

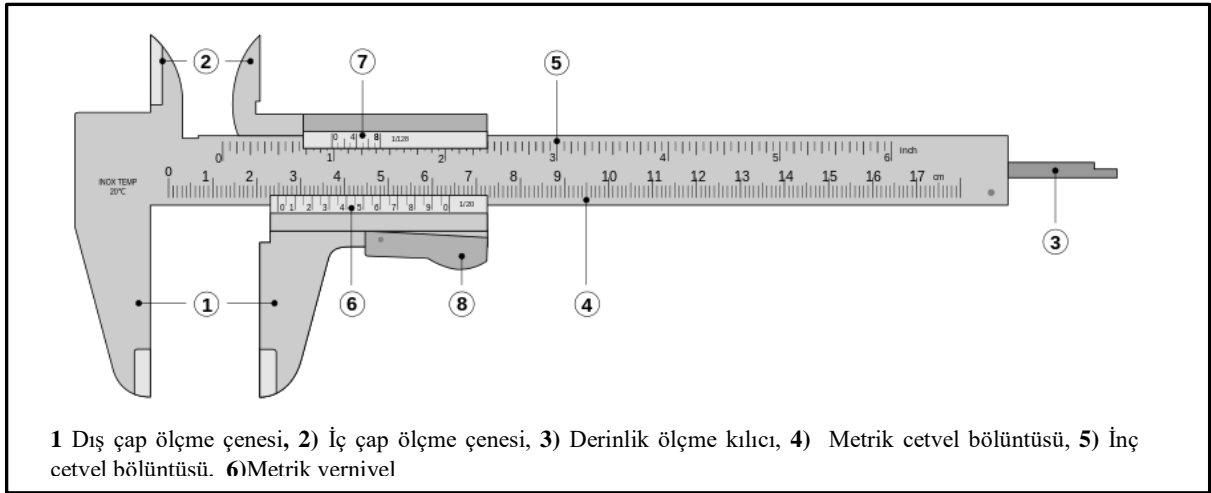
BÖLÜM 3

BOYUT, AÇI ÖLÇÜMÜ VE MASTARLAR

Makine mühendisliğinin çalışma alanlarında ölçmelerin büyük bir kısmı boyut ölçümünden oluşmaktadır.

3.1 Kumpaslar

Kumpaslar iç çap dış çap derinlik, kalınlık ölçümlerinde kullanılmaktadır. Çalışma şekline göre üç tip kumpas vardır. Mekanik Kumpaslar 0.02 mm hassasiyete kadar ölçüm yaparlar. Dijital ve saatli kumpaslar ise 0.01 mm hassasiyete kadar ölçüm yaparlar. (Kumpas kullanımı ile ilgili video bağlantısı bkz. **Ek-1**)



Şekil 3.1: Mekanik kumpasın bileşenleri



Şekil 3.2: Dijital kumpas



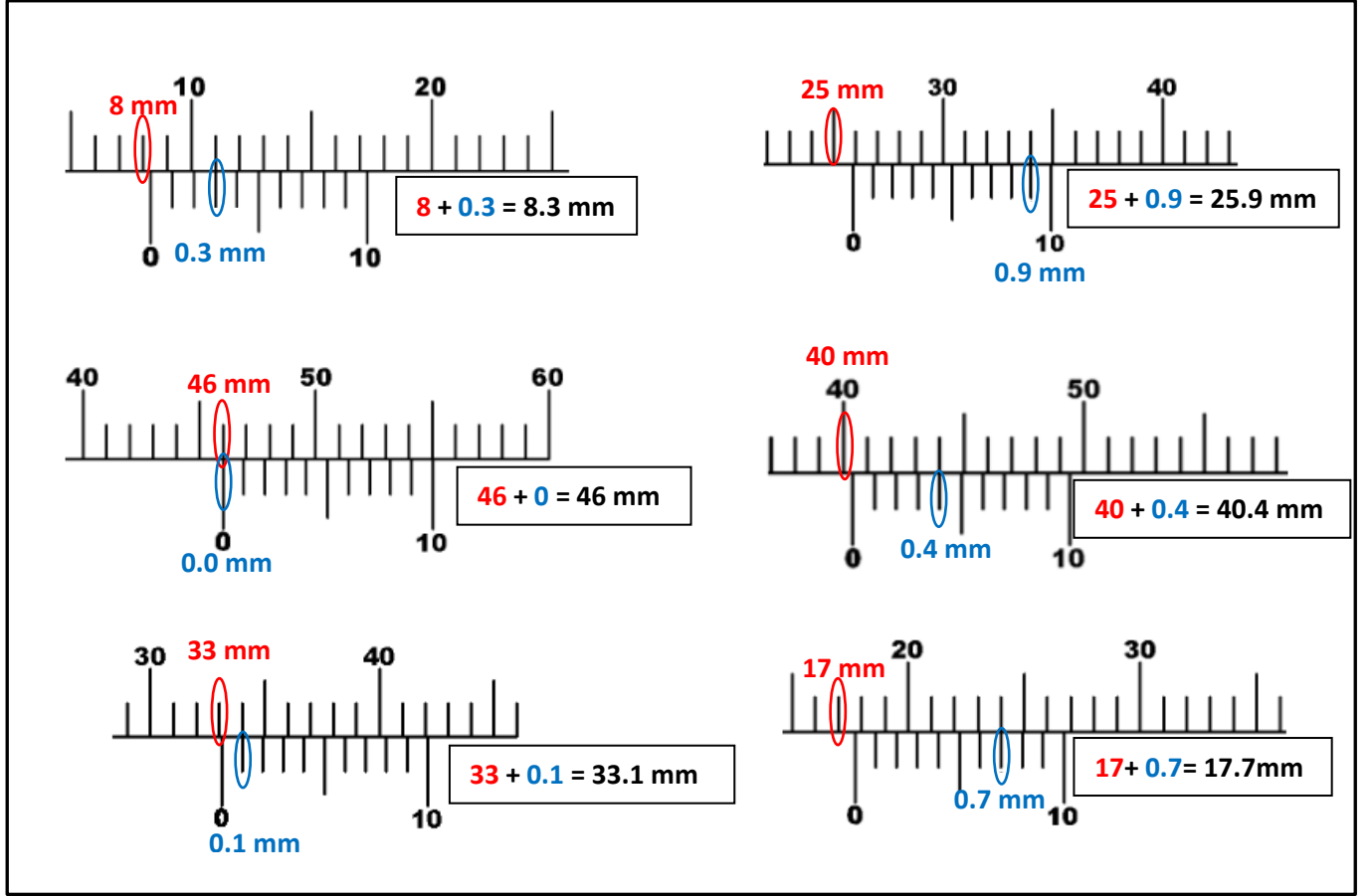
Şekil 3.3: Saatli kumpas

Kumpaslarda Hassasiyet: 1/10 (0.1 mm hassasiyetinde), 1/20 (0.05 mm hassasiyetinde), 1/50 (0.02 mm hassasiyetinde), 1/100 (0.01 mm hassasiyetinde) şeklinde dört farklı hassasiyette kumpas tipi vardır.

3.1.1 Metrik kumpaslarda ölçüm

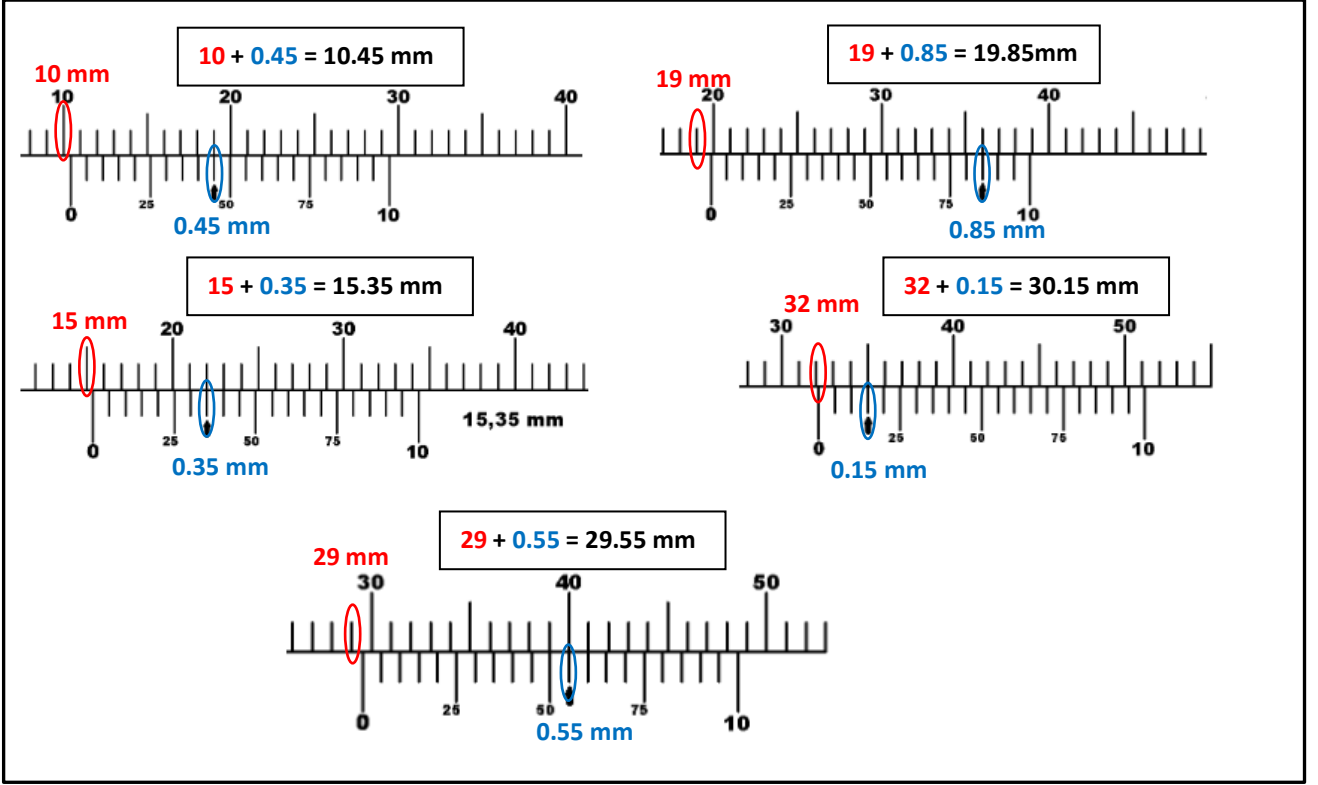
1/10 mm Verniyer Bölüntülü Kumpaslar

Bu kumpaslar 0.1 mm hassasiyetinde ölçüm yaparlar. Okunuşlarıyla ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.



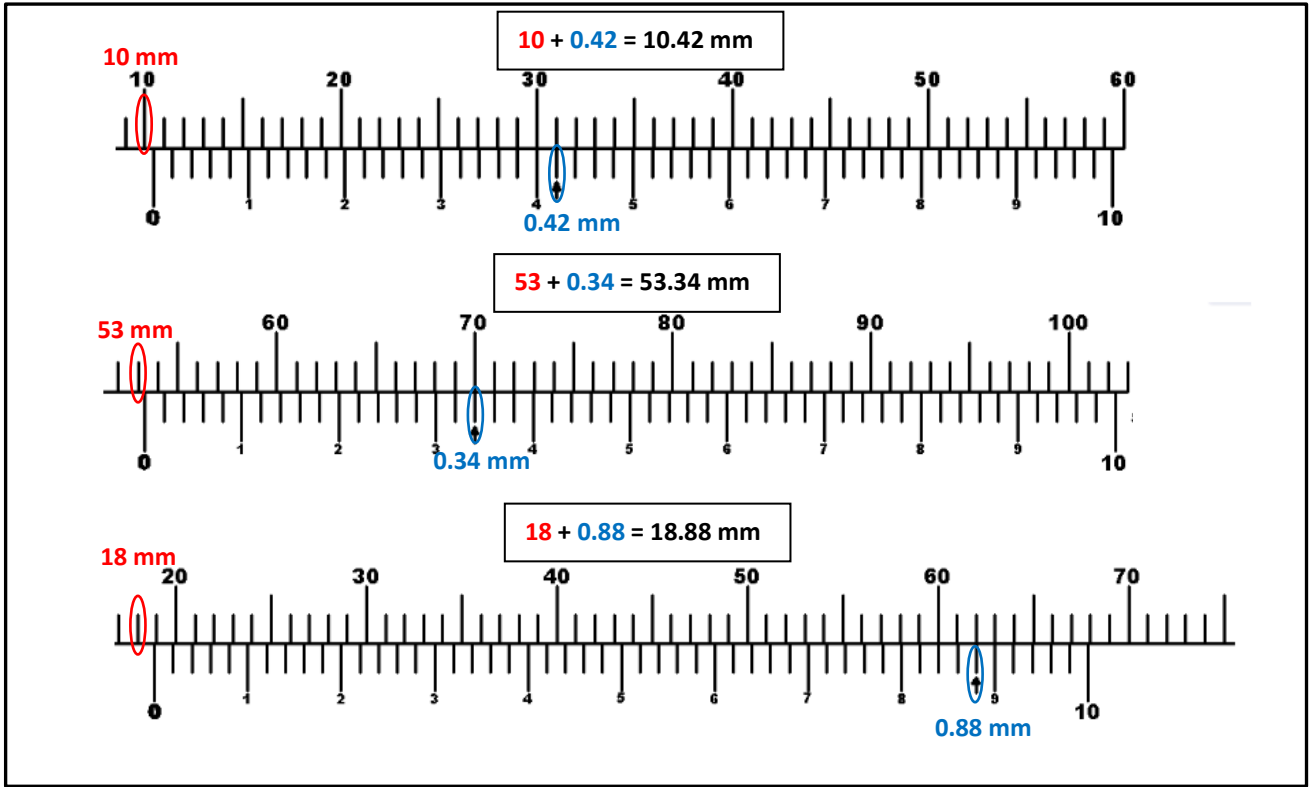
1/20 mm Verniyer Bölüntülü Kumpaslar

Bu kumpaslar 0.05 mm hassaiyetinde ölçüm yaparlar. Okunuşlarıyla ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.



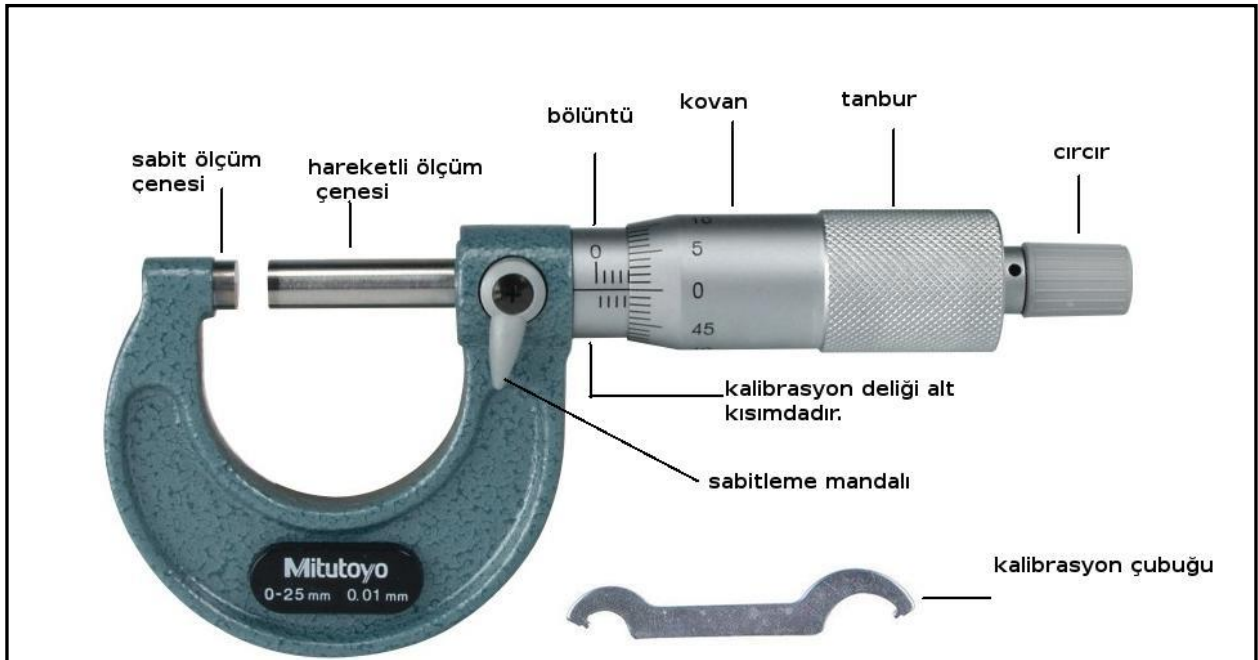
1/50 mm Verniyer Bölüntülü Kumpaslar

Bu kumpaslar 0.02 mm hassaiyetinde ölçüm yaparlar. Okunuşlarıyla ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.

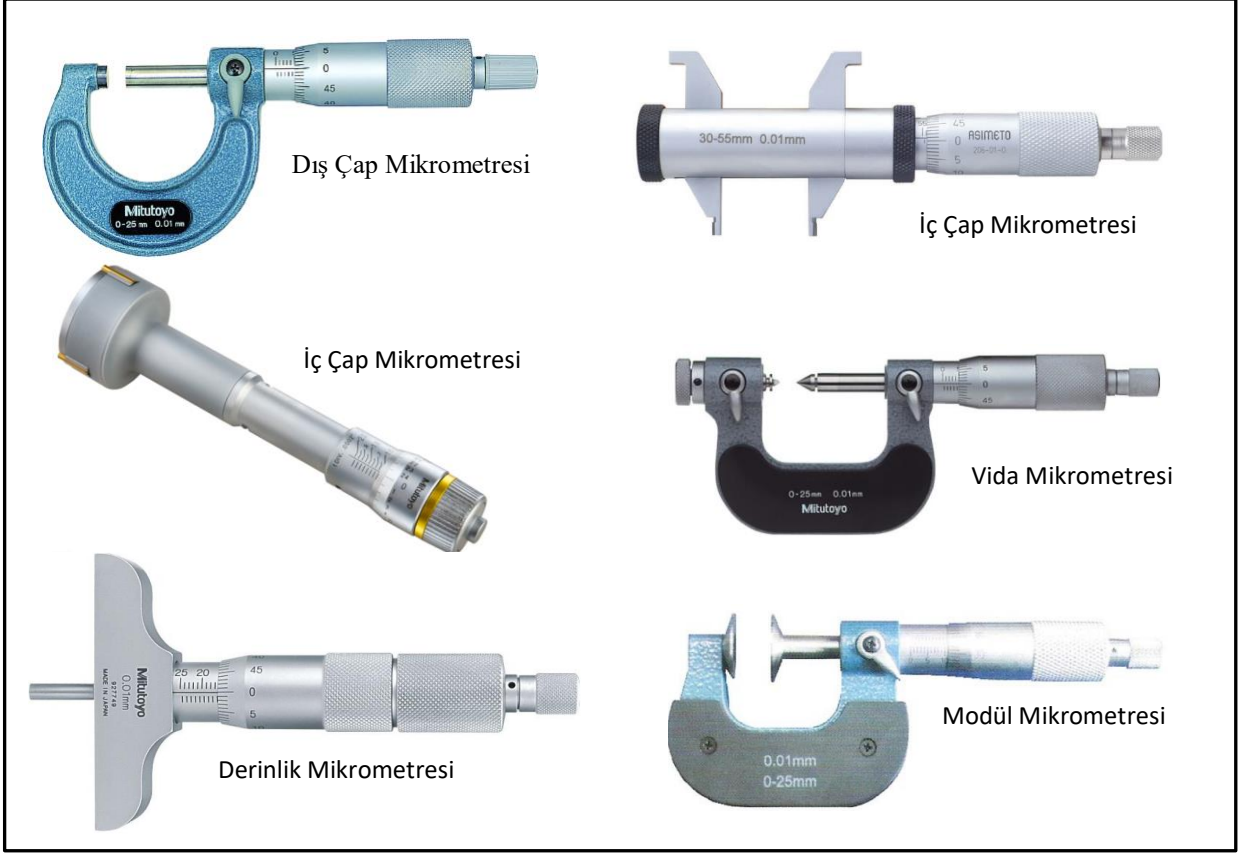


3.2 Mikrometreler

0.01 ve 0.001 mm hassasiyetinde ölçme yapan ölçü aletleridir. (Mikrometre kullanımı ile ilgili video bağlantısı bkz. Ek-2)



Şekil 3.4: Mikrometrenin bileşenleri



Şekil 3.5: Farklı mikrometre çeşitlerinin bazı örnekleri

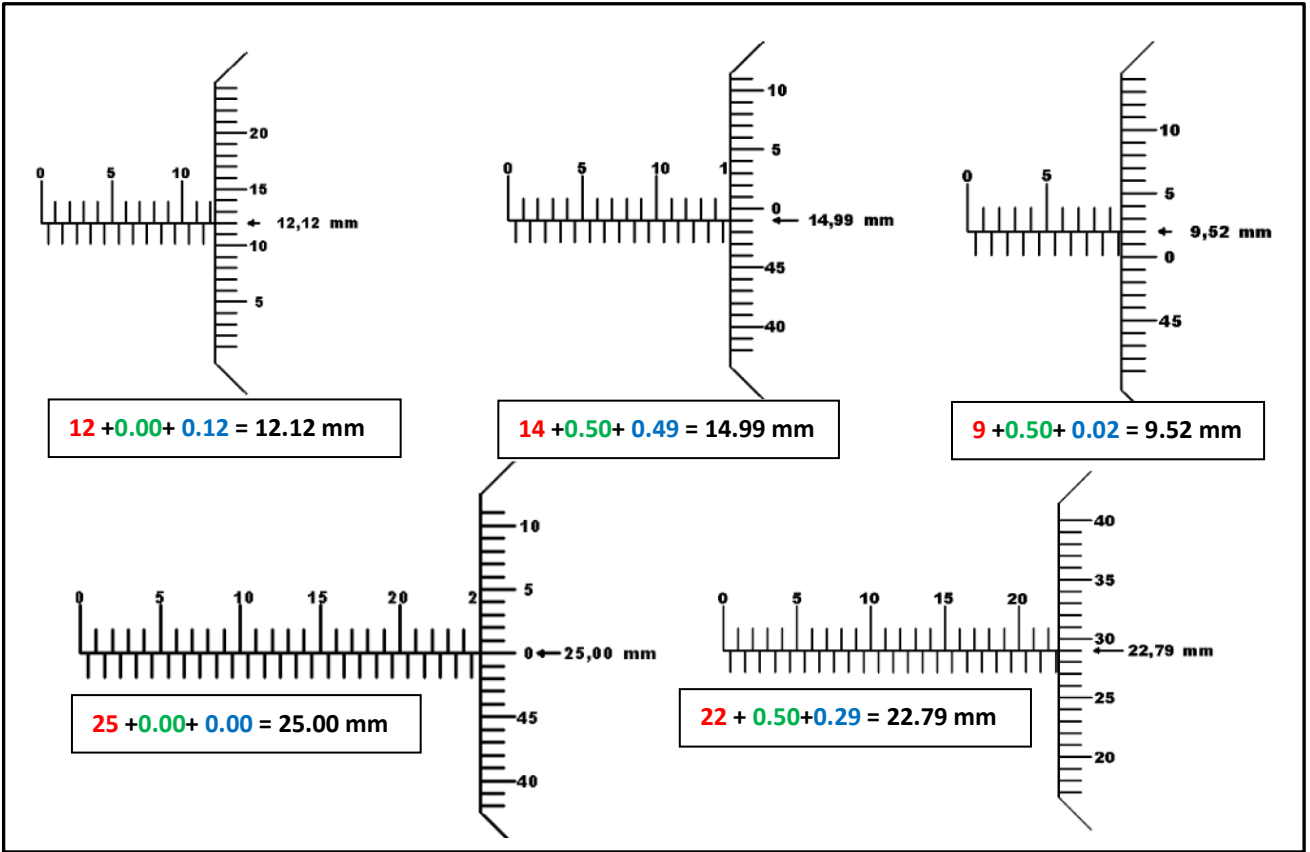
Mikrometreler belli bir ölçü aralığında ölçüm yapabilirler. Ölçme aralıkları Şekil 3.3' teki gibi mikrometre üzerine yazılıdır.



Şekil 3.6: Farklı ölçme aralığına sahip mikrometreler.

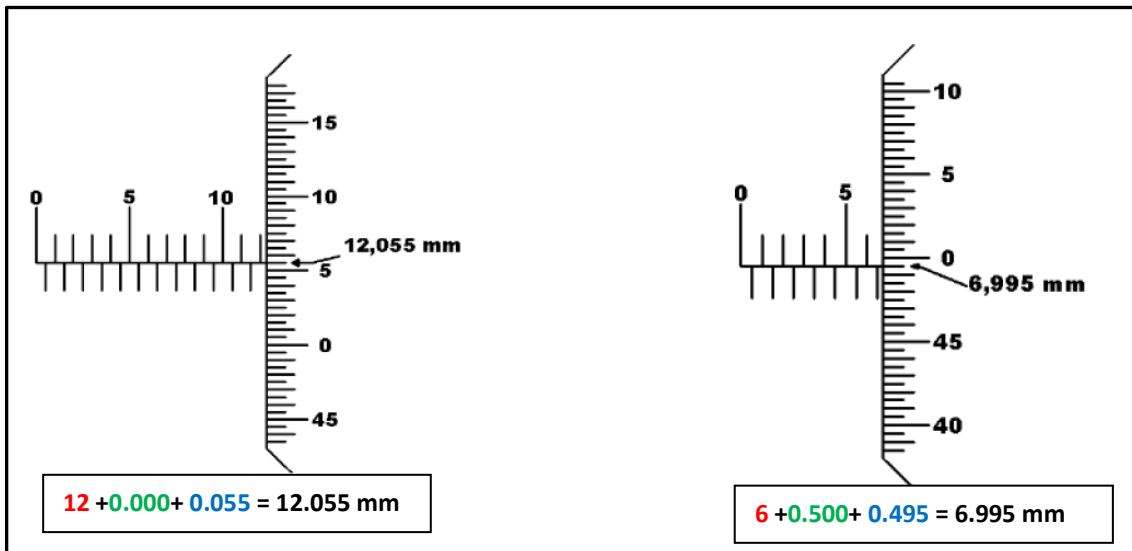
1/100 mm Hassasiyetli Mikrometreler

Bu mikrometreler 0.01 mm hassasiyetinde ölçüm yaparlar. Okunuşlarıyla ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.



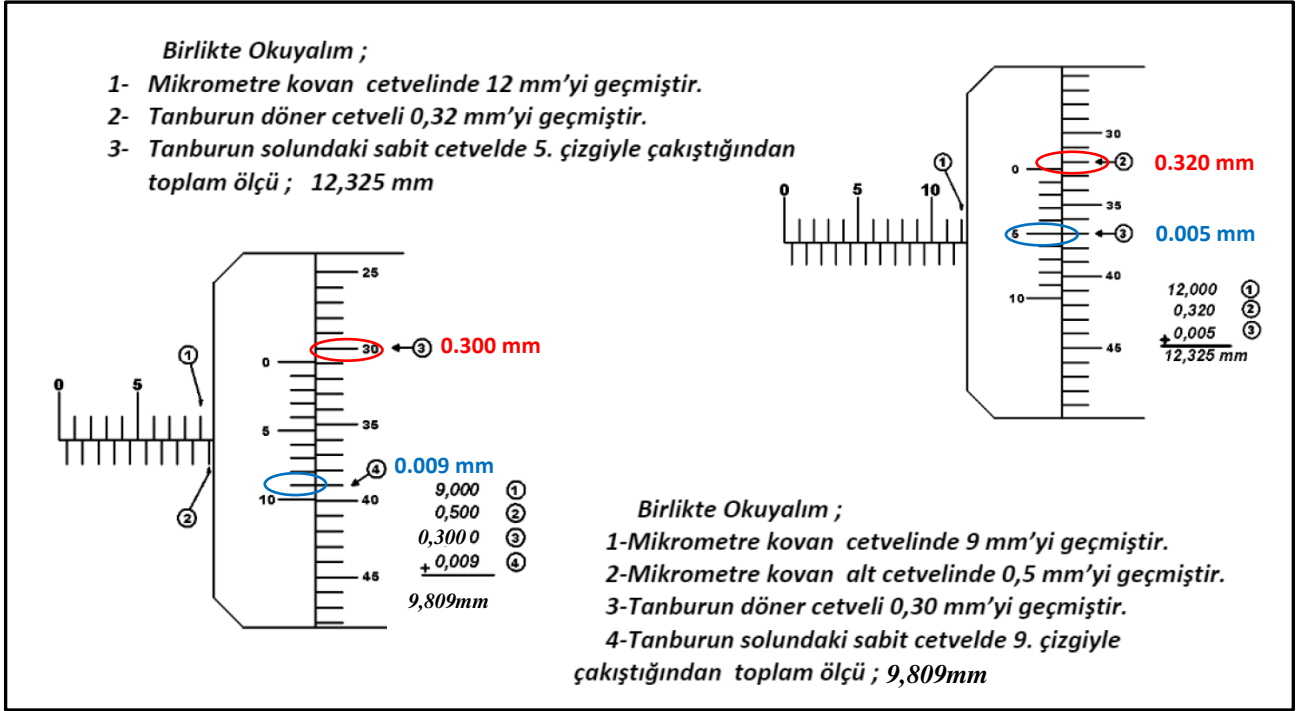
1/200 mm Hassasiyetli Mikrometreler

Bu mikrometreler 0.005 mm hassasiyetinde ölçüm yaparlar. Okunuşlarıyla ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.



1/1000 mm Hassasiyetli Mikrometreler

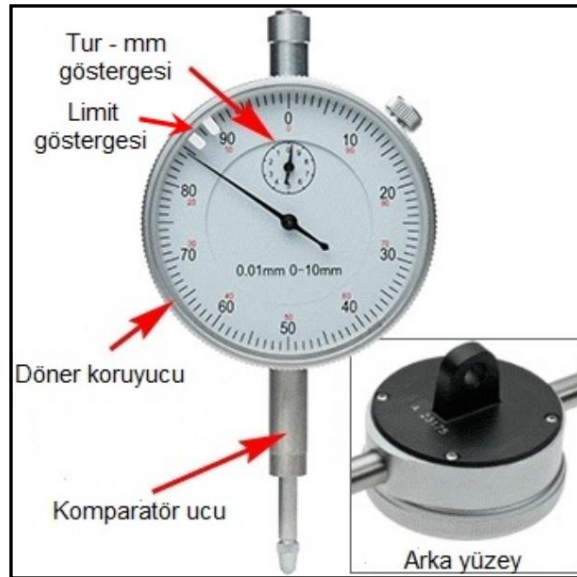
Bu mikrometreler 0.001 mm hassasiyetinde ölçüm yaparlar. Okunuşlarıyla ilgili örnekler aşağıda verilmiştir.



3.3 Komparatörler

Genellikle kontrol-karşılaştırma amacıyla kullanıldıkları için ölçü aletlerine komparatör adı verilir. Komparatörler kolay ölçüm yapılabilmesi için Sehpa veya Sabit Ölçü Aygıtlarına bağlıdır.

Komparatörler mutlak boyutun ölçümünde kullanmak yerine, boyutların mukayeseli ölçümünde, küçük ölçü farklarının okunmasında, geometrik biçim değişimlerinin kontrolünde kullanılmaktadır. Hassasiyetleri 0.01 mm ile 0.001 mm arasında hassasiyetleri vardır. Ölçü aralıkları 0-0.25 mm ile 0-30 mm arasından olabilir. (Komparatör kullanımı ile ilgili video bağlantısı bkz. Ek-3, Ek-4)



Şekil 3.6: Komparatörün bileşenleri



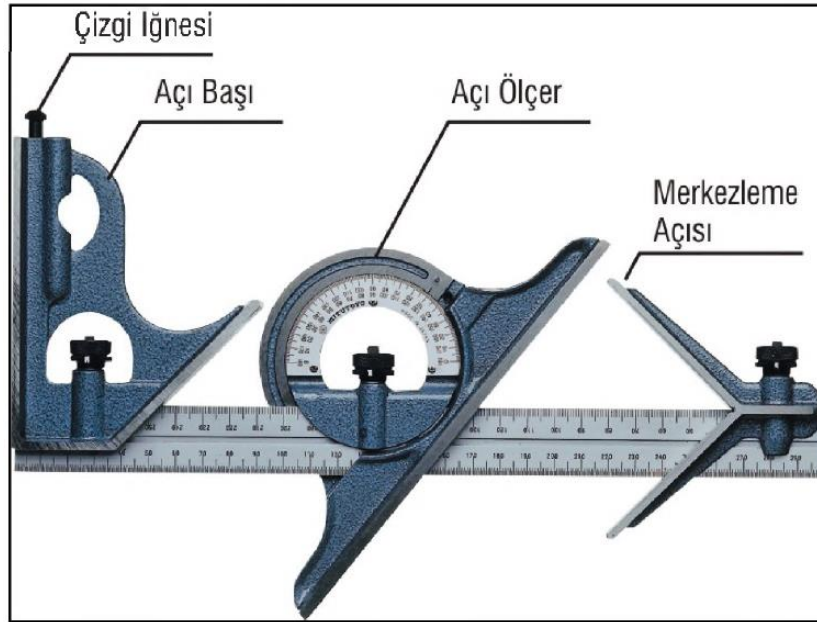
Şekil 3.7: Komparatörün kullanım örneği

3.4 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.

3.5 Açı Ölçerler

İki düzlem arasındaki açı gönye kullanılarak ölçülmektedir. Açı ölçmek için farklı tipte gönyeler bulunmaktadır. Aşağıdaki şekilde ayarlı gönyenin örneği verilmiştir.



Şekil 3.8: Ayarlı gönye

3.6 Masterlar

Masterlar, parça boyutlarının, geometrik yapılarının ve yüzey kalitelerinin karşılaştırmalı kontrolünde kullanılan boyutları ve geometrik yapıları standartlara uygun sabit olan kontrol aletleridir.



Şekil 3.9: Mastar çeşitleri

1.1.1 3.6.1 Blok mastarları (Johnson mastarı)

Johnson mastarları dikdörtgen prizmalar biçiminde, özel şekilde sertleştirilmiş ve yüzeyleri çok ince işlenmiş çelik parçalardır. Johansson mastarları çok değişik gruplar halinde özel tahta kutularında bulunurlar.

Örneğin :

- 0,001 mm. artarak 1,001 – 1,009 mm. ye kadar 9 parçalı,
 - 0,01 mm. artarak 1,01 – 1,09 mm. ye kadar 9 parçalı,
 - 0,05 mm. artarak 0,05 – 1 mm. ye kadar 20 parçalı,
 - 0,001 mm. artarak 1,001 – 1,009 mm. ye kadar 9 parçası,
 - 0,01 mm. artarak 1,01 – 1,09 mm. ye kadar 9 parçası,
 - 0,1 mm. artarak 1,1 – 1,9 mm. ye kadar 9 parçası,
 - 1 mm. artarak 1-9 mm. ye kadar 9 parçası,
 - 10 mm. artarak 10-100 mm. ye kadar 10 parçası olan,
- toplam 46 parçalı kutular bulunduğu gibi, 87, 111, 121 parçalı Johnson mastarları takımı da vardır.



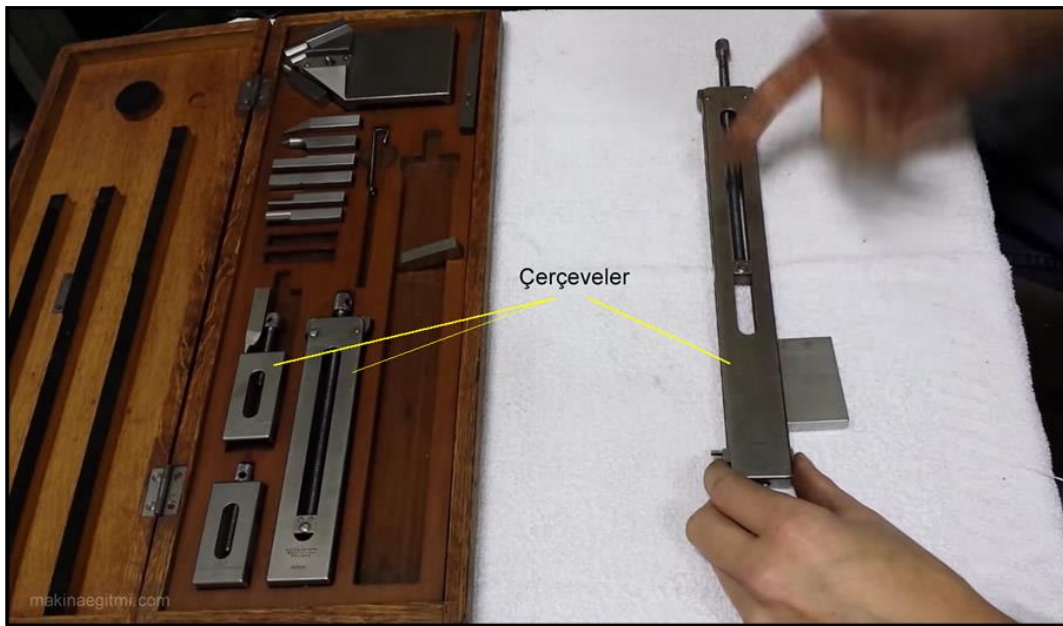
Şekil 3.10: Johnson mastarı kutusu

Amaçlarına göre Johnson mastarları

- 1 — AA tamlık derecesindeki mastarlar en hassas olanlarıdır ve ölçme laboratuvarlarında kullanılır.
- 2 — A tamlık derecesinde olanları hassas ölçü aletlerinin yapımında vb. kontrolünü yararlı olur.
- 3 — B tamlık derecesindeki Johnson mastarları freze, matkap vb. kesici aletler için yapılan iş kalıplarının kontrolünde kullanılır.
- 4 — C tamlık derecesindekiler de genel olarak atölyelerde kontrol ve markacılık işlemlerinde kullanılırlar.

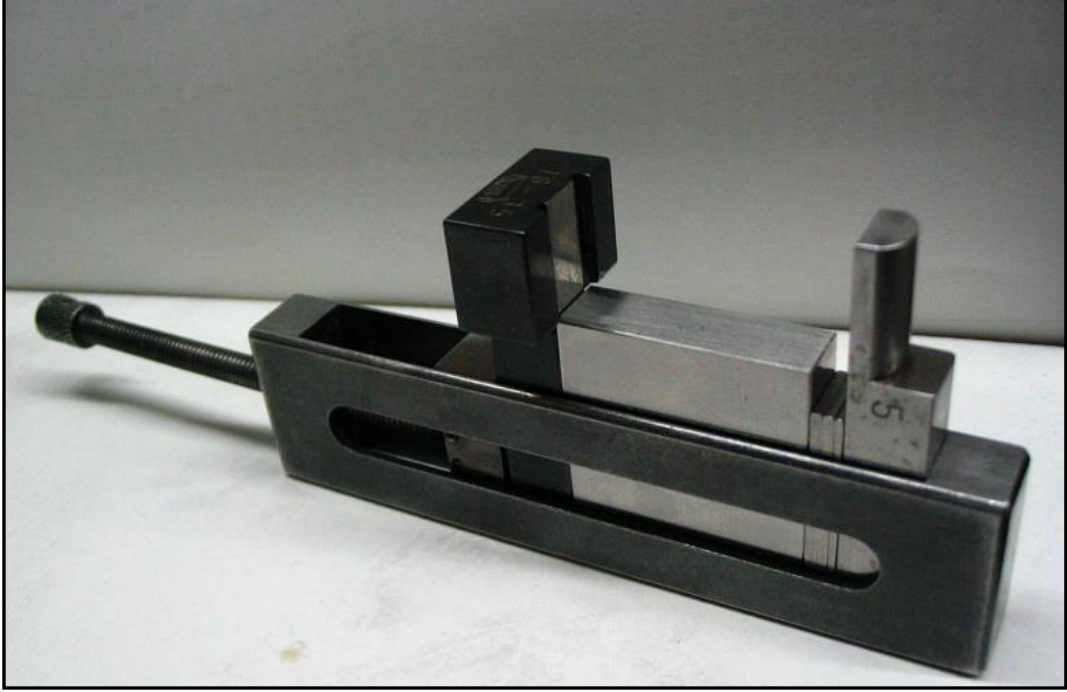
Johnson mastarı kullanımı

Pek çok kullanma alanı olan Johnson mastarların-dan bir seri yardımcı parçalarından yararlanılarak, sınır mastarı olarak da faydalanılır. Bu yardımcı parçalar Johansson mastarları ile birlikte, kutular içinde takım halinde bulunurlar. Bu takımın en önemli parçası çerçevedir. Bir takımında genel olarak üç boy çerçeve bulunur. Bu çerçevelerle; 0 — 50, 0— 100, 100— 200 mm. ye kadar ölçüler kontrol edilebilir. Kutuda ayrıca iç ve dış ölçüleri kontrole yarayan ölçme çeneleri vardır. (Johnson mastarı kullanımı ile ilgili video bağlantısı bkz. **Ek-5**)



Şekil 3.11: Johnson mastarı yardımcı elemanları

Bir milin ölçüsünü kontrol edebilmek için, istenilen ölçüye göre bir çerçeve seçilir. Çerçeve içine uygun iki ölçme çenesi ve aralarına da ölçüyü verecek sayıda Johnson mastarı yerleştirilir, çerçevedeki vida sıkılır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12: Johnson mastarıyla ölçüm

Johansson Masterları ile delik ölçülerinin kontrolü

Bunun için ölçen kısımları yarım silindir biçiminde olan ikişerli takımlar halindeki ölçme çenelerinden faydalanılır. Bu ölçme çenelerinin Johnson masterlarına değen yüzeyleri düzlem olarak taşlanmış ve leplenmiştir. Ölçme alanını genişletmek için yarım silindirlere oluşan ölçen uç kısımlarının kalınlığı değişik olarak yapılmıştır. Bir takımı meydana getiren iki ölçme çenesinin düzlem yüzeyleri birbirine yapıştırılacak olursa, ölçen uçlar $2 \times 2 = 4$ veya $2 \times 5 = 10$ mm çaplı tam silindir haline gelirler.



Şekil 3.13: Johansson mastarı çeneleri

1.1.2 3.6.2 Kalınlık ve aralık masterları

Makine ve aparatların montajında, örneğin; kızak ve yataklardaki boşluklar ile supap aralığı, piston boşlukları v.b. küçük boşlukların ölçülmesi için boşluk masterları (sentiller) kullanılır.



Şekil 3.14: Kalınlık ve aralık masterları

1.1.3 3.6.3 Çatal masterları

Mil çaplarının tolerans sınırları içinde işlenip işlenmediğini kontrol etmek için kullanılır. Çatal masterlar şekilde görüldüğü gibi, biri geçer taraf diğeri de geçmez taraf olmak üzere iki ağızlı yapılıdır.



Şekil 3.15: Çatal masterları

1.1.4 3.6.4 Tampon masterları

Bu masterlar delik çaplarının tolerans sınırları içinde işlenip işlenmediğini kontrol etmek için kullanılır. Tampon masterlar şekilde görüldüğü gibi, biri geçer taraf diğeri de geçmez taraf olmak üzere iki taraflı yapılıdır. (Vida mastarı kullanımı ile ilgili video bağlantısı bkz. **Ek-6**)



Şekil 3.16: Tampon mastarları

1.1.5 3.6.5 Vida mastarları

Vida mastarı, bir defada diş üstü çapını, diş dibi çapını, adımı ve ayrıca dişlerin iyi bir temas sağlayacak şekilde biçimlenmiş olup olmadığını kontrol etmek üzere yapılmıştır. (Vida mastarı kullanımı ile ilgili video bağlantısı bkz. **Ek-7**)

Bilmediğimiz bir vida adımının bulunmasında özellikle, vida taraclarından yararlanır. Vida dişleri üzerine taraclar teker teker konur ve ışığa doğru bakılır.. Hangi tarağın dişleri vida boşluğuna en iyi şekilde oturuyor ve aradan ışık sızmiyorsa, o tarak vidamızın adımına uygun olanıdır. (Vida tarağı kullanımı ile ilgili video bağlantısı bkz. **Ek-8**)



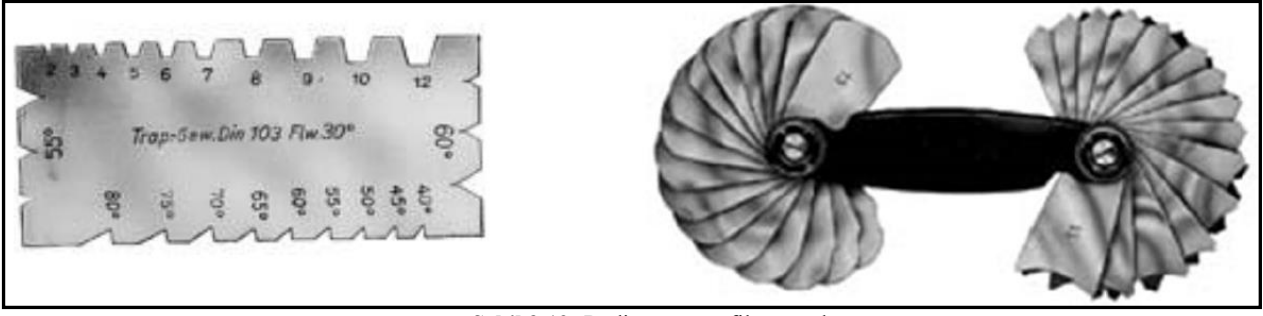
Şekil 3.17: Vida mastarları



Şekil 3.18: Vida taracları

1.1.6 3.6.7 Radyüs ve profil mastarları

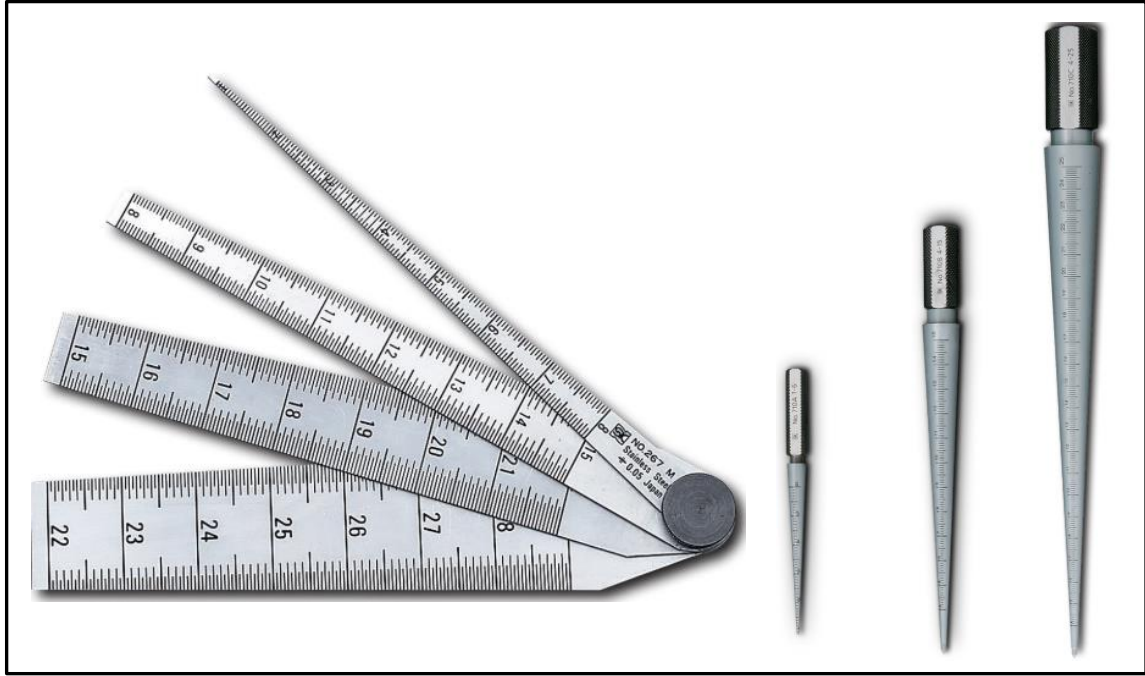
İmalatta kanal, yiv iç-diş bükey radyüs vb. geometrilerin kontrolünde kullanılan mastarlardır.



Şekil 3.19: Radyüs ve profil masterları

1.1.7 3.6.8 Konik masterlar

Bu masterlar, silindirik ve lama biçimlidirler. Her iki tür master üzerinde de bölüntü çizgileri vardır. Ölçüm yapılan olan dairesel kısma master sokulur ve master üzerindeki bölüntülerden yararlanılarak istenilen ölçüye göre kontrolleri yapılır.



Şekil 3.20: Konik masterlar

Ekler

Ek-1: <https://www.youtube.com/watch?v=bmjM-jtbikQ> (Kumpas kullanımı)

Ek-2: https://www.youtube.com/watch?v=G-7u1SP5eXo&list=PLckrIIEqt7DChLY0WDZO_kItHgSwIXaLB&index=4
(Mikrometre kullanımı)

Ek-3: <https://www.youtube.com/watch?v=UubnxErZNsw> (Komparatör kullanımı)

Ek-4: https://www.youtube.com/watch?v=FqSJhY_ltc (Komparatör kullanımı)

Ek-5: <https://www.youtube.com/watch?v=JRepuuPVV6s> (Blok master kullanımı)

Ek-6: <https://www.youtube.com/watch?v=QsVawLcW67c> (Tampon master kullanımı)

Ek-7: <https://www.youtube.com/watch?v=sjrMR-KrZ9U> (Vida mastarı kullanımı)

Ek-8: <https://www.youtube.com/watch?v=Gdvtw0pTAOs> (Vida tarağı kullanımı)

UYGULAMA HAFTASI 1

Soru 1: Aşağıdaki ilgili kısımları doldurunuz.

Büyükük	Birim adı
Uzunluk	Metre (m)
Kütle	Kilogram (kg)
Zaman	Saniye (s)
Sıcaklık	Kelvin (K)
Açı	Radyan (rad)
Yoğunluk	kg/m ³
Hız	m/s
Kütlesel Debi	kg/s
Hacimsel Debi	m ³ /s
Basınç, Gerilme	Pascal (Pa), N/m ²
Açısal İvme	rad/s ²

Büyükük	Açıklama	Birimi	Temel boyutu
Kuvvet	Momentumdaki anlık değişime neden o.	Newton (N)	kg.m/s ²
Basınç, Gerilme	Birim alana etki eden kuvvet	Pascal (Pa), N/m ²	kg/m.s ²
İş, Enerji, Isı		Joule (J), N.m	kg.m ² /s ²
Güç, Isı Geçişi	Birim zamanda yapılan iş	Watt (W), J/s	kg.m ² /s ³
Isı İletkenlik		W/m.K	kg.m / s ² .K
Isı Akısı	Birim zamanda kesit alandan geçen ısı mik.	W/m ²	kg/s ³
Özgül Isı	1 kg maddeyi 1°C ı sıtmak için gerekli ısı m.	J/kg.K	m ² /s ² .K
Gizli Isı	1 kg maddenin faz değiştirmesi için gerekli	J/kg	m ² /s ²

Değer	Birim	Değer	Birim
12	dm ³	0.012	m ³
24	mL	0.024	L
30	GPa	30 000 000 000	Pa
16	nm	0.000 000 016	m
17	µg	0.000 017	g
20	Tg	20 000 000 000	kg
50	cm ³	0.050	L
0.5	m ³	500	L
100	kPa	0.100	N/mm ²
10	kN	10 000 000	mN

Soru 2: 50 MN luk basma kuvvetinin 10 m² alanda oluşturacağı basınç kaç Pa'dır?

$$\text{Basınç (P)} = \frac{\text{Kuvvet (F)}}{\text{Alan (A)}} = \frac{50 \text{ MN}}{10 \text{ m}^2} = \frac{50 \cdot 10^6 \text{ N}}{10 \text{ m}^2} = 50 \text{ MPa}$$

Soru 3: 30 saniyede 6 litre su akan bir musluğun debisi kaç kg/h'tır? ($\rho_{\text{su}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

$$\text{Debi (m)} = \frac{\text{Kütle (m)}}{\text{Zaman (t)}} = \frac{6 \text{ L} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3}{30 \text{ s}} = \frac{6 \cdot (10^{-3} \text{ m}^3) \cdot 1000 \text{ kg/m}^3}{30 \cdot \left(\frac{1}{3600} \text{ h}\right)} = 720 \text{ kg/h}$$

Soru 4: 100 litre su haznesine sahip elektrikli şofben kapalı durumdayken (dengeli durum) banyo sıcaklığının 20 °C olduğu durumda çalıştırılıyor. Çalıştırdıktan 90 dakika sonra şofbenin içindeki suyun ortalama sıcaklığı 40 °C'ye ulaşmaktadır. Şofbenin %100 verimle çalıştığı düşünülürse şofbenin gücü kaç Watt'dır?. ($C_{p,\text{su}} = 4.186 \text{ kJ/kg.K}$)

Önce şofbenin %100 verimle çalıştığı kabul edilerek suyu ısıtmak için gerekli olan güç hesaplanır.

$$= \frac{100 (10^{-3} \text{m}^3) * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 4.186 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} * (40 - 20) \text{K}}{90 (60\text{s})} = 1.55 \text{kW}$$

Soru 5: Bir deney düzeneğinde 75 mm ile 100 mm arasında uzunluklar 0.002 hassaslıkta ölçülecektir. Ölçüm aralıkları, hassasiyetleri, doğrulukları ve fiyatları aşağıda verilen ölçü aletleri içerisinde, en uygun cihazı, gerekli analizi yaparak seçiniz.

Cihaz No	Ölçüm aralığı [mm]		Hassasiyet [mm]	Doğruluk [%]	Maliyeti [TL]	Analiz/Seçim
	L _{alt}	L _{üst}				
1	50	75	0.001	0.001	500	Aralık uygun değil
2	25	50	0.002	0.001	350	Aralık uygun değil
3	75	100	0.002	0.008	500	± 0.002 mm
4	50	100	0.001	0.008	750	± 0.004 mm (Doğruluğu kötü)
5	75	100	0.0005	0.002	850	± 0.0005 mm (Daha pahalı)
6	75	125	0.01	0.001	100	0.01>0.002 Hassasiyet uygun değil

Soru 6: Bir cismin uzunluğu dört kez ölçülmüştür. Bu büyüklükler için; a) Aritmetik ortalamayı, b) her değer in sapması, c) standart sapma değerini d) Chauvenet kriterine göre ölçüm sonuçlarını değerlendiriniz. $D_{\max}/S < 1.54$

$$X_1 = 24.1 \text{ m}, X_2 = 26.7 \text{ m}, X_3 = 25.1 \text{ m}, X_4 = 25.4 \text{ m}$$

- a) $X_o = (24.1+26.6+25.1+25.4) / 4 = 25.3 \text{ m}$
b) $D_1 = 24.1-25.3 = -1.2 \text{ m}$
 $D_2 = 26.6-25.3 = 1.3 \text{ m}$
 $D_3 = 25.1-25.3 = -0.2 \text{ m}$
 $D_4 = 25.4-25.3 = 0.1 \text{ mm}$

e) Eleman sayısı 20 den az olduğu için;

$$S = \sqrt{\frac{(-1.2)^2 + (1.3)^2 + (-0.2)^2 + (0.1)^2}{4 - 1}} = 1.03$$

g) Dört adet ölçüm yapıldığı için Chauvenet kriterine göre $D_{\max}/S < 1.54$ olması gerekmektedir. Aşağıdaki tabloya bakıldığında tüm ölçümlerin bu değerleri sağladığı görülmektedir. Yani yapılan tüm ölçümler Chauvenet kriterine göre kabul edilebilirdir.

Ölçme No	Uzunluk[mm]	$D_i = X_i - X_o$	D_i/S
1	24.1	-1.2	1.16
2	26.6	1.3	1.26
3	25.1	-0.2	0.19
4	25.4	0.1	0.1

Soru 7: Bir arabanın ortalama hızı, aldığı yol ve geçen süre ölçülerek hesaplanmaktadır. Buna göre en hatalı değerler nelerdir?

$$X = 200 \text{ m} \mp 3 \text{ m}$$

$$t = 5 \text{ s} \mp 0.3 \text{ s}$$

Bu ölçümde nominal hız $200/5=40 \text{ m/s}$ değerindedir. Güç için hesaplanacak en hatalı iki değer:

$$V_{\max} = (200 + 3)/(5 - 0.3) = 43.19 \text{ m/s}$$

$$V_{\min} = (200 - 3)/(5 + 0.3) = 37.17 \text{ m/s}$$

Akılcı yaklaşım metodu kullanılarak hesaplanan hata yüzdesi 7.98 ile -7.08 değerleridir.

Soru 8: Bir asansörün gücünün hesaplanabilmesi için asansörün; toplam ağırlığı $5000 \text{ N} \pm 50 \text{ N}$ ve hızı $1 \text{ m/s} \pm 0.1 \text{ m/s}$ olarak ölçülmektedir. Bu durumda asansörün nominal gücünü ve belirsizliği kaçtır?

$$w_R = \left[\left(\frac{\partial R}{\partial x_1} w_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial x_2} w_2 \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial R}{\partial x_n} w_n \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$= G V = 5000 \text{ N} * 1 \text{ m/s} = \mathbf{5000 \text{ W}}$$

$$\frac{\partial P}{\partial G} = V = 1 \text{ m/s}$$

$$\frac{\partial P}{\partial V} = G = 5000 \text{ N}$$

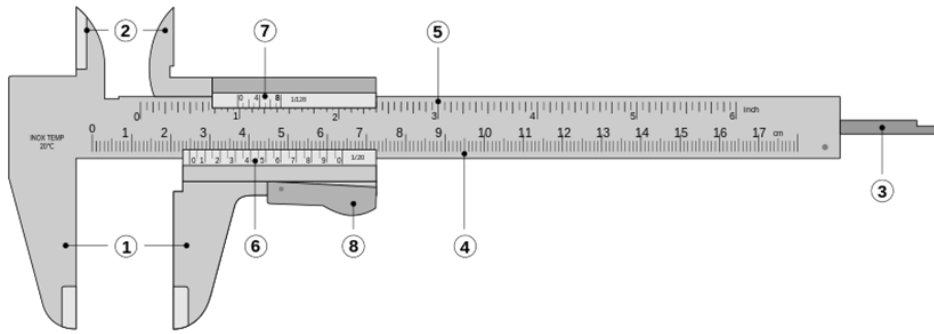
$$w_G = 50 \text{ N}$$

$$w_V = 0.1 \text{ m/s}$$

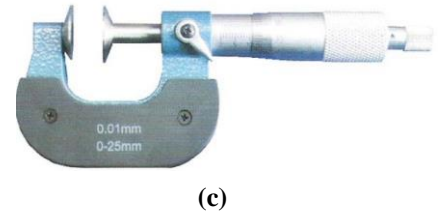
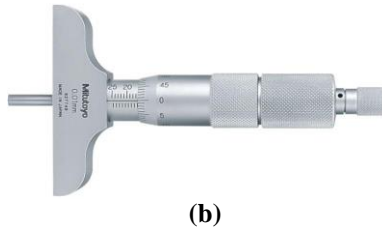
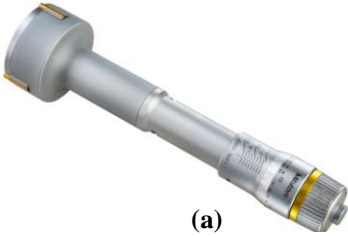
$$w_P = \left[\left(\frac{\partial P}{\partial G} w_G \right)^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial V} w_V \right)^2 \right]^{1/2} = [(1 * 50)^2 + (5000 * 0.1)^2]^{1/2}$$

$$w_P = 70.7 \text{ W} = \% \pm \mathbf{1.414}$$

Soru 9: Aşağıdaki şekilde verilmiş olan kumpasın 1, 2, 3, 4 ve 6 numaralı kısımlarının isimleri nelerdir?



Soru 10: Aşağıdaki şekildeki ölçü aletlerinin her birinin isimlerini, kullanım amaçlarını ve çalışma mantığını kısaca yazınız



Ders notlarına bakınız.

Soru 11: Aşağıdaki ölçü aletlerinde okunan değerleri altlarına yazınız.



17.26 mm



9.03 mm



10.93 mm



21.47 mm



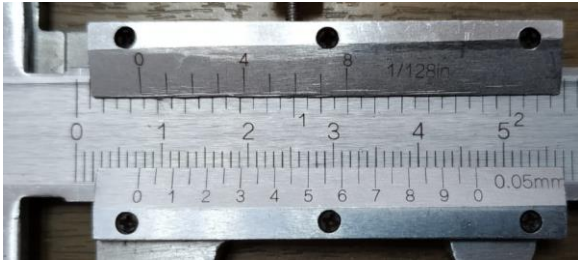
21.50 mm



13.85 mm



52.90 mm



7.60 mm



66.90 mm



90.85 mm