

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında standartlara uygun bir şekilde ölçme işlemini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Her aletle ilgili çizim ve fotoğrafları inceleyiniz. Bunların atölyede kullandığınız aletlerle benzerliklerini bulunuz.
- Uzunluk ölçü birimleri ve birbirlerine çevrimlerini araştırarak sınıfta sunu şeklinde paylaşınız

1.UZUNLUK ÖLÇMEK

1.1. Ölçme

Çağımız bilim ve teknolojisi, hassasiyet üzerine kurulmuştur. Fabrikasyon üretimde kullanılan makineler, insan kontrolü yerine bilgisayar kontrollü, otomatik olarak üretim yapacak hâle getirilmiştir. Hatta uçaklar, gemiler ve roketler uzaktan kumanda ile işletilebilmektedir. Tüm bunların hatasız olarak yapılabilmesi ve işlemlerin bir düzen içinde sürmesi, hassas ölçme ve hesaplamaları gerekli kılar. Bu nedenle ölçmenin doğruluğu ve hassasiyeti, teknolojik uygulama açısından büyük önem taşır. Diğer yandan ölçme sonuçlarını ifade eden rakamların birer anlamı vardır. Örneğin; ışık hızı tanımında olduğu gibi (ışık hızı saniyede 299 792 458,6 metredir) zaman, saniye; kütle, kilogram ve uzunluk da metre ile ifade edilir.



Resim 1.1: Çelik metre

1.1.2. Ölçmenin Tanımı ve Önemi

Miktarı bilinmeyen bir büyüklüğü, aynı cinsten bir birim büyüklük ile karşılaştırarak kaç katı olduğunu saptamaya **ölçme** denir. Makine parçalarının veya yapılan herhangi bir işin görevini yapabilmesi için istenen ölçülerde olması ön şarttır. Bu amacın gerçekleşmesi için de üretim sırasında ve sonrasında parçaların ölçülmesi gerekir. Bir anlaşma ve ortak dil olarak kullanılan ölçme işlemine aşağıdaki sebeplerden dolayı ihtiyaç duyulur:

- Üretilen veya yapılan parçaların ölçü sınırlarını belirlemek
- Geliştirilen diğer üretim yöntemlerini kontrol etmek
- Üretimi yapılan parçanın büyüklüğünü bilimsel olarak ifade edebilmek



Resim 1.2: Ölçmede kullanılan metreler

1.1.3. Ölçme Çeşitleri

Ölçme; doğrudan (direkt) ve dolaylı (endirekt) olmak üzere iki çeşittir.

- **Doğrudan (Direkt) ölçme:** Ölçü takımları ile yapılan ölçmedir. Bu ölçme işleminde ölçü, ölçme takımından doğrudan okunur. Örneğin; bölüntülü bir cetvel, bir kumpas veya mikrometre ile verilen uzunluğu veya boyutu ölçebiliyorsak bu direkt ölçmedir.
- **Dolaylı (Endirekt) ölçme:** Bu işlemde ölçü aleti belli bir kıyaslama parçasına ayarlanır. Ölçme, kıyaslama parçasına göre yapılır. Bu metotta parçanın boyutu ölçülmez ancak üzerinde veya içinde bölüntü çizgileri bulunan optik, elektrikli ve benzeri ölçü aleti kullanılarak ölçülecek boyutun büyüklüğü, ölçü aletinin bölüntü hassasiyetine bağlı olarak mukayese edilir. Örneğin pergel, iç ve dış çap

kumpasları ve masterlar ile ölçme gibi. Küçük boyutlu parçaların ölçülmesinde ve kontrol edilmesinde optikli ölçü aletlerinden birinin kullanılması gerekir. Yine seri üretimi yapılan büyük ebatlı parçaların kontrolünde de endirekt ölçme metodu uygulanır ve parçanın ölçü büyüklüğü, uygulanan ölçü aletinden okunur.

1.1.4. Ölçmeyi Etkileyen Faktörler

- Ölçü aletinin hassasiyeti
- Ölçme işlemi yapılan ortamın, ölçü aletinin, ölçülen parçanın ısısı
- İşin hassasiyeti
- Ölçülecek iş parçasının fiziksel özelliği
- Ölçme yapılan yerin ışık durumu
- Ölçme yapan kişiden kaynaklanan faktörler
- Ölçme yapan kişinin bilgisi ve ruhsal durumu
- Bakış açısı

1.1.5. Uzunluk Ölçü Sistemleri

- **Metrik sistem**

Günümüzde metre sisteminin uzunluk ölçüsü olarak kullanılmasını kabul eden ülke sayısı 100'den fazladır. Geri kalan ülkeler inch (parmak) sistemini kullanır. Ancak sayılarla ifade edilebilecek en büyük boyutlar ile en küçük boyutlar bir tek metre ile ifade edilemez. Bu nedenle uzunluk ölçüsü birimi olarak metrenin katları ve askatları oluşturulmuştur. Metrenin sayılar ile ifade edilebilecek askatları ve katları, Tablo 1.1.'de verilmiştir.

Uzunluk	Katları			m	Askatları		
	Km	hm	dam		dm	cm	mm
Ölçüleri							
Kilometre	1	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6
Hektometre	10^{-1}	1	10^1	10^2	10^3	10^4	10^1
Dekametre	10^{-2}	10^{-1}	1	10^1	10^2	10^3	10^4
Metre	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10^1	10^2	10^3
Desimetre	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10^1	10^2
Santimetre	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10^1
Milimetre	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1

Tablo 1.1: Uzunluk ölçü birimleri

Bu tabloyu az anlaşılır bulanlar için iki örnek ile konuyu anlaşılır hâle getirelim. İlk örneğimiz dekametre ile ilgili olsun. Dekametre, metrenin katlarından biridir. Tabloda dekametre ile metrenin kesiştiği kutucuğunda 10^1 ifadesi var. Bunun anlamı 1 dekametrenin 10 metreye karşılık geldiğidir. İkinci örnek için metre ile milimetrenin kesiştiği kutucuğa bakınız. Burada da 10^3 ifadesi gözünüze çaracaktır. Bunun anlamı 1000 mm'nin bir metreye karşılık geldiğidir.

Metrik sistemde birim metredir. (m) harfi ile simgelenir. Makine ve metal teknolojilerinde metrenin as katları kullanılır. 10 dm, 100 cm, 1000 mm gibi gösterilir.

Metal işlerinde metrenin 1/1000'i olan milimetre (mm) daha çok kullanılır. Bütün olarak sac tabakalarının ölçülmesinde ya da tam boydaki profil boruların tanımlanmasında birim olarak metre kullanımı söz konusudur. Bu örnekler dışında kalan işlemlerde kullanılan birim milimetredir.

➤ **İnch (parmak) sistemi**

Bu ölçü sisteminde birim "Yarda"dır. 1 Yarda = 3 Ayak = 36 Parmaktır. Makine ve metal teknolojilerinde Yardanın as katlarından parmak ve bölüntüleri kullanılır. Parmak (") işareti ile ifade edilir. 1", 2", 1/2", 5/16", 3/8" gibi gösterilir. 1" = 25,4 mm'dir.

➤ **Uzunluk ölçü sistemlerinin birbirine çevrilmesi**

1- 3/8" kaç mm eder hesaplayalım.

1" = 25,4 mm ise
3/8" = X eder.
 $X = 3 \times 25,4 / 8$
 $X = 76,2 / 8$ X = 9,52 mm eder.

2- 1/2" kaç mm eder hesaplayalım.

1" = 25,4 mm ise
1/2 " = X eder.
 $X = 1 \times 25,4 / 2$
 $X = 25,4 / 2$ X = 12,7 mm eder.

3- 5/16 " kaç mm eder hesaplayalım.

1 " = 25,4 mm ise
5/16 " = X eder.
 $X = 5 \times 25,4 / 16$
 $X = 127 / 16$ X = 7,93 mm eder.

4- 50,80 mm kaç parmak (") eder hesaplayalım.

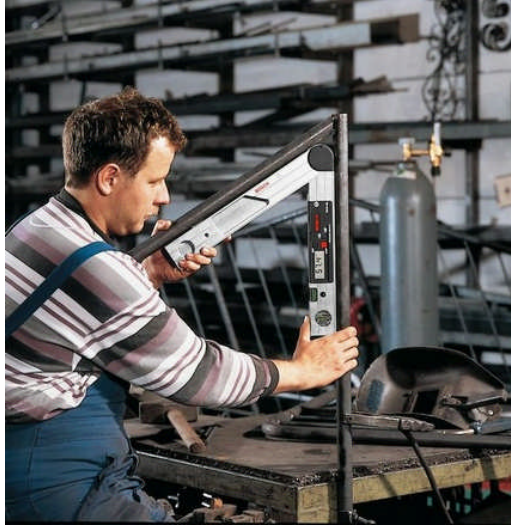
25,4 mm = 1" ise
50,80 = X " eder
 $X = 50,80 / 25,4$
X = 2 "eder.

➤ **Ölçmede kullanılan aletler ve bu aletlerin kullanılması**

Ölçme aletleri, yapılarına göre ve ölçtükleri büyüklüklere göre iki grupta incelenebilir.

- Yapılarına göre ölçme aletleri
 - Mekanik ölçü aletleri (çelik cetvel, şerit metre ve sürmeli kumpas vb.)

- Elektronik ölçü aletleri (lazerler)
- Elektro-mekanik ölçü aletleri (dijital kumpaslar ve dijital mikrometreler)
- Ölçtüklere büyüklüklere göre ölçme aletleri
 - Uzunluk ölçen aletler
 - Doğrultu ölçen aletler
 - Isı ölçen aletler
 - Basınç ölçen aletler
 - Yükseklik belirlemeye yarayan aletler



Resim 1.3: Elektronik açölçer kullanımı



Resim 1.4: Lazerle ölçü alma

➤ Uzunluk ölçü aletlerinin gruplandırılması

Ölçmede kullanılan uzunluk ölçü aletleri aşağıdaki şekilde gruplandırılır:

- Bölüntülü ölçü aletleri
 - Metreler
 - Çelik cetveller
- Ölçü taşıma aletleri
 - Pergeller,
 - İç ve dış çap kumpasları
- Ayarlanabilir ölçü aletleri
 - Sürmeli kumpaslar
 - Mikrometreler
- Sabit ölçü aletleri
 - Şablonlar
 - Masterlar



Resim 1.5: Dijital (elektronik) mikrometre



Resim 1.6: Dijital (elektronik) sürmeli kumpas

1.2. Bölüntülü Ölçü Aletleri

Bu ölçü aletleri en çok kullandığımız ölçü aletleridir.

1.2.1. Metreler

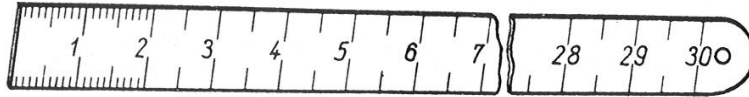
En yalın el ölçme aletleridir. Metal işlerinde kullanılan metreler esnek yapıdadır. Bu nedenle çoğu zaman şerit metre olarak anılır. Uzunlukları 3 metre ile 5 metre arasında değişir. Üzerlerinde bulunan milimetrik bölüntü baskı ile sağlandığından güvenilirlikleri tam değildir.

1.2.2. Çelik Cetveller

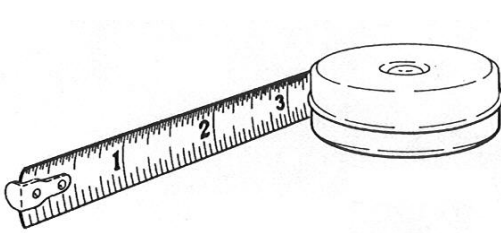


Resim 1.7: Şerit metreler

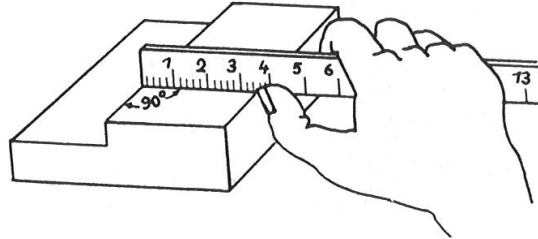
Çelik cetvellerin bölüntüleri ve yazıları asit ile aşındırılarak üretilmiştir. Eğilebilir ve eğilemez türlerde olanları vardır. Boyları 150, 200, 300 ve 500 mm arasında değişir (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1: Çelik cetvel



Şekil 1.2: Şerit metre



Şekil 1.3: Çelik cetvelin kullanımı

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Ölçülecek çapın cinsine (iç çap- dış çap) uygun olarak kumpası kullanıp ölçüm değerini okuyabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- İnternette ölçme aletleri konusunda arama motorları aracılığıyla inceleme yapıp bulduklarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Ölçü aleti üreten ulusal firmalarımızın kataloglarını inceleyiniz.

2. ÇAP ÖLÇMEK

2.1. Ölçü Taşıma Aletleri

Bu ölçü aletleri, bilenen bir ölçüye göre ayarları yapılarak kullanılan ölçme aletleridir. Ölçü ayarları çoğu zaman bölüntülü ölçü aletleri ile yapılır.

2.1.1. Pergeller

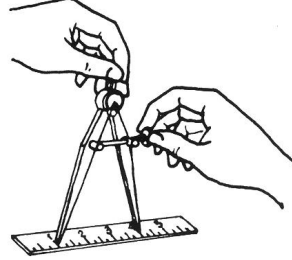
Pergeller, iş parçasının üzerine daire ve yaylar çizmek, delikleri yerleştirmek ve diğer ölçüleri taşımak amacıyla yapılan işlerde kullanılan bir el aletidir (Şekil 2.1). Atölyelerde kullanılan değişik yapıda pergele rastlamak mümkündür. Bir tırtıllı vida ile açılıp kapanan yaylı pergel, hassas işlerin yapılması için uygundur. Hangi türde ya da yapıda olursa olsun, pergelin ucu sivri ve ayakları aynı uzunlukta olmalıdır.

Pergelin ucu ile gövdesi aynı gereçten yapılmış ise uç zamanla özelliğini yitirir, bileneceği gerekir. Bu pergel ayaklarının zamanla kısalarak pergelin kullanılamaz hâle gelmesine neden olur. Bu tür olumsuzluklar ile karşılaşmamak için pergelin değişebilir uçlara sahip olanları tercih edilmelidir.

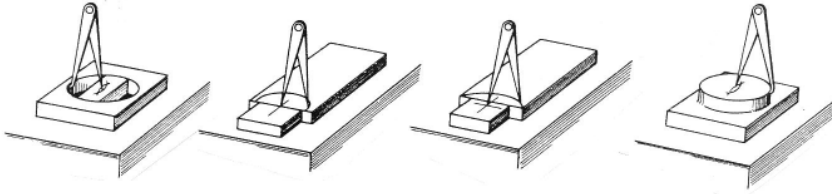
Pergelin doğru kullanılabilmesi için ayarlanması gerekir. Ayarlama pergelin bir ucunu çelik ölçü cetvelinde tam sayıyı gösteren çizgiye koymak, diğer ucunu istenilen ölçü kadar açmak yeterlidir. Pergel, çizilecek dairenin yarıçapı kadar açılmalıdır.

Pergeli kullanırken bir ucunu daha önceden nokta ile belirlenmiş yere koyup pergel hafif öne doğru tutarak tam olarak çevirmek gerekir. Bu şekilde pergel, düzgün bir daire

çizer. Çizilen çizgilerin üzerinden defalarca pergeli geçirmenin bir anlamı yoktur. Bu tür işlemler gereksiz zaman kaybına ve iş parçası üzerinde fazladan çizgiler oluşmasına yol açar.



Şekil 2.1: Pergelin çelik cetvel üzerinde ayarlanması



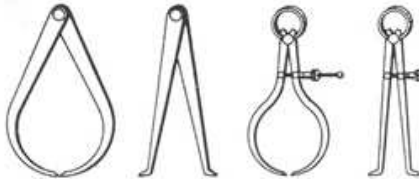
Şekil 2.2: Değişik yapıdaki pergellerin kullanım şekilleri

2.1.2. İç ve Dış Çap Kumpasları

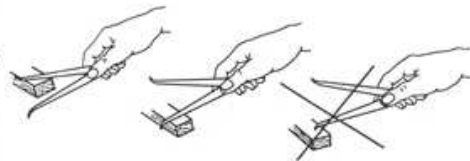
Ölçü taşımada kullanılan aletlerdir. Özellikle sıcak iş atölyelerinde yapılan işlerde yüksek sıcaklık nedeniyle çap kumpası olarak adlandırılan aletler kullanılır. (Şekil 2.3). Bu tür ortamlarda diğer ölçme ve kontrol aletlerinin kullanılması önerilmez.

Çap kumpasları üzerinde bölüntülü ölçü çizelgesi yoktur. Bu nedenle kumpas, iş parçasına değdirmek suretiyle ölçü kontrolü yapmaya yarar. Bu tür aletler, cetveller, sürmeli kumpaslar ya da mikrometreler ile birlikte kullanılır. Örneğin; cetveller ile kullanıldıklarında kumpasın bir ayağının ucu, cetvelin başlangıç kenarına dayalı tutulur. Diğer ayağı cetvel üzerinde istenilen çizgiye kadar açılır. Ölçü kontrolünün hassas yapılabilmesi için kumpas uçlarının parça yüzeyine hafif dokunması yeterlidir (Şekil 2.4).

Bu tür aletler ile yeterli özen gösterildiğinde 0,05 ile 0,1 mm tamlıkta kontrol yapmak mümkündür.



Şekil 2.3: Değişik a çap kumpasları. Soldan sağa: Dış çap, iç çap, sabitleme vidalı dış ve iç çap kumpasları



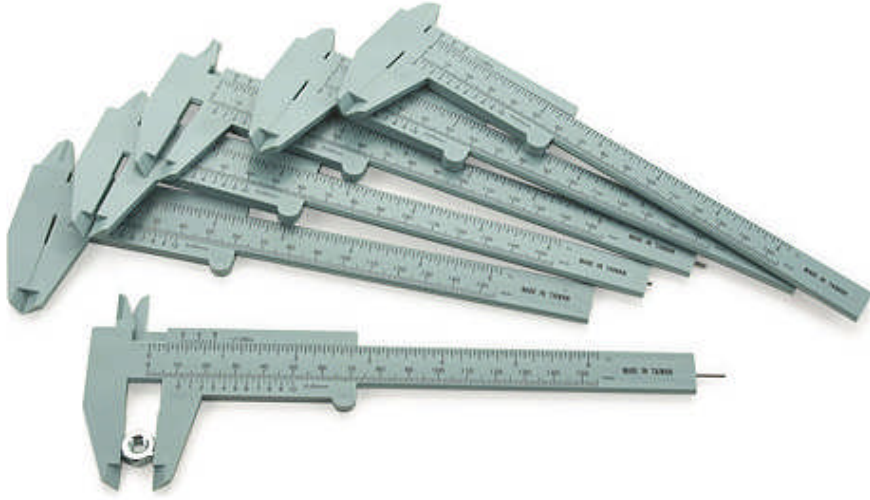
Şekil 2.4: İç çap kumpasının ayarlanma biçimleri Soldan sağa: Açıklığın büyütülmesi, küçültülmesi ve yanlış ayar şekli

2.2. Ayarlanabilir Ölçü Aletleri

Bu ölçü aletleri ile hassas ölçmeler yapılır. Buraya kadar öğrendiğimiz ölçme aletleri ile en hassas mm'nin yarısını ölçebilirken artık bu ölçü aletleri ile mm'yi ölçü aletinin hassasiyetine göre daha küçük değerlerde ölçebiliriz.

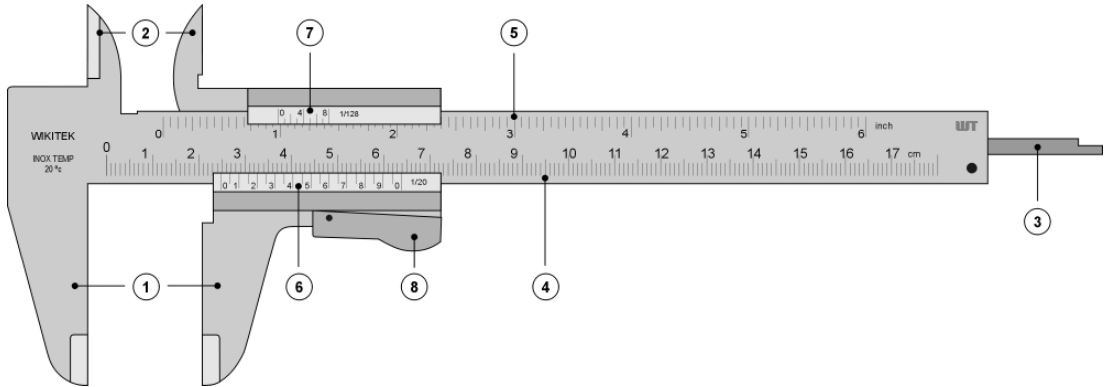
2.2.1. Sürmeli Kumpaslar

Paslanmaz çelikten üretilen sürmeli kumpaslar, hareketli bir çene ile gövdeden meydana gelir (Resim 2.1). Çalışma ortamında meydana gelecek zorlamalara karşı direncinin artması için sertleştirilmiş bir yapıya sahiptir.



Resim 2.1: Sürmeli kumpas

Sertleştirilip taşlandıktan sonra asitten etkilenmeyen şeffaf bir madde ile ince bir tabaka hâlinde kaplanır. Bu işlemden sonra hassas bölme makinelerinde bölüntüleri işaretlenir. Son olarak da işaretlenmiş bölüntüler, asitle işlenerek bu kısımların derinleşmesi sağlanır.



Şekil 2.5: 1/20 verniyer taksimatlı kumpas ve kısımları

1. Dış ölçü çeneleri
2. İç ölçü çeneleri
3. Kuyruk

4. mm'lik cetvel
5. İnc cinsinden bölüntülü cetvel
6. mm'lik verniyer sürgü
7. İnc cinsinden verniyer sürgü
8. Baskı mandalı

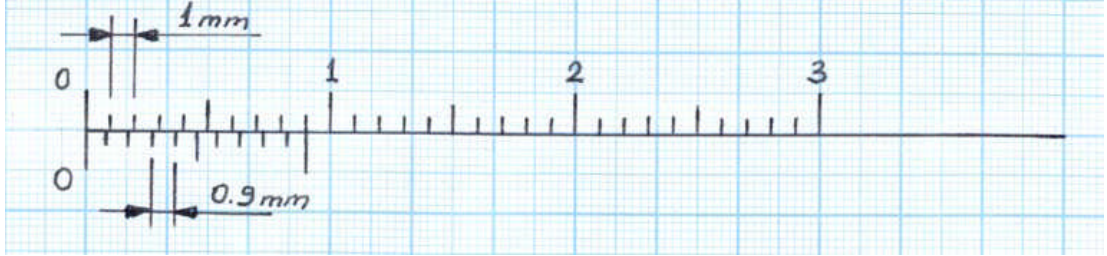


Resim 2.2: Değişik amaçlar için üretilmiş sürmeli kumpaslar

➤ **1/10 Verniyer taksimatlı kumpaslar ve ölçü okuma**

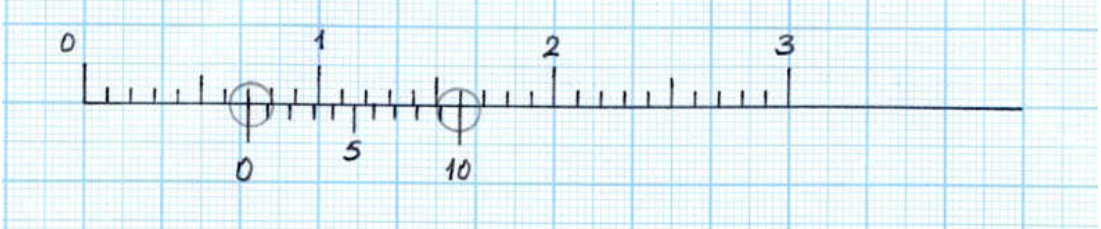
Bu kumpaslarda cetvel üzerindeki 9 mm'lik kısım, verniyer üzerinde 10 eşit parçaya bölünmüştür. Cetvelin üzerindeki iki çizgi aralığı 1 mm olduğuna göre sürgü üzerindeki çizgi aralığı $9/10 = 0,9$ mm'dir. Buna göre bu kumpasın hassasiyeti $1-0,9 = 0,1$ mm'dir. Bu

kumpas ile ölçüm yapılırken sürgü kısmındaki her bir çizgi cetveldeki tam değerden sonra 0,1 olarak okunur (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: 1/10 mm verniyer taksimatlı kumpasların bölüntüleri

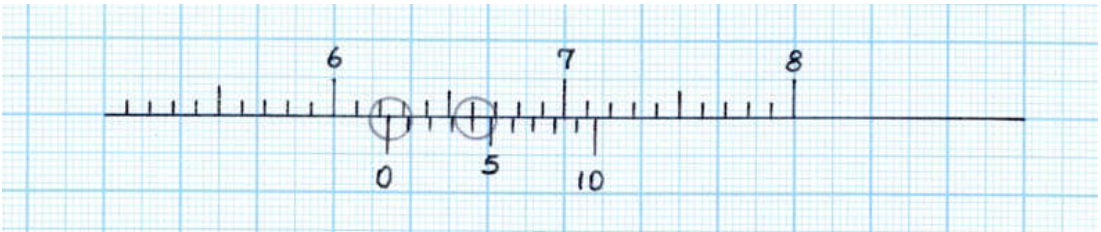
Örnek 1



Şekil 2.7: Verniyerde ölçü okuma

Verniyerin '0' (sıfır) çizgisi cetveldeki 7. çizgi ile çakışmıştır (Şekil 2.7.). 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 buna göre ölçülen değer, 7 mm'dir.

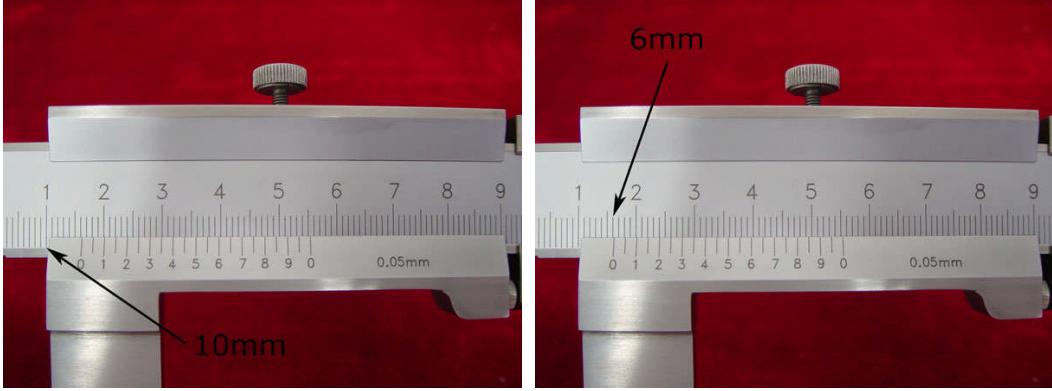
Örnek 2



Şekil 2.8: Verniyerde ölçü okuma

Verniyerin '0' (Sıfır) çizgisi cetvel üzerinde 62 mm'yi geçmiştir (Şekil 2.8.). Verniyerin 4. çizgisi cetvel üzerindeki herhangi bir çizgi ile tam çakışmıştır. Buna göre ölçülen değer, $62 + 0,4 = 62,4$ mm'dir.

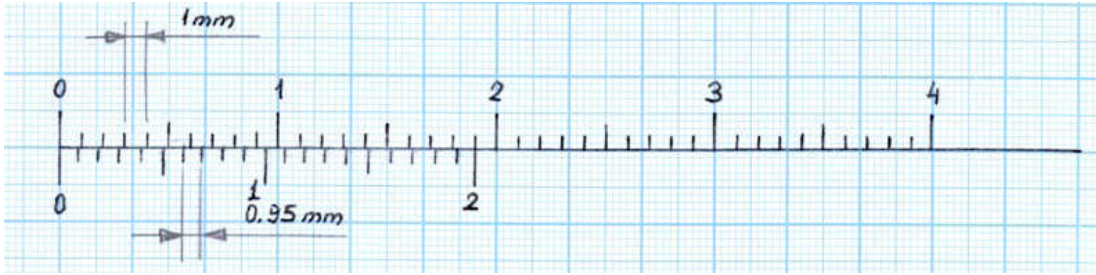
Örnek 3:



Resim 2.3: Sürmeli kumpasta 16,5 mm değerinin okunması

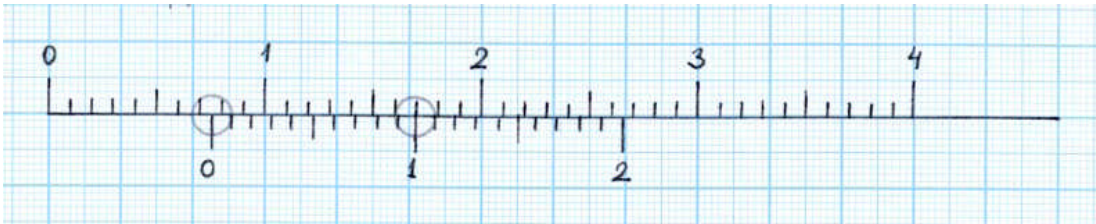
➤ 1/20 verniyer taksimatlı kumpaslar ve ölçü okuma

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 (Şekil 2.9).



Şekil 2.9: 1 / 20 mm verniyer taksimatlı kumpasın bölüntüleri

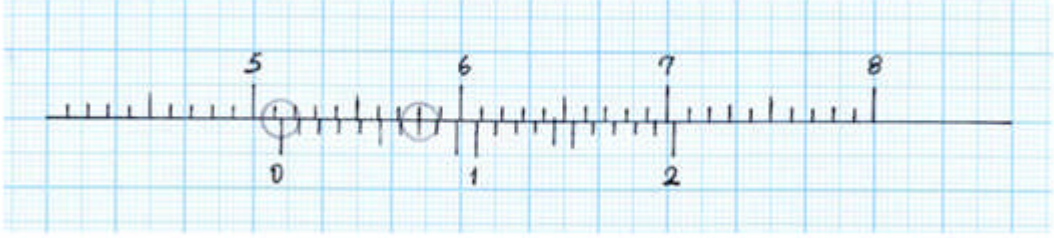
Örnek 1:



Şekil 2.10: Verniyerde ölçü okuma

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, $7 + (0,05 \times 10) = 7,50 \text{ mm}$ 'dir (Şekil 2.10).

Örnek 2



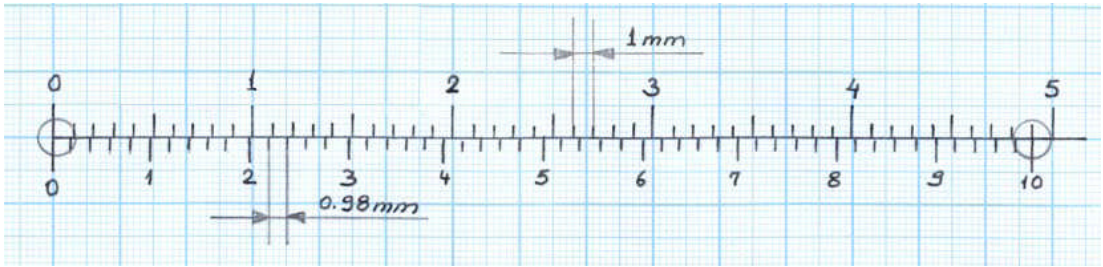
Şekil 2.11: Verniyerde ölçü okuma

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, $51 + (0,05 \times 7) = 51,35 \text{ mm}$ 'dir (Şekil 2.11).

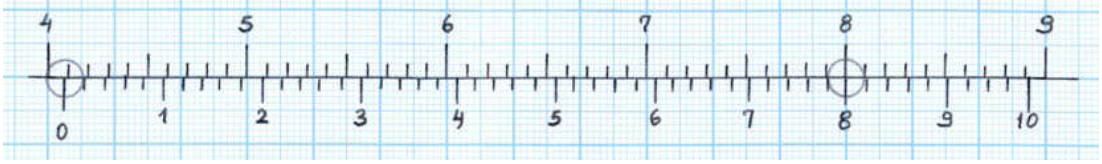
➤ 1/50 verniyer taksimatlı kumpaslar ve ölçü okuma

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 (Şekil 2.12).



Şekil 2.12: 1/50 mm verniyer taksimatlı kumpasların bölüntüleri

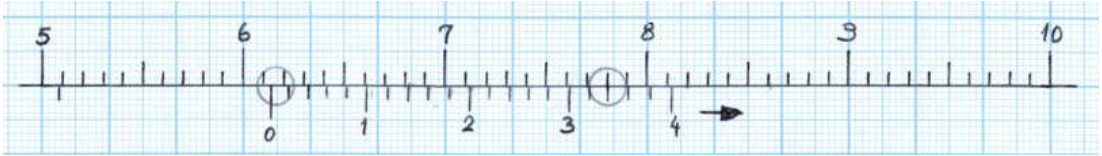
Örnek 1



Şekil 2.13: Verniyerde ölçü okuma

Verniyerin '0' (sıfır) çizgisi cetveldeki 40. çizgiyi geçmiştir. Buna göre okunan ölçü 40 mm ve 41 mm arasındaki ondalık ölçüleridir. Verniyerin çakışan çizgisinin kaçınıcı çizgi olduğu tespit edilir ve ondalıklı değer okunur. Üstteki örnekte verniyer bölüntüsünün 40. çizgisi çakıştığı için ölçülen değer: $40 + (0,02 \times 40) = 40,80$ mm'dir (Şekil 2.13).

Örnek 2



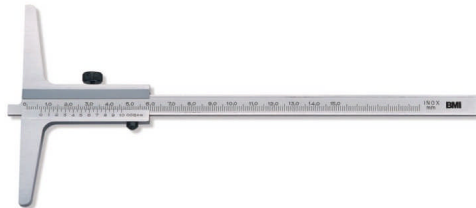
Şekil 2.14: Verniyerde ölçü okuma

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, $61 + (0,02 \times 17) = 61,34$ mm'dir (Şekil 2.14).

2.2.2. Derinlik Kumpasları

Bu kumpaslarla kademeli kanal, delik derinlikleri ölçülür. Ölçülecek gerecin özelliğine göre değişik çeşitleri vardır. Ayrıca düzgün boyutsal uzunluk, genişlik ve yükseklikler de ölçülür ve kontrol edilir. Esas bölüntü cetveli hareketli, verniyer bölüntülü sürgü ise hareketlidir (Resim 2.4).



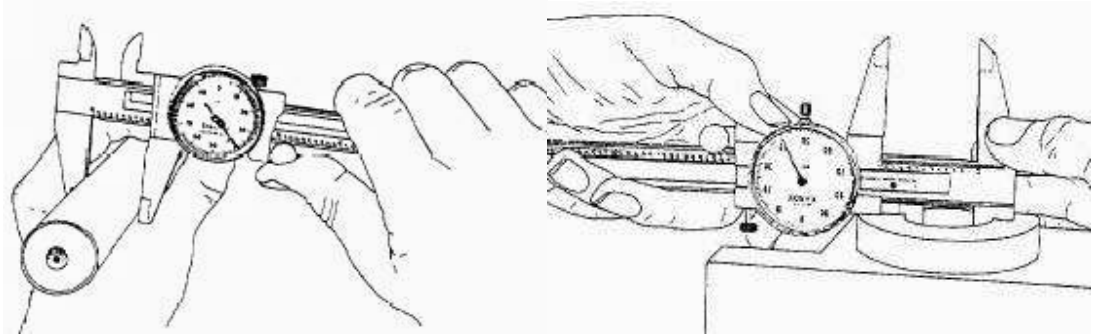
Resim 2.4: Derinlik kumpası

Metrik sisteme göre 1/10, 1/20 ve 1/50 mm verniyer bölüntülü olan derinlik kumpasları vardır.

2.2.3. 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



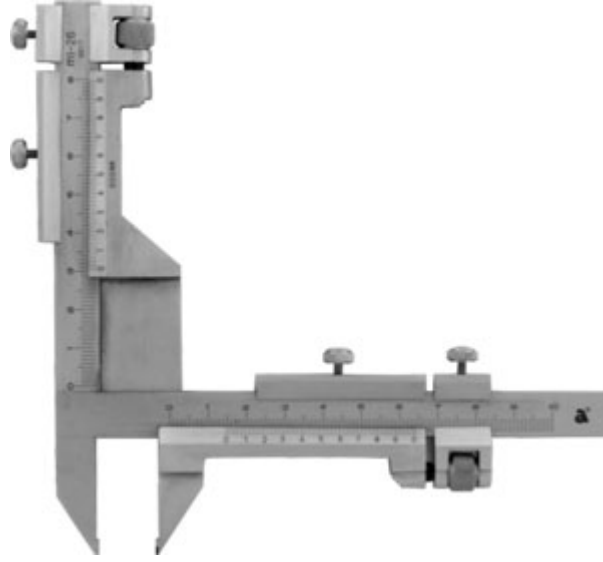
Şekil 2.15: Ölçü saatli kumpas ile dış ve iç ölçü alma

2.2.4. Modül Kumpasları

Dişli çarkların diş genişliği ve diş üstü yüksekliğinin ölçülmesinde kullanılır. Modül kumpaslarında birbirine dik iki tane dik çene vardır. Birinci cetvel üzerinde, diş üstü yüksekliğini ayarlamak için verniyer bölüntülü sürgü, ikinci cetvel üzerinde ise diş genişliğini ölçmeye yarayan verniyer bölüntülü sürgü vardır (Resim 2.5). Diş yüksekliği ve diş genişliği ölçüleri, açılacak dişlinin modülüne göre cetvellere seçilir. Eğer cetvel yoksa hesaplama yoluna gidilir. Modül kumpaslarının ölçme hassasiyeti 1/50 (0.02) mm'dir. Bu kumpasların ölçüm ağızları çok çabuk aşınır ve sağlıklı ölçme yapılamaz.

2.2.5. 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.



Resim 2.5: Modül kumpası

Temizliklerinde hafif yağlı bir bez kullanılması, yüzeylerinin kararmasına engel olacağı gibi oksitlenmesini de engelleyecektir.

Sürekli kumpas ile ölçü alınırken ölçme çeneleri arasında iş parçası aşırı bir şekilde sıkıldığı takdirde aletin hassasiyetine zarar verilir. Aynı durum mikrometreler için de geçerlidir.

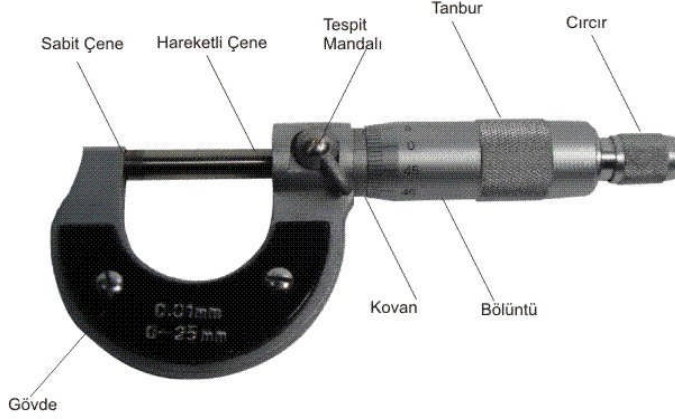
2.3. Mikrometreler

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, uç bölüm ileri-geri hareket ederek karşı çeneye (örs) yaklaşır uzaklaşır (Resim 2.7).



Resim 2.6: Mikrometre ile ölçme

Değişik boylarda yapılanların dışında, deliklerin çapını ölçebilmek için içe geçen delik mikrometreleri de vardır. Mikrometreler oldukça yüksek düzeyde hassas ölçümler yapmalarının yanında diğer ölçme aletlerinden ayrılan yönlere sahiptir. Bu özellikleri nedeniyle belli ölçü kıstasları dâhilinde miktarları ölçülebilirler.

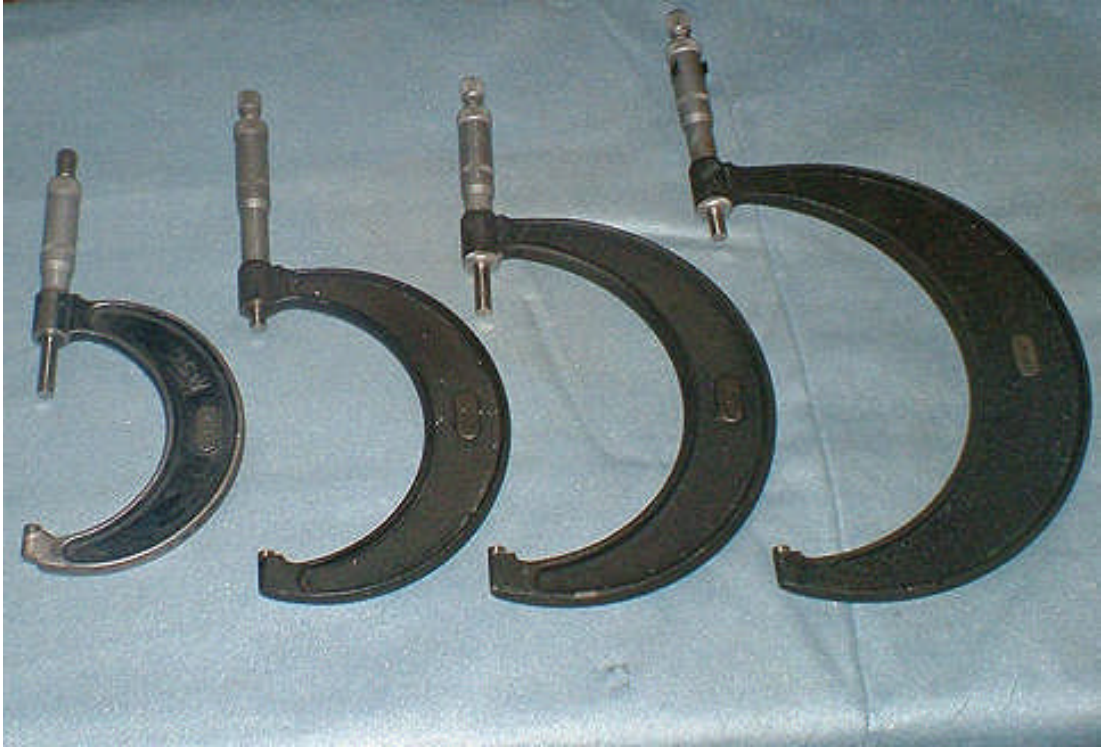


Resim 2.7: Mikrometrenin iç yapısı ve kısımları

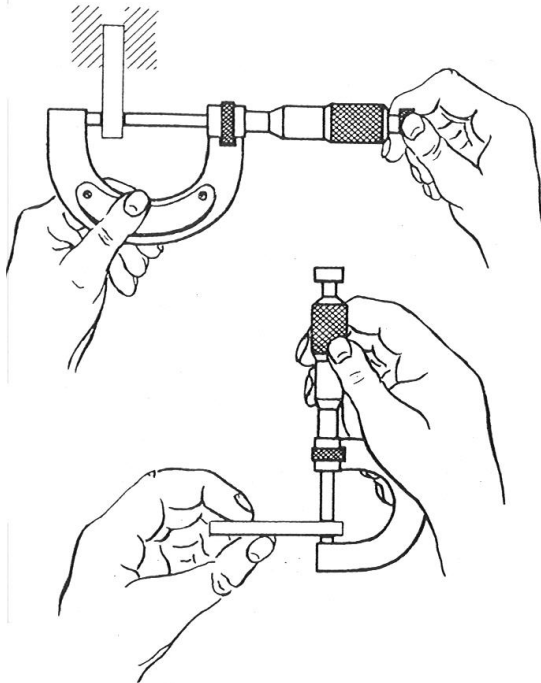


Resim 2.8: Elektronik (dijital) mikrometre

Örneğin; 25-50 mm arasında ölçüm yapan mikrometre denildiğinde bu aletin 25 mm'den küçük ya da 50 mm'den büyük parçaların ölçümünü yapamayacağı anlaşılmalıdır (Resim 2.9). Bunun yanında en çok kullanılan mikrometreler, 0-25 mm arasındaki ölçme işlemlerinde kullanılanlardır. Daha büyük ölçme yapabilen ve en sık kullanılan tiplerden biri de 25-50 mm ölçme yapabildir. Değişik büyüklükleri ölçebilen mikrometrelerin tümünde önemli parçalarından bazıları olan mikrometre mili, yüksük ve öteki parçalar birbirine benzer; yalnızca aletin toplam boyu değişir.



Resim 2.9: Mikrometreler



Şekil 2.16: Mikrometre ile ölçme

Milimetrik ölçümler yapmak için kullanılan mikrometre mili üzerine açılan dişlerin hatvesi 0,5 mm'dir. Mikrometrenin bu mili hareketsiz bir somun içinde döner. Somunun dış yüzü, bir kovan biçimindedir. Bu nedenle mikrometrenin en dışta kalan silindirine, kovan adı verilir.

Kovanın bir dönüşünde mil, yarım milimetrelik ilerleme ya da gerileme gösterir. Tambur üstündeki yatay çizgi, 25 dereceye bölünmüştür. Derecelerin arası bir milimetre açıklığındadır. Ayrıca yarım milimetreyi gösteren çizgilerle ortadan ikiye ayrılmıştır. Kovan üstünde ise 50 derece vardır. Bunların her biri 0,5 mm'nin ellide birini yani 0,001 mm'yi gösterir.

Tüm hassas ölçü yapan aletlerde olduğu gibi mikrometre kullanılırken de dikkatli davranmak gerekir. Bu nedenle ölçüm yapılması sırasında kovan, kesinlikle bir vida gibi sonuna kadar sıkıştırılmamalıdır. Aşırı sıkma, dişlerin yalama olmasına bu da yanlış ölçme sonuçları elde edilmesine yol açar (Şekil 2.16). Ölçülecek parça, mil yüzeyi ile karşı çene arasında yumuşak biçimde tutulmalıdır. Yani ne aşırı sıkılmalı, ne de düşecek kadar gevşek bırakılmalıdır.

2.3.1. Mikrometre Çeşitleri

Mikrometreler ölçüm sitemlerine 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 (Resim 2.10)
 - Özel mikrometreler

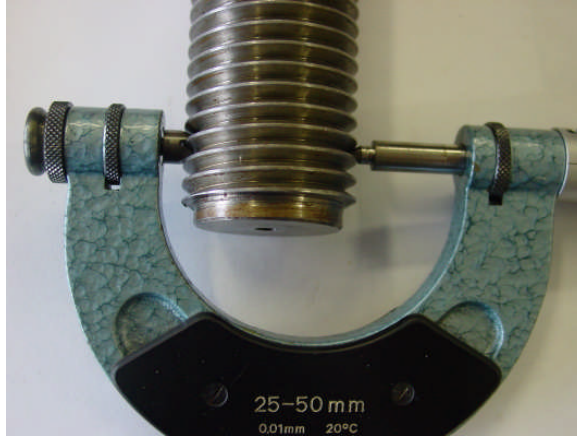
2.3.2. Ölçü Sistemlerine Göre Mikrometreler

Ölçü sistemlerini daha önce öğrenmiştik. Mikrometrelerde bu iki ölçü sisteminde hazırlanmıştır.

2.3.3. Metrik Mikrometreler

Endüstride en yaygın olarak metrik bölüntülü mikrometreler kullanılır.

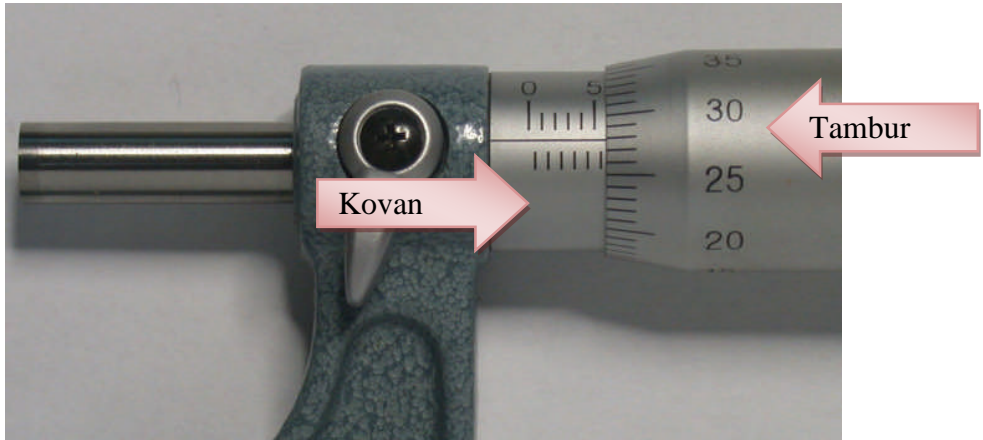
- 1/100 mm'lik (0.01mm) hassasiyette ölçüm yapan mikrometreler
- 1/200 mm'lik (0.005mm) hassasiyette ölçüm yapan mikrometreler
- 1/1000 mm'lik (0.001mm) hassasiyette ölçüm yapan mikrometreler



Resim 2.10: Vida mikrometresi

2.3.4. 0,01 Hassasiyette Ölçüm Yapan Mikrometreler

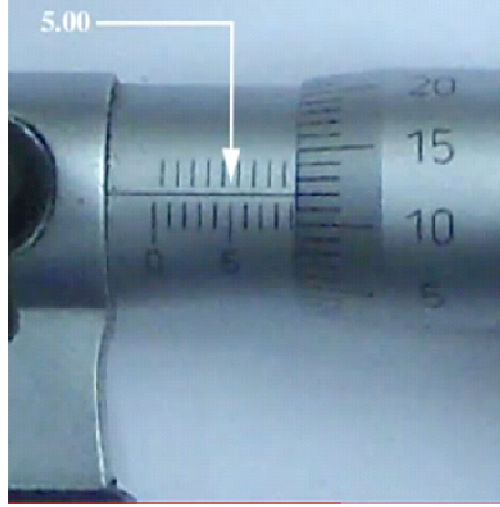
Vidalı mil ile hareket eden tambur tam tur yaptığında hareketli çene mil adımına bağlı olarak 0,5 mm ileri veya geri hareket eder. Kovan yatay çizgisi üzerinde birer milimetrelilik bölüntüler, çizginin alt kısmında (bazı modellerde üst kısmında) ise 0,5 mm'lik bölüntüler vardır. Tambur ise 50 eşit parçaya bölünmüştür. Tambur tam devri sonunda hareketli çene 0,5 mm hareket ettiğine göre kovan çevresindeki 50 eşit aralıkta bir devir yapmış olur. Buna göre mikrometre hassasiyeti $0,5/50 = 0,01$ mm olur. Aşağıdaki resimde 0-25 mm aralığında ve 0,01 mm hassasiyetinde ölçme yapan mikrometreden ölçü okuma örneği verilmiştir. Skala kovanında üstteki her çizgi 1 mm'yi alttaki her çizgi ise üstteki her çizgiden sonra o ölçüye artı olarak 0,50 mm'yi ifade eder.



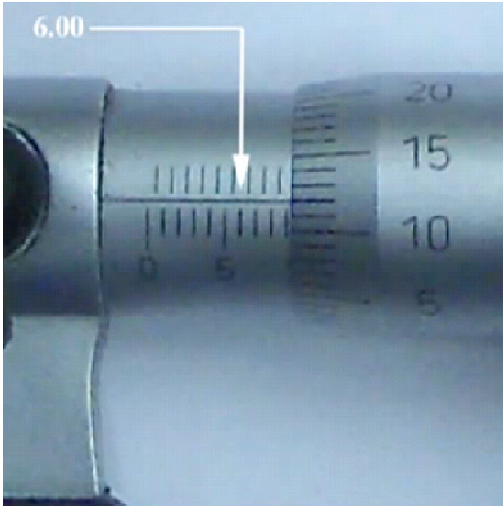
Resim 2.11: Mikrometrenin (tambur ve kovan) yakından görünüşü

Örnek 1: Mikrometre çeneleri arasında yaklaşık 9 mm civarında bir ölçü alınmıştır. Kovan üzerinde bunun belirlenmesi için aşağıdaki resimleri takip ederek ölçümü gerçekleştirilelim. Resim 2.12'den başlayarak tambur ile kovan arasında tespit edebildiğimiz ölçü 1-2-3-4-5-6-7-8-9'dur (Resim 2.12-16). Kovan üzerinde 9 çizgisi görülebilmektedir. Ancak ölçtüğümüz miktarın tam olarak 9 mm olduğunu söyleyemeyiz.

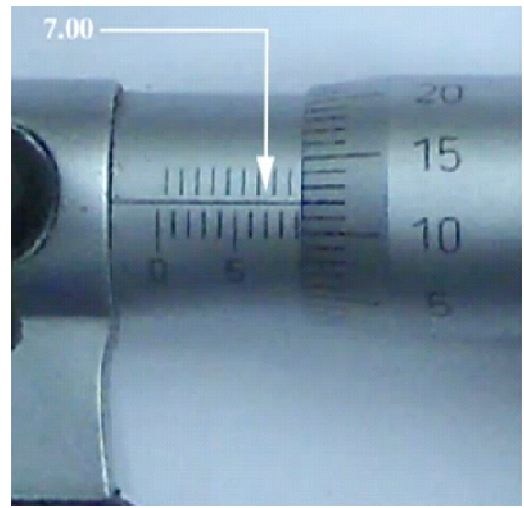
Çünkü tambur 9 mm'den ileride durmaktadır. Ölçü miktarının 9 mm'den ne kadar büyük olduğunu tespit edebilmemiz için tambur üzerindeki çizgilere bakmamız gerekir. Tambur üzerindeki çizgiler 12 ile kovan üzerindeki yatay çizgi çakışmış durumda. Buna göre ölçülen miktar $9 \text{ mm} + 0.12 \text{ mm} = 9.12 \text{ mm}$ 'dir.



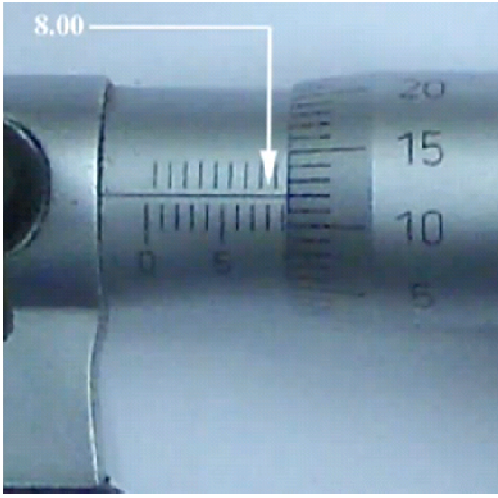
Resim 2.12: Kovanda 5 mm okunması



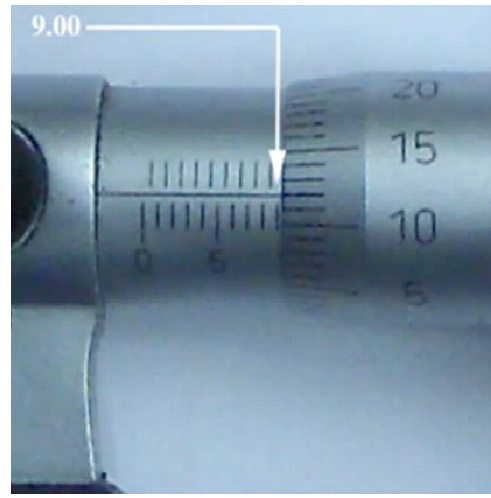
Resim 2.13: Kovanda 6 mm okunması



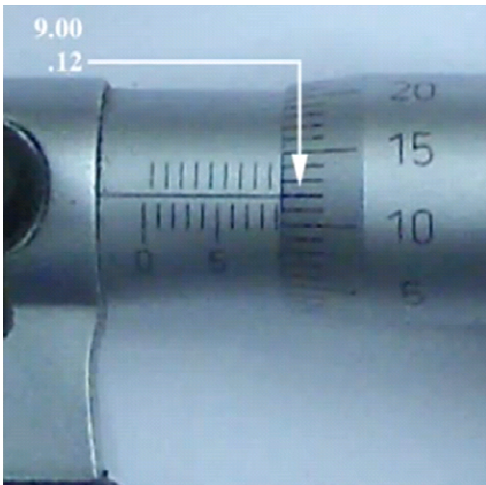
Resim 2.14: Kovanda 7 mm okunması



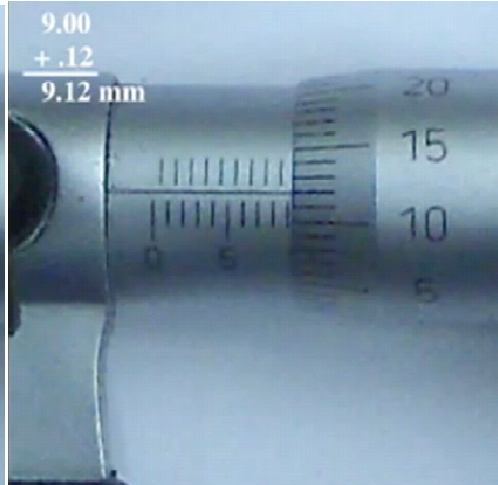
Resim 2.15: Kovanda 8 mm okunması



Resim 2.16: Kovanda 9 mm okunması

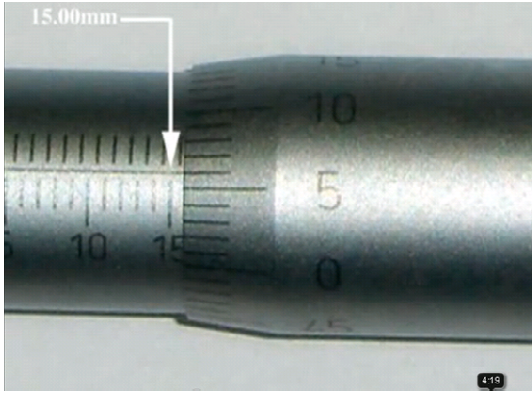


Resim 2.17: Tamburda 9+0.12 mm okunması

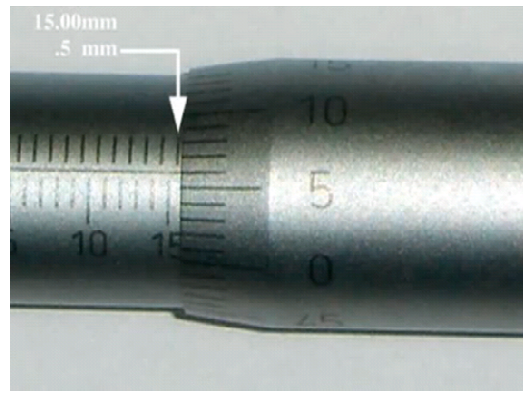


Resim 2.18: Mikrometrede 9,12 mm okunması

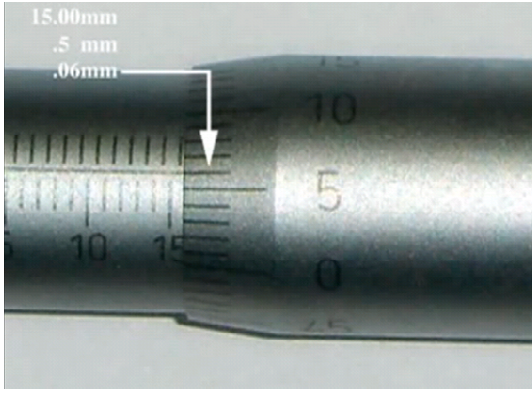
Örnek 2: Mikrometre çeneleri arasında yaklaşık 15 mm civarında bir ölçü alınmıştır. Mikrometre üzerinde bunun belirlenmesi için aşağıdaki resimleri takip ederek ölçümü gerçekleştirelim. Resim 2.19'dan başlayarak tambur ile kovan arasında tespit edebildiğimiz ölçü 15 mm'dir (Resim 2.19). Kovan üzerinde 15 çizgisi görülebilmektedir. Ancak ölçtüğümüz miktarın tam olarak 15 mm olduğunu söyleyemeyiz. Çünkü tambur 15 mm'den ileride durmaktadır. Ölçü miktarının 15 mm'den ne kadar büyük olduğunu tespit edebilmemiz için önce tambur üzerindeki çizgilere bakmamız gerekir. Kovan yatay çizgisi üzerinde birer milimetrelük bölüntüler, çizginin üst kısmında ise 0,5 mm'lik bölüntüler vardır. Bu nedenle Resim 2.20'de görüldüğü gibi ölçü miktarı 15+0.5 mm'dir. Diğer yandan tambur bölüntüsünde de 0.06 mm okunmaktadır (Resim 2.21.). Tüm okuduğumuz ölçü miktarlarını toplarsak $15+0.5+0.06=15.56$ mm kesin ölçü miktarımızı verir.



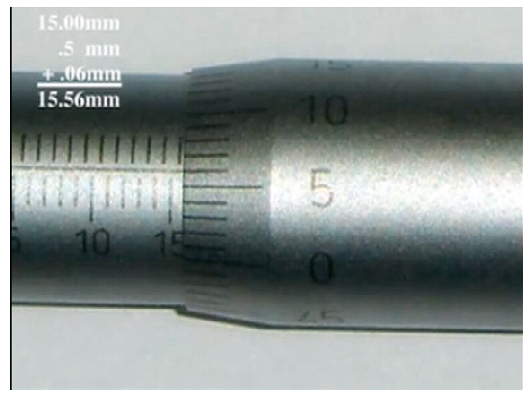
Resim 2.19: Kovanda 15 mm okunması



Resim 2.20: Kovanda 0.5 mm okunması



Resim 2.21: Tamburda 0.06 mm



Resim 2.22: Mikrometrede 15,56 mm

2.4. Şablonlar, Masterlar

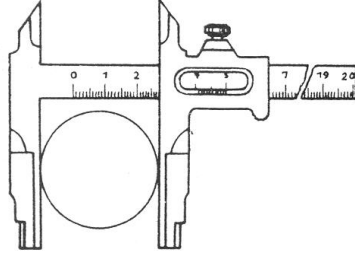
Masterlar ve şablonlar (Resim 2.23), iş parçasının istenilen ölçüden daha büyük ya da küçük olup olmadığının kontrolü için kullanılan ölçme aletleridir. Diğer ölçü aletlerinden en önemli üstünlükleri ölçmeyi yapan kişide özel yetenekler gerektirmemesidir. Özellikle seri üretim aşamalarında sürekli aynı türden ölçümlerin yapıldığı işlem basamaklarının zamandan tasarrufu sağlayan ölçme aletleri olarak bilinirler.



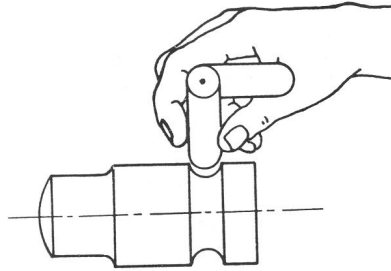
Resim 2.23: Mastar ve şablon örnekleri

Mastar ya da şablon olarak ölçme aletlerinin seri üretime sağlayacağı üstünlüğü bir örnek ile açıklayalım.

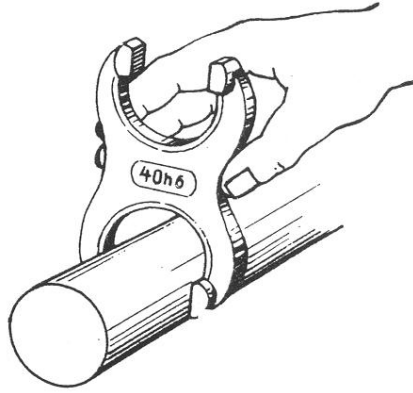
Çalıştığımız atölyede üretim olarak sürekli silindirik parçaların çaplarını kontrol etmeniz gerektiğini düşünelim. Bunun gerçekleşmesini sağlamanın birinci yolu; şimdiye kadar sizlere aktarmış olduğumuz ölçü aletlerinden biri aracılığıyla ölçme yapmanızdır. Örneğin, bir sürmeli kumpas ile ölçüm yapabilirsiniz (Şekil 2.17). Böylece her ölçümde parçanın çapının tespitini yaparsınız. Sürmeli kumpas üzerinde okuyacağınız değerlerin işin gerekliliğine uygun olup olmadığını belirlersiniz. İsteddiğiniz ölçülerden küçük ya da büyük ise parçanın çapı uygun değil diyebilirsiniz ya da tam istediğiniz ölçülerde olduğunu belirlersiniz. Bütün bunları yapmanız için her seferinde sürmeli kumpası ölçüm yapacağınız parçanın üzerine getirip çok dikkatli ölçümler yapıp kumpas üzerindeki cetveli okumanız gerekir.



Şekil 2.17: Silindirik parça ölçüsünün sürmeli kumpas ile kontrolü



Şekil 2.19: Kavis şablonu ile yapılan işlem



Şekil 2.18: Silindirik bir parçanın master ile ölçü kontrolünün yapılması

Mastar kullanılarak yapılacak işlemlerde ise atölyenizde sürekli olarak silindirik parçanın çapını kontrol edeceğinizi düşünerek üretimimize uygun bir master satın alırsınız (Şekil 2.18). Bu masterınız kontrolü yapılacak çapa uygun olduğu gibi sizin istediğiniz toleransları da kapsayacak bir yapıya sahip olacaktır. Parçaları bu master içinde kontrol ettiğinizde ölçülere uygun olup olmadığını, diğer ölçü aletlerine göre daha kısa sürede tespit edebilirsiniz. Bunun size sağlayacağı başka yararlar da vardır. Ölçme aletlerini kullanacak kişilerin bunları okuyabilme kabiliyetine sahip olması gerekir. Bunun yanında oldukça hassas aletler olmaları, kullanılmalarında özeni de gerekli kılar. Master ve şablonlar da hassas aletlerdir ancak kullanılmaları özel bilgi ve beceri gerektirmez. Dolayısıyla da kalifiye olmayan elemanlar tarafından da kullanılabilir.

Bu tür aletlerin olumsuz yönleri fiyatlarıdır. Başta da belirtildiği üzere seri üretimde bu olumsuzlukları ortadan kaldırırlar.

AMAÇ

Gönyenin bir kenarını iş parçasıyla sabitleyip diğer kenarıyla yüzey ve açılı kontrolü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Her alet ile ilgili çizim ve fotoğrafları inceleyiniz. Bunların atölyede kullandığımız aletlerle benzerliklerini bulunuz.

3. YÜZEY VE AÇI KONTROLÜ YAPMAK

3.1. Kontrol

Üretimde işler belli ölçü ve şekillerde yapılır. Ortaya çıkan ürün ya da hizmetin ihtiyacı karşılması en önemli çıktımızdır. Bunu görebilmek için yaptığımız işlerin kontrol edilmesi zorunluluğu vardır. Endüstriyel üretimin her türünde kalite ve kontrol önemli bir birim olmuştur.

3.1.1. Kontrolün Tanımı ve Önemi

Üretimin ölçü sınırları içinde yapılıp yapılmadığının değişik araçlar ile kontrolü sonucunda, işin kullanılabilir olup olmadığının tespitine **kontrol** adı verilir.

Ölçme ile kontrolün aynı kişiler tarafından yapılması büyük işletmelerde tercih edilmez. Ölçme işlemini yapan kişinin kontrol işlemini de yaptığı takdirde hatalar meydana geldiği, tecrübeler sonucunda görülmüştür. Bu nedenle kontrolün başka kimseler tarafından yapılması önerilir. Bu değişik üretim safhalarından geçen ölçülmüş iş parçalarının bir kontrol bölümünce denetlenmesi anlamını taşır. Özellikle büyük işletmelerde kontrol işleminin ayrı bir bölümde yapılmasına önem verilir.

3.1.2. Kontrol Aletleri ve Bu Aletlerin Kullanılması

Ölçmede kullanılan tüm aletler kontrol amaçlı kullanılabilir. Bu aletlere ilave kontrol aletleri de mevcuttur.

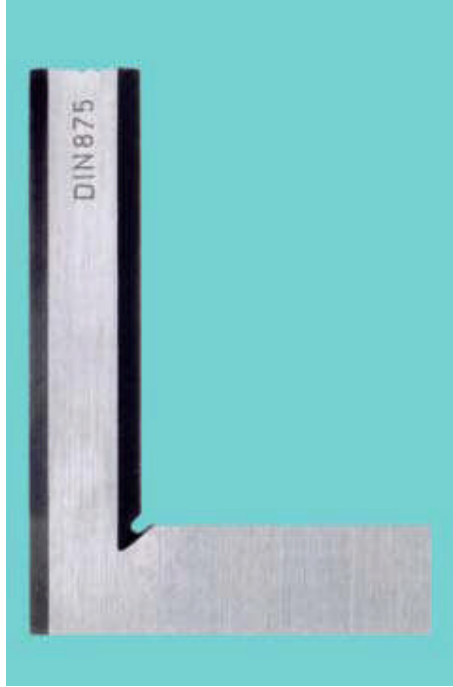
3.1.2.1. Gönyeler

Kaba tesviyecilik, metal konstrüksiyon ve tenekeçilik işlerinde kullanılan yalın gönyeler kullanılır. Metal işlerinde kullanılan gönyelerin aşağıdaki genel amaçları yerine getirmesi beklenir.

1. Komşu yüzeylerin dikeyliğinin kontrol edilmesi
2. Markalama işleminde birbirine dikey olan çizgilerin çekilmesi
3. Açıların taşınması

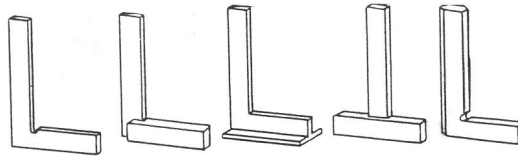
3.1.2.2. Kıl Gönyeler

Yüzeylerin düzgünlüklerinin ve dikliklerinin kontrolünde kullanılır. Gönyelerin uç kısımları konik (keskin) olduğundan hassas bir şekilde kontrol yapılabilir (Resim 3.1).

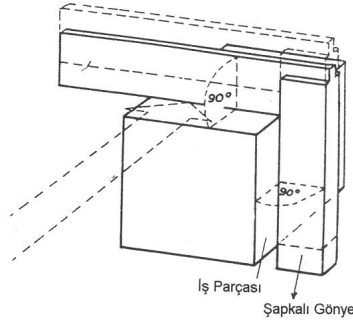


Resim 3.1: Tesviyeci (Kıl) gönyesi

3.1.2.3. Sabit Açılı Gönyeler



Şekil 3.1: 90° lik sabit açılı gönyeler



Şekil 3.2: Şapkali gönye ile açı kontrolü

Sabit açılı gönyeler, iç gerginlikleri giderilmiş çelik ya da paslanmaz çeliklerden üretilir.

Sabit açılı gönyeler, 45°, 90°, 120° ve 135° lere standart olarak ayarlanmıştır, bu doğrultudaki açıların ölçülmesinde kullanılır. Genel olarak kontrol işlemlerinde kullanılan gönyelerdir (Şekil 3.1).

3.1.2.4 Şapkali Gönyeler

Bölüntüsüz bir cetvel ve şapka olarak adlandırılan kısımdan oluşmuştur (Şekil 3.2). Genel işlerde kullanılan bu tür gönyeler 100-150 mm arasında boylara sahiptir.

3.1.2.5 Taşçı Gönyeleri

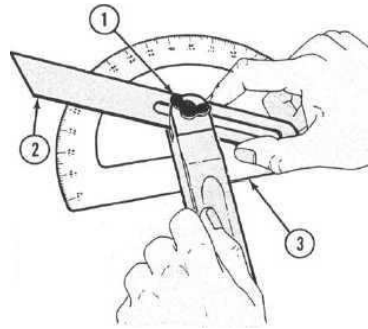
Boyları uzun olan profil, köşebent, lama vb. gereçlerin 90° lik birleştirilmelerinin kontrolünde kullanılır.

3.1.2.6 Ayarlı Gönyeler

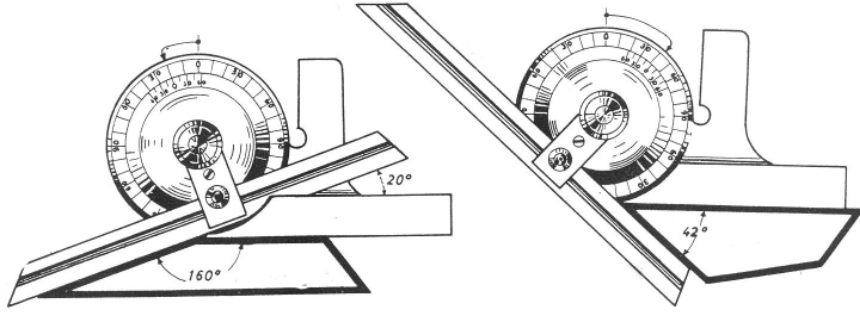
Açılı olarak yapılan işlerin kontrolünde ve gerektiğinde markalama işlemleri için geliştirilmiştir. Üzerinde açı bölüntüsünü gösteren çizelgesi vardır. Bu tür gönyelerde hareketli ve kılıç olarak adlandırılan kısım, açı değeri doğrudan doğruya okunabilecek şekilde düzenlenmiştir (Şekil 3.3).



Resim 3.2: Ayarlı gönye



Şekil 3.3: Ayarlı gönyenin ayarlanması 1. Sabitleme somunu 2. Kılıç 3. Açılçer



Şekil 3.4: Ünlversal açölçer (gönye) ile geniş ve dar açılarn kontrolü

3.1.2.7. Ünlversal Gönyeler

Hassas işlemler için geliştirilmiştir. Ölçme sırasında her açının katları ayarlanabilir. Bu tür gönyeler ile kontrol, açılı iletilme ve markalama işlemleri yapılır (bk. Şekil 3.4).

3.1.3. Kalınlık Kontrol Masterları

Kontrol işlemleri özenli bir şekilde yapıldığı takdirde uzun süren bir işlemdir. Seri üretim yapılan atölyelerde birbirinin aynı olan parçaların kontrolünün yapılması, bu açıdan oldukça fazla zaman alır. Bir de buna kontrolü yapan kişiden kaynaklanan hatalar eklenince işlem istenilen sonucu ortaya çıkarmaz. Bu gibi durumlarda kontrolü etkileyebilecek insan hatalarının önlenmesi gerekir. Diğer yandan birbirine uyabilen parçaların görevlerini yapabilecek ölçü sınırları içinde olup olmadıklarının kontrolü masterlar aracılığıyla yapılır. Özellikle birbirine paralel iki yüzey arasında kullanılan kalınlık masterları, bunlara tipik örnek oluşturur.

Atölyelerdeki makineler ne kadar gelişmiş olursa olsun, üretimde parçaların hepsinin aynı ölçülerde üretilmesi beklenemez. Ölçülerde çok küçük değerlerde olsa da farklılıklar söz konusudur. Bu nedenle her ölçüye bir tolerans verilir. Tolerans esas ölçüden büyük ya da küçük verilen ölçülerdir. Kalınlık kontrol masterları da bu toleranslar doğrultusunda üretilir

3.1.4. Su Terazileri

Yatay ve dikey eksenlerin doğruluklarını kontrol etme amacıyla kullanılan en eski el aletlerinden biridir (Resim 3.3). Özellikle makinelerin kullanılacağı yerlere yerleştirilmesinde büyük kolaylık sağlar. Bunun yanında pres tablalarına kalıp yerleştirme de kullanım alanlarından biridir.



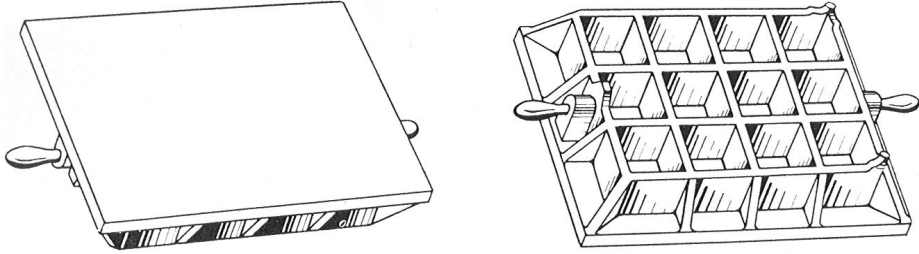
Resim 3.3: Su terazisi

Metal işleri bölümünde kullanılan su terazileri, makine terazisi olarak da anılır. Bunların kontrolü gerçekleştiren iki yüzeyi bulunur. Birinci yüzey, kontrol edilecek kısma yerleştirilir ve oldukça hassas işlenmiştir. Bunun paralelindeki yüzeyde cam bir tüp vardır. Cam tüpün içinde eterli ya da ispirotolu su bulunur. Ancak su, bölmeyi tam anlamıyla doldurmaz. Bölmede bir miktar boşluk bırakılmıştır. Boş bırakılan kısımda eter (ya da ispirotolu su) buharının kabarcığı vardır. Terazi bir miktar hareket ettirilirse bu kabarcık, terazinin hareketine paralel olarak yerinden oynar. Cam tüpte kabarcığın uzunluğu kadar kısım işaretlenmiştir. Cam bölmede bırakılan kabarcık, terazi ancak yüzeye paralel, daha doğrusu üzerine konulduğu yüzey tam düzgün bir doğruda duruyorsa bu işaretli kısım içinde kalır. Kontrol edilecek yüzey doğruluktan uzaklaştıkça kabarcık da eğimin olduğu yöne doğru kayar. Yüzeyin istenilen düzlemde durması sağlandığında kabarcık da işaretli bölmeye gelir.

3.1.5. Kontrol Pleytleri

Üst yüzeyleri oldukça hassas olarak işlenmiş, markalama işlemlerinde kullanılan malsalardır (Şekil 3.5). Gözeneksiz bir yapıya sahip olabilmesi için kaliteli dökümden üretilir. Üzerinde yapılan markalama işlemlerinin doğruluk derecelerini artırmak amacıyla yüzeyleri planyalanır ya da rasplanır. Bu işlemlere göre de pleytin hassasiyeti artar. Kenar uzunluğu 300 mm olan kare şeklindeki pleyt, içlerinde en küçüğü olarak belirlenir. Büyük pleyt ölçüleri ise 2 ya da 3 metre uzunluk ve 1,2 metre genişliğe kadar olabilir.

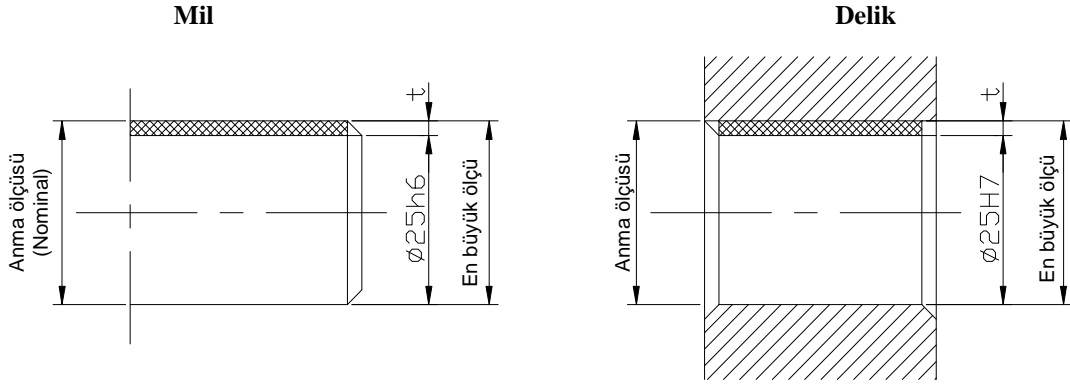
Bu bölümde ele alınan pleytler, sadece markalama ve kontrol işlemlerinde kullanılan avadanlıklardır. Bu nedenle başka işlemlerde kullanılması doğru değildir. Diğer yandan maliyetlerinin yüksekliği, bakımlarının önemini artırır. Kullanılmadıkları süre içinde yüzeylerinin korunması gerekir.



Şekil 3.5: Bir markalama pleytinin üst ve alt görünüşü

3.2. Tolerans

Bir makine parçası, makinedeki işlevini hareketli ve hareketsiz olmak üzere uyumla çalışarak yapar. Hareketli parçalar millerde olduğu gibi dönerek veya kızaklarda olduğu gibi kayarak çalışır. Bu gibi parçalara hareketli parçalar denir. Aralarında kabul edilebilir sınırlı boşluk vardır. Boşluğun sınırları alıştırma kalitesi ile belirlenir. Bazı makine parçaları gövdeye sıkı geçirilerek çalışır. Delme yüzeylerinin dışı gibi veya bir rulmanın dışı gövdeye, göbeği mile çakıldığı gibi parçalar arasında sıkılık payı vardır. Sıklığın sınırları tolerans ile belirlenir.



Şekil 3.6: Normal delik, normal mil sistemi alıştırma (kaygan geçme)

Tolerans sınırları, geçmenin çeşidine göre belirlenir. Birlikteliği sağlamak için sanayileşmiş ülkelerin aralarında uyguladıkları ISO uluslararası tolerans sisteminde olduğu gibi (Şekil 3.6) bazı ülkeler de kendi tolerans sistemini hazırlar ve uluslararası sistemde uyumu sağlar.

Almanya'nın DIN ve Türkiye'nin TSE standardı gibi.

Makine parçalarının üretiminde çalışarak ekonomik ömrünü dolduran, açılan ve malzeme yorulması sebebi ile değişmesi gereken parçalar kolayca yenilenebilir. Makine parçalarının üretiminde kalitenin yanı sıra maliyet faktörü de çok önemlidir. Maliyetin düşük tutulması satışta kalite kadar sürümünü de etkiler. Gelişen en son üretim teknolojileri ile verimlilik ve kalite başlıca amaçtır. Ancak bu sayede sonsuz insan ihtiyaçlarını karşılamak mümkün olabilir. Bu niteliğin uyumla örtüşmesi; ölçü standartlarının bir sisteme bağlanması ile sağlanır.

Makine parçalarının üretiminde amaç, ölçü tamlığıdır. Üretim araçlarından ve insan faktöründen kaynaklanan sapmalar vardır. Bu bakımdan tam doğrulukta ölçü sağlamak mümkün değildir. Buna gerek de yoktur. Bunun yerine kabul edilebilir sınırlar içinde olan ölçüler kullanılır. Bu yeni ölçünün sınırları olmalıdır. İki ölçünün farkına **tolerans** denir. Tolerans sınırları içinde ölçü ile üretilen makine parçaları, işlevini güvenle yapar.

Ölçü ve boyut toleransları keyfi alınmaz. Alıştırma sistemleri ve kalite toleransları uluslararası ISO ve ulusal TSE gibi bir sisteme bağlıdır. Ulusal tolerans sistemleri uluslararası ISO ile uyumludur.

Tolerans sisteminde alıştırmalar, delik ölçüsü esas alınarak yapılırsa buna **normal delik sistemi** denir. Alıştırmalar, mil ölçüsü esas alınarak yapılırsa buna **normal mil sistemi** denir.

➤ Normal delik sistemi

Bu sistemde deliğin aşağı ölçüsü (0) sıfırdır. Yukarı ölçüsü kalite numarasına göre (+) artı değer taşır. Birimi mikron mililitre $1/1000=\mu$ veya mikron inç'tir. $1''/1000=\mu$ olur.

➤ Normal mil sistemi

Bu sistemde milin yukarı ölçüsü (0) sıfırdır. Aşağı ölçüsü kalite numarasına göre (-) eksi değer taşır. Birimi mikro mililitre $1/1000 \mu$ veya mikro milyon inç'tir. $1''/1000=\mu$ olur.

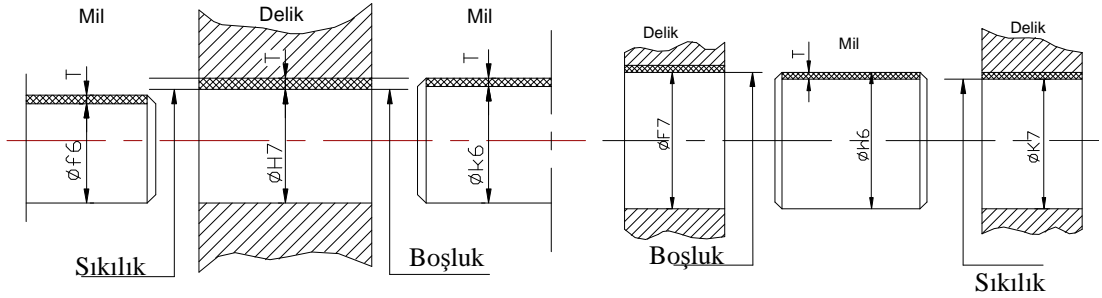
Alıştırma sistemlerinde normal delik sistemi tercih edilir. Deliğin işlenmesi mile göre daha zordur. Bu bakımdan (0) sıfır nominal ölçüsü deliğe verilerek yapılan alıştırmada deliğin sembolü (H) dir. Seçilen tolerans ile sistem H_7 ile gösterilirse yedinci kalitede tek delik sistemi anlaşılır. Rakam büyüdükçe tolerans sınırı genişler. Rakam küçüldükçe tolerans sınırı daralır. Sınır daralması kalite yükselmesi anlamına gelir.

Alıştırma sisteminde tek mil sistemi seçilirse sembol (h) dir. Seçilen kalite ile sistem h_6 ile gösterilirse altıncı kalitede normal mil sistemi anlaşılır. Milin işlenmesi deliğe göre daha kolay olduğu için kalite numarası deliğe verilen numaradan bir numara küçük alınır.

Bu sistemde (0) nominal ölçüsü mile verilir. Seçilen kalite ile milin toleransı (-) eksi değer taşır.

Normal delik sistemi alıştırmada deliğin ölçüsü sabittir. Boşluk, sıkılık mile verilir.

Normal mil sistemi alıştırmada milin ölçüsü sabittir. Boşluk, sıkılık deliğe verilir (Şekil 3.7 a,b).



Şekil 3.7: Alıştırma sistemi (normal delik, normal mil)