

ÖLÇME TEKNİĞİ

BOYUTSAL ÖLÇÜMLER

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

Ders Kitabı

- **ÖLÇME TEKNİĞİ**, Prof. Dr. Tezcan Şekercioğlu, Birsen yayınevi. 5.-6. BÖLÜM

Yardımcı Kaynaklar

- *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.
- Doç.Dr. İrfan Ay/ Dr. Kerem Demircioğlu **BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ ÖLÇME TEKNİĞİ DERS NOTLARI**

UZUNLUK ÖLÇÜ SİSTEMLERİ

Dünya devletleri arasında uzunluğun ölçülmesinde iki ölçü sistemi kullanılmaktadır.

- *Metrik Birim(Ölçü) Sistemi*
- *İngiliz(inç-parmak) Birim (Ölçü) Sistemi*

Metrik Birim (Ölçü) Sistemi

Metrik ölçü sistemi günümüzde dünya devletlerinin çoğunda (İngiltere, ABD ve İngiliz Milletler Topluluğuna bağlı ülkeler hariç) kullanılan bir ölçü sistemidir. Metrik sistemde ölçü birimi **METRE**'dir.

İngiliz (inç-parmak) Ölçü Sistemi

İngiltere’de ve ABD’de kullanılır. Ölçü birimi **YARDA**’dır.

- 1 Yarda = 3 Ayak = 36 Parmak=91,44 cm
- 1 Ayak =12 inç=30,48 cm
- **1 inç=2.54 cm=25.4 mm**

İnç (parmak) sembolü (”) dür. Bu işaret ölçünün sağ üst köşesine konur.
Örneğin ; 1 ”, 3 ”, 1/2 ”, 3/4 ”, 1/8 ”, 1 ¾ ”, 1 ½ ” gibi.

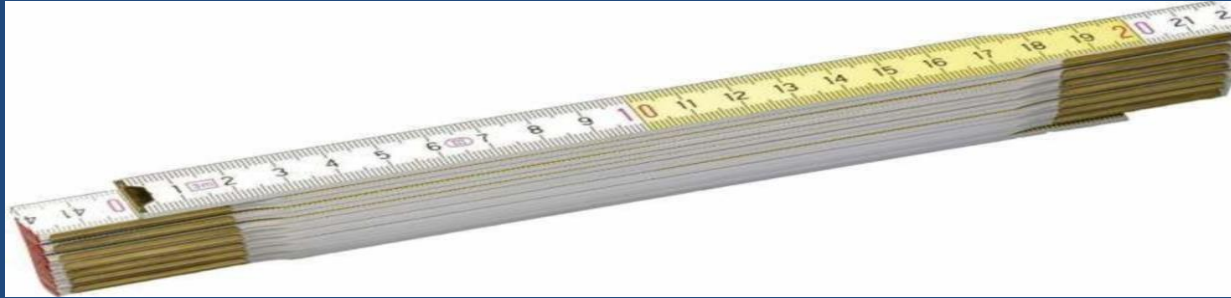
İngiliz Birimi	Metre karşılığı
1 inç=1”	0,0254 metre
1 ayak	0,3048 metre
1 yarda	0,9144 metre
1 kara mili	1609 metre
1 deniz mili	1852 metre

Bölüntülü Ölçü Aletleri

Bu ölçü aletleri en çok kullandığımız ölçü aletleridir.

1. Metreler

Ölçmede en çok kullanılan çizgisel bölüntülü ölçü aletleridir. Metreler büyük boyutlu parçaların ölçülmesinde ve hassasiyet istenmeyen küçük parçaların ölçülmesinde kullanılır. Metrelerin ölçü hassasiyeti 1mm ve 0.5 mm'dir.



KUMPASLAR

- Bu ölçü aletleri ile hassas ölçmeler yapılır. Ayarlanabilen bölüntülü ölçü aletleridir. Kumpaslar uzunluk ölçülerini, iç çap, dış çap, derinlik ve kanal ölçülerini ölçmede kullanılır.
- Kumpasların cetvel üzerindeki hareketli kısımları verniyerli, dijital ve saatli olabilir. Bir parçanın iç çapını ölçmek için parça iç çap çeneleri arasına, dış çap ölçülecekse dış çap çeneleri arasına alınır. Kılıç kısmı ile derinlik ölçümü gerçekleştirilir.

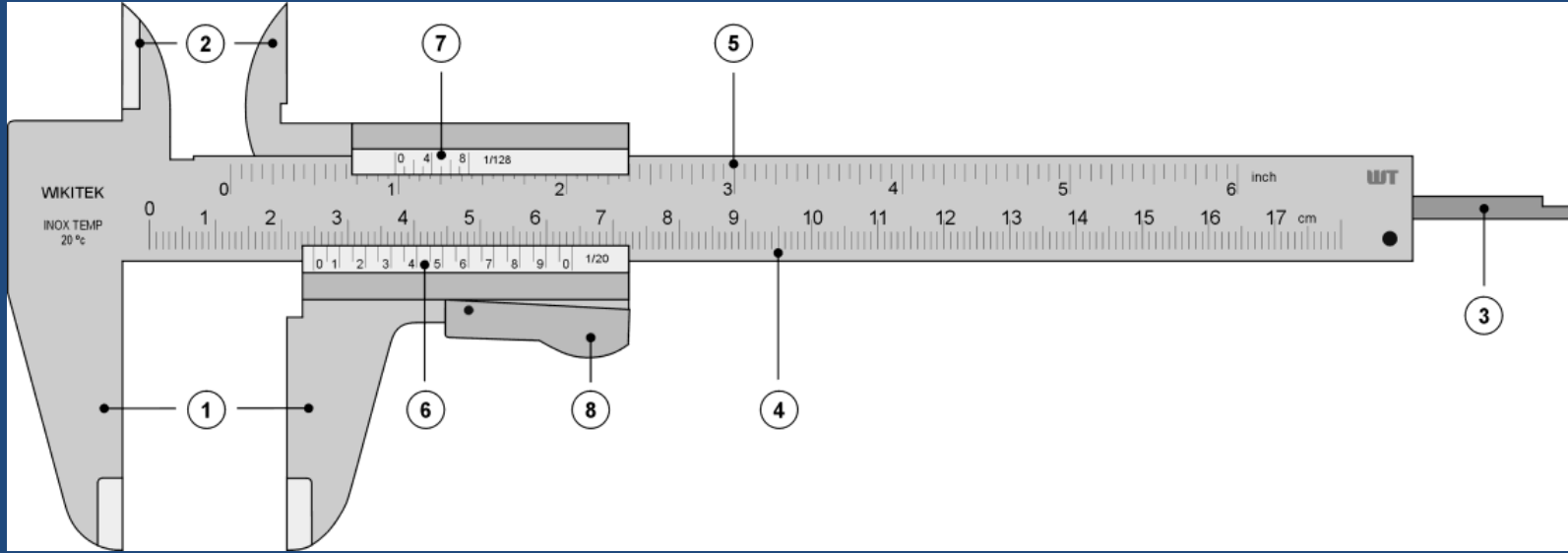


Sürmeli Saatli Kumpas



Sürmeli Verniyerli Kumpas

Sürmeli Dijital Kumpas



1. **Dış çap çeneleri:** Bir cismin dış çapını yada genişliğini ölçmede kullanılır.
2. **İç çap çeneleri:** Bir cismin iç çapını ölçmede kullanılır.
3. **Kılıç (Derinlik ölçer):** Bir cismin yada çukurun derinliğini ölçmede kullanılır.
4. **Ana cetvel:** mm olarak işaretlenmiş cetvel
5. **Ana cetvel:** inç olarak işaretlenmiş cetvel
6. Hassasiyete göre mm'lik ölçüm veren verniyer
7. Hassasiyete göre inç ölçüm veren verniyer
8. **Kilit/Baskı mandalı:** Ölçmenin kolaylıkla elde edilebilmesine için verniyer hareketini engellemede kullanılır.

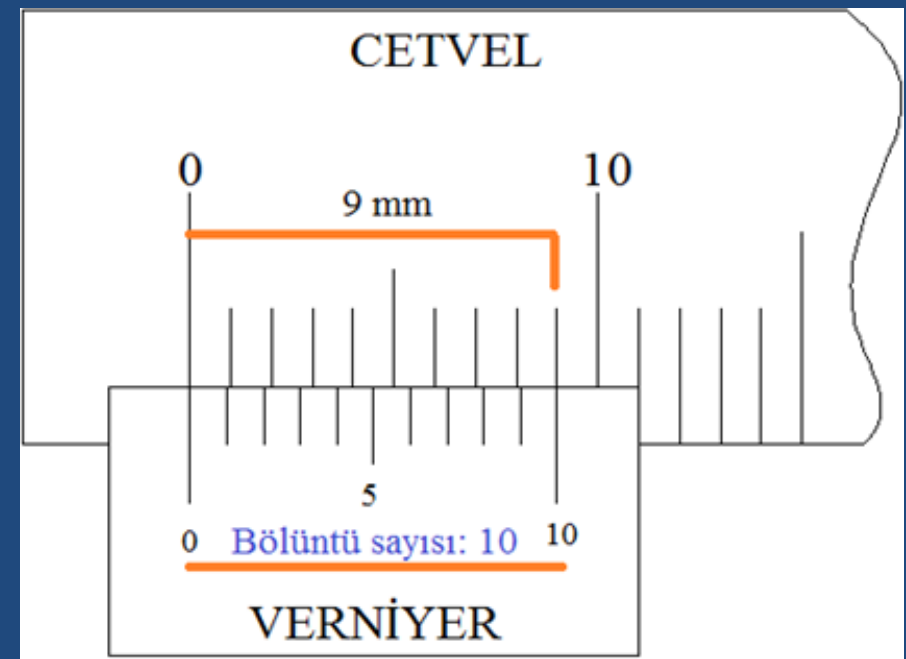
Verniyerli Kumpasların Hassasiyeti

Verniyerli kumpasların hassasiyetinin hesaplanmasında aşağıdaki adımlar uygulanır.

- ❖ 1. Kumpasın çeneleri tam kapalı konuma getirilir. Cetvel üzerindeki "0" bölüntü çizgisi ile verniyer üzerindeki "0" çizgisi çakışmalı.
- ❖ 2. Verniyer üzerindeki bölüntülerdeki son çizginin cetvel üzerindeki çakıştığı bölüntü çizgisi bulunur. Bu çizginin mm/inç olarak değeri verniyer üzerindeki bölüntü sayısına bölünerek; verniyer üzerindeki iki çizgi arasındaki mesafe mm/inç olarak hesaplanır.
- ❖ 3. Kumpasın çeneleri tam kapalı konumdayken cetvel ve verniyer üzerinde bir birine en yakın bölüntü çizgileri bulunur.
- ❖ 4. Cetvel ve verniyer üzerinde bir birine en yakın bölüntü çizgileri arasındaki mesafe farkı **KUMPASIN HASSASİYETİ**'dir.

1/10 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar

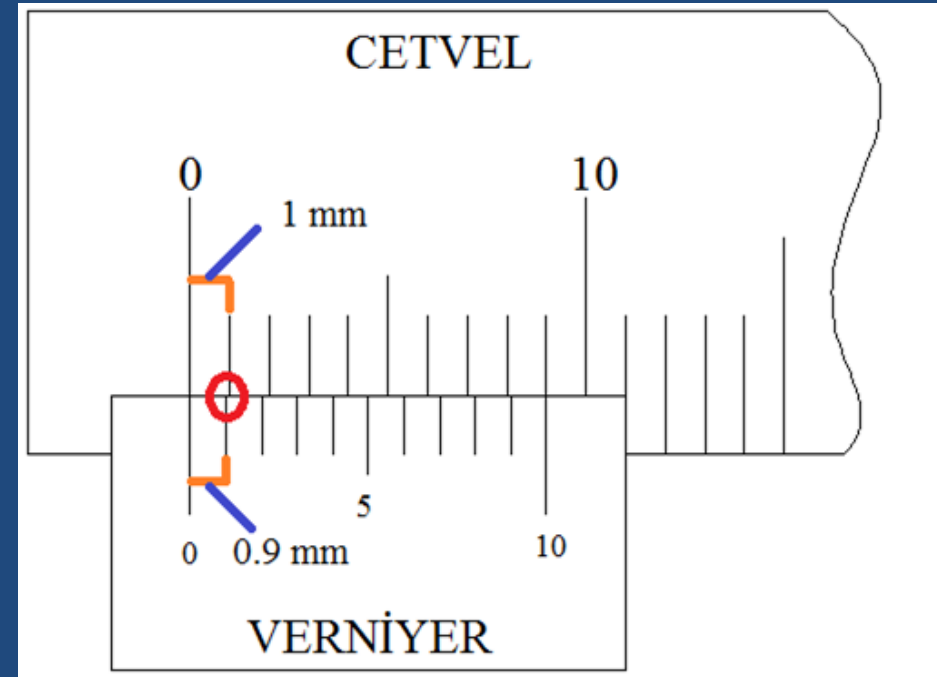
- Cetvel üzerindeki 9 mm'lik kısım verniyer üzerinde 10 eşit parçaya bölünmüştür.



Verniyer üzerindeki iki çizgi aralığı = $\frac{9 \text{ mm}}{10} = 0,9 \text{ mm}$

- Cetvel üzerindeki 1 mm verniye aracılığıyla 10 eşit parçaya ayrılmıştır.

Hassasiyet = $\frac{1 \text{ mm}}{10} = 0,1 \text{ mm}$

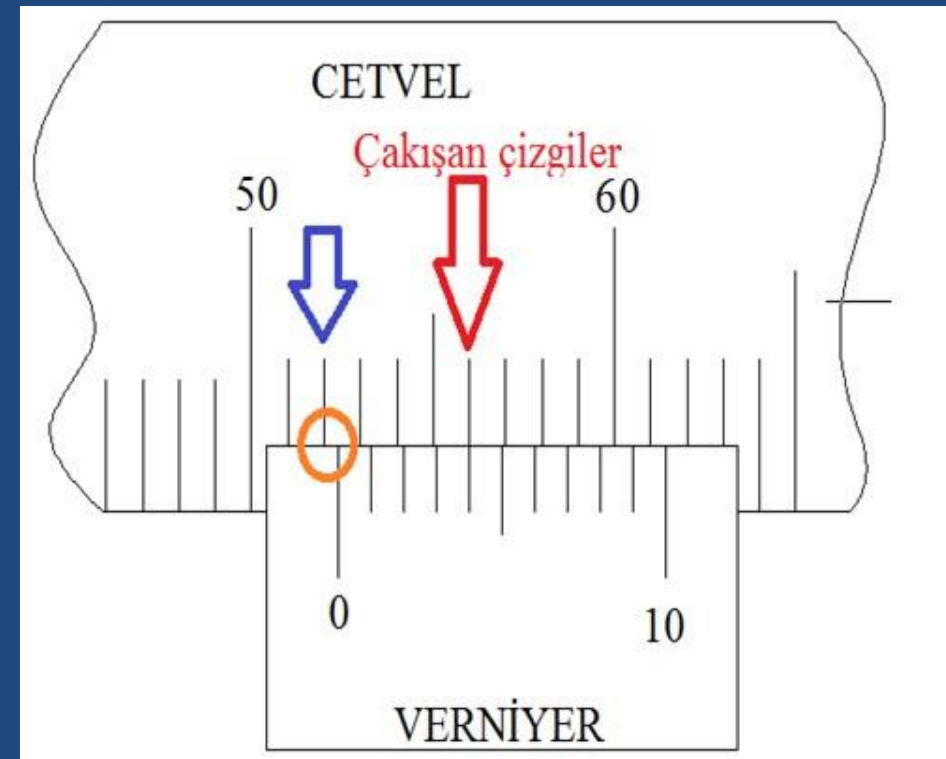


1/10 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar

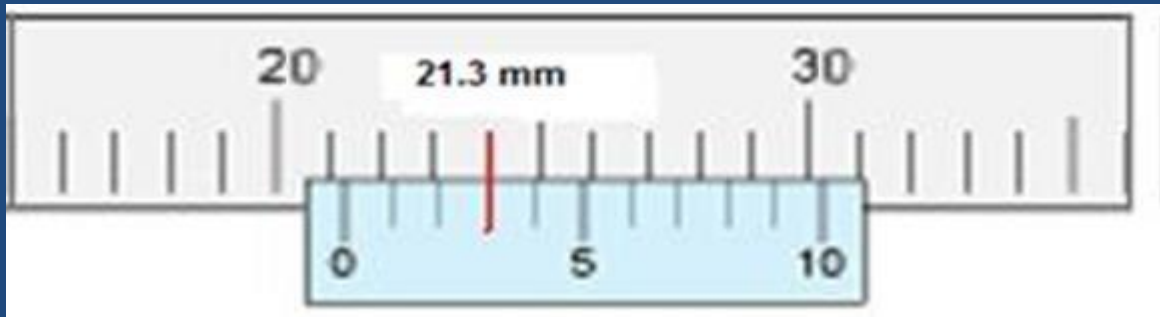
$$\text{ÖLÇÜLEN DEĞER} = \left[\begin{array}{l} \text{Cetvel üzerinden} \\ \text{okunan değer mm} \\ \text{cinsinden} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Cetveldeki her hangi bir bölüntü çizgisiyle} \\ \text{çakışan verniyerdeki bölüntünün} \\ \text{numarası} * \text{hassasiyet (0,1mm)} \end{array} \right]$$

Yandaki şekil için okunan değer;
= 52 mm + 4*0,1mm
= 52 mm + 0,4mm
= **52,4 mm**

NOT : Verniyerdeki sıfır bölüntü çizgisi cetvel üzerindeki bir çizgi ile çakışırsa direk cetvel üzerindeki okuma yapılır ve verniyer üzerinden okuma yapılmaz.



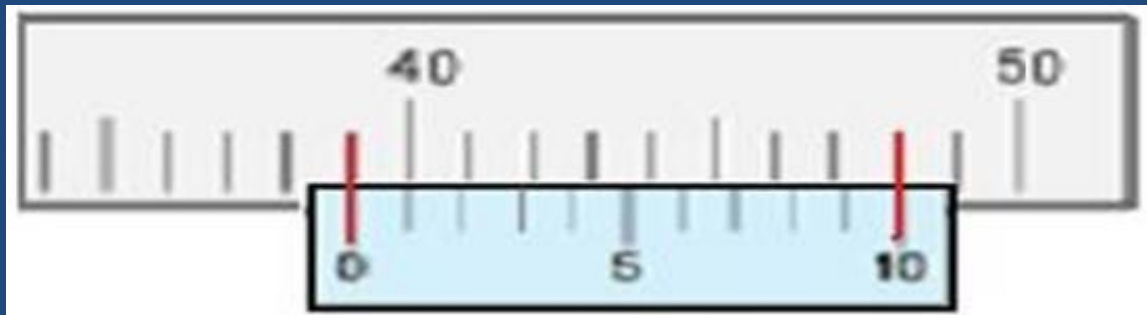
1/10 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar İçin Ölçüm Örnekleri



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 21 \text{ mm} + 3 \cdot 0,1 \text{ mm}$
 $= 21 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm}$
 $= \mathbf{21,3 \text{ mm}}$



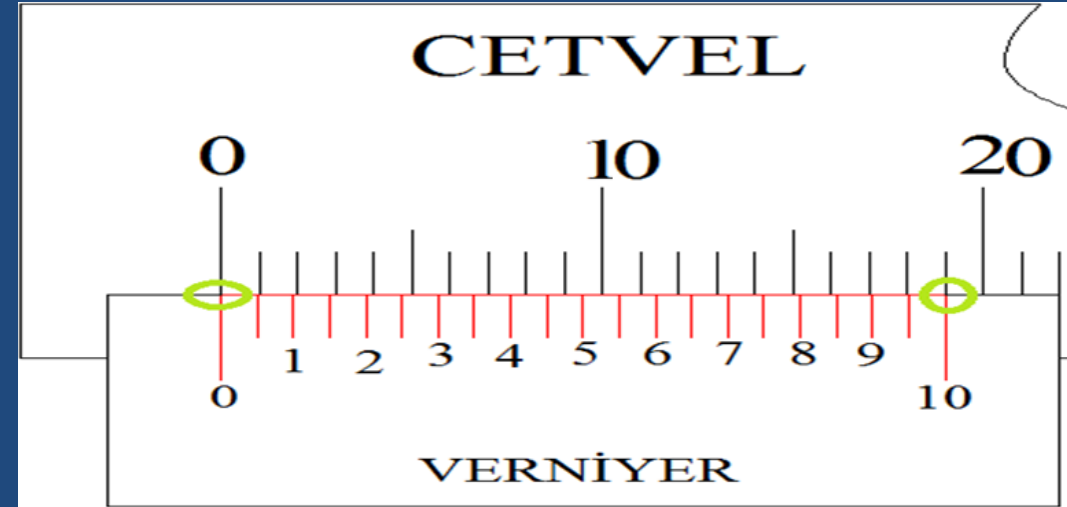
Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 5 \text{ mm} + 5 \cdot 0,1 \text{ mm}$
 $= 5 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}$
 $= \mathbf{5,5 \text{ mm}}$



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= \mathbf{39,0 \text{ mm}}$

1/20 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar (1. Tip)

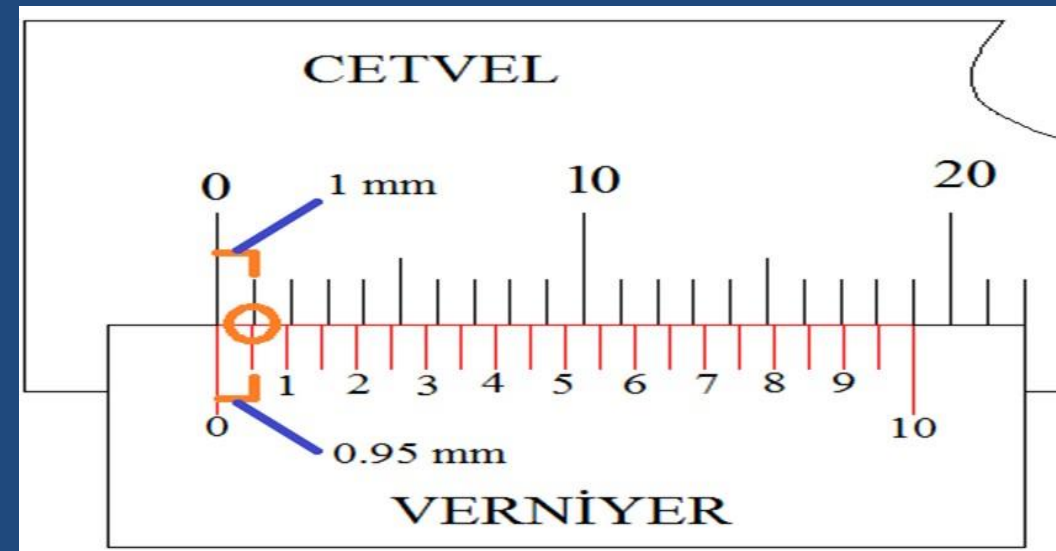
- Cetvel üzerindeki 19 mm'lik kısım verniyer üzerinde 20 eşit parçaya bölünmüştür. Cetvelin üzerindeki iki çizgi aralığı 1 mm olduğuna göre;



$$\text{Verniyer üzerindeki iki çizgi aralığı} = \frac{19 \text{ mm}}{20} = 0,95 \text{ mm}$$

- Cetvel üzerindeki 1 mm verniye aracılığıyla 20 eşit parçaya ayrılmıştır.

$$\text{Hassasiyet} = \frac{1 \text{ mm}}{20} = 0,05 \text{ mm}$$

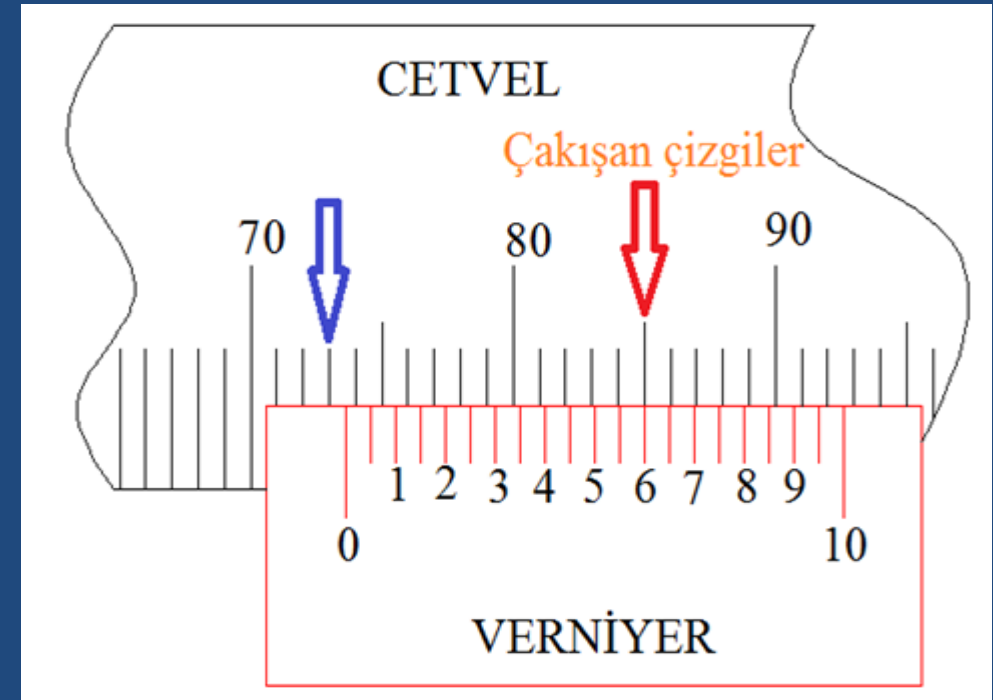


1/20 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar

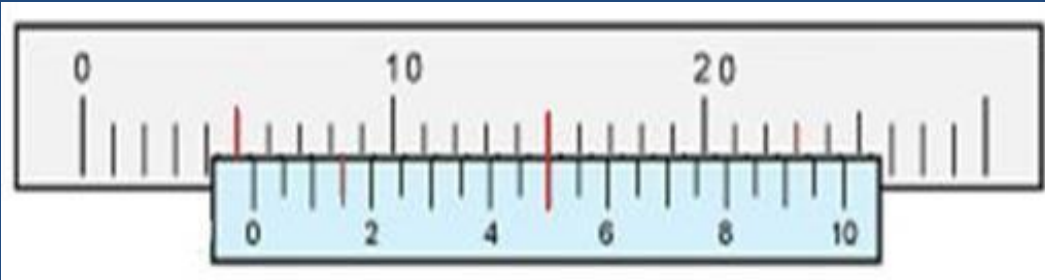
$$\text{ÖLÇÜLEN DEĞER} = \left[\begin{array}{c} \text{Cetvel üzerinden} \\ \text{okunan değer} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Cetveldeki her hangi bir bölüntü} \\ \text{çizgisiyle çakışan verniyerdeki bölüntü} \\ \text{sayısı} * \text{hassasiyet (0,05mm)} \end{array} \right]$$

Yandaki şekil için okunan değer;
= 73 mm + 12*0,05mm
= 73 mm + 0,60mm
= **73,60 mm**

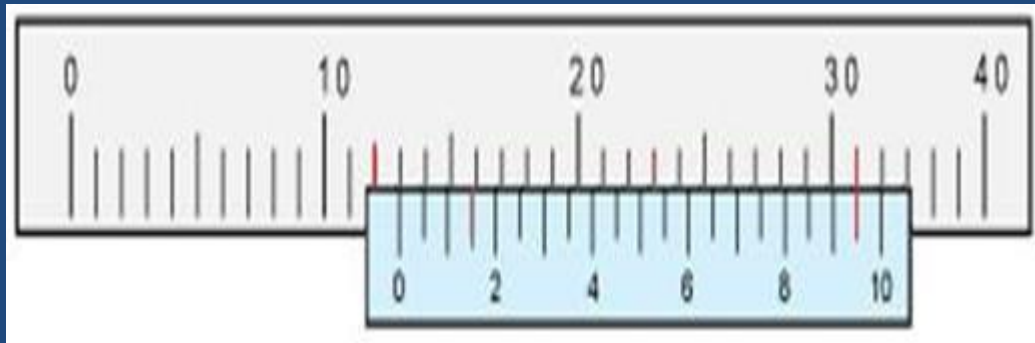
NOT : Verniyerdeki sıfır bölüntü çizgisi cetvel üzerindeki bir çizgi ile çakışırsa direk cetvel üzerindeki okuma yapılır ve verniyer üzerinden okuma yapılmaz.



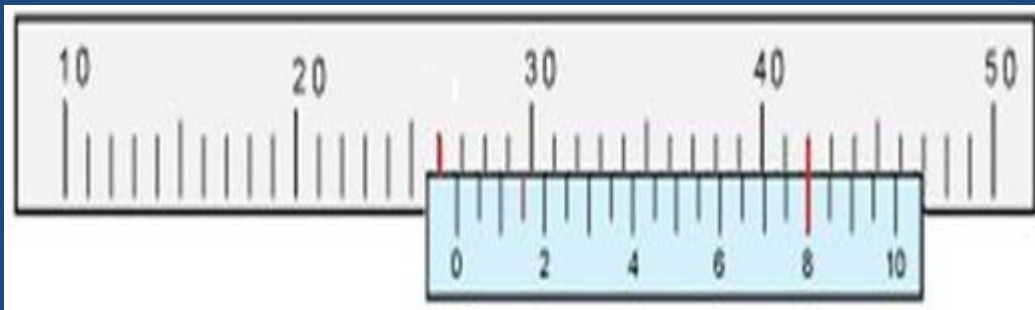
1/20 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar İçin Ölçüm Örnekleri



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 5 \text{ mm} + 10 \cdot 0,05 \text{ mm}$
 $= 5 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}$
 $= \mathbf{5,50 \text{ mm}}$



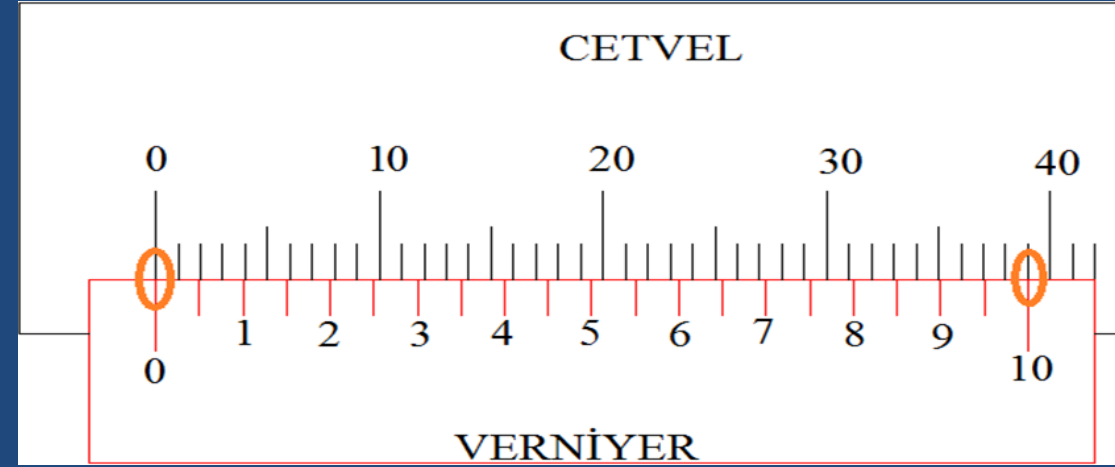
Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 12 \text{ mm} + 19 \cdot 0,05 \text{ mm}$
 $= 12 \text{ mm} + 0,95 \text{ mm}$
 $= \mathbf{12,95 \text{ mm}}$



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 26 \text{ mm} + 16 \cdot 0,05 \text{ mm}$
 $= 26 \text{ mm} + 0,80 \text{ mm}$
 $= \mathbf{26,80 \text{ mm}}$

1/20 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar (2. Tip)

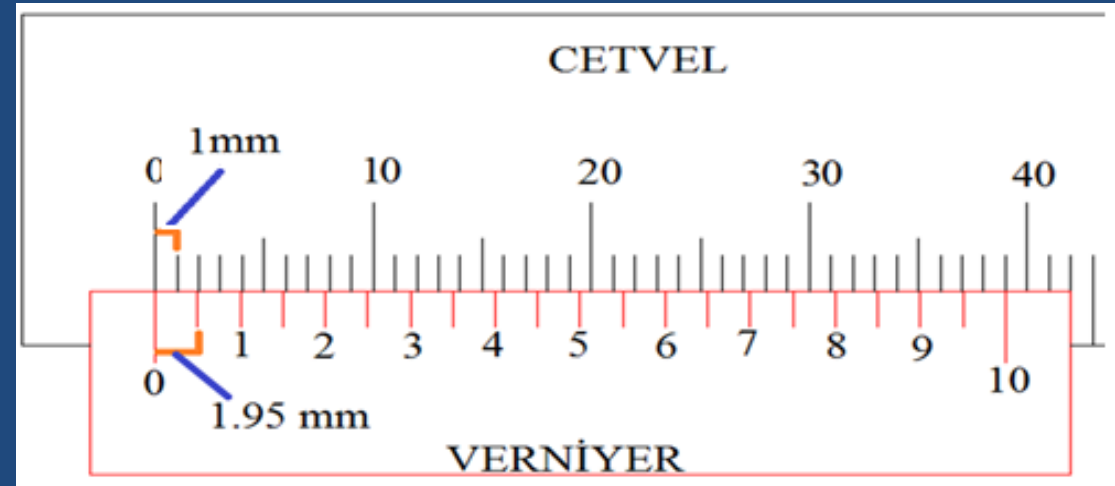
- Cetvel üzerindeki 39 mm'lik kısım verniyer üzerinde 20 eşit parçaya bölünmüştür.



Verniyer üzerindeki çizgi aralığı = $\frac{39 \text{ mm}}{20} = 1,95 \text{ mm}$ 'dir.

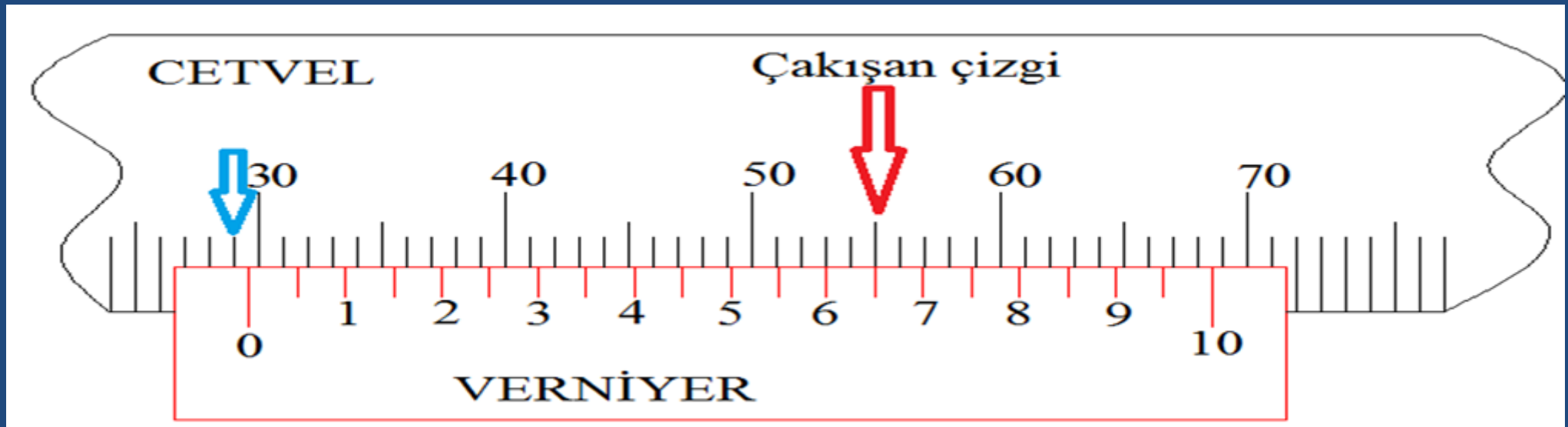
- Cetvel üzerindeki 1 mm verniye aracılığıyla 20 eşit parçaya ayrılmıştır.

Hassasiyet = $\frac{1 \text{ mm}}{20} \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$



1/20 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar

$$\text{ÖLÇÜLEN DEĞER} = \left[\begin{array}{l} \text{okunan değer} \\ \text{Cetvel} \quad \text{üzerinden} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Cetveldeki her hangi bir bölüntü} \\ \text{çizgisiyle çakışan verniyerdeki bölüntü} \\ \text{sayısı} * \text{hassasiyet (0,05mm)} \end{array} \right]$$

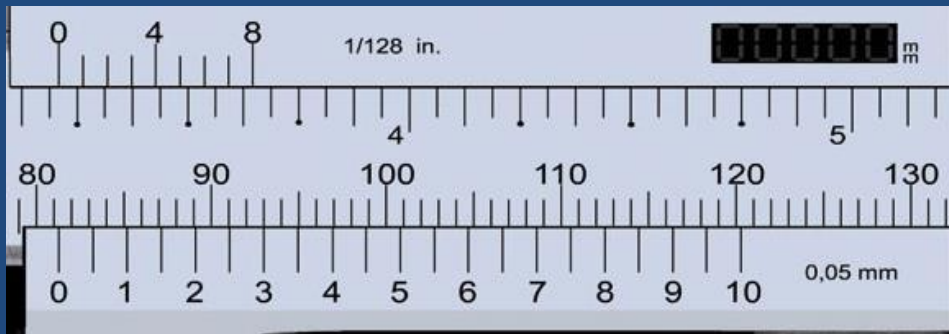


Yukarıdaki şekil için okunan değer;
= 29 mm + 13*0,05mm
= 29 mm + 0,65mm
= **29,65 mm**

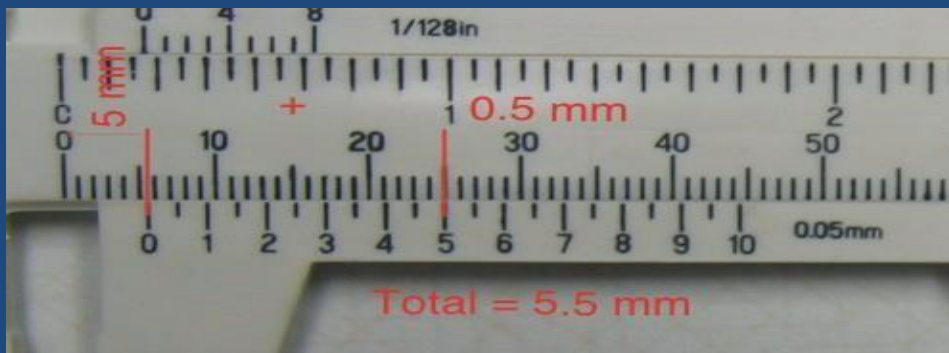
1/20 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar İçin Ölçüm Okuma Örnekleri



Yandaki şekil için okunan değer;
= 15,00 mm



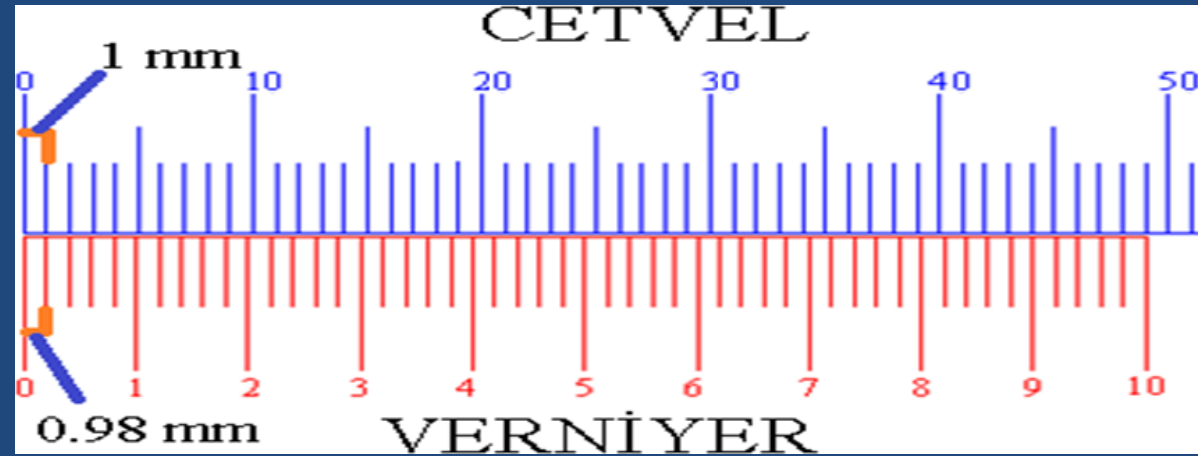
Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 81 \text{ mm} + 6 \cdot 0,05 \text{ mm}$
 $= 81 \text{ mm} + 0,30 \text{ mm}$
= 81,30 mm



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 5 \text{ mm} + 10 \cdot 0,05 \text{ mm}$
 $= 5 \text{ mm} + 0,50 \text{ mm}$
= 5,50 mm

1/50 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar

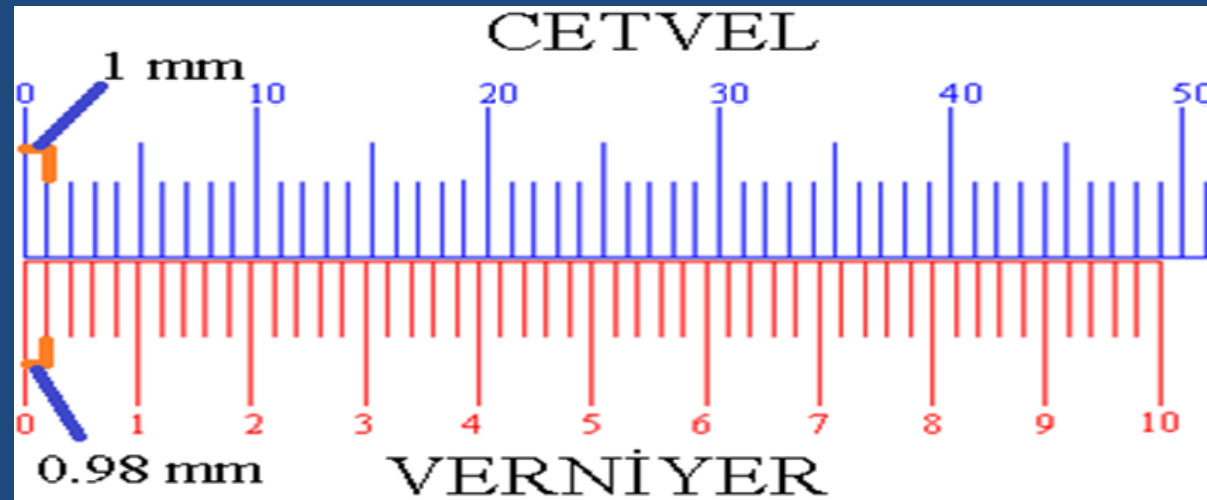
- Cetvel üzerindeki 49 mm'lik kısım verniyer üzerinde 50 eşit parçaya bölünmüştür.



$$\text{Verniyer üzerindeki iki çizgi aralığı} = \frac{49 \text{ mm}}{50} = 0,98 \text{ mm}$$

- Cetvel üzerindeki 1 mm verniye aracılığıyla 50 eşit parçaya ayrılmıştır.

$$\text{HASSASİYET} = \frac{1 \text{ mm}}{50} = 0,02 \text{ mm}$$



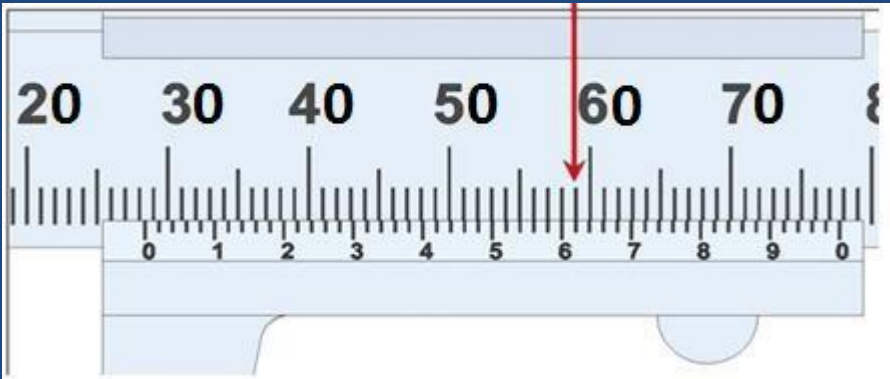
1/50 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar +

$$\text{ÖLÇÜLEN DEĞER} = \left[\begin{array}{l} \text{Okunan değer} \\ \text{Cetvel üzerinden} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Cetveldeki her hangi bir bölüntü} \\ \text{çizgisiyle çakışan verniyerdeki bölüntü} \\ \text{sayısı} * \text{hassasiyet (0,02mm)} \end{array} \right]$$

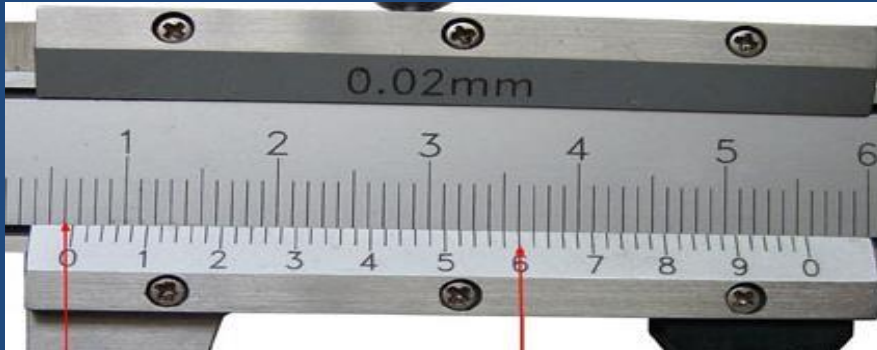


Yukarıdaki şekil için okunan değer;
= 86 mm + 12*0,02mm
= 86 mm + 0,24mm
= **86,24 mm**

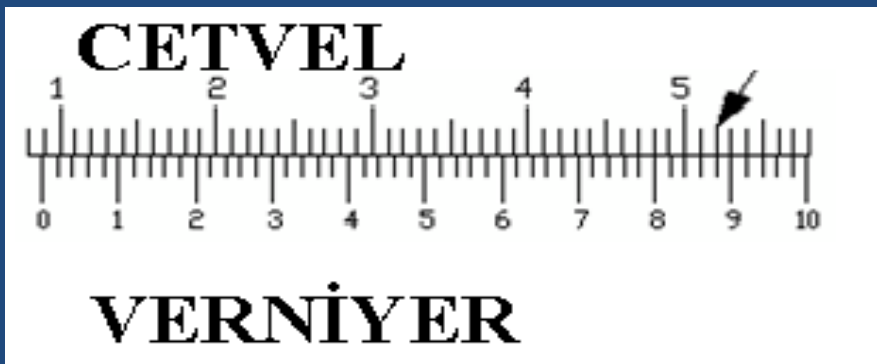
1/50 Hassasiyetli Verniyerli Kumpaslar İçin Ölçüm Okuma Örnekleri



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 28 \text{ mm} + 31 \cdot 0,02 \text{ mm}$
 $= 28 \text{ mm} + 0,62 \text{ mm}$
 $= 28,62 \text{ mm}$



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 6 \text{ mm} + 30 \cdot 0,02 \text{ mm}$
 $= 6 \text{ mm} + 0,60 \text{ mm}$
 $= 6,60 \text{ mm}$ (cetvel cm biriminde ölçeklenmiş)



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 8 \text{ mm} + 44 \cdot 0,02 \text{ mm}$
 $= 8 \text{ mm} + 0,88 \text{ mm}$
 $= 8,88 \text{ mm}$ (cetvel cm biriminde ölçeklenmiş)

Elektronik (Dijital) Kumpaslar

- Elektronik kumpaslar, ölçülen değeri elektronik devresi sayesinde dijital olarak gösterir. Ölçme hatası çok azdır. Ölçümde zihinsel yorumlama ve zaman kaybı en aza indirilmiştir.
- Ölçme hassasiyeti 0.01mm ve 0.005 inç'tir. Üzerinde genellikle dijital gösterge ekranı, açma- kapama butonu, inç-mm butonu, sıfırlama butonu, bekletme butonu ve bazılarında ise ölçülen değeri küçük yazdırma cihazlarında yazdırmak için bağlantı kısmı bulunur.
- Kumpaslarla ölçme işlemi yaparken önce ölçülecek yüzeyler ve kumpas çeneleri temizlenir. Açma butonuna (ON) basılıp kumpas çeneleri kapatılır ve sıfırlama butonuna basılarak ekran üzerindeki okuma değeri sıfırlanır. Bundan sonra kumpasla iç çap, dış çap, derinlik ve kademe boyutları ölçülebilir.

3.4. Özel Kumpaslar

Değişik biçimli ve konumlu parçaların boyutlarını ölçmek veya kontrol etmek amacı ile kullanılır. Bu kumpasların hassasiyetleri 0,1-0,01 mm arasında değişmektedir. Özel amaçlar için kullanılan kumpaslar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

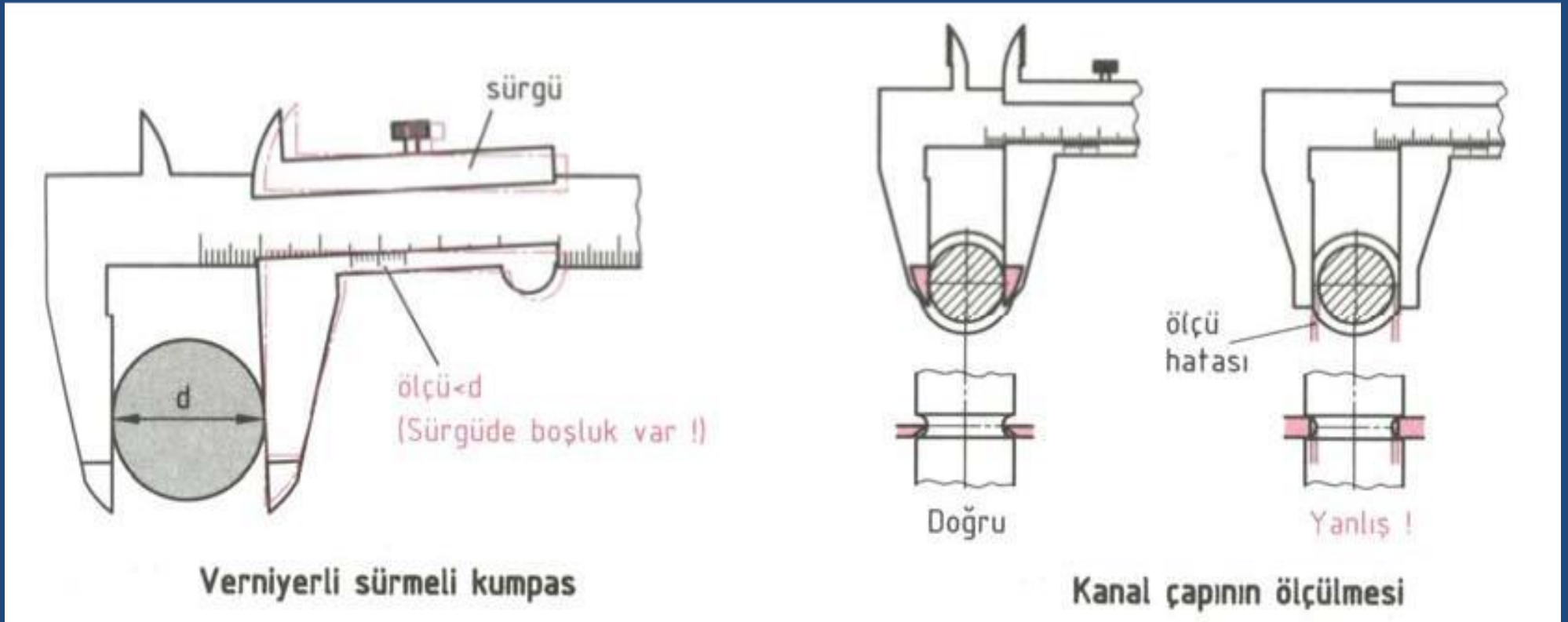
- Çizecek uçlu kumpaslar
- Pergel uçlu kumpaslar
- Mafsal çeneli kumpaslar
- Üniversal başlı kumpaslar
- Merkezler arası ölçme kumpasları
- Ölçü saatli kumpaslar
- Çekme paylı kumpaslar

Kumpasların Kullanılması, Bakımı ve Korunması

- Kumpasların bakımı, kullanımı sırasında başlar. Bu tür aletlerin diğer el aletlerinden daha hassas özellikler taşımaları, kullanılmaları sırasında bir dizi önlemin alınmasını gerekli kılar. Her şeyden önce çalışma tezgâhının üzerinde kullanılmadıkları sırada duracakları yer bile diğer aletlerden ayrı bir bölme olmalıdır. Aksi takdirde hassas ölçme ve kontrol yapılamaz. Hassas ölçme ve kontrol yapılamamasının diğer bir anlamı da yanlış ölçme ve kontrol yapılması demektir ki metal işlerinde birçok işlem basamağı hata kabul etmez.
- Temizliklerinde hafif yağlı bir bez kullanılması, yüzeylerinin kararmasına engel olacağı gibi oksitlenmesini de engelleyecektir.
- Sürmeli kumpas ile ölçü alınırken ölçme çeneleri arasında iş parçası aşırı bir şekilde sıkıldığı takdirde aletin hassasiyetine zarar verilir. Aynı durum mikrometreler için de geçerlidir.

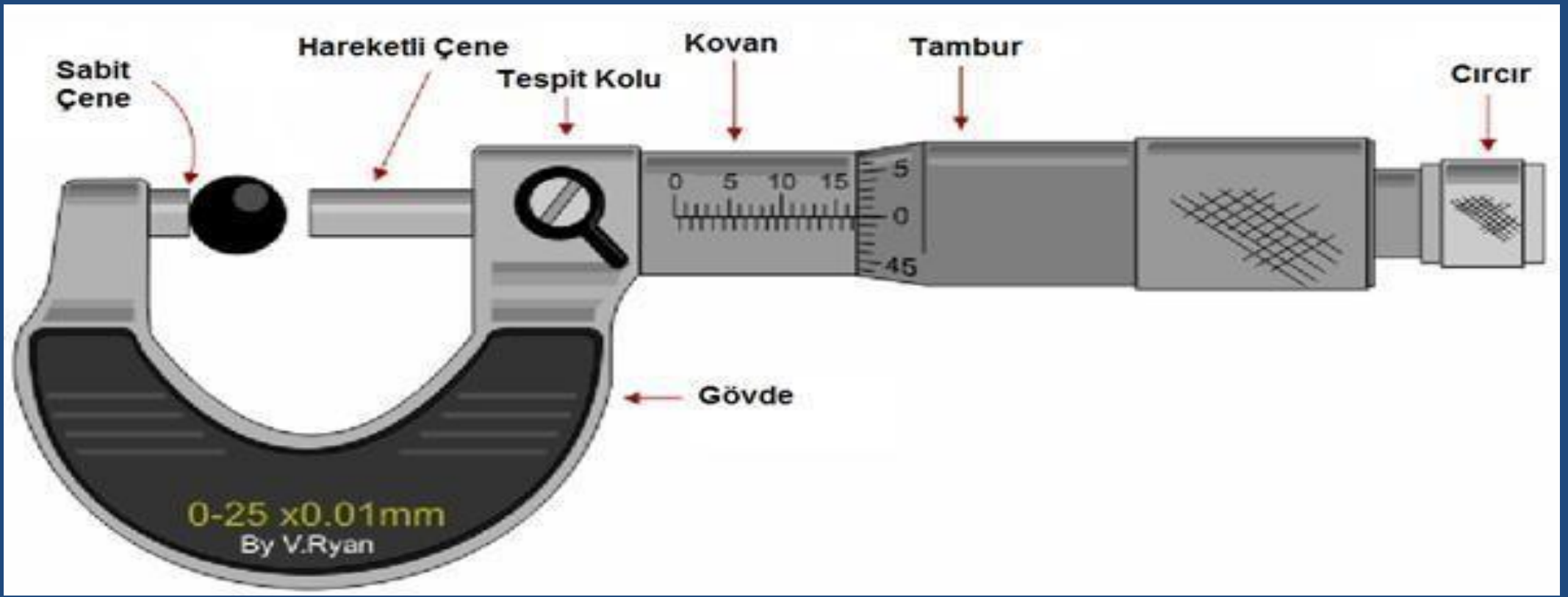
- Ölçü hassasiyetine uygun kumpas seçilmelidir.
- Kumpas sürgüsünün cetvel üzerinde boşluksuz çalışıp çalışmadığına bakılmalıdır.
- Çeneler kapalı durumda iken sıfır çizgileri çakışır durumda ve çeneler birbirine yapışık olmalıdır.
- Ölçüm sırasında sürgüye fazla basma kuvveti uygulanmamalıdır.
- İş parçasına önce sabit çene temas ettirilmeli, daha sonra hareketli çene sürülerek temas etmelidir.
- Sıcak parça ve çapaklı parça kesinlikle ölçülmemelidir.
- Kumpaslar kesici ve darbe aletlerinden uzak tutulmalıdır.
- Kumpasların çeneleri pergel gibi veya cetvel kısmı çelik cetvel gibi kullanılmamalıdır.

- Ölçme işlemi bittikten sonra kumpas çeneleri kapatılıp özel kutularına konulmalıdır.
- Uzun süre kullanılmayacak kumpaslar asit siz yağlar (vaselin) ile yağlanıp kutularında saklanmalıdır.



MİKROMETRELER

- Kumpaslarla yapılan ölçmelerde hassasiyet en çok 0,02 mm'dir. Ancak her parçanın ölçüsü kumpasların ölçme hassasiyeti içinde olmayabilir. Bu nedenle kumpaslar daha hassas ölçülerin ölçülmesinde yeterli olmayabilir. Kumpaslarda verniyer üzerindeki çizgilerin çokluğu ve hangi çizginin hangi çizgi ile çakıştığının belirlenmesi okumayı zorlaştıran etkenlerdendir.
- Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için, daha hassas ölçü aleti olan mikrometreler yapılmıştır. Mikrometrelerde okuma kolaylığı ve hassaslık derecesi kumpaslara göre daha fazladır.
- Mikrometrelerin ölçme hassasiyetleri 0.01 ve 0.001 mm'dir.



Mikrometre, yuvarlak parçaların çaplarını ve düz parçaların da kalınlıklarını ölçmede kullanılan bir alettir. Bir somun içinde hareket eden bir dişli milden ya da vidadan oluşur. Hassas ölçümler yapabilmesi için dişler büyük bir duyarlılıkla açılmıştır. Milin dönmesi sonucu, hareketli çene ileri-geri hareket ederek sabit çeneye (örs) yaklaşıp uzaklaşır .

Mikrometreler belirli bir ölçüm aralığında ölçüm yapabilirler. Ölçüm aralığı mikrometre üzerinde yazılıdır. Mikrometrelerin ölçme aralığı,

- 0 – 25 mm,
- 25 – 50 mm,
- 50 – 75 mm,
- 75 – 100 mm,
- 100 – 125 mm,
- 125 – 150 mm gibidir.



Ancak 300 mm'den büyük ölçüler için ölçme aralığı 100 mm artarak gider. Örneğin, 300 – 400 mm, 400 – 500 mm, 900 – 1000 mm gibi.

Mikrometrelerin ölçme baskısı 250 gr'dır. Bu 250 gr'lık baskı cırcır vidası arkasına yerleştirilen bir yay ile sağlanır. mikrometre çeneleri iş parçasına temas ettikten sonra cırcır vidası ses çıkarana kadar döndürülür (Cırcır vidası ses çıkarmaya başladığı an ölçme baskısı 250 gr'a ulaşmış olur).

Cırcır

Mikrometreler mekanik ve elektronik (dijital) olmak üzere iki tipte üretilebilirler.



Mekanik mikrometre



Dijital mikrometre

Mikrometre Çeşitleri

Mikrometreler ölçüm sistemlerine ve kullanım yerlerine göre sınıflandırılabilir.

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

Mikrometre Çeşitleri



Dış çap mikrometresi



Derinlik mikrometresi



İç çap mikrometresi

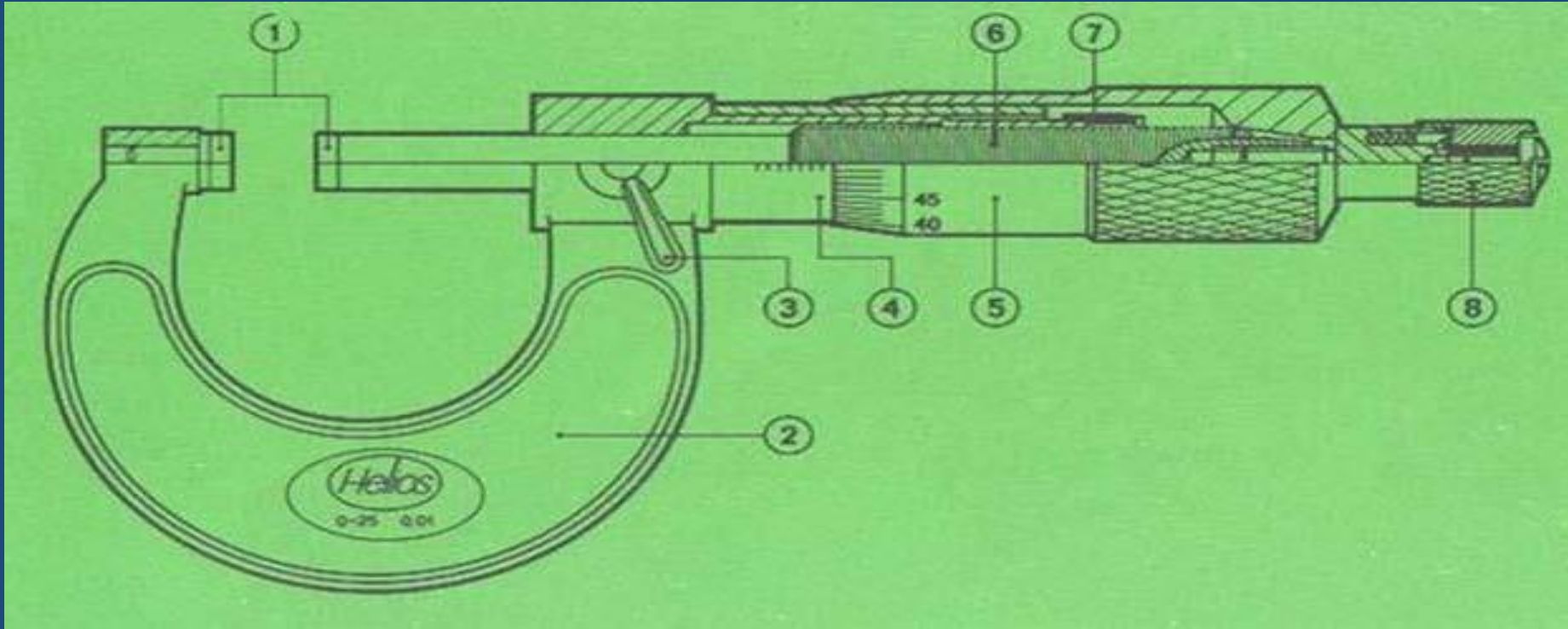


Modül mikrometresi



Vida mikrometresi

Mikrometrenin Kısımları



- 1.Sertleştirilmiş sabit ve hareketli çene
- 2.Tutamak
- 3.Mandal
- 4.Milimetrik cetvel
- 5.Tambur
- 6.Tur vidası
- 7.Sabitleme ve ayar bileziği
- 8.Cırcır (çıt çıt)

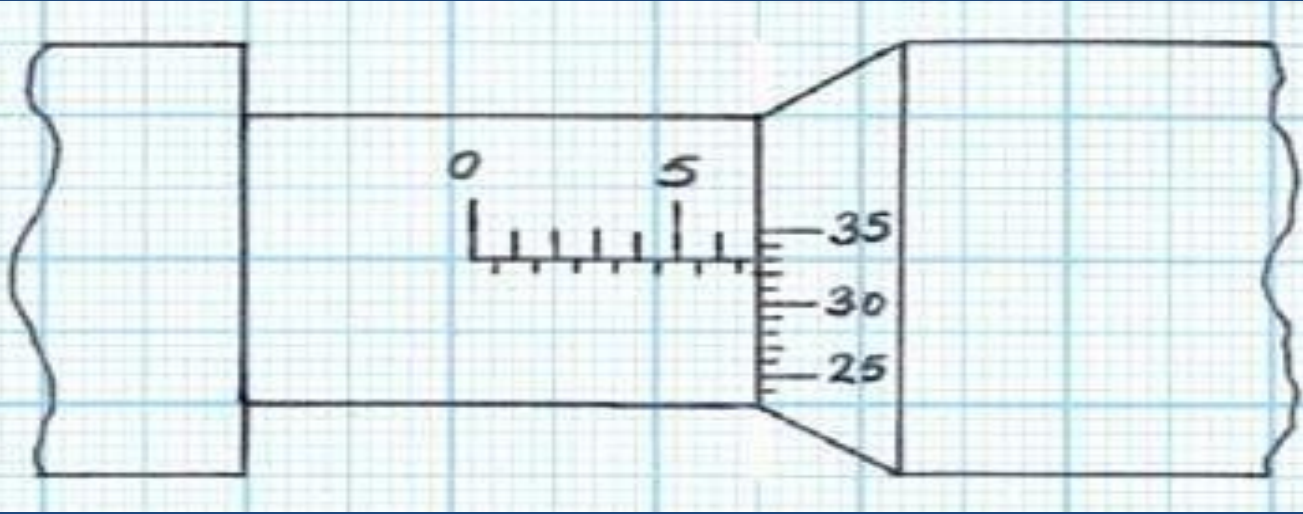
0,01 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler

$$\text{ÖLÇÜLEN DEĞER} = \left[\begin{array}{l} \text{Kovan} \quad \text{üzerinden} \\ \text{okunan değer} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Kovan} \quad \text{üzerindeki} \quad \text{çizgiyle} \\ \text{çakışan} \quad \text{tamurdaki} \quad \text{bölüntü} \\ \text{sayısı} * \text{hassasiyet (0,01mm)} \end{array} \right]$$

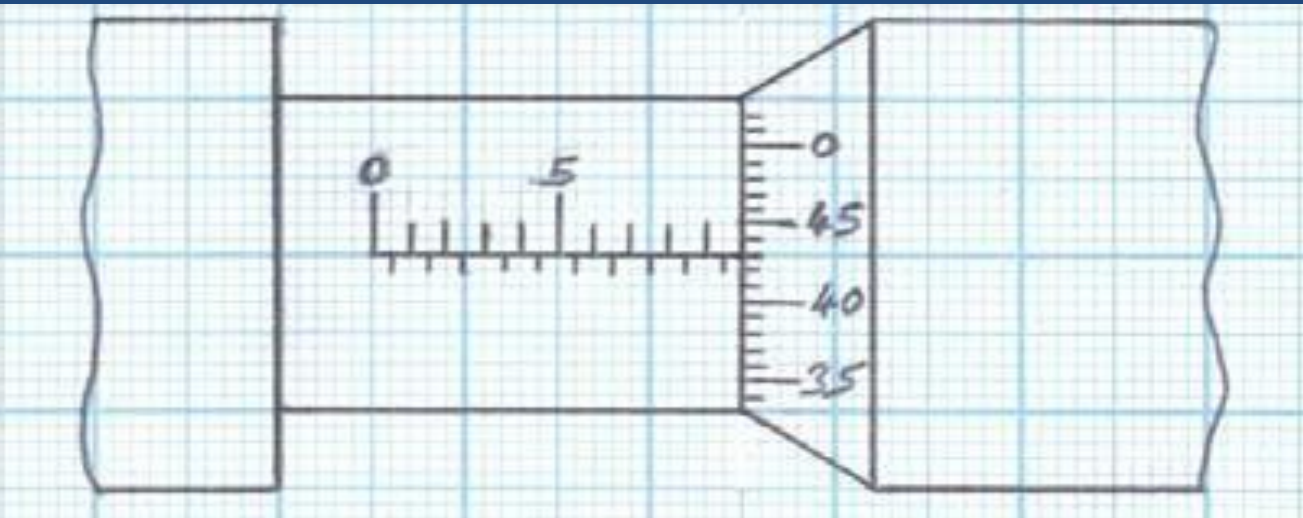


Yukarıdaki şekil için okunan değer;
= 5,5 mm + 28*0,01mm
= 5,5 mm + 0,28mm
= **5,78 mm**

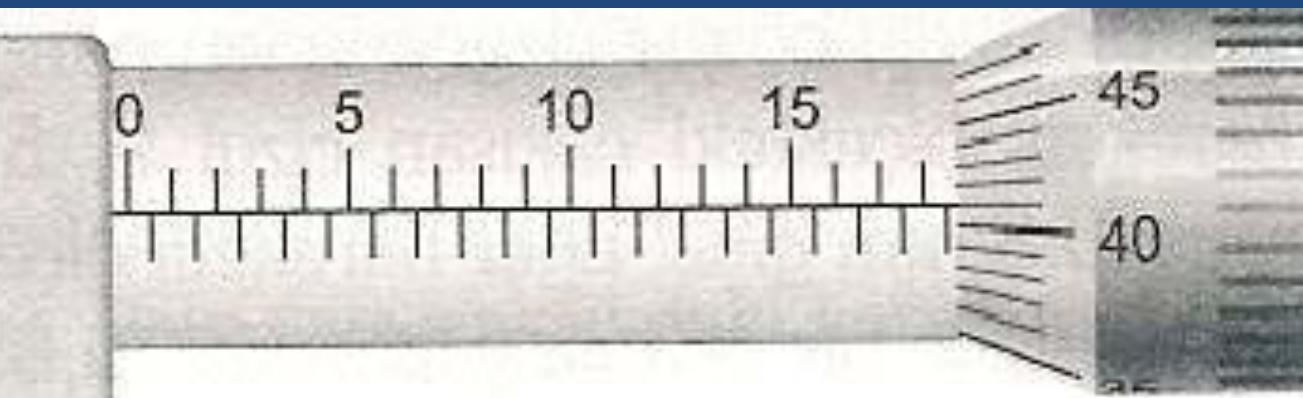
0.01 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler İçin Ölçüm Örnekleri



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 6,5 \text{ mm} + 33 \cdot 0,01 \text{ mm}$
 $= 6,5 \text{ mm} + 0,33 \text{ mm}$
 $= \mathbf{6,83 \text{ mm}}$

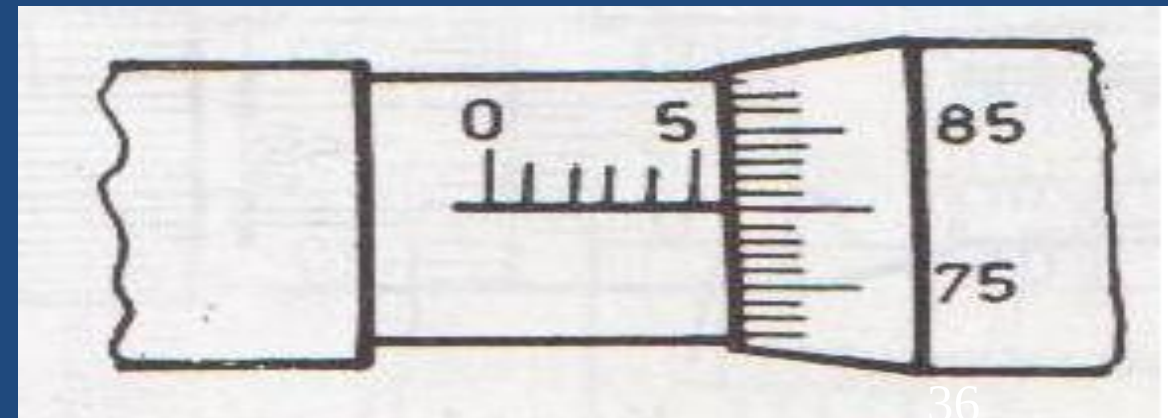
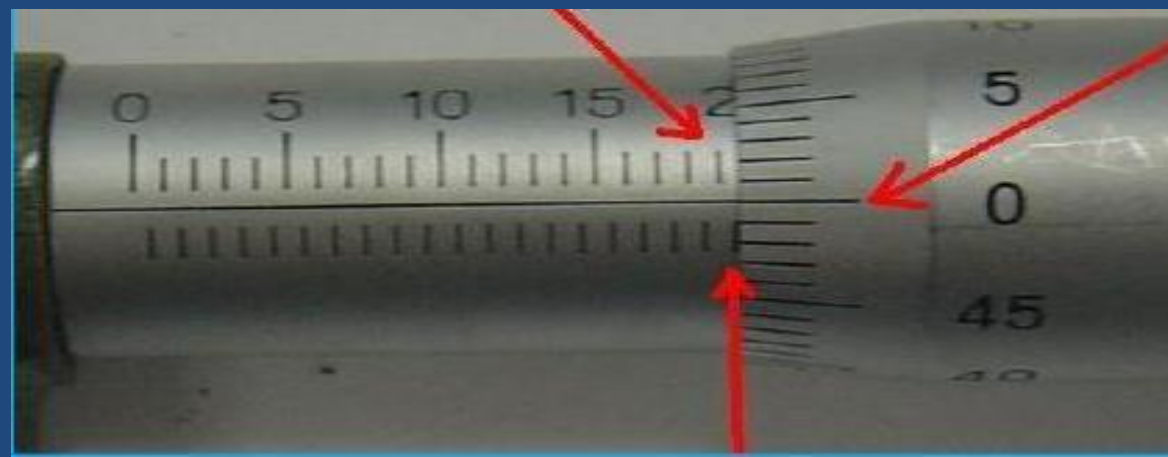
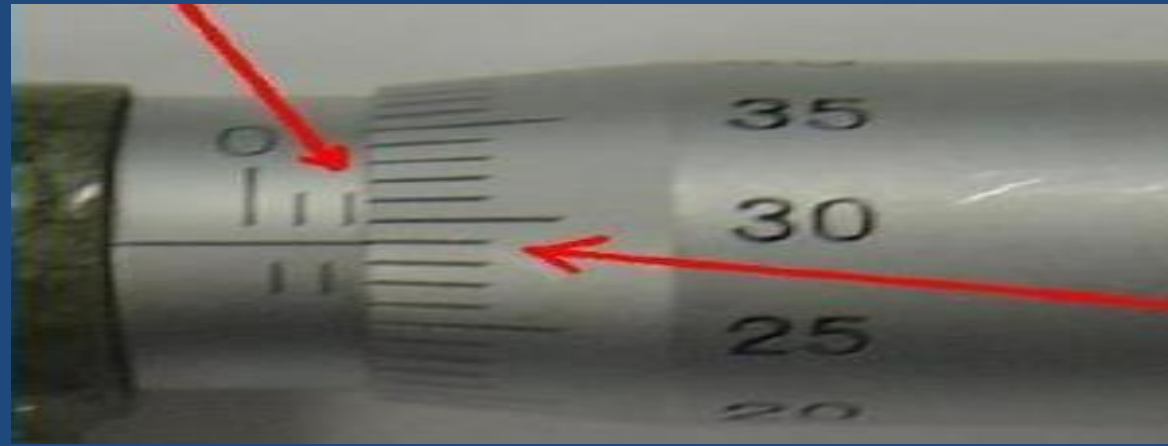
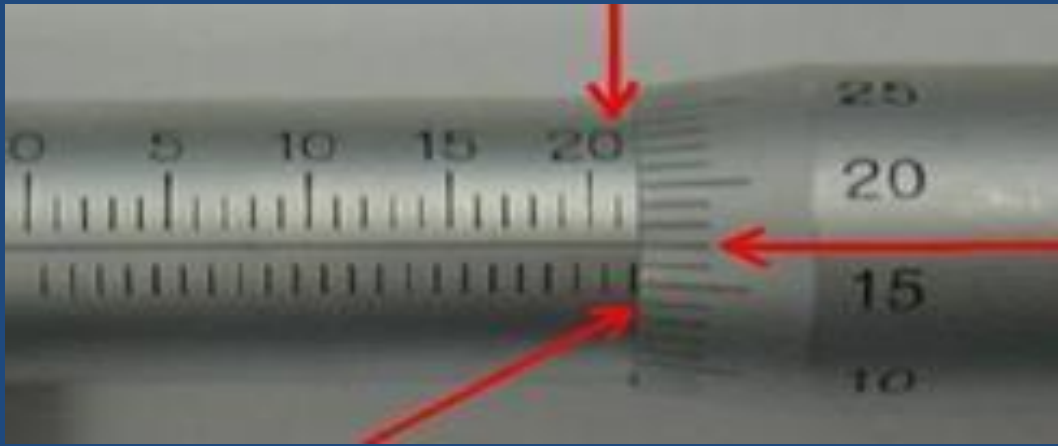


Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 9,5 \text{ mm} + 43 \cdot 0,01 \text{ mm}$
 $= 9,5 \text{ mm} + 0,43 \text{ mm}$
 $= \mathbf{9,93 \text{ mm}}$



Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 18,5 \text{ mm} + 41 \cdot 0,01 \text{ mm}$
 $= 18,5 \text{ mm} + 0,41 \text{ mm}$
 $= \mathbf{18,91 \text{ mm}}$

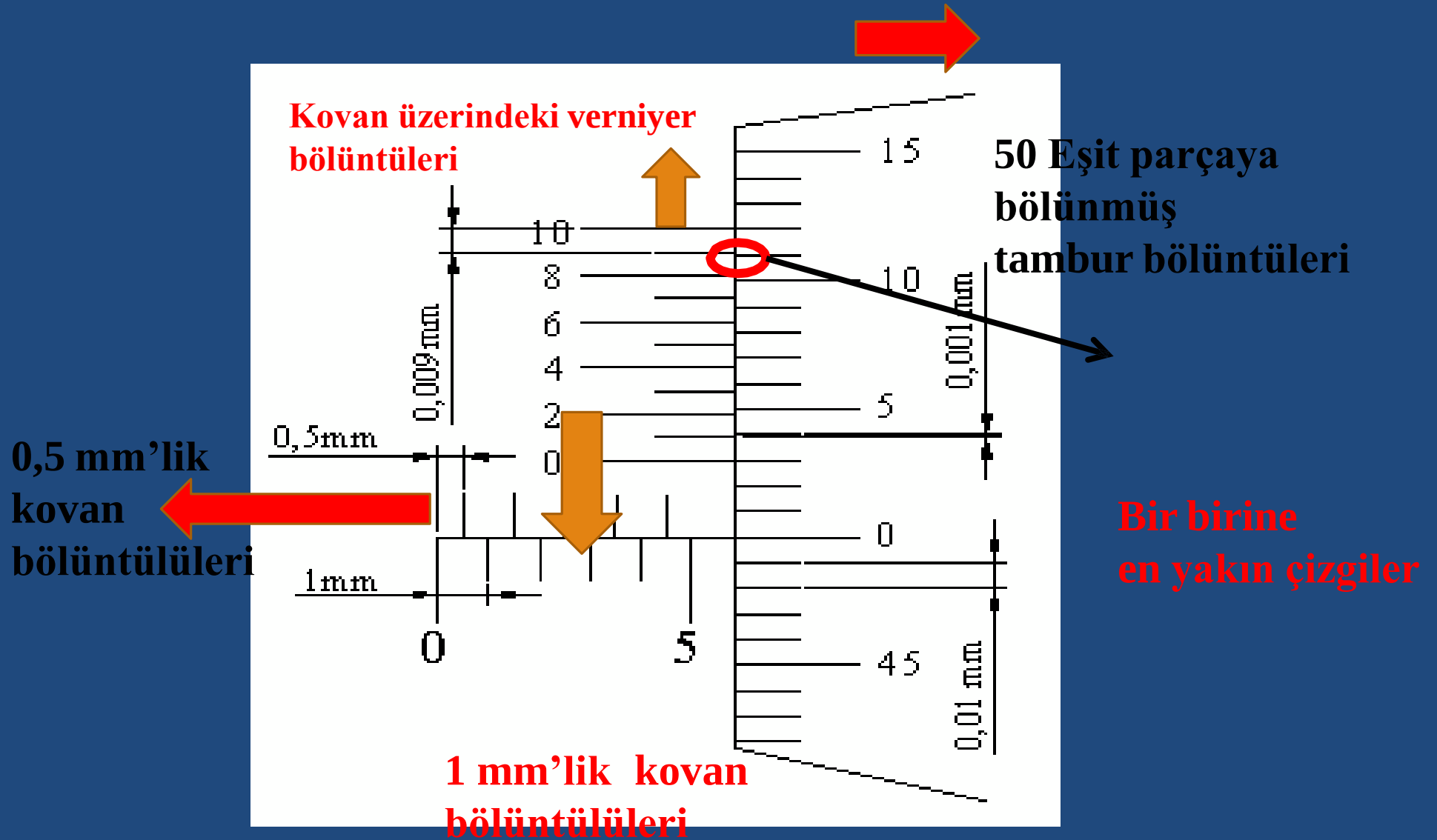
0.01 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler İçin Çalışma Soruları



0,001 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler

Bu mikrometre ile 0,5 mm tambur aracılığıyla 500 eşit parçaya ayrılmıştır.

$$\text{HASSASIYET} = (0,5 \text{ mm}) / 500 = 0,001 \text{ mm}$$



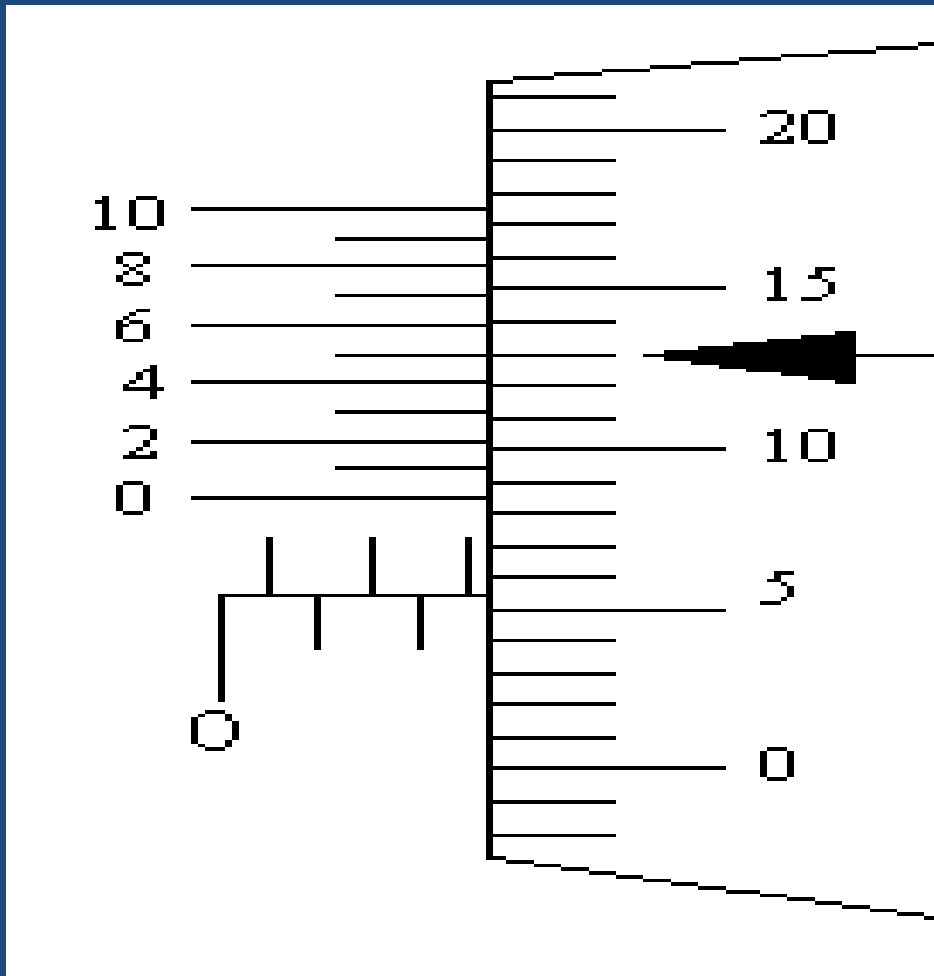
0,001 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler

$$\text{ÖLÇÜLEN DEĞER} = \left[\begin{array}{l} \text{Kovan} \\ \text{mm'lik} \\ \text{okunan değer} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Kovan üzerindeki çizgiyle} \\ \text{çakışan tamburdaki bölüntü} \\ \text{sayısı} \cdot (0,01\text{mm}) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Tamburdaki her hangi bir} \\ \text{bölüntü çizgisiyle çakışan} \\ \text{kovan üzerindeki verniyer} \\ \text{bölüntü sayısı} \cdot \text{hassasiyet} \\ (0,001\text{mm}) \end{array} \right]$$



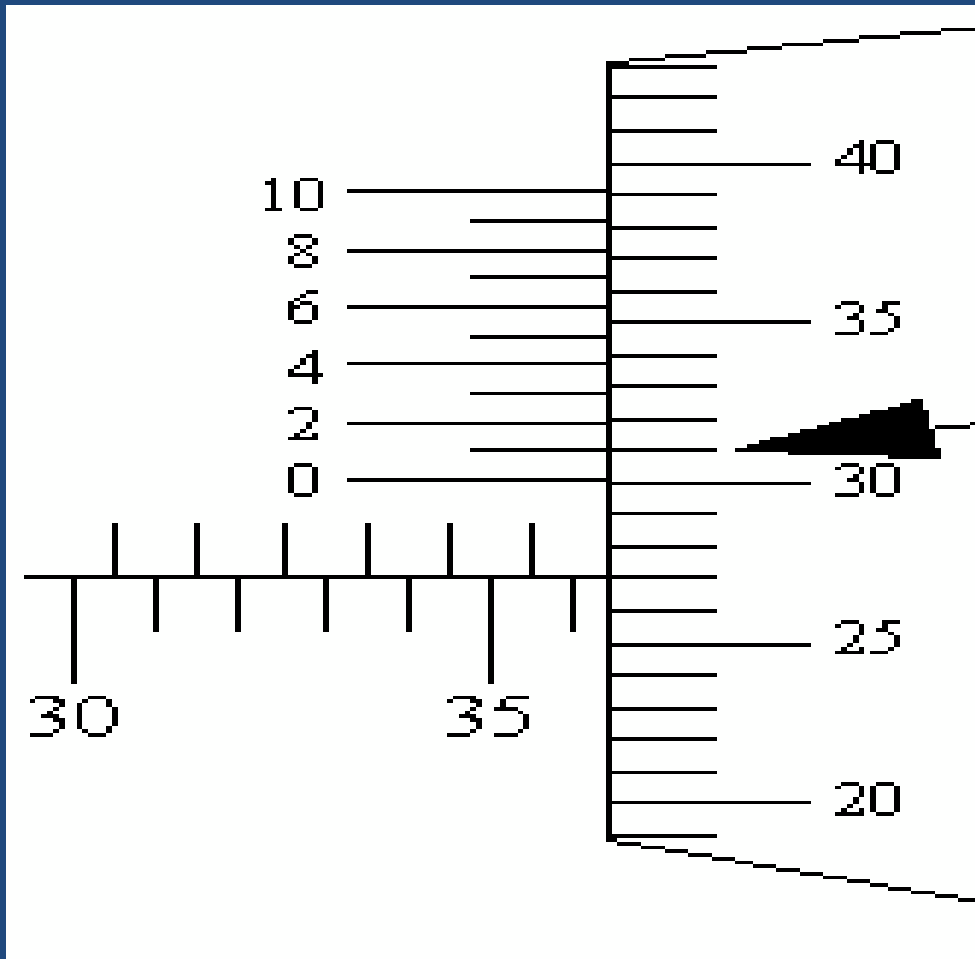
Yandaki şekil için okunan değer;
= 5,5 mm + 28*0,01mm+3*0,001mm
= 5,5 mm + 0,28mm+0,003
= **5,783 mm**

0,001 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler İçin Ölçüm Örnekleri



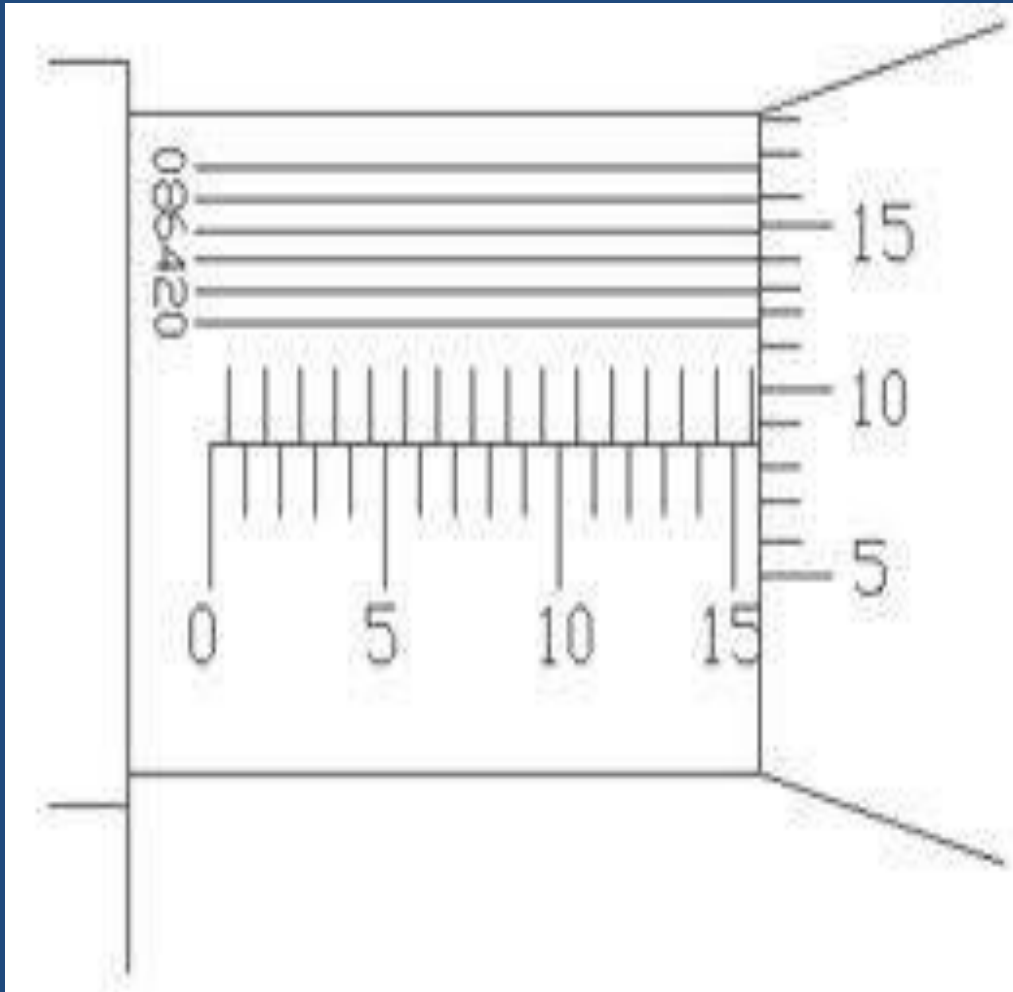
Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 2,5 \text{ mm} + 5 \cdot 0,01 \text{ mm} + 5 \cdot 0,001 \text{ mm}$
 $= 2,5 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm} + 0,005 \text{ mm}$
 $= 2,555 \text{ mm}$

0,001 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler İçin Ölçüm Örnekleri



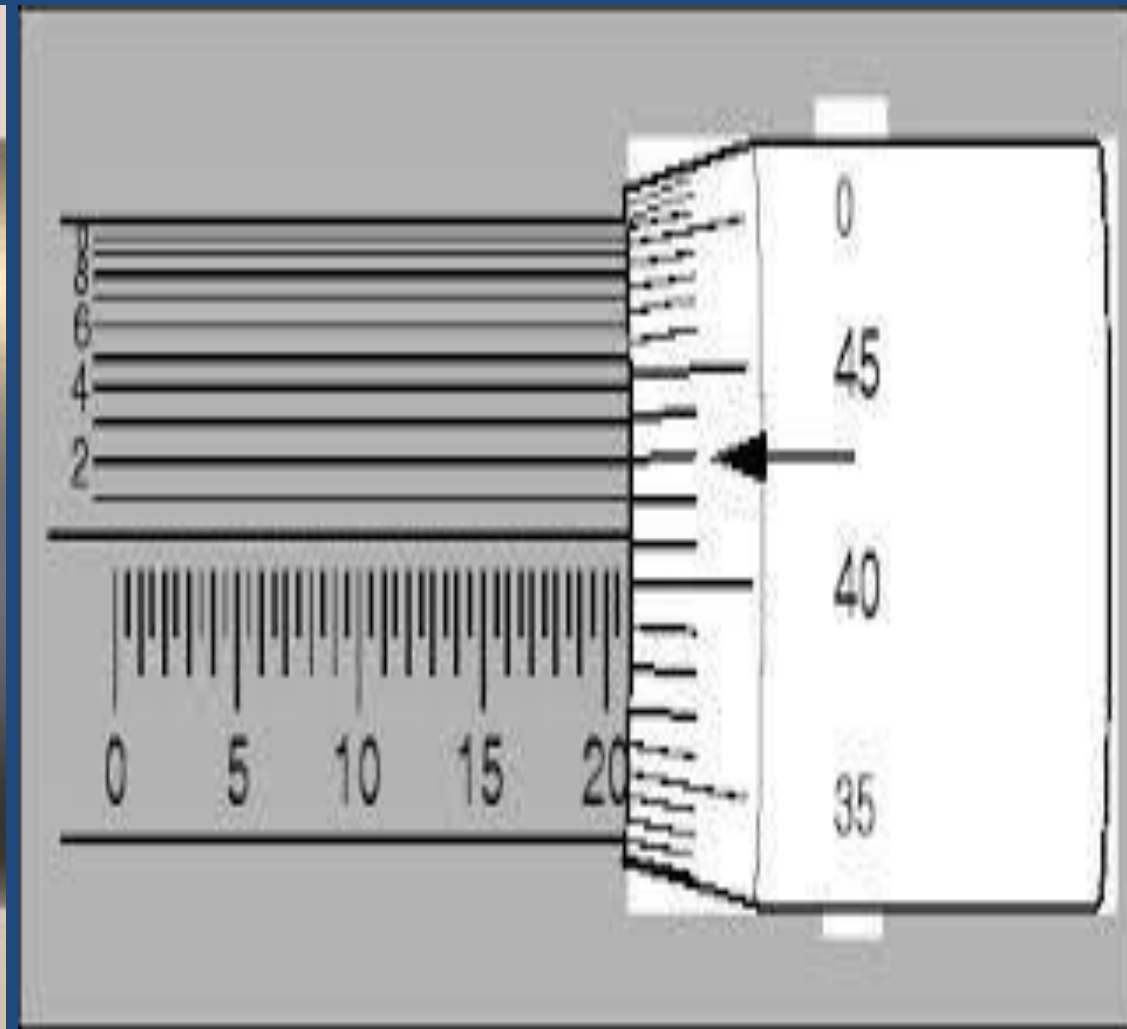
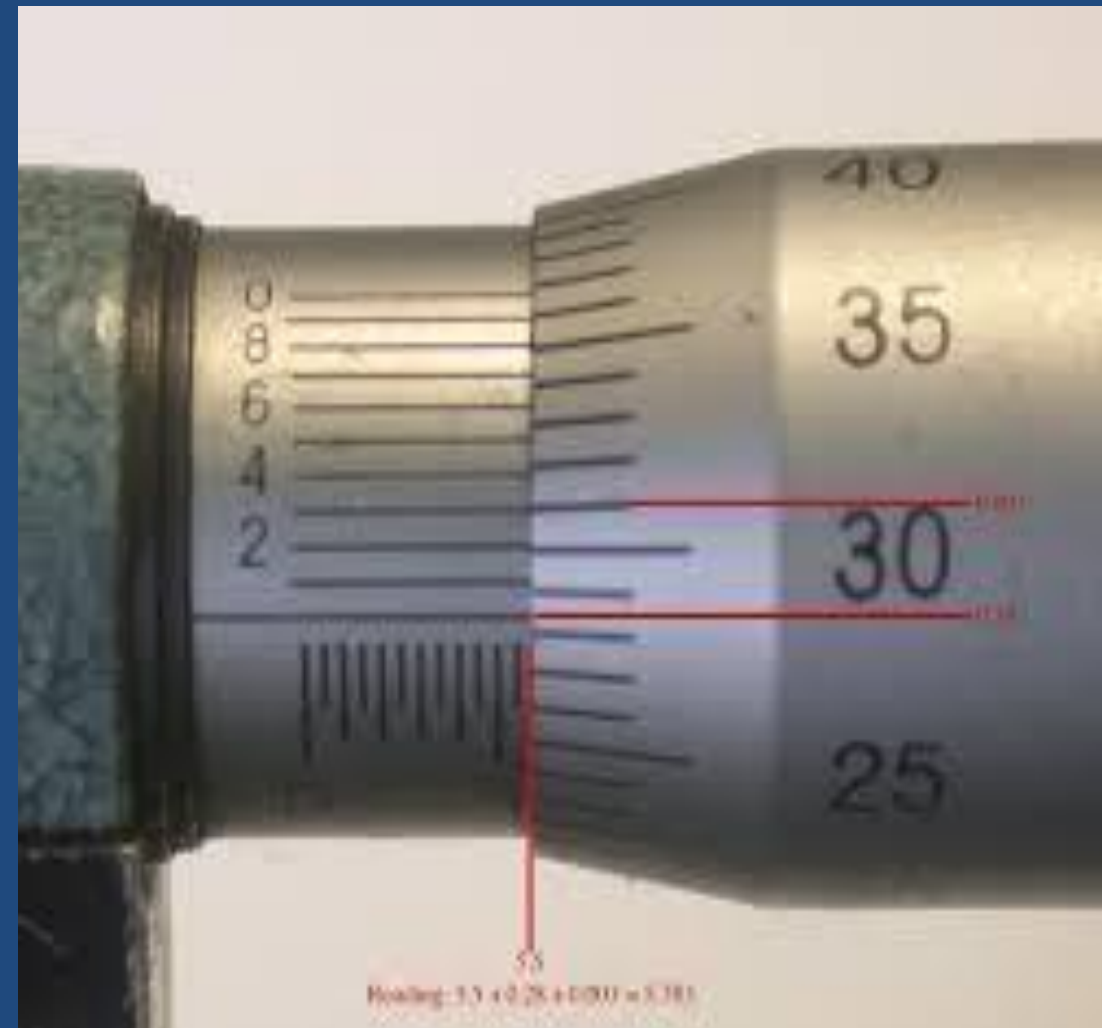
Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 36 \text{ mm} + 27 * 0,01 \text{ mm} + 1 * 0,001 \text{ mm}$
 $= 36 \text{ mm} + 0,27 \text{ mm} + 0,001 \text{ mm}$
 $= \mathbf{36,271 \text{ mm}}$

0,001 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler İçin Ölçüm Örnekleri

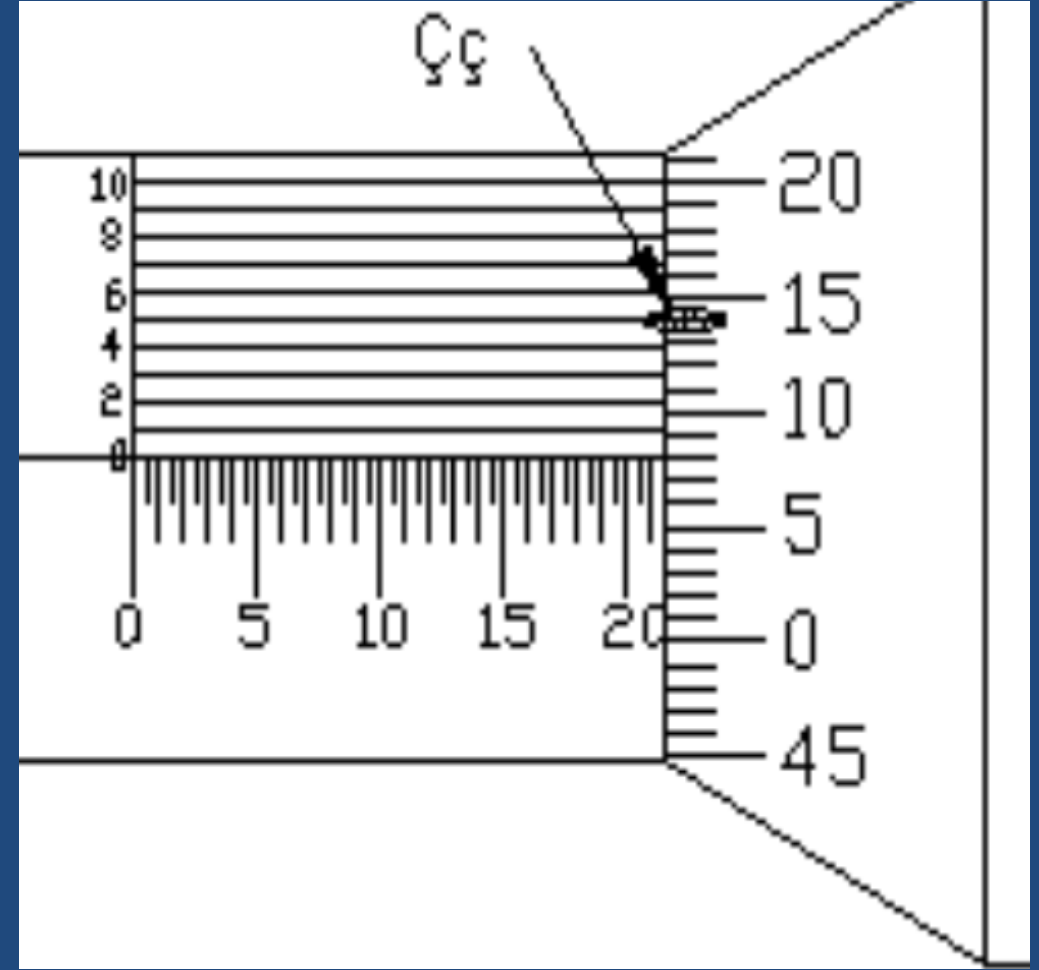
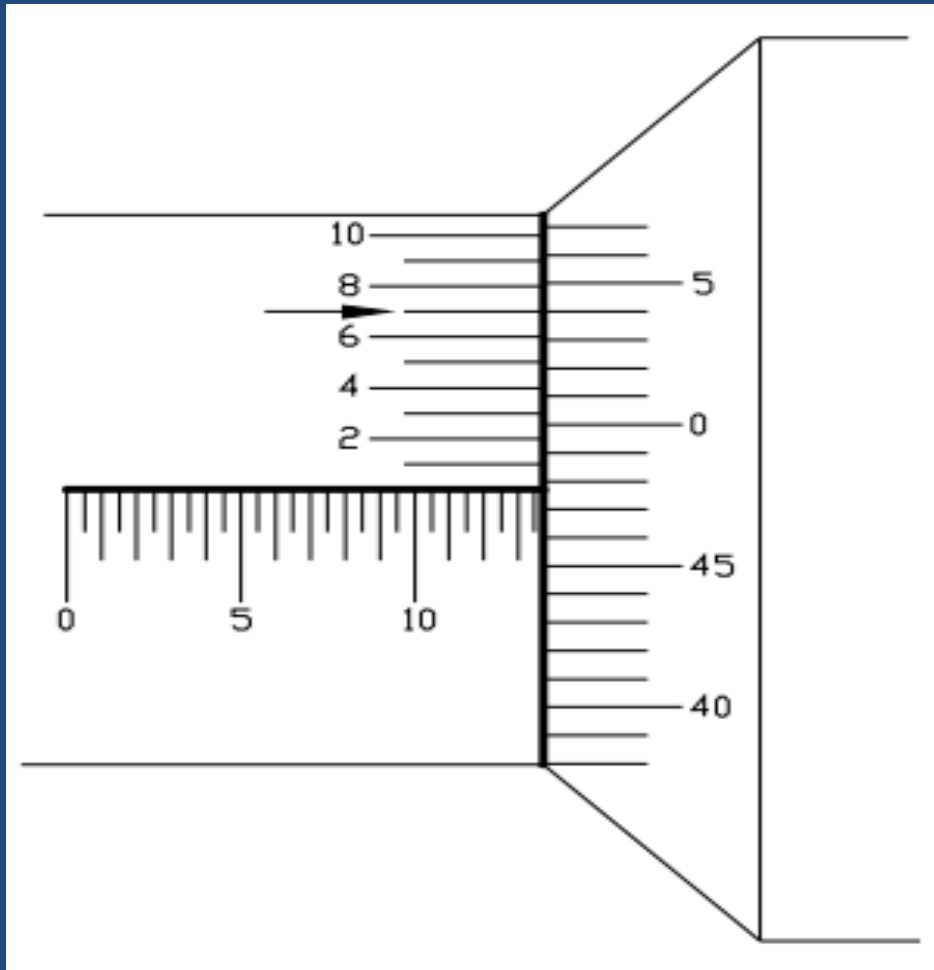


Yandaki şekil için okunan değer;
 $= 15,5 \text{ mm} + 8 \cdot 0,01 \text{ mm} + 4 \cdot 0,001 \text{ mm}$
 $= 15,5 \text{ mm} + 0,08 \text{ mm} + 0,004 \text{ mm}$
 $= \mathbf{15,584 \text{ mm}}$

0,001 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler İçin Çalışma Soruları



0,001 mm Hassasiyetli Milimetrik Mikrometreler İçin Çalışma Soruları



Elektronik (Dijital) Mikrometre

- Dijital gösterge klasik okuma anındaki zihinsel yorulmayı ve ölçme zaman kaybını ortadan kaldırır ve ölçüm değeri ekrandan direkt olarak okunabilir.
- Dijital mikrometre üzerinde bir gösterge ve değişik sayıda buton bulunabilir. En sık karşılaşılan butonların adı ve görevleri şunlardır:
 - **Açma-Kapama Butonu (ON/OFF):** Aleti açma ve kapama butonudur.
 - **İnç-mm Butonu:** Ölçüm sonucunu inç olarak ya da mm olarak gösterir.
 - **Sıfırlama Butonu:** Ölçülen değerleri ya da göstergeyi sıfır yapar.
 - **Bekletme Butonu:** Bu butona birinci defa basılınca ekrandaki değer sabitleşir. Mikrometre açılrsa da kapansa da bu değer ekranda aynen kalır. Bu butona tekrar basıldığında ilk okunan değer kaybolur ve onun yerine mikrometrenin sıfır noktasından itibaren son ölçme noktasına kadar olan ölçme değeri ekranda görünür. Bu buton kademeli parçaların ölçümü ya da alınan ilk ölçü değerini, mikrometre iş parçasından dışarı alındıktan sonra okumak için kullanılır.

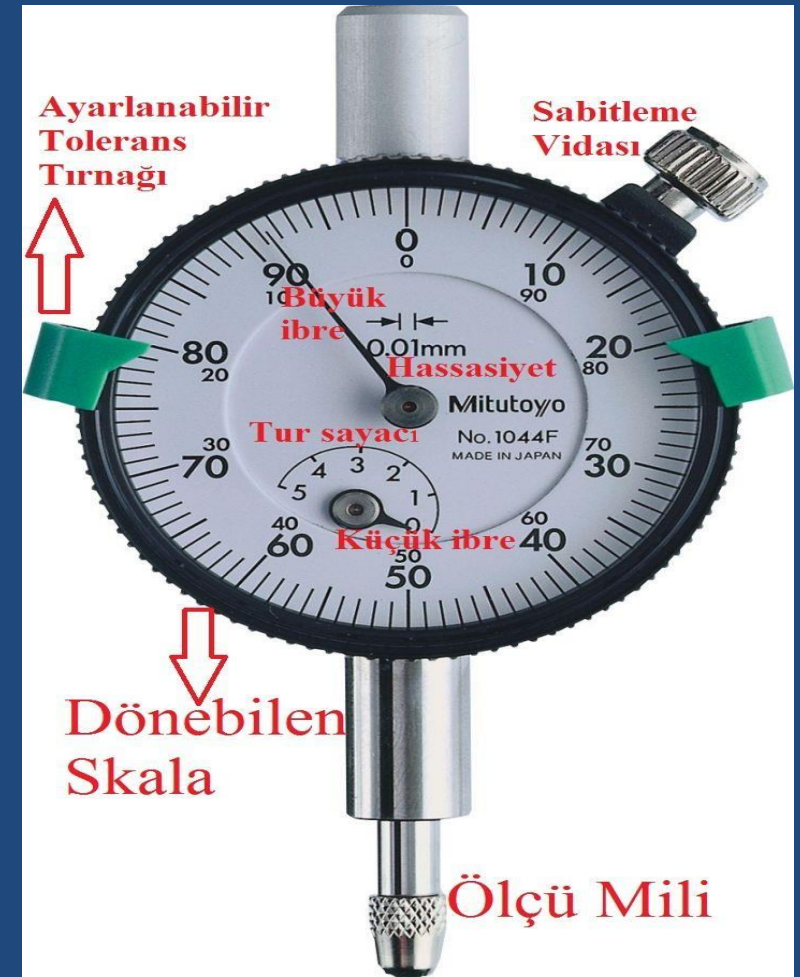
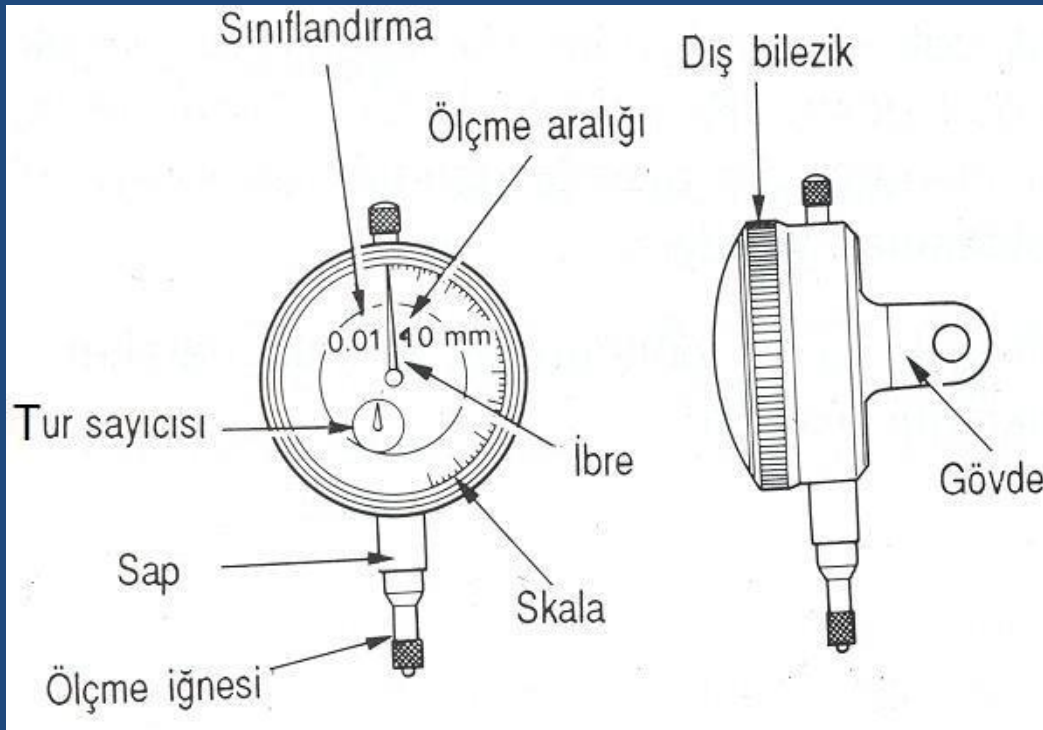


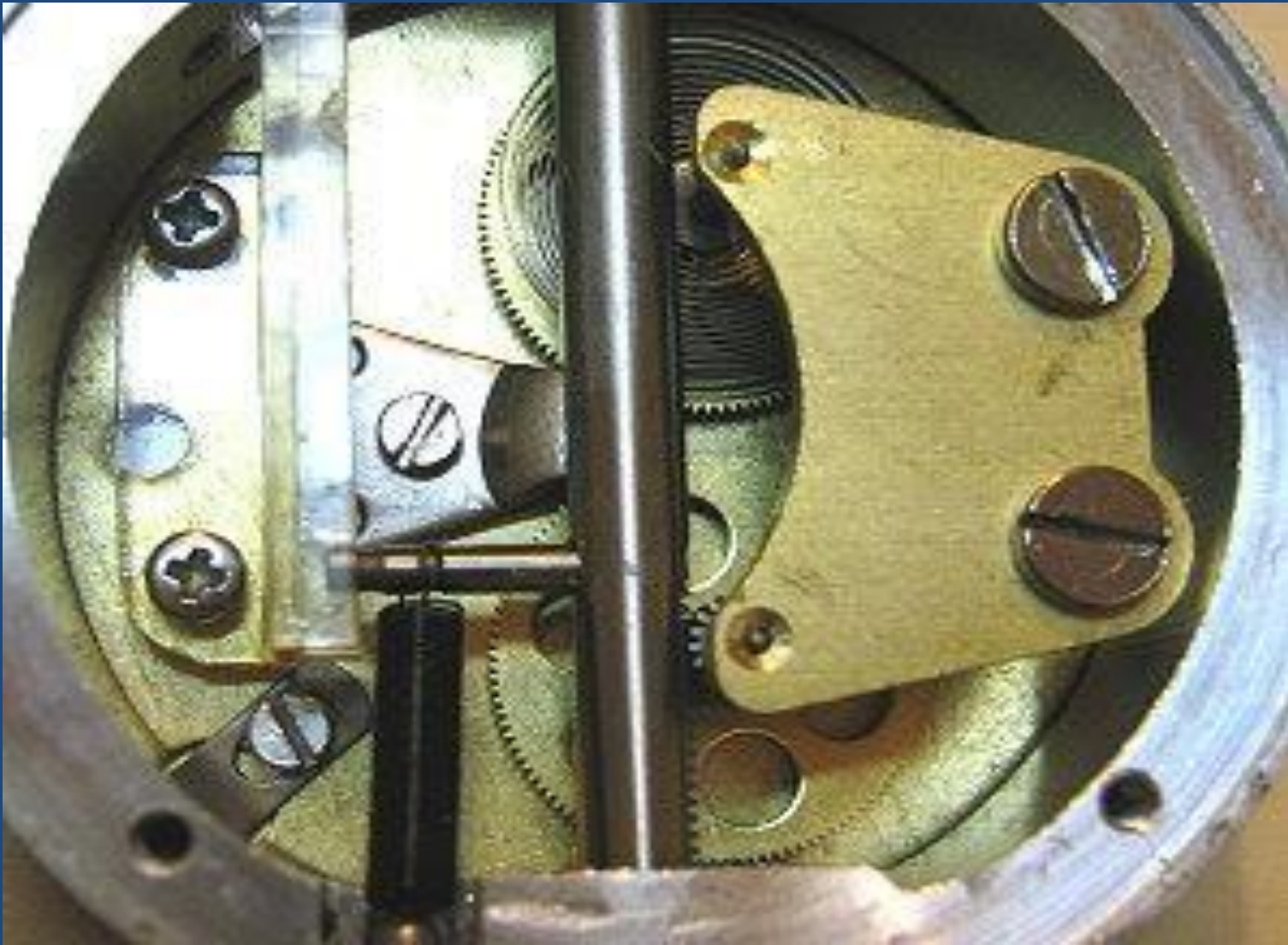
Mikrometrelerin Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar

- Mikrometre darbelerden korunmalı.
- Mikrometre su, yağ ve spreylere içinde kullanılmamalı.
- Mikrometre uzun süre kullanılmayacaksa pilleri çıkarılmalı.
- Temizleme aracı olarak tiner ve benzin gibi maddeler kullanılmamalı.
- İyi bir ölçme için iş parçasının ısısı ile mikrometrenin ısısı arasında fark olmamalıdır.(Ani ısı değişimi ve yüksek ısı mikrometreye zarar verir.)

5. KOMPARATÖRLER (ÖLÇÜ SAATLERİ)

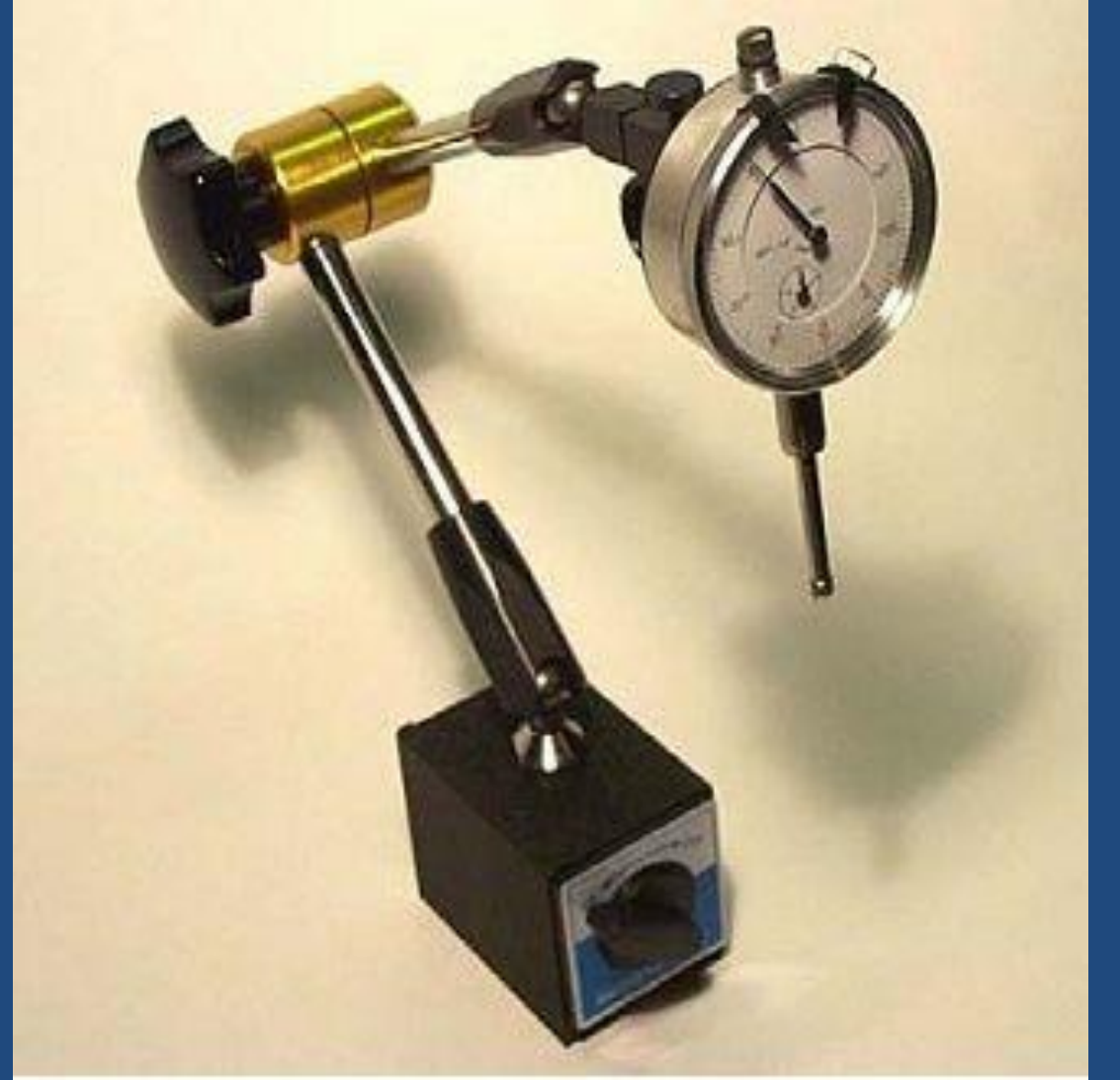
Mukayese amacı ile kullanıldıkları için ölçü saatlerine “**komparatör**” adı da verilir. Komparatörler; ölçme, kontrol ve mukayese için kullanılır. Komparatör ölçü mili ve ölçü saatinden oluşan iki ana kısımdan oluşur. Ölçü milinin aşağı yukarı hareketi ölçü saati ibresinin dönmesini sağlar.





Komparatör İç Yapısı

Ölçü saatleri kolay ölçüm yapabilmek için bir **SEHPA** veya **SABİT ÖLÇÜ AYGITLARINA** bağlanırlar.



Komparator ve sehpa

Boyutların;

- Mukayeseli ölçümlerinde
- Küçük ölçü farklarının okunmasında
- Geometrik biçim değişimlerinin kontrolünde

kullanılan ölçü aletleridir.

Hassasiyetleri: 0,01mm ile 0,001 mm arasında değişir.

Ölçü aralıkları:

- 0-0,25 mm
- 0-0,5 mm
- 0-1 mm
- 0-5 mm
- 0-10 mm
- 0-30 mm arasında olabilir

Ölçü saatleri ile;

- Dış çap kontrolü
- Aynı anda çok boyutlu kontrol
- İç çap kontrol
- Doğrusal hareketin kontrolü
- Yükseklik kontrolü
- Yüzeye diklik kontrolü
- Karşılıklı konum kontrolü
- Derinlik kontrolü
- Salgı kontrolü
- Üretim kontrolü yapılabilir.

Dış çap kontrolü

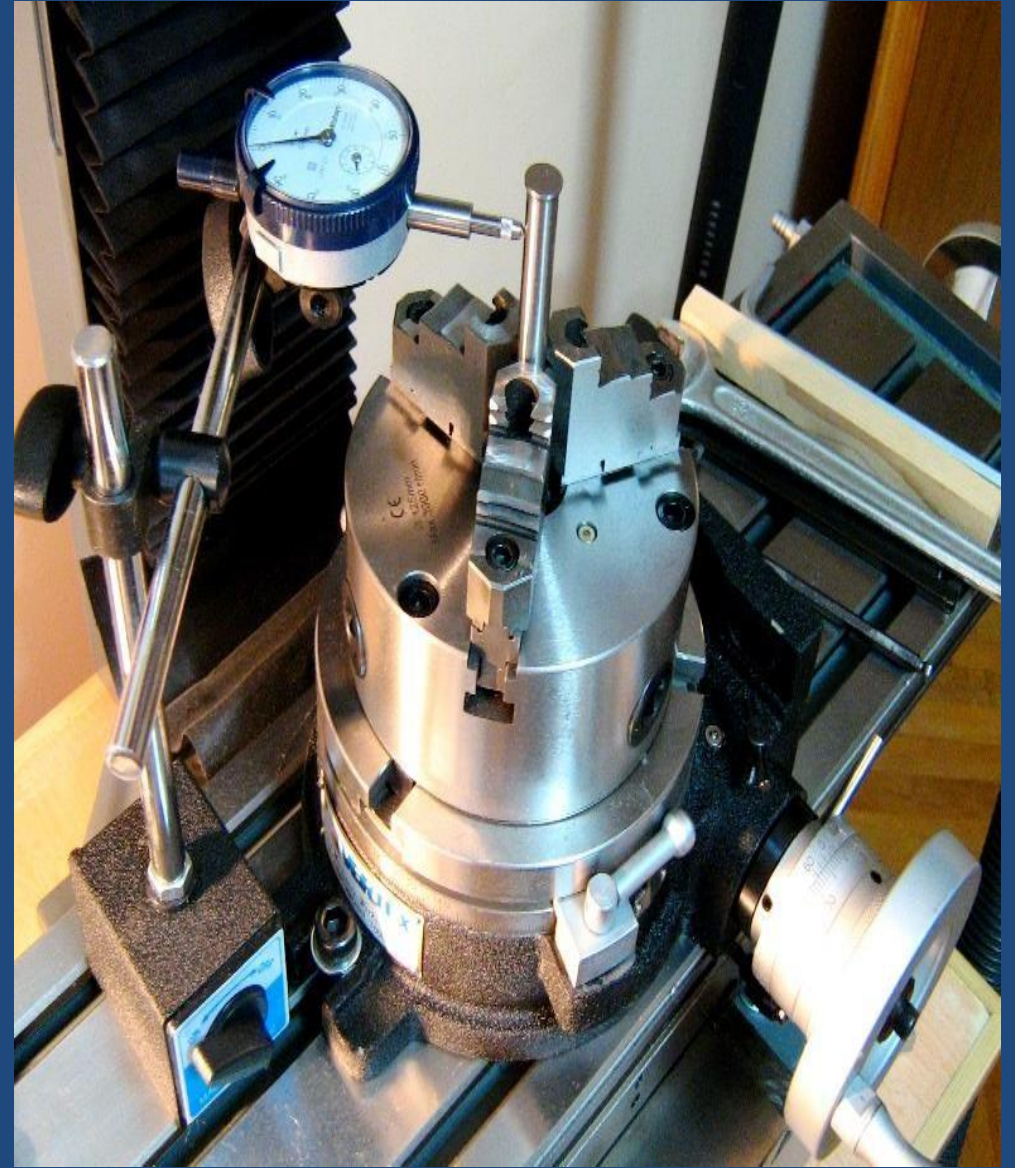


İç çap kontrolü





Salgı kontrolü



Dış çap kontrolü



İç çap kontrolü



Konum kontrolü



Yüzey kontrolü



Konum kontrolü

SA-4000



Konum kontrolü

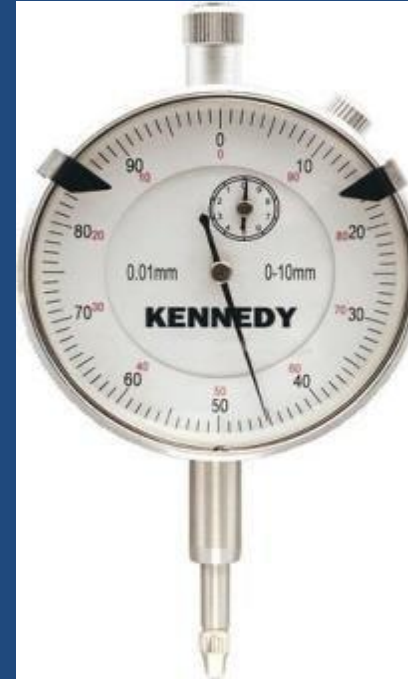
5.1 Komparatörlerin Hassasiyetleri

Komparatörde hassasiyet; büyük ibrenin bir tur atmasına karşılık gelen ölçü milinin hareket miktarının(mm olarak) kadradaki(skalaadaki) bölüntü sayısına bölünmesiyle bulunur.

$$\text{Hassasiyet} = \frac{\text{Büyük ibrenin 1 turana karşılık gelen ölçü milindeki hareket miktarı(mm)}}{\text{Skaladaki(kadradaki)bölüntü sayısı}}$$

Hassasiyetleri 0,01mm ile 0,001 mm arasında değişir.

Komparatörlerdeki küçük ibre, büyük ibrenin tur sayısını göstermektedir. Büyük ibrenin 1 tur atması durumunda küçük ibre 1'i gösterecektir.



0,01 mm



0,001 mm

0,01 mm Hassasiyetli Komparatörler

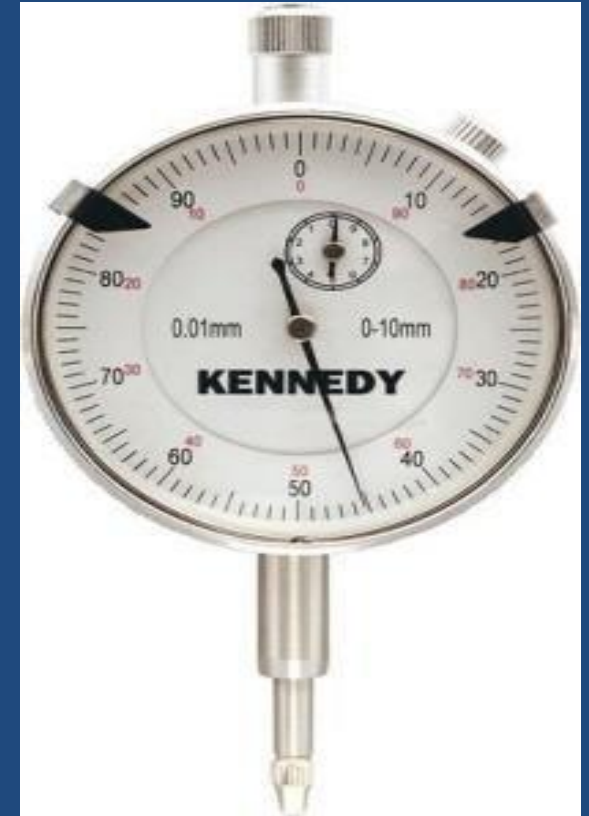
Bu komparatörde büyük ibre bir tur attığında **ölçü mili 1mm hareket etmektedir** ve kadran(skala) **100 eşit parçaya bölünmüştür.**

HASSASIYET= 1mm/100= 0,01 mm olarak bulunur.

$$\text{Sapma miktarı} = \pm \left(\frac{\text{Büyük ibrenin tur sayısı} * 1\text{mm}}{(\text{küçük ibreden bakılacak})} \right) \pm \left(\frac{\text{Büyük ibrenin gösterdiği bölüntü sayısı}}{* \text{hassasiyet}(0.01\text{mm})} \right)$$

Büyük ibre saat ibreleri ile aynı yönde hareket ederse işaretler **+** alınır, saat ibreleri tersi yönünde hareket ederse işaretler **-** alınır.

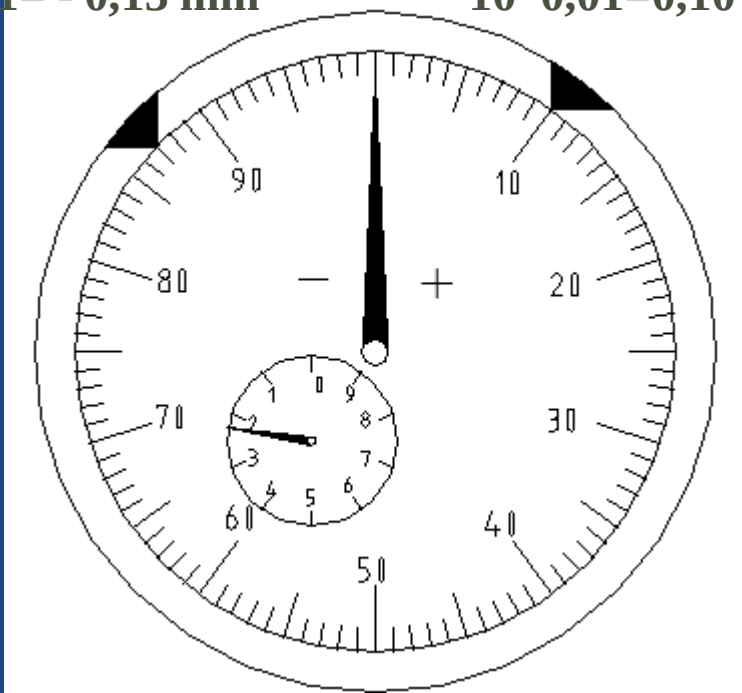
Ancak iç çap ve iç kanal kontrollerinde yukarıda anlatılanların tersi uygulanır.



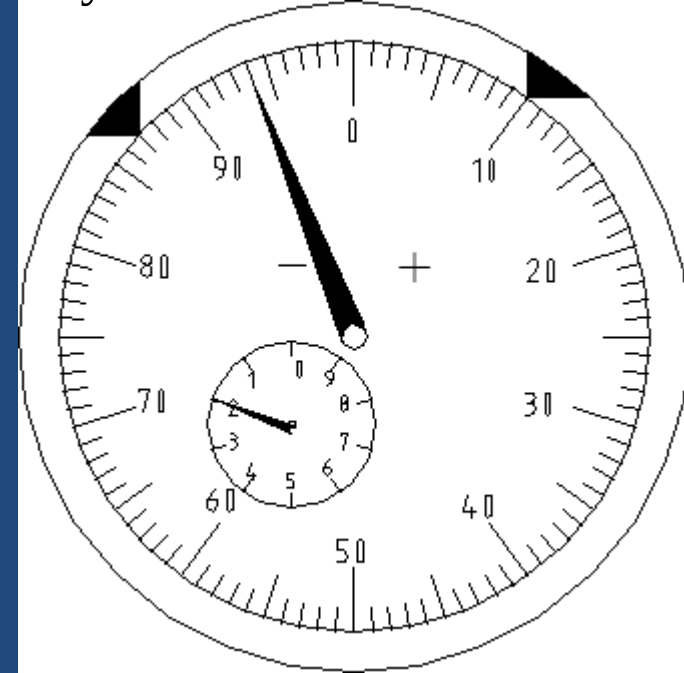
0,01 mm Hassasiyetli Komparatörde Okuma Örnekleri

Dış çap anma ölçüsü 50 mm olması istenen miller 0,01 mm hassasiyetli komparatörle kontrol edilmiştir. Komparatör sıfırlama konumu ve ölçümler aşağıda verilmiştir. Millerin çaplarındaki sapma miktarlarını ve uygun üretilip üretilmediklerini belirleyiniz

$$-13 \times 0,01 = -0,13 \text{ mm} \quad 10 \times 0,01 = 0,10 \text{ mm}$$



Sıfırlama Konumu



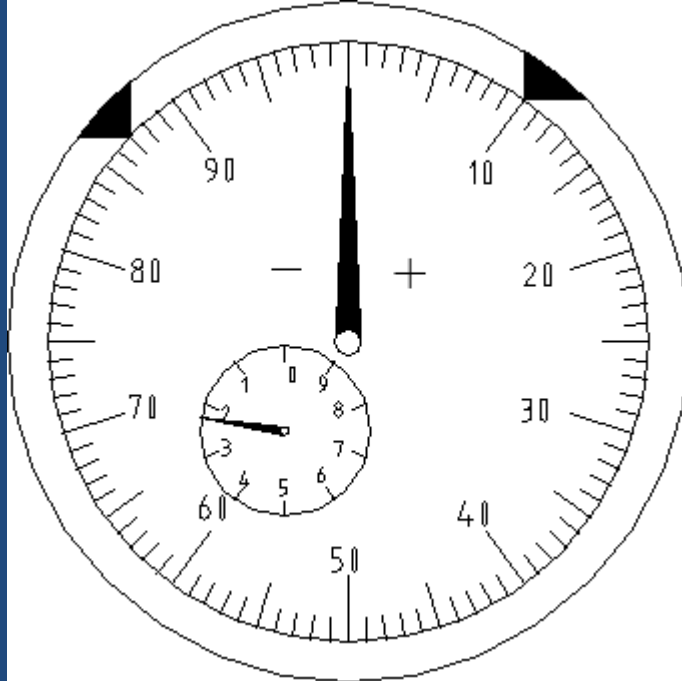
2 nolu mil ölçümü

$$\begin{aligned} \text{Sapma miktarı} &= -0 \times 1 \text{ mm} - 6 \times 0,01 \text{ mm} \\ &= -0,06 \text{ mm} \end{aligned}$$

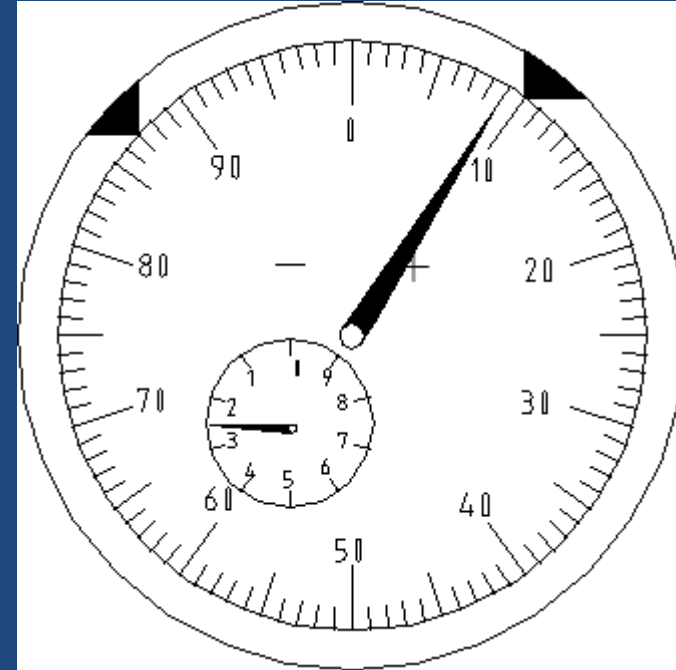
MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMİŞTİR.

$$-13 \times 0,01 = -0,13 \text{ mm}$$

$$10 \times 0,01 = 0,10 \text{ mm}$$



Sıfırlama Konumu



3 nolu mil ölçümü

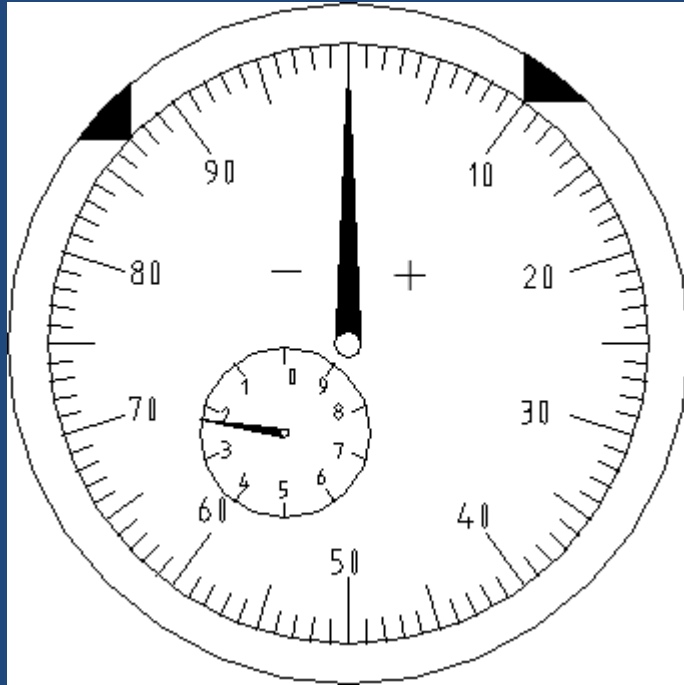
$$\text{Sapma miktarı} = 0 \times 1 \text{ mm} + 9 \times 0,01 \text{ mm}$$

$$= 0,09 \text{ mm}$$

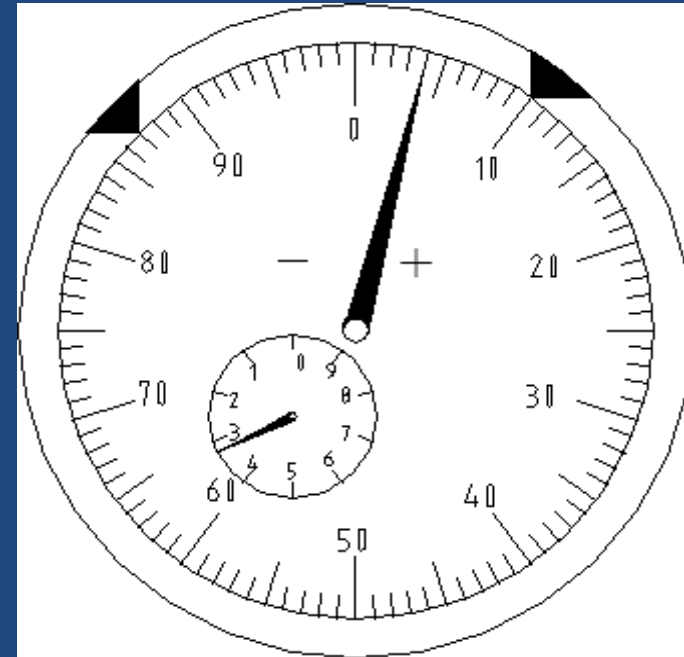
MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMİŞTİR.

$$-13 \times 0,01 = -0,13 \text{ mm}$$

$$10 \times 0,01 = 0,10 \text{ mm}$$



Sıfırlama Konumu



1 nolu mil ölçümü

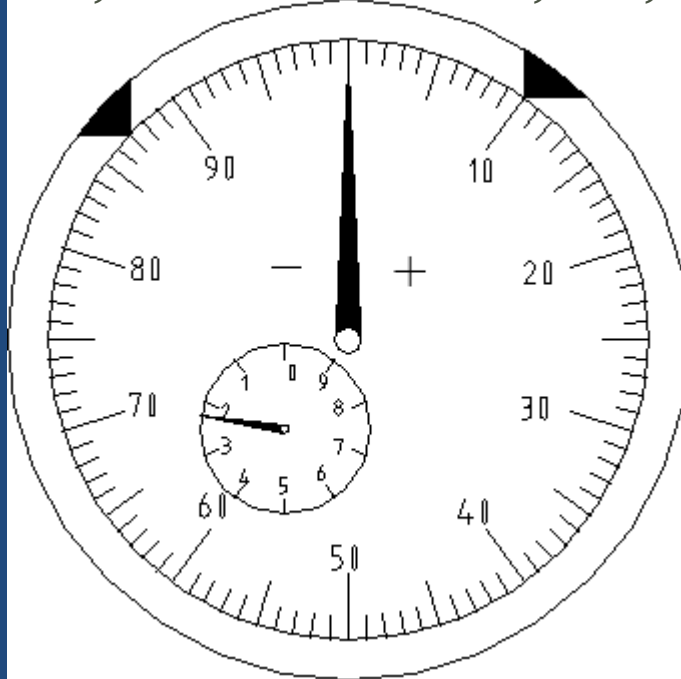
$$\begin{aligned} \text{Sapma miktarı} &= 1 \times 1\text{mm} + 4 \times 0,01\text{mm} \\ &= 1\text{mm} + 0,04\text{mm} \\ &= 1,04 \text{ mm} \end{aligned}$$

MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMEMİŞTİR.

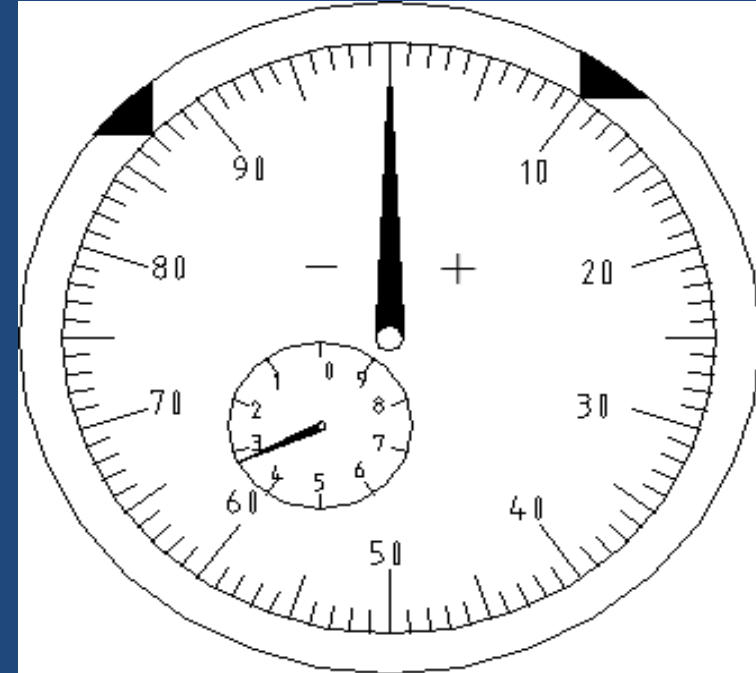
0,01 mm Hassasiyetli Komparatörde Okuma Örnekleri

$$-13 \times 0,01 = -0,13 \text{ mm}$$

$$10 \times 0,01 = 0,10 \text{ mm}$$



Sıfırlama Konumu



4 nolu mil ölçümü

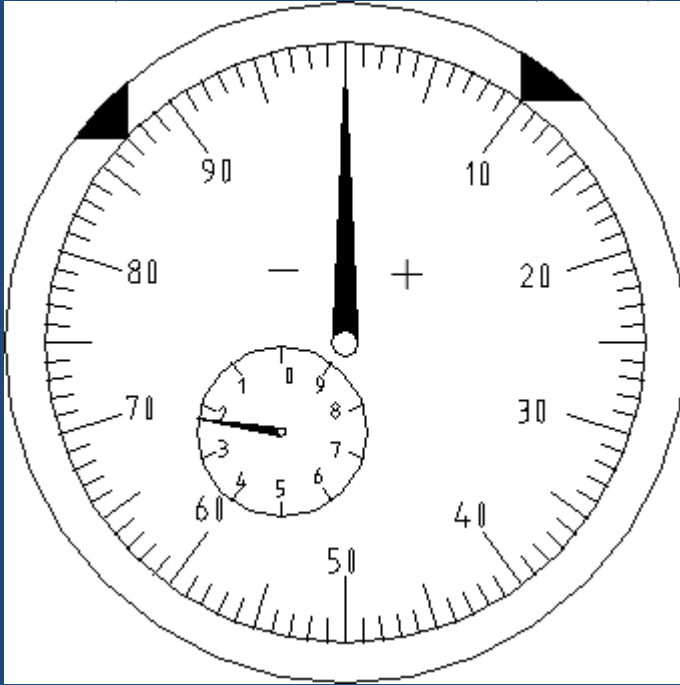
$$\begin{aligned} \text{Sapma miktarı} &= 1 \times 1 \text{ mm} + 0 \times 0,01 \text{ mm} \\ &= 1,00 \text{ mm} \end{aligned}$$

MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMEMİŞTİR.

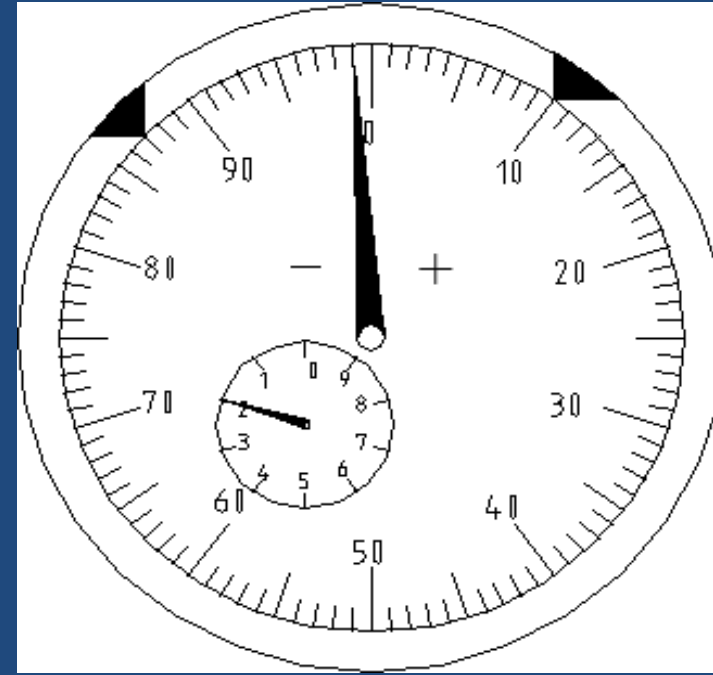
0,01 mm Hassasiyetli Komparatörde Okuma Örnekleri

$$-13 \times 0,01 = -0,13 \text{ mm}$$

$$10 \times 0,01 = 0,10 \text{ mm}$$



Sıfırlama Konumu



5 nolu mil ölçümü

$$\text{Sapma miktarı} = 0 \times 1 \text{ mm} - 1 \times 0,01 \text{ mm}$$

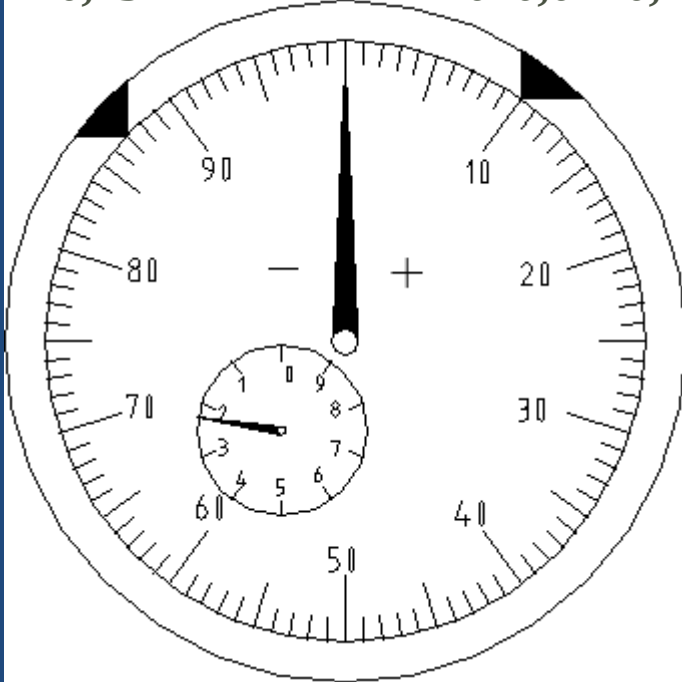
$$= -0,01 \text{ mm}$$

MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMİŞTİR.

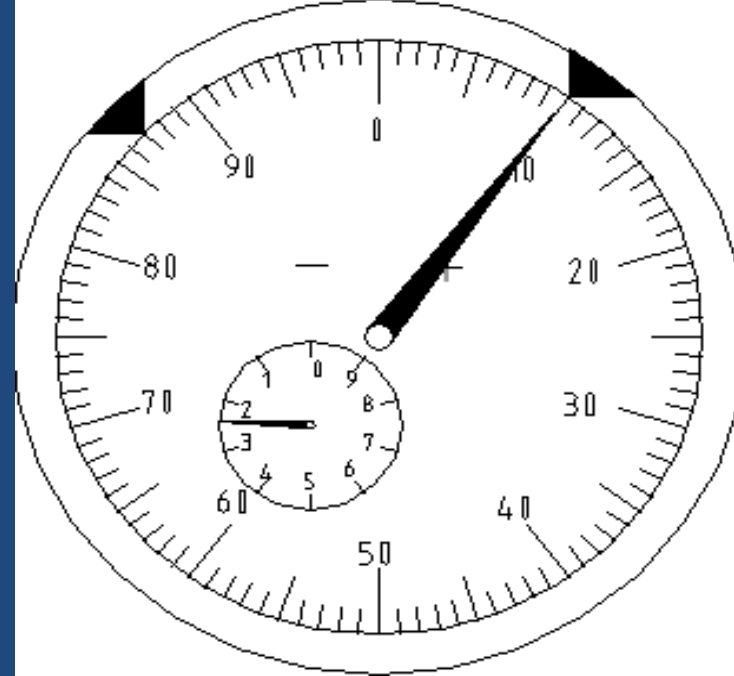
0,01 mm Hassasiyetli Komparatörde Okuma Örnekleri

$$-13 \times 0,01 = -0,13 \text{ mm}$$

$$10 \times 0,01 = 0,10 \text{ mm}$$



Sıfırlama Konumu



6 nolu mil ölçümü

$$\text{Sapma miktarı} = 0 \times 1 \text{ mm} + 10 \times 0,01 \text{ mm}$$

$$= 0,10 \text{ mm}$$

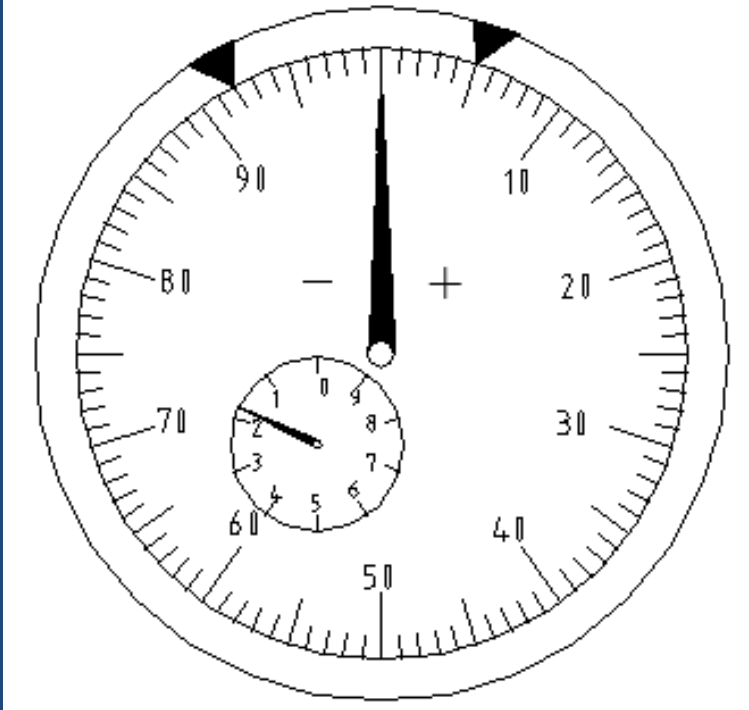
MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMİŞTİR.

0,01 mm Hassasiyetli Komparatörde Okuma Çalışma Soruları

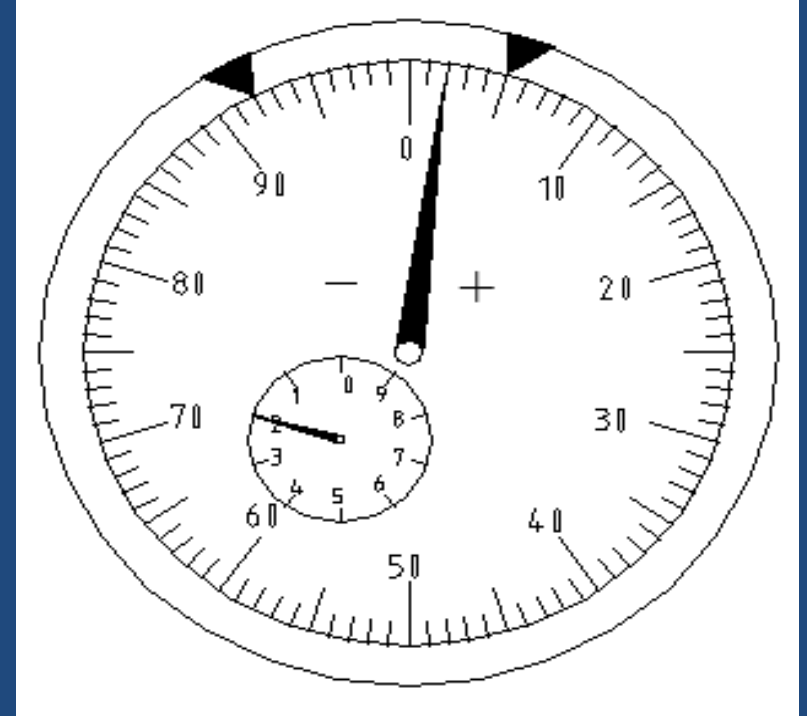
İç çap anma ölçüsü 30 mm olması istenen miller 0,01 mm hassasiyetli komparatörle kontrol edilmiştir. Komparatör sıfırlama konumu ve ölçümler aşağıda verilmiştir. Millerin çaplarındaki sapma miktarlarını ve uygun üretilip üretilmediklerini belirleyiniz

$$8 \times 0,01 = 0,08 \text{ mm}$$

$$-5 \times 0,01 = -0,05 \text{ mm}$$



Sıfırlama Konumu



1 nolu iç çap ölçümü

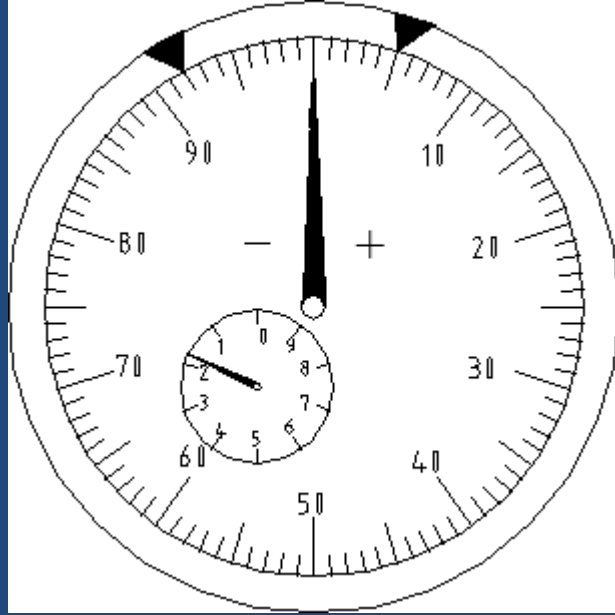
$$\begin{aligned} \text{Sapma miktarı} &= 0 \times 1 \text{ mm} - 2 \times 0,01 \text{ mm} \\ &= -0,02 \text{ mm} \end{aligned}$$

MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMİŞTİR.

0,01 mm Hassasiyetli Komparatörde Okuma Çalışma Soruları

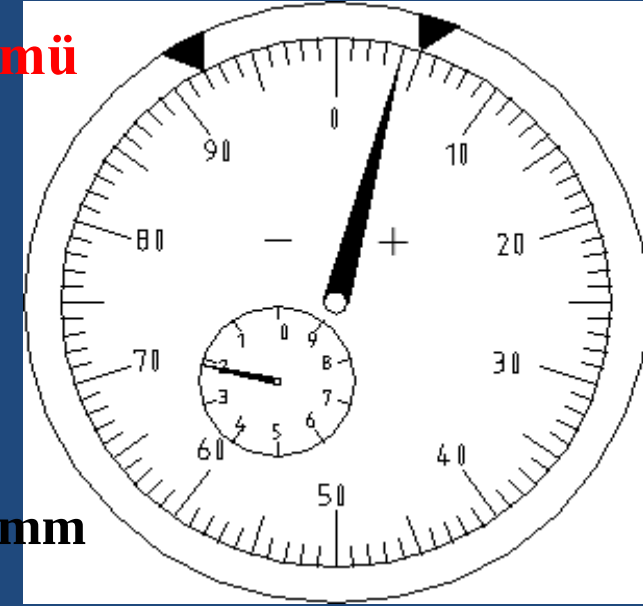
$$8 \times 0,01 = 0,08 \text{ mm}$$

$$-5 \times 0,01 = -0,05 \text{ mm}$$



Sıfırlama Konumu

2 nolu iç çap ölçümü

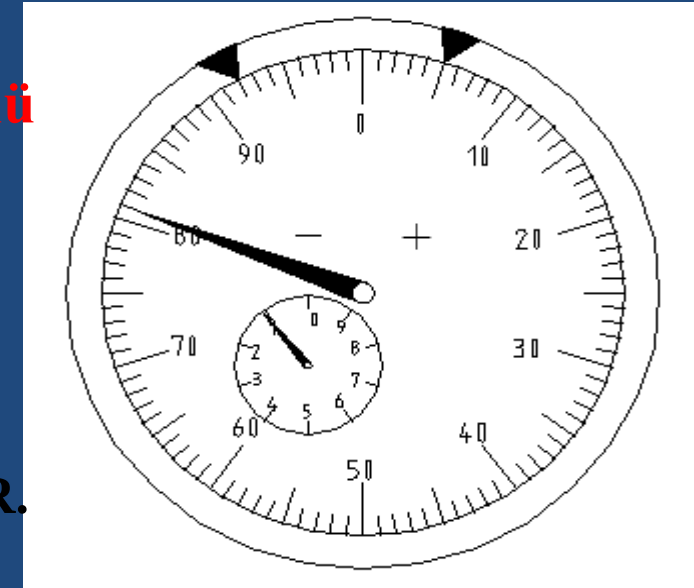


$$\text{Sapma miktarı} = 0 \times 1 \text{ mm} - 4 \times 0,01 \text{ mm}$$

$$= -0,04 \text{ mm}$$

MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMİŞTİR.

3 nolu iç çap ölçümü



$$\text{Sapma miktarı} = 0 \times 1 \text{ mm} + 19 \times 0,01 \text{ mm}$$

$$= +0,19 \text{ mm}$$

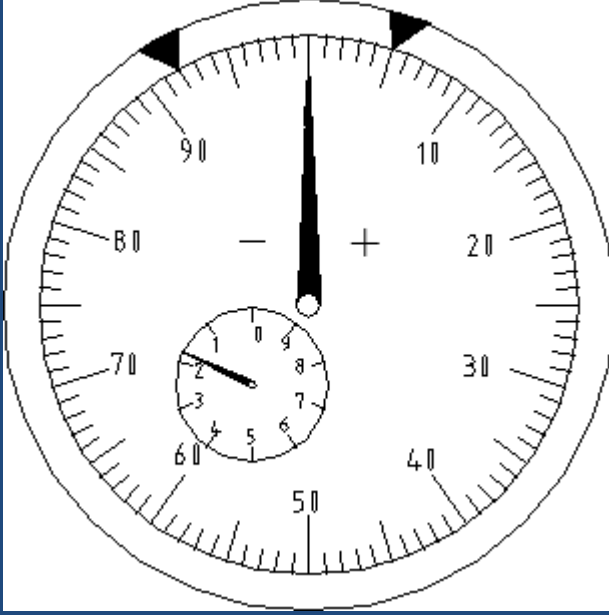
MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMEMİŞTİR.

0,01 mm Hassasiyetli Komparatörde Okuma Çalışma Soruları

$$8 \times 0,01 = 0,08 \text{ mm}$$

$$-5 \times 0,01 = -0,05 \text{ mm}$$

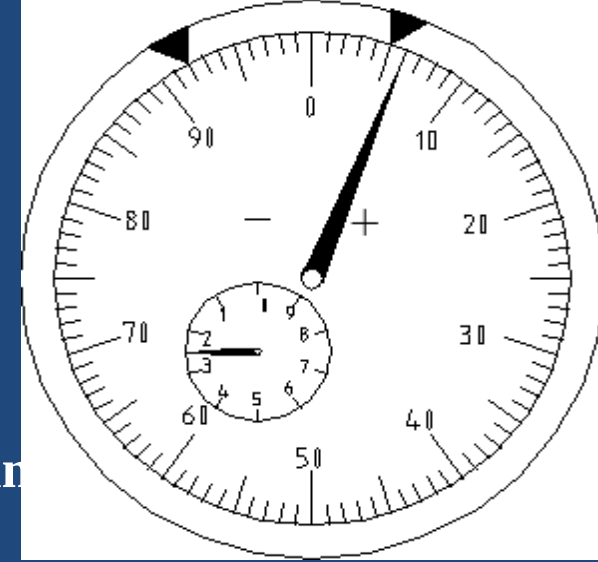
4 nolu iç çap ölçümü



Sıfırlama Konumu

$$\begin{aligned} \text{Sapma miktarı} &= 0 \times 1 \text{ mm} - 6 \times 0,01 \text{ mm} \\ &= -0,06 \text{ mm} \end{aligned}$$

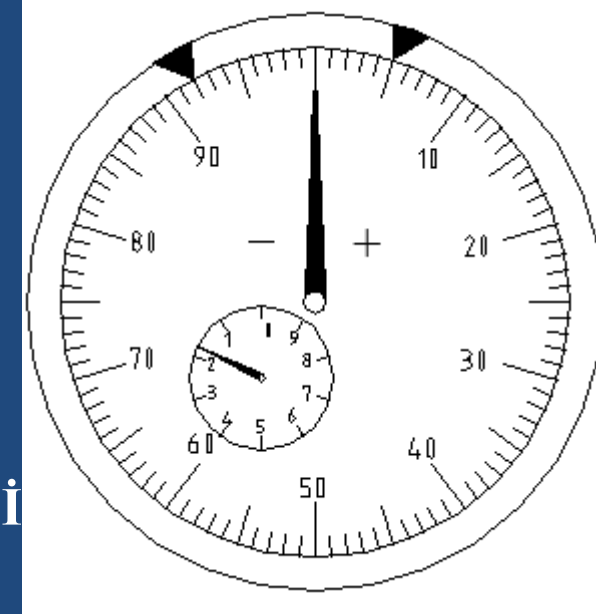
MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMEMİŞTİR.



5 nolu iç çap ölçümü

$$\begin{aligned} \text{Sapma miktarı} &= 0 \times 1 \text{ mm} - 0 \times 0,01 \text{ mm} \\ &= 0 \text{ mm} \end{aligned}$$

MİL UYGUN ÇAPTA ÜRETİLMİŞTİR.



0,001 mm Hassasiyetli Komparatörler

Bu komparatörde büyük ibre bir tur attığında ölçü mili 0,1mm hareket etmektedir ve kadran(skala) 100 eşit parçaya bölünmüştür.

HASSASİYET=0,1mm/100= 0,001 mm olarak bulunur.

$$\text{Sapma miktarı} = \pm \left(\frac{\text{Büyük ibrenin tur sayısı} * 0.1\text{mm}}{\text{(küçük ibreden bakılacak)}} \right) \pm \left(\frac{\text{Büyük ibrenin gösterdiği bölüntü sayısı}}{* \text{hassasiyet}(0.001\text{mm})} \right)$$

Büyük ibre saat ibreleri ile aynı yönde hareket ederse işaretler + alınır, saat ibreleri tersi yönünde hareket ederse işaretler – alınır.

Ancak iç çap ve iç kanal kontrollerinde yukarıda anlatılanların tersi uygulanır.



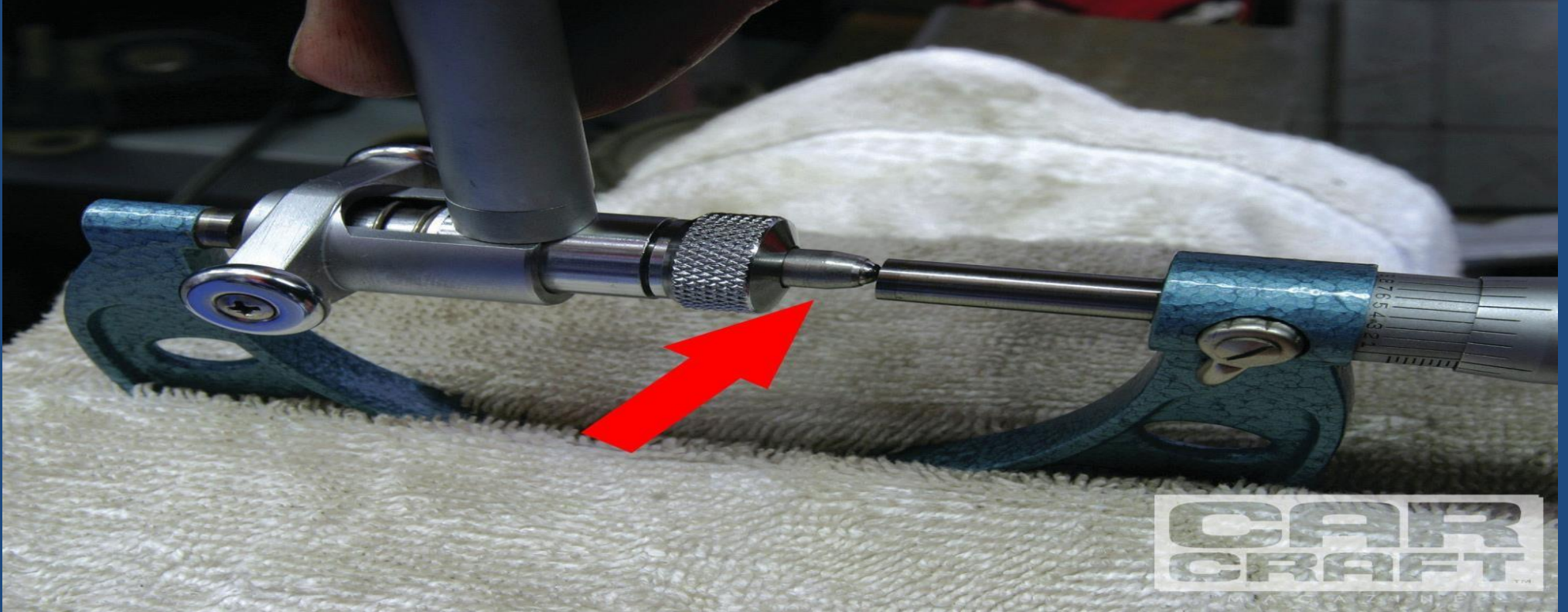
Elektronik(Dijital) Komparatörler

Sapma miktarı dijital ekran üzerinden okunur. Hassasiyetleri 0,01mm ve 0,001 mm olabilir. Üzerlerinde açma/kapama, sıfırlama ve mm/inç butonları bulunabilir.



Komparatör Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar

Komparatörlerin kendileri ölçme takımı değildir. Bunlar daha ziyade mukayeseli ölçü almak için kullanılır. Yani komparatörler önce standart ölçüyü gösterecek şekilde bir mikrometre veya standartla ayarlanır ve sıfırlanır. Sonra ölçülecek parçanın standarttan ne kadar ayrıldığı tespit edilir.



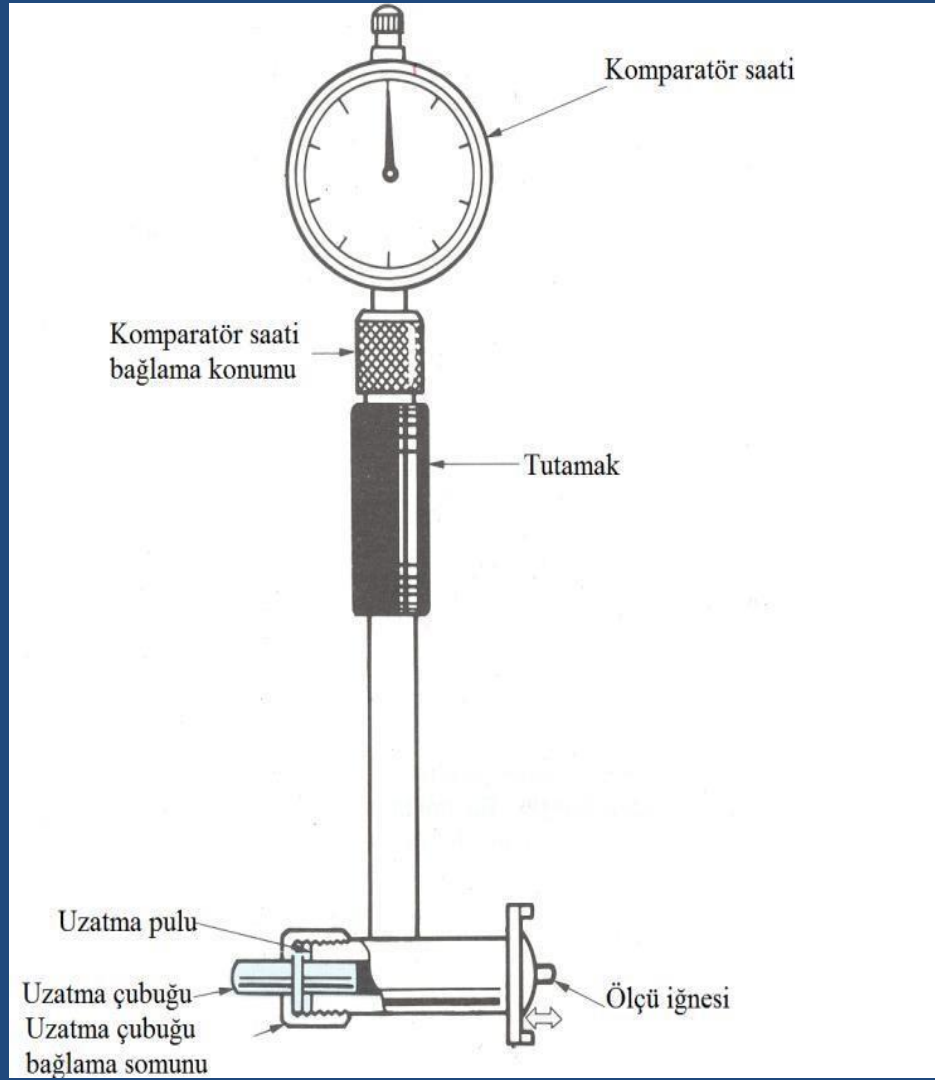
Komparatör Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar

Sıfırlama için gösterge kadranının sıfırı standarda ayarlanmış ibrenin altına getirilir. Bazı komparatörlerde kadran üzerinde tolerans gösteren ilave işaretler de bulunabilir.

Komparatörlere gerekirse ilave ayaklar takılarak bir dış çap mikrometresi ile standart çapı sıfır gösterecek şekilde ayarlanır. Sonra komparatör silindir içine sokularak çaptaki değişimler okunur



Komparatör Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar



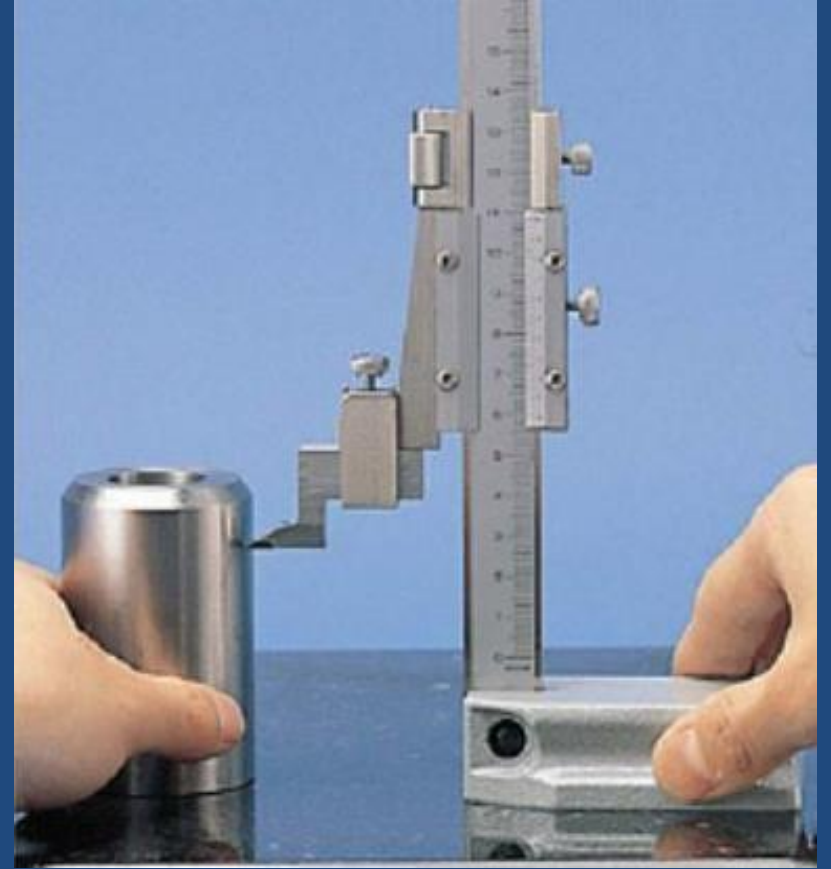
Komparatör Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar

Hatasız ölçme işlemi iki aşamada gerçekleşir. Birinci basamak doğru ölçü almak, ikinci basamak alınan ölçüyü doğru okumaktır. Bunun için aşağıdaki hususlara dikkat etmeliyiz.

- İstenilen ölçü hassasiyetine uygun ölçü alet seçilmelidir.
- Ölçü aleti ile ölçülecek parça temiz olmalıdır.
- Ölçü aleti sağlam ve alınacak ölçüye uygun olmalıdır.
- Hassas ölçümlerde; hava sıcaklığı, parçanın sıcaklığı, ölçü aletinin sıcaklığı 19-21 °C olmalıdır.
- Ölçme esnasında ölçü aletine normal temas baskısı verilir.
- Ölçüm okunurken aydınlık yeterli olmalı ve ölçü aletine dik olarak bakılmalıdır.
- Hiçbir zaman hareket eden parçaların üzerinde ölçü alınmamalıdır.
- Ölçme işleminden önce ölçü aletinin ayar tamlığı kontrol edilmelidir. Gerekiyorsa ayar yapılmalıdır.
- Komparatörlerle ölçü alırken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri de parçaların hareket sınırlarının komparatörün ölçme sahasının içinde kalmasıdır. Aksi hâlde ya komparatör iş parçasından ayrılarak yanlış değer okumasına sebep olur, ya da parçanın hareketi bitmeden komparatör ölçme sınırına dayanır ve zorlama yüzünden kırılabilir.
- Özellikle dönen parçalar üzerine ölçme yaparken komparatör ayağının delik ve çıkıntılara takılmamasına dikkat edilmelidir

MARKALAMA

- Önceden hazırlanmış iş resminin gereç üzerine aktarılmasına **markalama** denir.
- Markalama parçaların yapım resimlerine göre yapılmasını amaçlar. Dolayısıyla markalama işin ilk işlem basamağını oluşturur. İşin istenilen özellikte, ölçüde olması markalamanın tamlığı ile ilgili olduğundan büyük önem taşır.
- Markalama daha çok, az sayıda yapılacak işlerde uygulanır. Seri imalatla markalama yapılmaksızın işler yapılır. Markalama yerine; şablonlar, kalıplar ve otomatik makinalardan yararlanılır.



Markalama Takımları

- Metre, elik cetvel,
- Markalama pleytleri,
- izecekler,
- Mihengirler,
- Pergeller,
- Nokta,
- eki,
- Őapkalı gonyeler, ayarlı gonyeler,
- V yatađı
- Merkezleme gonyesi ve anı,
- Yüzey boyama araçları,

