

**MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UZUNLUK ÖLÇME
VE
KONTROL TEKNİĞİ**

**Yazan
İsmail Binici**

1984

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayfa

1.	Ölçme ve kontrolün tanımı, ölçme ve kontrol işlemlerinde kullanılan araçların sınıflandırılması	1
1.1.	Ölçmenin tanımı	1
1.2.	Kontrolün tanımı	1
1.3.	Ölçme ve kontrol işlemlerinde kullanılan araçların sınıflandırılması	1
2.	Çizgi bölüntülü cetveller	1-2
3.	Sürgülü kumpaslar	3
3.1.	Milimetrik kumpaslar	3
3.2.	Sürgülü kumpasların kısımları	3
3.3.	Sürgülü kumpasların ölçme alanları	3
3.4.	Sürgülü kumpasların çeşitleri	4
3.5.	Sürgülü kumpaslarda duyarlılık	4
3.6.	1/10 mm duyarlıklı kumpaslar	5
3.7.	1/20 mm duyarlıklı kumpaslar	6
3.8.	1/50 mm duyarlıklı kumpaslar	7
3.9.	Saatli kumpas ve sayısal (Dijital) göstergeli kumpaslar	7-8
4.	Parmak (inch) bölüntülü kumpaslar	8
4.1.	1/32 parmak duyarlıklı kumpaslar	8
4.2.	1/64 parmak duyarlıklı kumpaslar	8
4.3.	1/128 parmak duyarlıklı kumpaslar	9
4.4.	1/1000 parmak duyarlıklı kumpaslar	9
4.5.	Kumpasla ölçmede oluşabilecek hataların kaynakları	10
5.	Mikrometreler	11
5.1.	Mikrometrelerin kısımları	11
5.2.	Mikrometrelerde duyarlılık	11

	<u>Sayfa</u>
5.3. Parmak bölüntülü mikrometre	12
5.4. Dijital (Sayısal) göstergeli mikrometreler	13
5.5. Delik mikrometreleri	13
5.6. Mikrometrelerin kullanılması	14
5.7. Mikrometrelerin ayarı	16
5.8. Mikrometrelerin ölçme alanları ve kapasiteleri	16
5.9 Çeşitli mikrometreler	16
5.9.1Vida mikrometreleri	18
5.10.Mikrometre ile ölçmede oluşan hataların kaynakları	19
6. Komparatörler (Ölçü saatleri)	20
6.1. Komparatörün çalışma prensibi	20
6.2. Komparatörlerde ölçme alanı	21
6.3. Komparatörlerin kullanıldığı yerler	21
7. Açık ölçme araçları	24
7.1. Sabit açı ölçme araçları	24
7.2. Göstergeli açı ölçme araçları	25
7.2.1Basit bölüntülü açı gönyesi	25
7.2.2Verniyeli açı gönyeleri	25
7.2.3Açıların okunuşu(Verniyeli açı gönyesi ile)	27
7.2.4Belirli duyarlıkta bir verniye bölüntüsünün oluşturulması	27
7.2.5.Sinüs cetveli ile açıların ölçülmesi	28
7.2.6.Açıların ölçme halkaları ile ölçülmesi	29
7.2.7 V kanalı açısının ölçme halkaları ile ölçülmesi	30
7.2.8 Bilyalarla (Kürelerle) iç konikliklerin ölçülmesi	31
7.3. Elektronik uzunluk ölçme araçları	31

	<u>Sayfa</u>
8. Tampon ve çatal masterlar	32
8.1. Tampon masterlar	32
8.2. Çatal masterlar	32
8.3. Tampon ve çatal masterlarda imal ve aşınma toleransları	34
9. Vidaların vida masterları ile kontrolü	36
9.1. Halka vida masterları	36
9.2. Tampon vida masterları	37
10. Vida toleransları	38
11. ISO - Tolerans sistemleri	39
11.1. Tolerans alanlarının durumu	42
11.2. Alistirma ve tolerans sisteminde kullanılan deyimler	43
11.3. Sapmaların nominal ölçü üzerinde belirlenmesi ile ilgili örnek	44
11.4. Alistirma sistemleri	45
11.4.1. Tek delik ve tek mil sistemi	45-46

1. Ölçme ve kontrolün tanımı, bu işlemlerde kullanılan araçların sınıflandırılması .

1.1. Ölçmenin tanımı : Bilinen bir birimle , aynı cinsten bilinmeyen bir boyutun karşılaştırılmasına ÖLÇME denir. Örneğin , milimetre, santimetre v.b. birimlerle ölçülerin, derece ve dakika birimleriyle açıların karşılaştırılması yapılır, sonuç bilinen birimle ifade edilir.

1.2. Kontrolün tanımı : Geometrik şekil (Form) veya ölçülerin , saptanmış değerlerle karşılaştırılmasıdır. Örneğin, sabit gönyelerle açıların, çatal ve tampon mastarlarla mil ve deliklerin karşılaştırılması yapılır.

Ölçmede sonuç "sayısal" , kontrolde ise sonuç " iyi" veya " bozuk" olarak belirtilir.

1.3. Ölçme ve kontrol işlemlerinde kullanılan araçların sınıflandırılması:

a-Göstergeli ölçme araçları

b-Yardımcı araçlar.

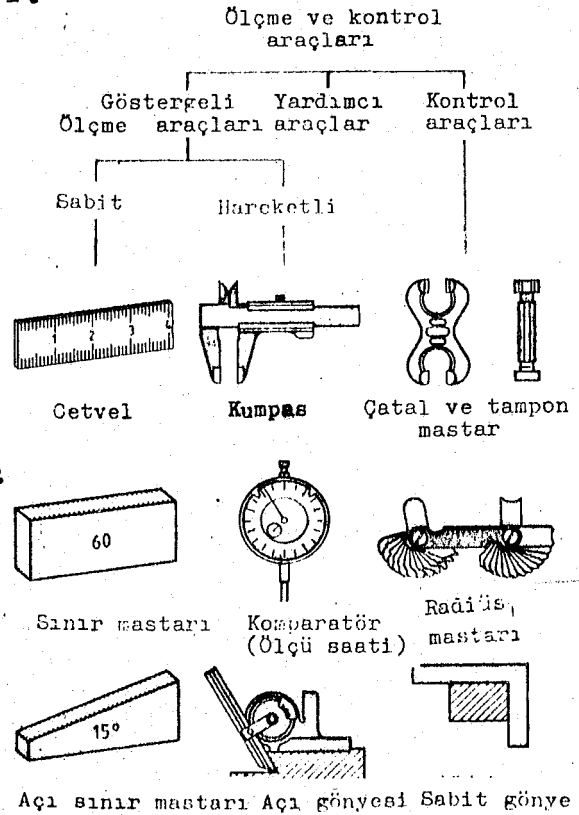
c-Kontrol araçları.

(Şekil.1.1.)

2. Çizgi bölüntülü cetveller

Teknikte en çok kullanılan ölçü araçlarından biridir.

Bu cetvellerin bir yüzü ve bir kenarına bölüntü yapıldığı gibi , her iki yüzüne ve her iki kenarına bölüntü yapılmaktadır.



Şekil 1.1.

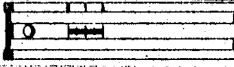
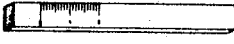
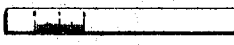
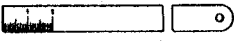

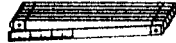
Makina üretim ve teknik resim atelyelerinde , inşaatçılıkta, özel işlerde kullanılan çeşitleri vardır.

Şekil 2.1.de cetvel çeşitleri görülmektedir. Bunlar genellikle iki çizgi arası 1 mm olarak bölüntülen-
dirilmişlerdir. Okuma esnasında gözü yorduğu ,dola-
yısıyla seri okumayı engellediği için daha küçük bö-
lüntülü yapılmazlar. Buna karşın 0,5 mm bölüntülü olan-
ları vardır. Cetvel boyunca çoklukla her santimetrede
bir rakam yazılmıştır.

Bu cetvellerin özelliklerine göre belirli tole-
ranslar içerisinde olmaları gerekir. 20°C'de ve 1 m.
boyda aranan toleransları μ m olarak şekil 2.1. de
gösterilmiştir.

Okumada kolaylık sağlanması için her beş mili-
metre ve santimetreyi gösteren çizgiler milimetre
çizgilerinden daha uzun çizilmişlerdir. Cetvel boyunca
her santimetreye bir rakam yazılmıştır.

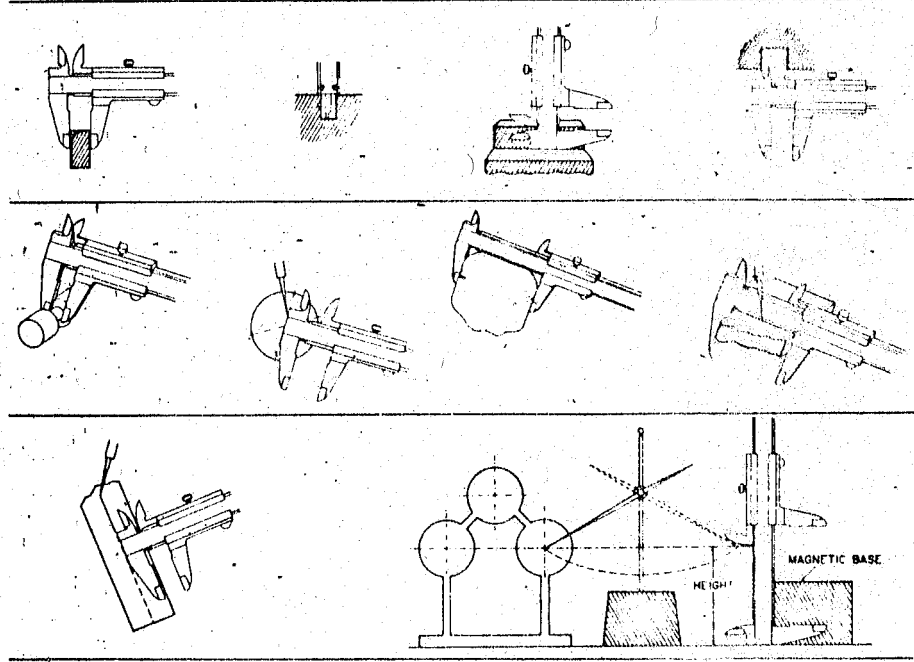
Bazı cetvellerin bir kenarı milimetre, diğer ke-
narı da parmak (Inch) olarak bölüntülendirilmiştir.
Parmak bölüntülü cetvellerin bölüntüleri çoğunlukla
1/64, 1/32, 1/8 parmak olurlar.

Çizgi bölüntülü cetveller	Tolerans μ m L:1 m, 20°C	Kullanıldık- ları yerler
Mukayeseli cetvel 	± 10	Diğer cet- vellerin kontrolünde
Kontrol cetveli 	± 20	
İş cetveli 	$\pm 40..100$	Basit ölçme işlemlerinde
Bükülebilir cetvel 	± 75 L: 500mm.	
Bant cetvel (Bant metre) 	± 100	
Katlanabilir cetvel 	± 1000	

Şekil 2.1.

3. Sürgülü kumpaslar .

3.1. Milimetrik kumpaslar : Çizgi bölüntülü ,2000 mm ye kadar ölçme kapasiteli (DIN 862) , 1/10,1/20 ve 1/50 mm duyarlılığında olurlar. Okuma güçlüğü nedeniyle 1/50 mm duyarlıklı kumpaslar yapılmamaktadır. Bu kumpaslarla dış, iç ve derinlik ölçmeleri yapılır. Ancak mitutoyo firması tarafından çıkarılan şekil 3.1 de gösterilen tipteki kumpaslarla aynı zamanda markalama işlemleri de yapılmaktadır.



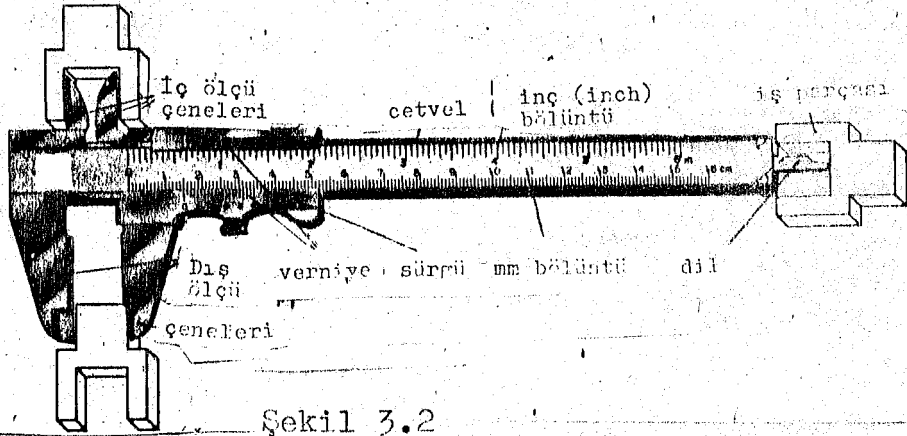
Şekil 3.1

3.2. Sürgülü kumpasların kısımları : Sürgülü kumpaslar iki ana parçadan oluşurlar. Bunlardan biri üzerinde parmak (inch) bölüntüleri bulunan cetvel kısmı ,diğeri üzerinde verniye denilen bölüntülerin bulunduğu sürgü kısmıdır. Şekil 3.2 de sürgülü kumpasın kısımları görülmektedir.

3.3 Sürmeli kumpasların ölçme alanları: Sürmeli kumpasların ölçme alanları aşağıdaki gibidir.

0-120 0-135 0-160 0-200 0-250 0-300
0-500 0-750 0-1000 750-1000 1000-2000
750-1000 ve 1000-2000 mm ölçme kapasiteli kumpaslarda

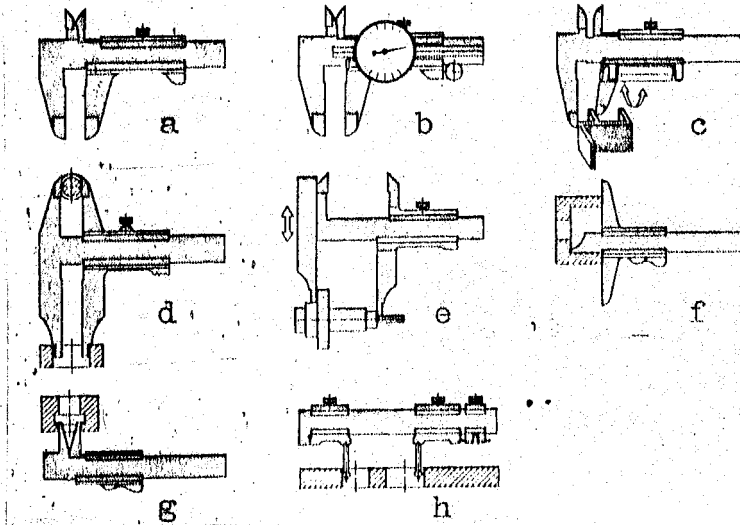
bölüntüler alt ve üst sınırlar arasında yapılmaktadır.



Şekil 3.2

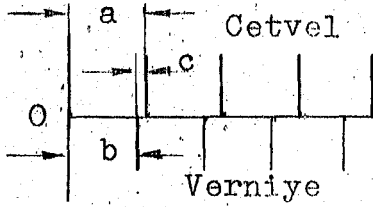
3.4. Sürmeli kumpas çeşitleri : Değişik amaçlar için çeşitli kumpaslar yapılmıştır. Şekil 3.3 de kumpas çeşitleri ve kullanıldıkları yerler görülmektedir.

a-Normal b-Saatli c-Döner çeneli d-Kalıpcı e-Kaydırılabilir çeneli f-Derinlik g-Kanal h-Delikler arası ölçümünde kullanılan kumpas.



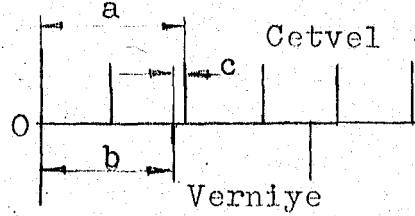
Şekil 3.3.

3.5. Sürmeli kumpaslarda doğruluk : Cetvel üzerindeki bir veya daha fazla bölüntü ile, verniyeli üzerindeki bölüntü arasındaki farktır. Şekil 3.5.1 ve 3.5.2 de gösterilmiştir.



$$c = a - b$$

Şekil 3.5.1



$$c = a - b$$

Şekil 3.5.2

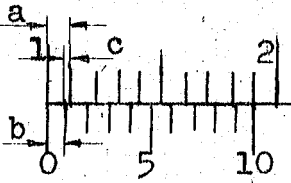
c: Duyarlılık

a: Cetvel üzerindeki bölüntü veya bölüntüler

b: Verniye bölüntüsü

3.6. 1/10 mm duyarlıklı kumpaslar.

Bu kumpaslarda duyarlılık, 9 veya 19 mm, verniye üzerinde 10 eşit parçaya bölünerek elde edilmiştir. Şekil 3.5.3 .

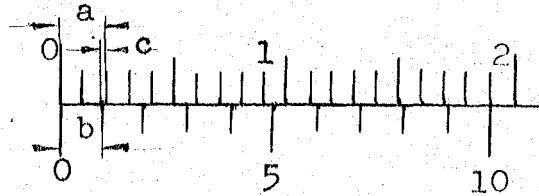


$$a = 1 \text{ mm}$$

$$b = 0,9 \text{ mm}$$

$$c = a - b$$

$$c = 1 - 0,9 = 0,1 \text{ mm}$$



$$a = 2 \text{ mm}$$

$$b = 19/10 \text{ mm}$$

$$c = a - b$$

$$c = 2 - 1,9 = 0,1 \text{ mm}$$

Ölçmede cetvel üzerindeki çakışan çizginin bulunması

Çç : Çakışan çizgi

Çç = Ölçü + Ondalık sayı x b

Örnek: Ölçü 42,7 mm ise cetvel üzerinde çakışan çizgi

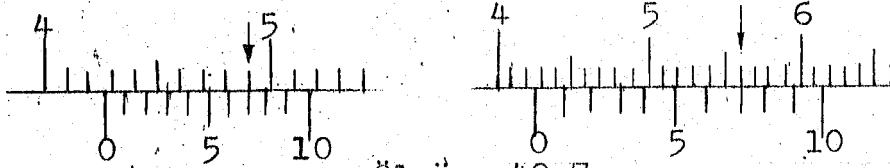
$$\text{Çç} = 42,7 + 7 \times 0,9 = 49 \text{ mm} \text{ olarak bulunur}$$

Yukarıdaki örnek verniye bölüntüsü $b = 0,9 \text{ mm}$ olan

1/10 mm duyarlıklı kumpas için verilmiştir . Aynı ölçü, verniye bölüntüsü $b = 1,9 \text{ mm}$ olan aynı duyarlıklı kumpas için verildiğinde çakışan çizginin hesabı

$$\text{Çç} = 42,7 + 7 \times 1,9 = 56 \text{ mm} \text{ olarak bulunur. Şekil 3.5.4}$$

de bu ölçüler ve çakışan çizgiler gösterilmiştir.

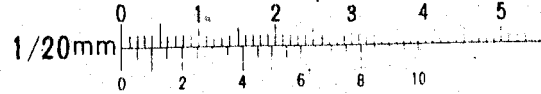
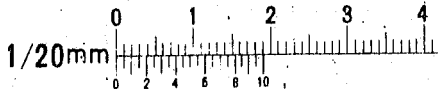


Ölçü : 42,7 mm

Şekil 3.5.4

3.7. 1/20 mm duyarlıklı kumpaslar

Bu kumpaslarda 19 veya 39 mm lik ölçüler verniye üzerinde 20 eşit parçaya bölünerek 1/20 mm duyarlılık sağlanmıştır. Okumada kolaylık sağlanması için çoğunlukla verniye ölçüsü 39 mm alınmaktadır. Rakamlar verniye üzerinde ondalık çizgilere konmuştur.



$$a = 1 \text{ mm}$$

$$b = 19/20 \text{ mm}$$

$$c = a - b$$

$$c = 1 - 19/20 = 1/20 \text{ mm}$$

$$a = 2 \text{ mm}$$

$$b = 39/20$$

$$c = a - b$$

$$c = 2 - 39/20 = 1/20 \text{ mm}$$

Ölçmede cetvel üzerindeki çakışan çizginin hesabı .

Çç : Çakışan cetvel çizgisi

k : Verniye üzerindeki çakışan çizginin numarası .Örneğin, verniyenin 5. çizgisi çakışmış ise k: 5 tir.

$$Çç : Ölçü + k \times b$$

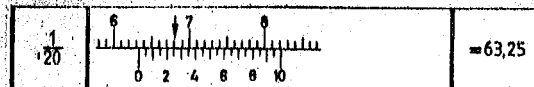
Örnek : 63,25 ölçüsünde cetvel üzerinde hangi çizginin çakıştığının bulunması

Bu ölçüde verniye üzerinde 5. çizgi çakıştığından k:5 b :19/20 alındığı taktirde,.

$$Çç : Ölçü + k \times b$$

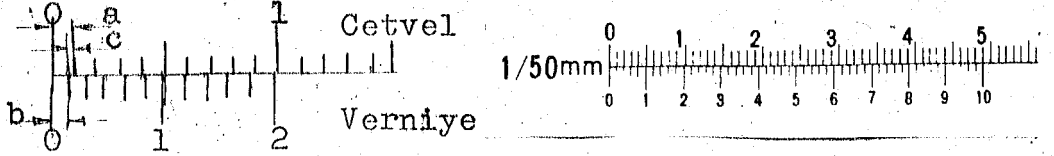
$$Çç : 63,25 + 5 \times 19/20 = 68 \text{ mm (68 mm ye isabet eden çizgi çakışmıştır)}$$

$$\frac{25}{100} = \frac{5}{20} = \frac{k}{20}$$



3.8. 1/50 mm duyarlıklı kumpaslar.

Bu kumpaslarda 1/50 mm duyarlılık, 49 mm lik ölçü verniye üzerinde 50 eşit parçaya bölünerek sağlanmıştır. Okuma güçlüğü nedeniyle bu kumpaslar kullanılmamaktadır.



a: 1 mm

b: 49/50 mm

c: a - b

c: 1 - 49/50 = 1/50 mm



Çakışan cetvel üzerindeki çizginin bulunması

Çç : Ölçü + k x b

k : Verniye bölüntüsünde çakışan çizgi

Örnek : 73,38 mm yi gösteren ölçüde cetvel üzerinde hangi çizginin çakıştığının bulunması

$$\frac{38}{100} = \frac{19}{50} = \frac{k}{50} \quad k=19 \text{ olduğundan}$$

$$\text{Çç} = \text{Ölçü} + k \times b = 73,38 + 19 \times \frac{49}{50} = 92 \text{ mm.}$$

Belirli duyarlılıkta bir sürgülü kumpas verniye bölüntüsünün hesabı : c : a - b formülü kullanılarak verniye bölüntüsü saptanır. Örneğins 0,08 mm duyarlıklı kumpas için verniye bölüntüsü, a : 1 mm alındığında , c : a - b

$$0,08:1 - b ; \quad b : 1 - 0,08 = \frac{92}{100} = \frac{23}{25}$$

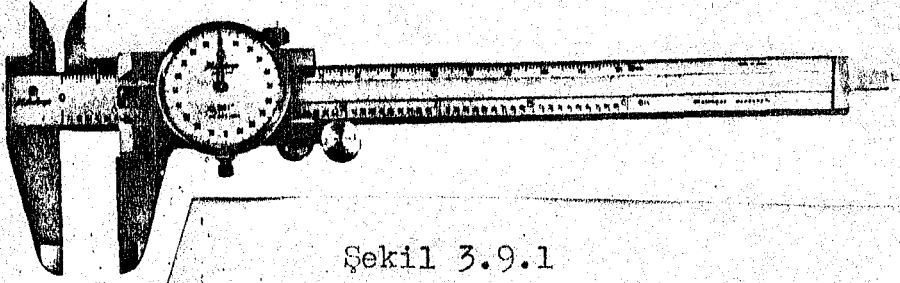
Şu halde cetvel üzerinde 23 mm lik ölçü ,verniye üzerinde 25 eşit parçaya bölünerek sağlanan sürgülü kumpasın duyarlılığı 0,08 mm olur.

3.9. Saatli kumpas.

İbrelili bir ölçü aracıdır. 0,05 mm ,0,02 mm ve 0,001 " duyarlılığında olanları vardır. Kadranın çevresi eşit parçalara bölünmüştür. İki çizgi arası kumpasın duyarlılığını verir. Ölçmede tam sayı kumpasın cetvel bölüntüsü ile, kesirli yüzde ise ibre ile belirlenir.

Dijital (Digitale) göstergeli kumpaslar.

Bu kumpaslar sayısal göstergelidirler. Elektronik bir yapıya sahip olup pille çalışırlar. Ölçü doğrudan sayısal olarak belirlenir.



Şekil 3.9.1

4. Parmak (inch), bölüntülü sürgülü kumpaslar.

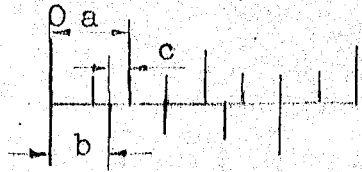
$1/32''$, $1/64''$, $1/128''$ ve $1/1000''$ duyarlıklı olurlar.

Ancak $1/128''$ ile $1/1000''$ duyarlıklı olanları daha çok yapılmakta ve kullanılmaktadırlar.

Bu kumpaslarda cetvel bölüntüleri 1" lık ölçü 16 eşit parçaya bölünerek oluşturulmuştur. İki çizgi arası $1/16''$ tir. $1/1000''$ duyarlıklı kumpasların cetvel bölüntüleri 1" lık ölçü 40 eşit parçaya bölünerek meydana getirildiğinden iki çizgi arası $1/40'' = 0,025''$ tir.

4.1. $1/32$ parmak duyarlıklı kumpaslar.

Bu kumpaslarda cetvel üzerinde $6/16''$ lık ölçü ,verniye üzerinde 4 eşit parçaya bölünerek $1/32''$ duyarlılık sağlanmıştır.



$$a = 2/16''$$

$$b = 6/16 : 4 = 6/64$$

$$c = a - b$$

$$c = 2/16 - 6/64 = 2/64 = 1/32''$$

4.2. $1/64''$ duyarlıklı kumpaslar

Bu kumpaslarda cetvel üzerinde $3/16''$ lık ölçü verniye üzerinde 4 eşit kısma bölünerek $1/64''$ duyarlılık sağlanmıştır.

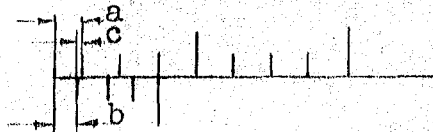
$$a = 1/16''$$

$$b = 3/16 : 4$$

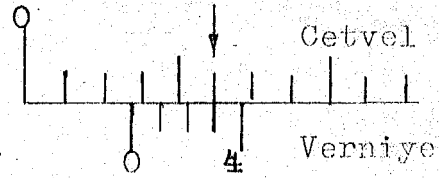
$$c = a - b$$

$$c = 1/16'' - 3/64''$$

$$c = 1/64''$$



Örnek: $\frac{2''}{16} + \frac{3''}{64} = \frac{11''}{64}$ ölçüsünün
gösterilmesi ve çakışan çizginin bulunması



Çç : Çakışan çizgi

k : Verniye bölüntüsü üzerinde

çakışan çizgi (Yukarıdaki ölçüde 3.çizgi çakışmaktadır)

$$\text{Çç} = \text{Ölçü} + k \times b''$$

$$\text{Çç} = \frac{11''}{64} + 3 \times \frac{3''}{64} = \frac{5''}{16}$$

Cetvel üzerinde $\frac{5}{16}''$ ölçüyü gösteren çizgi çakışır.

4.3. $1/128''$ duyarlıklı kumpaslar.

Cetvel üzerinde $7/16''$ ölçü, verniye üzerinde 8 eşit parçaya bölünerek, $1/128''$ duyarlılık oluşturulmuştur.

$$a = 1/16''$$

$$b = 7/16 \times 8 = 7/128''$$

$$c = a - b$$

$$c = 1/16'' - 7/128'' = 1/128''$$

Örnek : $5/16'' + 3/128'' = 43/128''$

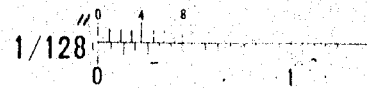
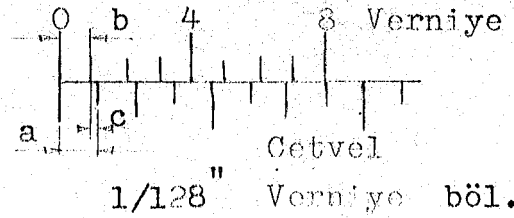
ölçüsünün gösterilmesi ve Çakışan çizginin hesabı

Çç : Çakışan çizgi

Çç = Ölçü + k x b k : Verniye bölüntüsünde çakışan çizgi. Örnekte k=3 dir.

$$\text{Çç} = 43/128'' + 3 \times \frac{7}{128}$$

$$\text{Çç} = 1/2'' \text{ ölçüsüne ait çizgi çakışır.}$$



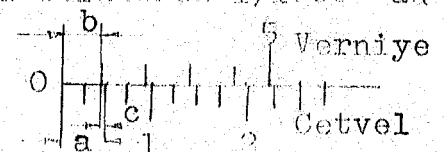
4.4. $1/1000''$ duyarlıklı kumpaslar.

Bu kumpaslarda cetvel bölüntüleri diğer kumpaslardan farklıdır. $1''$ ölçü 40 eşit parçaya bölünerek cetvel bölüntüleri oluşturulmuştur. Cetvel üzerinde $1 \frac{9}{40}''$ ölçü, verniye üzerinde 25 eşit parçaya bölünerek $1/1000''$ duyarlılık elde edilmiştir.

$$a = 2/40''$$

$$b = 49/40 \times 25$$

$$c = a - b = 2/40 \times 25 - 49/40 = 1/1000''$$



4.5 Kumpasla ölçmede oluşabilecek hataların kaynakları .

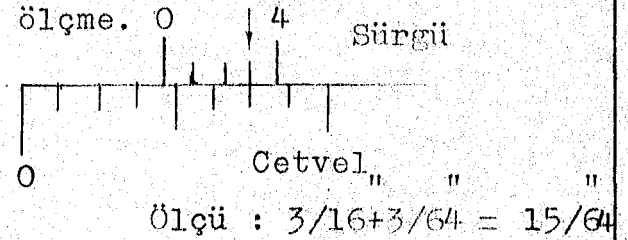
- a- Baskı yayının yeterince sıkılmaması nedeniyle ölçme yüzeylerinin paralel olmaması.
 - b- Ölçme yüzeylerinin düzlemsel olmayışı .
 - c- Ölçme kuvvetinin büyüklüğü
 - d- İş parçası veya ölçme yüzeylerinin kirli veya yağlı olması
 - e- Okuma hatası (Yüze dik bakmamak)
 - f- Ölçme yapılan ortamın sıcaklığı (20°C 'den sapma)
- Okuma örnekleri : Parmak bölümlü kumpaslarla .

1/64 " s Duyarlıklı kumpasla ölçme. 0 4 Sürgü

$$\text{Ölçü: } 3/16 + 3/64 = 15/64''$$

$$Çç = \text{Ölçü} + k \times b$$

$$Çç = 15/64 + 3 \times 3/64 = 3/8''$$



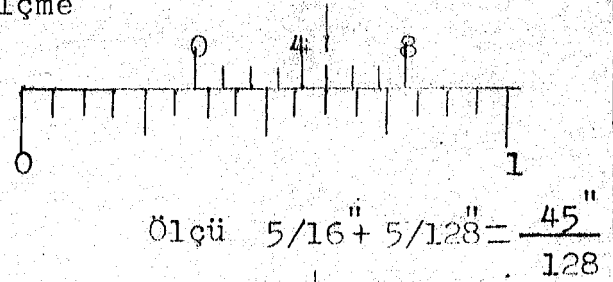
1/128 " Duyarlıklı kumpasla ölçme

$$\text{Ölçü: } 5/16 + 5/128 = 45/128''$$

$$Çç = \text{Ölçü} + k \times b$$

$$Çç = 45/128 + 5 \times 7/128$$

$$Çç = 5/8''$$



1/1000 " duyarlıklı kumpasla

ölçme.

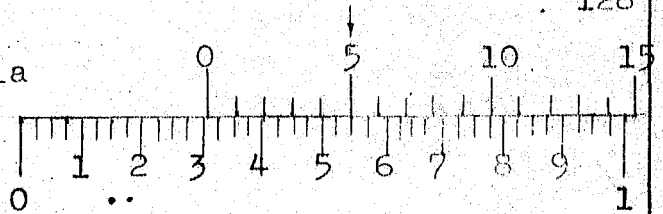
$$\text{Ölçü: } 300/1000 + 5/1000''$$

$$\text{Ölçü: } 305/1000''$$

$$Çç : \text{Ölçü} + k \times b$$

$$Çç : 305/1000 + 5 \times 49/40''$$

$$Çç : 550/1000'' \quad (\text{Cetvel üzerinde bu ölçüye ait çizgi verniye bölüntülerinden 5. çizgiye çakışır})$$



5. Mikrometreler

Dış , iç ve derinlik ölçmelerinde ,vida ,dişli çark gibi makina elemanlarının çeşitli ölçülerini saptamada ve özel işlere ait uzunlukların ölçülmesinde kullanılan vidalı ölçü araçlarıdır.

5.1. Mikrometrelerin kısımları

Şekil 5.1 de dış ölçmelerde kullanılan mikrometre ve kısımları görülmektedir.

a- Sert metal plate(örs)

b- Tesbit mandalı

c- Adımı 0,5 mm olan
vidalı mil

d- Ayar somunu

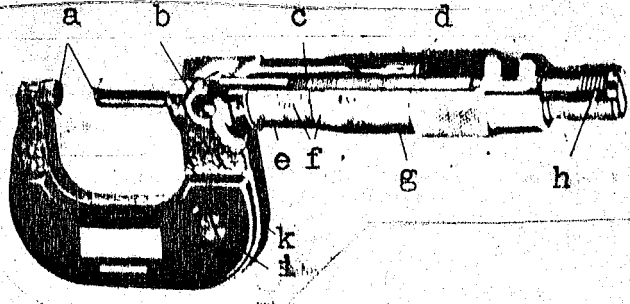
e- mm bölüntülü kovan

f-Kovan ve tambur bölüntüleri

g-Tambur

h-Circir (Yaklaşık 2 N lık baskı kuvveti sağlayan
yaylı tertibat)

i-Yalıtkan plaka (El ısısının gövdeye intikalini önler)



Şekil 5.1.

5.2. Mikrometrelerde duyarlılık .

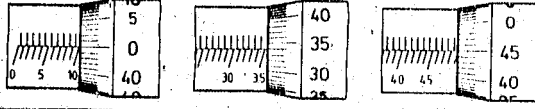
0,01 ve 0,001 mm duyarlıklı yapılmaktadırlar.

Tamburla birlikte dönerek hareket eden vidanın adımı 0,5mm dir. Tambur üzerindeki bölüntü sayısı 50 olduğundan , duyarlılık $0,5 \text{ mm} / 50 = 0,01 \text{ mm}$ olarak bulunur.

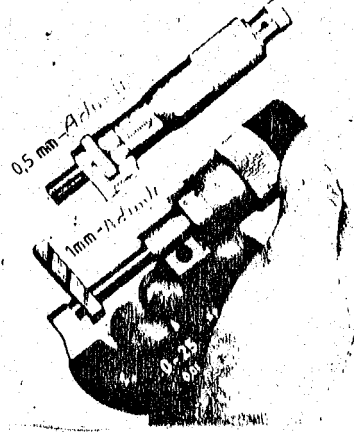
Vida adımı 1 mm olan 0,01 mm duyarlıklı mikrometreler de vardır. Vida adımı 1 mm olduğu için aynı duyarlılığı sağlamak üzere tambur bölüntü sayısı 100 olarak alınmış ve tambur çapı da daha büyük yapılmıştır. Şekil 5.2 de vida adımı 0,5 mm ve 1 mm olan mikrometreler görülmektedir.

0,001 mm duyarlıklı mikrometrelerde ise üzerinde mm bölüntüleri bulunan, Şekil 5.3 de görüldüğü gibi kovan üzerine ayrıca 0,1 mm duyarlıklı verniye bölüntüleri yapılmış böylece duyarlılık : Vida adımı / tambur bölüntü sayısı $\times 10 = 0,001 \text{ mm}$ olarak oluşmuştur.

Ölçme örnekleri

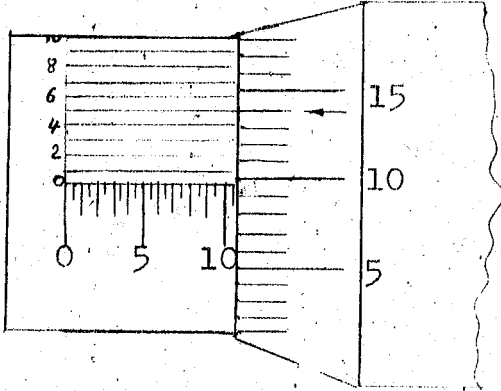


Kovan	10	35	48
Tambur	0,00	0,34	0,45
	10,00	35,34	48,95



Şekil 5.2

0,001 mm duyarlıklı mikrometrenin kovanı, 0,5 mm aralıklı olarak bölüntülendirilmiş ve verniye bölüntüleri de yatay olarak çizilmiştir.



Bölüntü	Ölçü	
Kovan	10,50	mm
Tambur	0,09	mm
Verniye	0,005	mm
Toplam	10,595	mm

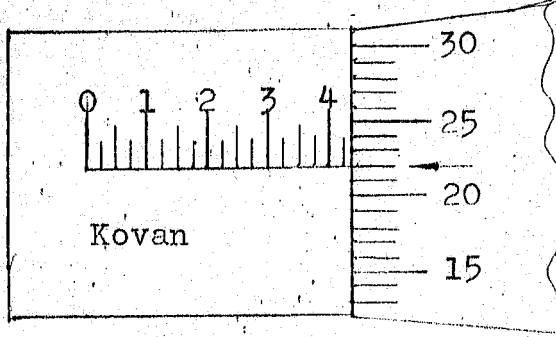
Ölçü : 10,605 mm

Şekil 5.3

5.3 Parmak (inch) bölüntülü mikrometre

Parmak mikrometrelerde, tamburla birlikte dönerik hareket eden mil üzerindeki vidanın adımı $1/40''$ tir. Tambur çevresi de 25 eşit parçaya bölünmüştür. Böylece oluşan duyarlılık : Vida adımı / Tambur bölüntü sayısı
Duyarlılık : $1/40'' / 25 = 0,001''$ tir.

Kovan üzerinde her dört bölüntüde bir rakam yazılmıştır. Bu rakamların ait olduğu çizgiler $100/1000''$ ölçüyü ifade etmektedir. Böylece okumada tam sayılar daha pratik olarak belirlenecektir. Şekil 5.3.1

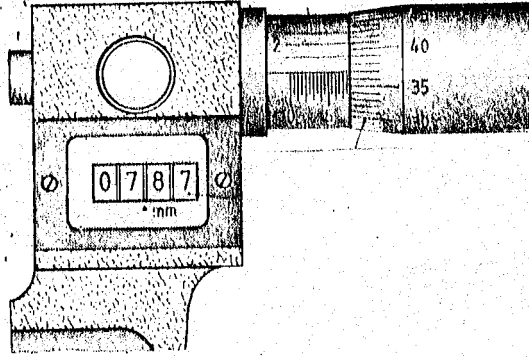


<u>Bölüntü</u>	<u>Ölçü</u>
Kovan	0,400 "
Kovan	0,025 "
Tambur	0,022 "
Toplam	0,447 "

Şekil 5.3.1.

5.4 Dijital (Digitale) göstergeli mikrometreler.

Bu mikrometrelerin yalnız sayısal olarak ölçüyü gösteren tipleri olduğu gibi, Şekil 5.4 de görüldüğü üzere, hem sayısal hem de bölüntülü türleri vardır. Dıyarlılıkları 1/1000 mm dir.



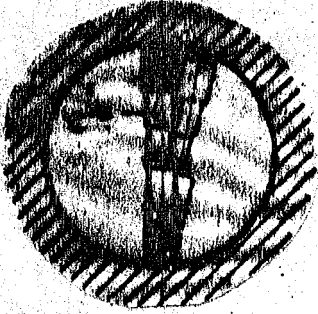
Şekil 5.4.

5.5. Delik mikrometreleri .

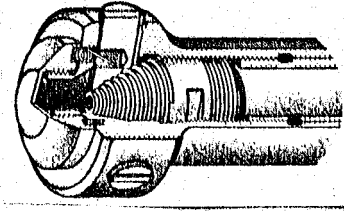
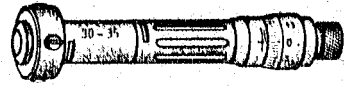
İç çapların ölçülmesinde kullanılan bu mikrometreler çeşitli türde yapılmaktadırlar. Şekil 5.5 te görülen mikrometrenin yerini, daha geliştirilmiş olan ve Şekil 5.5.1. de görülen tipler almışlardır.

Şekil 5.5.1 de kendisi ve iç durumu görülen delik mikrometresi, deliğe üç noktadan temas etmektedir. Boyları 4 m ye kadar uzatılabilmekte ve derin deliklerin çaplarını ölçmek mümkün olmaktadır.

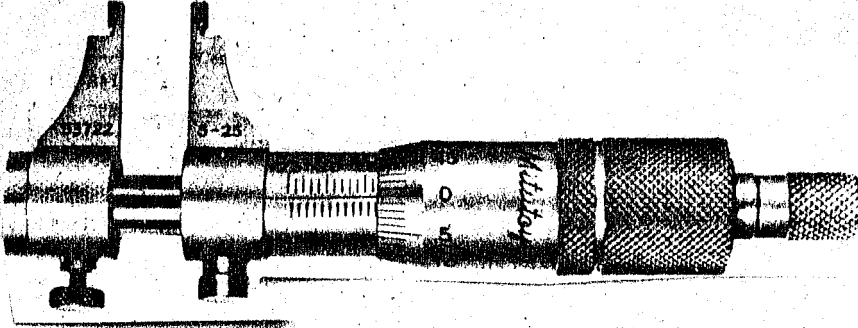
Delik çaplarının seri olarak ölçülmesinde, delik komparatörleri, delik mikrometrelerine tercih edilmektedir.



Şekil 5.5



Şekil 5.5.1



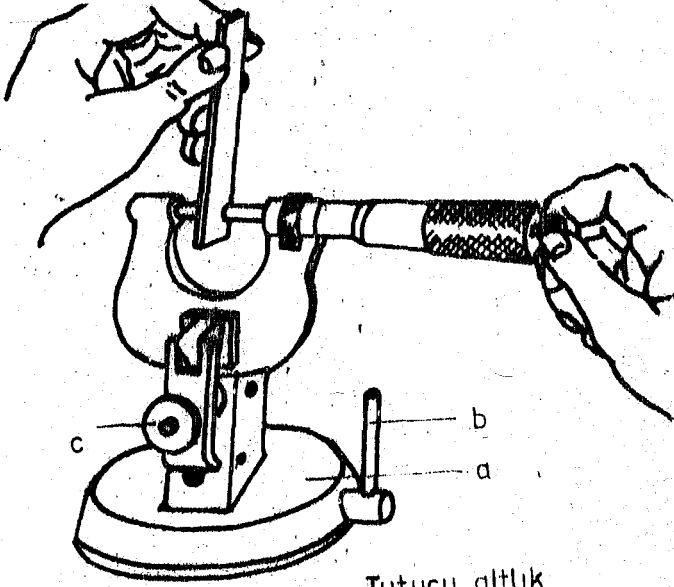
Şekil 5.5.2

5.6 Mikrometrelerin kullanılması .

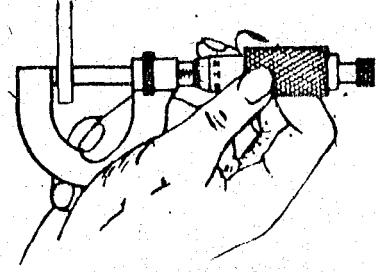
Mikrometreler, seri ölçme işlemlerinde bir tutucu altlığa tesbit edilerek kullanılırlar. Bir elle iş parçası tutulur, diğer elle cırcır döndürülerek iş üzerinde belirli baskı kuvveti sağlanmış olur. Şekil 5.6.1

Bir elle iş parçası ,diğer elle de mikrometre tutularak ta ölçme gerçekleştirilebilir. Ancak bu durumda tambur baş ve işaret parmağı ile çevrilerek iş üzerinde

tahmini bir baskı sağlanmış olur. Şekil 5.6.2

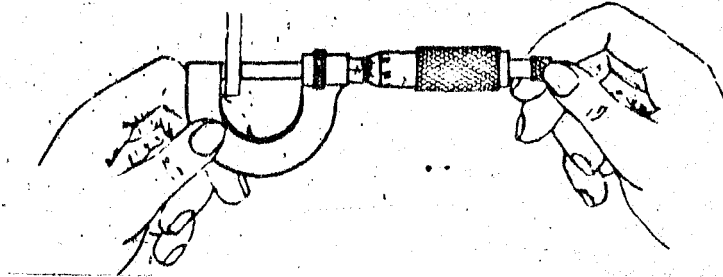


Şekil 5.6.1



Şekil 5.6.2

Ölçülülecek iş parçasının sabit olması halinde Şekil 5.6.3
deki gibi ,sol elin baş ve işaret parmağı ile mikrometre
gövdesi tutulur , sağ elle cırcır çevrilerek ölçme
gerçekleştirilmiş olur



Şekil 5.6.3

5.7. Mikrometrelerin ayarı.

0-25 mm ölçme kapasiteli olan mikrometreler kapatılarak diğerleri ise kutularının içinde bulunan özel mastarlara göre ayarlanır. Önce taburta vidalı milin ilişkisi kesilir. Master ölçme çeneleeri arasına konur ve tambur sıfırlanarak sabitleştirilir. Sonra cırcır la sıkılarak tekrar sıfırlama kontrolü yapılır.

Vidalı milde boşluk varsa ,konik somun sıkılarak giderilir.

5.8. Mikrometrelerin ölçme alanları ve kapasiteleri :

Mikrometrenin ölçebileceği en büyük ölçü ile en küçük ölçü arasındaki farka ölçme alanı denir. Bu alan milimetrik mikrometreler için 25 mm dir.

Mikrometrelerin üzerinde ölçebileceği en küçük ve en büyük ölçüler yazılıdır.

Bir mikrometrenin ölçebileceği en büyük ölçü,kendisinden sonra gelen mikrometrenin ölçebileceği en küçük ölçünün aynıdır.

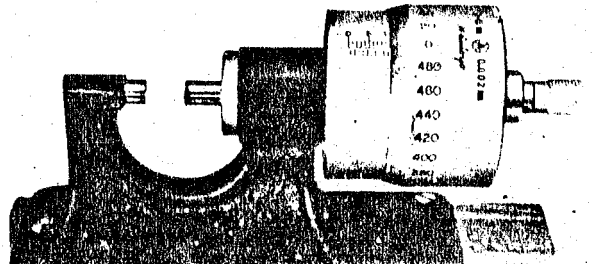
Ölçme kapasiteleri aşağıda gösterilmiştir.

- 0-25 mm
- 25-50 mm
- 50-75 mm
- ... mm
- 475-500 mm

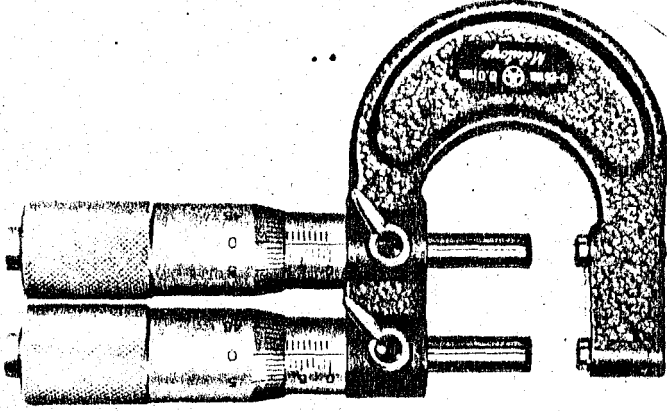
5.9 Çeşitli mikrometreler.

Değişik amaçlar için yapılmış çeşitli mikrometreler vardır. Şekil 5.9. Çatal master gibi kullanılan çift milli mikrometreler de yapılmıştır. Şekil 5.9.1.

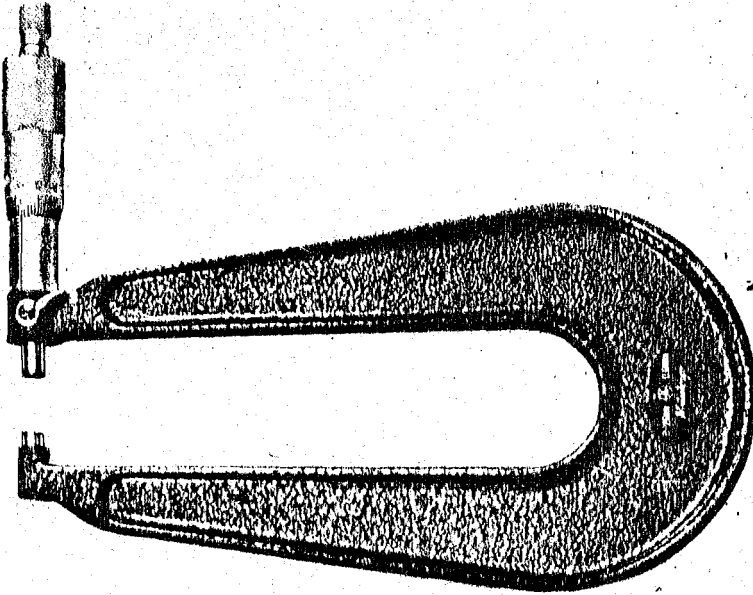
Yanda 0,002 mm duyarlılığında bir mikrometre görülmektedir .



Şekil 5.9.1



Şekil 5.9

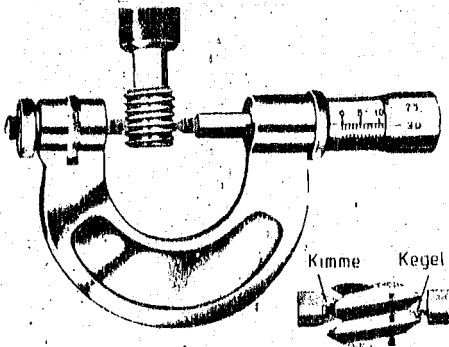


Mikrometreler

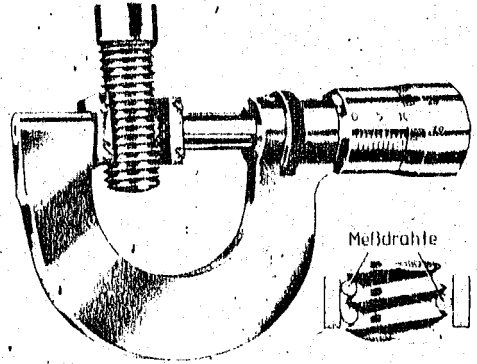
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

5.9.1 Vida mikrometreleri .

Vidaların bögür ve diş dibi çaplarının ölçülmesinde kullanılırlar. Bu mikrometrelerin , çeşitli profillerde , değiştirilebilen özelliklere sahip çeneleri vardır. Bu çeneler, Metrik, Whitworth ve diğer vidaların profilleri ve büyüklüklerine göre yapılırlar. Ölçülecek vidanın cinsine göre seçilecek bu çeneler mikrometreye takılarak kullanılırlar. Çeneler takıldıktan sonra mikrometre, ideal olarak kabul edilen vida mastarına göre ayarlanır , sonra ölçümü yapılacak vidaya uygulanır. Şekil 5.9.1.



Şekil 5.9.1.



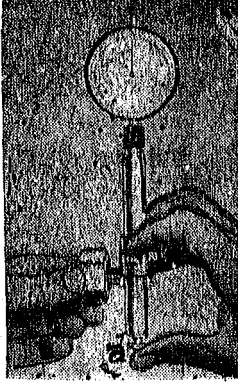
Şekil 5.9.2.

Vidaların bögür çaplarını daha duyarlı olarak saptamada üç tel yöntemi uygulanır. Şekil 5.9.2

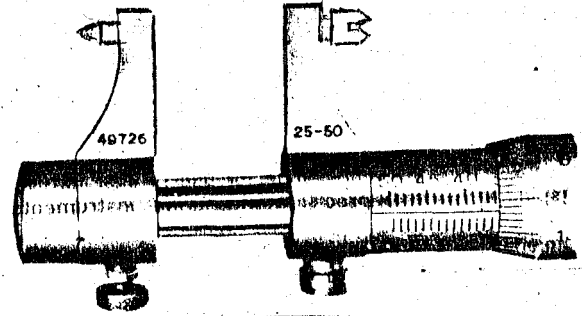
Bögür açısı hatalarından dolayı Şekil 5.9.1 deki çenelerle yapılan ölçme işlemlerinde sonuç yanlış saptanabilir. Üç tel yöntemi ile bu sakınca giderilmiş olur.

Bu yöntem, tüm vidalarda en çok kullanılan ve en doğru sonuçlar veren bir yöntemdir. Üç telli çeneler vidaların adımları esas alınarak hazırlanmış olup, bögürlerin ortasından vidaya temas etmektedir.

Büyük boyutlu iç vidaların bögür çaplarının saptanmasında , konik ve çentikli takma uçlar kullanılır ve şekil 5.9.3 te görüldüğü gibi iç vida mikrometresine takılarak uygulanır.



Şekil 5.9.4



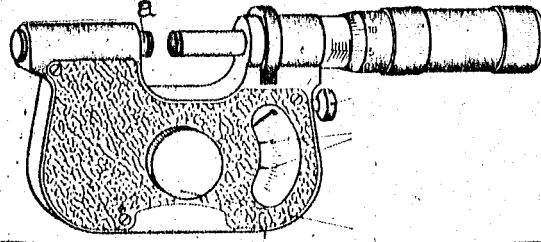
Şekil 5.9.3

Küçük çaplı iç vidaların ölçüleri ise iç vida komparatörü ile saptanır. Mikrometrelerde olduğu gibi, ayar vida masterlarına göre yapılır. Şekil 5.9.4 de görüldüğü gibi ölçme çenelerinden biri a düğmesine basılınca hareket eder, böylece çenelerin iç vidaya oturması sağlanmış olur.

5.10. Mikrometre ile ölçmede oluşan hataların kaynakları:

- a-Vida adımının hatalı oluşu.
- b-Ölçme yüzeylerinin düzlümsel olmayışı .
- c-Ölçme yüzeylerinin paralel olmayışı.
- d-İş parçasının ve ölçme yüzeylerinin kirli, yağlı oluşu.
- e- Ölçme kuvvetinin etkisi (Yaklaşık 2 N olmalı)
- f-Ölçme aracı ve iş parçası 20° C sıcaklıkta olmalı
- g-Okuma hatası, (Bölüntülere yanlış açıdan bakma , yanlış okuma)

Ölçmede baskı hatalarından kurtulmak için ibreli mikrometreler yapılmıştır. Bunlarda circir yoktur. Şekil 5.10 da görüldüğü gibi a çenesinin hareketi yaylı manivela aracılığı ile ibreye intikal eder, böylece baskı kuvvetinin belirli tolerans içinde olması sağlanmış olur.



Şekil 5.10

6. Komparatörler:

Ölçü saati de denen ve çok kullanılan ölçü araçlarıdır.

6.1. Komparatörün çalışma prensibi :

Kramayer ve düz dişlilerden oluşan bir düzene sahiptir. Komparatörün iç durumu Şekil 6.1.de görülmektedir. Ölçme mili, a, 0,01 mm duyarlıklı komparatörlerde 1 mm hareket ettğinde, büyük ibre bir tam devir yapar. Kadranın çevresi 100 eşit parçaya bölündüğünden, büyük ibrenin iki çizgi arası kadar dönmesi, a ölçme milinin 0,01 mm hareketini gerektirir.

a-Ölçme mili

b-Büyük ibrenin bağlı olduğu dişli çark

c-Küçük ibrenin bağlı olduğu dişli çark

Büyük ibrenin devir sayısı, küçük ibrenin hareketi ile belirlenir.

Komparatörün kısımları. Şekil 6.2

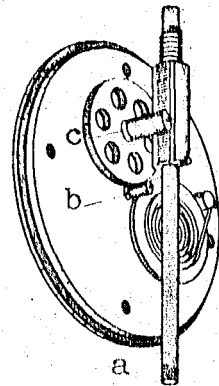
a-Ölçme mili

b-Değiştirilebilen uç

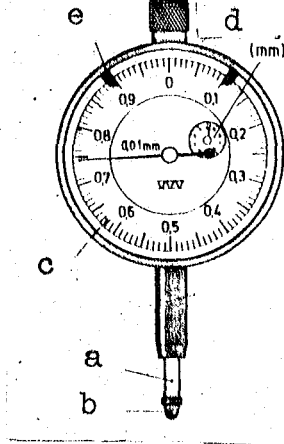
c-Bölüntüler

d-Küçük kadran

e-Tolerans göstergesi



Şekil 6.1



Şekil 6.2

0,001 mm duyarlıklı komparatörlerde kadran çevresinde 100 eşit parçaya bölünmüştür. Ölçme mili 0,1 mm hareket edince büyük ibre tam bir devir yapmaktadır. Böylece ölçme milinin 0,001 mm hareketi büyük ibrenin iki çizgi arası kadar dönmesini sağlar .

6.2. Komparatörlerde ölçme alanı

Ölçme milinin hareket edebileceği maksimum ölçüdür.

Bu ölçü küçük kadranla belirlenmiştir.

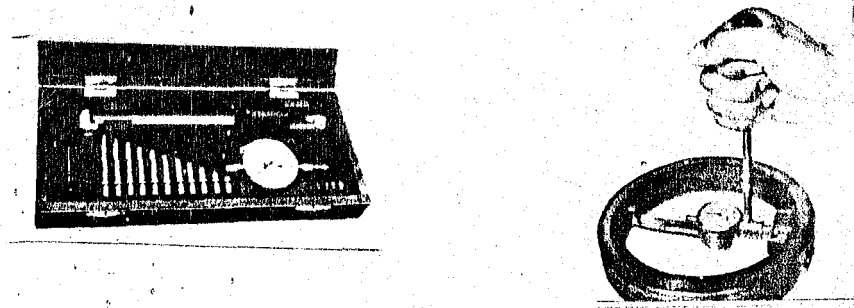
Ölçme alanları standartlaştırılmış olup 0,01 mm duyarlıklı komparatörlerde 3-10 mm arasında değişmekte , 0,001 mm duyarlıklı olanlarda ise 1 mm dir.

6.3. Komparatörlerin kullanıldıkları yerler.

Komparatörler atelye ve laboratuvarlarda çok değişik amaçlar için kullanılırlar. Amaca uygun olarak yapılmış cihazlara monte edilerek kullanılmaktadırlar.

Delik çaplarının ölçülmesinde daha seri ölçme olanakları sağladıkları için delik komparatörleri delik mikrometrelerine tercih edilirler.

Delik komparatörleri , ölçme ağızları değiştirilerek çeşitli iç ölçülerin saptanmasında kullanılırlar. Şekil 6.3 te delik komparatörü ve takımı görülmektedir.



Şekil 6.3 .

Delik komparatörlerinin ayarı ,ayar bileziklerine göre yapılır. Bu bilezikler çeşitli çaplar için takım halinde hazırlanmıştır.

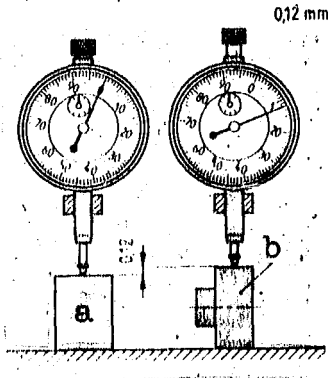
Ayar bileziği olmadığı takdirde , paralel yüzlü sınır masterları ile de ayar yapılabilir.

Delik komparatörleri pratik olarak 0,01 mm duyarlılıkla mikrömetre ile de ayarlanabilirler.

Şekil 6.4 de görülen oynak tertibatlı komparatörle salgı kontrolü yapılmaktadır.

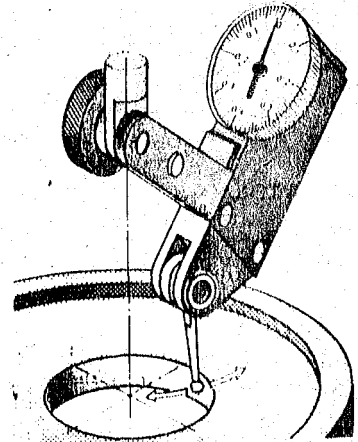
Salgı miktarı komparatörün ibresi ile belirlenir.

Masterla iş parçası arasındaki fark komparatörle saptanabilir. Şekil 6.5.



Şekil 6.5

a-Master
b-İş parçası

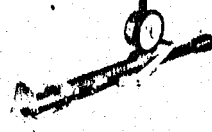


Şekil 6.4

Komparatörlerin kullanıldığı çeşitli yerler



Derinlik ölçmede



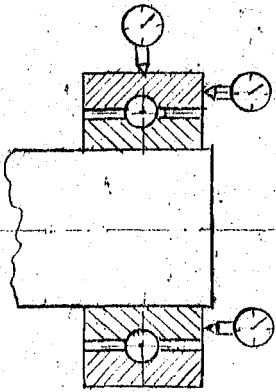
Kanal ölçmede



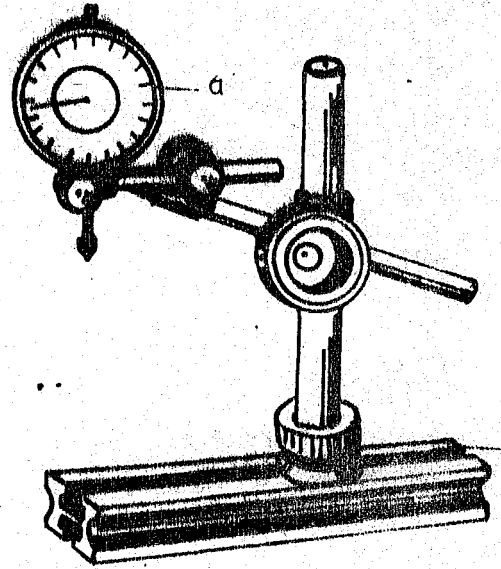
Açı ölçmede



Kalınlık ölçmede



Rulmanların salgılarının kontrolünde

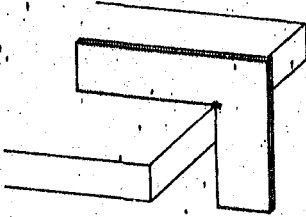


İş tezgahlarında çeşitli salgı ve ölçme işlemlerinde

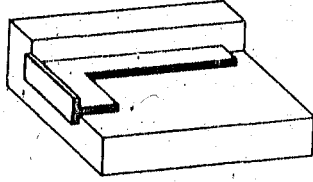
7. Açı Ölçme Araçları : Sabit ve göstergeli açı ölçme araçları olmak üzere iki bölüme ayrılırlar. Bu araçlar duyarlılıklarına ve cinslerine göre farklı özelliklere sahiptirler ,

7.1. Sabit Ölçme Araçları (Açı)

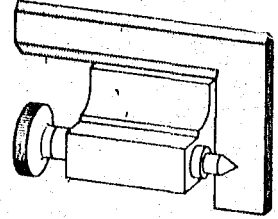
a- Sabit gönyeler : Bu gönyeler 90° , 60° , 45° olarak çelikten yapılmışlardır. Düz , şapkalı ve kıl gönye olarak adlandırılan çeşitleri vardır. Şekil 7.1 de sabit gönye çeşitleri görülmektedir.



Düz gönye



Şapkalı gönye

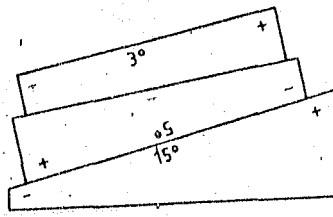


Kıl gönye

Şekil 7 .1.

Sabit gönyelerle açılarda değerlendirilmesi , iş parçası yüzeyi ile gönye arasında oluşan aralıktan geçen ışık dikkate alınarak yapılır. Bilhassa kıl gönyelerle çok küçük açı hatalarını saptamak mümkündür.

b- Açı sınır mastarları : Sabit açı ölçme aracı olup, tek olarak kullanıldıkları gibi, şekil 7.2. de görüldüğü gibi birleştirilerek de kullanılırlar.



$$15^\circ + 5^\circ + 3^\circ = 23^\circ$$

7.2. Göstergeli açı ölçme araçları

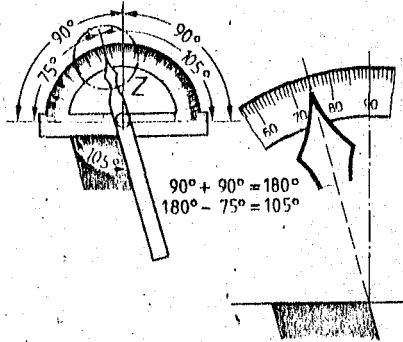
Bu araçlar duyarlılıklarına ve cinslerine göre farklı özelliklere sahiptirler. Basit bölüntülü açı gönyesi, universal açı gönyesi (verniyeli açı gönyesi), optikli universal açı gönyesi, komparatörlü açı ölçerler ve sinüs cetveli, göstergeli açı ölçme araçlarıdır.

7.2.1. Basit bölüntülü açı gönyesi .

Bu gönyelerin duyarlılığı genellikle 1° dir. Ancak $1/2^\circ$ ve $1/4^\circ$ duyarlıklı olanlarda vardır.

Bu gönyelerde rakamlar simetri ekseninin sağ ve sol tarafına, on derece aralıklarla, 90° ye kadar yazılmıştır. 90° den büyük açıları okurken, dar açıya 180° den çıkararak sonuca varmak daha pratik bir yoldur.

Şekil 7.2.1 basit bölüntülü açı gönyesi ve sağ yanda 105° lik açının belirlenmesi görülmektedir.



Şekil 7.2.1.

7.2.2. Verniyeli açı gönyeleri :

Bu gönyelere universal açı gönyeleri de denir. Bu gönyelerle çeşitli makina parçalarının iç ve dış açılarını saptamak mümkündür.

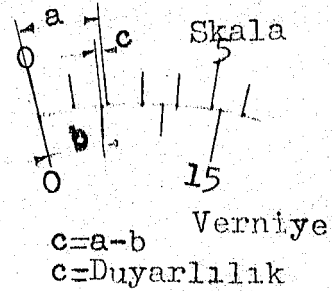
Verniyeli açı gönyesinin duyarlılığı, skala üzerindeki bir veya daha fazla bölüntülerle, verniye üzerindeki bölüntü (iki çizgi arasındaki ölçü) arasında oluşan farktır. Şekil 7.2.2. 25

Verniyeli açı gönyesinin duyarlılığı .

a-Skala üzerindeki bölüntüler.

b-Verniye üzerindeki bölüntü

c-Duyarlılık



Şekil 7.2.2

Verniyeli açı gönyesinin parçaları

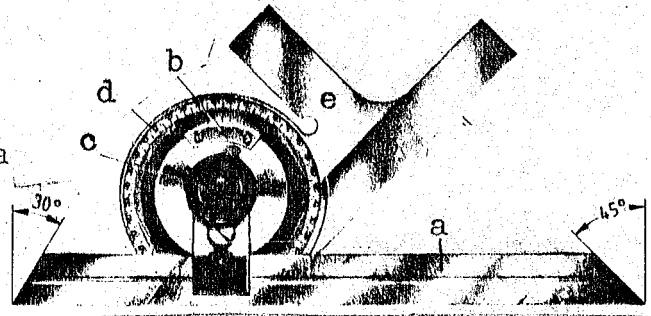
a-Düz cetvel

b-Verniye

c-Tesbit somunu

d-Derece bölüntülü skala

e-Açılı döner cetvel



Verniyeli açı gönyeleri çeşitli duyarlılıkta yapılmaktadırlar . En çok kullanılanı 5 dakika duyarlıklı olanlardır. 2 dakika ve 10 dakika duyarlıklı olanlar da yapılmaktadır.

5 Dakika duyarlıklı açı gönyeleri :

Bu gönyelerde duyarlılık, 23° lik ölçü verniye üzerinde 12 eşit parçaya bölünerek sağlanmıştır . Bölüntüler verniye sıfır çizgisinin sağ ve sol yanına da yapılmıştır.

$$c = a - b$$

$$c = 2^\circ - 23/12^\circ = 1/12^\circ = 5'$$

aynı duyarlılık $a = 1^\circ$ alınmak suretiyle de sağlanabilirdi. Okumada kolaylık olması için verniye bölüntüleri $23/12^\circ$ alınarak büyütülmüştür.

$$a = 1^\circ$$

$$c = 1/12^\circ$$

$$c = a - b$$

$$1/12^\circ = 1^\circ - b$$

$$-b \Rightarrow b = 11/12^\circ \text{ (Verniye bölüntüsü)}$$

7.2.3. Açıların okunuşu : Tam dereceler verniyenin sıfır çizgisi ile , dakikalar ise verniye üzerindeki diğer çizgilerle belirlenir. Şekil 7.2.3 te görüldüğü gibi $54^{\circ}25'$ lık açının belirlenmesinde, verniyenin sıfır çizgisi 54° yi geçmiş olup, 5.çizgi skala üzerinde 64° ye karşılık olan çizgiye çakışmıştır. (İki çizgi arası verniye üzerinde 5 'yı ifade eder)

Açı saptanmasında çakışan skala çizgisinin matematiksel olarak bulunması :

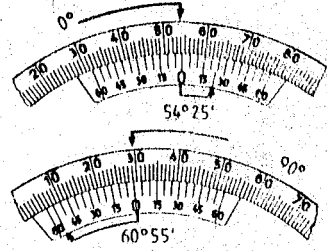
Çç : Çakışan skala çizgisi

Çç : Açıl + k x b

k : Verniyenin çakışan çizgisi

(Örnekte 5.çizgi çakıştığından

k : 5 alınacaktır)



Şekil 7.2.3

Örnek : $54^{\circ}25'$ lık ölçü için skala üzerinde hangi çizginin verniyenin 5.çizgisine çakıştığına bulunması .

Çç : Açıl + k x b⁰ b = Verniye bölüntüsü

Çç : $54\frac{25}{60} + 5 \times \frac{23}{12} = 64^{\circ}$ (64° ye karşılık olan çizgi verniyenin 5.çizgisine çakışır.)

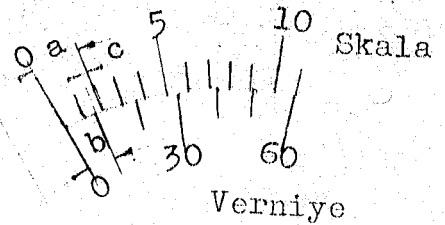
7.2.4. Belirli duyarlıklı bir verniye bölüntüsünün

oluşturulması : $c = a - b$ formülü kullanılarak istenilen duyarlıkta verniye bölüntüsü yapılabilir. Örneğin, $10'$ duyarlıklı bir gönye için verniye bölüntüsü $a = 2^{\circ}$ alındığı takdirde,

$$c = a - b ; c = 10' = \frac{1^{\circ}}{6} ; a = 2^{\circ}$$

$$\frac{1^{\circ}}{6} = 2^{\circ} - b \Rightarrow b = \frac{11^{\circ}}{6}$$

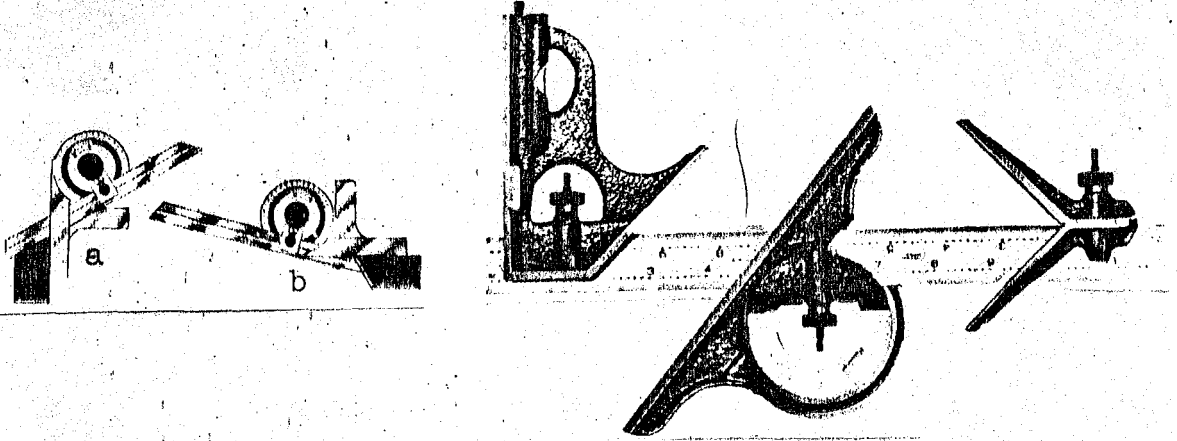
Şu halde 11° lik açı , verniye üzerinde 6 eşit parçaya bölünür .



$$c = a - b$$

$$c = \text{Duyarlılık}$$

Verniyeli açı gönyelerinin uygulanma alanlarını daha geniş duruma getirmek için , gönyeye çeşitli fonksiyonlara sahip parçalar eklenmiştir. 7.2.4.



Şekil 7.2.5

Şekil 7.2.4

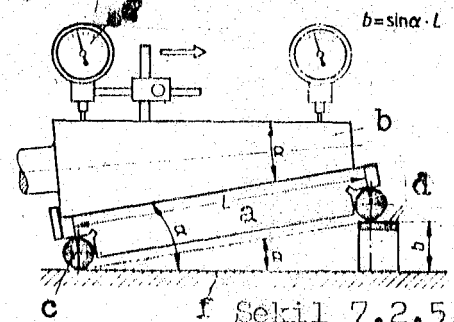
Şekil 7.2.5 te verniyeli açı gönyelerinin kullanılışı görülmektedir. Cetvelin uçları 45° ve 30° açılı işlenmiştir. Ölçmede bu açılardan da yararlanılmaktadır.

7.2.5. Sinüs cetveli ile açılardan ölçülmesi :

Açıların daha duyarlı bir şekilde saptanmasında kullanılan ölçü aracıdır. Sinüs cetveli ile 0° ve 60° arasındaki açılar $3''$ ve $10''$ duyarlılıkla saptanabilmektedir.

Sinüs cetveli , bir cetvel ve iki silindirik mastardan oluşmuştur. Sinüs cetvelleri , silindir eksenleri arasındaki ölçü 100 ve 200 mm olmak üzere iki çeşit yapılmışlardır.

Açı kontrolü bir pleyt üzerinde sehpa komparatörle yapılır. Şekil 7.2.5 te görüldüğü gibi , b sınır mastarının ölçüsü $b = \sin \alpha \times L$ formülü ile hesaplanır. Bu ölçüde oluşturulan mastar silindirlere birinin altına konur . Sonra komparatörle



açısı ölçülecek parça yüzeyinin pleyite göre paralelligi araştırılır. Komparatör ibresindeki sapma miktarı açının hatasını belirler.

Şekil 7.2.5 te a-Cetvel, b-İş parçası , c- Silindirik master, d- Sınır mastarları , e- Komparatör (Ölçü saati) f- Pleyit görülmektedir.

7.2.6. Açılarının Ölçme halkaları ile ölçülmesi :

İç açılarının ölçülmesinde uygulanan bir yöntemdir. Halkalar belirli çaplarda ve belirli tolerans içerisinde hazırlanmışlardır. Şekil 7.2.6 da görüldüğü gibi , halkalar kanalın içerisine yerleştirilir ve sınır mastarı büyük çaplı halkaya desteklik yapar. L ölçüsü 1/1000 mm duyarlıklı ölçü aletleri ile saptanıp formülde yerine konduğu taktirdé , halkaların çapları da belli olduğu için $Tg \alpha/2$ bulunmuş olur.

$$Tg \alpha / 2 = \frac{D - d}{2L - (D - d)}$$

Formülün çıkışı :

$$Tg \alpha / 2 = \frac{a}{b} \quad (1)$$

$$a = \frac{D - d}{2}$$

$$b = \frac{d}{2} + x$$

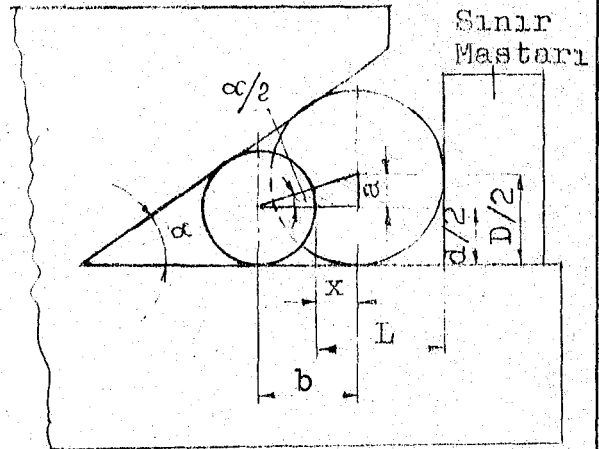
$$x = L - \frac{D}{2}$$

$$b = \frac{d}{2} + \left(L - \frac{D}{2} \right)$$

$$b = \frac{2L - D + d}{2} = \frac{2L - (D - d)}{2}$$

a ve b (1) de yerine konursa

$$Tg \alpha / 2 = \frac{D - d}{2L - (D - d)} \quad \text{formülü çıkar.}$$



7.2.7. Ölçme halkaları ile V kanalının ölçülmesi :

Halkalar kanalın içerisine şekil 7.2.7 de görüldüğü gibi yerleştirilir. L ölçüsü 0,001 mm duyarlıklı ölçü aletleri ile saptanarak aşağıdaki formülde yerine konur. Halka çapları da bilindiğinden $\sin \alpha/2$ nin değeri formülle bulunmuş olur.

$$\sin \alpha/2 = \frac{D - d}{2L - (D - d)}$$

Formülün çıkışı :

$$\sin \alpha/2 = \frac{a}{b} \quad (1)$$

$$a = \frac{D - d}{2}$$

$$b = x + \frac{d}{2}$$

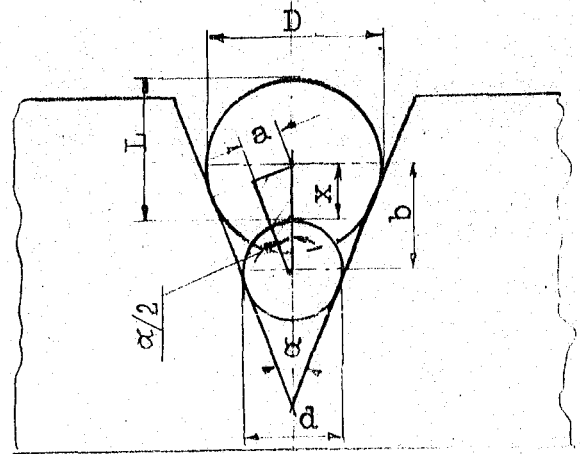
$$x = L - \frac{D - d}{2}$$

$$b = L - \frac{D - d}{2} + \frac{d}{2}$$

$$b = \frac{2L - (D - d)}{2}$$

a ve b formül (1) de yerine konursa

$$\sin \alpha/2 = \frac{D - d}{2L - (D - d)} \quad \text{formülü çıkar.}$$



Şekil 7.2.7

7.2.8. Bilyalarla iç konikliklerin ölçülmesi :

Ölçülecek konikliğin çapına uygun bilyalar seçilir.

Daha sonra Şekil 7.2.8 deki gibi bilyalar konik parçanın içine yerleştirilerek a ve A ölçüleri, 1/1000 mm duyarlıklı derinlik ölçme cihazları ile saptanır. Bilya çapları belli olduğundan , belirlenmiş bulunan bütün değerler aşağıdaki formülde yerine konularak , koniklik açısı α nin yarısı \sin olarak belirlenmiş olur.

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2(a - A) - (D - d)}$$

Bilyalarla koniklik ölçülmesi :

$$\sin \alpha / 2 = \frac{D - d}{2L - (D - d)}$$

formülünün çıkışı :

$$\sin \alpha / 2 = \frac{c}{b} \quad (1)$$

$$c = \frac{D - d}{2}$$

$$b = \frac{D}{2} + x + \frac{d}{2}$$

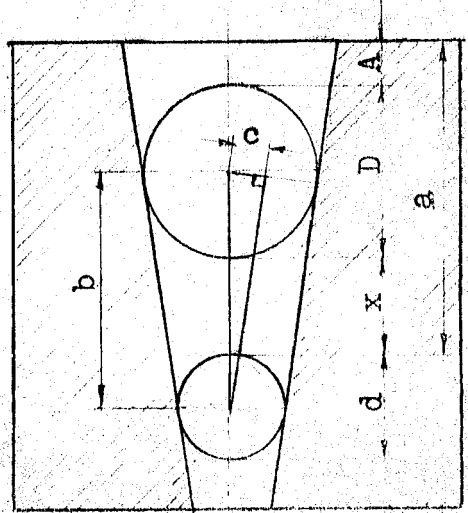
$$x = a - (D + A)$$

$$b = \frac{D}{2} + a - (D + A) + \frac{d}{2}$$

$$b = \frac{2(a - A) + (D - d)}{2}$$

c ve b (1) de yerine konulursa

$$\sin \alpha / 2 = \frac{D - d}{2L - (D - d)} \quad \text{formülü çıkar.$$



Şekil 7.2.8

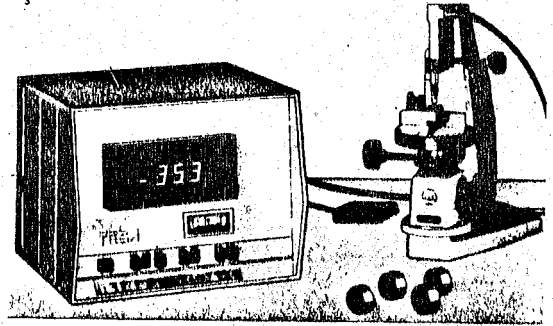
7.3. Elektronik uzun ölçme araçları:

Elektronik ölçme araçları ile $0,01 \mu\text{m}$ duyarlılıkla ölçme gerçekleştirilebilir. Şekil 7.3te görülen araçla $0,01 \mu\text{m}$ duyarlılıkla ölçme yapılmaktadır. Ölçme alanı,

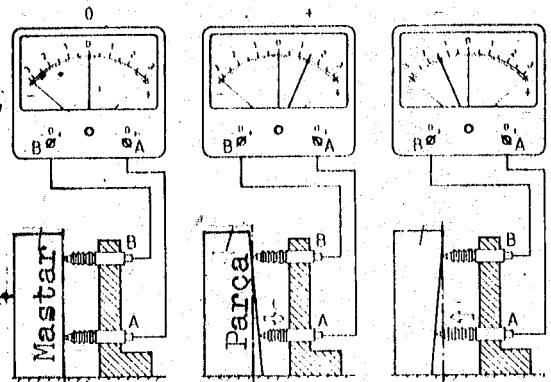
(0,3 -30)mm arasındadır.

Şekil 7.3.1 de görülen kıyaslamalı ölçü araçları ile parçaların paralelligi, daireselliği ve açılarının doğruluğu kontrol edilebilir.

Uzunlukların ölçülmesinde pnomatik ölçme araçları da kullanılmaktadır.



Şekil 7.3



Şekil 7.3.1

8. Tampon ve çatal masterlar : Bu masterlarla iç ve dış ölçülerin ,belirli toleranslar içinde olup olmadıkları kolay ve hızlı bir şekilde belirlenir. Sonuç, ölçme araçlarında olduğu gibi sayısal değil ,iyi veya bozuk olarak ifade edilir.

8.1. Tampon masterlar:

Bu masterlarla delik ve kanalların kontrolü yapılır. Masterların üzerinde ait oldukları ölçüler ve toleransları yazılıdır. Bir tarafı geçer,diğer tarafı geçmez olarak yapılmışlardır. Geçer taraf en küçük ölçüde,geçmez taraf ise en büyük ölçüde olur.Geçer tarafta aşağı ölçü farkı,geçmez tarafta yukarı ölçü farkı μm . olarak belirtilmiştir. Şekil 8.1

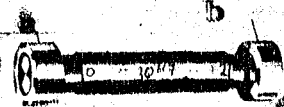
Örnek : 30^{H7} ölçü ve toleransında işlenecek bir delik kontrolü için kullanılan bir tampon masterının ölçüleri,

30^{H7} Yukarı ölçü farkı $21 \mu m$. Geçmez taraf: $30,021 mm$
Aşağı ölçü farkı $0 \mu m$. Geçer taraf : $30,000 mm$

Aşağı ve yukarı ölçü farkları çizelgeden alınmıştır.

a - Geçer taraf

b - Geçmez taraf



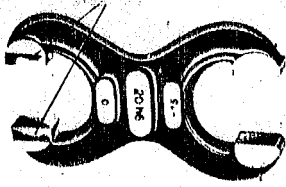
Şekil 8.1.

Tampon masterlarının geçer tarafları daha uzun olur, geçmez taraf ise kısa yapılır ve uygun bir yeri kırmızıya boyanır.

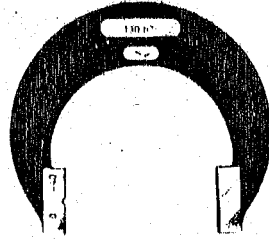
8.2. Çatal masterlar: Bu masterlarla dış ölçülerin belirli tolerans içinde olup olmadıkları saptanır.Masterların üzerinde ait oldukları ölçüler ve tolerans değerleri yazılıdır. Dış ölçülere ait oldukları için toleranslar küçük harflerle ifade edilmiştir.

Geçer ve geçmez olarak iki taraflı oldukları gibi, tek taraflı, geçer ve geçmez tarafı sabit ve ayarlanabilir türleri de vardır. Şekil 8.2 de iki taraflı,

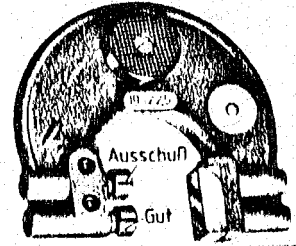
Şekil 8.3 te tek taraflı geçer ve geçmez kısımları sabit, Şekil 8.4 de ,tek taraflı geçer ve geçmez kısımları ayarlanabilir türde çatal masterlar görülmektedir.



Şekil 8.2



Şekil 8.3



Şekil 8.4

Şekil 8.2 de görüldüğü gibi , kontrol çeneleri , aşınmayı azaltmak için sert metal den de yapılabilmektedirler.

Yukarı ve aşağı ölçü farkları , ait oldukları çenelerde μ m olarak belirtilmiştir. Yukarı ölçü farkı geçer, aşağı ölçü farkı geçmez tarafa konmuştur.

Örnek : 30_{g6} ölçü ve toleransında işlenecek bir mil kontrolü için kullanılacak çatal masterın geçer ve geçmez tarafın ölçüleri,

30_{g6} Yukarı, ölçü farkı: -3μ m. Geçer taraf: 29,997 mm
Aşağı ölçü farkı: -20μ m. Geçmez taraf: 29,980 mm

Yukarı ve aşağı ölçü farkları çizelgeden alınmıştır.

Tampon ve çatal masterları kullanırken dikkat edilecek hususlar:

- Mastar ve kontrol edilecek parçanın sıcaklığı 20° C olmalı.
- Mastarlar kendi ağırlıkları ile geçmeli .
- Mastar yüzeyleri bereli olmamalı .
- Uygulamada mastar uygun konumda tutulmalı

Tampon ve çatal masterlarda aranan özellikler:

- a- Köşelerine pah kırılmış olmalı.
- b- Elle tutulacak kısımları yalıtkan maddeden yapılmış olmalı.
- c- Geçmez tarafın uygun bir yeri kırmızıya boyanmalı .
- d- Master çeliğinden yapılmış olmalı.
- e- Sertlikleri yaklaşık 62 HRC olmalı .
- f- Miknatıslanmamalı .

8.3. Tampon ve çatal masterlarda imal (Üretim) ve aşınma toleransları:

Teorik olarak tampon masterlarda geçmez tarafın en küçük, geçmez tarafın en büyük ölçüde olması gerekir. Ancak en duyarlı işleme yöntemleri (Lepleme, honlama) ile dahi, bir ölçü tam olarak elde edilemez. Ölçü ve kalite esas alınarak belirlenen toleranslar içerisinde parçaların imal edilmeleri söz konusudur. Bu toleransa imal toleransı denir.

İmal toleransları tampon ve çatal masterlar için, ölçü ve kalite durumları esas alınarak hazırlanmış çizelgelerde belirtilmiştir.

Tampon ve çatal masterlar honlama veya lepleme yöntemleri ile imal edilirler. Aşağıdaki çizelgede görüldüğü üzere, genel olarak 01 0 1 2 3 ve 4 . kaliteler masterlar için söz konusudur.

Küçük toleranslar

ISO-Kaliteleri	01 0 1 2 3 4
----------------	--------------

Uygulama alanı Kontrol araçları

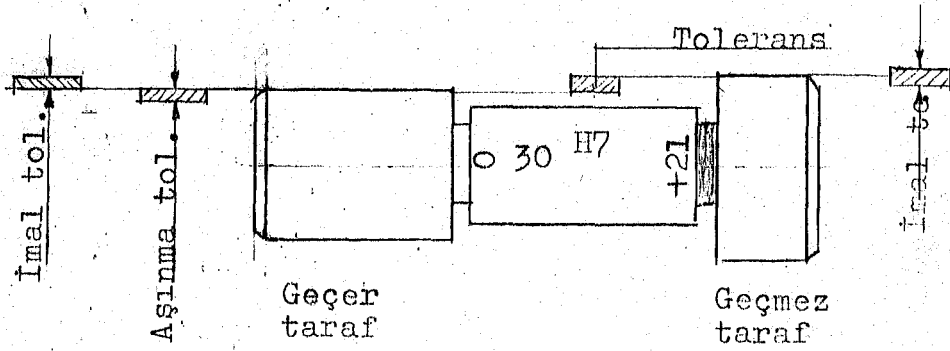
Uygulanan işlem Lepleme , honlama

ISO'ya göre 20 alaştırma kalitesi oluşturulmuştur.

Bunlar küçük, orta ve büyük toleranslı olarak üç gruba ayrılmıştır. Numaralandırma 01 den başladığı için ,

en son kalitenin numarası 18 dir. İlerde bu konuya değinilecektir.

Tampon ve çatal masterlarda imal, aşınma ve genel toleransların durumları .

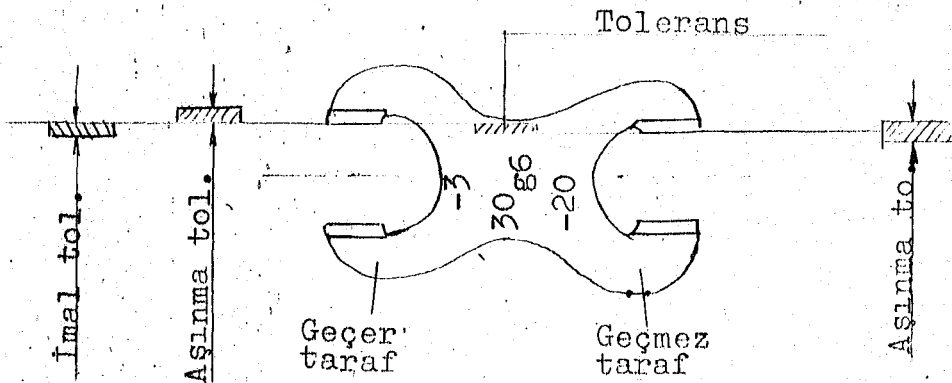


Tampon masterın imal, aşınma ve genel toleransı

Geçer taraf : 30.000 mm

Geçmez " : 30.021 mm

Delik 30^{H7} ölçüsünde.



Çatal master imal ,aşınma ve parça toleransı

Geçer taraf : 29,997 mm

Geçmez taraf : 29.980 mm

Mil 30^{g6} ölçüsünde

9. Vidaların vida masterları ile kontrolü: Çoğunlukla vidalar vida masterları ile kontrol edilirler. Uygulamada kolaylık sağladıkları için, göstergeli ölçü araçlarına göre daha kullanışlıdır.

Dış vidalar için halka ve çatal masterları , iç vidalar için ise tampon vida masterları kullanılır.

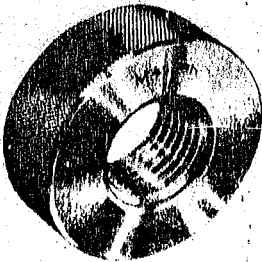
9.1. Halka vida masterlarının üzerinde ait oldukları vidanın ölçüsü ve toleransı yazılıdır. (Şekil 9.1.) Talaş, kir v.b . maddelerin , vida ile master dişleri arasına girerek sıkışıklığa neden olmamaları için , bazı halka masterlarının içine kanal açılmıştır.

Master vidaya elle uygulanır, tam olarak geçmediği takdirde vida bozuk kabul edilir. Master vidaya geçtiği takdirde , vidanın mastara uygunluğu, kontrol yapan kişinin kararı ile "İyi" veya "Bozuk" olarak sonra bağlanır.

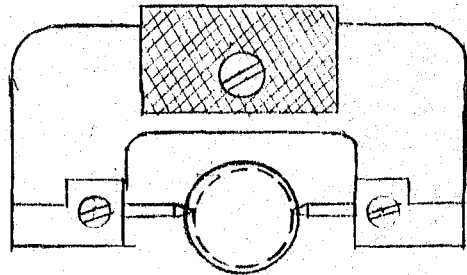
Çatal vida masterları ise , dış üstü çapı, dış dibi çapı ve bögür çaplarını kontrol edecek çeşitte tek taraflı oldukları gibi, geçer ve geçmez olmak üzere iki taraflı olanları da vardır.

Şekil 9.2 de, çeneleri değiştirilmek suretiyle , bögür ve dış dibi çaplarının kontrolünde kullanılan vida çatal mastarı görülmektedir.

Şekil 9.3 . de , kontrol makaraları değişen ve M10 dan M30 a kadar olan vidalara göre ayarlanabilen tipte bir çatal vida mastarı görülmektedir.

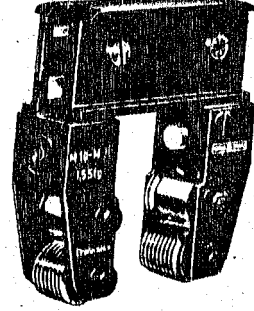


Şekil 9.1.



Şekil 9.2.

Ölçme araçları ile yapılan ölçmelerde sonuç sayısal değerle belirtilir. Kontrol araçları ile yapılan kontrollerde sonuç "İyi" veya "Bozuk" olarak ifade edilir.



Şekil 9.3

9.2. Tampon vida mastarları :

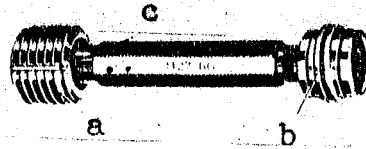
Tampon vida mastarları ile dış vidaların kontrolü yapılır. Master, iki yanlı olup, bir yanı "Geçer" taraf" diğer yanı "Geçmez taraf " olarak adlandırılır.

Masterların üzerinde kontrol edeceği iç vidanın ölçüsü ve toleransı yazılıdır. Geçer taraf uzun, geçmez taraf kısa yapılmıştır.

Geçer tarafın üzerinde , kir ve küçük talaşların toplanması için bir kanal bulunur. Şekil 9.2.

Masterın önce geçer tarafı vidaya uygulanır. Geçer tarafın vidaya geçmesi ,geçmez tarafın ise geçmemesi gerekir. Geçer taraf vidaya geçtiği takdirde , vidanın mastara uygunluğu kontrol yapanın kararı ile "İyi" veya "Bozuk" olarak belirlenir. Master vidanın içinde iken , sapının konumu, vida ekseninin parça yüzeyine dik olup olmadığını gösterir.

- a-Geçer taraf
- b-Geçmez taraf
- c-Kir kanalı



Şekil 9.2.

10. Vida toleransları : Vidaların dış üstü, bögür ve dış dibi çaplarının belirli toleranslar içerisinde olmaları gerekir. ISO'ya göre, vidalar için tolerans büyüklükleri 3'den 9 a kadar olan kalitelerle belirtilmiştir. Bu kaliteler üç gruba ayrılmış olup, 3, 4 ve 5. kaliteler ince, 6. kalite orta, 7, 8, ve 9. kaliteler kaba olarak adlandırılmıştır. İdeal vida toleransları için, iç vidalarda G ve H harfleri, dış vidalarda e, g ve h harfleri kullanılmıştır.

ISO'ya göre vidaların toleranslandırılması, vida sembolünün yanına bir tire çizilerek, önce kalitenin numarası yazılır, sonra harf yazılarak yapılmış olur.

Örnek : M 12 - 6 H

İç vida toleransları, bögür ve dış dibi çaplarına, dış vida toleransları ise, dış üstü ve bögür çaplarına aittir.

Örnek 1: M 12 - 6 H vidasında,

M 12 vidanın sembolünü, H iç vida (Dişi vida) tolerans alanını, 6 rakamı ise toleransın kalitesini ifade eder. H aynı zamanda en küçük ölçünün nominal ölçü olduğunu gösterir.

Örnek 2 : M 36 x 2-7g vidasında,

M 36 x 2, metrik ince dış bir vidanın sembolünü, 7 rakamı toleransın kalitesini, g dış vida (Erkek vida) tolerans alanını ifade eder.

Örnek 3 : M 20 - 4G5G vidasında,

M 20 vida sembolünü, 4 rakamı bögür çapının kalitesini, 5 rakamı dış dibi çapının kalitesini, G harfi ise tolerans alanını ifade eder.

11. ISO - Tolerans sistemi :

ISO - Tolerans sisteminde ,toleranslar harf ve sayılarla ifade edilmiştir. Harfler,sıfır çizgisine göre tolerans alanlarını ,sayılar ise tolerans alanlarının büyüklüklerini ifade eden kaliteleri belirlemede kullanılmışlardır.

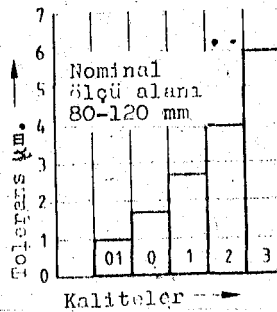
ISO'ya göre kaliteler , 01,0 ve 1 den itibaren 18 e kadar sayılarla gösterilmiş olup 20 çeşittir.

Toleransların büyüklüğü yalnız kalitelere bağlı değildir, aynı zamanda nominal ölçülerin büyüklüklerine de bağlıdır. Aynı harf ve rakamla ifade edilmiş küçük ölçüler için küçük toleranslar, büyük ölçüler için büyük toleranslar söz konusudur.

1 mm den 500 mm ye kadar olan ölçüler 13 gruba ayrılmıştır.

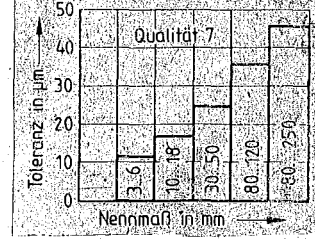
Gruplar	1	2	3	4	5	6	7
Ölçüler mm	1-3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80
Gruplar	8	9	10	11	12	13	
Ölçüler mm	80-120	120-180	180-250	250-315	315-400	400-500	

Her ölçü grubu için ,kalitelere göre değişik toleranslar söz konusudur. Tablo 11.1 de ,8. ölçü grubu (80-120mm) için tolerans değerleri μ m.olarak gösterilmiştir.



Tablo 11.1

Her kalite için , ölçü gruplarına göre tolerans değerlerinin değiştiği Tablo 11.2 de görülmektedir.



Tablo 11.2.

Kalitelere ve ölçü gruplarına bağlı toleransların büyüklükleri, ya ISO-Temel tolerans sırasına göre düzenlenmiş tablodan bulunur, veya matematiksel işlemlerle hesaplanır.

Tablo 11.3 de, 20 çeşit kalite, IT 01 , IT 0 , IT 1' den IT 18'e kadar (IT : ISO- Tolerans sırası) tolerans sırasına konmuş ve ölçü gruplarına göre tolerans değerleri μm olarak gösterilmiştir.

Kalite ve ölçü gruplarına göre μm ($1\mu\text{m}=0,001\text{mm}$) toleranslar.											
ISO Kaliteler		01	0	1	2	3	4	5	6	7	8
		IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8
Nominal ölçü grub.	10 mm 18 mm	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
	18 mm 30 mm	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
	30 mm 50 mm	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39

Tablo 11.3

Toleransların hesaplanması : 01'den 4.kaliteye kadar, çap gruplarının geometrik ortalaması esas alınarak , formülle hesaplanır, Örnek : IT 01 : $0,3 - 0,008 \cdot D$

5.kaliteden 18.kaliteye kadar belirli çap gruplarına ait toleranslar, formülle bulunacak i tolerans biriminin , her kalite için belirlenmiş birim faktörü ile çarpılması sonucu saptanır.

Tolerans birimi i için, birim faktörleri					
ISO- Kalite	Faktör	ISO- Kalite	Faktör	ISO- Kalite	Faktör
5	7	11	100	16	1000
6	10	12	160	17	1600
7	16	13	250	18	2500
8	25	14	400		
9	40	15	640		
10	64				

Tablo 11.4

i: Tolerans birimi

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D \quad (i - \mu\text{m}; D - \text{mm})$$

D: Nominal ölçü grubu geometrik ortalamasıdır.

$$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2} \quad \text{formülü ile saptanır.}$$

D₁: Ölçü grubunun ilk rakamı .

D₂: Ölçü grubunun son rakamı .

Örnek : Nominal ölçüsü 24 mm olan bir milin 6. kaliteye göre toleransı kaç μm . dir.

$$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2} = \sqrt{18 \text{ mm} \cdot 30 \text{ mm}} = \sqrt{540 \text{ mm}^2} = 23,2379 \text{ mm.}$$

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D$$

$$i = 0,45 \sqrt[3]{23,2379} + 0,001 \cdot 23,2379 = 1,3 \mu\text{m.}$$

Tolerans = Tolerans birimi • Birim faktörü

Birim faktörü Tablo 11.4'den 10 olarak alınır.ve formülde yerine konursa,

$$T = 1,3 \mu\text{m} \cdot 10 = 13 \mu\text{m.} \quad \text{olarak bulunur.}$$

(Bir tolerans değerini Tablo 11.3'deki tolerans değeri ile karşılaştırınız)

ISO- Kaliteleri ,uygulanma alanları dikkate alınarak , Küçük ,orta ve büyük olmak üzere üç tolerans grubuna ayrılmışlardır.

Tablo 11.5'te ISO -Kalitelere göre tolerans grupları ve uygulanma alanları gösterilmiştir.

	Küçük toleranslar	Orta toleranslar	Büyük toleranslar
ISO-Kalitelevi	01 0 1 2 3 4	5 6 7 8 9 10 11	12 13 14 15 16 17 18
Uygulama yerleri	Kontrol araçları	İş parçaları	
		İç kontrolü	Toleranssız ölçüler
		Makina Yapımında	Haddelenmiş veya dövülmüş parçalarda
İşleme yöntemi	Lepleme, Honlama	Teğleme, Frezelen, Tornalama.	Haddelere, Dövme, Frezleme

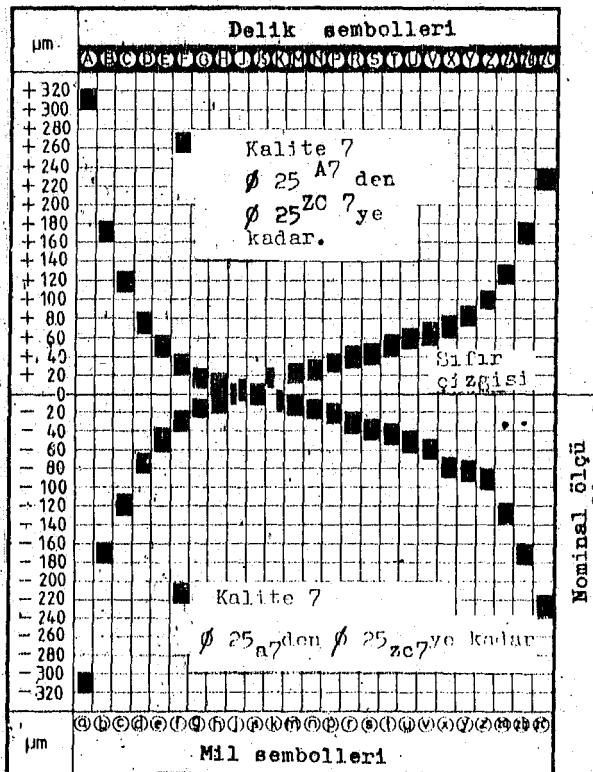
ISO-Kalitelevine göre tolerans grupları ve uygulama alanları

11.1. Tolerans alanlarının durumu:

Tolerans alanları harflerle belirtilmiştir. İç ölçülerin tolerans alanları büyük, dış ölçülerin tolerans alanları küçük harflerle gösterilmiştir. Bazı işaretlerle (Örneğin sayılarla) karıştırmayı önlemek için I, L, O, Q ve W büyük harfleri ile i, l, o, q ve w küçük harfleri kullanılmamıştır.

Tolerans alanlarının büyüklüğü, ölçü grubu ve kalitelere bağlı olarak değişmektedir.

Tablo 11.1.'de görülen tolerans alanları, 7.kalite ve 25 mm.lik ölçü(Çap) içindir.



Tablo 11.1

11.2. Alıştırma ve tolerans sistemlerinde kullanılan deyimlerin anlamları .

Nominal ölçü N : Resim üzerinde belirtilen ölçülerin anıldığı sayısal değerdir. Bu nedenle bu ölçü "anma ölçüsü" olarak da adlandırılır.

Örnek : $\varnothing 20 \begin{matrix} - 0,1 \\ - 0,2 \end{matrix}$ 'de nominal ölçü 20 mm dir.

Sıfır çizgisi : Teorik bir değer olan nominal ölçüyü ifade eden çizgidir. Sapma miktarları bu çizgiye göre belirlenir.

Tolerans T : Nominal ölçü teorik bir değerdir. Bu ölçü, en hassas işlemlerle dahi tam olarak elde edilemez. Bu nedenle nominal ölçüye göre bir sapma değeri belirlenir. Bu sapma değeri, "Tolerans veya "Ölçü toleransı" olarak adlandırılır.

Sapma A : Nominal ölçüye göre, " yukarı sapma değeri " ve "aşağı sapma değeri " olarak belirlenen değerdir. mm veya μm . olarak belirtilir.

Yukarı sapma değeri A_0 : Nominal ölçüye göre yukarı sapma değeri olup, en büyük ölçü ile nominal ölçü arasındaki fark olarak belirlenir.

Aşağı sapma değeri A_u : Nominal ölçüye göre aşağı sapma değeri olup, en küçük ölçü ile nominal ölçü arasındaki fark olarak belirlenir.

En büyük ölçü G : Nominal ölçüye yukarı sapma değerinin eklenmesi ile bulunan ölçüdür.

En küçük ölçü K : Nominal ölçüye aşağı sapma değerinin eklenmesi ile bulunan değerdir.

Tolerans değeri, en büyük ölçü ile en küçük ölçü arasındaki fark veya yukarı sapma değeri ile aşağı sapma değeri arasındaki fark olarak hesaplanır.

Örnek : $\phi 25 \begin{matrix} + 0,009 \\ - 0,004 \end{matrix}$

Nominal ölçü $N = 25$ mm

Yukarı sapma değeri $A_o = +0,009$ mm

Aşağı sapma değeri $A_u = -0,004$ mm

En büyük ölçü $G = N - A_o$

En büyük ölçü $G = 25$ mm $+ 0,009$ mm = $25,009$ mm

En küçük ölçü $K = N - A_u$

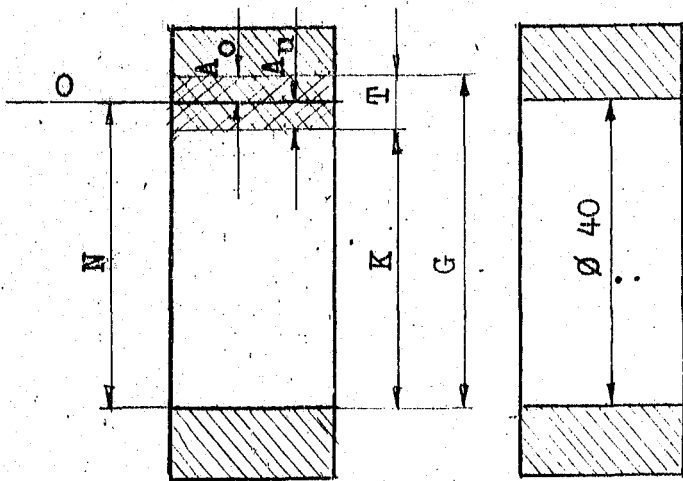
En küçük ölçü $K = 25$ mm $- (-0,004)$ mm = $24,996$ mm

Tolerans $T = G - K$ veya $T = A_o - A_u$

Tolerans $T = 25,009$ mm $- 24,996$ mm = $0,013$ mm

Tolerans $T = A_o - A_u$

Tolerans $T = 0,009$ mm $- (-0,004)$ mm = $0,013$ mm



N : Nominal ölçü

G : En büyük ölçü

K : En küçük ölçü

T : Tolerans

A_o : Yukarı sapma değeri

A_u : Aşağı sapma değeri

O : Sıfır çizgisi

Delikte tolerans durumu

11.4. Alıştırma sistemleri :

Çeşitli geçmelerin belirli bir sıraya göre düzenlenmesine "alıştırma sistemi" denir.

"Tek delik sistemi" ve "tek mil sistemi" olmak üzere iki çeşit alıştırma sistemi oluşturulmuştur.

Bu sistemlerde geçmeler için ,delik ve millerin nominal çapları aynı değerde olmaktadır.

11.4.1. Tek delik sisteminde ,delikler H tolerans alanında olup,millere ait tolerans alanları değiştirilmek suretiyle (a dan z ye kadar) çeşitli özelliklerde geçmeler oluşturulmuştur. Bu sisteme göre geçmeler üç grupta toplanmıştır. Şekil 11.4

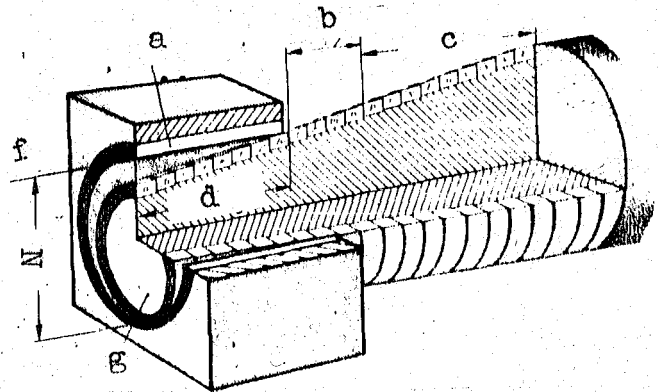
1. Hareketli geçmeler : Delik H tolerans alanında olup,millerin tolerans alanları a dan h ye kadar değiştirilmiştir.

2. Ara geçmeler : Delik H tolerans alanında olup, millerin tolerans alanları j den n ye kadar değiştirilerek oluşturulmuştur.

3. Pres geçmeler : Delik H tolerans alanında olup, millerin tolerans alanları p den z ye kadar değiştirilerek oluşturulmuşlardır.

Tek delik sisteminde , deliğin en küçük ölçüsü, nominal ölçüye eşittir.

- g-Mil
- f-Sıfır çizgisi.
- N-Nominal ölçü
- a-Delik toleransı H
- b-Ara geçmeler
- c-Pres geçmeler
- d-Hareketli geçmeler



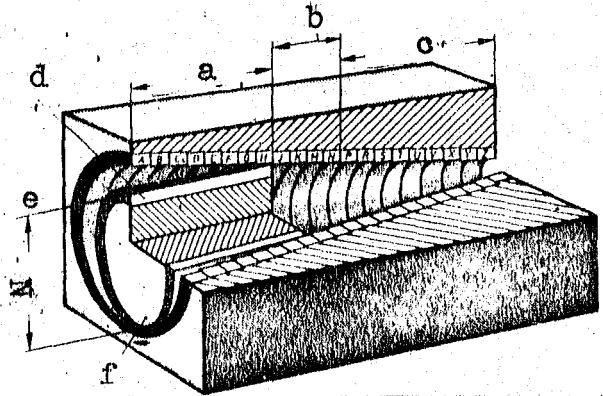
Şekil 11.4

Tek mil sisteminde, miller h toleransında olup, deliklere ait tolerans alanları değiştirilerek (A dan Z ye kadar) çeşitli özelliklerde geçmeler oluşturulmuştur. Şekil 11.5 .

Bu sisteme göre de geçmeler üç gruba ayrılmıştır.

1. Hareketli geçmeler : mil h tolerans alanında olup, delik tolerans alanları A dan H ya kadar değiştirilerek elde edilmişlerdir.
2. Ara geçmeler : mil h tolerans alanına sahip olup, delikler J den N ye kadar değişik tolerans alanlarında oluşturulan geçmelerdir.
3. Pres geçmeler : mil h tolerans alanında olup, delikler (P den Z ye kadar) değiştirilerek oluşturulan geçmelerdir.

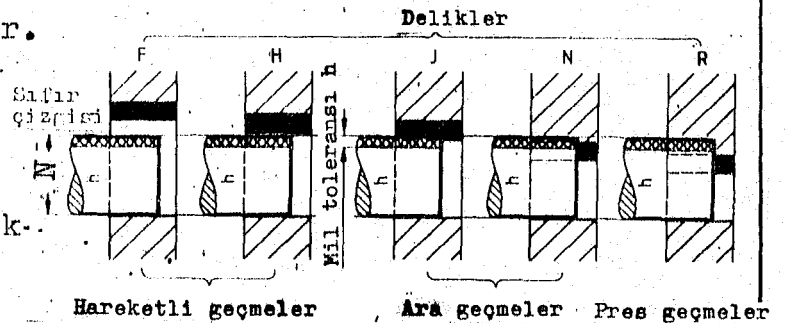
- N- Nominal ölçü
d- Mil toleransı h
a- Hareketli geçmeler
b- Ara geçmeler
c- Pres geçmeler
e- Sıfır çizgisi
f- Mil



Şekil 11.5

Tek delik sisteminde milin en büyük ölçüsü , nominal ölçüye eşittir.

Yanda tek mil sisteminde geçme çeşitleri görülmektedir.



Kaynaklar

- Fackunde für Metal Berufe
Europa Lehrmittel 1979
- Tabellenbuch Metall
Europa Lehrmittel 1978
- Der Werkzeugbau
Europa Lehrmittel 1959
- Hütte -Taschenbuch 1965
- Messen von Gewinden 1970
- Precision Measuring Instruments
Mitutoyo 1980