanmış aletlere sınır masterları denir. Sınır masterlarının çeşitleri şunlardır:

- Uzunluk, derinlik, yükseklik ve aralık masterları,
- Dış çap (Çatal) masterları,
- İç çap (Tampon) masterları,
- Kendinden kamalı iç ve dış çap masterları,
- Modül masterları,
- Konik masterlar,
- Vida masterları,
- Kavis ve profil masterları

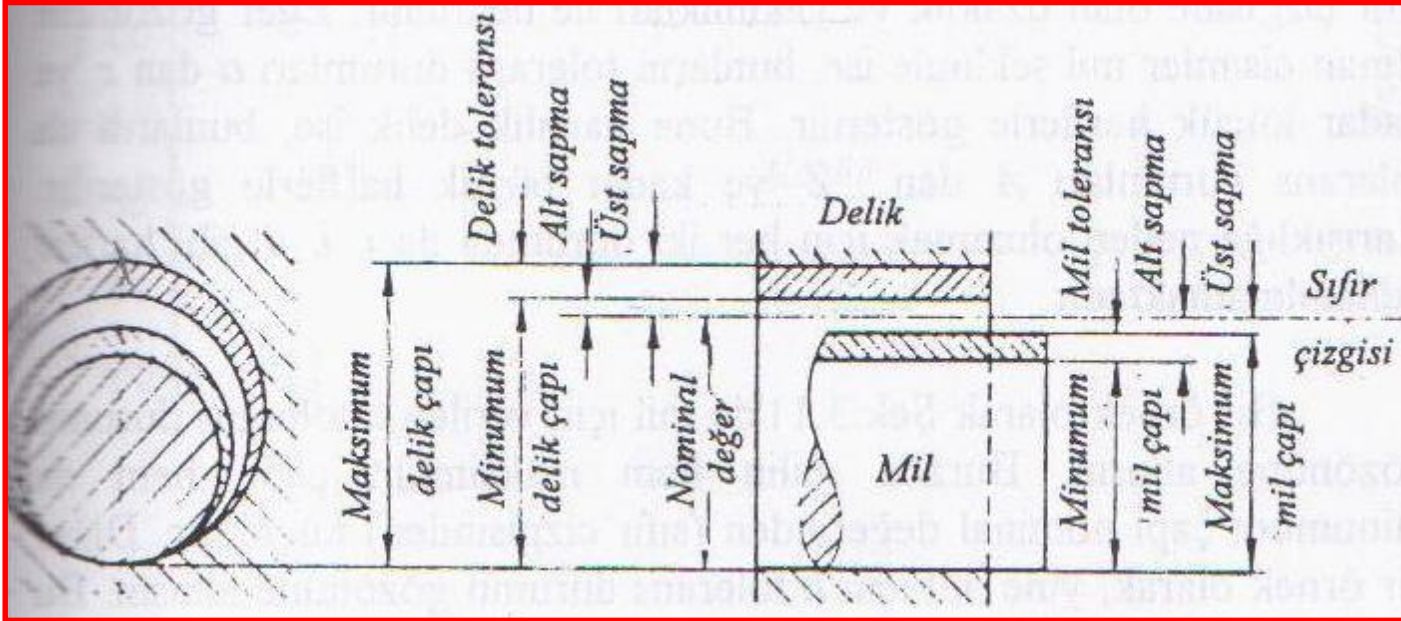


Profil mastarları ve kullanımı

Kavis ve profil mastarları, üretim yapılan parça üzerindeki de i ik boyut ve profildeki kanal, çentik, iç ve dış yüzey kavis ve benzeri eğillerin kontrolünde kullanılan çelik malzemelerden yapılmış mastar ve takımlardır.



[Tolerans]



- Parçaların düzenli çalışmalarını aksatmayacak şekilde üretim esnasında meydana gelebilecek küçük ölçü hata paylarına tolerans denir.
- Metal teknolojilerinde imalat sırasında ölçüler toleranslı olarak alınır ve üretilirse montaj kolaylığı sağlar. Bu nedenle önemlidir.

[Tolerans]

- Makineleri meydana getiren parçaların, belirli tolerans sınırları içinde yapılması gerekir. Bir deliğin çap ölçüsü örneğin, 40 mm ise bu delik 40 mm den 0,02 mm küçük, 0,01mm büyük olabilir.
- Bir milin çapı yapım resmi üzerinde 30 olarak gösterilmişse, bu milin çapı 30 mm den 0,03 mm küçük, 0,02 mm büyük i lenebilir demektir. Bu örnekler de görüldüğü gibi, artı ile eksi sınır arasındaki ölçü farkına “tolerans” denir. Tolerans değerleri i nin özelliğine göre de i ik olur.

Tolerans Bölgesi

Sıfır Çizgisi

Grafik gösterme ekinde nominal boyutu ifade eden bir referans çizgisidir.

Deliklerde H bölgesinin alt sınırını, millerde h bölgesinin üst sınırını temsil eder.

Buna göre...

Delikler için:

A – H tolerans bölgesi sıfır çizgisinin üzerinde.

J & JS sıfır çizgisi tolerans bölgesi içerisinde.

K – ZC tolerans bölgesi sıfır çizgisinin altında.

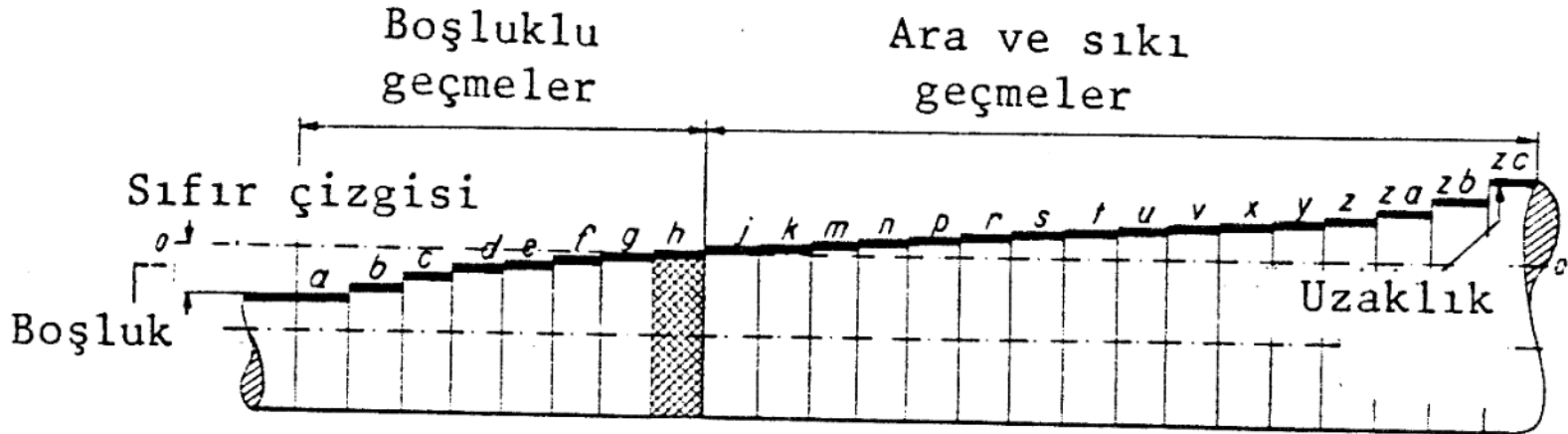
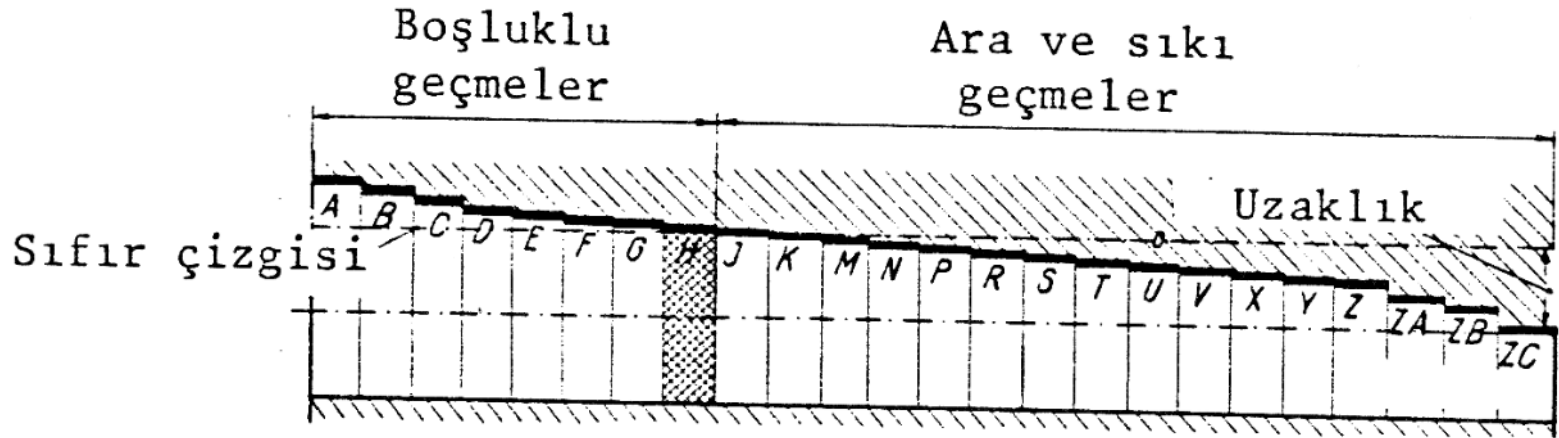
Miller için:

a – h tolerans bölgesi sıfır çizgisinin altında.

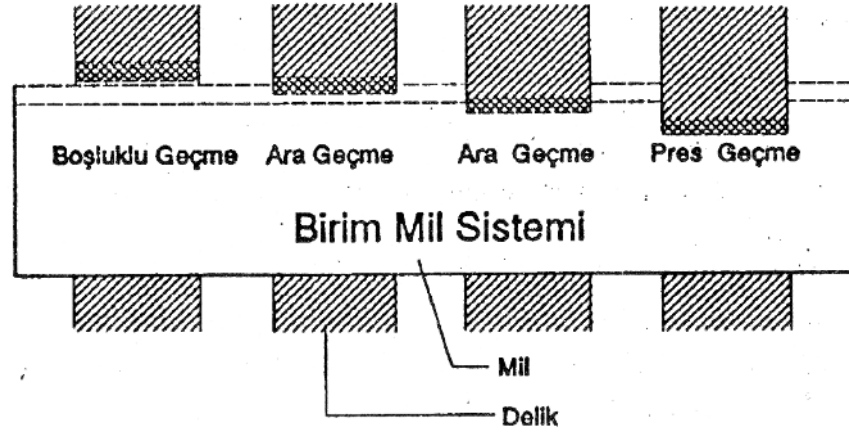
j & js sıfır çizgisi tolerans bölgesi içerisinde.

k – zc tolerans bölgesi sıfır çizgisinin üzerinde.

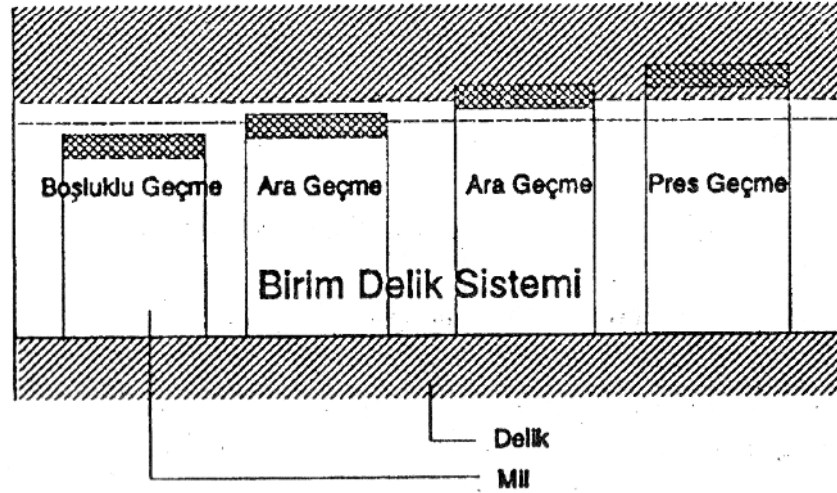
Geçmeler



[Geçmeler



Şekil 2.3 Birim Mil Sisteminde Geçmeler



Şekil 2.4 Birim Delik Sisteminde Geçmeler

Tolerans değerleri

- ISO sisteminde tolerans değeri mikron ile gösterilir. Bu değerlere örnek olarak $\theta 20h7$ ölçüsü verelim. Bu parça nominal ölçüsü 20mm olan bir mil dir. 7.tolerans kalitesine sahiptir. Tablodan bu milin tolerans sınırı 0 ile $-21\mu\text{m}$ de erindedir.

Tablo 3.1 Değişik çaplarda delik ve millerde tolerans değerleri.

Çap	Delikler			Miller									
	H6	H7	H8	e7	e8	f6	f7	h5	h6	h7	j6	m6	p6
6-10	+9 0	+15 0	+22 0	-25 -40	-25 -47	-13 -22	-13 -28	0 -6	0 -9	0 -15	+7 -2	+15 +6	+24 +15
10-18	+11 0	+18 0	+27 0	-32 -50	-32 -59	-16 -27	-16 -34	0 -8	0 -11	0 -18	+8 -3	+18 +7	+29 +18
18-30	+13 0	+21 0	+33 0	-40 -61	-40 -73	-20 -33	-20 -41	0 -9	0 -13	0 -21	+9 -4	+21 +8	+35 +22
30-50	+16 0	+25 0	+39 0	-50 -75	-50 -89	-25 -41	-25 -50	0 -11	0 -16	0 -25	+11 -5	+25 +9	+42 +26
50-80	+19 0	+30 0	+46 0	-60 -90	-60 -106	-30 -49	-30 -60	0 -13	0 -19	0 -30	+12 -7	+30 +11	+51 +32

