

BOYUT ÖLÇÜMÜ

Ölçme

Prof.Dr. Muhammet KAYFECİ

Temel SI Birimleri ve Tanımları

Uzunluk: Metre (m)

Metre. ışığın saniyenin $1/299\,792\,458$ kesri zaman aralığında vakum ortamda kat ettiği yolun uzunluğudur

Kütle: Kilogram (kg)

Uluslar arası kilogram prototipinin kütlesine eşit birimdir.

Termodinamik Sıcaklık Birimi: Kelvin (K)

Termodinamik sıcaklık birimi kelvin suyun üçlü noktasının termodinamik sıcaklığının $1/273,16$ kesridir.

Zaman: Saniye (s)

Sezyum 133 atomunun taban durumunun iki ince yapı düzeyleri arasındaki geçişe karşılık gelen ışınımın $9\,192\,631\,776$ periyodunun süresidir.

Temel SI Birimleri ve Tanımları

Elektrik Akımı: Amper (A)

Amper sonsuz uzunluktaki ihmal edilebilir dairesel kesiti olan, bir birinden 1 m uzaklıkta yerleştirilmiş iki paralel iletkenin, birbirlerini etkiledikleri metre başına 2×10^{-7} Newton'luk kuvveti üreten sabit akım olarak tanımlanır.

Işık Şiddeti: Kandela (cd)

Steradyan başına 1/ 683 watt radyant şiddeti olan 540×10^{12} hertz frekanslı mono-kromatik ışınım yayan bir kaynağın verilen bir yöndeki ışık şiddeti Candela olarak tanımlanır

Madde Miktarı: Mol (mol)

Karbon 12'nin 0,012 kg da atom sayısını içeren madde miktarıdır.

-

Ölçülen temel büyüklük	Temel birim adı	Sembol
Uzunluk	Metre	m
Kütle	Kilogram	kg
Zaman	Saniye	s
Elektrik akımı	Amper	A
Termodinamik sıcaklık	Kelvin	K
Madde miktarı	Mol	mol
Işık şiddeti	Kandela	cd
Açı	Radyan	rad

Temel SI Birimlerinden Türetilmiş Birimler

Ölçülen türetilmiş büyüklük	SI türetilmiş birim	Sembol	SI birimi	SI temel birimi
Frekans	Hertz	Hz		1/s
Kuvvet	newton	N		kg.m/s ²
Basınç	pascal	Pa	N/m ²	kg/(m.s ²)
Enerji, iş, ısı miktarı	joule	J	N.m	kg m ² /s ²
Güç, ışıma akısı	watt	W	J/s	kg m ² /s ³
Elektrik miktarı	coulomb	C		s.A
Elektrik potansiyel farkı	Volt	V	W/A	kg m ² /(s ³ A)
Elektrik kapasitans	farad	F	C/V	s ⁴ A ² /(kg.m ²)
Elektrik direnci	ohm	Ω	V/A	kgm ² /(s ³ A)
Elektrik geçirgenliği	siemens	S	A/V	s ³ A/(kg.m ²)
Manyetik akı	weber	Wb	V.S	kgm ² /(s ² A)
Manyetik endüksiyon	tesla	T	Wb/m ²	kg/(s ² A)
Manyetik akım yoğunluğu				
endüksiyon	henry	H	Wb/A	kgm ² /(s ² A ²)
aydınlatma akısı	lümen	lm	Cd sr	cd
aydınlatma	lüx	lx	Lm/m ²	cd/m ²
radyasyon çekirdek aktivitesi	becquerel	Bq		1/s
absorblanan radyasyon	gray	Gy	J/kg	m ² /s ²
absorblanan eşdeğeri spesifik				
radyasyon enerjisi	sievert	Sv	J/kg	m ² /s ²
düzlemsel açı	radyan	rad		m/m=1
üç boyutlu açı	steradyan	sr		m ² /m ² =1

Ölçülen türetilmiş büyüklük	Türetilmiş birim adı	Sembol
Alan	Metre kare	m^2
hacim	Metre küp	m^3
hız	Metre bölü saniye	m/s
ivme	Metre bölü saniyekare	m/s^2
açısal hız	Radyan bölü saniye	rad/s
açısal ivme	Radyan bölü saniye kare	rad/s^2
yoğunluk	Kilogram bölü metreküp	kg/m^3
manyetik alan yoğunluğu	Amper bölü metre	A/m
Kuvvetin momenti, tork	Newton metre	Nm
Elektrik alan şiddeti	Volt bölü metre	V/m
Geçirgenlik	Henry bölü metre	H/m
Geçirgenlik	Farad bölü metre	F/m
Spesifik ısı kapasitesi	Joule bölü kilogram Kelvin	$J/(kgK)$
Özgül madde miktarı	Mol bölü metreküp	mol/m^3
ışırma	Candil bölü metrekare	cd/m^2

Temel SI birimlerinin alt ve üst katları

Adı (okunuşu)	Değeri	Sembolü
tera	10^{12}	T
ciga	10^9	G
mega	10^6	M
kilo	10^3	k
hekto	10^2	h
deka	10	da
desi	10^{-1}	d
senti	10^{-2}	c
mili	10^{-3}	m
mikro	10^{-6}	μ
nano	10^{-9}	n
piko	10^{-12}	p
femto	10^{-15}	f
atto	10^{-18}	a

BÖLÜM 3: BOYUT, AÇI VE ALAN ÖLÇÜMÜ

Metrik Sistem

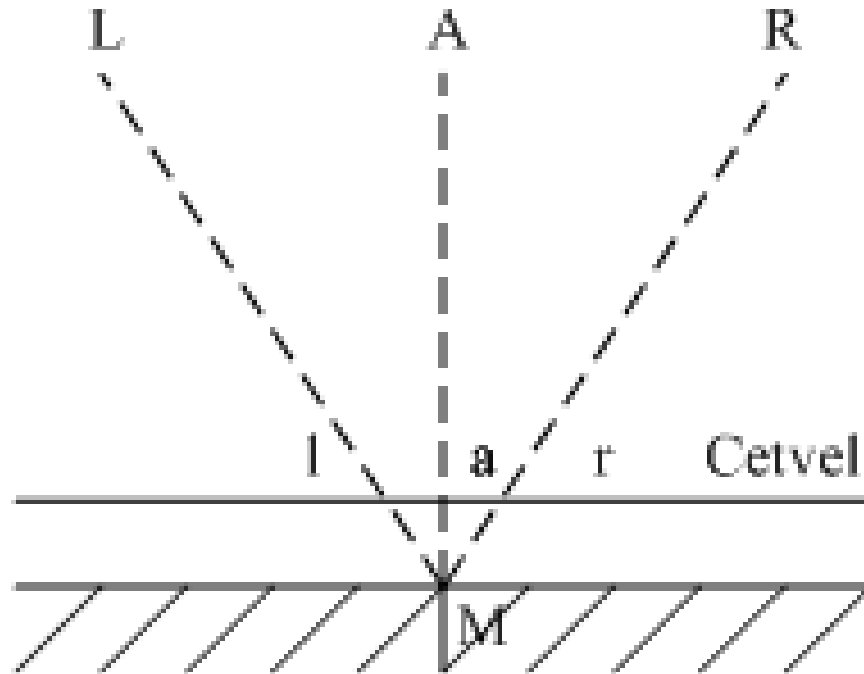
Bu ölçü sisteminde birim metredir. (m) harfi ile simgelendirilir.

BOYUT ÖLÇÜMÜ

- Uygulamada yapılan boyut ölçmelerinde kullanılan yöntemler genellikle doğrudan karşılaştırma adı verilen temasla yapılan ölçmelerdir.
- Bu amaçla
- cetveller,
- şerit ve katlanabilir metreler,
- kumpaslar,
- mikrometreler,
- mastarlar ve
- komparatörler gibi aletler kullanılır.

Boyut ölçümünde paralaks

- Doğrudan karşılaştırma aletlerinde ölçme esnasında paralaks adı verilen hatanın yapılmamasına dikkat edilmelidir.
- Ölçüm yaparken AaM doğrultusunda olduğu gibi ölçülecek nokta, ölçü aleti üzerindeki işaret ve göz, ölçü aletine dik olmalıdır.



Boyut ölçümüne sıcaklık etkisi

- Genellikle atölye ve laboratuvarlarda kullanılan ölçme ve kontrol takımlarının referans sıcaklığı 20 °C, açık arazide kullanılan ölçme aletlerinde 15 °C kabul edilmektedir. Bunların dışında bir sıcaklıkta ölçme yapılıyorsa olabilecek ısı genleşmelere dikkat edilmesi gerekir.
- **Örnek:** 20 °C referans sıcaklıkta kullanılmak üzere imal edilmiş, hassas 50 mm uzunluğundaki bir mastarın 38 °C sıcaklıkta boyunu bulunuz. Mastarın yapıldığı çelik malzemenin ısı genleşme katsayısı $\alpha=1.165 \times 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ değerindedir.

Çözüm:

Herhangi bir T sıcaklığında bir cismin boyu,

Bağıntısı ile verildiğinden,

$$L_T = L_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$L_{38^\circ\text{C}} = 50 [1 + 1.165 \times 10^{-5} (38 - 20)] = 50.01 \text{ mm}$$

1. KUMPAS

- Metre ve cetveller ile ancak 0,5 mm değerine kadar ölçüm yapılabilmektedir. Daha hassas ölçümlerde kumpas, mikrometre gibi aletlerin kullanılması gerekir.
- Sürmeli kumpasın en önemli kısmı verniye kısmıdır. Esas olarak herhangi bir taksimatlım cetvelin kesirlerini okuyabilmek için cetvelle birlikte kullanılan yardımcı bir cetveldir.
- Kumpasların en fazla kullanılanları 10 bölmeli olanlarıdır. Bunlarda prensip olarak 9 birimlik bir uzunluk alınıp 10 eşit parçaya bölünür.
- Verniyenin 0 çizgisi, cetvelin 0 çizgisi ile çakıştığı zaman, verniyenin 10. çizgisi cetvelin 9.çizgisi ile çakışır. Böylece 1/10 mm'ye kadar ölçme yapılabilir. Pratikte 1/20 ve 1/50 bölümlü verniye sistemi de yapılabilir.

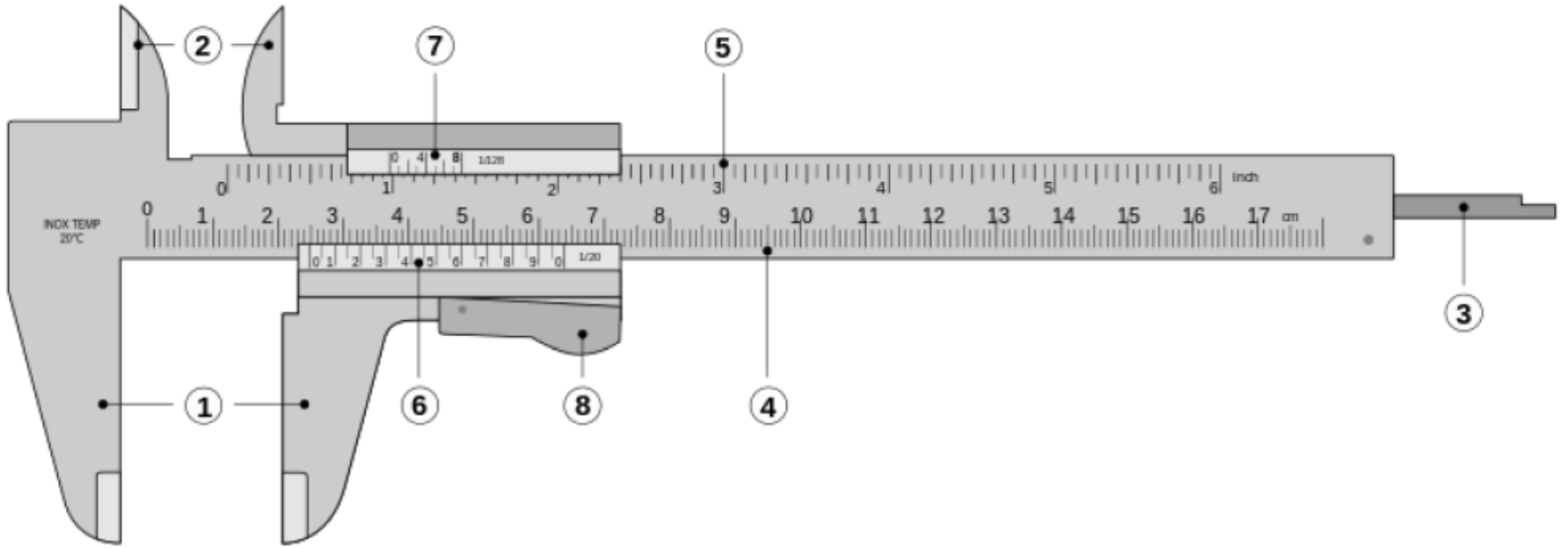
Metrik ölçü sistemine göre yapılan kumpaslar

- 1/10 mm verniyer taksimatlı kumpaslar
- 1/20 mm verniyer taksimatlı kumpaslar
- 1/50 mm verniyer taksimatlı kumpaslar

Parmak ölçü sistemine göre yapılan kumpaslar

- 1/32" verniyer taksimatlı kumpaslar
- 1/64" verniyer taksimatlı kumpaslar
- 1/128" verniyer taksimatlı kumpaslar
- 1/192" verniyer taksimatlı kumpaslar
- 1/1000" verniyer taksimatlı kumpaslar

Sürgülü kumpas kısımları



1 Dış çap ölçme çenesi, **2** İç çap ölçme çenesi, **3** Derinlik ölçme kılıcı, **4** Metrik cetvel bölüntüsü, **5** İnç cetvel bölüntüsü. **6** Metrik verniyel



1/10 Kumpas



1/10 Kumpas



1/20 Kumpas



Dijital Kumpas



Saatli Kumpas

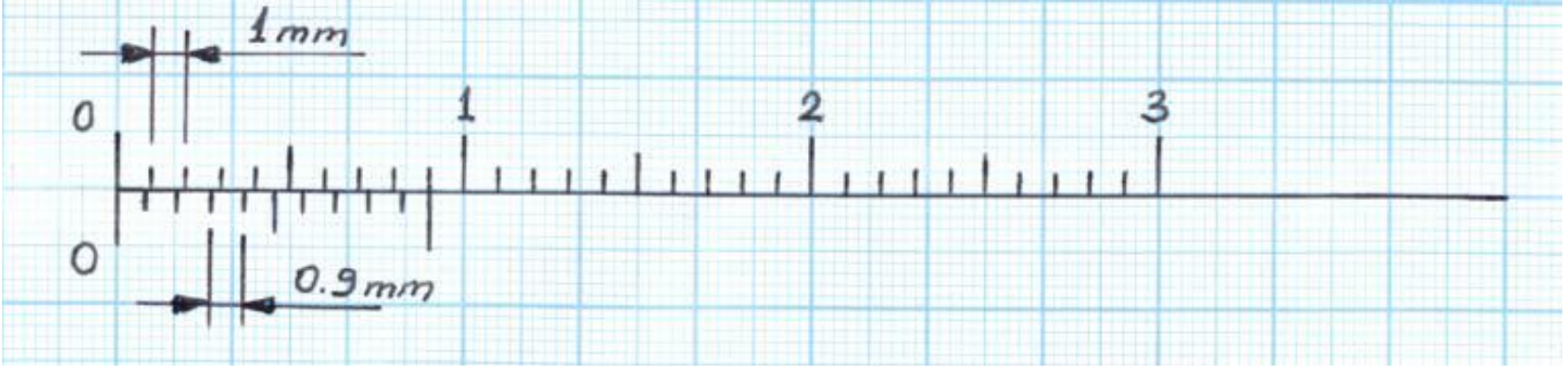


1/50 Kumpas

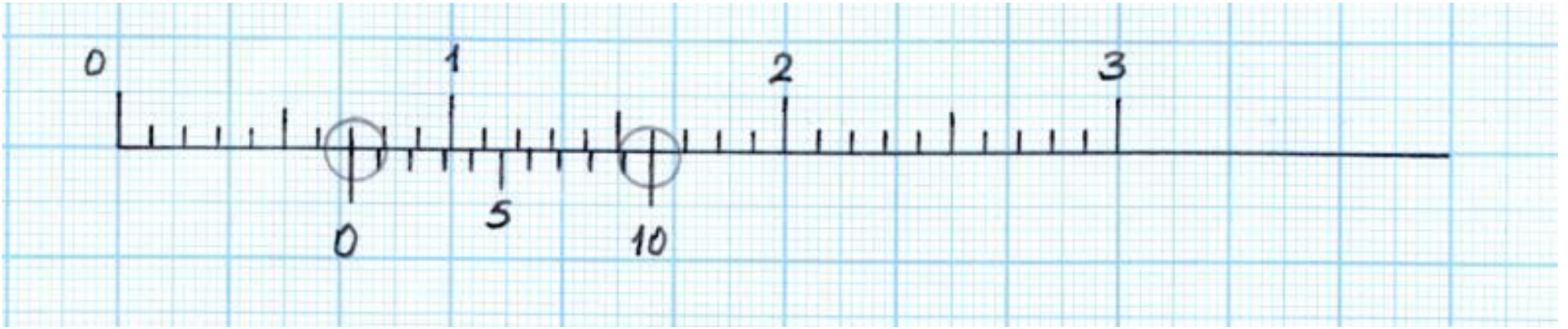
Kumpas Çeşitleri



a) 1 / 10 mm Verniyer Taksimatlı Kumpaslarda Ölçü Okuma

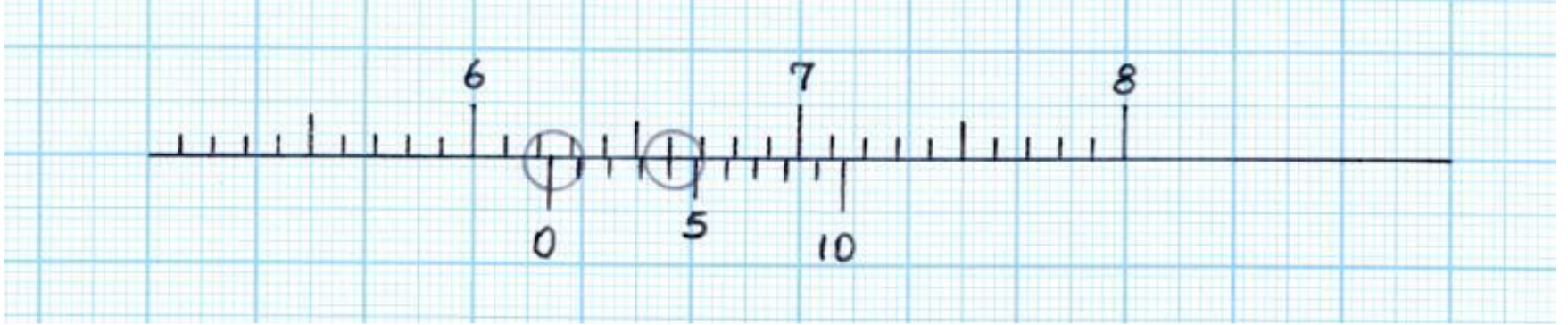


Örnek:



- Verniyerin '0' (sıfır) çizgisi cetveldeki 7. çizgi ile çakışmıştır. Buna göre okunan ölçü 7 mm ve 8 mm arasındaki ondalık ölçüleridir. Verniyerin çakışan çizgisinin kaçıncı çizgi olduğu tespit edilir ve ondalıklı değer okunur. Üstteki örnekte verniyer bölüntüsünün 10. çizgisi çakıştığı için buna göre ölçülen değer: 7 mm'dir.

Örnek:



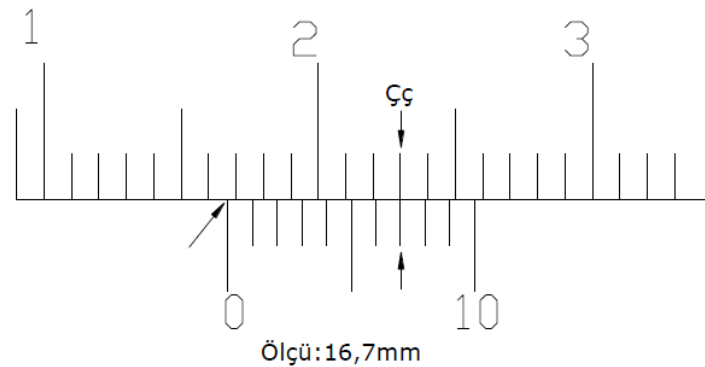
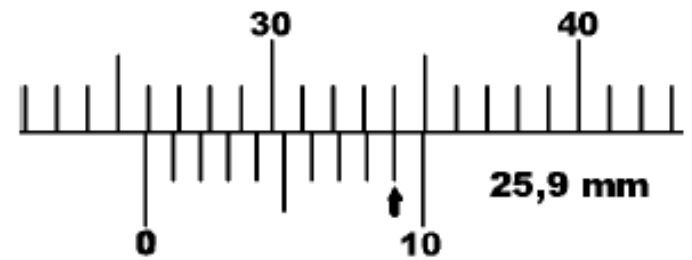
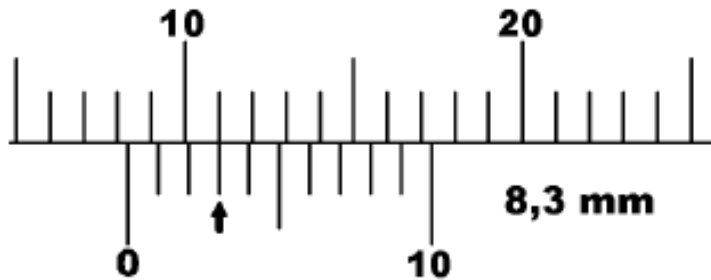
Verniyerin '0' (Sıfır) çizgisi cetvel üzerinde 62 mm'yi geçmiştir.

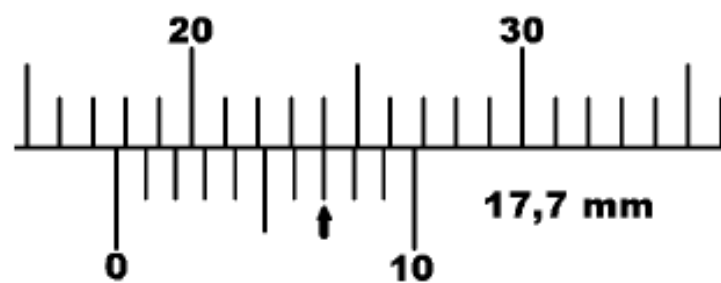
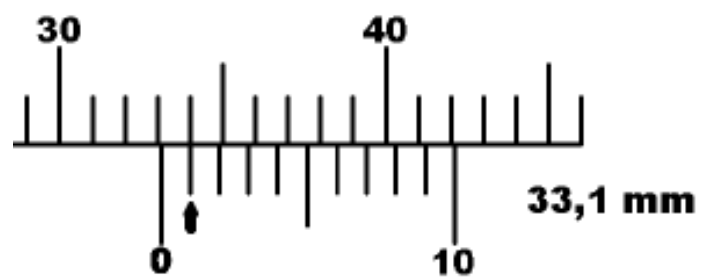
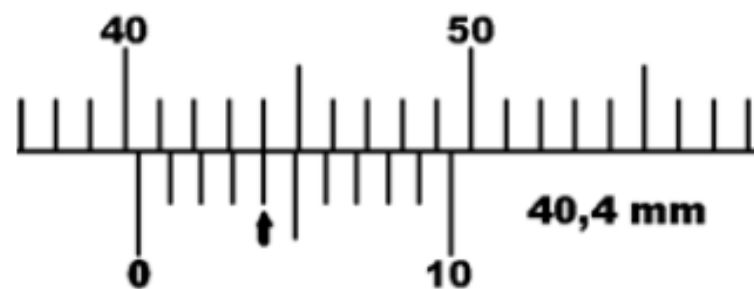
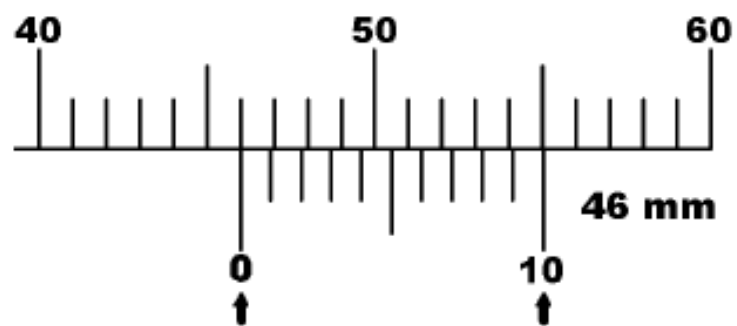
Verniyerin 4. çizgisi cetvel üzerindeki herhangi bir çizgi ile tam çakışmıştır.

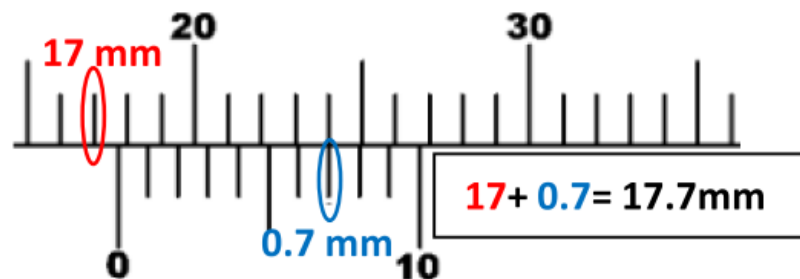
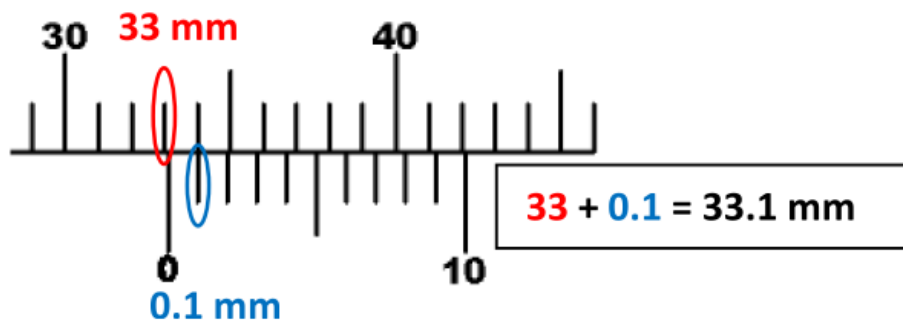
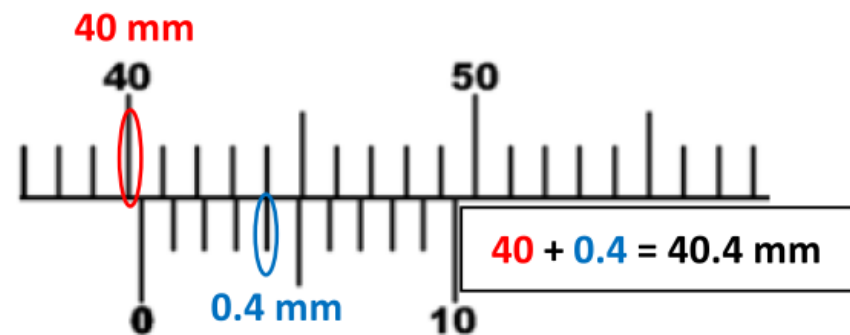
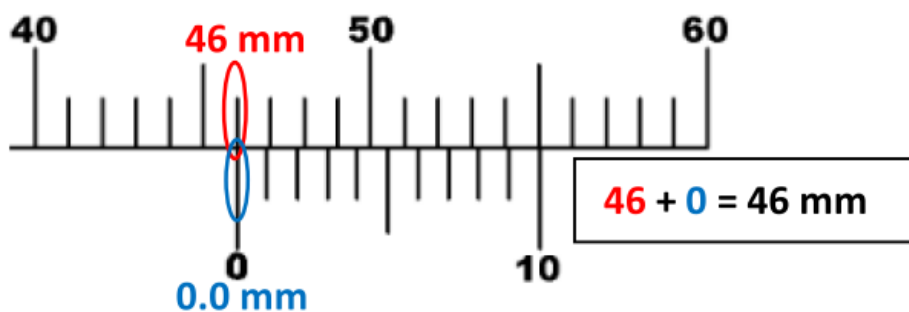
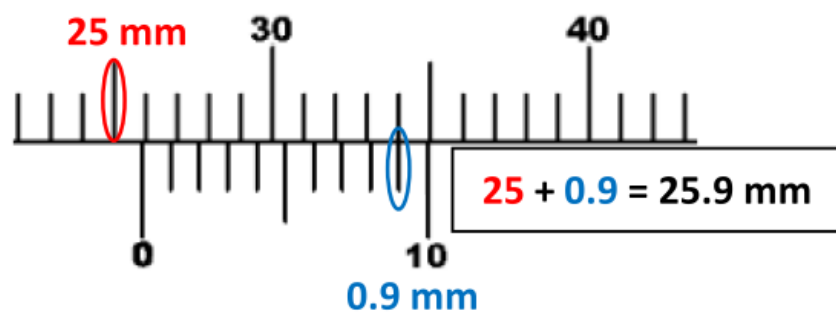
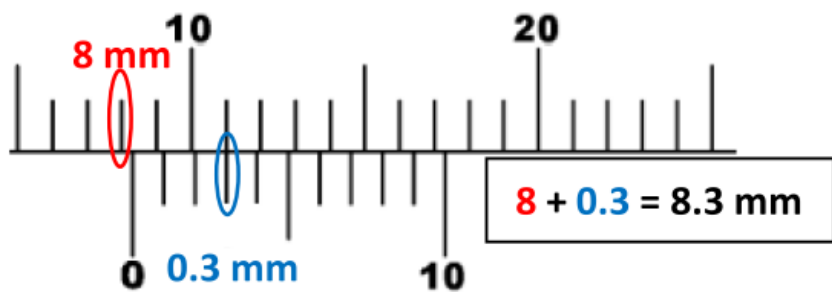
Buna göre ölçülen değer; $62 + 0.4 = 62.4$ mm'dir.

Örnek:

74,7 mm'yi 1 / 10 verniyer taksimatlı kumpasta çizerek gösteriniz?

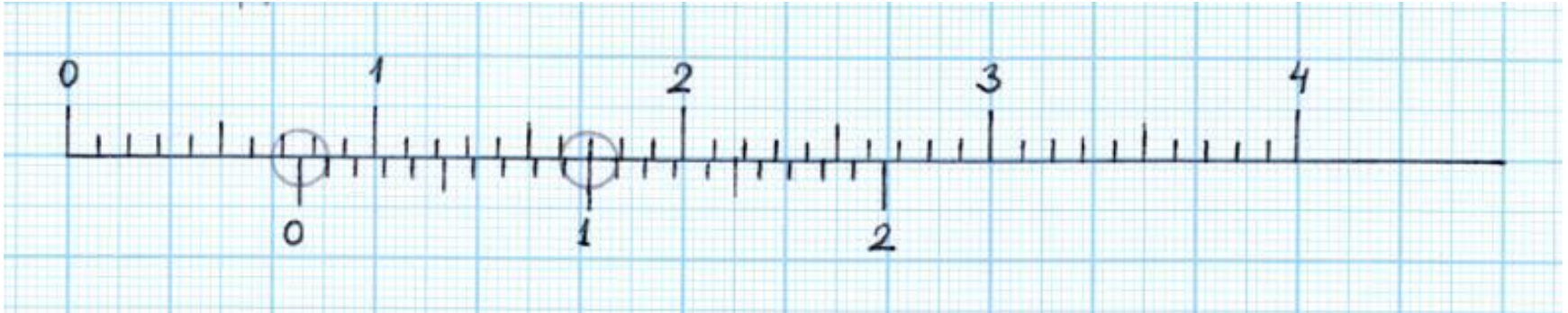






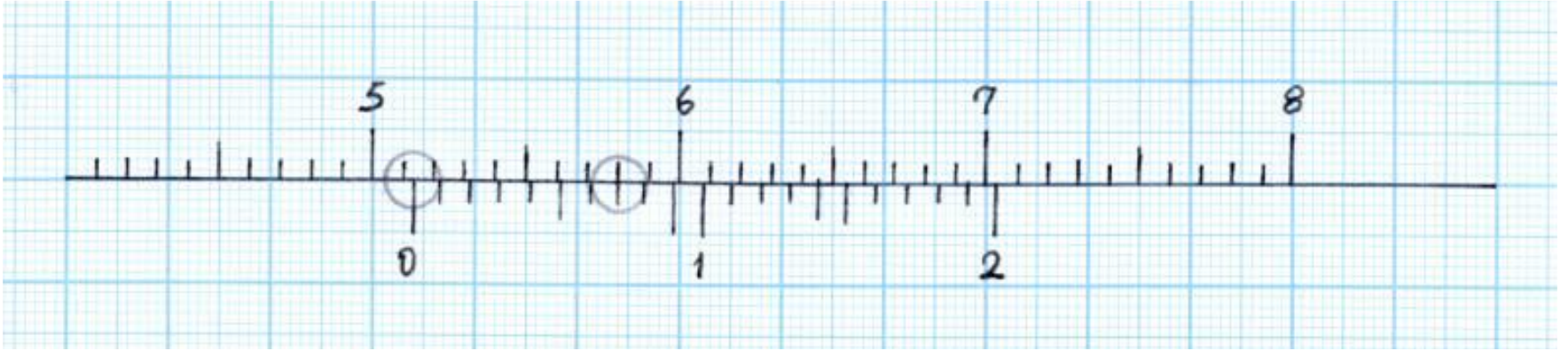
b) 1/20 mm Verniyer Taksimatlı Kumpaslar

- Bu kumpaslarda cetvel üzerindeki 19 mm'lik kısım sürgü üzerinde 20 eşit parçaya bölünmüştür.
- Cetvel üzerindeki iki çizgi aralığı 1 mm olduğuna göre sürgü üzerindeki çizgi aralığı $19 / 20 = 0.95$ mm'dir.
- Buna göre bu kumpasın hassasiyeti $1 - 0.95 = 0.05$ mm'dir. Bu kumpas ile ölçüm yapılırken sürgü kısmındaki her bir çizgi cetveldeki tam değerden sonra 0.05 olarak okunur.

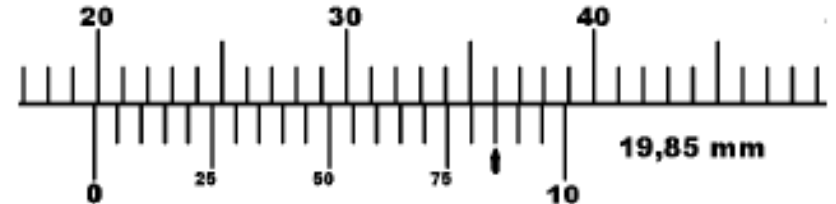
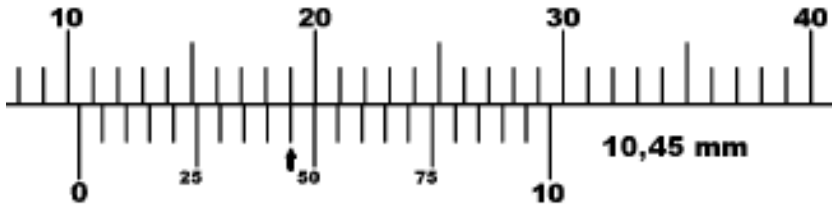


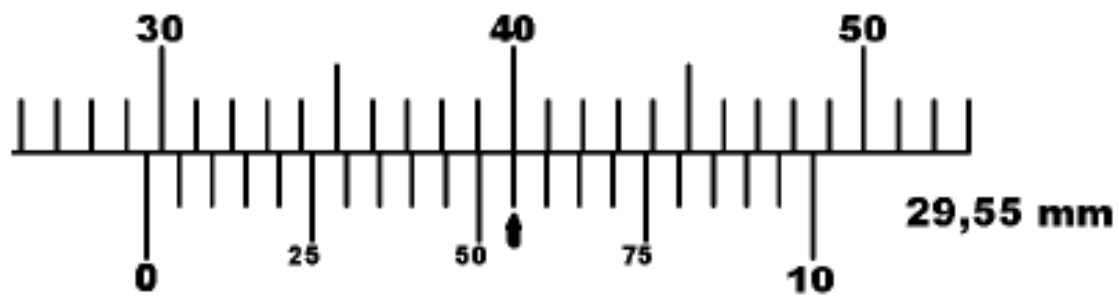
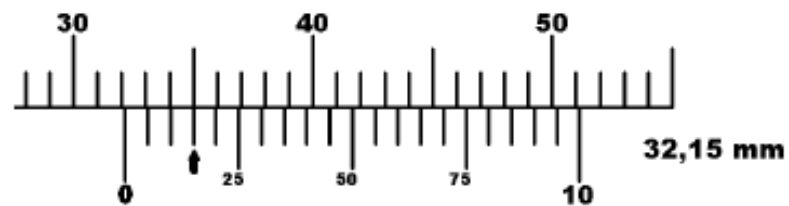
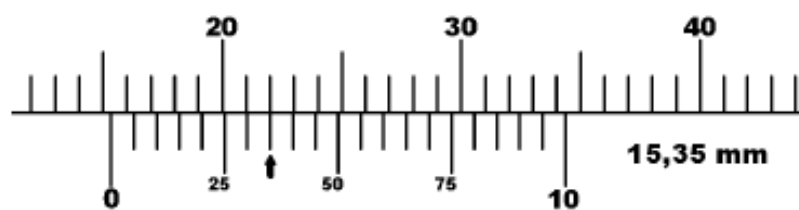
- Verniyerin '0' (sıfır) çizgisi cetveldeki 7. çizgiyi geçmiştir. Buna göre okunan ölçü 7 mm ve 8 mm arasındaki ondalık ölçüleridir. Verniyerin çakışan çizgisinin kaçınıcı çizgi olduğu tespit edilir ve ondalıklı değer okunur. Üstteki örnekte verniyer bölüntüsünün 10. çizgisi çakıştığı için ölçülen değer: $7 + (0,05 \times 10) = 7,50$ mm'dir.

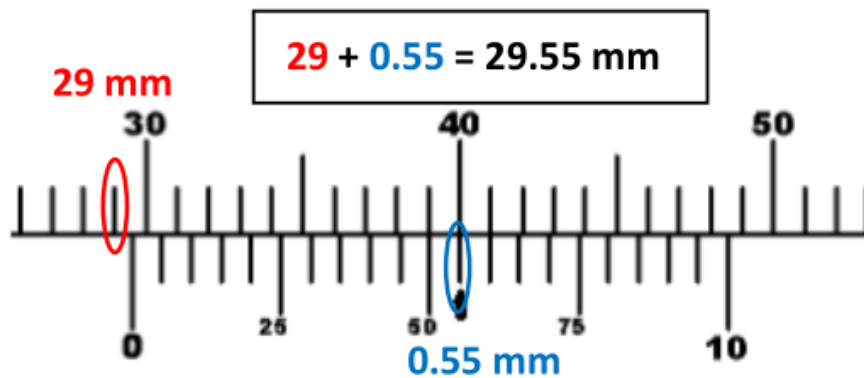
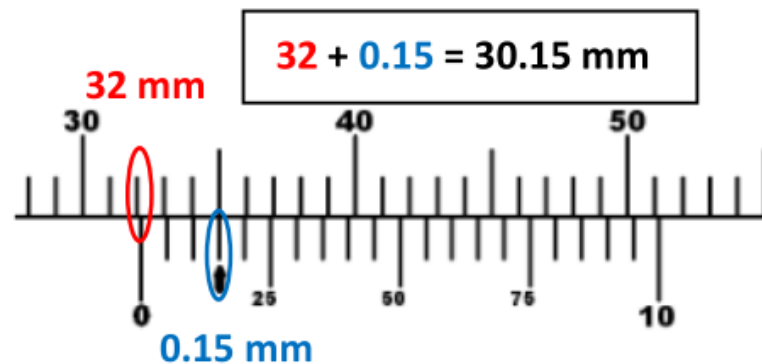
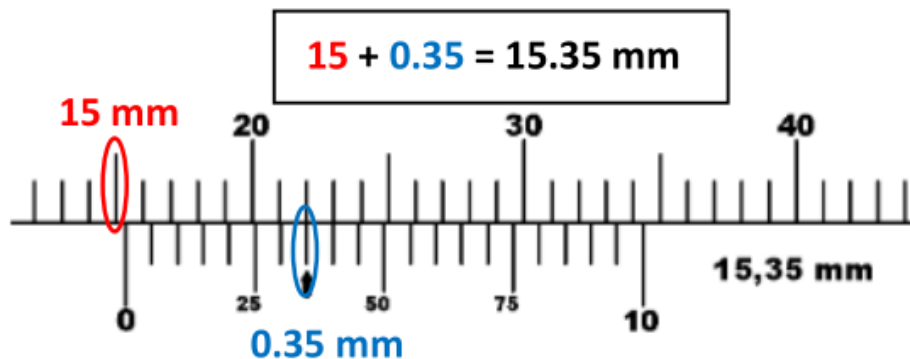
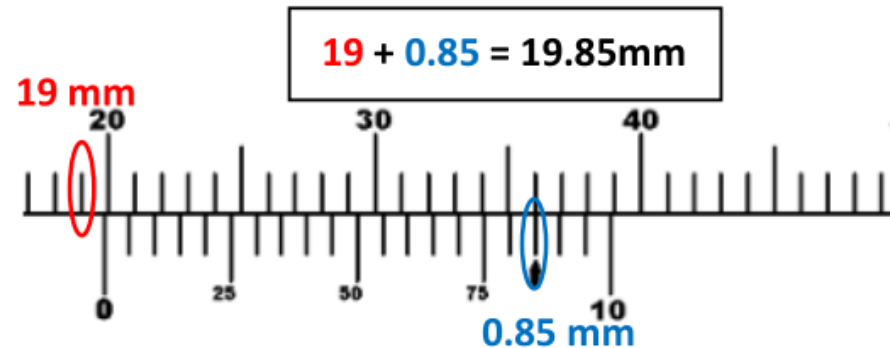
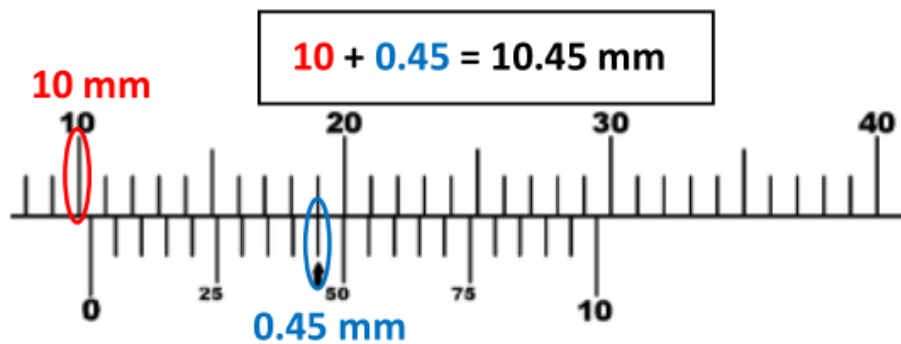
Örnek:



- Verniyerin '0' (Sıfır) çizgisi cetvel üzerinde 51 mm'yi geçmiştir. Verniyerin 7. çizgisi cetvel üzerindeki herhangi bir çizgi ile tam çakışmıştır. Buna göre okunan değer: $51 + (0.05 \times 7) = 51.35$ mm'dir.

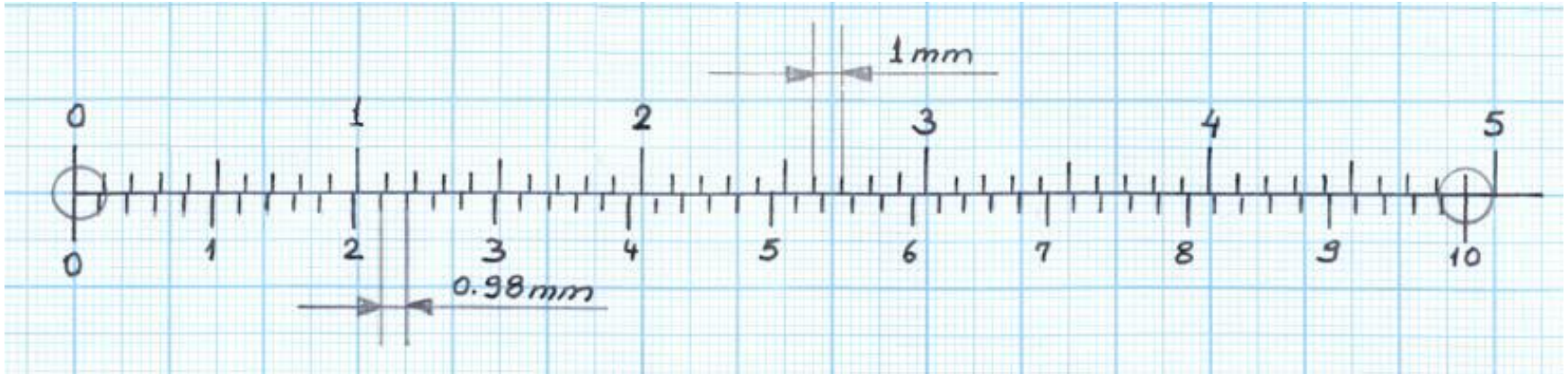






c) 1/50 mm Verniyer Taksimatlı Kumpaslar

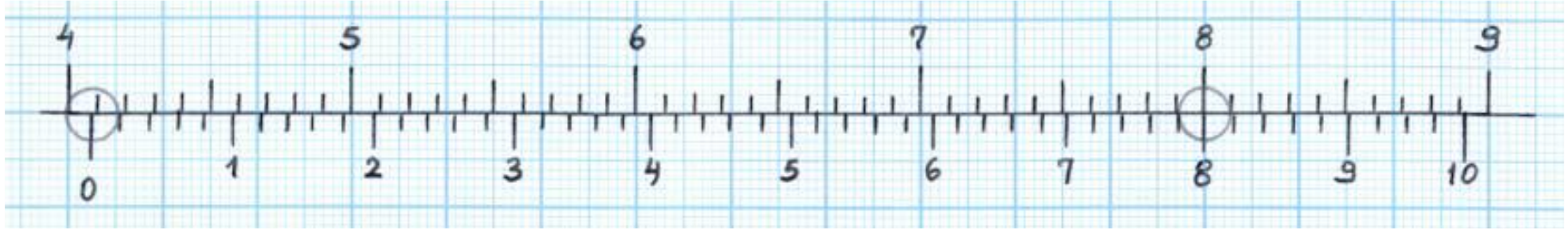
- Bu kumpaslarda cetvel üzerindeki 49 mm 'lik kısım sürgü üzerinde 50 eşit parçaya bölünmüştür.
- Cetvel üzerindeki iki çizgi aralığı 1 mm olduğuna göre sürgü üzerindeki çizgi aralığı $49 / 50 = 0.98 \text{ mm}$ 'dir.
- Buna göre bu kumpasın hassasiyeti $1 - 0.98 = 0.02 \text{ mm}$ 'dir.
- Bu kumpas ile ölçüm yapılırken sürgü kısmındaki her bir çizgi cetveldeki tam değerden sonra 0.02 olarak okunur.



Örnek

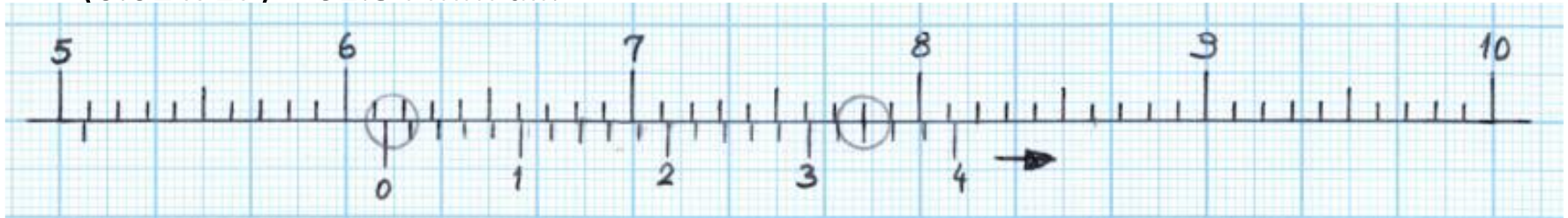
Verniyerin '0' (sıfır) çizgisi cetveldeki 40. çizgiyi geçmiştir. Buna göre okunan ölçü 40 mm ve 41mm arasındaki ondalık ölçüleridir. Verniyerin çakışan çizgisinin kaçınıcı çizgi olduğu tespit edilir ve ondalıklı değeri okunur. Üstteki örnekte verniyer bölüntüsünün 40. çizgisi çakıştığı için; ölçülen değeri:

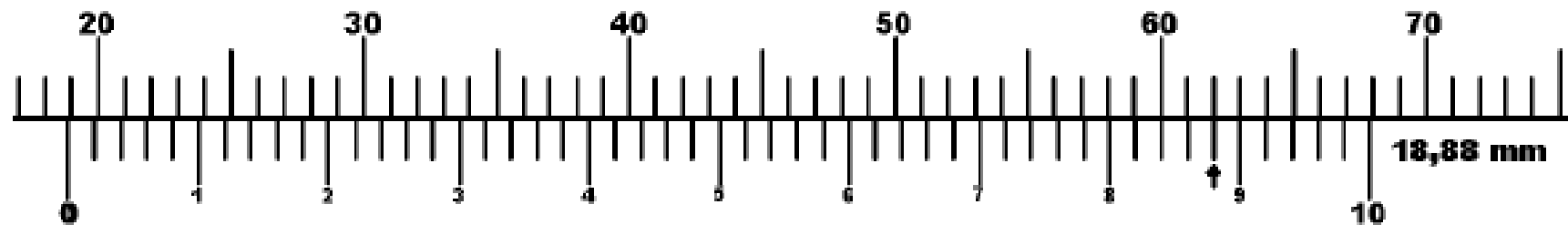
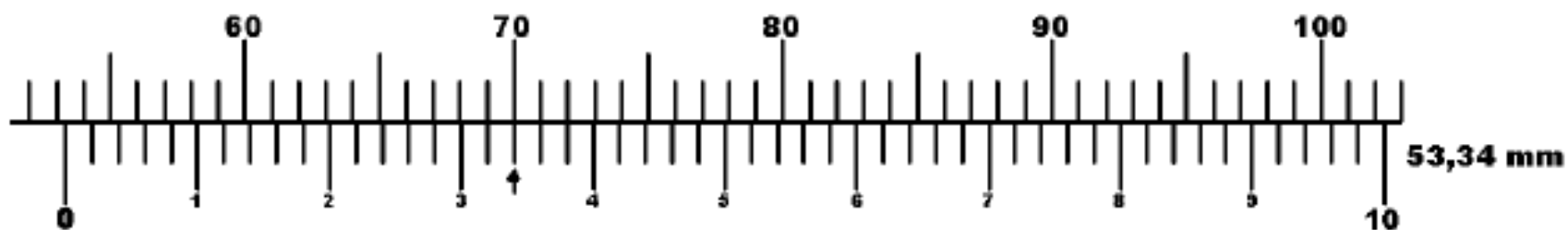
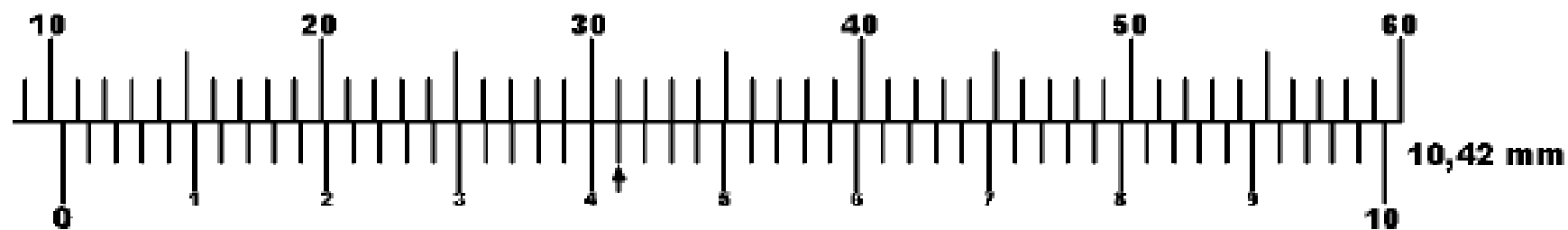
$$40 + (0.02 \times 40) = 40.80 \text{ mm'dir.}$$

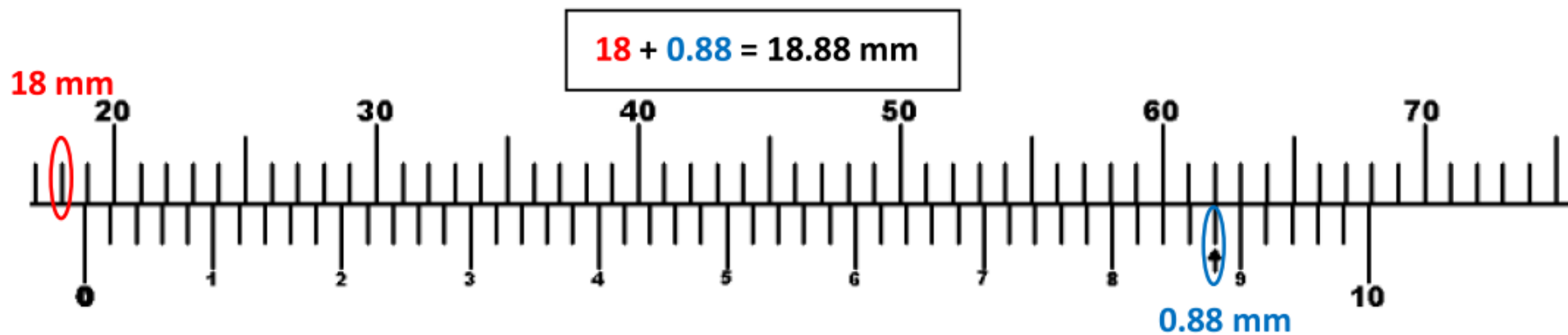
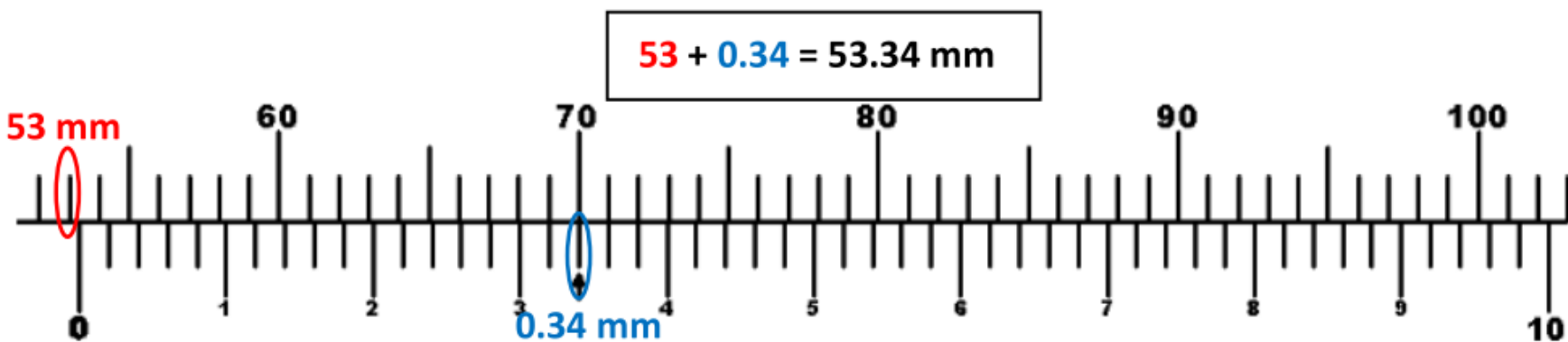
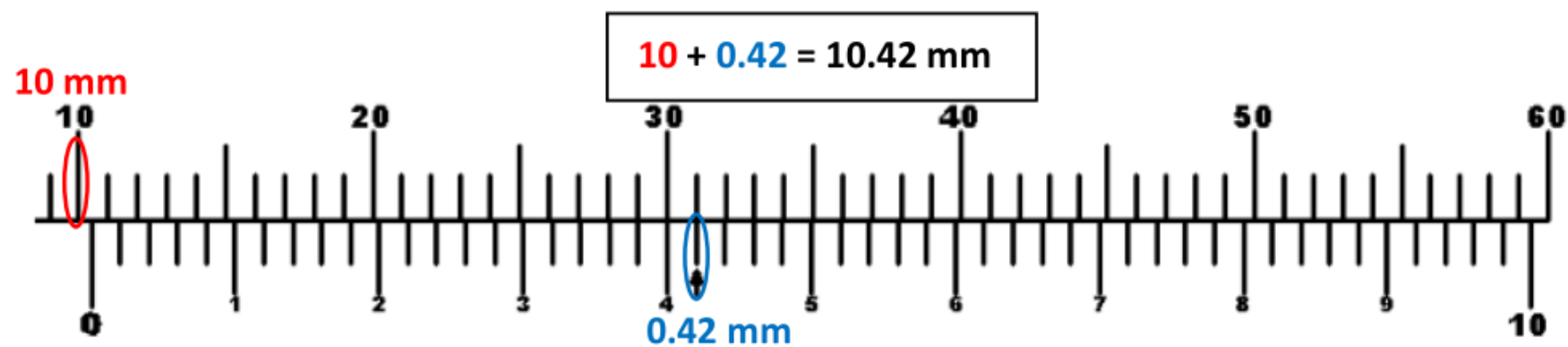


Örnek:

Verniyerin '0' (Sıfır) çizgisi cetvel üzerinde 61 mm'yi geçmiştir. Verniyerin 17. çizgisi cetvel üzerindeki herhangi bir çizgi ile tam çakışmıştır. Buna göre okunan değeri: $61 + (0.02 \times 17) = 61.34 \text{ mm'dir.}$







2. MİKROMETRELER

Sürmeli kumpaslar en hassas 0.02 mm ölçme hassasiyeti ile ölçebilmektedir. Bu hassasiyet değeri makine parçalarının yapımında yeterli değildir. Daha hassas ölçümlerde mikrometrelerden yararlanır.





Dış Çap Mikrometresi



İç Çap Mikrometresi



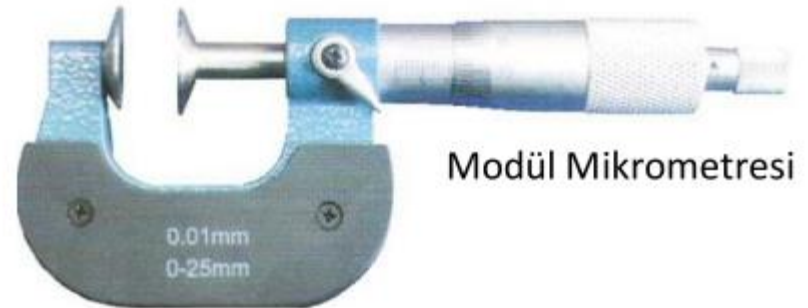
İç Çap Mikrometresi



Vida Mikrometresi



Derinlik Mikrometresi



Modül Mikrometresi



Derinlik mikrometresi



Dış çap mikrometresi

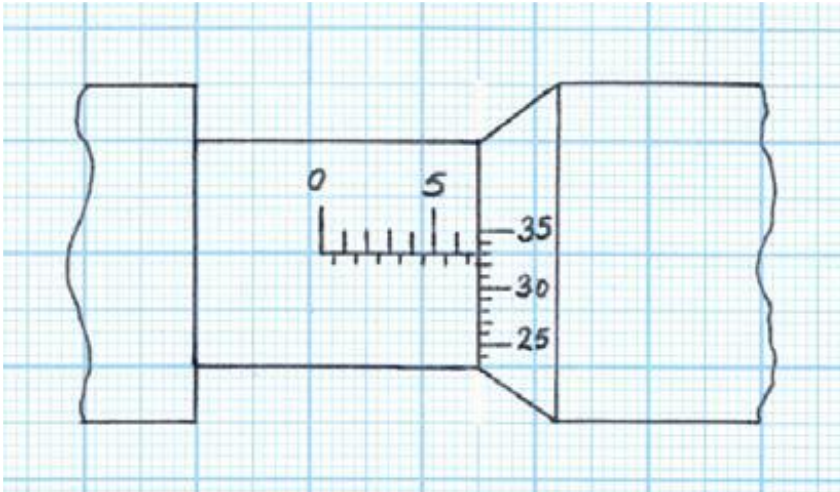
1/100 Hassasiyette Ölçüm Yapan Mikrometreler (0,01 Hassasiyet)

Vidalı mil ile hareket eden tambur tam tur yaptığında hareketli çene mil adımına bağlı olarak 0,5 mm ileri veya geri hareket eder.

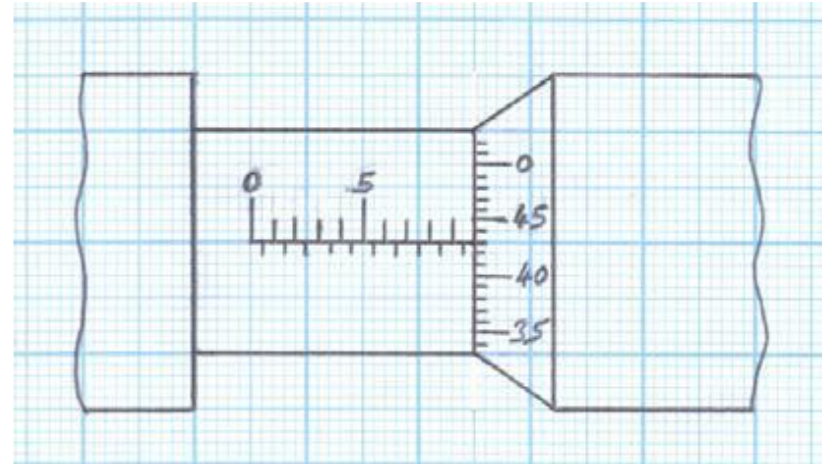
Kovan yatay çizgisi üzerinde birer milimetrelik bölüntüler, çizginin alt kısmında ise 0,5 mm 'lik bölüntüler vardır.

Tambur ise 50 eşit parçaya bölünmüştür. Tamburun tam devri sonunda hareketli çene 0,5 mm hareket ettiğine göre tambur çevresindeki 50 eşit aralıkta bir devir yapmış olur.

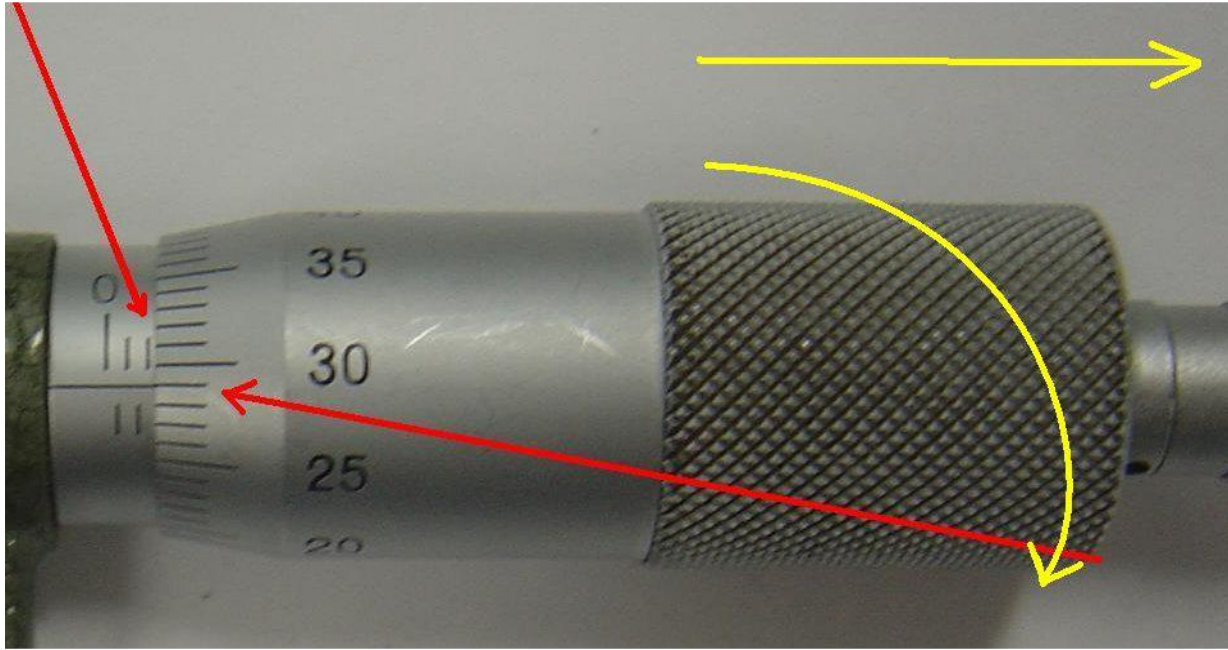
Buna göre mikrometre hassasiyeti $0,5 / 50 = 0,01$ mm olur.



$$6 + 0,50 + 0,33 = 6,83 \text{ mm}$$

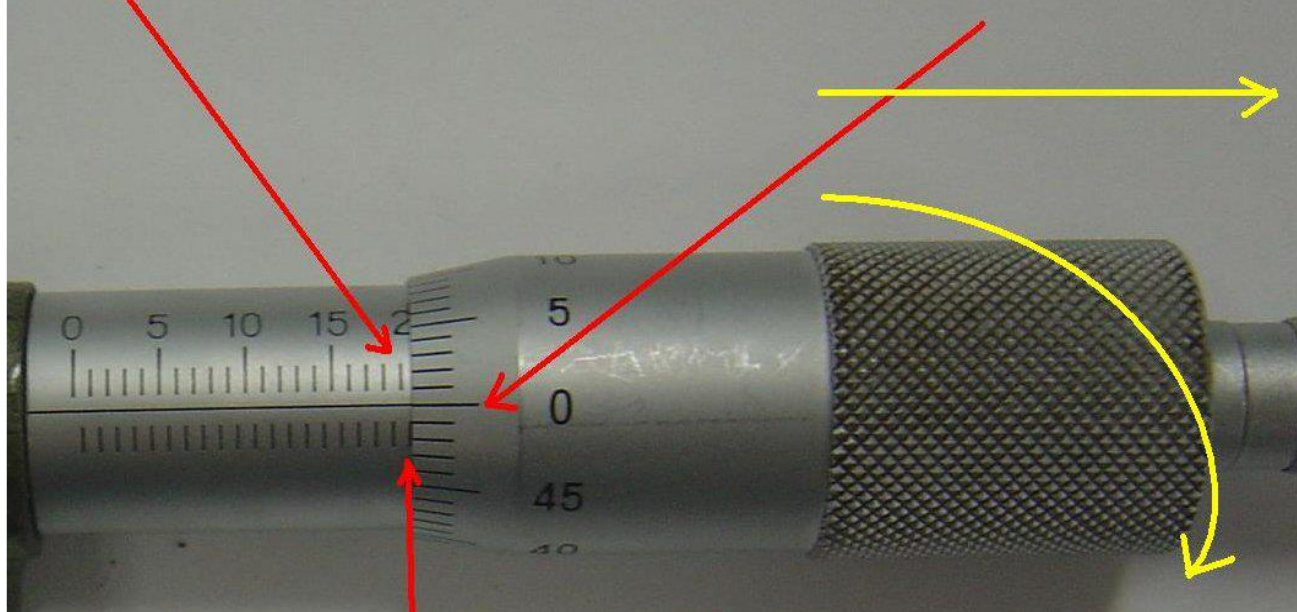


$$9 + 0,50 + 43 = 9,93 \text{ mm}$$



Cevap:

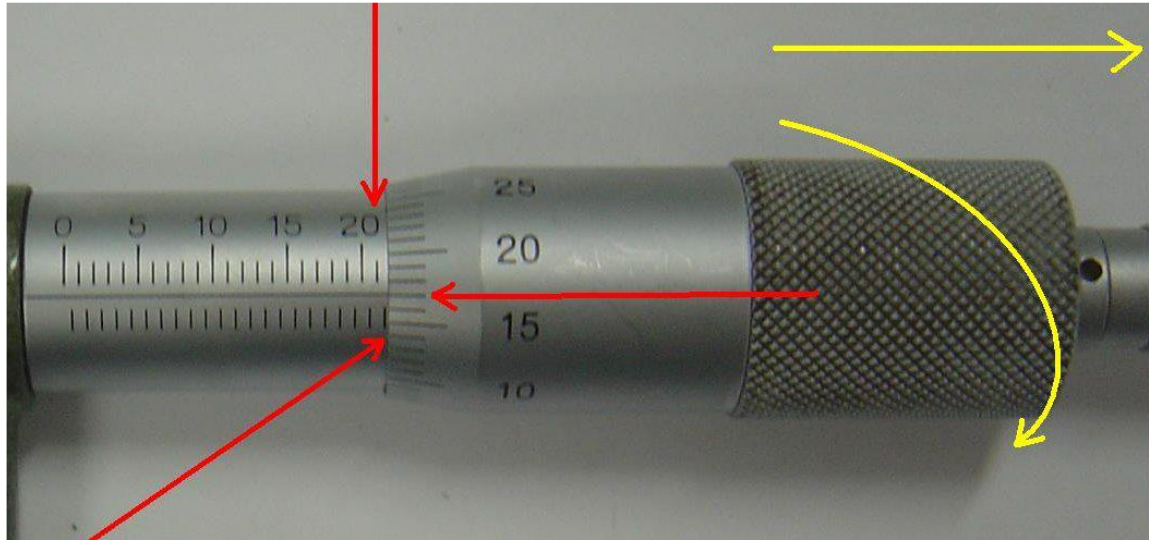
$$2 + 0.29 = 2.29 \text{ mm}$$



Çözüm:

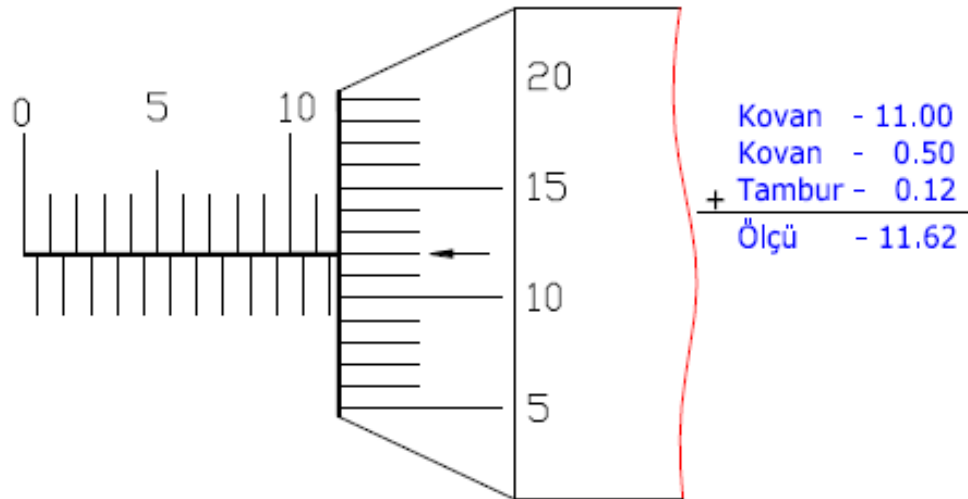
$$19 + 0.50 = 19.50 \text{ mm}$$

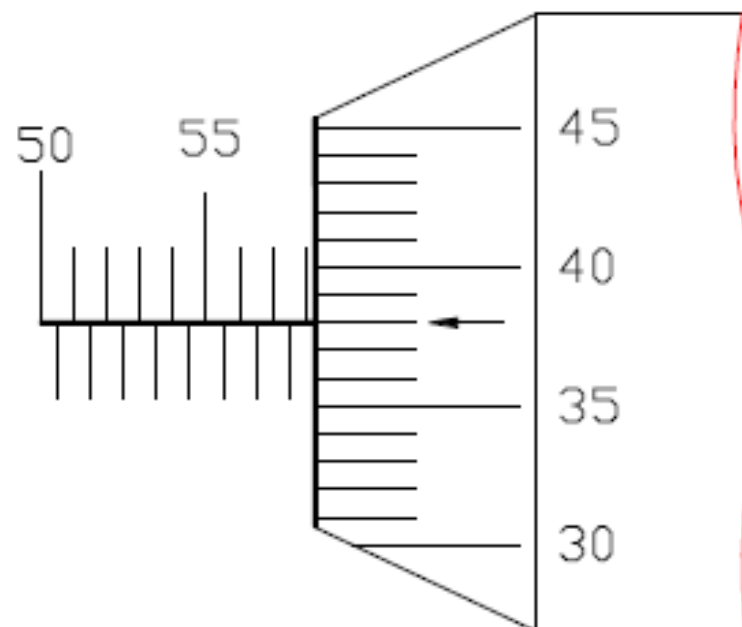
Örnek:



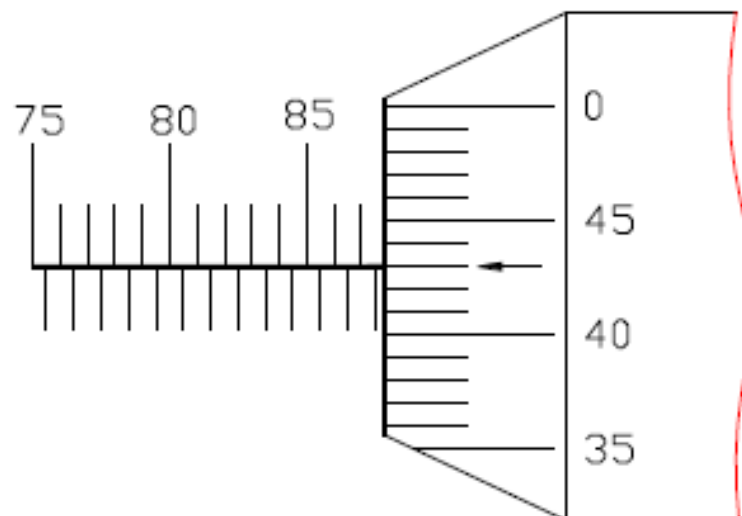
Çözüm: $21 + 0.5 + 0.17 = 21.67 \text{ mm}$

Örnek: 11,62 mm ölçüsünün 1/100 duyarlıklı mikrometrede gösterimi.





$$\begin{array}{rcl}
 \text{Kovan} & - & 58,00 \\
 \text{Kovan} & - & 0,00 \\
 + \text{Tambur} & - & 0,38 \\
 \hline
 \text{Ölçü} & - & 58,38
 \end{array}$$



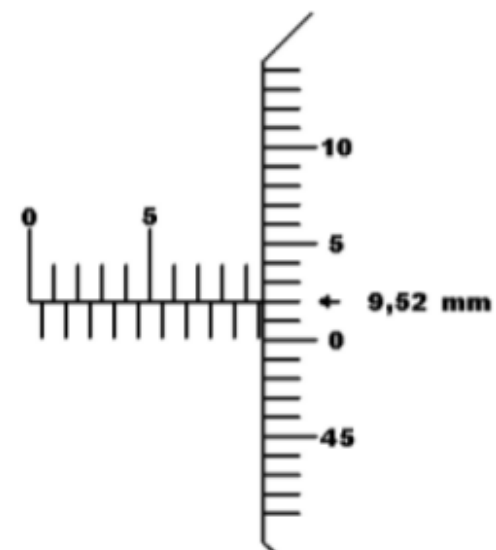
$$\begin{array}{rcl}
 \text{Kovan} & - & 87,00 \\
 \text{Kovan} & - & 0,50 \\
 + \text{Tambur} & - & 0,43 \\
 \hline
 \text{Ölçü} & - & 87,93
 \end{array}$$



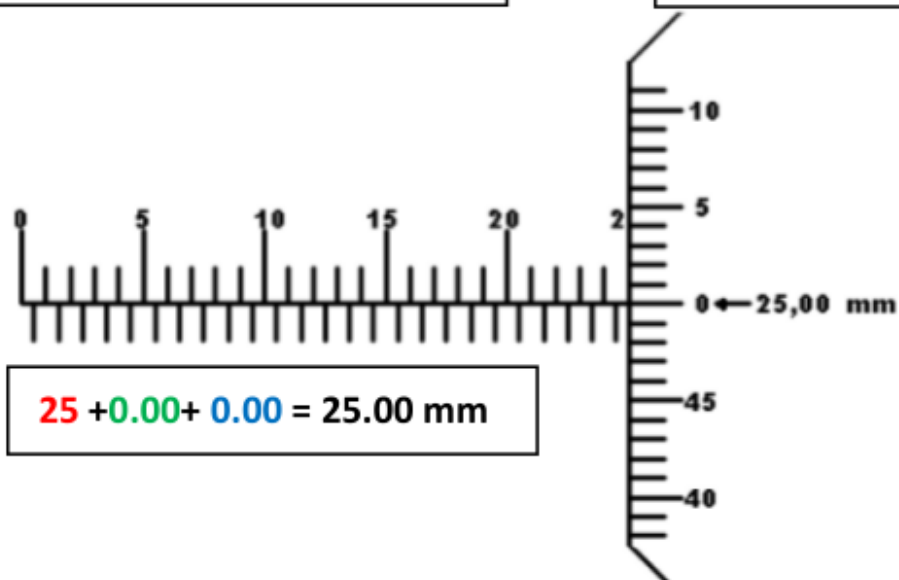
$$12 + 0.00 + 0.12 = 12.12 \text{ mm}$$



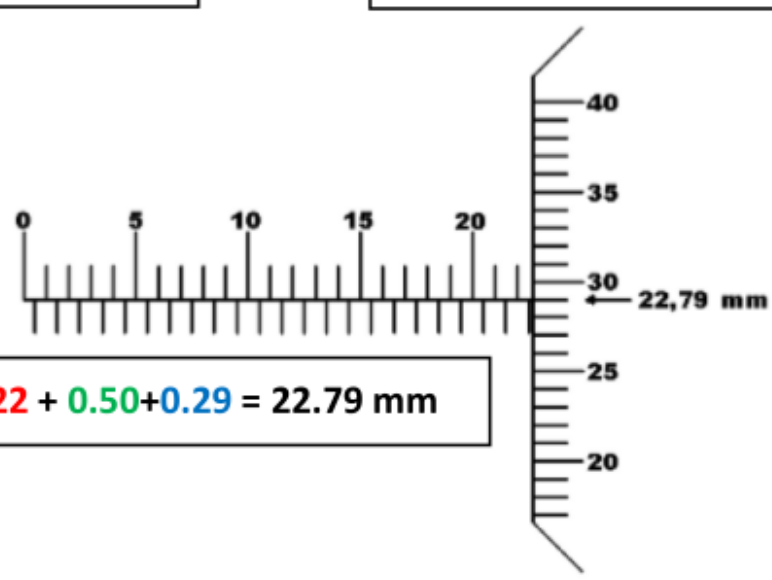
$$14 + 0.50 + 0.49 = 14.99 \text{ mm}$$



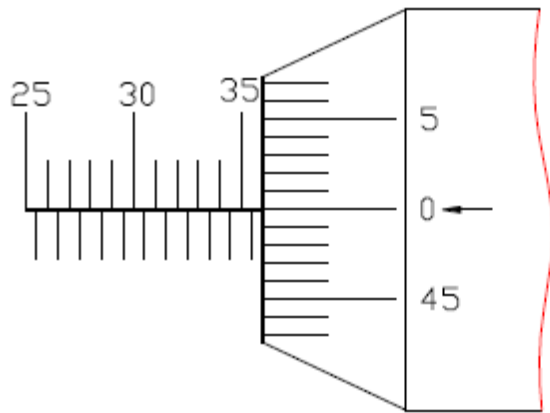
$$9 + 0.50 + 0.02 = 9.52 \text{ mm}$$



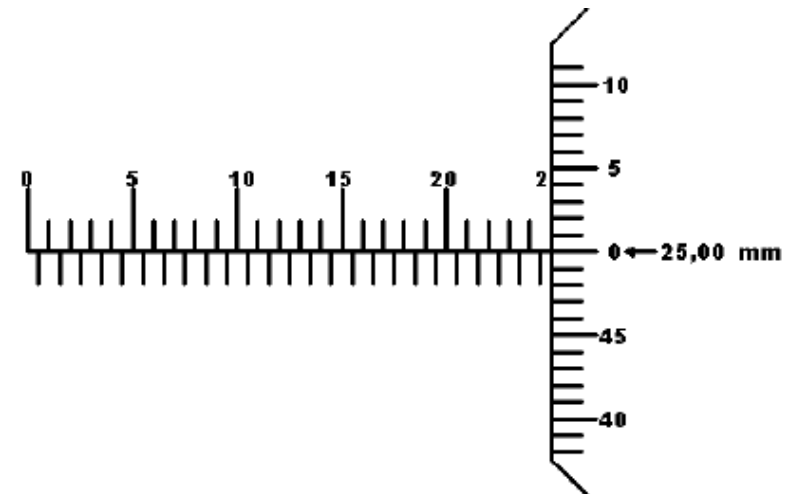
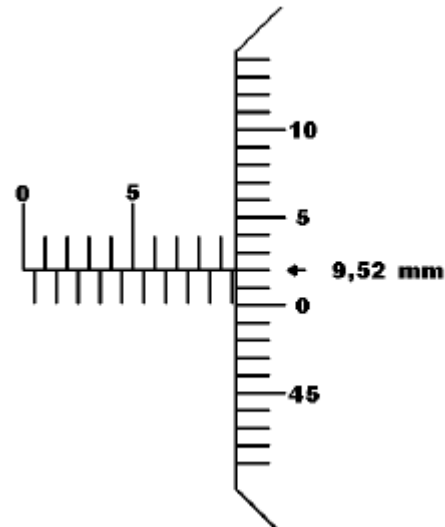
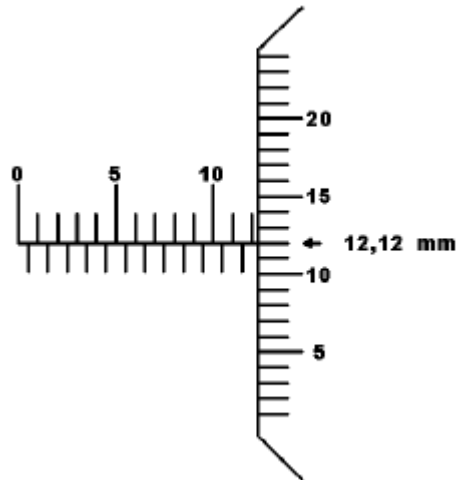
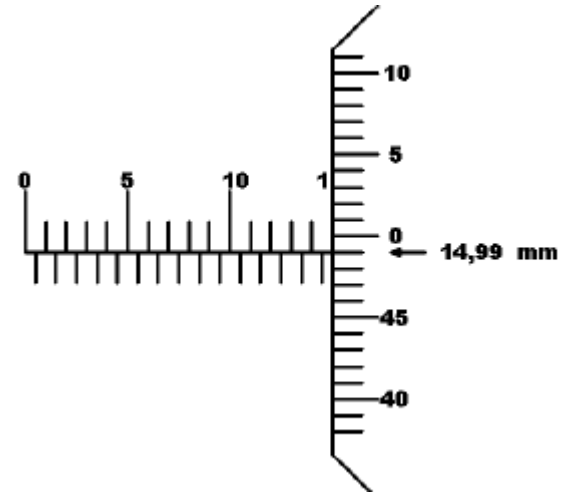
$$25 + 0.00 + 0.00 = 25.00 \text{ mm}$$



$$22 + 0.50 + 0.29 = 22.79 \text{ mm}$$

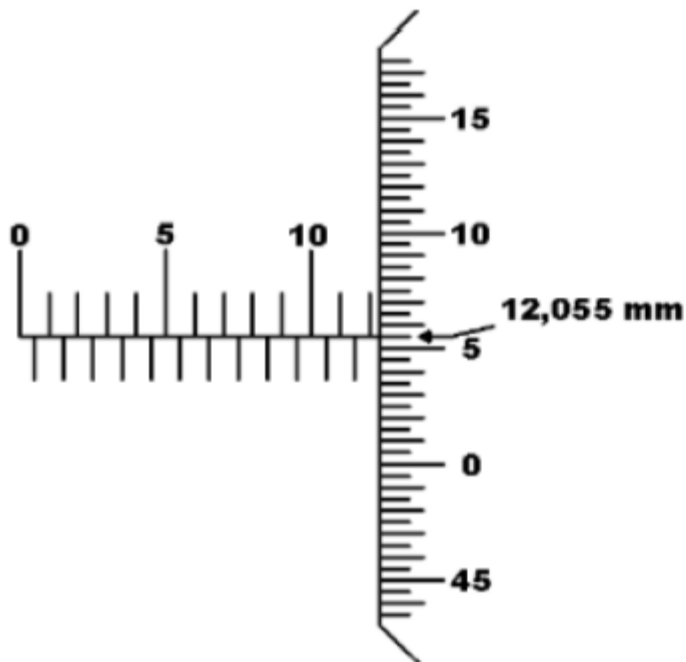


Kovan - 36.00
 Kovan - 0.00
 + Tambur - 0.00
 Ölçü - 36.00

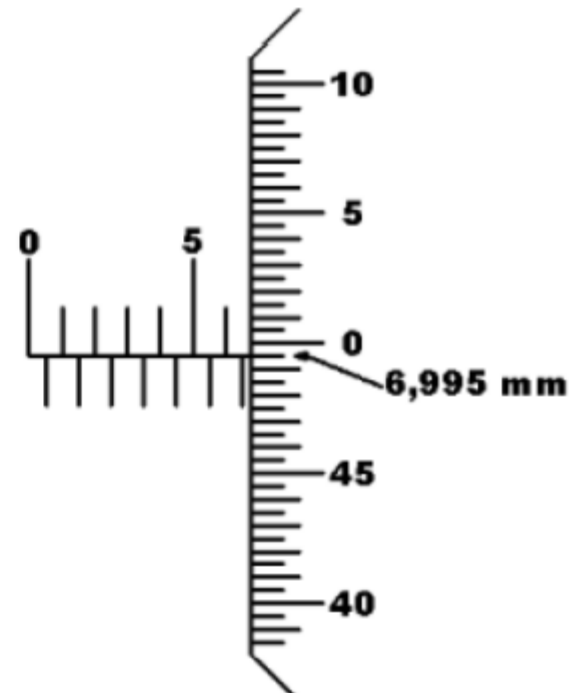


1/200 mm Hassasiyetti Mikrometreler

Bu mikrometreler 0,005 mm hassasiyetinde ölçüm yaparlar. Okunuşlarıyla ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.



$$12 + 0.000 + 0.055 = 12.055 \text{ mm}$$



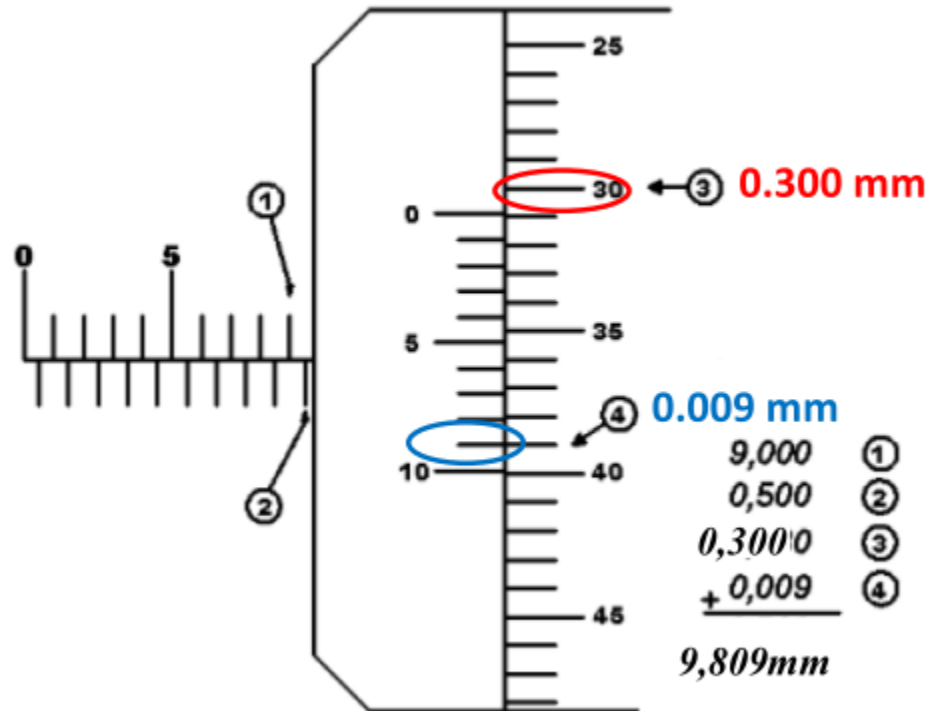
$$6 + 0.500 + 0.495 = 6.995 \text{ mm}$$

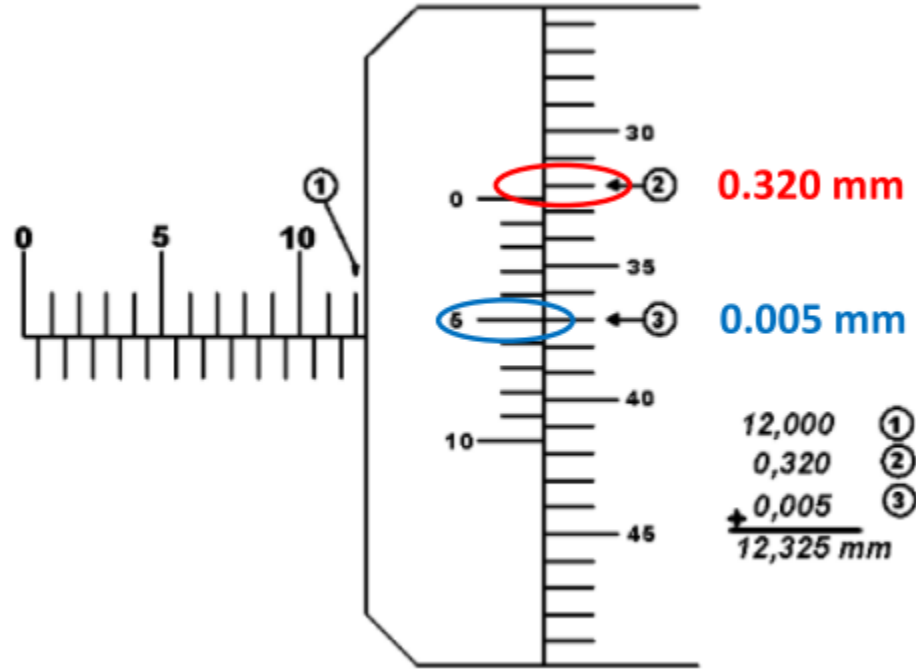
1/1000 mm Hassasiyetli Mikrometreler

Bu mikrometreler 0,001 mm hassasiyetinde ölçüm yaparlar. Okunuşlarıyla ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.

Örnek:

- 1-Mikrometre kovan cetvelinde 9 mm'yi geçmiştir.
 - 2-Mikrometre kovan alt cetvelinde 0,5 mm'yi geçmiştir.
 - 3-Tanburun döner cetveli 0,30 mm'yi geçmiştir.
 - 4-Tanburun solundaki sabit cetvelde 9. çizgiyle çakıştığından 0,009 mm
- Toplam ölçü ; **9,809mm**



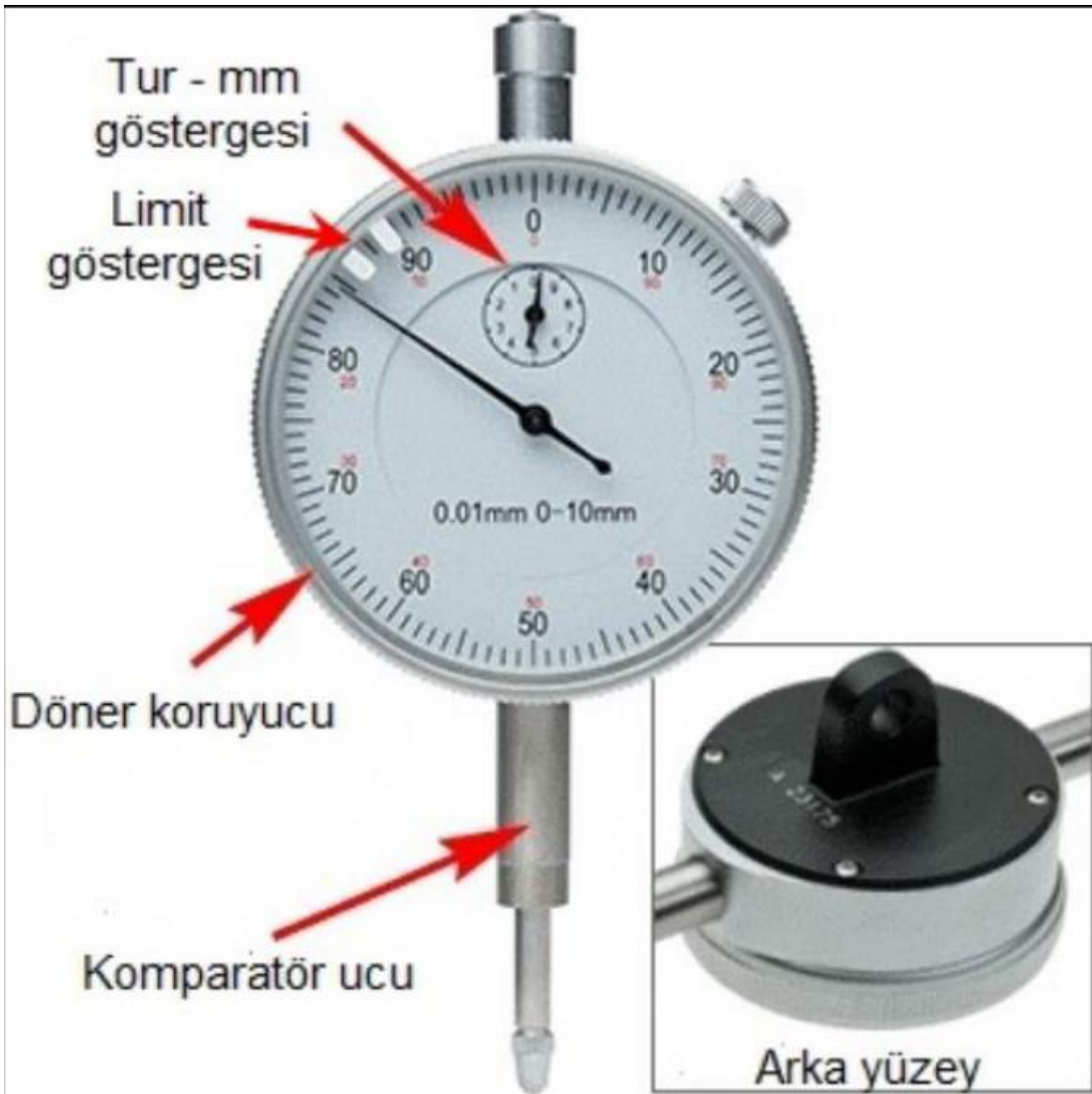


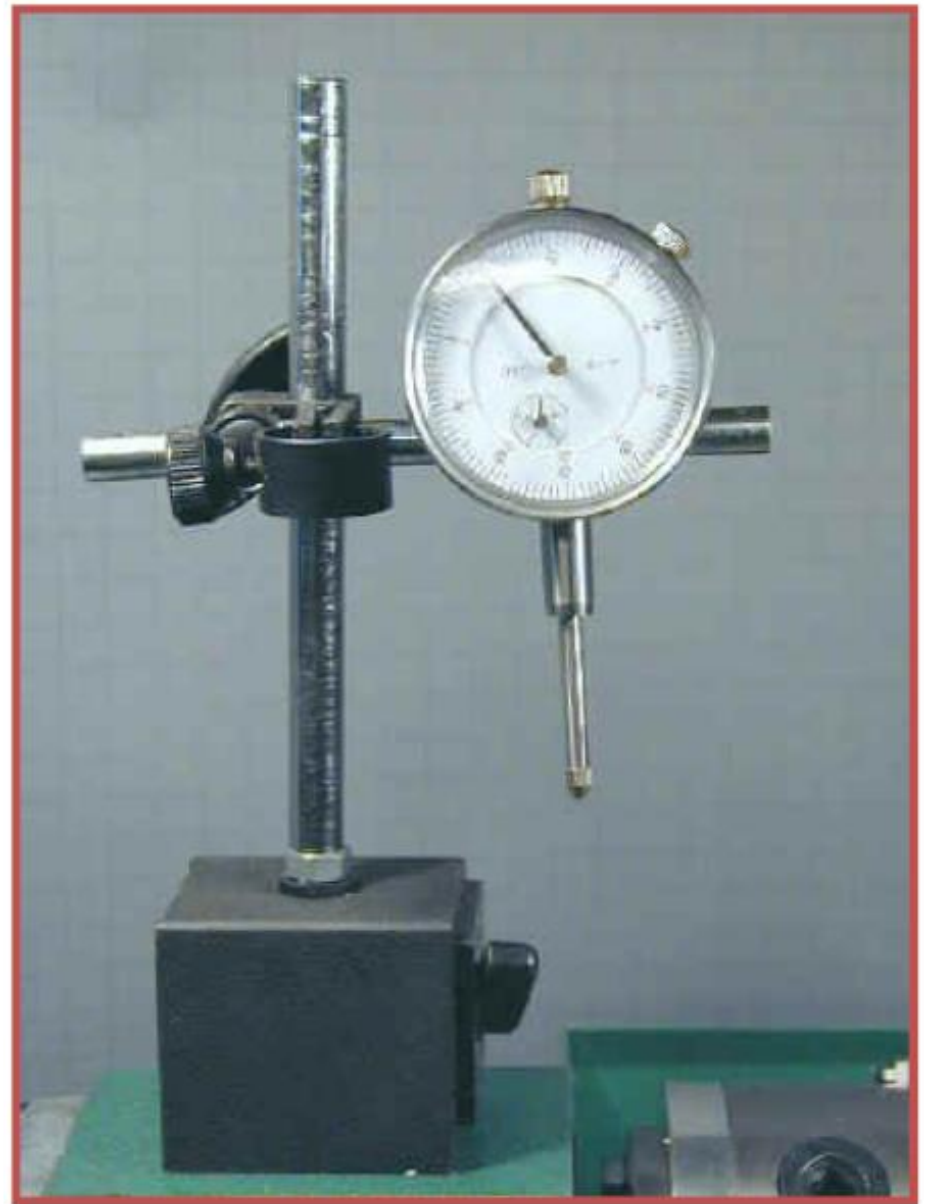
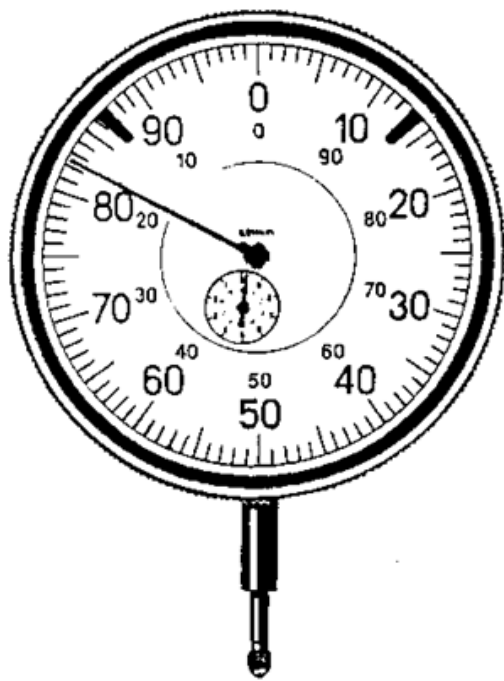
Örnek:

- 1- Mikrometre kovan cetvelinde 12 mm'yi geçmiştir.
 - 2- Tanburun döner cetveli 0,32 mm'yi geçmiştir.
 - 3- Tanburun solundaki sabit cetvelde 5. çizgiyle çakışıyor; $5 \times 0,001 = 0,005$ mm
- Toplam ölçü: $12 + 0,32 + 0,005 = 12,325$ mm

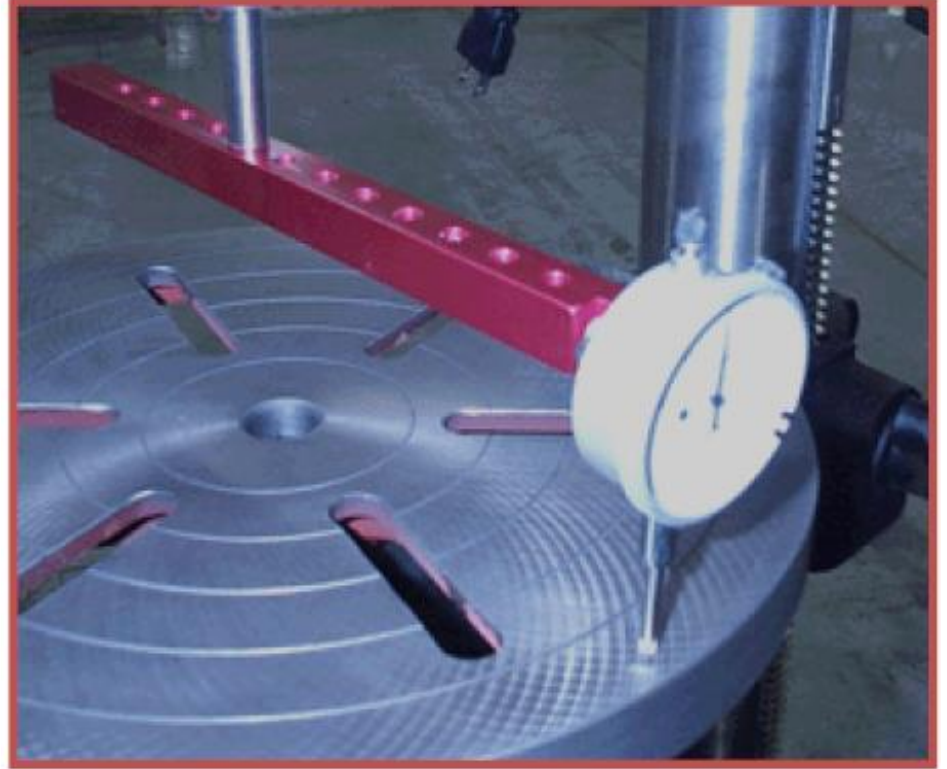
3. KOMPARATÖR (Ölçü saatleri)

- Mukayese amacı ile kullanıldıkları için ölçü saatlerine “komparatör” adı da verilir.
- Ölçme, kontrol ve karşılaştırma amacı ile kullanılır.
- Ölçü milinin aşağı-yukarı hareketi ölçü saat ibresinin dönmesini sağlar.
- Büyük ibrenin, iki çizgi arasındaki hareketi 0.01 mm’dir.
- Küçük ibre ise, ibrenin kaç tur döndüğünü gösterir.
- Büyük ibrenin bir turu, 1 mm’dir.





Komparatör uygulama örnekleri



Komparatörler;

- İş parçalarının ölçü farklarının kontrolünde
- Düzlem yüzeylerin düzgünlüğü ve salgılarının kontrolünde,
- İş tezgâhlarının ayarlanmasında
- Yüzeylerin paralellik, eğrilik ve dikliklerinin kontrol ve ayarlanmasında
- Dış ve iç derinliklerin ölçülmesi ve kontrolünde kullanılır.

Bu amaçla;

- Silindirlerin, krank mili ana ve kol yatakları ve piston pimi yuvalarının iç çapının ölçülmesi
- Volan, baskı disk, fren disk ve mil gibi parçaların salgı kontrolü
- Krank mili, eksenel gezinti boşluğu
- Diferansiyel, ayna dişli boşluk kontrolü gibi ölçümler yapılabilir.

4. İndikatörler

- Yapıları itibariyle komparatörlere benzerler. Komparatörler gibi kontrol amaçlı olarak kullanılmaktadır.
- Komparatörlerden daha hassas ölçüm yapabilirler.
- 0.001 mm ile 0.0005 mm arasındaki hassasiyetlerde ölçüm yapabilmektedirler.
- İndikatörler komparatörlerden farklı olarak ibre tam devir yapmamaktadır.
- 0.01 mm ile 0.1 mm arasında ölçme aralıklarına sahiptirler.

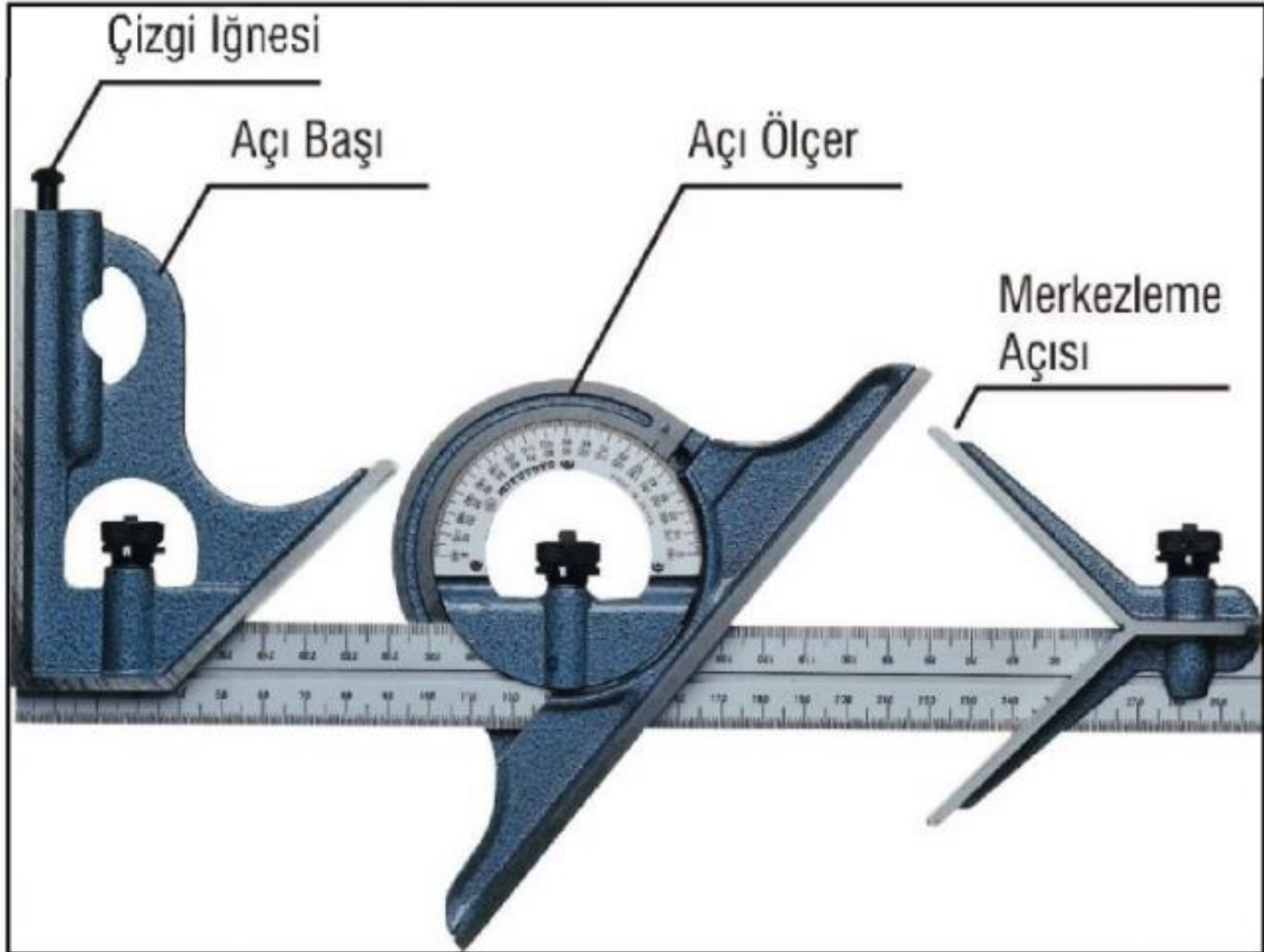


Kroeplin
Längenmesstechnik
GERMAN
MADE



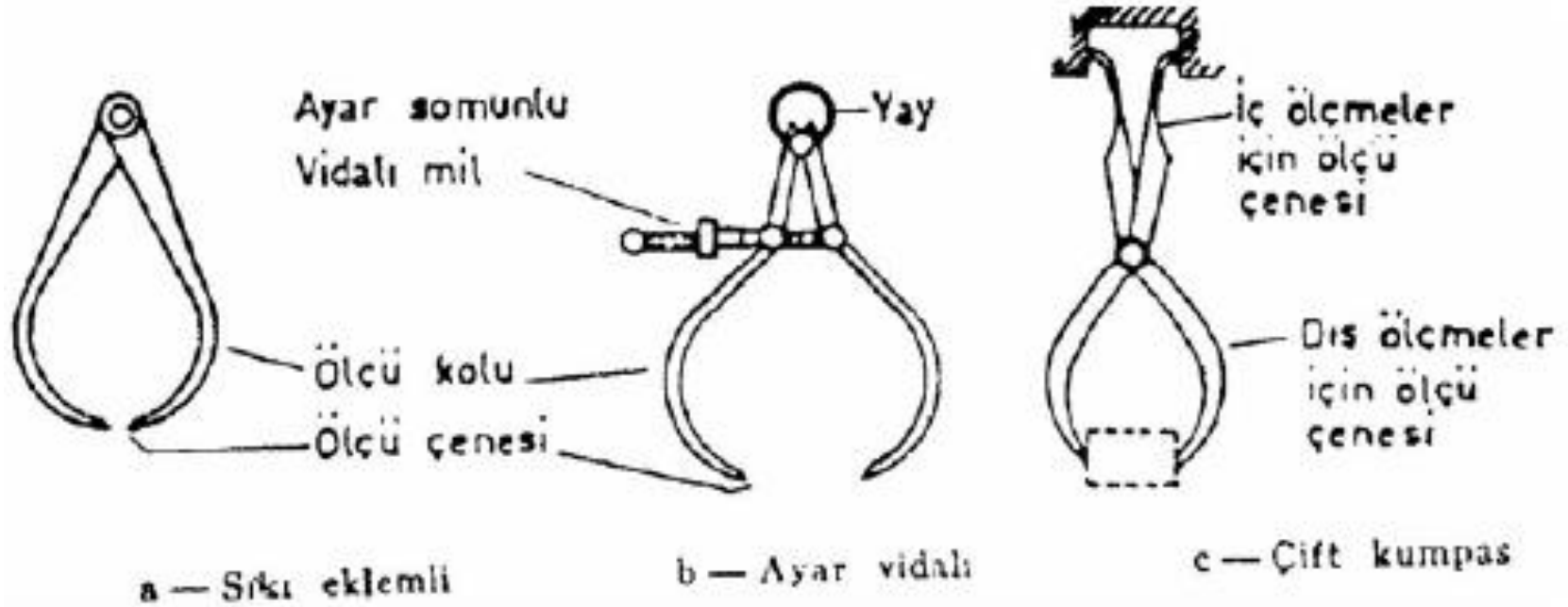
5.Açı Ölçerler

İki düzlem arasındaki açı gönye kullanılarak ölçülmektedir. Açı ölçmek için farklı tipte gönyeler bulunmaktadır.



6. ÖLÇÜ TAŞIMA ALETLERİ

- Doğrudan ölçülemeyen iç ve dış çapların mukayeseli olarak ölçülmesinde ve kontrol edilmesinde kullanılan ölçü aletleridir.
- Genel olarak iç ve dış çap kumpasları da denir. Bunlar basit bölüntüsüz ölçü aletleri olup iş parçalarından ölçü almak, ölçü taşımak veya ölçülerini kontrol etmede kullanılır.



7. SABİT ÖLÇÜ ALETLERİ

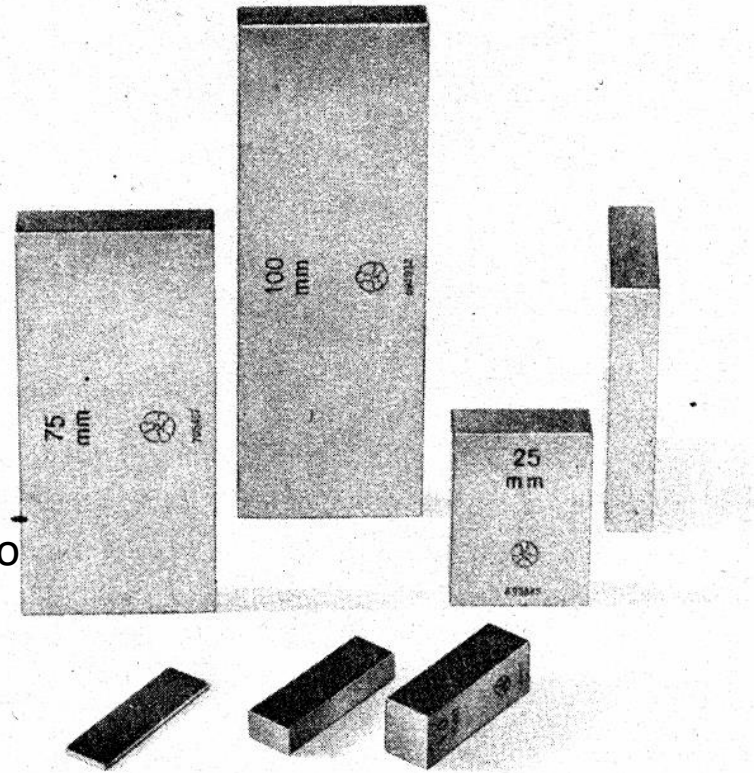
- **Mastarlar**, parça boyutlarının, geometrik biçimlerinin ve bazen de parça yüzey kalitesinin kontrolünde kullanılan genel olarak boyutları standart ölçülerde sabitleştirilmiş kontrol aletlerine denir.

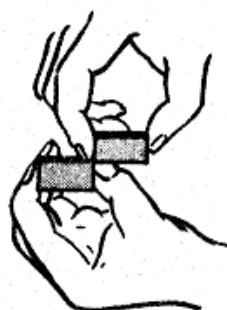
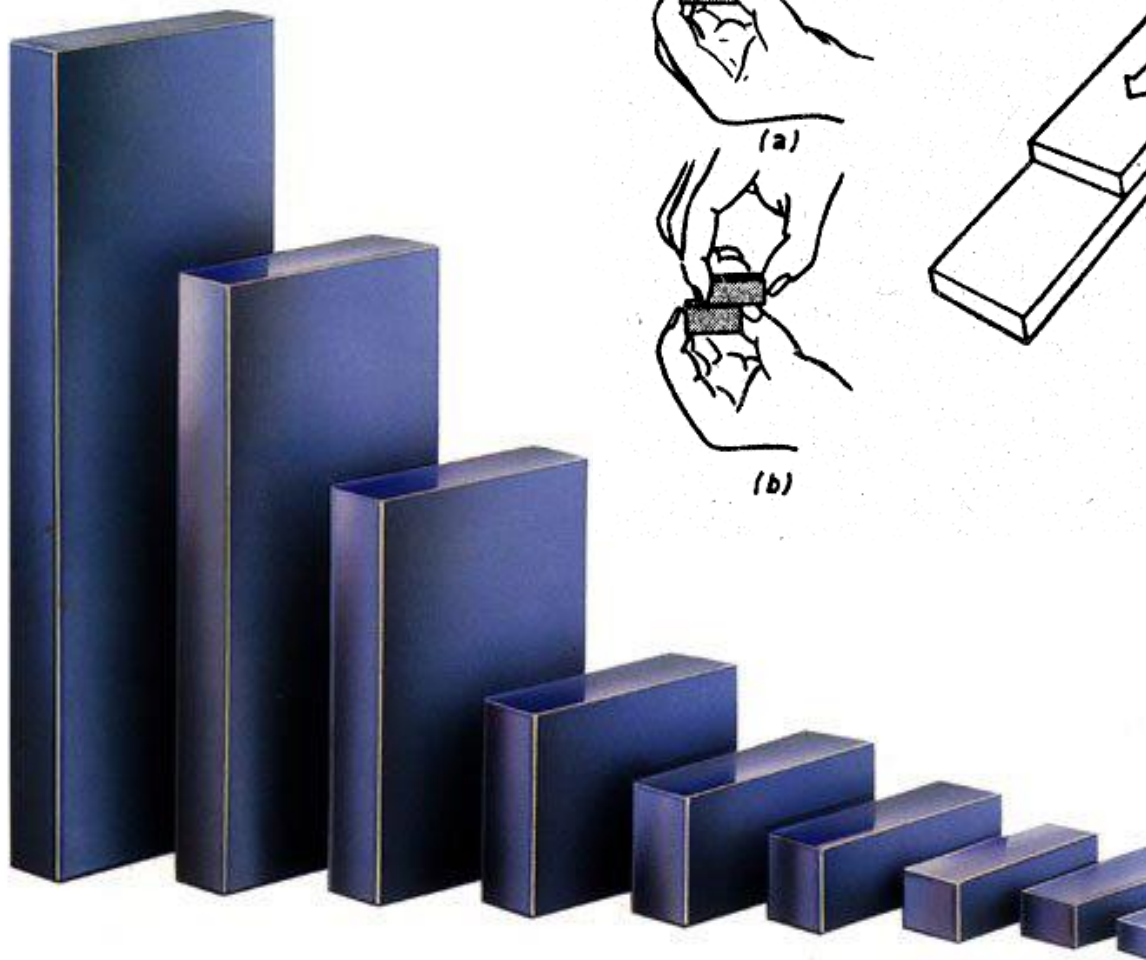
Mastarlarla dolaylı veya doğrudan ölçme ve kontrol işlemi yapılır. Bu amaçla kullanılan mastarlar;

- 1.Johnson (Tampon, blok) mastarları
2. Sınır mastarları

Johnson (Tampon, blok) mastarları

- Temel ölçü birimlerinin endüstride kullanılabilir hale getirilmesinden sonra, üretimde ölçme ve kontrol işlemlerinde kullanılmak üzere ± 0.00005 - 0.00350 mm ölçü tamlığında ve prizmatik olarak çeşitli boyutlarda hazırlanmış sabit mastarlara **blok mastarları** denir.
- 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.

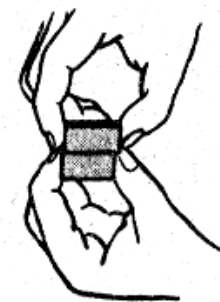
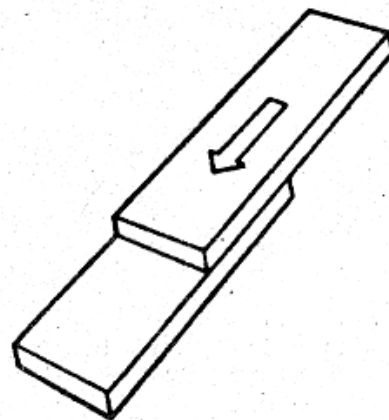




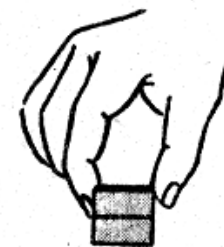
(a)



(b)



(c)



(d)

Jhonson mastarları

AA Grubu Johnson Mastarları: Bu mastarlar Johnson mastarlamı n en hassas olanlarıdır. Bunlar genellikle araştırma ve deneylerde kullanılmak üzere laboratuvarlarda kullanılırlar. Hassasiyetleri ± 0.00005 - 0.00075 mm arasında değişmektedir.

A Grubu Johnson Mastarları: Hassas ölçme ve kontrol aletlerinin ayar ve kontrolünde ve ikinci dereceden önemli hassasiyete sahip blok mastarlarının kontrolünde kullanılırlar, hassasiyetleri ± 0.00010 - 0.00015 mm arasındadır.

B Grubu Johnson Mastarları: Hassas olarak yapılması gereken alet, kalıp ve benzeri takımların yapımında kontrol amacı ile kullanılır. Toleransı ± 0.00015 - 0.0004 mm'dir.

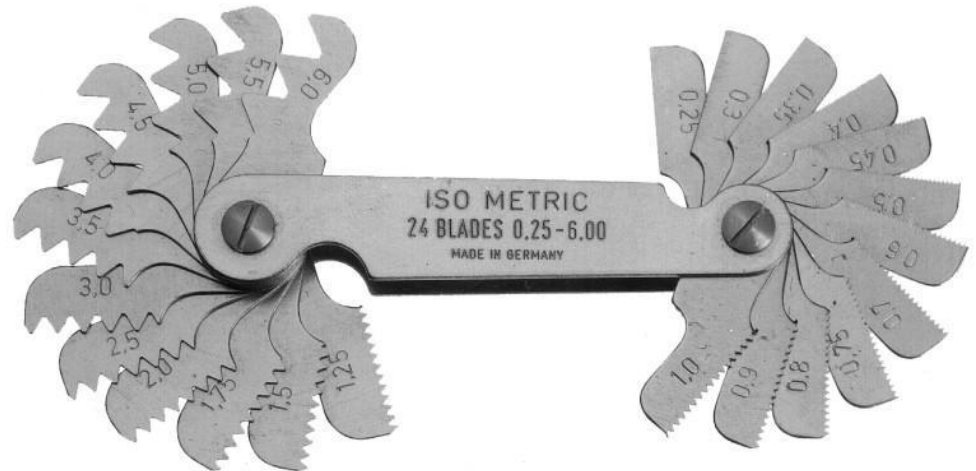
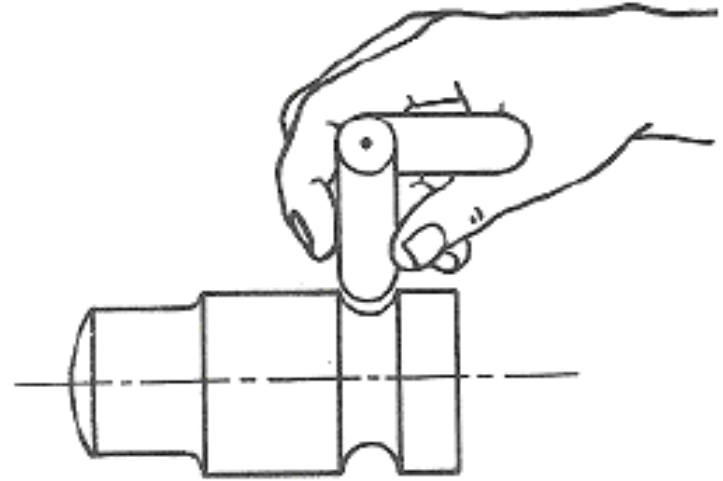
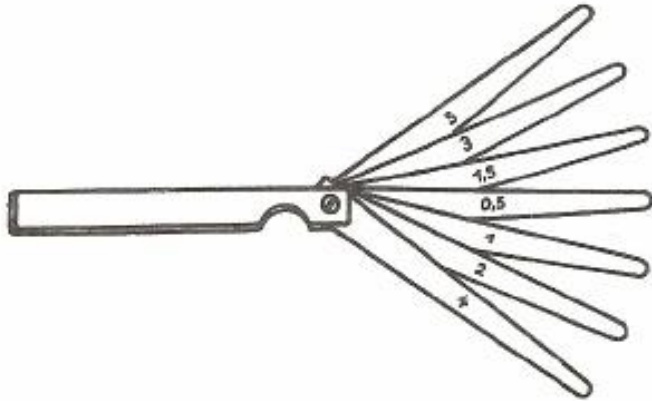
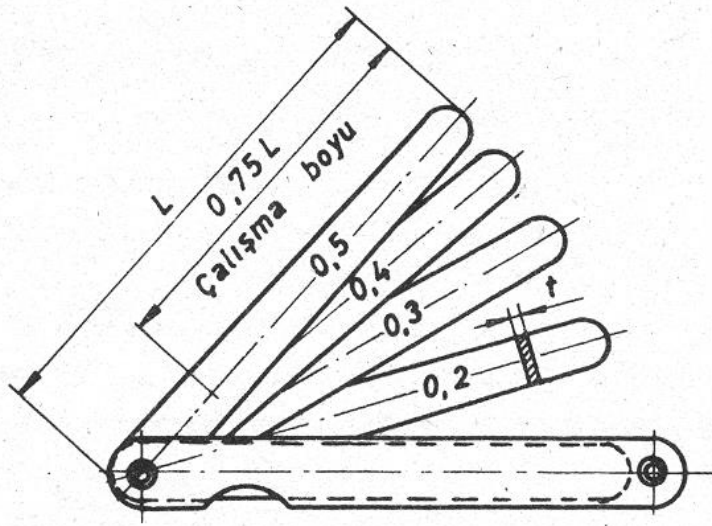
C Grubu Johnson Mastarları: Mastarların en fazla toleransa sahip olanlarıdır. Atölyelerdeki iş tezgahlarının ayarında, ölçü alma, ölçü aktarma, markalama vb. işlerde kullanılırlar. Toleransları ± 0.00025 - 0.00350 mm'dir.

Sınır Masterları

- Makine parçalarının imalatı sırasında verilen ölçü sınırlarına dikkat edilerek istenilen ölçülerde yapılması gerekir. Makine parçalarının istenilen ölçü sınırları içerisinde yapılıp yapılmadığını kontrol için hazırlanmış aletlere sınır masterları denir.

Çeşitleri

- 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





Kalınlık ve aralık mastarları



Çatal mastarları

ERKEK



DİŞİ / HALKA



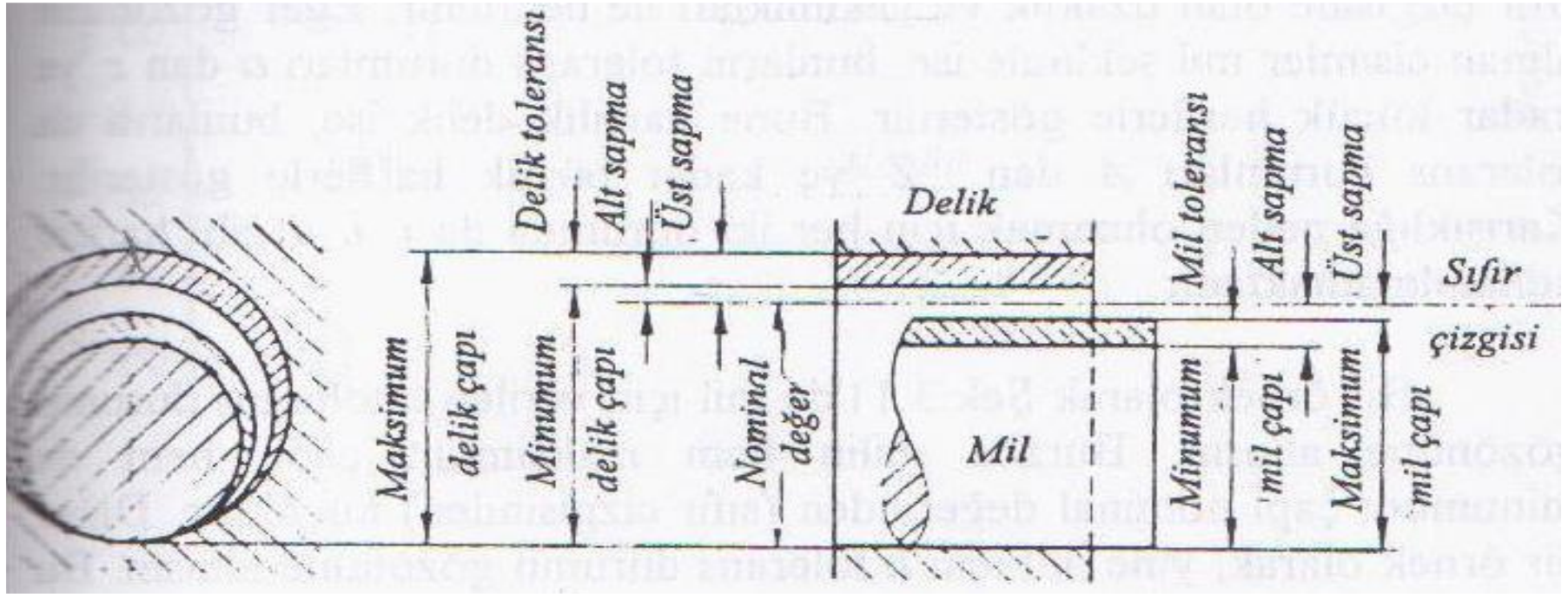
Vida mastarları



Vida tarakları

TOLERANS

- Parçaların düzenli çalışmalarını aksatmayacak şekilde üretim esnasında meydana gelebilecek küçük ölçü hata paylarına tolerans denir.
- Makineleri meydana getiren parçaların, belirli tolerans sınırları içinde yapılması gerekir.
- **Örneğin;** Bir deliğin çap ölçüsü 40 mm ise bu delik 40 mm'den 0.02 mm düşük, 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 işlenebilir demektir.
- Bu örneklerde görüldüğü gibi, artı ile eksi sınır arasındaki ölçü farkına tolerans denir.
- Tolerans değerleri işin özelliğine göre değişik olur.

Tolerans Değeri

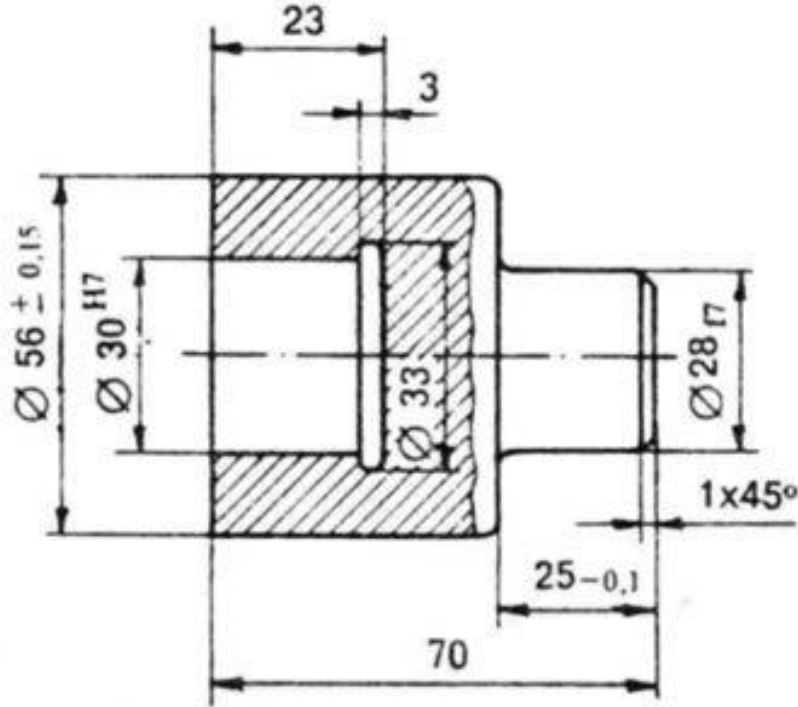
- ISO sisteminde tolerans değeri mikron ile gösterilir. Bu değerlere örnek olarak $\varnothing 20h7$ ölçüsü verilsin. Bu parça nominal ölçüsü 20mm olan bir mildir.

7.tolerans kalitesine sahiptir. Tablodan bu milin tolerans sınırı 0 ile $-21 \mu\text{m}$ değerindedir.

Tablo: 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

Teknik resimde toleransların gösterilmesi:



$\varnothing 30$	H7	$+ 0,021$ 0
$\varnothing 28$	f7	$-0,020$ $-0,041$
Ölçü	İşaret	Tolerans

<https://www.youtube.com/watch?v=bmjM-jtbikQ>

(Kumpas kullanımı)

https://www.youtube.com/watch?v=G-7u1SP5eXo&list=PLckrIIeqt7DChLY0WDZO_kItHgSwIXaLB&index=4

(Mikrometre kullanımı)

<https://www.youtube.com/watch?v=UubnxErZNsw>

(Komparatör kullanımı)

https://www.youtube.com/watch?v=FqSJhY_lctc

(Komparatör kullanımı)

<https://www.youtube.com/watch?v=JRepuaPVV6s>

(Blok master kullanımı)

<https://www.youtube.com/watch?v=QsVawLcW67c>

(Tampon master kullanımı)

<https://www.youtube.com/watch?v=sjrMR-KrZ9U>

(Vida mastarı kullanımı)

<https://www.youtube.com/watch?v=Gdvtw0pTAOs>

(Vida tarağı kullanımı)