

**Bu kitaba sığmayan  
daha neler var!**



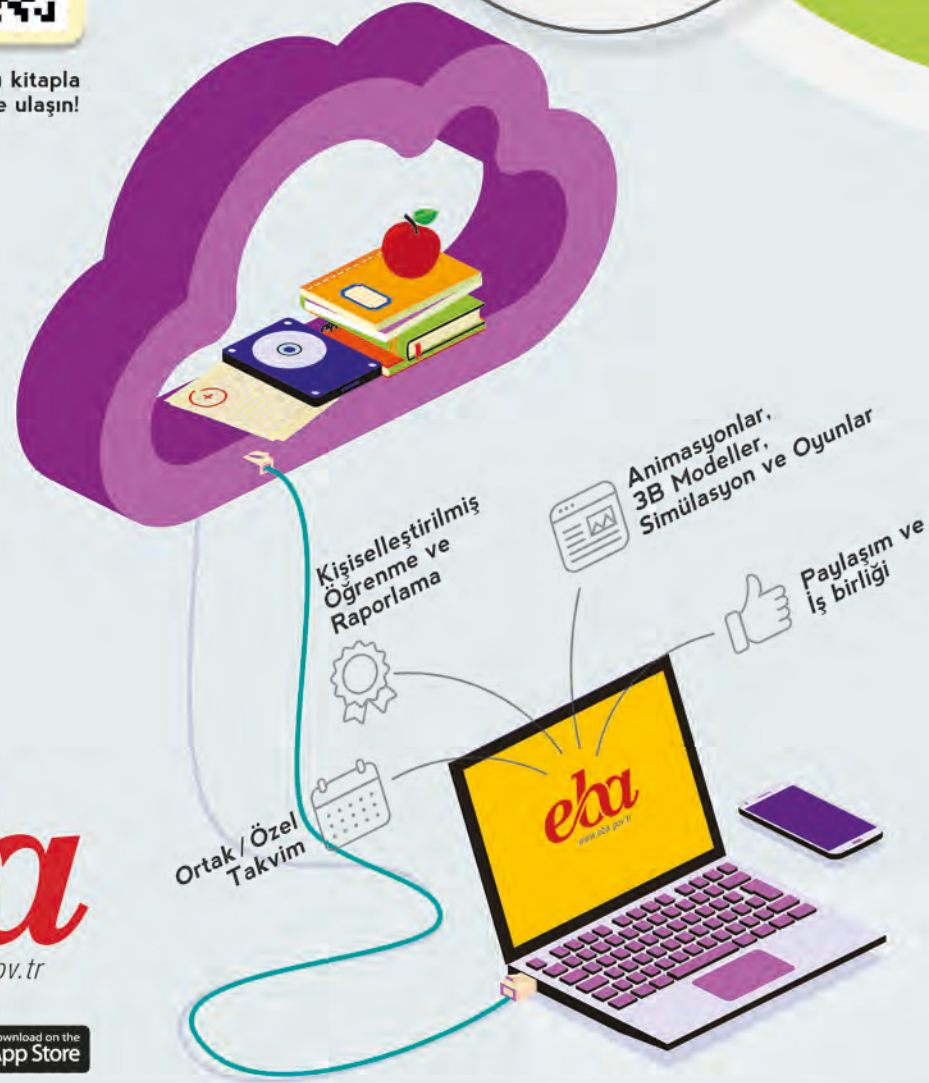
Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

**ÖDS**

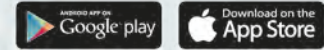
**ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN  
DESTEK SİSTEMİ**

<https://ods.eba.gov.tr>

- Konu Anlatımlı Ders Videoları
- Soru Çözüm Videoları
- Ders Anlatım Videoları
- Çoktan Seçmeli Sorular



**eba**  
www.eba.gov.tr



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA  
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.  
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN:978-975-11-6357-8

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

MAKİNE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI ÖLÇME VE KONTROL 10 DERS MATERYELİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

**MAKİNE VE TASARIM  
TEKNOLOJİSİ ALANI**

**10**  
DERS MATERYALİ



**ÖLÇME VE KONTROL**





MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

# ÖLÇME VE KONTROL

# 10

DERS MATERYALİ

YAZAR

Samet Burçin AYDOĞMUŞ



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....	8023
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....	1951

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.  
Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

#### HAZIRLAYANLAR

##### **Dil Uzmanı**

Arif KEVENOĞLU

##### **Görsel Tasarım Uzmanı**

Büşra AYDIN

Kadri Cengiz ERHAN

##### **Program Geliştirme Uzmanı**

Murat DAĞ

##### **Ölçme Değerlendirme Uzmanı**

Filiz İSNAÇ

ISBN : 978-975-11-6357-8

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.





## İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;  
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.  
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;  
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!  
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl!  
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.  
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!  
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.  
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,  
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.  
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,  
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;  
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.  
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;  
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:  
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.  
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:  
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?  
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!  
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,  
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:  
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.  
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-  
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,  
Her cerîhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,  
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;  
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!  
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.  
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;  
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

**Mehmet Âkif Ersoy**

## GENÇLİĞE HİTABE

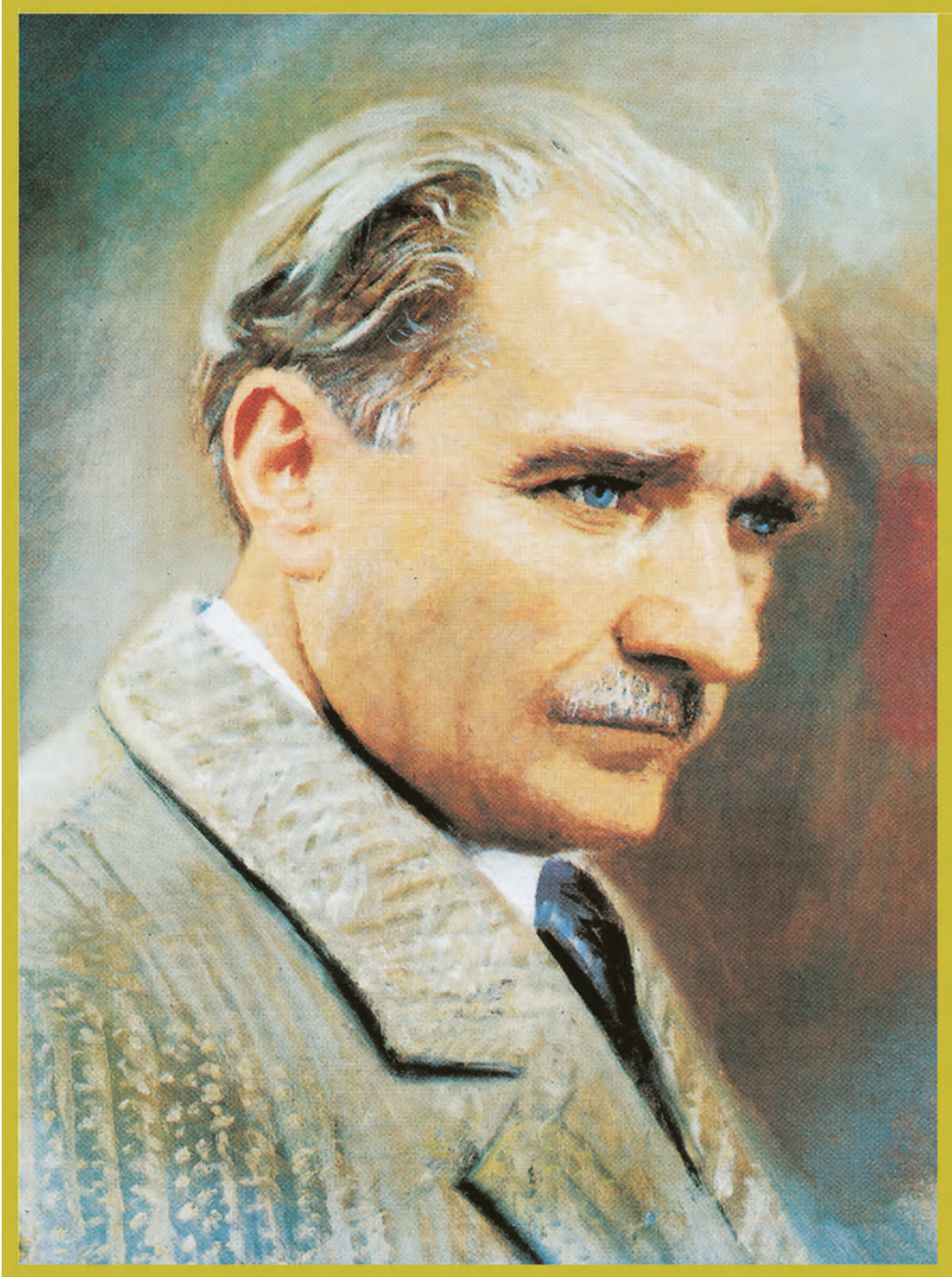
Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaî bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk





MUSTAFA KEMAL ATATÜRK



# İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI.....	12
---------------------------------	----

## 1. ÖĞRENME BİRİMİ

Giriş ve Temel Bilgiler.....	14
İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri.....	14
Toz ve Su Geçirmezlik Göstergesi.....	15
<b>KUMPASLA ÖLÇÜM YAPMA.....</b>	<b>16</b>
<b>1. Kumpaslar ve Çeşitleri.....</b>	<b>16</b>
1.1. Taksimatlı (Verniyer Bölüntülü) Kumpaslar.....	16
1.2. Ölçü Saatli Kumpaslar.....	17
1.3. Dijital Kumpaslar.....	17
1.4. Modül Kumpasları.....	18
1.5. Derinlik Kumpasları.....	18
1.6. Çizecek Uçlu Kumpas.....	19
1.7. Çekme Paylı Kumpaslar.....	19
1.8. Özel Amaçlı Kumpaslar.....	20
<b>2. Kumpasla Ölçüm Yapma.....</b>	<b>20</b>
2.1. Ölçme Hatalarının Temel Sebepleri.....	20
2.1.1. İçten Ölçme.....	21
2.1.2. Derinlik Ölçme.....	21
2.1.3. Taksimat Okumada Bakış Açısı (Paralaks) Hatası.....	21
2.1.4. Hareketli Çenenin Eğiklik Hatası.....	22
2.1.5. Ölçme ve Sıcaklık Arasındaki İlişki.....	22
2.1.6. Kullanım.....	22
2.1.7. Gövdedeki Kayma Yüzeylerinin ve Ölçme Yüzeylerinin Bakımı.....	23
2.1.8. Kullanmadan Önce Sıfır Noktası Kontrolü ve Ayarı.....	23
2.1.9. Kullanımdan Sonraki İşlemler.....	23
2.1.10. Depolama.....	23
2.2. Kumpas Ölçüm Değerlerinin Okunması.....	23
2.2.1. Verniyer Bölüntülü Metrik Kumpaslar.....	24
2.2.1.1. 1/10 (0,1mm) Hassasiyetli Kumpaslar.....	24
2.2.1.2. 1/20 (0,05mm) Hassasiyetli Kumpaslar.....	26
2.2.1.3. 1/50 (0,02mm) Hassasiyetli Kumpaslar.....	29
2.2.2. Verniyer Bölüntülü İnç Kumpaslar.....	32
2.2.2.1. 1/64" Hassasiyetli Kumpaslar.....	32
2.2.2.2. 1/128" Hassasiyetli Kumpaslar.....	33
2.2.2.3. 1/1000" Hassasiyetli Kumpaslar.....	36
2.2.3. Ölçü Saatli (Komparatör) Kumpaslar.....	39
2.2.4. Dijital (Ekranlı) Kumpaslar.....	42
<b>1. Öğrenme Birimi Atölye Uygulaması.....</b>	<b>42</b>
1. Öğrenme Birimi Değerlendirmesi.....	43

## 2. ÖĞRENME BİRİMİ

<b>MİKROMETRE İLE ÖLÇÜM YAPMA.....</b>	<b>46</b>
<b>1. Mikrometre ve Çeşitleri.....</b>	<b>46</b>
1.1. Mikrometrelerin Kısımları.....	46
1.2. Mikrometrelerin Çeşitleri.....	48



1.3. Mikrometrelerin Kullanım Uygulamaları.....	49
<b>2. Mikrometre ile Ölçüm Yapma.....</b>	<b>49</b>
2.1. Mikrometre Kullanımında Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	50
2.2. Mikrometrelerde Ölçüm Hassasiyeti Kontrolü ve Ayarlama.....	51
2.2.1. Mikrometrenin Ölçüm Yüzeylerinin Paralellik Testi.....	51
2.2.2. Mikrometrenin Ölçüm Yüzeylerinin Düzlemsellik Testi.....	52
2.2.3. Mikrometre Ölçü Tamlığı Kontrolü.....	53
2.2.4. Mikrometre Referans Ölçü Ayarı.....	53
2.3. Mikrometrelerde Ölçüm Değerinin Okunması.....	53
2.3.1. Verniyer Bölüntülü Metrik Mikrometreler.....	54
2.3.1.1. 0,01mm Hassasiyetli Metrik Dış Ölçü Mikrometresi.....	54
2.3.1.2. 0,01mm Hassasiyetli Metrik İç Ölçü Mikrometresi.....	56
2.3.1.3. 0,001mm Hassasiyetli Metrik Dış Ölçü Mikrometresi.....	59
2.3.2. Verniyer Bölüntülü İnç Mikrometreler.....	62
2.3.2.1. 0,001 inç Hassasiyetli Mikrometre.....	62
2.3.2.2. 0,0001 inç Hassasiyetli Mikrometre.....	64
2.3.3. Dijital Mikrometreler.....	67
<b>2. Öğrenme Birimi Atölye Uygulaması.....</b>	<b>67</b>
2. Öğrenme Birimi Değerlendirmesi.....	68

### 3. ÖĞRENME BİRİMİ

<b>AÇI ÖLÇME.....</b>	<b>70</b>
<b>1. Verniyerli Açılçer ile Açılçme.....</b>	<b>71</b>
1.1. Basit Bölüntülü Açılçer.....	71
1.2. Verniyer Bölüntülü Üniversal Açılçer.....	71
1.2.1. 5' Hassasiyetli Verniyer Bölüntülü Üniversal Açılçerin Okunması.....	73
1.2.2. 2' Hassasiyetli Verniyer Bölüntülü Üniversal Açılçerin Okunması.....	74
<b>2. Silindirik Çubuk Masterlar ile Açılçme.....</b>	<b>75</b>
<b>3. Sinüs Cetveli Ve Masterlar ile Açılçme.....</b>	<b>79</b>
<b>4. Optik Ölçüm Cihazları ile Açılçme.....</b>	<b>82</b>
4.1. Çalışma Prensibi.....	83
<b>3. Öğrenme Birimi Atölye Uygulaması.....</b>	<b>85</b>
3. Öğrenme Birimi Değerlendirmesi.....	85

### 4. ÖĞRENME BİRİMİ

<b>YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÖLÇME.....</b>	<b>88</b>
<b>1. Yüzey Profilometresi ile Yüzey Pürüzlülüğünü Ölçme.....</b>	<b>88</b>
1.1. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı Çalışma Prensibi.....	89
1.2. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Değerleri Ve Anlamları.....	90
1.3. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Değerlerinin Teknik Resimde Gösterilmesi.....	90
<b>2. Yüzey Pürüzlülük Masterlarıyla Yüzey Pürüzlülüğünü Ölçme.....</b>	<b>92</b>
<b>4. Öğrenme Birimi Atölye Uygulaması.....</b>	<b>93</b>
4. Öğrenme Birimi Değerlendirmesi.....	94

### 5. ÖĞRENME BİRİMİ

<b>VİDALARI ÖLÇME.....</b>	<b>96</b>
<b>1. Vida Türlerinin Belirlenmesi.....</b>	<b>96</b>

2. Vida Ölçümlerinin Yapılması.....	99
5. Öğrenme Birimi Atölye Uygulaması.....	103
5. Öğrenme Birimi Değerlendirmesi.....	104

## 6. ÖĞRENME BİRİMİ

DIŞLI ÇARKLARI ÖLÇME.....	106
1. Dişli Çarkların Ölçülmesi.....	106
1.1. Modül Kumpası İle Dişli Çark Ölçme.....	108
1.2. Modül Mikrometresi İle Dişli Çark Ölçme.....	109
6. Öğrenme Birimi Atölye Uygulaması.....	109
6. Öğrenme Birimi Değerlendirmesi.....	110

## 7. ÖĞRENME BİRİMİ

MASTARLAR VE OPTİK CAMLARLA YÜZEY KONTROLÜ YAPMA.....	112
1. Master Türleri Ve Master Seçimi.....	112
1.1. Tampon Master.....	113
1.2. Vida Mastarı.....	114
1.3. Çatal Master.....	114
1.4. Johnson (Blok) Mastarı.....	115
1.5. Prizmatik Master.....	115
1.6. Silindirik Master.....	115
1.7. Vida Kalem Mastarı.....	116
1.8. Profil Mastarı.....	116
1.9. Konik Master.....	117
1.10. Kalınlık Mastarı.....	117
2. Masterlarla Ölçüm Yapma.....	118
7. Öğrenme Birimi Atölye Uygulaması.....	119
7. Öğrenme Birimi Değerlendirmesi.....	120

## 8. ÖĞRENME BİRİMİ

ŞEKİL TOLERANS KONTROLÜ YAPMA.....	122
1. Şekil Konum Kontrol Aracı Seçimi.....	122
1.1. Komparatör Ve Kullanılması.....	122
1.2. Şekil-Konum Toleransları Ve Ölçüm Yöntemleri.....	123
2. Şekil Konum Kontrolü.....	127
8. Öğrenme Birimi Atölye Uygulaması.....	129
8. Öğrenme Birimi Değerlendirmesi.....	130

## 9. ÖĞRENME BİRİMİ

BOYUT TOLERANS KONTROLÜ YAPMA.....	132
1. Boyut Tolerans Kontrol Aracı Seçimi.....	132
1.1. Tolerans Kavramı.....	132
2. Boyut Tolerans Kontrolü.....	134
9. Öğrenme Birimi Atölye Uygulaması.....	140
9. Öğrenme Birimi Değerlendirmesi.....	140
KAYNAKÇA.....	143

# DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme Birimi Numarası



Öğrenme Birimi Karekodu

Öğrenme Birimi Adı  
Öğrenme Birimi Konuları

Öğrenme Birimi  
Adı ve Başlığı

Öğrenme Birimi  
Alt Başlığı

Kitabın Sayfa Numarası

1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma

İkinci karakter	Tanım
0	Korumasız.
1	Dikey su damalarına karşı korumalı.
2	15 derecelik bir eğim açısıyla düşen dikey su damalarına karşı korunmuşdur.
3	Su püskürtülmesine karşı korumalı.
4	Su sıçramasına karşı korumalı.
5	Su fışkiyelerine karşı korumalı.
6	Güçlü su fışkiyelerine karşı korumalı.
7	Su nüfuzuna karşı korumalı.
8	Suya sürekli daldırma etkilerine karşı korumalı.

**KUMPASLA ÖLÇÜM YAPMA**

<b>BİRİMİN AMACI</b>	Sanayide ölçme ve kontrol aracı olarak sık kullanılan kumpas çeşitlerinin tanınması ve doğru şekilde kullanılmasının öğrenilmesidir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ölçülecek profile ve ölçü büyüklüğüne göre kumpas seçimi yapma</li><li>• Kumpas çene hassasiyetini kontrol etme</li><li>• Kumpas parça geometrisine göre doğru şekilde konumlandırma</li><li>• Kumpasın değer okuma</li></ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	Standart birim sistemi (SI) belirlenmeden önce, ölçme ve kontrol işlemleri nasıl yapılmaktaydı? Sizce birim sisteminin sanayiye nasıl bir etkisi oldu?

**1. Kumpaslar ve Çeşitleri**

Ölçme ve kontrolün önemli olduğu makine üretiminden otomotive, medikal ekipman üretiminden uçak üretimine her alanda kumpas çok sık kullanılır. Genişliklerin, delik çaplarının, derinliklerin, kademelerin, dişli çark modüllerinin vb. birçok mesafenin ölçülmesinde ve kontrol edilmesinde kullanılırlar. Kumpaslar, ölçülecek olan boyuta ve hassasiyete göre türleri olan, ayarlanabilir ölçme ve kontrol araçlarıdır.

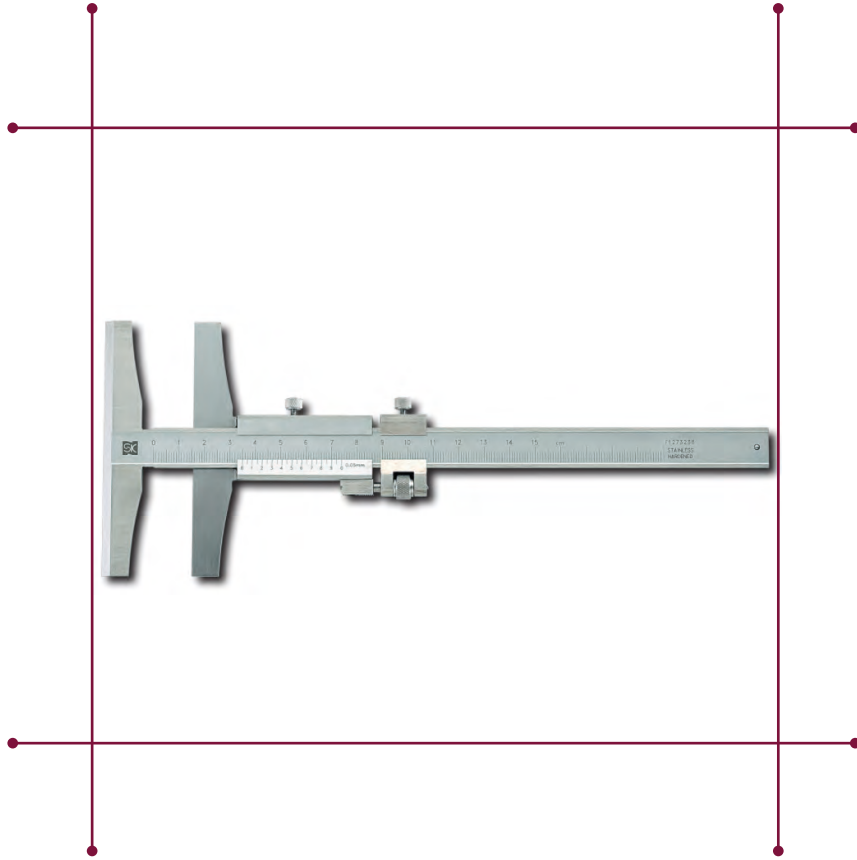
**1.1. Taksimatlı (Verniyer Bölüntülü) Kumpaslar**

Taksimatlı kumpaslar; dış iç ve derinlik ölçüsü ile ilgili boyutları ölçmeye ve kontrol etmeye imkan sağlayan nitelikte kumpaslardır. Ölçü birimine göre ve ölçü hassasiyetine göre çeşitleri bulunmaktadır. DIN 862 standardına göre, metrik ölçü biriminde 1/10, 1/20, 1/50, inç ölçü biriminde 1/64, 1/128, 1/1000 hassasiyetinde üretilir.

16



# 1. ÖĞRENME BİRİMİ



## KUMPASLA ÖLÇÜM YAPMA

### KONULAR

1. Kumpaslar ve Çeşitleri
2. Kumpasla Ölçüm Yapma

### Giriş ve Temel Bilgiler

Sanayinin temeli olan ve bugün “Endüstri 1.0” olarak tanımlanan buhar gücü ile çalışan makinelerin 1784’teki icadı büyük gelişmelerin başlangıcıydı. O günlerde başlayan ve bugün “Endüstri 4.0” olarak adlandırılan otomasyon ve robotik çağında da ölçme ve kontrol hayati derecede önemlidir.

Tüm ölçme aletleri, üretimde kabul edilebilir hata miktarını, diğer bir deyişle toleransları belirlemek adına ölçme ve kontrol yapmak amacıyla kullanılır. Ölçme bilimine ait bilgi ve beceriler, çok çalışma ve uygulama yapılarak kazanılabilir. Ölçü ve kontrol aletlerindeki doğru kullanım, kalibrasyon uygunluğu ve kullanım ömürleri kullanan kişinin bilgi ve uygulama becerilerine bağlıdır. Bu kitap Türkiye sanayisinin geleceği olan gençlere, hem teorik hem de uygulamalı içeriği ile ölçme ve kontrol aletlerini doğru kullanma yeterliliği kazandıracaktır.

“Ölçme” ve “Kontrol” kavramları, uygulamalarının iç içe geçmiş olmasından dolayı birbirinin yerine kullanılabilir.

Birim adı verilen ve bilinen bir değerle, aynı cinsten bilinmeyen bir değeri karşılaştırmaya **ÖLÇME** denir. Parçaların istenilen ölçü sınırları içerisinde yapılıp yapılmadıkları ile özelliklerini tespit etme işlemine ise **KONTROL** denir. Hem ölçme hem de kontrol işlemlerinde temel olarak kumpas, mikrometre, açıölçer, mastar, mihengir gibi aletler kullanılır. Tüm ölçü aletleri, insanlar tarafından imalatta makinelerin yanında kullanıldığından, hem sağlamlık hem de insan sağlığı açısından belirli özelliklere sahip olmak zorundadır. Ölçü aletlerinin kullanımı öncesinde, iş sağlığı ve güvenliğinin önemli olan kuralları ile tüm ölçü aletlerinde ortak olan bazı özellikleri öğrenilecektir.

“Ölçme ve Kontrol” süreci, en basitinden en karmaşığına kadar tüm ölçü aletlerinin kullanımında aynıdır ve 4 ana aşamadan oluşur.



### İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri

Ölçme ve kontrol aletlerinin tamamı hassas araçlardır. Bununla birlikte insan sağlığına etki edebilecek keskin ve sivri kenarlara sahiptir. Ölçü aletleri, hatalı kullanım ve hareketler sonucunda ciddi yaralanmalara sebep olabilir.

Ölçü aletleri kullanılırken aşağıdaki sağlık ve güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Vücudumuza ya da arkadaşlarımızın herhangi bir yerine ölçü aletleri ile zarar verecek şekilde temas edilmemelidir.



- Ölçme aletlerinin vücudumuzun herhangi bir yerine çarpmasından kaçınılmalıdır.
- Ölçü aletleri ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
- Ölçü aleti üzerinde kir, metal talaşı gibi yabancı maddelerin kalmamasına dikkat edilmelidir.
- Ölçü aletleri kullanılmadığı zamanlarda dış etki ve hasarlardan korumak için saklama kutularında tutulmalıdır.
- Ölçü aletleri elde uzun süre tutulmamalıdır.
- Ölçme işleminin yapıldığı ortamın sıcaklığının 20-24°C aralığında olmasına dikkat edilmelidir.
- Ölçüm yapılacak iş parçasının sıcaklığının ortam sıcaklığı ile aynı değerlerde olmasına dikkat edilmelidir.
- Ölçme yapılan ortam yeterli derecede aydınlatılmalıdır.
- Ölçme yapan kişinin sağlığının ve psikolojisinin iyi olduğuna dikkat edilmelidir (elleri titrememeli, morali bozuk olmamalı, göz bozukluğu olmamalı).
- Kullanılan ölçü aletleri insan sağlığını ön planda tutan CE işaretlemesine uygun olmalıdır. *CE İşaretlemesine Uygunluk:* Güvenliği artırmak amacıyla, her ölçü aleti Makine Yönergesi, EMC Yönergesi ve Alçak Gerilim Yönergesi'ne uyumlu olmalıdır. CE işareti, ürünün Avrupa sağlık, güvenlik ve çevre koruma mevzuatının temel şartlarına uygun olduğunu gösterir.

### Toz ve Su Geçirmezlik Göstergesi

Uluslararası standartlarda "IP" kısaltması ile tanımlanır ve IP'nin yanında 2 haneli rakamla kullanılır. Yabancı cisimlerin, tozun ve suyun girişine karşı ölçme ve kontrol aletinin korunma seviyesini gösteren kodlardır.

Birinci karakter	Tanım
0	Korumasız.
1	SØ50 mm ya da daha büyük olan katı yabancı maddelere karşı korunmuştur.
2	SØ12,5 mm ya da daha büyük olan katı yabancı maddelere karşı korunmuştur.
3	SØ2,5 mm ya da daha büyük olan katı yabancı maddelere karşı korunmuştur.
4	SØ1,0 mm ve daha büyük katı yabancı nesnelere karşı korunmuştur.
5	Toza karşı korumalı.
6	Toz geçirmez.

İkinci karakter	Tanım
0	Korumasız.
1	Dikey su damlalarına karşı korumalı.
2	15 derecelik bir eğim açısıyla düşen dikey su damlalarına karşı korunmuştur.
3	Su püskürtülmesine karşı korumalı.
4	Su sıçramasına karşı korumalı.
5	Su fiskiyelerine karşı korumalı.
6	Güçlü su fiskiyelerine karşı korumalı.
7	Su nüfuzuna karşı korumalı.
8	Suya sürekli daldırma etkilerine karşı korumalı.

## KUMPASLA ÖLÇÜM YAPMA

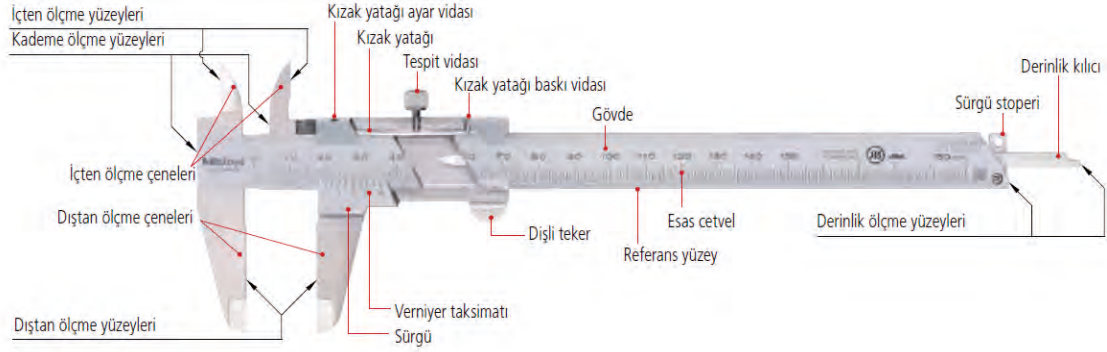
<b>BİRİMİN AMACI</b>	Sanayide ölçme ve kontrol aracı olarak sık kullanılan kumpas çeşitlerinin tanınması ve doğru şekilde kullanılmasının öğrenilmesidir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ölçülecek profile ve ölçü büyüklüğüne göre kumpas seçimi yapma</li><li>• Kumpas çene hassasiyetini kontrol etme</li><li>• Kumpası parça geometrisine göre doğru şekilde konumlandırma</li><li>• Kumpastan değer okuma</li></ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	Standart birim sistemi (SI) belirlenmeden önce, ölçme ve kontrol işlemleri nasıl yapılmaktaydı? Sizce birim sisteminin sanayiye nasıl bir etkisi oldu?

### 1. Kumpaslar ve Çeşitleri

Ölçme ve kontrolün önemli olduğu makine üretiminden otomotive, medikal ekipman üretiminden uçak üretimine her alanda kumpas çok sık kullanılır. Genişliklerin, delik çaplarının, derinliklerin, kademelerin, dişli çark modüllerinin vb. birçok mesafenin ölçülmesinde ve kontrol edilmesinde kullanılırlar. Kumpaslar, ölçülecek olan boyuta ve hassasiyete göre türleri olan, ayarlanabilir ölçme ve kontrol araçlarıdır.

#### 1.1. Taksimatlı (Verniyer Bölüntülü) Kumpaslar

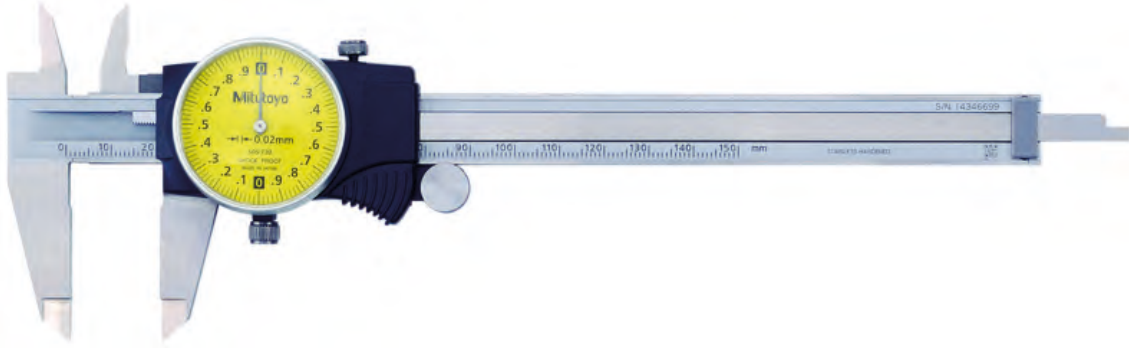
Taksimatlı kumpaslar; dış iç ve derinlik ölçüsü ile ilgili boyutları ölçmeye ve kontrol etmeye imkan sağlayan nitelikte kumpaslardır. Ölçü birimine göre ve ölçü hassasiyetine göre çeşitleri bulunmaktadır. DIN 862 standardına göre, metrik ölçü biriminde 1/10, 1/20, 1/50, inç ölçü biriminde 1/64, 1/128, 1/1000 hassasiyetinde üretilir.



Görsel 1: Taksimatlı Kumpas ve Kısımları

## 1.2. Ölçü Saatli Kumpaslar

Kullanım açısından taksimatlı kumpaslara benzer. Farkı, hareketli çenede verniyer bölüntüsünün yerine ölçü saati bulunmasıdır. DIN 862 standardına göre üretilir. Ölçme hassasiyetleri, metrik ölçü biriminde 0,02mm – 0,05mm, inç ölçü biriminde ise 5/1000" – 1/1000" arasındadır.



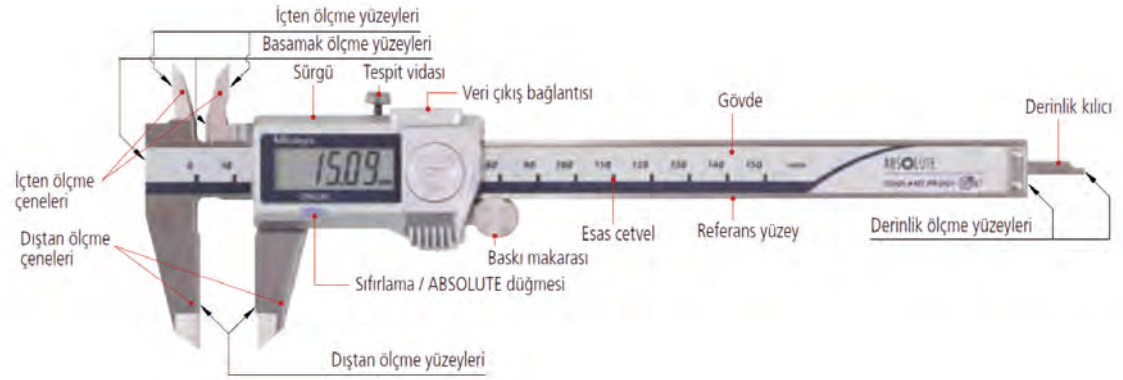
Görsel 2: Ölçü Saatli Kumpas

## 1.3. Dijital Kumpaslar

Dijital kumpasların yapı bakımından taksimatlı kumpaslardan farkı yoktur. Yalnızca, batarya ile çalışır ve ölçüyü bir ekran üzerinde gösterir. Hem metrik hem de İngiliz ölçü sistemine göre ölçüm yapılabilir. Metrik sistemde 1/100 mm, inç ölçü sisteminde 1/1000" hassasiyetinde ölçüm yapılır.

Kumpas üzerinde, genellikle dijital göstergesi, açma kapama butonu, mm/inç ölçü sistemi değiştirme butonu, sıfırlama butonu ve bazı modellerde ölçülen değerleri bilgisayara aktarmak için USB bağlantı portu bulunur.

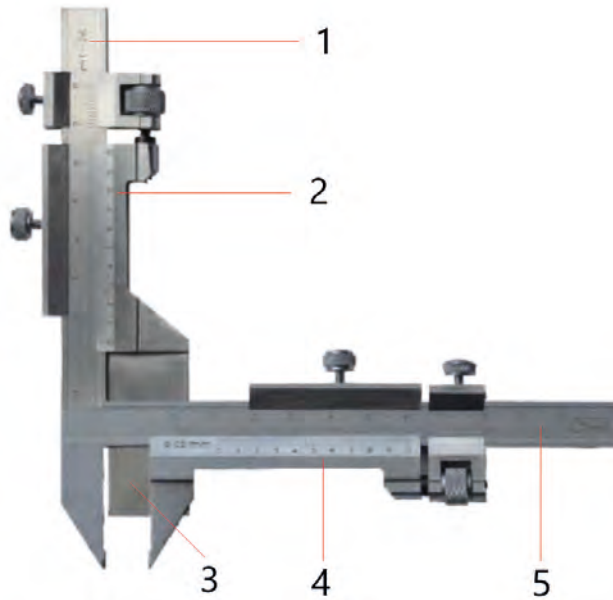
## 1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma



Görsel 3: Dijital Kumpas

### 1.4. Modül Kumpasları

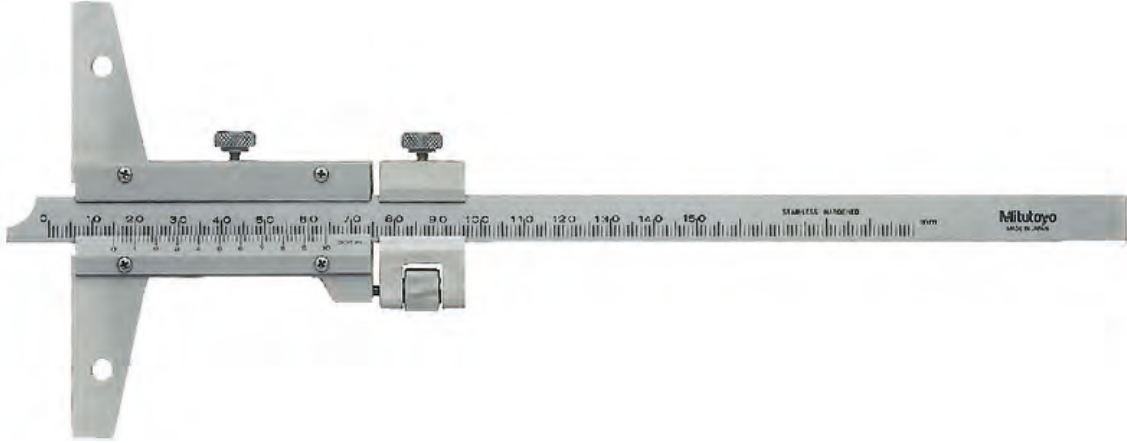
Modül kumpasları, dişli çarkların diş genişliği ve diş üstü yüksekliğinin ölçülmesinde ve kontrolünde kullanılmaktadır. Yapılan ölçümler sonrası, dişli çark hesaplama formülleri kullanılarak, dişli modülü ve gerekli diğer ölçüler hesaplanır.



Görsel 4: Modül Kumpası

### 1.5. Derinlik Kumpasları

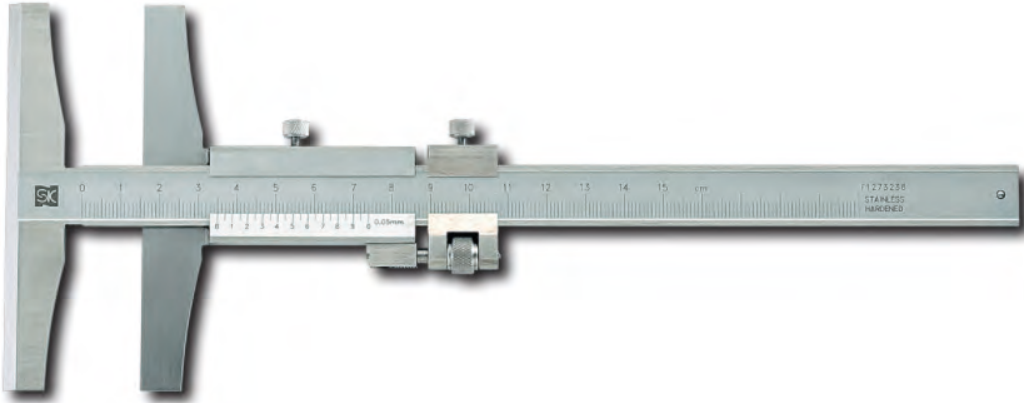
Derinlik kumpaslarıyla, kademeli kanal, delik derinliği, vb. ölçüm ve kontroller yapılır. Ayrıca, düzgün boyutsal uzunluk, genişlik ve yükseklikler de ölçülebilir veya kontrol edilebilir. Kumpaslar ile ölçme veya kontrol işlemi yapılırken, esas bölüntü cetveli hareketli, verniyer bölüntülü sürgü ise sabittir. Ancak bu işlem sabit bir kural değildir ve tam tersi de olabilir. Derinlik kumpasları okuma hassasiyeti metrik sistemde 1/10, 1/20, 1/50 ve inç sistemde 1/64, 1/128, 1/1000'dir.



Görsel 5: Derinlik Kumpası

## 1.6. Çizecek Uçlu Kumpaslar

Markalama işlemlerinde kullanılır. Cetvelin ucuna bir çizerek sabitlenir. Cetvel çubuk şeklinde olup, üzerinde verniyer bölüntülü sürgü hareket eder. Kumpas istenen ölçüde ayarlandıktan sonra sürgünün dayama yüzeyi parçanın referans yüzeyine yaslanır ve bu yüzey doğrultusunda kaydırılarak parça üzerinde ayarlanan ölçü işaretlenmiş olur.



Görsel 6: Çizecek Uçlu (İşaretleme Amaçlı) Kumpas

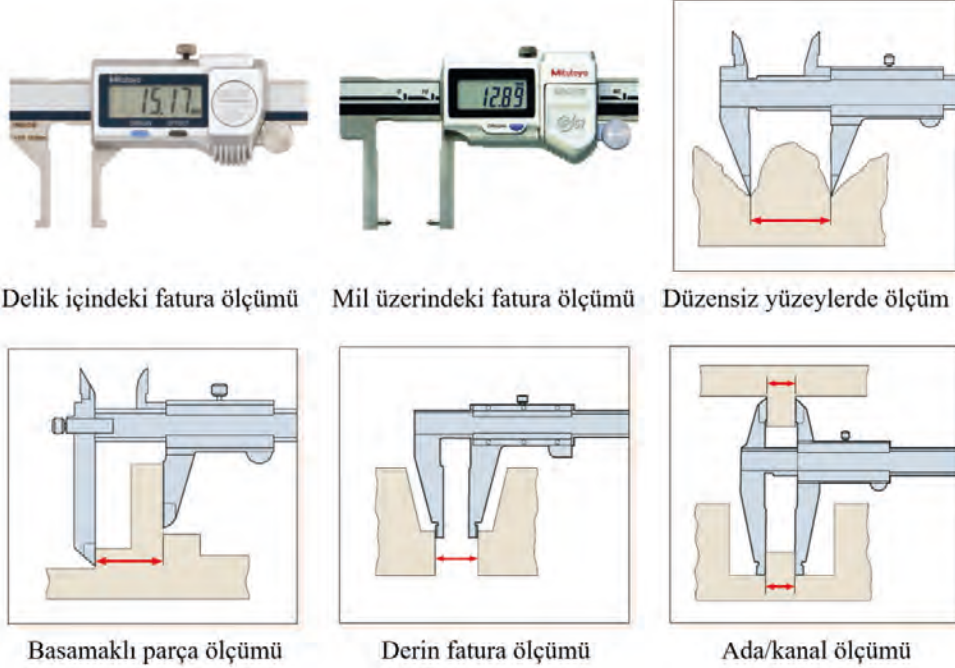
## 1.7. Çekme Paylı Kumpaslar

Döküm için model imalatında kullanılır. Malzemenin çekme payına göre özel olarak imal edilir. Çekme payı, cetvel bölüntüsünde ölçülerin içerisine ilave edilir. Cetvel ve verniyer bölüntüleri prensip olarak taksimatlı kumpaslarla aynıdır. Genellikle %1, %1,2, %1,5 ve %2 çekme paylı ve milimetrik bölüntüler bulunur. Bu kumpasların cetvel bölüntüsünden en az iki değişik çekme payı değerini okumak mümkündür.



## 1.8. Özel Amaçlı Kumpaslar

Düzensiz yüzeyli parçalar, segman yeri gibi dar alanlar, farklı kademelere sahip parçalar gibi özel yüzeylerin ölçülmesinde kullanılırlar.



Görsel 7: Özel Amaçlı Kumpaslar

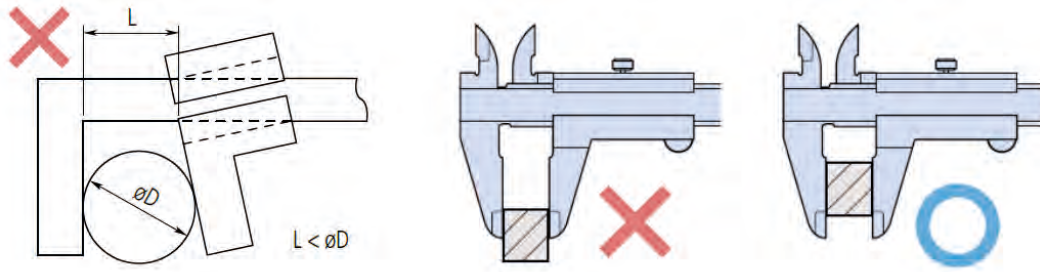
## 2. Kumpasla Ölçüm Yapma

Kumpasla ölçüm yapılırken hem kullanım şekline hem de kullanılan kumpasın ölçü hassasiyetine dikkat edilmelidir. Kumpası tutma şekli, bakış açısı, parça ve ortam sıcaklık değişimi, hassasiyet değerinin göz önüne alınmaması gibi sebepler dolayısıyla ölçümde yanlışlıklar yapılabilir. Bu bölümde kumpasların kullanımında dikkat edilmesi gereken hususları, hassasiyetleri ve ölçü sistemine göre değişimleri görülecektir.

### 2.1. Ölçme Hatalarının Temel Sebepleri

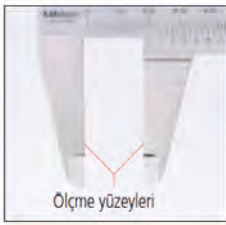
Kumpasla ölçüm yapıldığında, bir dizi etki hataya yol açabilir. Aşırı kuvvet uygulaması sebebiyle kumpasın esnemesi, iş parçası ve kumpas arasındaki sıcaklık farkından doğan farklı ısıl genleşme ve ölçüm çenelerinin kalınlığı nedeniyle oluşan boşluk önemli faktörler arasındadır. Parça ölçümü, kumpas çenesinin dibi veya ucuyla yapılırken azami derecede dikkat edilmelidir.

Taksimat doğruluğu, referans kumpas çenesinin doğrusallığı, ana gövde üzerindeki esas cetvelin düzlemselliği ve çenelerin birbirine dikliği gibi başka faktörler de mevcut olmasına rağmen, bunlar "alet hatası toleransı" kapsamındadır. Dolayısıyla bu faktörler "alet hatası toleranslarına" uygun olduğu sürece problem teşkil etmez.

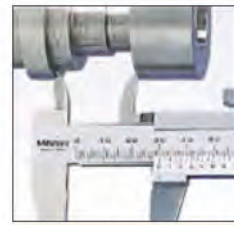
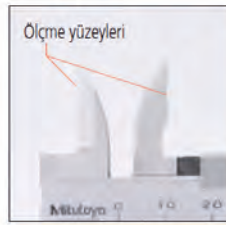


Görsel 8: Kumpasın Doğru Konumlandırılması

Dıştan ölçme



İçten ölçme



Kademe ölçme



Derinlik ölçme



Görsel 9: Doğru Ölçüm Örnekleri

### 2.1.1. İçten Ölçme

Ölçümden önce, içten ölçme çeneleri olabildiği kadar derine yerleştirilmelidir. Ölçüm doğruluğu sağlanması için birkaç defa tekrar edilir. Yapılan genel iç ölçümden elde edilen en büyük değer, kanal genişliği ölçümünde ise elde edilen en küçük değer alınır.

### 2.1.2. Derinlik Ölçme

Derinlik ölçümünde, kumpas gövdesinin ölçümün referans yüzeyiyle dik (90°) olmasına dikkat edilir. Elde edilen en küçük değer alınır.

### 2.1.3. Taksimat Okumada Bakış Açısı (Paralaks) Hatası

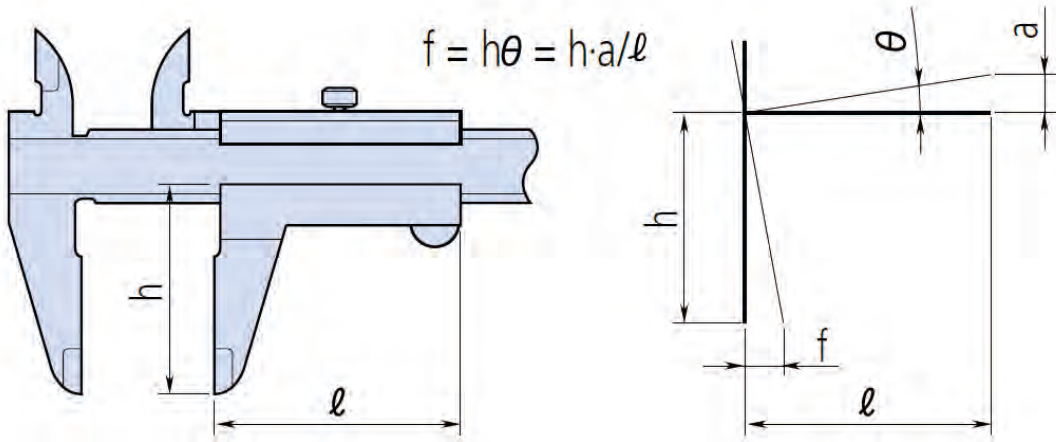
Hareketli çene üzerindeki verniyer taksimat çizgilerinin, ana gövde üzerindeki taksimat çizgileriyle hizalanmasını kontrol ederken, verniyer taksimat çizgilerine tam

karşıdan bakılmalıdır. Eğer verniyer taksimat çizgilerine yandan bakılırsa, taksimat çizgilerinin hizalanması, hareketli çene ile gövde arasındaki basamak yüksekliğinden dolayı oluşacak hatalı iz düşüm etkisi sebebiyle hatalı görülecek ve ölçü yanlış okunacaktır.

### 2.1.4. Hareketli Çenenin Eğiklik Hatası

Hareketli çene, sürgüye aşırı kuvvet uygulanmasından ya da gövdenin referans kenarının doğrusallığının yeterli olmamasından dolayı sabit çeneye göre paralelliği bozulacak kadar eğilirse, aşağıdaki görselde olduğu gibi bir ölçme hatası oluşur. Eğer referans yüzey aşınmışsa doğru ölçme kuvveti kullanılsa dahi hata ortaya çıkabilir. Bu hata kumpasın ölçme ve kontrol işlemleri için uygunsuz hale gelmesine sebep olacaktır.

Örneğin; hareketli çenenin eğilmesinden dolayı çenelerdeki hata eğiminin 50 mm'de 0,01 mm ve dış ölçüm çenelerinin 40 mm derinlikte olduğunu varsaydığımızda, çene ucundaki hata  $(40/50) \times 0,01 \text{ mm} = 0,008 \text{ mm}$  olarak hesaplanır.



Görsel 10: Hareketli Çene Eğikliğinin Sebep Olacağı Ölçü Hatası

### 2.1.5. Ölçme ve Sıcaklık Arasındaki İlişki

Kumpasın ölçeceği paslanmaz çelik üzerine kazınmıştır. Doğrusal termal genleşme katsayısı en yaygın iş parçası olan çeliğe göre ayarlanmıştır. Tüm malzemelerin ölçümünde ortam sıcaklığının ve iş parçası sıcaklığının ölçüm hassasiyetini etkileyebileceği dikkate alınmalıdır. İş parçası sıcakken yapılan ölçüm hatalı sonuçlar verecektir.

### 2.1.6. Kullanım

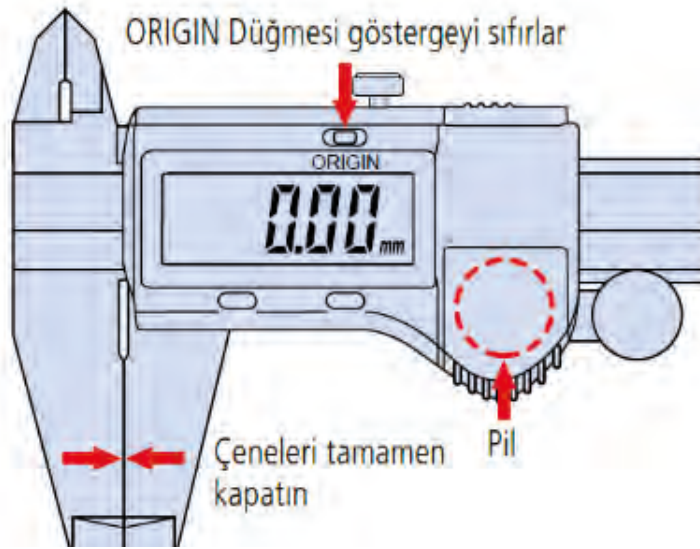
Kumpas çeneleri keskindir. Bu sebeple, iş güvenliği açısından yaralanmaları önlemek amacıyla dikkatli kullanılmalıdır. Dijital kumpaslar başta olmak üzere tüm kumpas türlerinin düşürülmesinden ve elektrik akımına maruz bırakılmasından kaçınılmalıdır.

### 2.1.7. Gövdedeki Kayma Yüzeylerinin ve Ölçme Yüzeylerinin Bakımı

Kullanmadan önce ve kullanım sonrasında kuru ve yumuşak kumaşla, kumpasın kayar yüzeyleri kir ve tozdan arındırılmalıdır.

### 2.1.8. Kullanmadan Önce Sıfır Noktası Kontrolü ve Ayarı

Dıştan ölçümde kullanılan çenelerin arasına bir parça temiz kağıt sıkıştırıp yavaşça çekerek kumpasın ölçme yüzeyleri temizlenmelidir. Kullanımdan önce çeneler kapatılıp verniyer taksimatında (veya göstergede) sıfır okunduğundan emin olunmalıdır. Dijital kumpas kullanıldığında, pil değiştirildikten sonra orijin sıfırlanmalıdır.



Görsel 11: Dijital Kumpasta Orijin Ayarı

### 2.1.9. Kullanımdan Sonraki İşlemler

Kumpası kullandıktan sonra, üzerindeki su ve yağ tamamen silinmelidir. Daha sonra hareketli kısımlara hafif şekilde anti-korozyon yağı uygulanmalı ve depolanmadan önce kuruması beklenmelidir.

### 2.1.10. Depolama

Kumpaslar muhafaza edilirken gün ışığından, yüksek ve düşük sıcaklıklardan ve yüksek nemden korunmalıdır. Eğer bir dijital kumpas üç aydan fazla süreyle kullanılmayacaksa depoya koymadan önce pil çıkarılmalıdır. Depolanan kumpasın çeneleri tam kapalı vaziyette bırakılmamalıdır.

## 2.2. Kumpas Ölçüm Değerlerinin Okunması

Kumpaslar ölçü sistemine göre ve üretim tipine göre sınıflara ayrılırlar.

## Ölçü Sistemine Göre Kumpaslar

- Metrik Ölçü Sistemli Kumpaslar
- İngiliz (inç) Ölçü Sistemli Kumpaslar

## Üretim Tipine Göre Kumpaslar

- Verniyerli Kumpaslar
- Ölçü Saatli Kumpaslar

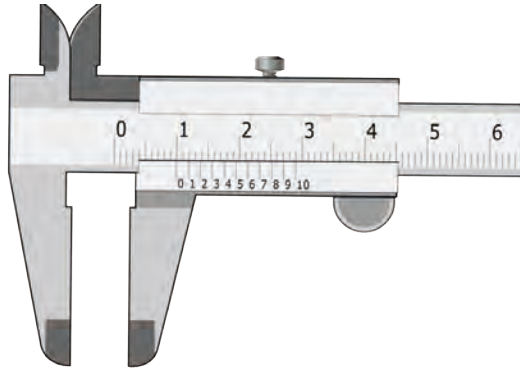
### 2.2.1. Verniyer Bölüntülü Metrik Kumpaslar

Verniyerli kumpasların okunması 3 aşamada gerçekleştirilir.

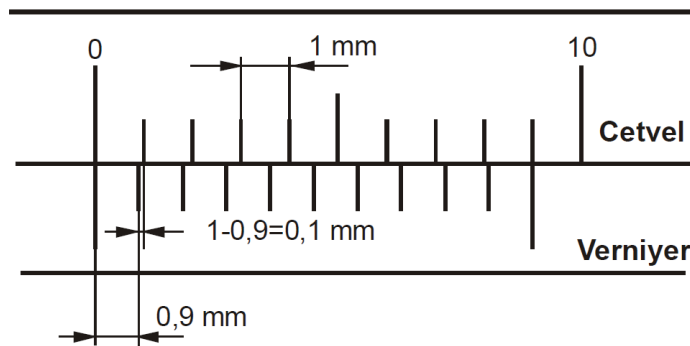
- Birinci adımda, verniyer sürgüsü üzerindeki 0 çizgisinin ana cetvel üzerindeki hangi ölçüyü geçtiği ya da hangi ölçü ile çakıştığı tespit edilir.
- İkinci aşamada, verniyer sürgüsü üzerindeki bölüntü çizgilerinden hangisinin ana cetvel üzerindeki bölüntü çizgileriyle çakıştığı tespit edilir.
- Ana cetveldeki ölçü ile verniyer sürgüsündeki hassasiyet ölçüsü toplanır.

#### 2.2.1.1. 1/10 (0,1mm) Hassasiyetli Kumpaslar

1/10 hassasiyetindeki kumpaslar, cetvel üzerindeki 9 milimetrelik kısım sürgü üzerinde 10 eşit parçaya bölünerek üretilir.



Görsel 12: 1/10 Hassasiyetli Kumpas

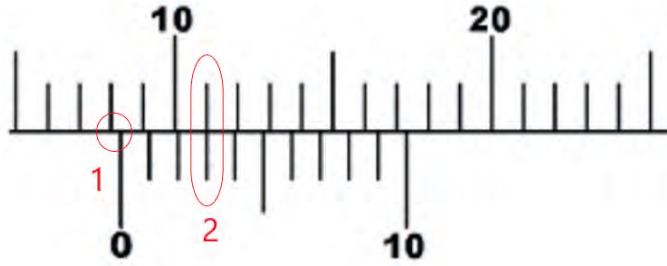


Görsel 13: 1/10 Hassasiyetli Kumpasın Verniyer Bölüntüsü



Sürgü üzerindeki iki çizgi arası 0,9 mm'dir. Cetvel üzerindeki iki çizgi arası 1 mm olduğundan, cetvel üzerindeki ilk çizgiyle sürgü üzerindeki ilk çizgi arası 0,1 mm olur. Böylece ölçme ve okuma hassasiyeti 1/10 veya 0,1 mm olur.

Bu kumpaslar, genişletilmiş verniyerli olarak da üretilmektedir. Normal verniyerli olanlarda cetvel üzerindeki 9 milimetrelik kısım 10 eşit parçaya bölünmekteyken, genişletilmiş verniyerli olanlarda cetvel üzerindeki 19 milimetrelik kısım 10 eşit parçaya bölünür. Buradaki amaç, okuma işlemindeki hatayı en aza indirmek ve hassasiyeti artırmaktır. Ancak, ölçü hassasiyeti düşük olduğundan sık kullanılmaz.



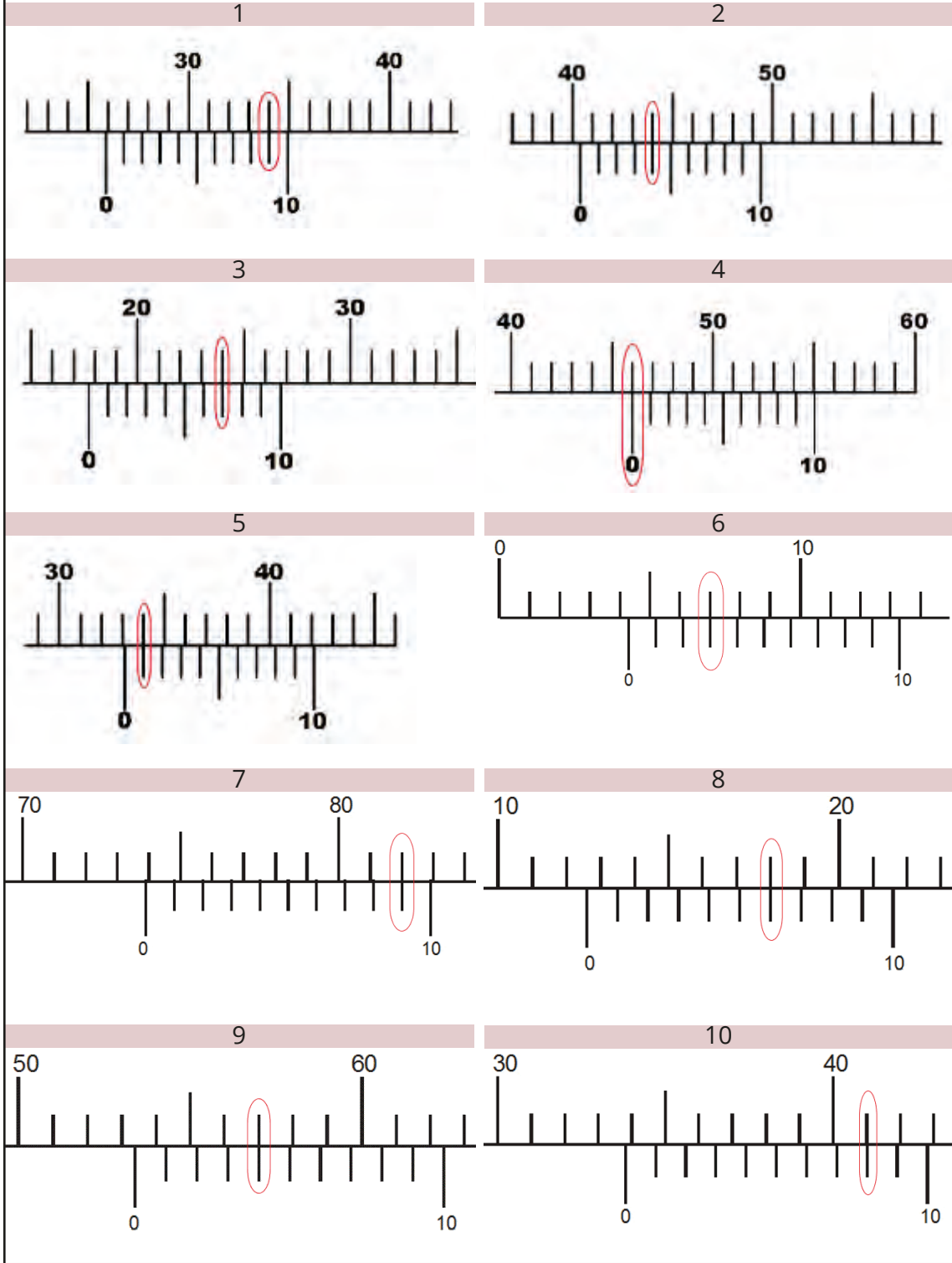
Görsel 14: 1/10 Hassasiyetli Kumpasın Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması;

- Adım:** Verniyer sürgüsünün 0 çizgisinin geçtiği ana cetveldeki ölçü: **8mm**
- Adım:** Verniyer sürgüsü bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki bölüntü çizgileriyle çakışan çizgi: 3. çizgi =  $0,1\text{mm} \times 3 = \underline{0,3\text{mm}}$
- Adım:** Ana cetvel ve verniyer sürgüsündeki değerler toplanır.  
 $8\text{mm} + 0,3\text{mm} = \underline{8,3\text{mm}}$

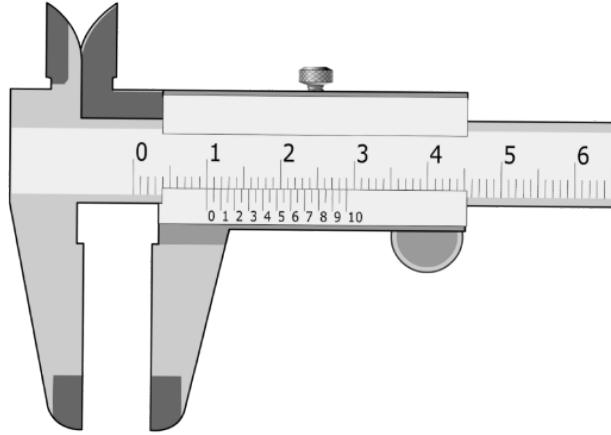
UYGULAMA YAPRAĞI 1
1/10 (0,1mm) Hassasiyetli Metrik Kumpaslar
YÖNERGE
<p>Aşağıda, 0,1mm hassasiyetli kumpaslar ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden kumpaslarda okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.</li><li>• Görsellerde bulunan ölçüleri kumpas üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak, değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.</li><li>• Aşağıda yer alan her bir uygulama 10 puan değerindedir.</li><li>• Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar ders öğretmeni tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.</li></ul>

## 1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma

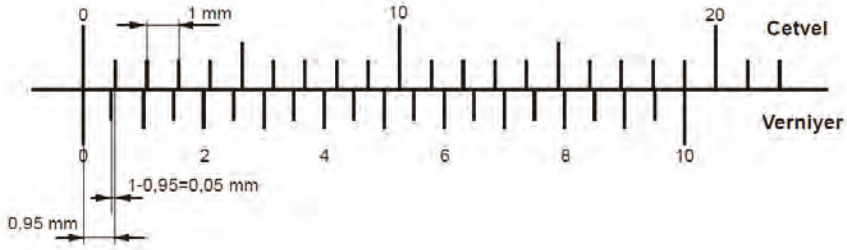


### 2.2.1.2. 1/20 (0,05mm) Hassasiyetli Kumpaslar

1/20 hassasiyetindeki kumpaslar, cetvel üzerindeki 19 milimetrelik kısım sürgü üzerinde 20 eşit parçaya bölünerek üretilir.

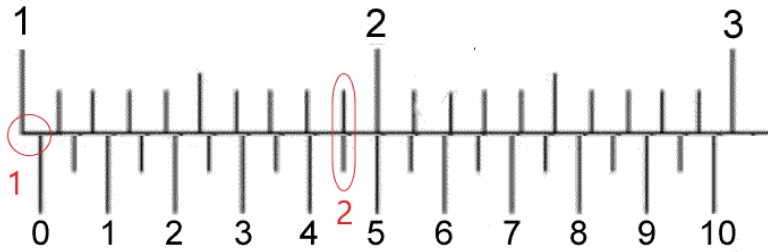


Görsel 15: 1/20 Hassasiyetli Kumpas



Görsel 16: 1/20 Hassasiyetli Kumpasın Verniyer Bölüntüsü

Sürgü üzerindeki iki çizgi arası 0,95 mm'dir. Cetvel üzerindeki iki çizgi arası 1 milimetre olduğundan, cetvel üzerindeki çizgiyle sürgü üzerindeki ilk çizgi arası 0,05 mm olur. Böylece ölçme ve okuma hassasiyeti 0,05mm (1/20) olur. Cetvel üzerindeki 19 milimetrelık kısım, verniyerde 20 eşit parçaya bölünür. Sanayide yaygın olarak kullanılır.



Görsel 17: 1/20 Hassasiyetli Kumpasın Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması;

- 1. Adım:** Verniyer sürgüsünün 0 çizgisinin geçtiği ana cetveldeki ölçü: **10mm**
- 2. Adım:** Verniyer sürgüsü bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki bölüntü çizgi-

## 1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma

leriyle çakışan çizgi: 9. çizgi =  $0,05\text{mm} \times 9 = \mathbf{0,45\text{mm}}$

3. **Adım:** Ana cetvel ve verniyer sürgüsündeki değerler toplanır.  
 $10\text{mm} + 0,45\text{mm} = \mathbf{10,45\text{mm}}$

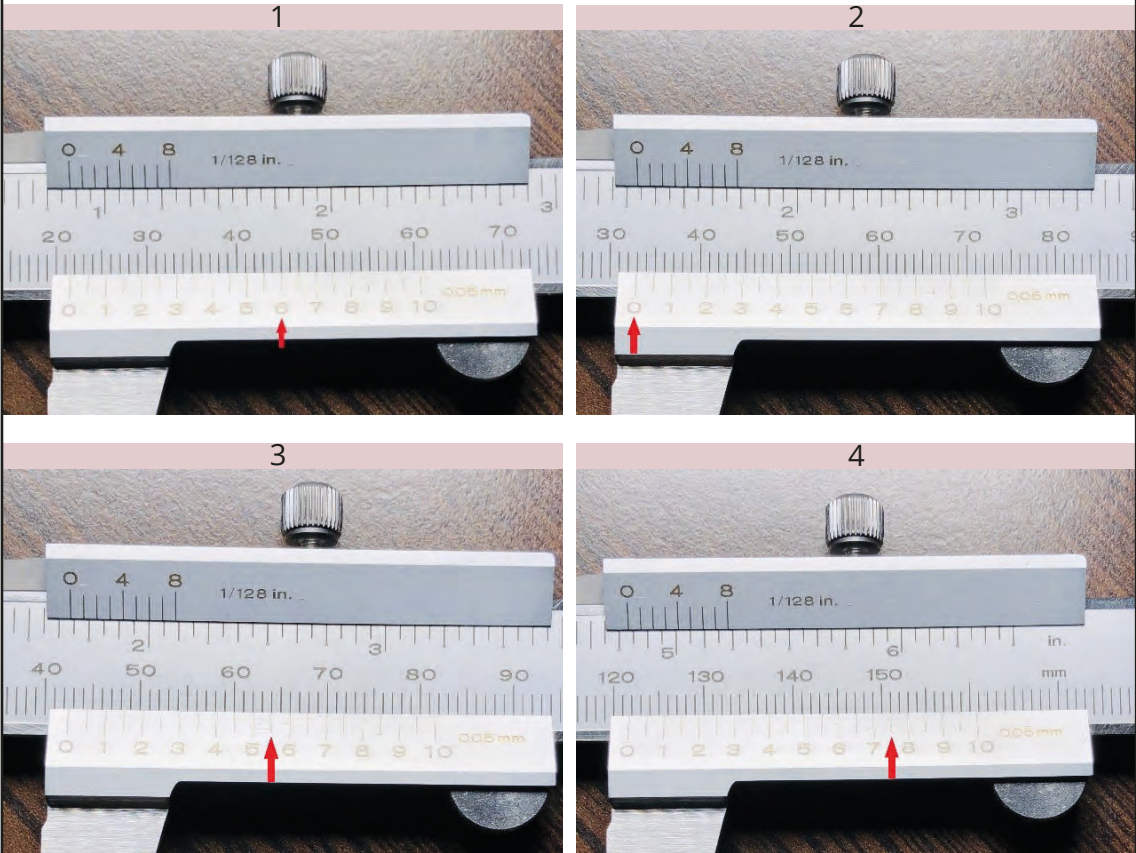
### UYGULAMA YAPRAĞI 2

#### 1/20 (0,05mm) Hassasiyetli Metrik Kumpaslar

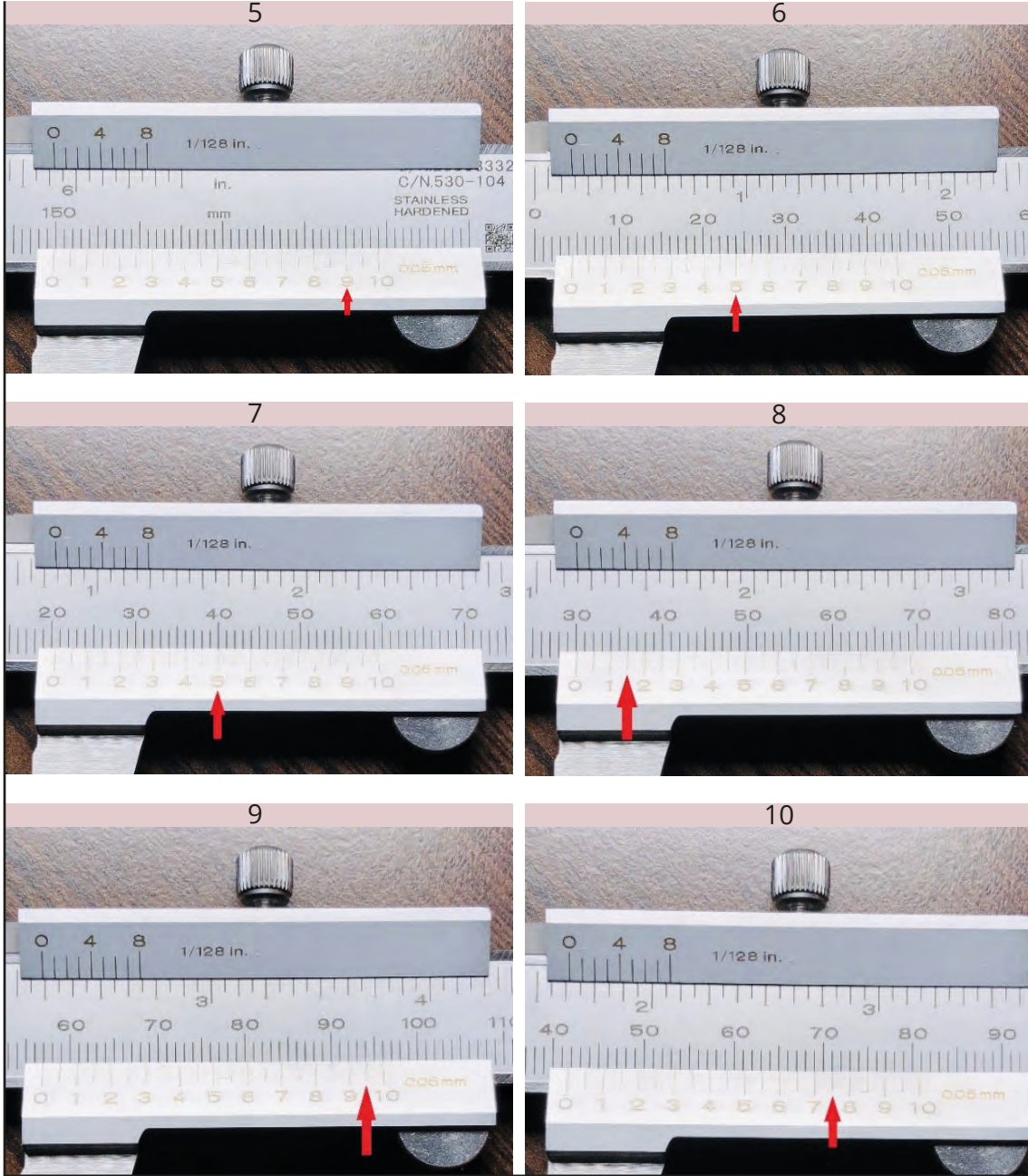
#### YÖNERGE

Aşağıda, 0,05mm hassasiyetli kumpaslar ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden kumpaslarda okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.

- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.
- Görsellerde bulunan ölçüleri kumpas üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak, değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan her bir uygulama 10 puan değerindedir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar ders öğretmeni tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.





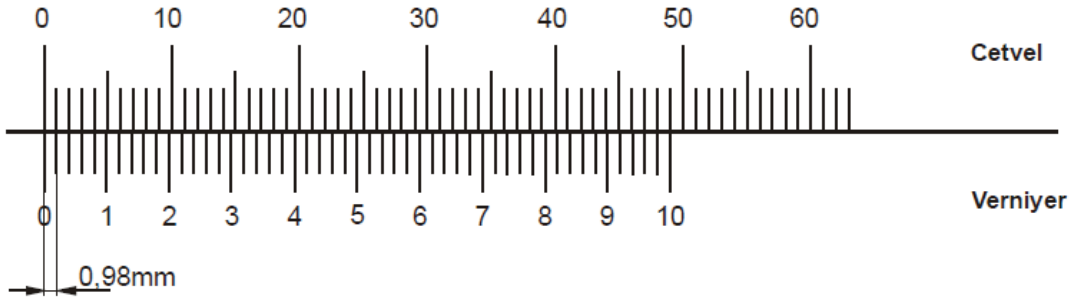


### 2.2.1.3. 1/50 (0,02mm) Hassasiyetli Kumpaslar

1/50 hassasiyetindeki kumpaslar, cetvel üzerindeki 49 milimetrelık kısım sürgü üzerinde 50 eşit parçaya bölünerek üretilir.

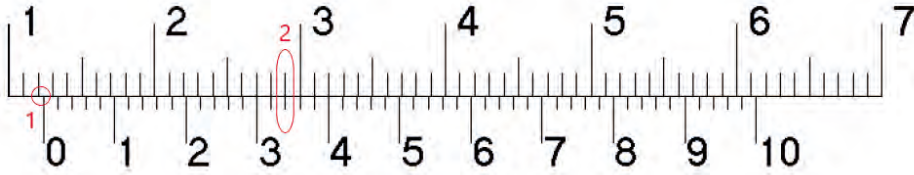
Görsel 18: 1/20 Hassasiyetli Kumpas

## 1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma



Görsel 19: 1/50 Hassasiyetli Kumpasın Verniyer Bölüntüsü

Sürgü üzerindeki iki çizgi arası 0,98 mm'dir. Cetvel üzerindeki iki çizgi arası 1 milimetre olduğundan, cetvel üzerindeki çizgiyle sürgü üzerindeki ilk çizgi arası 0,02 mm olur. Böylece ölçme ve okuma hassasiyeti 0,02mm (1/50) olur. Cetvel üzerindeki 39 milimetrelik kısım, verniyerde 50 eşit parçaya bölünür. Sanayide, özellikle hassas üretim yapılan otomotiv, medikal, kalıpcılık, savunma ve havacılık gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılır.



Görsel 20: 1/50 Hassasiyetli Kumpasın Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması;

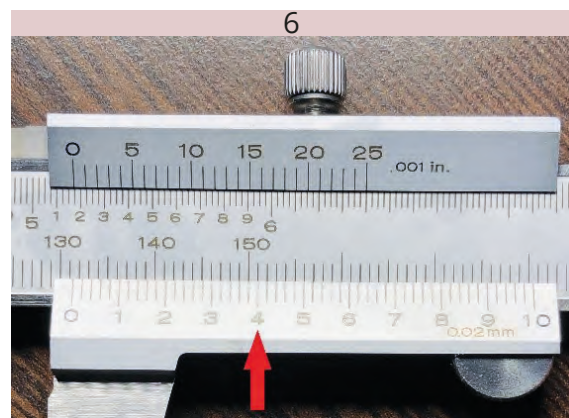
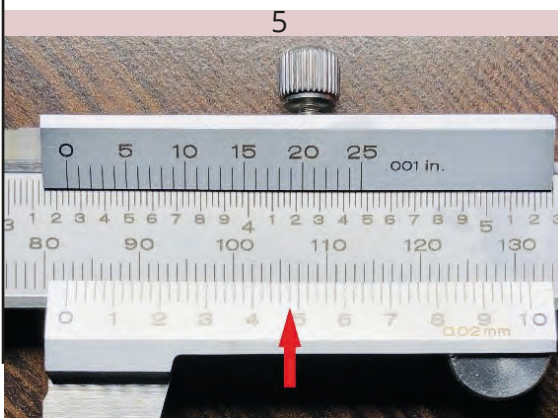
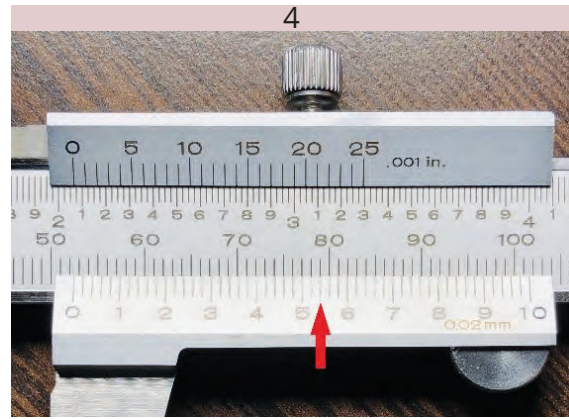
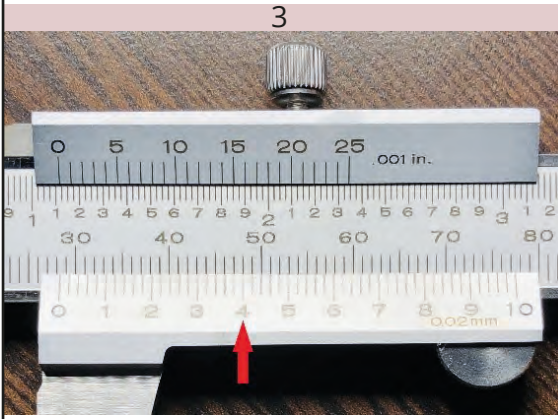
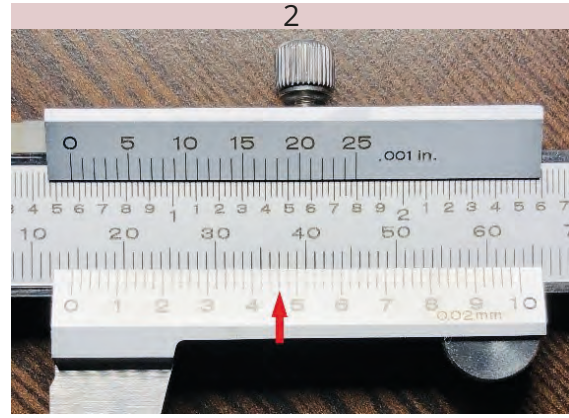
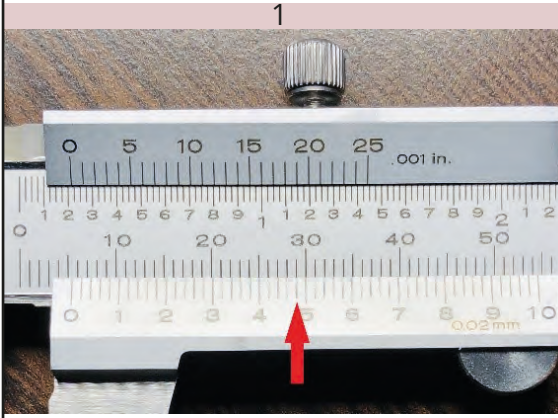
- Adım:** Verniyer sürgüsünün 0 çizgisinin geçtiği ana cetveldeki ölçü: **12mm**
- Adım:** Verniyer sürgüsü bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki bölüntü çizgileriyle çakışan çizgi: 17. çizgi =  $0,02\text{mm} \times 17 = \mathbf{0,34\text{mm}}$
- Adım:** Ana cetvel ve verniyer sürgüsündeki değerler toplanır.  
 $12\text{mm} + 0,34\text{mm} = \mathbf{12,34\text{mm}}$

UYGULAMA YAPRAĞI 3
1/50 (0,02mm) Hassasiyetli Metrik Kumpaslar
YÖNERGE
Aşağıda, 0,02mm hassasiyetli kumpaslar ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden kumpaslarda okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.

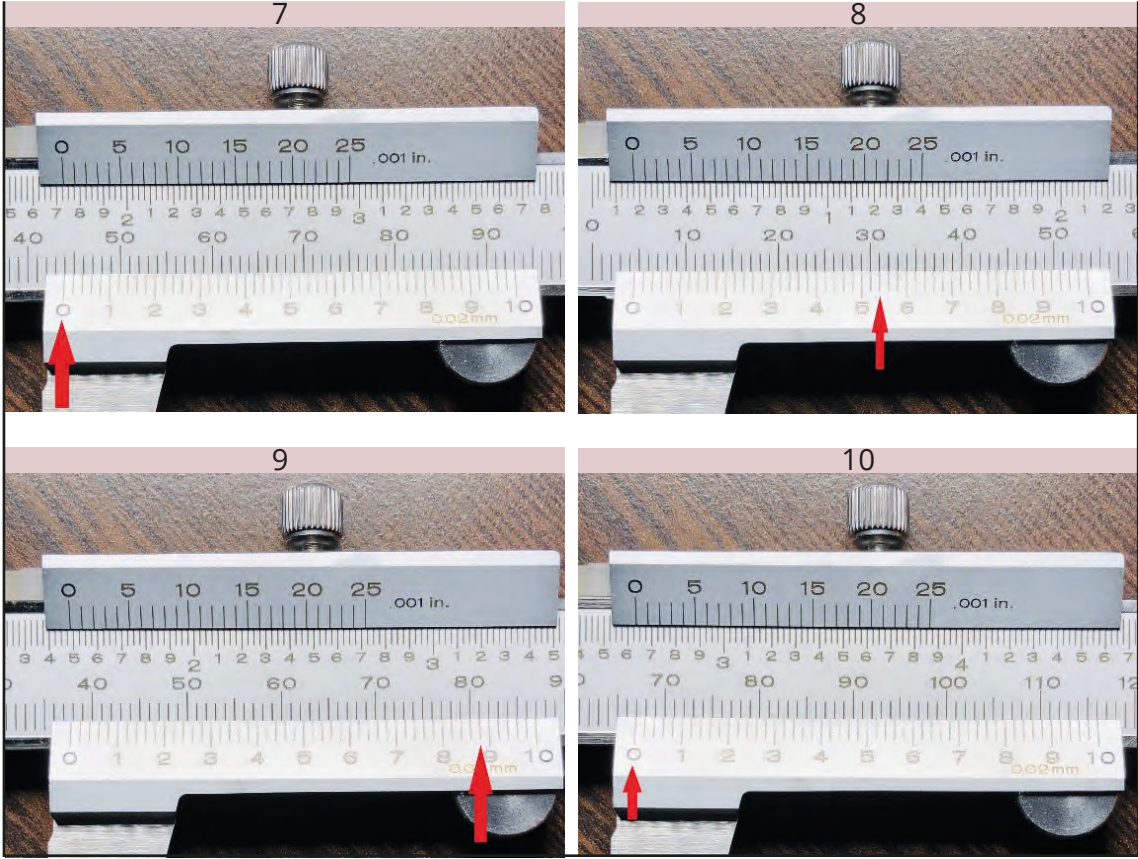


## Ölçme Ve Kontrol | 10

- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.
- Görsellerde bulunan ölçüleri kumpas üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak, değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan her bir uygulama 10 puan değerindedir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar ders öğretmeni tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.







### 2.2.2. Verniyer Bölünlü İnç Kumpaslar

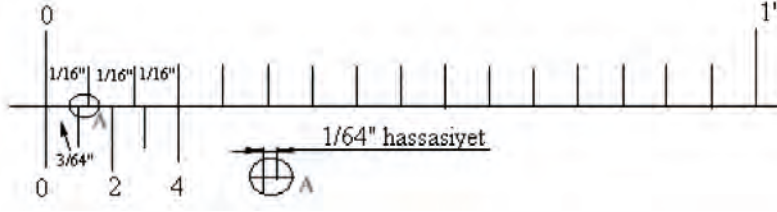
İngiliz [inç (")] ölçü sisteminde kumpas verniyeri  $1/64''$ ,  $1/128''$  ve  $1/1000''$  hassasiyetine göre imal edilir.  $1/64''$  ve  $1/128''$  hassasiyetindeki kumpasların cetvel bölüntüleri 16 eşit parçaya,  $1/1000''$  hassasiyetindeki kumpasların cetvel bölüntüleri ise 40 eşit parçaya bölünerek oluşturulmuştur. Kumpaslar, hem metrik hem inç bölünlü olarak aynı anda kullanılabilirler. İhtiyaç duyulan ölçü sistemine göre, bu kumpaslarda istenilen ölçü metrik veya inç olarak okunabilmektedir.

İnç ölçü birimindeki verniyerli kumpasların okunması da metrik ölçü sistemine benzer şekilde 3 aşamada gerçekleştirilir.

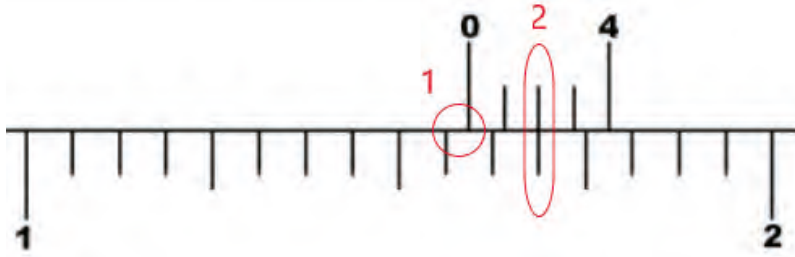
- Birinci adımda, verniyer sürgüsü üzerindeki 0 çizgisinin ana cetvel üzerindeki hangi ölçüyü geçtiği ya da hangi ölçü ile çakıştığı tespit edilir.
- İkinci aşamada, verniyer sürgüsü üzerindeki bölüntü çizgilerinden hangisinin ana cetvel üzerindeki bölüntü çizgileriyle çakıştığı tespit edilir.
- Ana cetveldeki ölçü ile verniyer sürgüsündeki hassasiyet ölçüsü toplanır.

#### 2.2.2.1. $1/64''$ Hassasiyetli Kumpaslar

$1/64''$  hassasiyetindeki kumpaslarda, cetvel üzerindeki 1 inçlik kısım 16 eşit parçaya, sürgü üzerinde  $3/16$  inçlik kısım 4 eşit parçaya bölünerek üretilir.



Görsel 21: 1/64" Hassasiyetli Kumpasın Verniyer Bölüntüsü



Görsel 22: 1/64" Hassasiyetli Kumpasın Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması için 2 yöntem bulunmaktadır.

#### **A Yöntemi: Hesaplama**

- 1. Adım:** Ölçünün solundaki tam inç ölçüsü alınır. (1")
- 2. Adım:** 1 inçlik ölçü 16 eşit parçaya bölündüğünden ve kumpas hassasiyeti 1/64 inç olduğundan ana ölçünün ardından gelen her bir çizgi 4/64 olarak alınır. 9. çizgi geçildiğinden:  $9 \times 4/64 = 36/64$
- 3. Adım:** Verniyerdeki her bir bölüntü 1/64 olarak alınır. 2. çizgi çakıştığından:  $2 \times 1/64 = 2/64$
- 4. Adım:** Tüm veriler toplanır.  $1 + 36/64 + 2/64 = 1 + 38/64$

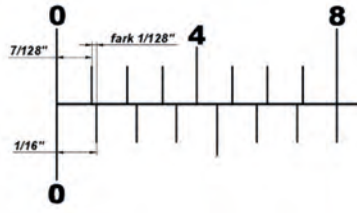
#### **B Yöntemi: Kolay Okuma**

- 1. Adım:** Ölçünün solundaki tam inç ölçüsü alınır. (1")
- 2. Adım:** Ana ölçüden sonraki her bir çizgi için 4'er sayılır. 9. çizgi geçildiğinden  $9 \times 4 = 36$  bulunur. Bu değer hassasiyet nedeniyle 36/64 olarak alınır.
- 3. Adım:** Verniyerdeki her bir çizgi 1'er sayılır ve ana cetveldeki ölçüye eklenir. 2. çizgi çakıştığından  $2 \times 1 = 2$  bulunur. Ana cetvele eklenince  $1 + 38/64$  bulunur.

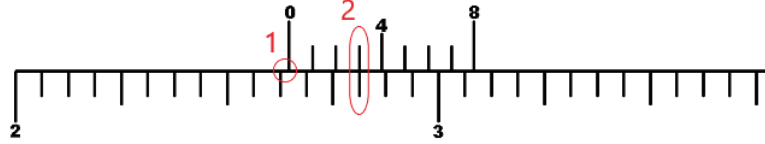
#### **2.2.2.2. 1/128" Hassasiyetli Kumpaslar**

1/128" hassasiyetindeki kumpaslarda, cetvel üzerindeki 1 inçlik kısım 16 eşit parçaya, sürgü üzerinde 7/16 inçlik kısım 8 eşit parçaya bölünerek üretilir.

## 1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma



Görsel 23: 1/128" Hassasiyetli Kumpasın Verniyer Bölüntüsü



Görsel 24: 1/128" Hassasiyetli Kumpasın Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması için 2 yöntem bulunmaktadır.

### A Yöntemi: Hesaplama

- Adım:** Ölçünün solundaki tam inç ölçüsü alınır. (2")
- Adım:** 1 inçlik ölçü 16 eşit parçaya bölüldüğünden ve kumpas hassasiyeti 1/128 inç olduğundan ana ölçünün ardından gelen her bir çizgi 8/128 olarak alınır. 10. Çizgi geçildiğinden:  $10 \times 8/128 = 80/128$
- Adım:** Verniyerdeki her bir bölüntü 1/128 olarak alınır. 3. çizgi çakıştığından:  $3 \times 1/128 = 3/128$
- Adım:** Tüm veriler toplanır.  $2 + 80/128 + 3/128 = 2 + 83/128$ "

### B Yöntemi: Kolay Okuma

- Adım:** Ölçünün solundaki tam inç ölçüsü alınır. (2")
- Adım:** Ana ölçüden sonraki her bir çizgi için 8'er sayılır. 10. Çizgi geçildiğinden  $10 \times 8 = 80$  bulunur. Bu değer hassasiyet nedeniyle 80/128 olarak alınır.
- Adım:** Verniyerdeki her bir çizgi 1'er sayılır ve ana cetveldeki ölçüye eklenir. 3. çizgi çakıştığından  $3 \times 1 = 3$  bulunur. Ana cetvele eklenince  $2 + 83/128$ " bulunur.

## UYGULAMA YAPRAĞI 4

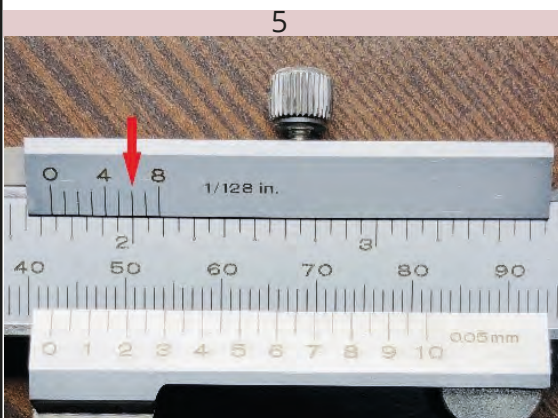
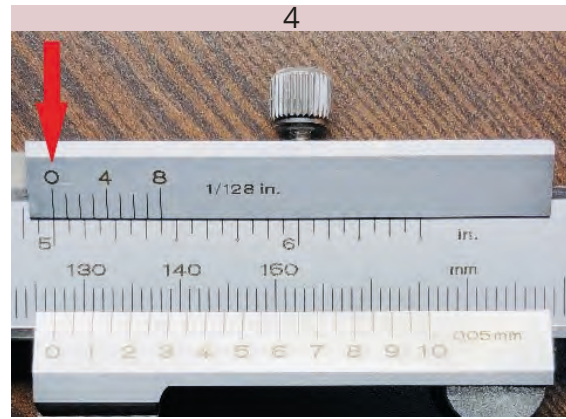
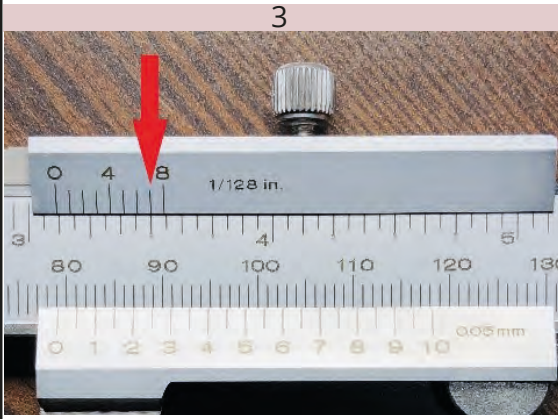
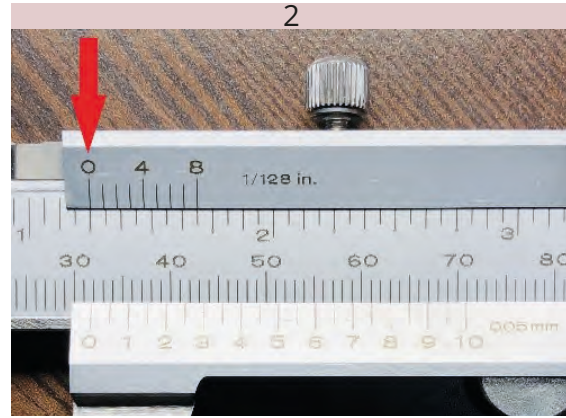
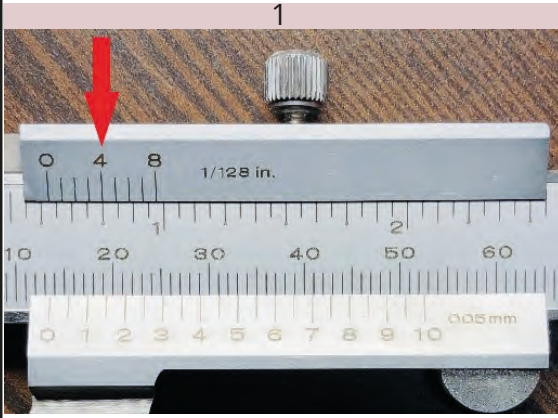
### 1/128 Hassasiyetli İnç Kumpaslar

#### YÖNERGE

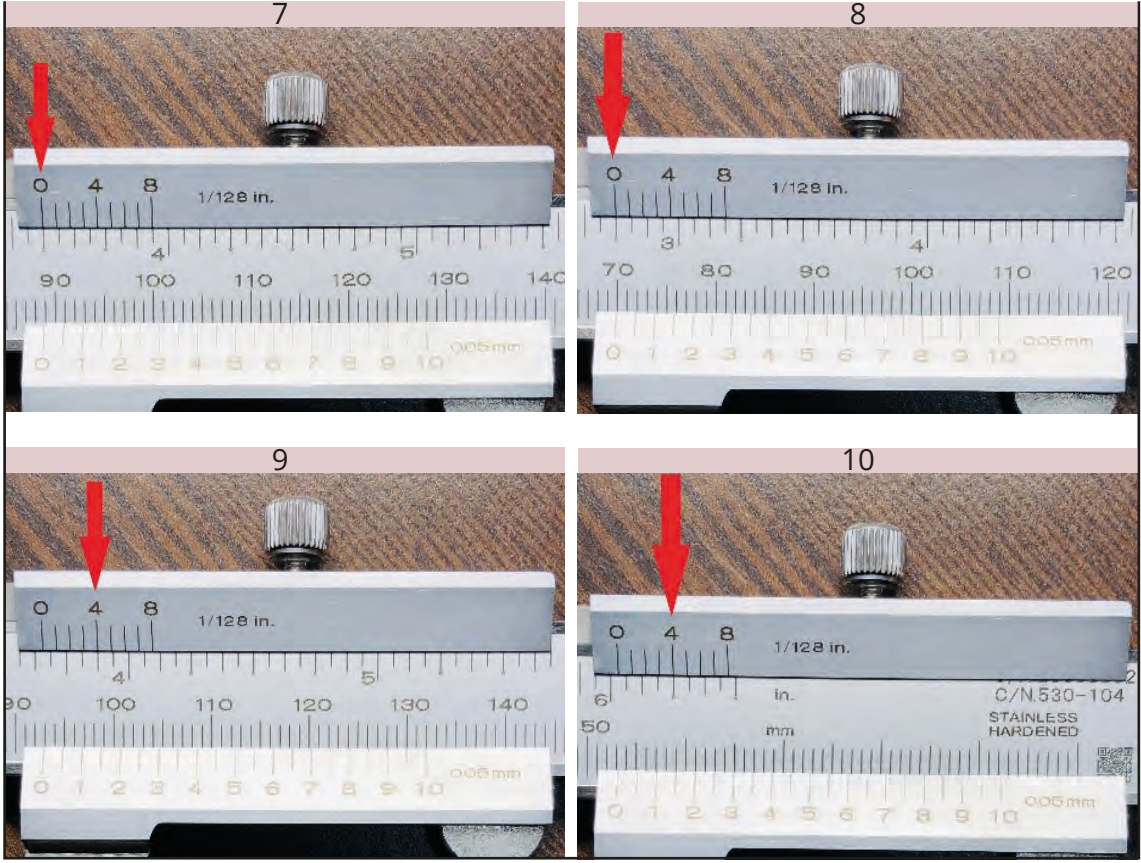
Aşağıda, 1/128 inç hassasiyetli kumpaslar ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden kumpaslarda okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.



- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.
- Görsellerde bulunan ölçüleri kumpas üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak, değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan her bir uygulama 10 puan değerindedir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar ders öğretmeni tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.

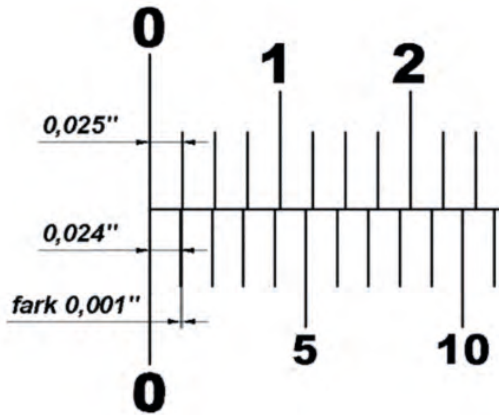


## 1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma



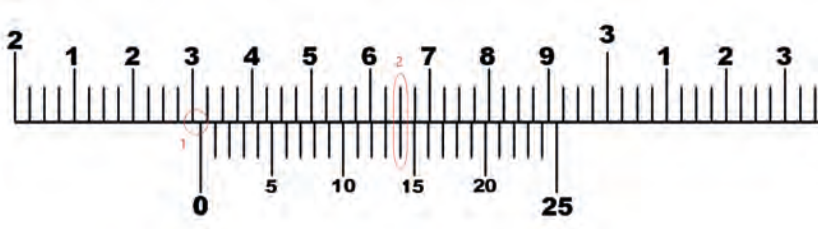
### 2.2.2.3. 1/1000" Hassasiyetli Kumpaslar

İnç ölçü sisteminde en fazla kullanılan kumpas tipidir. 1/1000" hassasiyetindeki kumpaslarda, cetvel üzerindeki 1 inçlik kısım 40 eşit parçaya, ana cetveldeki 49 bölüntülük kısım sürgü üzerinde 25 eşit parçaya bölünerek üretilir.



Görsel 25: 1/1000" Hassasiyetli Kumpasın Verniyer Bölüntüsü





Görsel 26: 1/1000" Hassasiyetli Kumpasın Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması için aşağıdaki işlem sıralaması takip edilir.

1. **Adım:** Ölçünün solundaki tam inç ölçüsü bindelik değerli olarak alınır. **2,000"**
2. **Adım:** 1 inçlik ölçü 40 eşit parçaya bölündüğünden ve kumpas hassasiyeti 1/1000 inç olduğundan ana ölçünün ardından gelen her bir çizgi 0,025" olarak alınır. 12. çizgi geçildiğinden:  $12 \times 0,025 = \mathbf{0,300"}$
3. **Adım:** Verniyerdeki her bir bölüntü 0,001" olarak alınır. 14. çizgi çakıştığından:  $14 \times 0,001 = \mathbf{0,014"}$
4. **Adım:** Tüm veriler toplanır.  $2,000 + 0,300 + 0,014 = \mathbf{2,314"}$

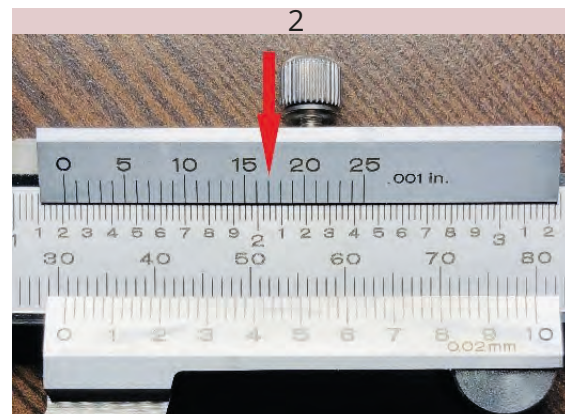
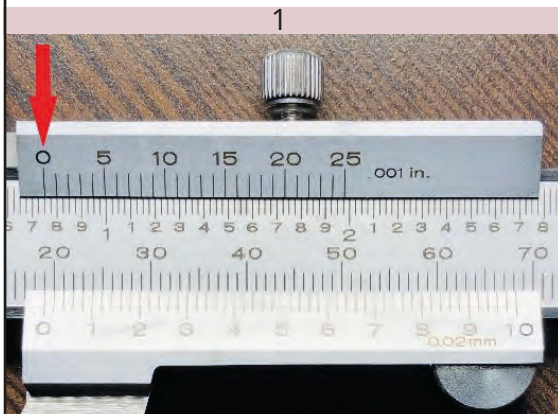
### UYGULAMA YAPRAĞI 5

#### 1/1000 Hassasiyetli İnç Kumpaslar

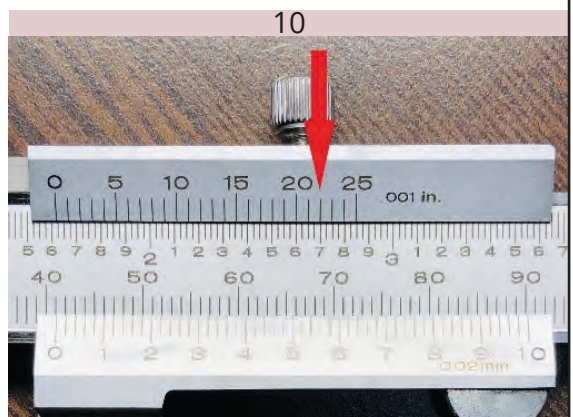
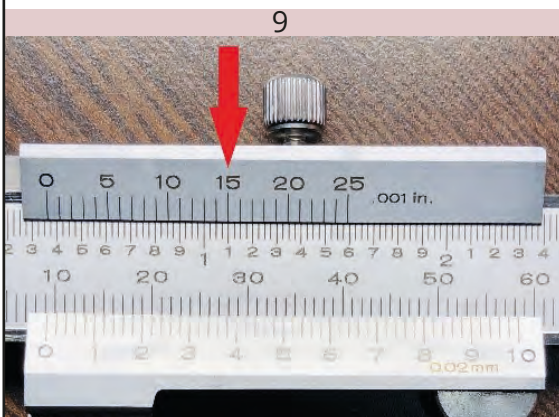
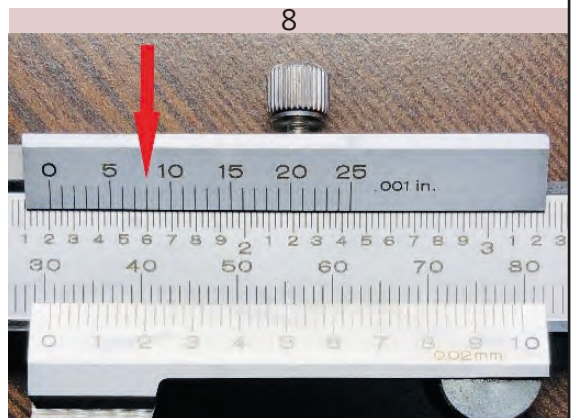
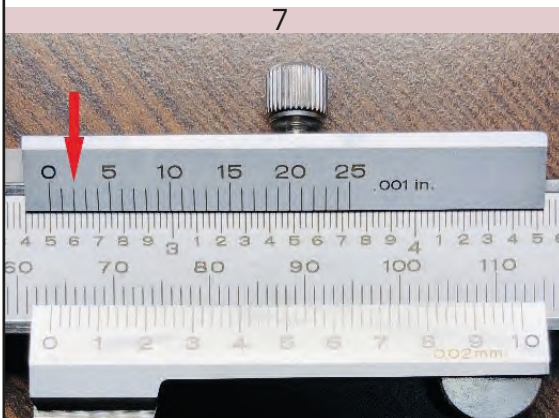
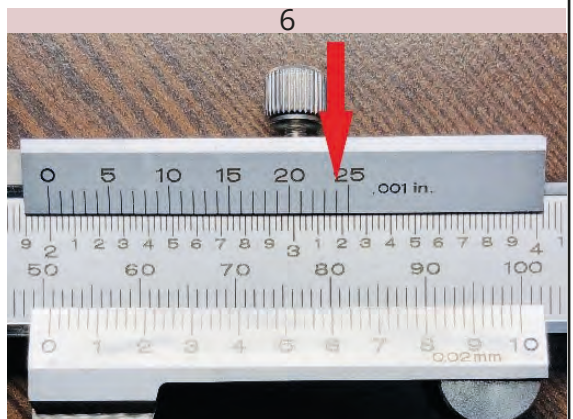
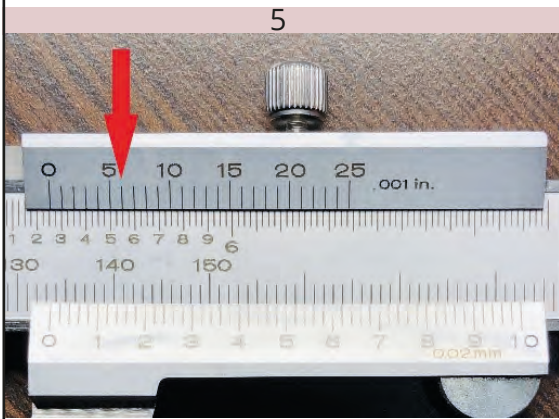
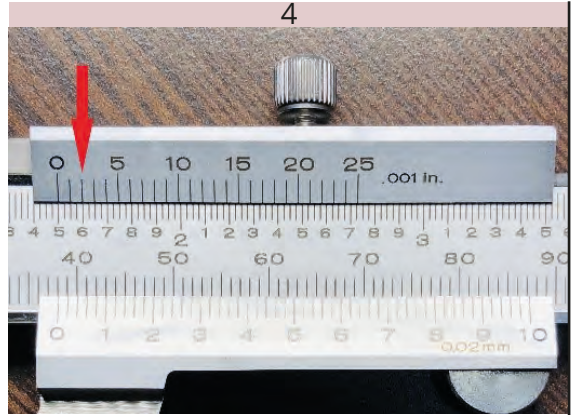
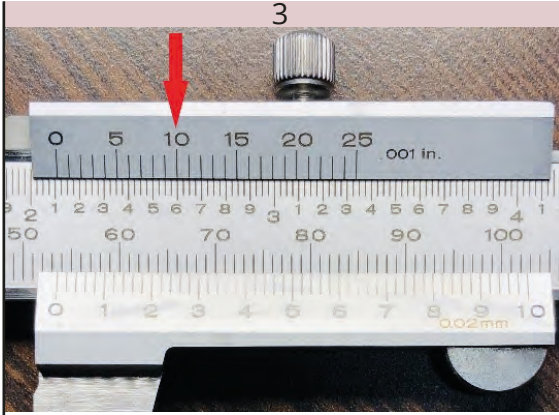
#### YÖNERGE

Aşağıda, 1/1000 inç hassasiyetli kumpaslar ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden kumpaslarda okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.

- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.
- Görsellerde bulunan ölçüleri kumpas üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak, değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan her bir uygulama 10 puan değerindedir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar ders öğretmeni tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.



## 1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma





### 2.2.3. Ölçü Saatli (Komparatör) Kumpaslar

Normal kumpaslardaki verniyer bölüntüsü yerine, ölçü saati yerleştirilerek yapılmış kumpaslardır. Bu kumpaslar DIN 862'ye göre imal edilir. Kumpas gövdesi üzerine yerleştirilmiş kremayer dişli, ölçü saatine bağlı olan düz dişliye entegre edilmiştir. Ölçü saatindeki düz dişli kremayer dişliden aldığı hareketi ibreye iletir.

Bu tip kumpaslarda tam sayı değeri ana cetvel üzerinden, verniyer bölüntüsü değeri ise ölçü saati üzerinden okunur. Ölçü saatinin okuma hassasiyeti 0,02mm, 0,05mm, 5/1000" ve 1/1000" olarak üretilirler.



Görsel 27: Ölçü Saatli 0,02mm Hassasiyetli Kumpas



Görsel 28: 0,02mm Hassasiyetli Saatli Kumpasın Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması;

1. **Adım:** Verniyer sürgüsünün 0 çizgisinin geçtiği ana cetveldeki ölçü: **70mm**
2. **Adım:** Ölçü saati ibresinin bölüntü çizgileriyle çakıştığı çizgi:  
38. çizgi = 0,02mm x 38 = **0,76mm**
3. **Adım:** Ana cetvel ve ölçü saatindeki değerler toplanır.  
70mm + 0,76mm = **70,76mm**

## 1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma

### UYGULAMA YAPRAĞI 6

#### 0,02mm Hassasiyetli Ölçü Saatli Kumpaslar

#### YÖNERGE

Aşağıda, 0,02mm hassasiyetli ölçü saatli kumpaslar ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden kumpaslarda okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.

- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.
- Görsellerde bulunan ölçüleri kumpas üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak, değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan, her bir uygulama 10 puan değerindedir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.





5



6



7



8



9



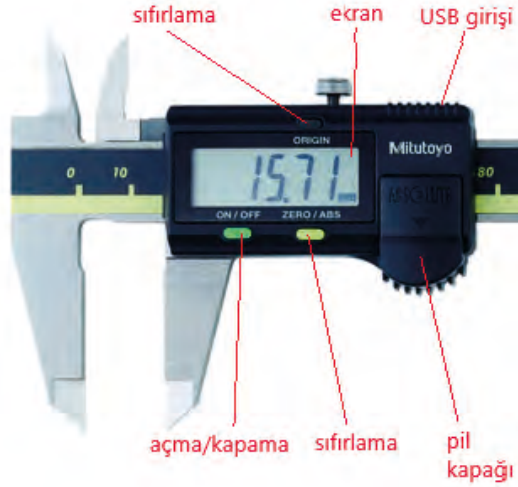
10



### 2.2.4. Dijital (Ekranlı) Kumpaslar

Dijital kumpasların yapı bakımından verniyerli kumpaslardan farkı yoktur. Ölçüyü, batarya (pil) ile çalışan donanımı sayesinde bir ekran üzerine yazarak gösterirler. Hem metrik hem de inç ölçü sistemine göre ölçme yaparlar. Bazı tiplerinde USB çıkışı bulunup yapılan ölçümler bilgisayara aktarılabilir.

Bu kumpasların üzerinde, açma/kapama, ölçü sıfırlama, inç/mm ölçü sistemi geçişi olmak üzere genellikle 3 adet buton bulunur.



Görsel 29: Dijital Kumpas Kısımları

1. ÖĞRENME BİRİMİ ATÖLYE UYGULAMASI	
<b>Çalışma yönergesi ve yapılması istenilen çalışma adımları aşağıda verilmiş olan uygulama, atölyede gerçekleştirilecektir. Çalışmanın değerlendirilmesi 100 puan üzerinden yapılacaktır.</b>	
GÖREVLER	YÖNERGE
Atölyede kendiniz ve çevrenizdekiler için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>Atölyeye girmeden koruyucu kıyafet ve donanımları giyiniz.</li><li>Atölyeye girdikten sonra "tehlike yaratacak durum" kontrolü yapınız.</li></ul>
Ölçüm ve kontrol işlemi yapılacak iş parçasını ve kumpası seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>Atölyede bulunan iş parçaları içerisinde uygulama yapmak üzere parça seçimi yapınız.</li><li>Parçanın teknik resmini bulunuz.</li><li>Parça boyutu ve ölçü hassasiyetine uygun kumpas seçimi yapınız.</li></ul>

Ölçüm uygulaması yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parçanın üzerinden aldığınız ölçü ile teknik resimde verilen ölçüyü karşılaştırınız.</li> </ul>
Uygulama ardından kumpası yerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kupasın temizliğini yapınız ve kutusuna koyunuz.</li> <li>Kumpası aldığınız yere koyunuz.</li> </ul>

### 1. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRMESİ

UYGULAMA DEĞERLENDİRMESİ	
Uygulama Adı	Puan
<b>UYGULAMA - 1:</b> : 1/10 (0,1mm) Hassasiyetli Metrik Kumpaslar	
<b>UYGULAMA - 2:</b> 1/20 (0,05mm) Hassasiyetli Metrik Kumpaslar	
<b>UYGULAMA - 3:</b> 1/50 (0,02mm) Hassasiyetli Metrik Kumpaslar	
<b>UYGULAMA - 4:</b> 1/128 Hassasiyetli İnç Kumpaslar	
<b>UYGULAMA - 5:</b> 1/1000 Hassasiyetli İnç Kumpaslar	
<b>UYGULAMA - 6:</b> 0,02mm Hassasiyetli Ölçü Saatli Kumpaslar	
<b>Atölye Uygulaması</b>	

UYGULAMA CEVAP ANAHTARLARI			
	UYGULAMA - 1	UYGULAMA - 2	UYGULAMA - 3
<b>1</b>	26,9	21,60	5,48
<b>2</b>	40,4	33,00	14,46
<b>3</b>	17,7	42,55	48,40
<b>4</b>	46,0	121,75	52,54
<b>5</b>	33,1	149,90	82,48
<b>6</b>	4,3	4,50	131,40
<b>7</b>	73,9	20,50	44,00
<b>8</b>	12,6	30,15	4,54
<b>9</b>	53,4	56,95	37,88
<b>10</b>	33,8	41,75	67,00

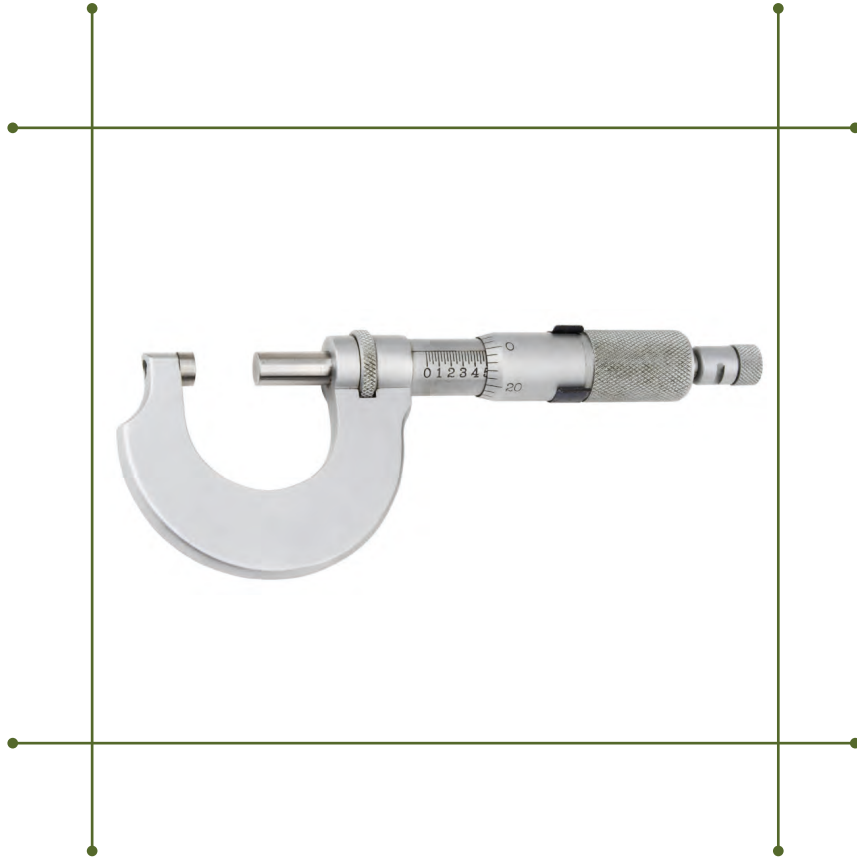
	UYGULAMA - 4	UYGULAMA - 5	UYGULAMA - 6
<b>1</b>	68/128"	0,750"	11,34
<b>2</b>	1+32/128"	1,217"	30,52
<b>3</b>	3+15/128"	2,110"	57,00
<b>4</b>	5"	1,502"	77,54
<b>5</b>	1+86/128"	5,256"	132,48

## 1. Öğrenme Birimi | Kumpasla Ölçüm Yapma

<b>6</b>	$2+79/128''$	1,999''	75,80
<b>7</b>	$3+64/128''$	2,477''	3,50
<b>8</b>	$2+96/128''$	1,208''	54,28
<b>9</b>	$3+84/128''$	0,365''	94,08
<b>10</b>	$6+4/128''$	1,622''	70,76



# 2. ÖĞRENME BİRİMİ



## MİKROMETRE İLE ÖLÇÜM YAPMA

### KONULAR

1. Mikrometre Ve Çeşitleri
2. Mikrometre İle Ölçüm Yapma



# MİKROMETRE İLE ÖLÇÜM YAPMA

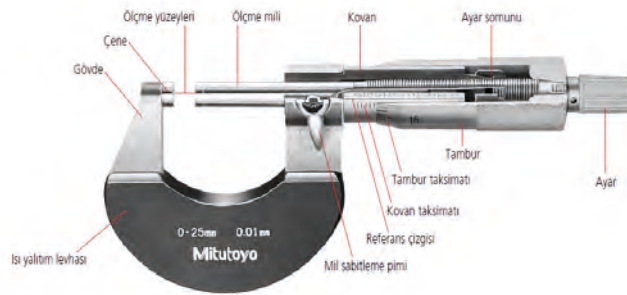
<b>BİRİMİN AMACI</b>	Sanayide hassas ölçüm yapmak için sıklıkla kullanılan bir ölçme ve kontrol aracı olan mikrometrenin tanınması ve doğru şekilde kullanılmasının öğrenilmesidir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ölçülecek profile ve ölçü büyüklüğüne göre mikrometre seçme</li> <li>• Mikrometre hassasiyetini kontrol etme</li> <li>• Mikrometreyi parça geometrisine uygun şekilde konumlandırma</li> <li>• Mil sabitleme pimi yardımıyla ölçme milini sabitleme</li> <li>• Mikrometreden değer okuma</li> </ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	İmalat sanayinde ölçü hassasiyetinin önemini araştırınız.

## 1. Mikrometre Ve Çeşitleri

Parçaların iç ve dış ölçümleri, vida, dişli çark gibi makine elemanlarının ölçümlerinde kullanılan, mekanik kumandalı vida-somun sistemine göre çalışan, yüksek hassasiyete sahip ölçme ve kontrol araçlarıdır. Ölçüm hassasiyeti kumpaslara göre daha yüksektir. Metrik mikrometrelerde ölçüm hassasiyeti 0,01 – 0,001 mm, inç mikrometrelerde ise ölçme tamlığı 0,001 – 0,0001 inçtir.

Mikrometre, ölçüm hassasiyeti sağlanması için birbirinden farklı ölçme aralıklarına sahiptir. 0-500 mm arasında 25 mm aralıklarla ölçüm yapılabilir şekilde üretilir. (0-25, 25- 50, 50-75, 75-100, ....., 475-500 mm). Bunun sebebi, mikrometrenin esneme, ısıl genleşme vb. dış etkenlerden etkilenmesinin önüne geçmektir. 500 mm'den daha büyük boyutlarda ölçme yapan mikrometrelerde ölçme aralıkları 100 mm olarak artmaktadır. (500-600, 600-700, ....., 900-1000 mm)

### 1.1. Mikrometrelerin Kısımları

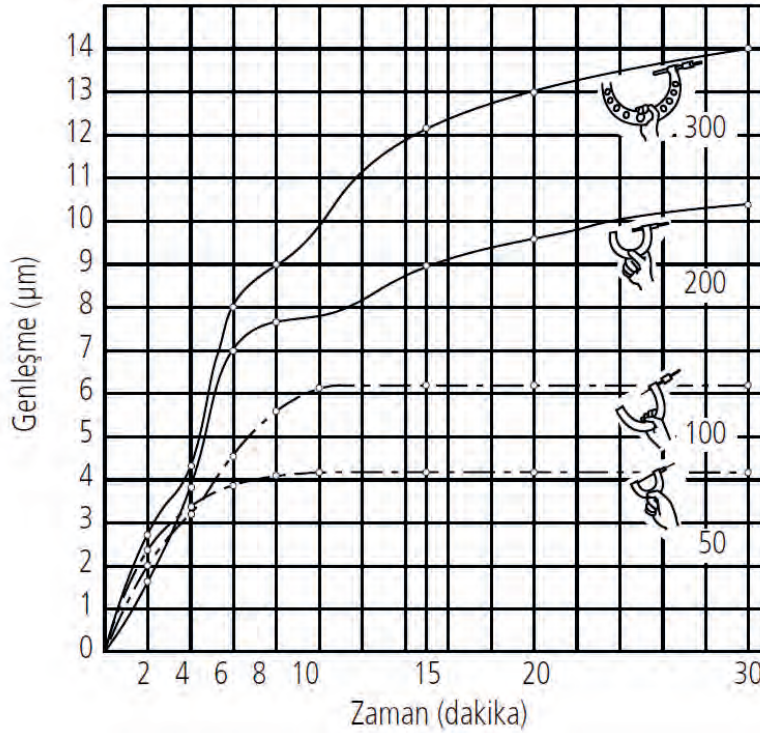


Görsel 30: Mikrometrenin Kısımları

**Mikrometreyi oluşturan ana bölümler aşağıdaki gibidir.**

**Gövde:** Mikrometrelerin gövdesi "U" biçiminde üretilir. Bu sayede, ölçülecek iş parçasının ölçme uçları arasına yerleştirilmesi ve sağlıklı ölçme yapılabilmesi mümkün olur.

**Isı Yalıtım Levhası:** Ölçme esnasında vücut ısısından etkilenmemesi için gövdenin tutulacak kısmı plastik, bakalit, seramik, vb. yalıtkan malzeme ile kaplanır.



Görsel 31: Mikrometre Gövdesinin Elde Tutulma Şekline Göre Sebep Olacağı Ölçü Hataları

**Çene:** Mikrometrenin sabit olan ucudur. Sertleştirilmiş ve taşlanmış olan bu kısım, ölçme esnasında iş parçasının yüzeyine temas ettirilir.

**Ölçme Mili:** Mikrometrenin hareketli olan ucudur. Tıpkı sabit uç gibi sertleştirilmiş ve taşlanmış olan bu uç, ölçme esnasında tambur çevrilerek iş parçası yüzeyine temas ettirilir.

**Kovan:** Üzerinde milimetrik bölüntülerin bulunduğu kısımdır. Aynı zamanda sabit tambur da denilir. Sabit kovan üzerindeki yatay çizgi milimetrik olarak işaretlenmiştir. Yatay çizginin üst kısmı 1mm, alt kısmı ise 0,5mm bölüntülerini gösterir.

**Tambur:** Üzerinde verniyer bölüntüleri bulunur. 1 tur (360°) döndürüldüğünde kovan üzerinde 0,5 mm hareket eder. Tambur çevresi 50 eşit parçaya bölünmüştür. Buna göre iki çizgi arası  $0,5/50=0,01$ mm olur. Bu değer mikrometrenin hassasiyetini gösterir.

**Ayar:** Hareketli ucun iş parçası yüzeyine temas ettirilmesi sırasında aşırı sıkma gü-

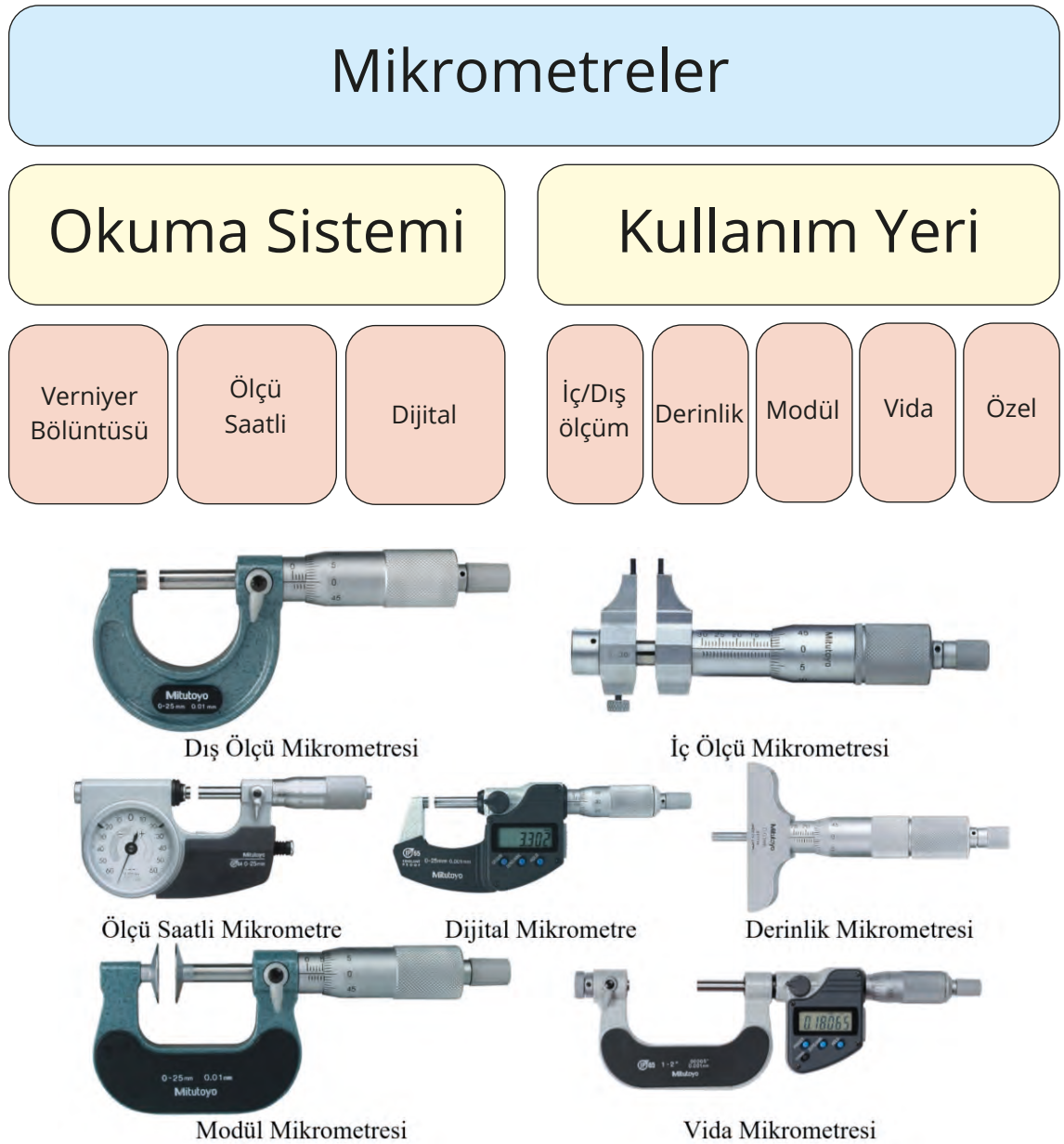
## 2. Öğrenme Birimi | Mikrometre İle Ölçüm Yapma

cünü engellemek ve ölçme hatalarının önüne geçmek amacıyla kullanılır. Ölçme mili, tamburun tırtıllı kısmı ile parçaya hızla yaklaştırılır. İş parçasına yaklaştığında bu sefer ilerleme hareketi ayar çevrilerek sağlanır. Parça ayar çevrilerek sıkıştırıldığında, uygulanan baskı kuvveti 250 gramı aşarsa cırcır boşa dönmeye başlar.

**Mil Sabitleme Pimi:** Ölçme işlemi sonucunda, ölçme milinin gevşemesini önlemek ve daha hassas ölçme yapabilmek için sabitleme amacıyla kullanılır. Mil sabitleme pimi kilitli durumdayken tambur ya da ayar çevrilmemelidir.

### 1.2. Mikrometrelerin Çeşitleri

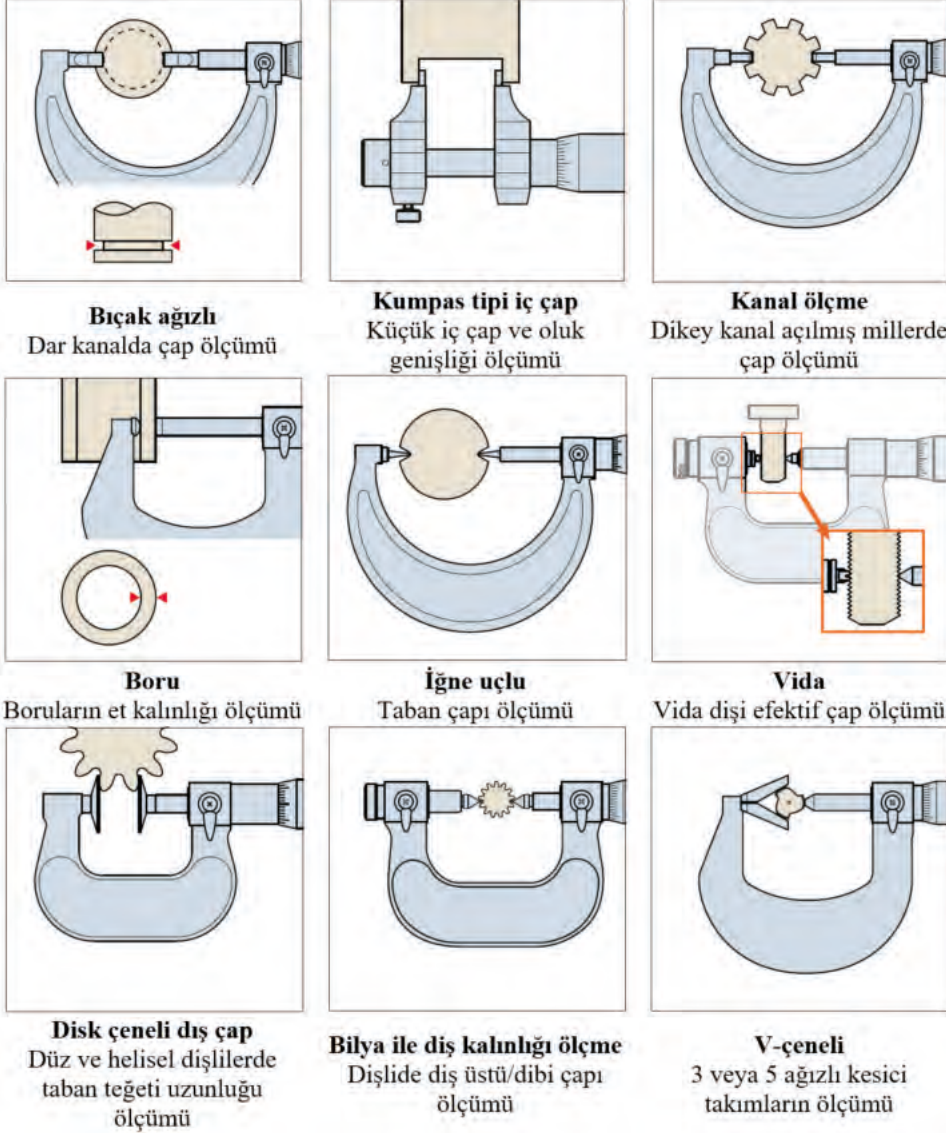
Mikrometreler, okuma sistemi ve kullanım yerine göre 2 ana grupta sınıflandırılır.



Görsel 32: Mikrometre Çeşitleri

### 1.3. Mikrometrelerin Kullanım Uygulamaları

Mikrometre genişlik, kalınlık, çap ölçümleri dışında, özel aparatlar yardımıyla standart bir geometriye sahip olmayan parçaların ölçümünde de kullanılır. Bu tür kullanımların sıklıkla karşılaşılan tipleri aşağıdaki grafiklerde yer almaktadır.



Görsel 33: Mikrometrenin Kullanım Şekilleri

## 2. Mikrometre ile Ölçüm Yapma

Mikrometre ile ölçüm yapılırken hem kullanım şekline hem de kullanılan mikrometrenin ölçü hassasiyetine ve ölçü aralığına dikkat edilmelidir. Mikrometrenin tutma yeri, bakış açısı, parça ve ortam sıcaklık değişimleri, hassasiyet değerinin göz önüne alınmaması gibi sebepler dolayısıyla ölçümde yanlışlıklar yapılabilir. Bu bölümde mikrometrenin kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar, hassasiyetleri



ve ölçü sistemine göre değişimler görülecektir.

### 2.1. Mikrometre Kullanımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Mikrometreler, kumpaslara göre çok daha hassas ölçüm yapabilen ölçme ve kontrol aletidir. Bu sebeple kullanımı sırasında da çok daha fazla özen gösterilmesi gerekmektedir. Mikrometrelerle doğru ölçüm yapabilmek için aşağıda sıralanan temel kurallara uyulması önemlidir.

- Ölçümü veya kontrolü yapılacak parça için uygun modeli seçmek amacıyla mikrometrenin tipi, ölçme aralığı, doğruluğu ve diğer özellikleri dikkatle kontrol edilmelidir. Örneğin, 25,1 mm temel ölçüsüne sahip bir ölçüyü kontrol etmek için 25-50 mm aralığında ölçüm yapabilen mikrometre seçilmelidir.
- Ölçümde sıcaklık farkı nedeniyle hata oluşmaması için, ölçümden önce mikrometre ve iş parçası yeterli süre boyunca ölçüm yapılacak ortamda bekletilerek sıcaklıklarının eşitlenmesi sağlanmalıdır.
- Mekanik (verniyerli) mikrometrelerde tamburdaki taksimatlardan okuma yaparken referans çizgisine dik olarak karşısından bakılmalıdır. Eğer taksimat çizgilerine açılı bir pozisyondan bakılırsa, iz düşüm (paralaks) hatası oluşacağından çizgilerin hizalanması doğru biçimde tespit edilemez.



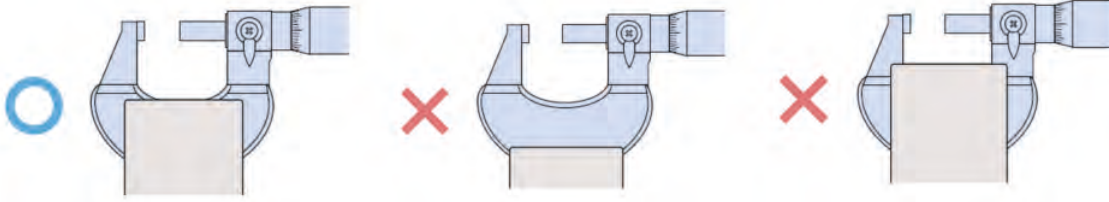
Görsel 34: Mikrometre Kullanımında Bakış Açısı

- Sabit ve hareketli çenelerin ölçme yüzeyleri lif bırakmayan kağıtla temizlenmelidir. Ölçüme başlamadan önce sıfırlama ayarı yapılmalıdır.



Görsel 35: Ölçüm Ağzlarının Temizlenmesi

- e. Günlük bakımda, ölçüm milinin etrafındaki ve ölçüm yüzeyindeki tozlar, atıklar ve diğer pislikler temizlenmelidir. Ayrıca, kuru bezle mikrometrenin tüm yüzeylerindeki lekeler ve parmak izleri silinmelidir. İnsan vücudundan ter ve parmak izi ile ölçüm cihazına bulaşan yağ asitleri zamanla korozyona (paslanmaya) sebep olacaktır.
- f. Mikrometreyi bir tablaya ya da ölçüm mengenesine bağlarken, orta bölgesinden tutturulmalıdır. Mikrometre gövdesine zarar verecek kadar sıkılmamalıdır.



Görsel 36: Mikrometrenin Tablaya Bağlanması

- g. Mikrometreyi düşürmemeye ve başka bir cisme çarpmamaya dikkat edilmelidir. Mikrometrenin tamburu aşırı kuvvet uygulayarak döndürülmemelidir. Bir mikrometrenin yanlış kullanım nedeniyle hasar aldığından şüphelenildiğinde, daha sonraki işlerde kullanmadan önce doğruluk muayenesinden (kalibrasyon ölçümü) geçmesi sağlanmalıdır.
- h. Mikrometre, uzun bir depolama döneminden sonra veya üzerinde koruyucu yağ filmi olmadığı görüldüğünde anti korozyon yağı emdirilmiş bir kumaşla silinmelidir.
- i. Mikrometre uzun süre kullanılmayacağı ve depolanacağı zaman;
- Doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmamalı,
  - Düşük nemli, iyi havalandırılmış yerde depolanmalı,
  - Az tozlu ortamda muhafaza edilmeli,
  - Zemine temas etmeyen kutu veya sandık içinde depolanmalı,
  - Depolarken ölçüm yüzeyleri arasında 0,1 ila 1 mm arasında boşluk bırakılmalı,
  - Sıkıştırılmış şekilde depolanmamalıdır.

## 2.2. Mikrometrelerde Ölçüm Hassasiyeti Kontrolü ve Ayarlama

Mikrometrelerde ölçüm hassasiyeti için ölçüm çenelerinin paralelliği, ölçüm çenelerinin düzlemselliği ve ölçü tamlığı kontrolü olmak üzere 3 ana hassasiyet kullanım sıklığına göre belirli periyotlarla yapılır. Ayrıca, tamburun fazla sıkılmasından kaynaklanacak sıfır noktasının kayması sorunu, mikrometreye özel anahtar yardımı ile kullanıcı ya da kalite sorumlusu tarafından düzeltilebilir.

### 2.2.1. Mikrometrenin Ölçüm Yüzeylerinin Paralellik Testi

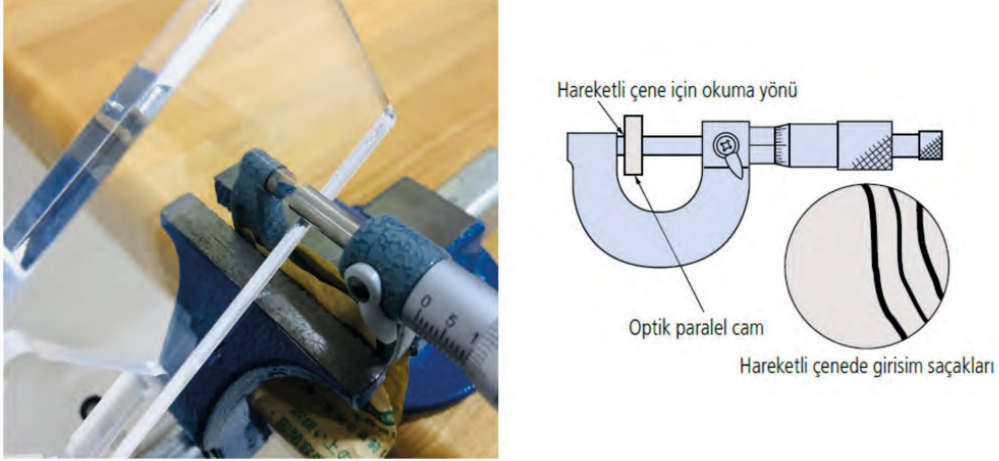
Paralellik, ölçüm çeneleri arasına yerleştirilen optik paralel cam ile değerlendirilir.



## 2. Öğrenme Birimi | Mikrometre İle Ölçüm Yapma

lebilir. Öncelikle, paralel cam sabit çeneye dayanır. Ardından, normal ölçüm kuvveti ile ayar vidası (cırcır) kullanılarak ölçme mili paralel camın üzerine kapatılır. Beyaz ışık altında ölçme milinin ölçüm yüzünde görünen kırmızı girişim saçakları sayılır. Her bir saçak, yarım dalga boyu yükseklik değişimine ( $0,32\mu\text{m}$ ) karşılık gelir. Aşağıdaki örnek kontrol için;  $0,32\mu\text{m} \times 3 = 0,96\mu\text{m}$  hesabıyla, yaklaşık  $1\mu\text{m}$  paralellik sapması bulunur.

Bu işlem genellikle kalite kontrol birimi tarafından ya da kalibrasyon kontrolü sırasında akredite ölçüm laboratuvarı tarafından yapılır.

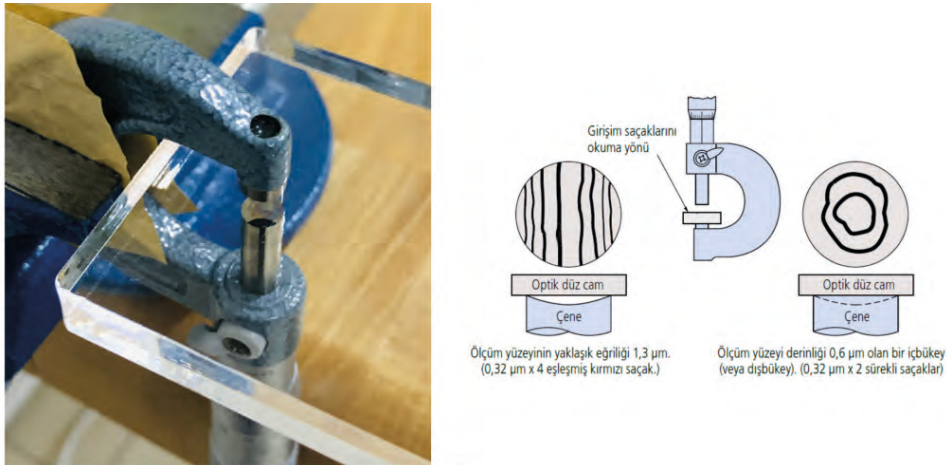


Görsel 37: Mikrometre Ölçüm Yüzeyi Paralellik Testi

### 2.2.2. Mikrometrenin Ölçüm Yüzeylerinin Düzlemsellik Testi

Bir yüzeyin düzlemselliği, optik düz (paralel) cam uygulamasıyla ölçülebilir. Paralellik testine benzer şekilde, beyaz ışık altında, ölçme yüzeyinde görülen kırmızı girişim saçakları sayılır. Her bir saçak yarım dalga boyu yükseklik değişimine ( $0,32\mu\text{m}$ ) karşılık gelir.

Bu işlem, genellikle kalite kontrol birimi tarafından ya da kalibrasyon kontrolü sırasında akredite ölçüm laboratuvarı tarafından yapılır.



Görsel 38: Mikrometre Ölçüm Yüzeyi Düzlemsellik Testi

### 2.2.3. Mikrometre Ölçü Tamlığı Kontrolü

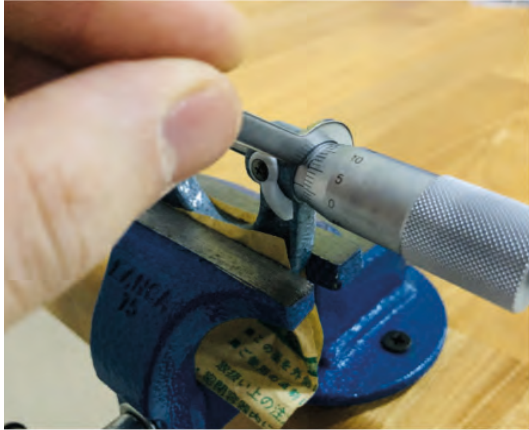
Mikrometrenin ölçü tamlığı kontrolü, mikrometre ile birlikte gelen ölçü kontrol mastarı ya da paralel master seti yardımıyla yapılır. Mikrometrenin yanında bulunan ve hassasiyete göre ölçü tamlığı kesin olan mastarın ölçümü yapılır. Mastarın ölçüsü ile mikrometrenin yaptığı ölçüm arasındaki fark bize ölçü hatası miktarını verir.



Görsel 39: Mikrometre Ölçü Tamlığı Kontrolü (10x14mm paralel master)

### 2.2.4. Mikrometre Referans Ölçü Ayarı

Mikrometrenin kullanımı sırasında tamburun fazla kuvvetle sıkılması, bir yere çarpması, düşmesi, mil sabitleme pimi açılmadan ölçüm yerinden alınmaya çalışılması, sıcaklık değişimi nedeniyle oluşan ısıl genleşme gibi sebeplerden ötürü sıfır noktası kayabilir. Bu gibi durumlarda, mikrometreye özel anahtar yardımı ile kullanıcı ya da kalite sorumlusu tarafından sıfır noktası düzeltme işlemi yapılır.



Görsel 40: Mikrometre Referans Ölçü Ayarı

## 2.3. Mikrometrelerde Ölçüm Değerinin Okunması

Mikrometreler ölçü sistemine göre ve üretim tipine göre sınıflara ayrılırlar.

### Ölçü Sistemine Göre Mikrometreler

- Metrik Ölçü Sistemli Mikrometre
- İngiliz (inç) Ölçü Sistemli Mikrometre

### Üretim Tipine Göre Mikrometreler

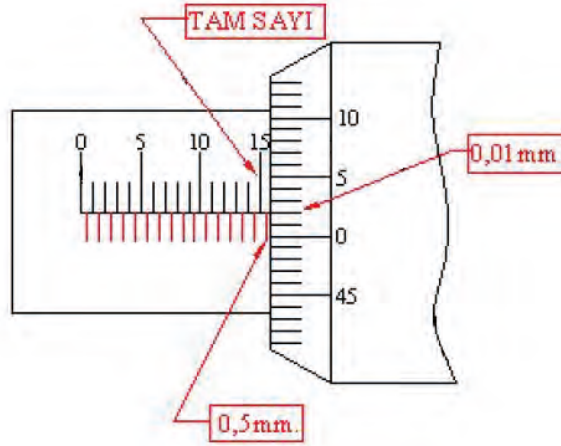
- Verniyerli Mikrometre
- Ölçü Saatli Mikrometre
- Dijital Mikrometre

### 2.3.1. Verniyer Bölüntülü Metrik Mikrometreler

Metrik bölüntülü mikrometreler, vidalı mil ve somun sistemiyle çalışır. Her ikisi de 0,5 mm adımlıdır. Vidalı mil, somun içerisinde bir tur çevrildiği zaman 0,5 mm yol alır. Metrik verniyerli mikrometreler 0,01mm ve 0,001mm hassasiyetli olarak üretilirler.

#### 2.3.1.1. 0,01mm Hassasiyetli Metrik Dış Ölçü Mikrometresi

0,01mm hassasiyetli metrik mikrometrelerin, 1 turda aldığı mesafe (0,5mm) tambur üzerinde çevresinde 50 eşit parçaya bölünmüştür. Böylece hassasiyet  $0,5 / 50 = 0,01\text{mm}$  olarak gerçekleşir.

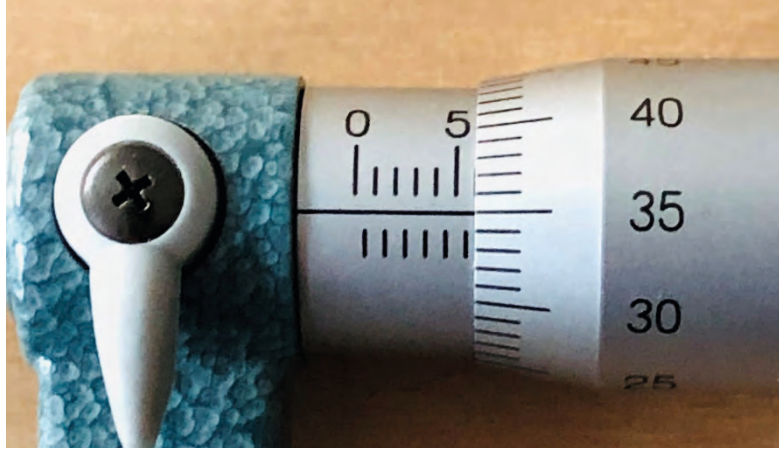


Görsel 41: 0,01mm Hassasiyetli Mikrometre Verniyer Bölüntüsü

0,01mm hassasiyetindeki mikrometrelerin okunması 2 aşamada gerçekleştirilir.

- Birinci adımda, kovan üzerindeki milimetrik ana cetvel üzerinde, tamburun hangi çizgiyle çalıştığı ya da geçtiği tespit edilir.
- İkinci aşamada, tambur üzerindeki 0,01mm hassasiyetindeki bölüntü çizgilerinden hangisinin ana cetveldeki referans çizgisiyle çakıştığı ya da hangi tambur bölüntüsünü geçtiği tespit edilir.
- Ana cetveldeki ölçü ile tambur bölüntüsündeki hassasiyet ölçüsü toplanır

ve ölçüm sonucu elde edilir.



Görsel 42: 0,01mm Hassasiyetli Mikrometrenin Okuma Örneği

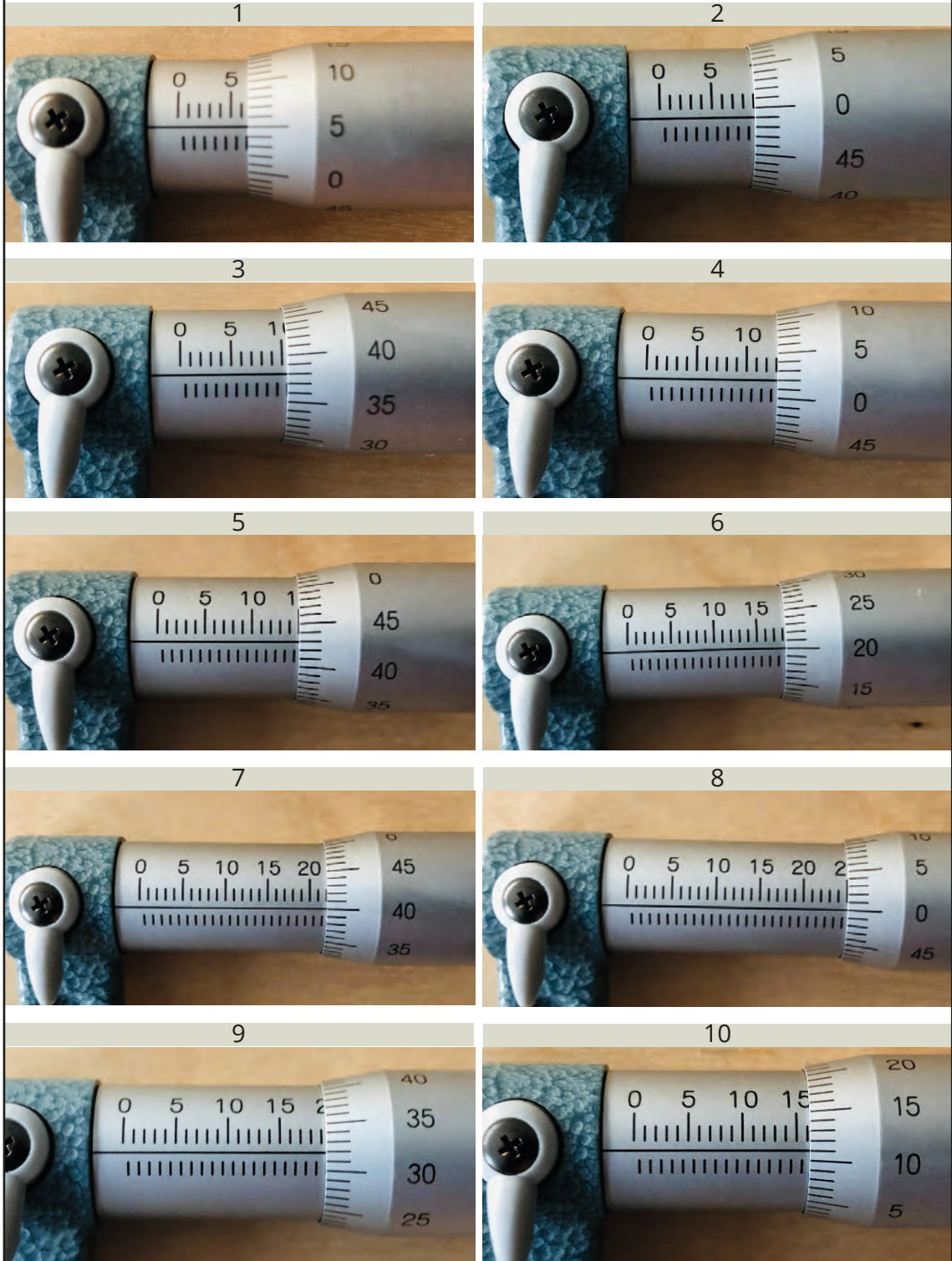
Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması;

- 1. Adım:** Tamburun ana cetvelde geçtiği ölçü: **5,50mm**
- 2. Adım:** Tambur üzerindeki bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki referans çizgiyle çakışan çizgi: 35. çizgi =  $0,01\text{mm} \times 35 = 0,35\text{mm}$
- 3. Adım:** Ana cetvel ve tambur değerleri toplanır.  
 $5,50\text{mm} + 0,35\text{mm} = 5,85\text{mm}$

UYGULAMA YAPRAĞI 1
0,01mm Hassasiyetli Metrik Mikrometreler
YÖNERGE
<p>Aşağıda, 0,01mm hassasiyetli mikrometreler ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden mikrometrelerde okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.</li><li>• Görsellerde bulunan ölçüleri mikrometre üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.</li><li>• Aşağıda yer alan her bir uygulama 10 puan değerindedir.</li><li>• Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, öğretmeniniz tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.</li></ul>



## 2. Öğrenme Birimi | Mikrometre İle Ölçüm Yapma



### 2.3.1.2. 0,01mm Hassasiyetli Metrik İç Ölçü Mikrometresi

İç ölçü mikrometreleri de dış ölçü mikrometreleri ile benzer şekilde çalışır. Aralarındaki tek fark, kovan üzerindeki ana cetvel ters olarak (sağdan sola) yer alır. Bunun

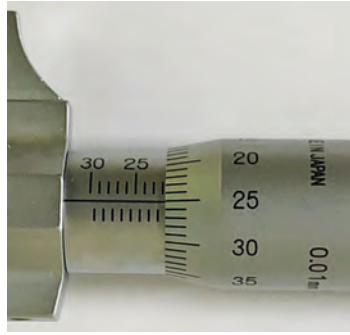


sebebi, mekanizmanın çalışma prensibi nedeniyle sabit ölçüm çenesinin sağ tarafta bulunmasıdır. Ölçülen değerin kolay okunması için küçük bir okuma işlemi farklılığı bulunur.

0,01mm hassasiyetli mikrometrenin, 1 turda aldığı mesafe (0,5mm) tambur üzerinde çevresinde 50 eşit parçaya bölünmüştür. Böylece hassasiyet  $0,5 / 50 = 0,01\text{mm}$  olarak gerçekleşir.



Görsel 43: 0,01mm Hassasiyetli İç Ölçüm Mikrometresi



Görsel 44: 0,01mm Hassasiyetli İç Ölçüm Mikrometresinin Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması;

- Adım:** Tamburun ana cetvelde gösterdiği ölçü (cetvelin ters olduğu ve 22mm çizgisi görüldüğü için): **21,50mm**
- Adım:** Tambur üzerindeki bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki referans çizgiyle çakışan çizgi: 25. çizgi =  $0,01\text{mm} \times 25 = 0,25\text{mm}$
- Adım:** Ana cetvel değeri ve tambur değeri toplanır.  
 $21,50\text{mm} + 0,25\text{mm} = 21,75\text{mm}$

## UYGULAMA YAPRAĞI 2

### 0,01mm Hassasiyetli Metrik İç Ölçü Mikrometresi

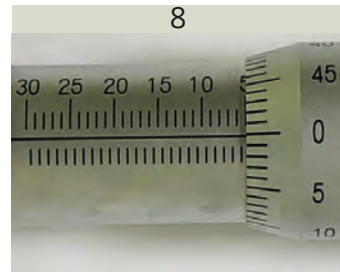
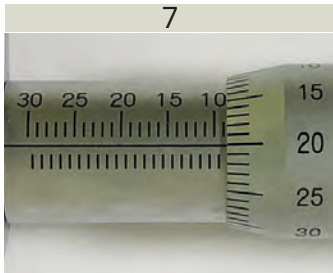
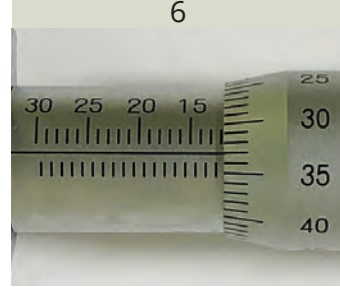
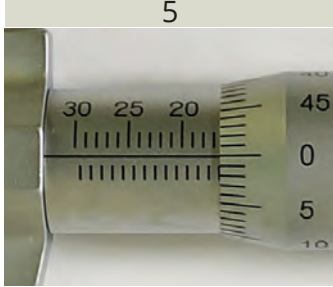
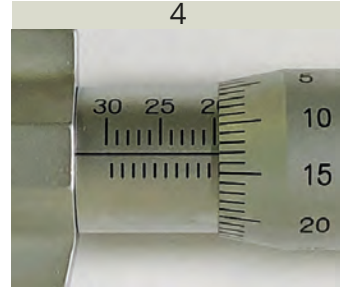
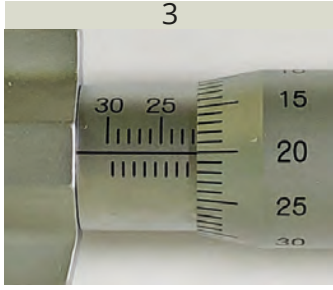
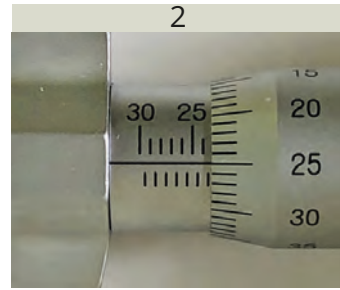
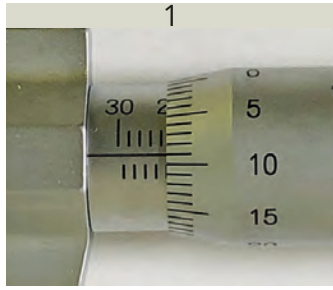
#### YÖNERGE

Aşağıda, 0,01mm hassasiyetli iç ölçü mikrometreleri ile ilgili olarak 10 farklı

## 2. Öğrenme Birimi | Mikrometre İle Ölçüm Yapma

uygulama verilmiştir. Sizden mikrometrelerde okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.

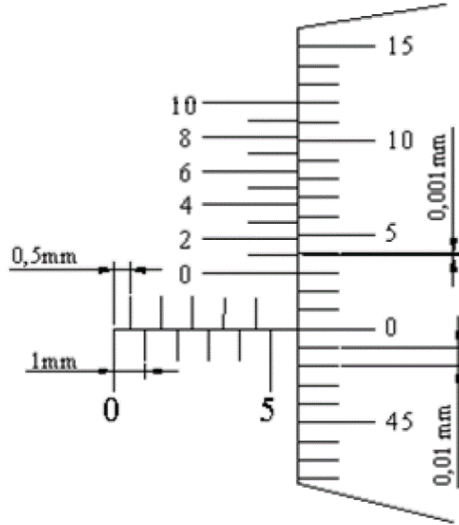
- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.
- Görsellerde bulunan ölçüleri mikrometre üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan her bir uygulama 10 puan değerindedir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, öğretmenin tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.





### 2.3.1.3. 0,001mm Hassasiyetli Metrik Dış Ölçü Mikrometresi

0,001mm hassasiyetli metrik mikrometrelerin, 1 turda aldığı mesafe (0,5mm) ve 50 eşit parçaya bölünmüş tambur çevresi aynıdır. Buna ek olarak, tambur üzerindeki 9 bölüntüyü 10 eşit parçaya bölen ve kovan üzerinde çizilmiş olan ilave bir verniyer bölüntüsü bulunmaktadır. Böylece hassasiyet  $0,5/50 \div 10 = 0,001\text{mm}$  olarak gerçekleşir.



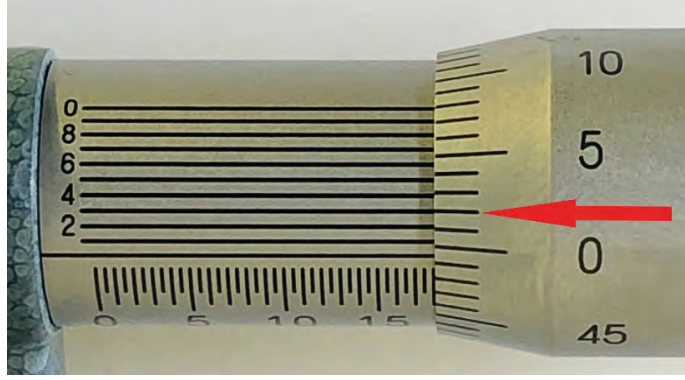
Görsel 45: 0,001mm Hassasiyetli Mikrometre Verniyer Bölüntüsü

0,001mm hassasiyetindeki mikrometrelerin okunması 3 aşamada gerçekleştirilir.

- Birinci adımda, kovan üzerindeki milimetrik ana cetvel üzerinde, tamburun hangi çizgiyle çalıştığı ya da geçtiği tespit edilir.
- İkinci aşamada, tambur üzerindeki 0,01mm hassasiyetindeki bölüntü çizgilerinden hangisinin ana cetveldeki referans çizgisiyle çakıştığı ya da hangi tambur bölüntüsünü geçtiği tespit edilir.
- Üçüncü aşamada, kovan üzerindeki 0,001mm hassasiyetindeki verniyer çizgilerinden hangisinin kovan üzerindeki bölüntü çizgileriyle çakıştığı tespit edilir.

## 2. Öğrenme Birimi | Mikrometre İle Ölçüm Yapma

- Ana cetveldeki ölçü, tambur bölüntüsündeki 0,01'lik hassasiyet ölçüsü ve kovan üzerindeki 0,001 hassasiyetli verniyerdeki ölçü toplanır ve ölçüm sonucu elde edilir.

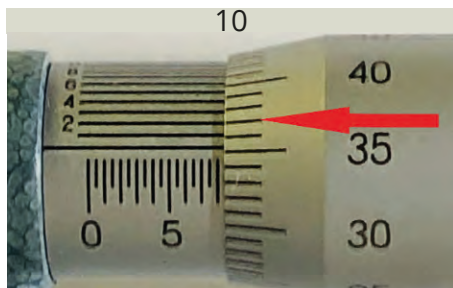
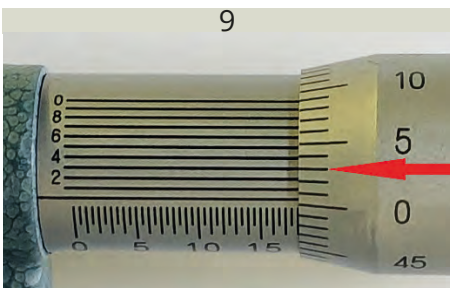
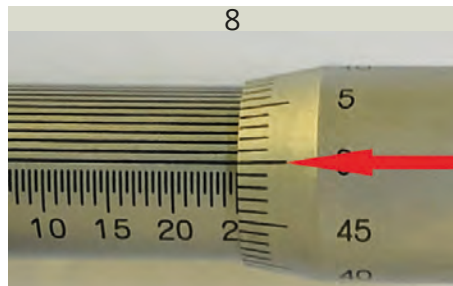
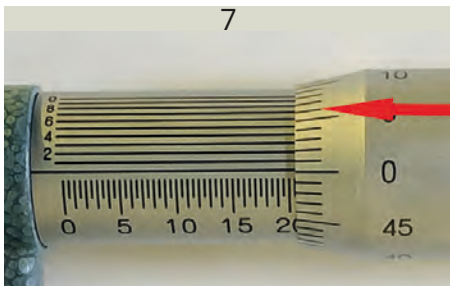
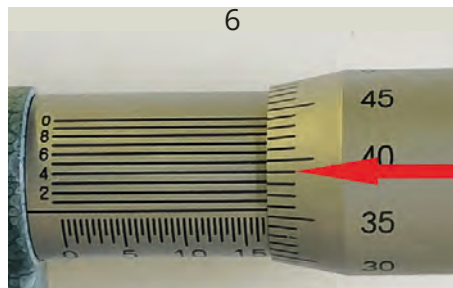
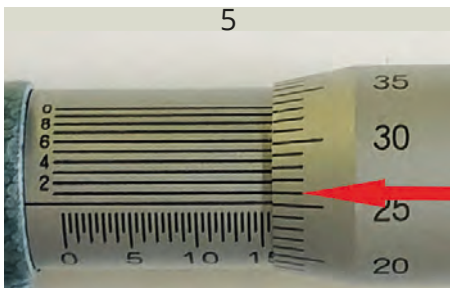
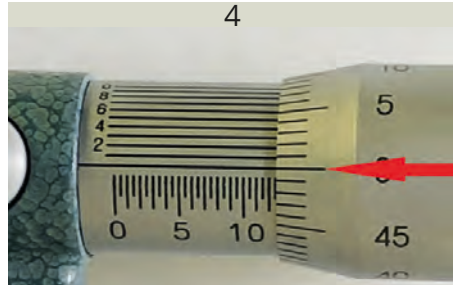
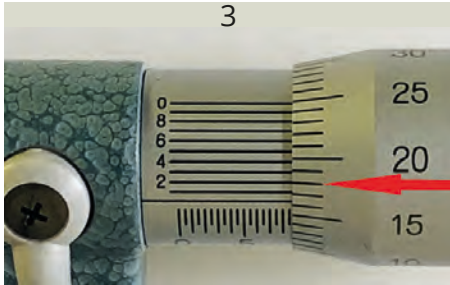
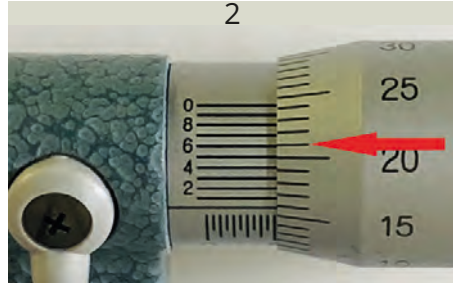
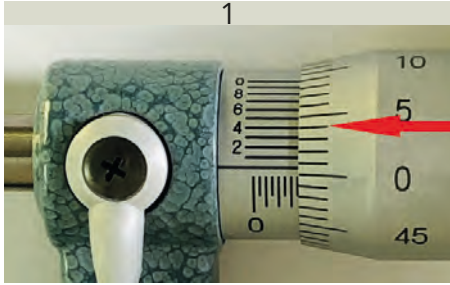


Görsel 46: 0,001mm Hassasiyetli Mikrometrenin Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması;

1. **Adım:** Tamburun ana cetvelde geçtiği ölçü: **18,000mm**
2. **Adım:** Tambur üzerindeki bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki referans çizgiyle çakışan ya da geçen çizgi: 0. çizgi =  $0,01\text{mm} \times 0 = \mathbf{0,000\text{mm}}$
3. **Adım:** Kovandaki verniyerin tambur çizgileri ile çakıştığı çizgi:  
3. çizgi =  $0,001 \times 3 = \mathbf{0,003\text{mm}}$
4. **Adım:** Ana cetvel, tambur ve verniyer değerleri toplanır.  
 $18,000\text{mm} + 0,000\text{mm} + 0,003 = \mathbf{18,003\text{mm}}$

UYGULAMA YAPRAĞI 3
0,001mm Hassasiyetli Metrik Mikrometre
YÖNERGE
<p>Aşağıda, 0,001mm hassasiyetli mikrometreler ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden mikrometrelerde okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.</li><li>• Görsellerde bulunan ölçüleri mikrometre üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.</li><li>• Aşağıda yer alan her bir uygulama 10 puan değerindedir.</li><li>• Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, öğretmeniniz tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değeri-</li></ul>





### 2.3.2. Verniyer Bölüntülü İnç Mikrometreler

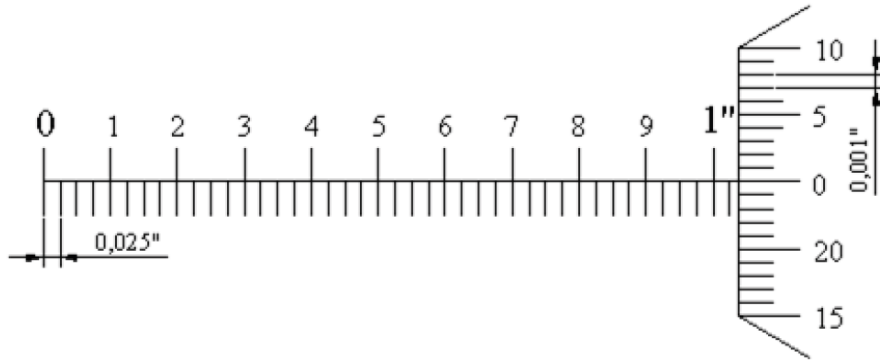
İnç bölüntülü mikrometreler, metrik sistemdekiler gibi vidalı mil ve somun sistemiyle çalışır. Her ikisi de  $1/40''$  adımlıdır. Vidalı mil, somun içerisinde bir tur çevrildiği zaman  $1/40''$  yol alır. İnç verniyerli mikrometreler  $0,001''$  ve  $0,0001''$  hassasiyetli olarak üretilir.



Görsel 47:  $0,001''$  Hassasiyetli Mikrometre

#### 2.3.2.1. $0,001$ inç Hassasiyetli Mikrometre

$0,001''$  hassasiyetli inç mikrometrelerin, 1 turda aldığı mesafe ( $1/40''$ ) tambur üzerinde çevresinde 25 eşit parçaya ( $0,025''$ ) bölünmüştür. Böylece hassasiyet  $1/40 \div 25 = 0,001''$  olarak gerçekleşir.



Görsel 48:  $0,001''$  Hassasiyetli Mikrometre Verniyer Bölüntüsü

$0,001''$  hassasiyetindeki mikrometrelerin okunması 3 aşamada gerçekleştirilir.

- Birinci adımda, kovan üzerindeki inç ana cetvel üzerinde, tamburun hangi çizgiyle çalıştığı ya da geçtiği tespit edilir. Her bir bölüntü  $0,025''$  değerindedir.

- İkinci aşamada, tambur üzerindeki 0,001" hassasiyetindeki bölüntü çizgilerinden hangisinin ana cetveldeki referans çizgisiyle çakıştığı ya da hangi tambur bölüntüsünü geçtiği tespit edilir.
- Ana cetveldeki ölçü ve tambur bölüntüsündeki 0,001'lik hassasiyet ölçüsü



Görsel 49: 0,001" Hassasiyetli Mikrometrenin Okuma Örneği

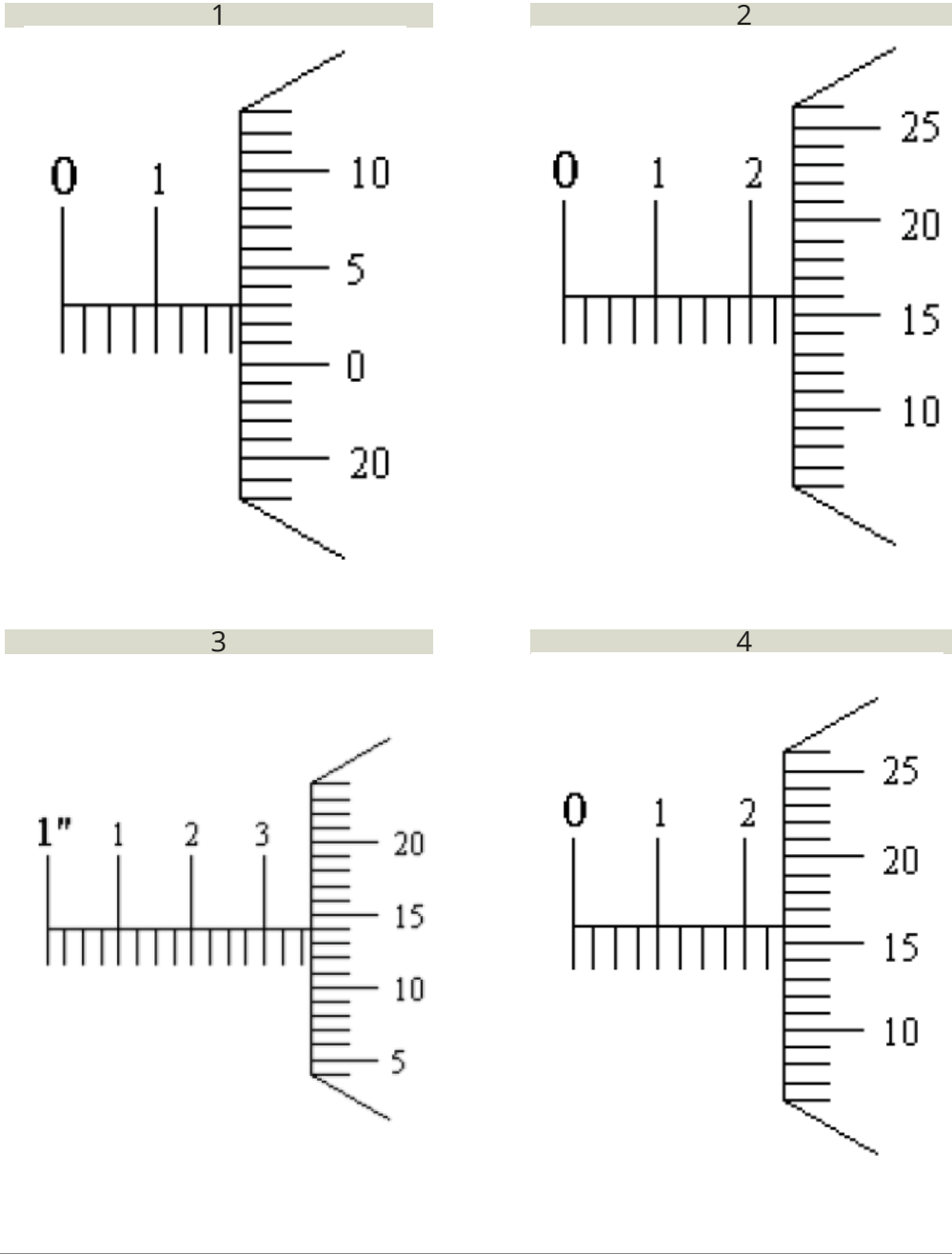
Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması;

1. **Adım:** Tamburun ana cetvelde geçtiği ana inç ölçüsü: **0"**
2. **Adım:** Tamburun ana cetvelde geçtiği ölçü:  $0,025" \times 19 = \underline{0,475}"$
3. **Adım:** Tambur üzerindeki bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki referans çizgiyle çakışan ya da geçen çizgi: 24. çizgi =  $0,001" \times 24 = \underline{0,024}"$
4. **Adım:** Ana cetvel ve tambur değerleri toplanır.  $0" + 0,475" + 0,024" = \underline{0,499}"$

UYGULAMA YAPRAĞI 4
0,001" Hassasiyetli İnç Mikrometre
YÖNERGE
<p>Aşağıda, 0,001 inç hassasiyetli mikrometreler ile ilgili olarak 4 farklı uygulama verilmiştir. Sizden mikrometrelerde okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.</li><li>• Görsellerde bulunan ölçüleri mikrometre üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak, değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.</li><li>• Aşağıda yer alan, her bir uygulama 25 puan değerindedir.</li><li>• Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, öğretmeniniz</li></ul>

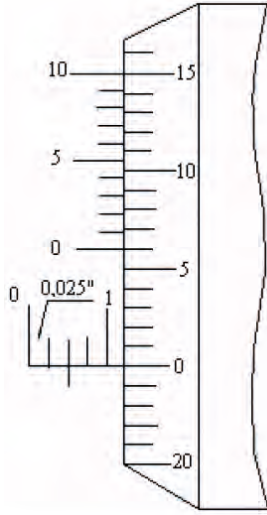
## 2. Öğrenme Birimi | Mikrometre İle Ölçüm Yapma

tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.



### 2.3.2.2. 0,0001 inç Hassasiyetli Mikrometre

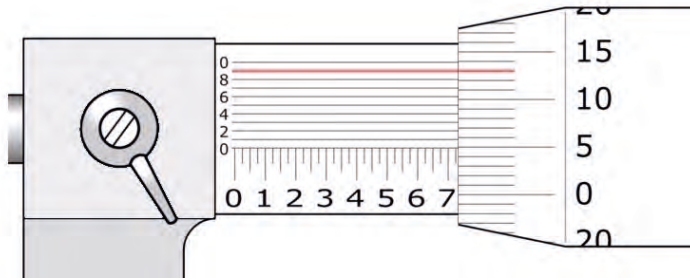
0,0001" hassasiyetli inç mikrometreler yapı olarak, 0,001" mikrometreler ile aynıdır. Tek fark, 0,001mm hassasiyetli olanlarda olduğu gibi kovan üzerinde ilave bir verniyer bölüntüsüne sahip olmasıdır.



Görsel 50: 0,0001" Hassasiyetli Mikrometre Verniyer Bölüntüsü

0,0001" hassasiyetindeki mikrometrelerin okunması 4 aşamada gerçekleştirilir.

- Birinci adımda, kovan üzerindeki inç ana cetvel üzerinde, tamburun hangi çizgiyle çalıştığı ya da geçtiği tespit edilir. Her bir bölüntü 0,025" değerindedir.
- İkinci adımda, tambur üzerindeki 0,001" hassasiyetindeki bölüntü çizgilerinden hangisinin ana cetveldeki referans çizgisiyle çakıştığı ya da hangi tambur bölüntüsünü geçtiği tespit edilir.
- Üçüncü adımda, kovan üzerindeki verniyer bölüntüsünün hangi çizgisinin tamburdaki çizgilerle çakıştığı tespit edilir.
- Ana cetveldeki ölçü, tambur bölüntüsündeki 0,001'lik hassasiyet ölçüsü ve



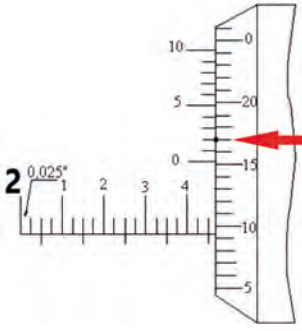
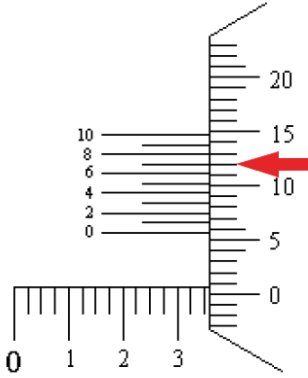
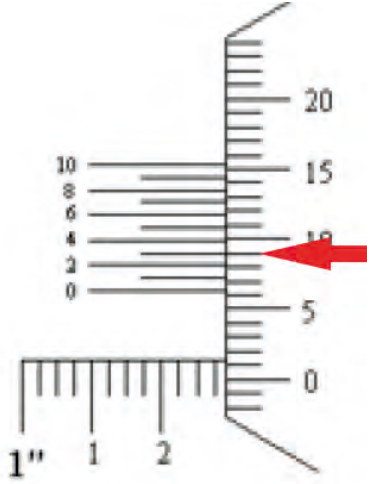
Görsel 51: 0,0001" Hassasiyetli Mikrometrenin Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen ölçünün okunması;

**1. Adım:** Tamburun ana cetvelde geçtiği ana inç ölçüsü: **0"**

## 2. Öğrenme Birimi | Mikrometre İle Ölçüm Yapma

- Adım:** Tamburun ana cetvelde geçtiği ölçü:  $0,025'' \times 29 = \underline{0,725''}$
- Adım:** Tambur üzerindeki bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki referans çizgiyle çakışan ya da geçen çizgi: 5. çizgi =  $0,001'' \times 5 = \underline{0,005''}$
- Adım:** Kovan üzerindeki verniyer bölüntülerinden kovanla çakışan ya da geçen çizgi: 13. çizgi =  $0,0001'' \times 9 = \underline{0,0009''}$
- Adım:** Ana cetvel ve tambur değerleri toplanır.  
 $0'' + 0,725'' + 0,024'' = \underline{0,7309''}$

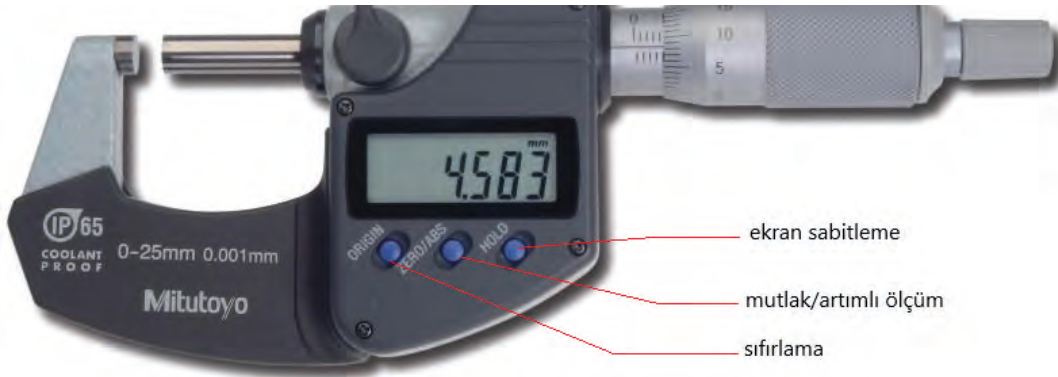
UYGULAMA YAPRAĞI 5		
0,0001'' Hassasiyetli İnç Mikrometre		
YÖNERGE		
<p>Aşağıda, 0,001 inç hassasiyetli mikrometreler ile ilgili olarak 3 farklı uygulama verilmiştir. Sizden mikrometrelerde okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.</li><li>• Görsellerde bulunan ölçüleri mikrometre üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.</li><li>• Aşağıda yer alan her bir uygulama 33,3 puan değerindedir.</li><li>• Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, öğretmeniniz tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlen-</li></ul>		
1	2	3
		



### 2.3.3. Dijital Mikrometreler

Dijital mikrometrelerin yapı bakımından verniyerli olanlardan farkı yoktur. Ölçüyü, batarya (pil) ile çalışan donanımı sayesinde bir ekran üzerine yazarak gösterirler. Hem metrik hem de inç ölçü sistemine göre ölçme yapabilirler. Bazı tiplerinde USB çıkışı bulunup, yapılan ölçümler bilgisayara aktarılabilir.

Bu mikrometrelerin üzerinde, ölçü sıfırlama, mutlak/artımlı ölçüm, ekran sabitleme olmak üzere genellikle 3 adet buton bulunur. Mekanik mikrometrelerde olduğu gibi, verniyer bölüntüsüne sahip olduğundan pili bittiğinde de ölçüm için kullanılabilir.



Görsel 52: Dijital Mikrometre

2. ÖĞRENME BİRİMİ ATÖLYE UYGULAMASI	
<b>Çalışma yönergesi ve yapılması istenilen çalışma adımları aşağıda verilmiş olan uygulama, atölyede gerçekleştirilecektir. Çalışmanın değerlendirmesi 100 puan üzerinden yapılacaktır.</b>	
GÖREVLER	YÖNERGE
Atölyede kendiniz ve çevrenizdeki insanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyeye girmeden koruyucu kıyafet ve donanımları giyiniz.</li> <li>Atölyeye girdikten sonra tehlike yaratacak durum kontrolü yapınız.</li> </ul>
Ölçüm ve kontrol işlemi yapılacak iş parçasını ve mikrometreyi seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyede bulunan iş parçaları içerisinde uygulama yapmak üzere parça seçimi yapınız.</li> <li>Parçanın teknik resmini bulunuz.</li> <li>Parça boyutu ve ölçü hassasiyetine uygun mikrometre seçimi yapınız.</li> </ul>

## 2. Öğrenme Birimi | Mikrometre İle Ölçüm Yapma

Ölçüm uygulaması yapınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>Parçanın üzerinden aldığınız ölçü ile teknik resimde verilen ölçüyü karşılaştırınız.</li></ul>
---------------------------	--

### 2. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRMESİ

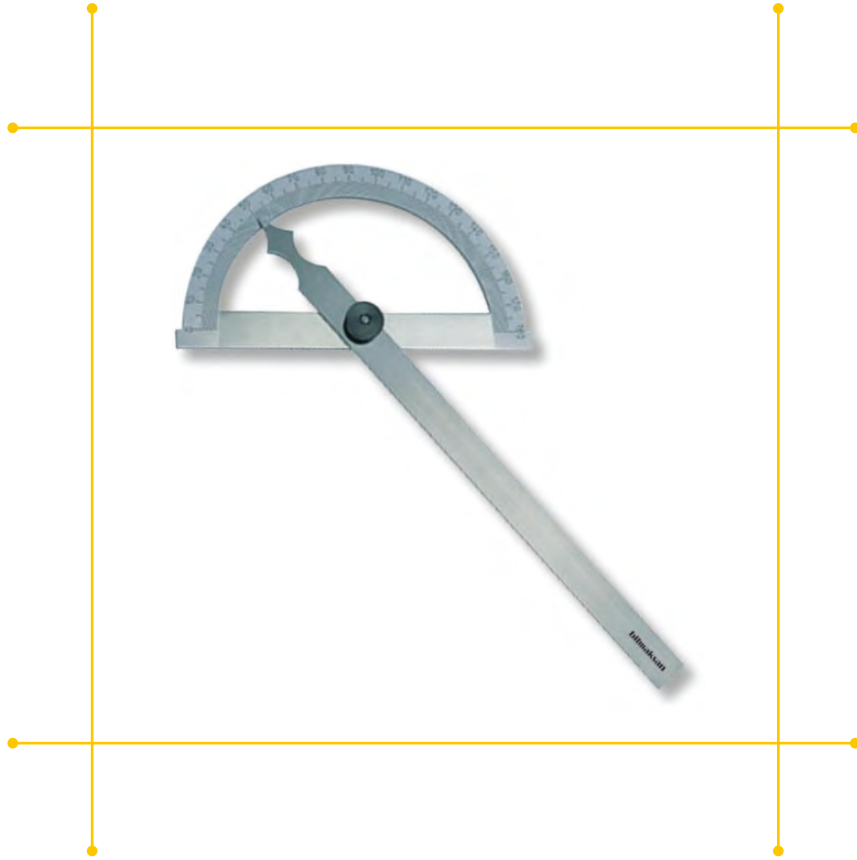
UYGULAMA DEĞERLENDİRMESİ	
Uygulama Adı	Puan
UYGULAMA - 1: : 0,01mm Hassasiyetli Metrik Mikrometreler	
UYGULAMA - 2: 0,01mm Hassasiyetli Metrik İç Ölçü Mikrometresi	
UYGULAMA - 3: 0,001mm Hassasiyetli Metrik Mikrometre	
UYGULAMA - 4: 0,001" Hassasiyetli İnç Mikrometre	
UYGULAMA - 5: 0,0001" Hassasiyetli İnç Mikrometre	
Atölye Uygulaması	

UYGULAMA CEVAP ANAHTARLARI					
	UYGULAMA 1	UYGULAMA 2	UYGULAMA 3	UYGULAMA 4	UYGULAMA 5
1	6,55	24,61	3,504	0,178	2,4592
2	8,99	23,25	5,156	0,241	0,3507
3	10,3	21,70	8,662	1,364	1,2763
4	13,02	19,67	12,500	0,241	-
5	14,93	16,50	15,576	-	-
6	18,20	11,87	15,854	-	-
7	21,90	8,70	20,507	-	-
8	25,00	5,00	25,000	-	-
9	19,32	20,10	18,003	-	-



# 3.

# ÖĞRENME BİRİMİ



## AÇI ÖLÇME

### KONULAR

1. Verniyerli Açıölçer İle Açı Ölçme
2. Silindirik Çubuk Masterlar İle Açı Ölçme
3. Sinüs Cetveli Ve Masterlar İle Açı Ölçme
4. Optik Ölçüm Cihazları İle Açı Ölçme

## AÇI ÖLÇME

<b>BİRİMİN AMACI</b>	Sanayide, özellikle açısal yüzeylerin işlenmesi ve açısı bilinmeyen bir yüzeyin ölçümünün yapılması amacıyla kullanılan ölçme ve kontrol aracı olan açı ölçüm aletlerinin çeşitlerinin tanınması ve doğru şekilde kullanılmasının öğrenilmesidir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verniyerli açıölçerlerle ölçüm yapma</li> <li>• Sinüs çubuğu ve ölçü mastarıyla ölçüm yapma</li> <li>• Silindirik makaralar ve bilyeler yardımıyla koniklik açısı ölçme</li> <li>• Optik açı ölçüm cihazıyla açı ölçme</li> </ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	Sizce açıölçerler endüstriyel kullanım için hangi özelliklere sahip olmalıdır? Neden?

Açı metrolojisi, gelişmiş ülkelerin küresel ortamda rekabet ettiği, katma değeri yüksek, hemen hemen tüm bilimsel çalışmalarda ve endüstriyel uygulamalarda anahtar rol üstlenen bir teknolojidir. İmalat sanayinin her alanında hassas açı ölçümü önemli kriterlerden biridir. Değiştirilebilir parçalar, dişli çarklar, birbiri üzerinde çalışan parçalar, iş parçası bağlama aparatları için yüzeylerdeki açıların hassasiyeti çok önemlidir. Hassasiyet değerinin önemine göre açılar gönye, verniyerli açıölçer, sinüs tablası, optik açı ölçüm cihazları, hatta koordinat ölçme makineleri (CMM) ile ölçülür.



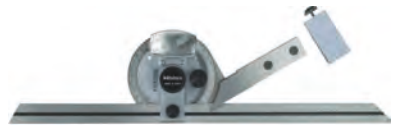
Kıl Gönye



Açıölçer



Hassas Su Terazisi



Verniyerli Üniversal Açıölçer



Dijital Üniversal Açıölçer



Kombinasyonlu Açıölçer



Dijital Açıölçer (Terazi)

Görsel 53: Standart Açık Ölçme Aletleri



## 1. Verniyerli Açölçer İle Açı Ölçme

Açısal yüzeylerin ölçülmesi ve işlenmesi, özellikle birbiri üzerinde ya da birbirine paralel çalışan makine elemanları için hayati önem taşır. Eğik dış yüzeylerin, konik delik içi ölçümlerinin, yüzeyler arasındaki paralelliğin/dikliğinin, dişli çark yüzeylerinin, CNC tezgahların tabla hareketlerindeki doğrusallığın, vb. birçok açısal farklılığın ölçülmesinde ve kontrol edilmesinde kullanılırlar.

### 1.1. Basit Bölüntülü Açölçer

Bu tip açölçer genellikle markalama ve kaba bölüntüleme işlemleri için kullanılmaktadır. 180°'lik ölçme aralığına sahiptir. Verniyer bölüntüsü 1'er derecelik bölüntülere, diğer bir deyişle 1°'lik hassasiyete sahiptir. Büyük boyutlu olan basit bölüntülü açölçerler, verniyer bölüntüsü 0,5° olarak da üretilebilir.

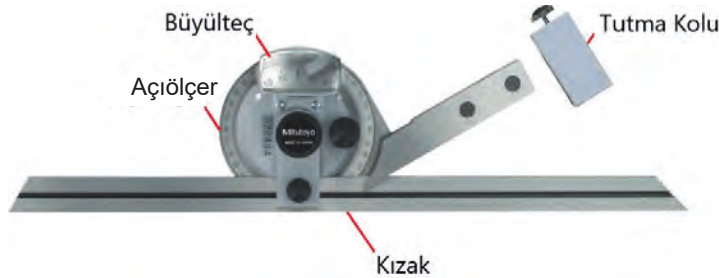


Görsel 54: Basit Bölüntülü Açölçer

### 1.2. Verniyer Bölüntülü Üniversal Açölçer

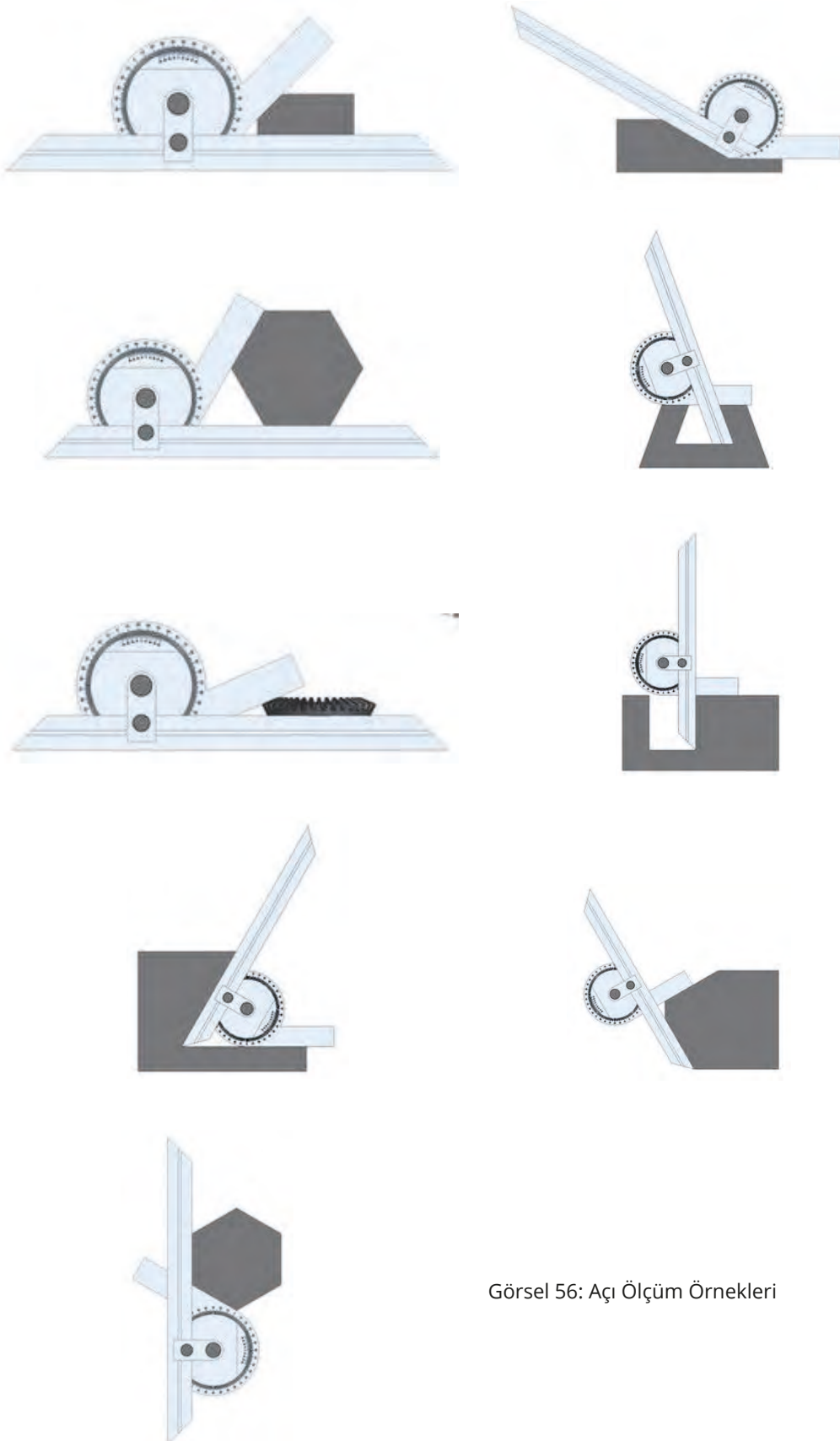
Hassas açı ölçümleri yapmak amacıyla kullanılmaktadırlar. Çeşitli açı ölçülerinin elde edilmesinde ve okunmasında kullanılan hassas ve yüksek ölçme tamlığında olan bir ölçü aletidir. 360°'ye kadar tüm açılarının ölçümü yapılabilir. Dairesel açı ölçüm kısmı birbirinin devamı olacak şekilde 90°'lik 4 parçaya bölünmüş durumdadır. Herhangi bir ölçümede elde edilen açının sabit kalması için sabitleme vidasından faydalanılır. Verniyeri 2' ve 5' olmak üzere 2 farklı hassasiyette üretilmektedir.

Ölçüm referans yüzeyi (kızak) düzgünlük ve yüzey kalitesi açısından çok hassastır. Kızak, açısı ölçülecek iş parçası üzerine yerleştirilir. Dairesel verniyere bağlı ayarlanabilir açı ölçüm kolu açısal yüzeyle çakıştırılır ve sıkıştırma vidasıyla sabitlenir. Ardından açı ölçüm cetveli üzerinden değer okunur.



Görsel 55: Verniyer Bölüntülü Üniversal Açölçer

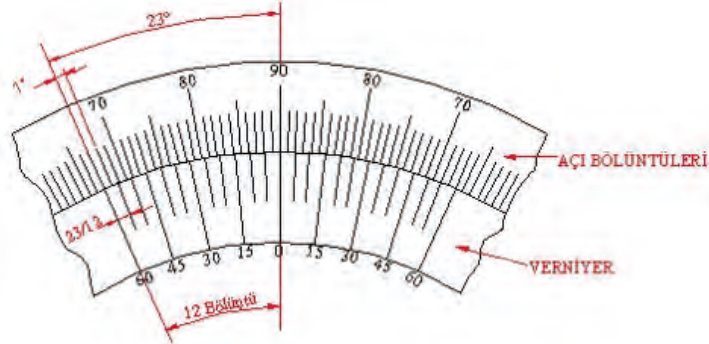
### 3. Öğrenme Birimi | Açı Ölçme



Görsel 56: Aç Ölçüm Örnekleri

### 1.2.1. 5' Hassasiyetli Verniyer Bölüntülü Üniversal Açölçerin Okunması

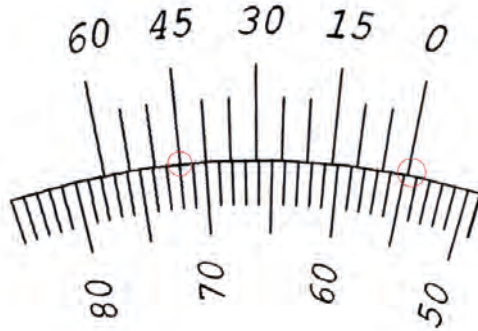
Verniyerli kumpaslar ile aynı çalışma prensibine sahiptir. Açölçerin hem ana cetvel hem de verniyerinin okunması sırasında bölüntülerin ana cetvelde derece, verniyerde ise dakika olduğu unutulmamalıdır. Verniyerin 5 dakika hassasiyetli olabilmesi için, 23°'lik açı, 12 eşit açı bölüntüsüne ayrılmıştır. Bu sayede 5' hassasiyetli açı verniyeri bölüntüleri elde edilir.



Görsel 57: 5' Hassasiyetli Verniyer Bölüntüsü

Hassasiyetin elde edilmesi;

$$2^{\circ} - \frac{23}{12} = \frac{24}{12} - \frac{23}{12} = \frac{1}{12}^{\circ} \rightarrow \frac{60'}{12} = 5' \text{ olur.}$$

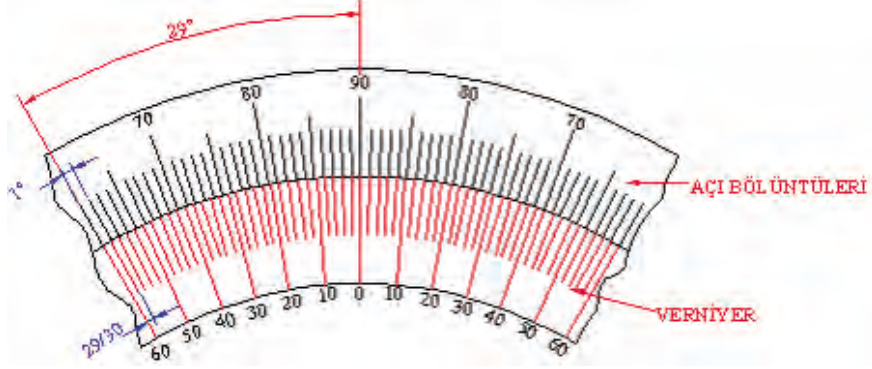


Görsel 58: 5' Hassasiyetli Açölçer Okuma Örneği

1. **Adım:** Verniyer sürgüsünün 0 çizgisinin geçtiği ana cetveldeki açı: 54°
2. **Adım:** Verniyer sürgüsü bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki bölüntü çizgileriyle çakışan çizgi: 9. çizgi = 5' x 9 = 45'
3. **Adım:** Ana cetvel ve verniyer sürgüsündeki değerler toplanır.  
54° + 45' = 54°45'

### 1.2.2. 2' Hassasiyetli Verniyer Bölüntülü Ünlversal Açıkölçerin Okunması

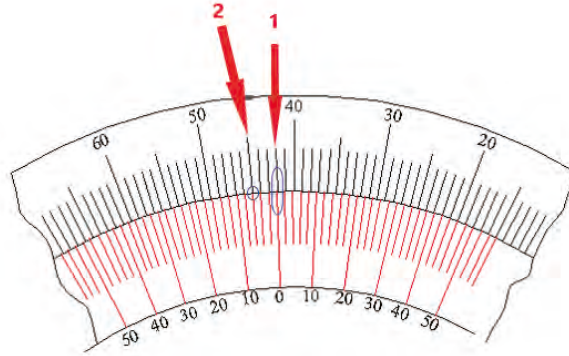
5' hassasiyetli açıkölçerden farkı, verniyer kısmının 12 yerine 30 eşit parçaya bölünmüş olmasıdır. Verniyerin 5 dakika hassasiyetli olabilmesi için 29°'lik açı döner verniyer diski üzerinde 30 eşit açı bölüntüsüne ayrılmıştır. Bu sayede 2' hassasiyetli açı verniyeri bölüntüleri elde edilir.



Görsel 59: 2' Hassasiyetli Verniyer Bölüntüsü

Hassasiyetin elde edilmesi;

$$1^{\circ} \cdot \frac{29}{30} = \frac{30}{30} - \frac{29}{30} = \frac{1}{30}^{\circ} \rightarrow \frac{60'}{30} = 2' \text{ olur.}$$



Görsel 60: 2' Hassasiyetli Açıkölçer Okuma Örneği

Yukarıdaki görselde örnek olarak verilen açı ölçümünün okunması;

1. **Adım:** Verniyer sürgüsünün 0 çizgisinin geçtiği ana cetveldeki açı: **42°**
2. **Adım:** Verniyer sürgüsü bölüntülerinden ana cetvel üzerindeki bölüntü çizgileriyle çakışan çizgi: 3. çizgi = 2' x 3 = **6'**
3. **Adım:** Ana cetvel ve verniyer sürgüsündeki değerler toplanır.  
42° + 6' = **42°06'**

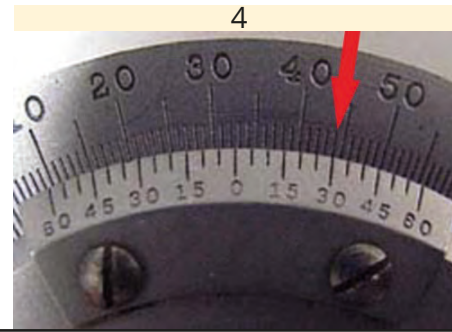
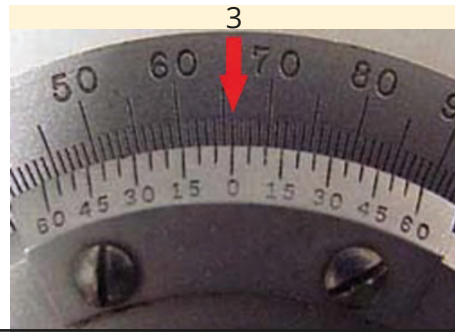
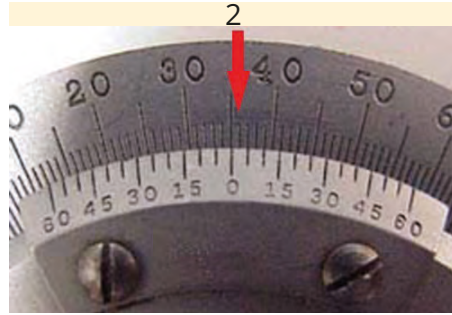
## UYGULAMA YAPRAĞI 1

## 5' Ünsersal Açölçer Uygulamaları

## YÖNERGE

Aşağıda, 5' hassasiyetli açölçerler ile ilgili olarak 4 farklı uygulama verilmiştir. Sizden açölçerlerde okuduğunuz değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.

- Uygulama çalışması ikili gruplar halinde yapılacaktır.
- Görsellerde bulunan ölçüleri 5' hassasiyetli açölçer üzerinde ayarlayınız, ölçüyü okuyarak değeri yazınız, grup arkadaşınızın okuduğu değer ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan, her bir uygulama 25 puan değerindedir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, öğretmenin tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.



## 2. Silindirik Çubuk Masterlar İle Aç Ölçme

Silindirik masterlar, iç deliklerin ölçme ve kontrol işlemleri ve kırangıç kuyruğu ya da V kanalların aç ölçümü gibi işlemlerde kullanılırlar. Bu masterlar, çelik ve dökme çeliklerden üretilir, yüzeyleri ısıl işlem ile sertleştirilir (HRC 60-62) ve ardından DIN 2269 standardına göre hassas ölçüye taşlanır ( $\pm 0,01\text{mm}$ ). Çeşitli çap ve boylarda yapılır. Silindirik masterlarla,  $90^\circ$  sabit gönyelerin, pleyt üzerinde diklik kontrolü de yapılır.



### 3. Öğrenme Birimi | Açı Ölçme



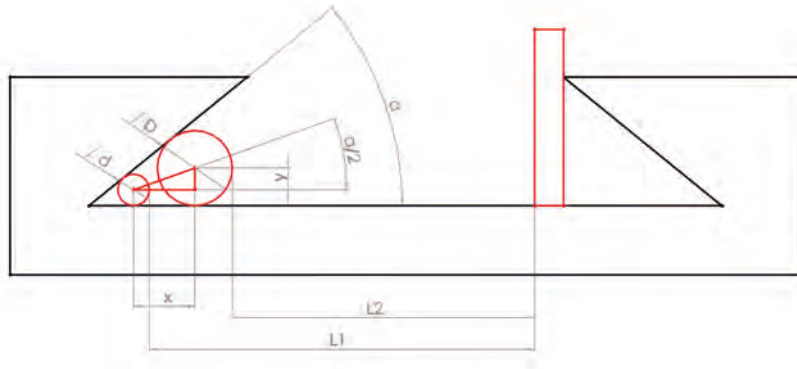
Görsel 61: Silindir Master Seti



Görsel 62: Silindir Master Yakın Görünümü

Mastar yardımı ile açı ölçümü için 2 adet farklı çap ölçüsünde silindirik mastara ve 1 adet blok mastara ihtiyaç vardır. Silindir mastar yardımı ile açı ölçümü için aşağıdaki görselde gösterilen ölçülerin sıra ile ölçümlerinin yapılması ve ardından tanjant fonksiyonu ile açının hesaplanması işlemi yapılarak açı ölçüm işlemi gerçekleştirilir.

$\emptyset d$	Küçük silindirik mastarın çapı (mm)
$\emptyset D$	Büyük silindirik mastarın çapı (mm)
x	Tanjant üçgeninin genişliği
y	Tanjant üçgeninin yüksekliği
L1	Küçük silindirik mastar ile blok mastar arasında en kısa mesafe
L2	Büyük silindirik mastar ile blok mastar arasında en kısa mesafe
a/2	Tanjant üçgeninin açısı
a	Ölçülmek istenilen açı



Görsel 63: Açı Ölçüm Teoremi

Açıyı ölçmek için aşağıdaki işlemler sırayla yapılacaktır.

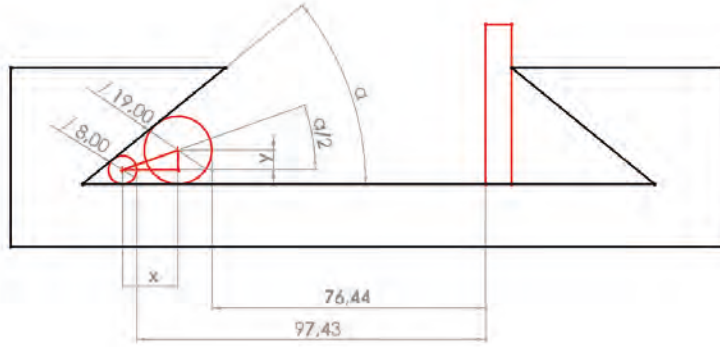
$$y = \frac{D}{2} - \frac{d}{2}$$

$$x = \left( L1 + \frac{d}{2} \right) - \left( L2 + \frac{D}{2} \right)$$

$$a/2 = \tan^{-1}$$

$$a = \frac{a}{2} * 2$$

### Örnek Açı Ölçüm Hesaplaması



$$y = \frac{19}{2} - \frac{8}{2} = 5,5\text{mm}$$

$$x = \left( 97,43 + \frac{8}{2} \right) - \left( 76,44 + \frac{19}{2} \right) = 101,43 - 85,94 = 15,49\text{mm}$$

$$\frac{a}{2} = \tan^{-1} \frac{5,5}{15,49} = 19,55^\circ$$

$$a = \frac{a}{2} * 2 = 19,55^\circ * 2 = 39,1^\circ$$

### UYGULAMA YAPRAĞI 2

#### Silindir Çubuk Master ile Açı Ölçüm Uygulamaları

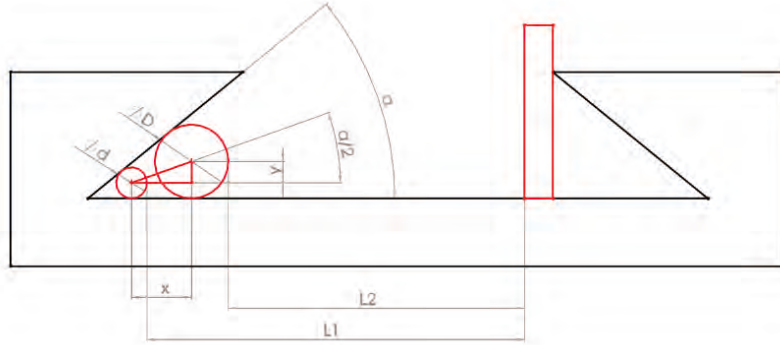
#### YÖNERGE

Aşağıda, silindirik master yardımıyla açı ölçümü ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden hesapladığınız değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.

- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.

### 3. Öğrenme Birimi | Açık Ölçme

- Görsellerde bulunan ölçüleri kullanarak açı hesaplamasını yapınız, grup arkadaşınızın hesapladığı değer ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan, her bir uygulama 10 puan değerindedir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, öğretmeniniz tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.



1	2
$\varnothing d : 5$ $\varnothing D : 13$ $L1 : 93$ $L2 : 75$	$\varnothing d : 12$ $\varnothing D : 27$ $L1 : 156$ $L2 : 92$
<b>a:</b>	<b>a:</b>
3	4
$\varnothing d : 9$ $\varnothing D : 20$ $L1 : 115$ $L2 : 88$	$\varnothing d : 16,5$ $\varnothing D : 29,7$ $L1 : 59$ $L2 : 35$
<b>a:</b>	<b>a:</b>
5	6
$\varnothing d : 13$ $\varnothing D : 25$ $L1 : 142$ $L2 : 83$	$\varnothing d : 4,8$ $\varnothing D : 16,7$ $L1 : 93,8$ $L2 : 45,2$
<b>a:</b>	<b>a:</b>
7	8
$\varnothing d : 3$ $\varnothing D : 14$ $L1 : 89$ $L2 : 68$	$\varnothing d : 5,3$ $\varnothing D : 8,9$ $L1 : 35$ $L2 : 15,4$

a:	a:
9	10
Ød : 7 ØD: 21 L1: 95 L2: 42	Ød : 25 ØD: 42,9 L1: 192,8 L2: 128,9
a:	a:

### 3. Sinüs Cetveli Ve Masterlar İle Açı Ölçme

Sinüs cetveli, çoğunlukla açısal yüzeylerin kontrolü, parça işleme öncesi menzene açı ayarı gibi işlemlerde kullanılırlar. Sinüs cetveli tek başına kullanılamaz. Sinüs cetveli ile ölçü kontrolü yapmak için hassas blok master setine ihtiyaç vardır. Sinüs cetveli, çelik ve dökme çeliklerden üretilir, yüzeyleri ısıtılma işlemiyle sertleştirilir (HRC 60-62) ve ardından hassas şekilde taşlanır. Paralellik hassasiyeti 100mm'de 0,002mm, diklik hassasiyeti 100mm'de 0,005mm'dir. Standart olarak 100mm uzunluğunda üretilir. Kullanım yerlerine göre 150mm, 200mm ve 250mm uzunluğunda da üretilebilir.

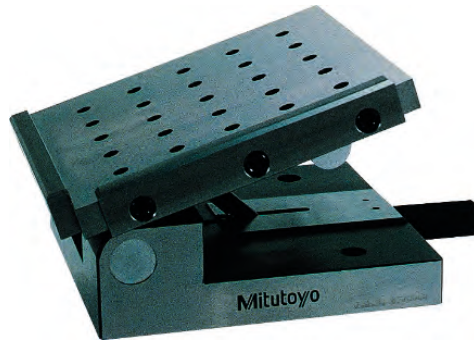
Sinüs cetvelleri, açısal yüzeylerin hassas şekilde işlenebilmesi için tezgah menzenelerine bütünlük olarak üretilebilir. Ayrıca, direkt olarak üzerine parça bağlanabilen (vida ile veya manyetik olarak) sinüs tablaları da mevcuttur.



Görsel 64: Sinüs Cetveli



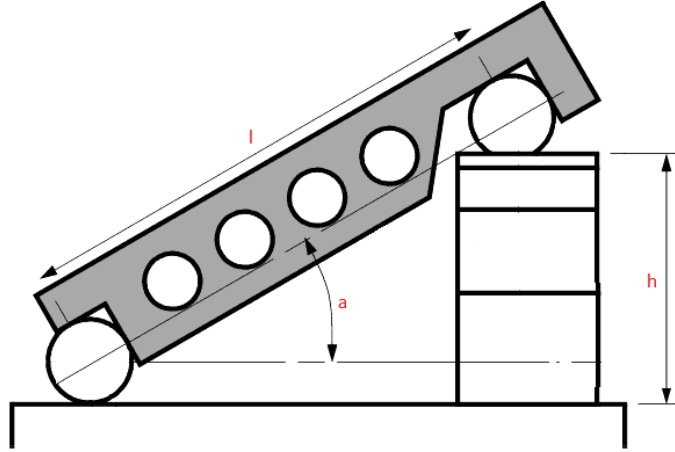
Görsel 65: Sinüs Cetveli Mengene



Görsel 66: Sinüs Tablası

### 3. Öğrenme Birimi | Açı Ölçme

Standart sinüs cetvelinde, cetvelin iki ucuna eşit çapta silindirler yerleştirilmiştir. Bu iki silindirin eksenleri karşılıklı olarak birbirine paraleldir ve ayrıca sinüs cetvelinin üst yüzeyine paralel ve eşit uzaklıkta bulunurlar. İstenilen açının ayarlanması için, blok mastarın yüksekliği, istenilen açının sinüs değeri ile cetvelin uzunluğunun çarpılması işlemiyle elde edilir.



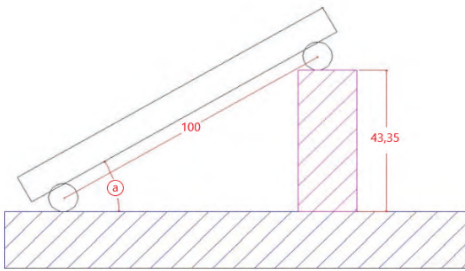
Görsel 67: Sinüs Cetveli Açı/Blok Mastar Yüksekliği Hesaplama

Ayarlanacak açı ve blok mastar yüksekliği aşağıdaki formüller üzerinden hesaplanır.

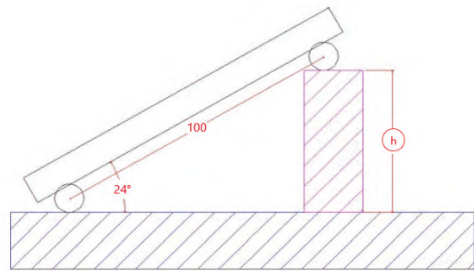
**Açı Hesaplama:**  $\sin a = \frac{h}{l}$

**Blok Mastar Yüksekliği:**  $h = \sin a * l$

#### Örnek Sinüs Cetveli Açı Hesaplaması



$$\begin{aligned} h &= \sin a * l \\ h &= \sin 24 * 100 \\ h &= 40,674 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\sin a = \frac{h}{l}$$

$$a = \sin^{-1} \frac{43,35}{100}$$

$$a = 25,69^\circ$$



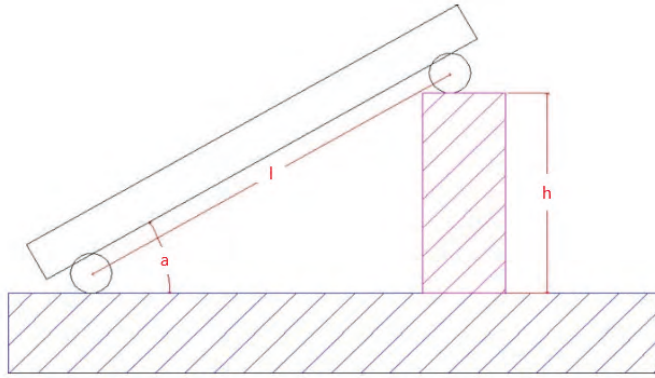
**UYGULAMA YAPRAĞI 3**

**Sinüs Cetveli ile Açı Ölçüm Uygulamaları**

**YÖNERGE**

Aşağıda, sinüs cetveliyle açı ölçümü ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden hesapladığınız değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.

- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.
- Görsellerde bulunan ölçüleri kullanarak açı hesaplamasını yapınız, grup arkadaşınızın hesapladığı değer ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan, her bir uygulama 10 puan değerindedir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, öğretmenin tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.



1	2
l: 100 a: 20	l: 100 h: 23,65
<b>h:</b>	<b>a:</b>
3	4
l: 150 a: 45	l: 150 h: 56,50
<b>h:</b>	<b>a:</b>

5	6
l: 100 a: 65	l: 200 h: 38,45
<b>h:</b>	<b>a:</b>
7	8
l: 200 a: 32	l: 100 h: 12,32
<b>h:</b>	<b>a:</b>
9	10
l: 250 a: 13	l: 100 h: 49,65
<b>h:</b>	<b>a:</b>

## 4. Optik Ölçüm Cihazları İle Açık Ölçme

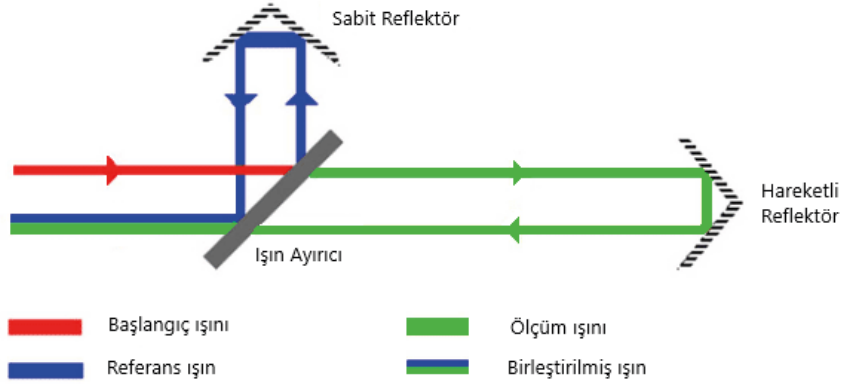
Optik ölçüm cihazlarının uygulama alanları, hassas makine imalatı, robotik, nanoteknoloji içeren endüstriyel uygulamalar, CNC takım tezgahlarının tolerans ölçümü ve kalibrasyonu, savunma ve havacılık sanayi, nükleer araştırmalar, uzay çalışmaları, hatta parçacık hızlandırıcı merkezlerinde gerçekleştirilen üst düzey bilimsel çalışmalara kadar uzanmaktadır.

Optiğin ölçüm uygulamalarında (metrolojiye) büyültme, doğruluk ölçümü, hizalama ve açısal sapmaları belirlemede kullanılan interferometri olmak üzere dört ilke bulunmaktadır.

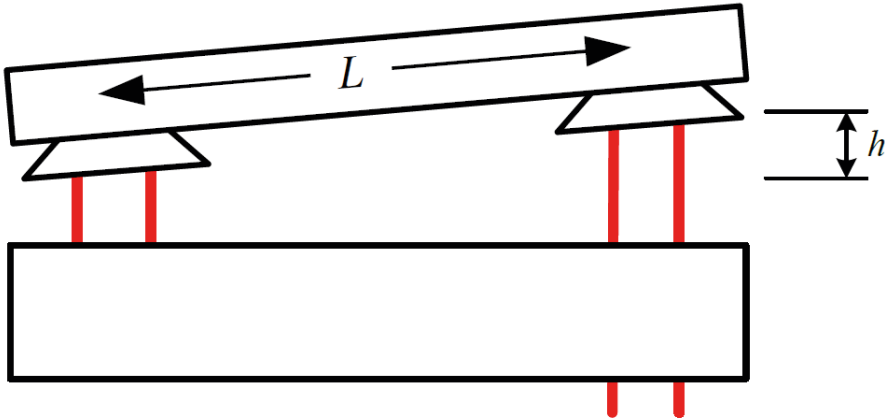
Bu konu içerisinde üretimde büyük öneme sahip olan açısal sapmaların ölçümünde kullanılan ve interferometri (ışık sapmaları) ilkesiyle çalışan ve bir çeşit otokolimatör olan interferometre ele alınacaktır.

Açık interferometresi, küçük açıları ölçen ve üreten cihazlar (0-2 derece) sınıfında yer alır. Genelde seviye ayarlama veya hareket mekanizmalarında, hareketin açısal hatasının ölçümünde, yüzeylerde veya hareket sisteminde geometrik hataların tespitinde (doğrusallık, diklik, paralellik) geniş kullanım alanına sahiptir. Sanayideki kullanım örneklerine bakıldığında, takım tezgahlarının tüm eksen hareketlerinin doğrusallık, diklik ve paralellik ölçümünde, bir ray üzerinde hareket eden mekanizmaların hassas ayarlarının yapılmasında kullanıldığı görülmektedir. Açık interferometresi, EN60825-1 standardına göre üretilir.

## 4.1. Çalışma Prensibi



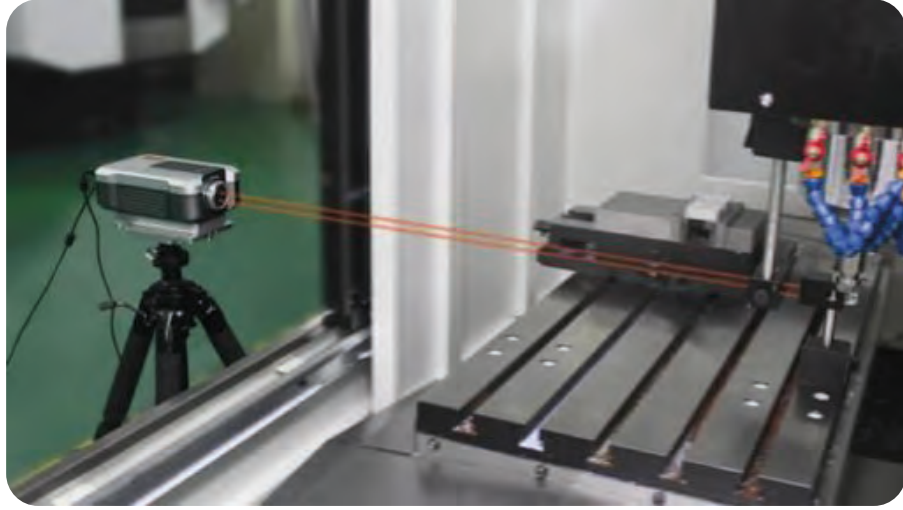
(a) Genel Çalışma Prensibi



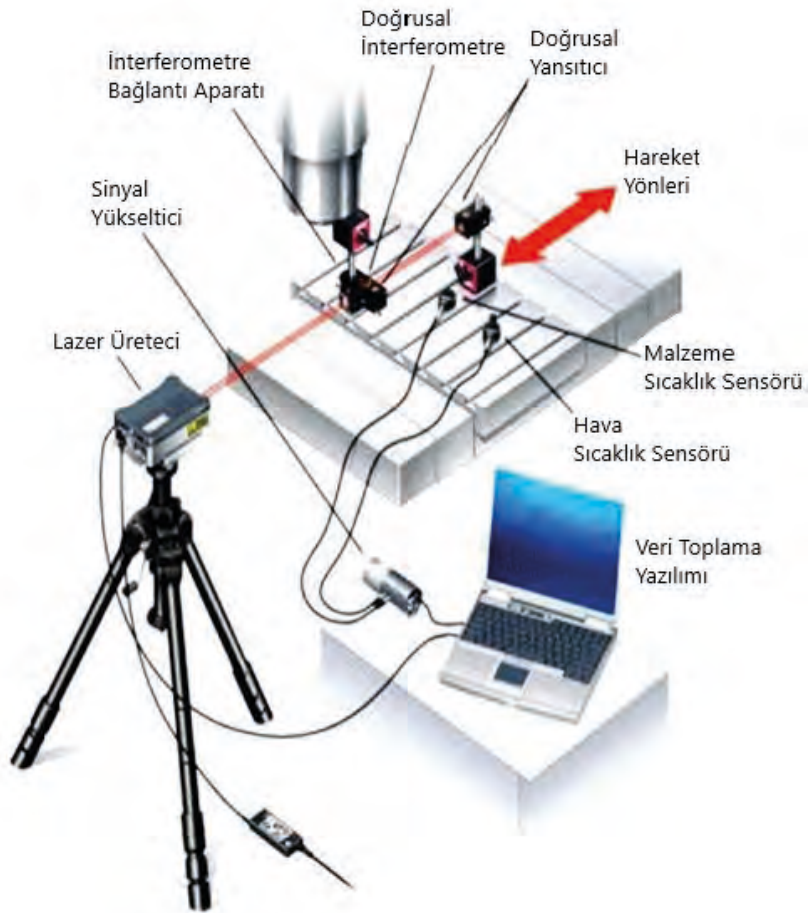
(b) Açısal Fark Ölçüm Uygulaması

Görsel 68: Lazer İnterferometre Çalışma Prensibi

Açı ölçümünün optik yöntemlerle gerçekleştirilmesi için kullanılan lazer interferometre, ışının yansıma prensibi ile çalışır. Işın kaynağı olan lazer ünitesinden çıkan ışın makinenin üzerine bağlanan ve sabit olan doğrusal interferometreden geçer. Makinenin hareketli aksamına (CNC tezgahta tablaya) sabitlenen doğrusal yansıtıcıya gelir ve buradan yansıyan ışın kaynağa geri döner. Ölçüm işlemi, makinenin eksen hareketi boyunca sürekli olarak yapılır ve tüm veriler (hareket, çevresel sıcaklık, makine sıcaklığı) bir bilgisayar yardımı ile toplanır. Toplanan verilerin analizi yapılarak makine üzerinde ölçümü yapılmak istenilen doğrusallık, diklik, döner eksen ve karesellik ölçümleri gerçekleştirilir.



Görsel 69: Lazer İnterferometre Ölçüm Uygulaması



Görsel 70: Lazer İnterferometre Ölçüm Ekipmanları

Optik yöntemle hızlı ve çok hassas açı ölçümü yapılabilir. Ancak, kullanılan ekipman çok hassas ve pahalı olduğundan kullanımı sırasında yüksek dikkat ve uzmanlık gerektirmektedir.

3. ÖĞRENME BİRİMİ ATÖLYE UYGULAMASI	
<b>Çalışma yönergesi ve yapılması istenilen çalışma adımları aşağıda verilmiş olan uygulama, atölyede gerçekleştirilecektir. Çalışmanın değerlendirmesi 100 puan üzerinden yapılacaktır.</b>	
GÖREVLER	YÖNERGE
Atölyede kendiniz ve çevrenizdeki insanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyeye girmeden koruyucu kıyafet ve donanımları giyiniz.</li> <li>Atölyeye girdikten sonra "tehlike yaratacak durum" kontrolü yapınız.</li> </ul>
Ölçüm ve kontrol işlemi yapılacak eğimli yüzeye sahip iş parçasını ve uygun açı ölçme aletini seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyede bulunan iş parçaları içerisinde uygulama yapmak üzere parça seçimi yapınız.</li> <li>Parçanın teknik resmini bulunuz.</li> <li>Parça boyutu ve ölçü hassasiyetine uygun açı ölçüm aletini seçiniz.</li> </ul>
Ölçüm uygulaması yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parçanın üzerinden aldığınız ölçü ile teknik resimde verilen ölçüyü karşılaştırınız.</li> </ul>
Uygulama ardından açı ölçüm aletini yerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Açı ölçüm aleti ve yardımcı elemanların temizliğini yapınız ve kutusuna koyunuz.</li> <li>Açı ölçüm aletini aldığınız yere koyunuz.</li> </ul>

### 3. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRMESİ

UYGULAMA DEĞERLENDİRMESİ	
Uygulama Adı	Puan
<b>UYGULAMA - 1:</b> : 5' Ünlversal Açıölçer Uygulamaları	
<b>UYGULAMA - 2:</b> Silindir Çubuk Master ile Açı Ölçüm Uygulamaları	



### 3. Öğrenme Birimi | Açık Ölçme

<b>UYGULAMA - 3: Sinüs Cetveli ile Açık Ölçüm Uygulamaları</b>	
<b>Atölye Uygulaması</b>	

<b>UYGULAMA CEVAP ANAHTARLARI</b>			
	<b>UYGULAMA - 1</b>	<b>UYGULAMA - 2</b>	<b>UYGULAMA - 3</b>
<b>1</b>	85° 25'	31,89°	h = 34,202mm
<b>2</b>	35° 05'	15,12°	a = 13,68°
<b>3</b>	66° 00'	28,70°	h = 106,066mm
<b>4</b>	32° 30'	41,54°	a = 22,13°
<b>5</b>	-	12,92°	h = 90,631mm
<b>6</b>	-	15,88°	a = 11,08°
<b>7</b>	-	39,07°	h = 105,983mm
<b>8</b>	-	11,55°	a = 7,08°
<b>9</b>	-	17,31°	h = 56,238mm
<b>10</b>	-	18,50°	a = 29,77°



# 4.

# ÖĞRENME BİRİMİ



## YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÖLÇME

### KONULAR

1. Yüzey Profilometresi İle Yüzey Pürüzlülüğünü Ölçme
2. Yüzey Pürüzlülük Masterlarıyla Yüzey Pürüzlülüğünü Ölçme

## YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÖLÇME

<b>BİRİMİN AMACI</b>	Sanayide kullanılan makinelerin birbiri üzerinde çalışan parça yüzeyleri başta olmak üzere, yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi ve kalite kontrol amacıyla kullanılması önem taşımaktadır. Bu sebeple, yüzey pürüzlülük değer türleri bilinmeli ve ölçümlerin hangi metotlarla gerçekleştirilebileceği öğrenilmelidir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yüzey pürüzlülüğünün önemini kavrama</li><li>• Yüzey pürüzlülük değerlerini ve sınıflamasını öğrenme</li><li>• Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ile ölçüm yapma</li><li>• Yüzey pürüzlülük masterları ile parça yüzeyini karşılaştırıp, yüzeylere bakarak ve dokunarak tahminlerde bulunma</li></ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	Sizce bir yüzeyin pürüzlü olup olmamasının önemi nedir? Hangi ekipmanlardan faydalanılabilir.

Hem günlük hayatta kullandığımız eşyalar hem de sanayide kullandığımız makineler ve ürettiğimiz iş parçaları için yüzey pürüzlülük değerleri dikkat edilmesi ve incelenmesi gereken önemli bir kriterdir.

Yüzey pürüzlülüğü, boyut ölçümleri için uygulanan özelliklerden farklı bir uygulama gerektirir. Daha önce öğrendiğimiz boyutsal ölçüm uygulamaları, cisimlerin ve iş parçalarının boyutlarının ölçülmesi ile ilgiliydi ve direkt olarak bir uzunluğun, genişliğin ölçülmesi şeklinde uygulanıyordu.

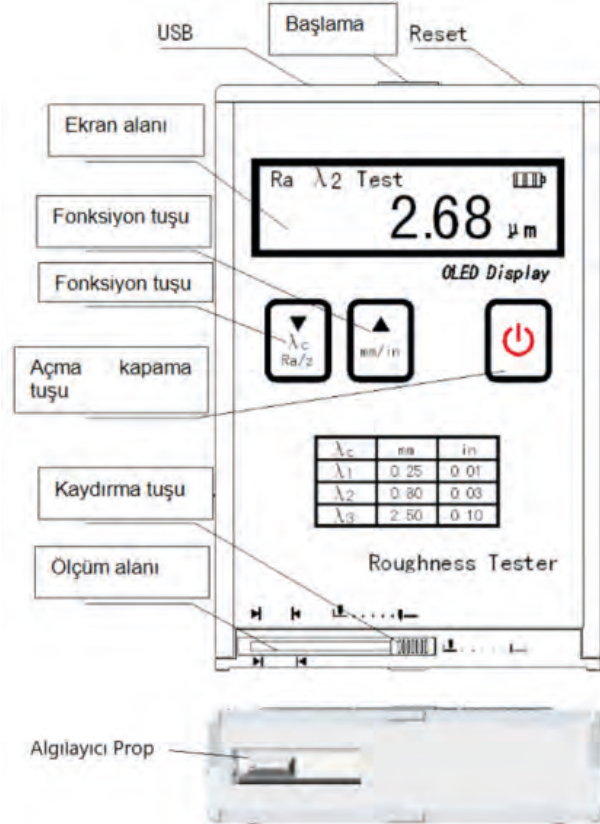
Yüzey pürüzlülüğü ise, gözle belirlenmesi mümkün olmayan ve bir yüzey üzerinde var olan girinti ve çıkıntılar arasındaki yükseklik farkının ölçülmesi şeklinde uygulamaya sahiptir.

### 1. Yüzey Profilometresi İle Yüzey Pürüzlülüğünü Ölçme

Parça yüzeyleri teknik resimlerde ideal bir geometrik yüzey oluşacağı varsayılarak gösterilir. Ancak, çevresel etkiler (titreşim, sıcaklık, nem, vb.) ve tercih edilen imalat yöntemleri nedeniyle, parça yüzeyleri; belirli pürüzlülük ve form toleransları içerisinde üretilebilir. Bu nedenle, yüzey pürüzlülüğü ve form parametrelerinin doğru bir şekilde ölçülmesi gerekir. Günümüzde, yüzey pürüzlülüğü ölçümü için iğne uçlu ve temaslı proplara sahip cihazlar kullanılmaktadır. Yapılan bu ölçümlerin tanımlanması için, ihtiyaç durumuna göre yüzey pürüzlülük değer tipleri tanımlanır. Bu değer tiplerinin tanımlanması EN ISO 4287 standardına göre gerçekleştirilir.

## 1.1. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı Çalışma Prensibi

Yüzey pürüzlülüğünü algılayacak olan iğne şeklindeki prop, ölçüm cihazının mekanizması tarafından, seçilen uzunluk boyunca ileri-geri hareket eder. Hareket sırasında algılayıcı prop, parça yüzeyindeki mikron seviyesindeki girinti çıkıntılar üzerinden aldığı ölçüleri işlem kartına iletir ve burada elektrik sinyallerine çevrilir. Bu sinyaller büyütülür, filtre edilir ve dijital sinyallere dönüştürülür. Sinyaller işlenerek Ra ve Rz değerlerine çevrilir, daha sonra cihaz ekranında ya da cihazın yönetildiği bilgisayar programı yardımıyla bilgisayar ekranında gösterilir.



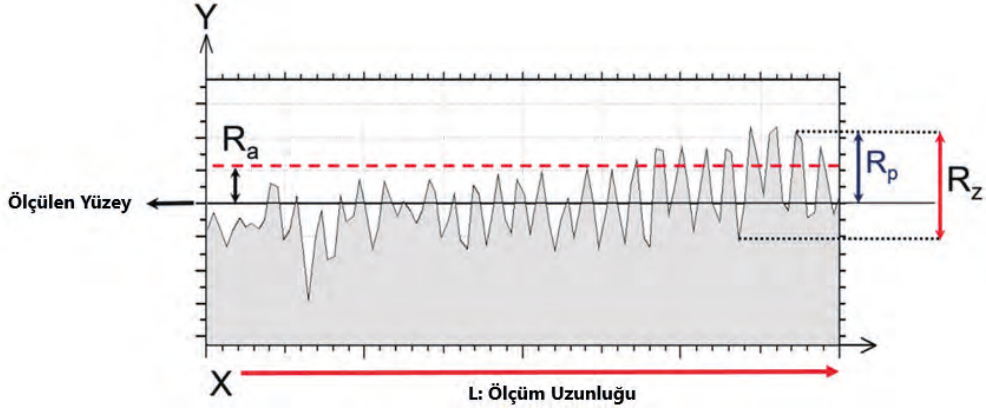
Görsel 71: Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı Kısımları

Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazları, taşınabilir ve masaüstü kullanıma uygun olarak farklı özellik ve yapıda üretilmektedir.



Görsel 72: Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı Tipleri

## 1.2. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Değerleri ve Anlamları



Görsel 73: Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Değerleri

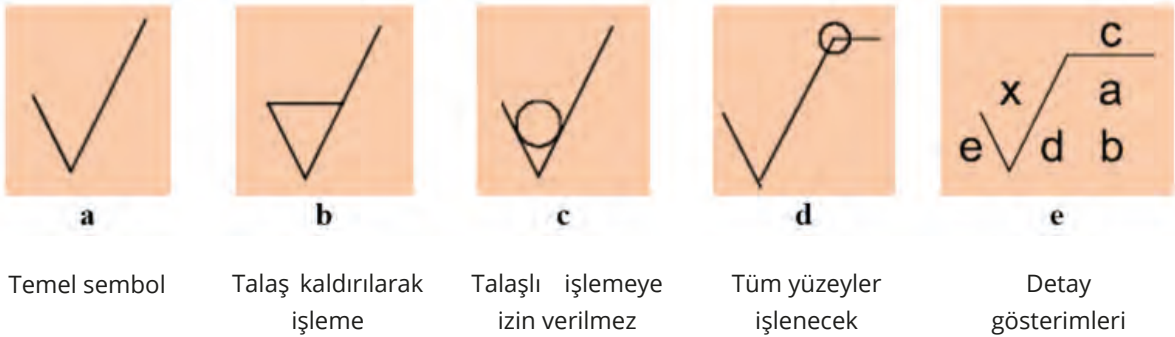
**Ra (Pürüzlülük değeri aritmetik ortalaması):** Yüzey pürüzlülük ölçüm işlemi sırasında, yapılan ölçüm değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Bu değer, yapılan tüm ölçümlerin ortalaması alınarak bulunur.

**Rp (Perdahlama Derinliği):** Parça referans yüzeyinden en büyük sapma mesafesidir.

**Rz (Maksimum pürüzlülük derinliği):** Parça yüzeyindeki en büyük çukur ve en büyük yükseklik arasındaki farktır.

## 1.3. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Değerlerinin Teknik Resimde Gösterilmesi

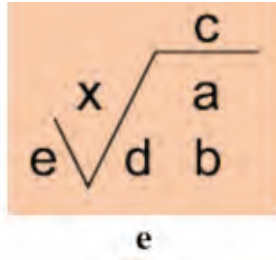
Yüzey pürüzlülük değeri teknik resim üzerinde, işleme yöntemi, izin verilen yüzey pürüzlülük değeri ve diğer tüm yüzey işlemleri ile birlikte gösterilir. Bu gösterimler EN ISO 1302 standardında yapılan tanımlamalar doğrultusunda gerçekleştirilir.



Görsel 74: Temel Yüzey Pürüzlülük İşaretleri

"Görsel 74-e Detay gösterimleri" kısmında verilen harflerin açıklamaları aşağıdaki gibidir.





- a: Yüzey kaplama işlemi yapılacak
- b: İlave yüzey işlemi yapılacak
- c: Farklı üretim prosesi uygulanacak (örn.: taşlama, krom kaplama)
- d: İşleme izleri
- e: Parça üzerinde bulunan işleme payı (mm)
- x: Alan kısıtlıysa basitleştirilmiş R değeri gösterimi

Yüzey pürüzlülük değerleri, işleme türüne bağlı olarak değişmekte olup, genel uygulamada aşağıdaki görselde verildiği gibi kabul edilebilir. Siyah renkle verilmiş olanlar ana değerler, gri renk ile verilenler ise istisnai uygulamalar için kullanılır.

İMALAT YÖNTEMLERİ	Ra Pürüzlülük Değerleri (µm)													
	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,01	0,001
<b>İŞLENMEMİŞ YÜZEYLER</b>														
Kum dökümü														
Kaynak														
Dövme														
Kokil döküm														
Kuyumcu dökümü														
Kalıpta döküm														
Haddeleme														
Ekstrüzyon														
<b>İŞLENMİŞ YÜZEYLER</b>														
Alev ve testere ile kesme														
El ile taşlama														
Eğeleme														
Planyalama														
Kaba tornalama														
Kaba frezeleme														

## 4. Öğrenme Birimi | Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme

Kaba taşlama																				
Zimba ile delme																				
Matkapla delme																				
İnce tornalama/ frezeleme																				
Broşlama																				
Alın düzlem taşlama																				
Raybalama																				
Silindirik taşlama																				
Parlatma																				
Elmas kalemle tornalama																				
Honlama																				
Deri ile parlatma																				
Lepleme																				
Çok hassas parlatma																				
	Genellikle uygulanan değer																			
	Özel durumlarda uygulanan değer																			

Görsel 75: İşlem Türüne Göre Ortalama Yüzey Pürüzlülük Değeri (Ra)

## 2. Yüzey Pürüzlülük Mastarlarıyla Yüzey Pürüzlülüğünü Ölçme

Yüzey pürüzlülük mastarları, iş parçalarının üst yüzey kalitesini görsel olarak ve dokunarak eşleştirme yöntemi ile kullanılır. Temel amacı, kalite kontrol işlemi öncesinde bozuk yüzeyli parçalar olup olmadığını gözlemlemektir. Bu mastarlar çoğunlukla aşınmaya dayanıklı olması için paslanmaz çelikten üretilir.

Üretim yöntemlerine göre aşağıdaki yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması bu mastarlar ile yapılabilir.

İşleme Tipleri	Karşılaştırma Mastarı Ra Değerler Aralığı
Leplenmiş yüzey	0,05 - 0,2
Raybalanmış yüzey	0,4 - 1,6
Taşlanmış yüzey	0,05 - 1,6
Frezelenmiş yüzey	0,4 - 12,5
Boyuna tornalanmış yüzey	0,4 - 12,5



Görsel 76: Yüzey Pürüzlülük Masterı Örneği

4. ÖĞRENME BİRİMİ ATÖLYE UYGULAMASI	
GÖREVLER	YÖNERGE
Atölyede kendiniz ve çevrenizdeki insanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyeye girmeden koruyucu kıyafet ve donanımları giyiniz.</li> <li>Atölyeye girdikten sonra "tehlike yaratacak durum" kontrolü yapınız.</li> </ul>

#### 4. Öğrenme Birimi | Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme

Ölçüm ve kontrol işlemi yapılacak iş parçası çeşitlerini ve uygun yüzey pürüzlülük ölçme aletini veya karşılaştırma mas-tarını seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Atölyede bulunan iş parçaları içe-risinden uygulama yapmak üzere parçalarının seçimi yapınız.</li><li>• Parçaların teknik resmini bulunuz.</li><li>• Parça yüzey pürüzlülüğünü ölçme-ye uygun olan aleti seçiniz.</li></ul>
Ölçüm uygulamasını öğretmen gözeti-minde yapınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Parçanın üzerinde yaptığını pürüz-lülük ölçümü ile teknik resimde ve-rilen değeri karşılaştırınız.</li></ul>
Uygulama ardından alınan iş parçalarını ve ölçü aletini yerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ölçüm aleti ve yardımcı elemanla-rın temizliğini yapınız ve kutusuna koyunuz.</li><li>• Ölçüm aletini aldığınız yere koyu-nuz.</li></ul>

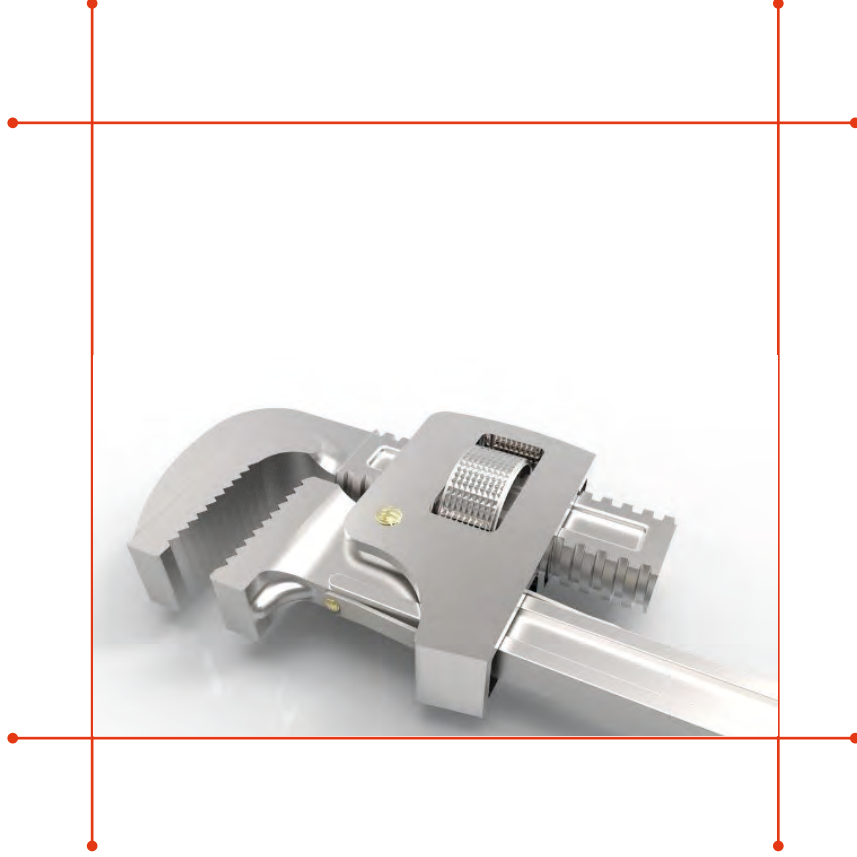
#### 4. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRMESİ

UYGULAMA DEĞERLENDİRMESİ	
Uygulama Adı	Puan
Atölye Uygulaması	



# 5.

## ÖĞRENME BİRİMİ



### VİDALARI ÖLÇME

#### KONULAR

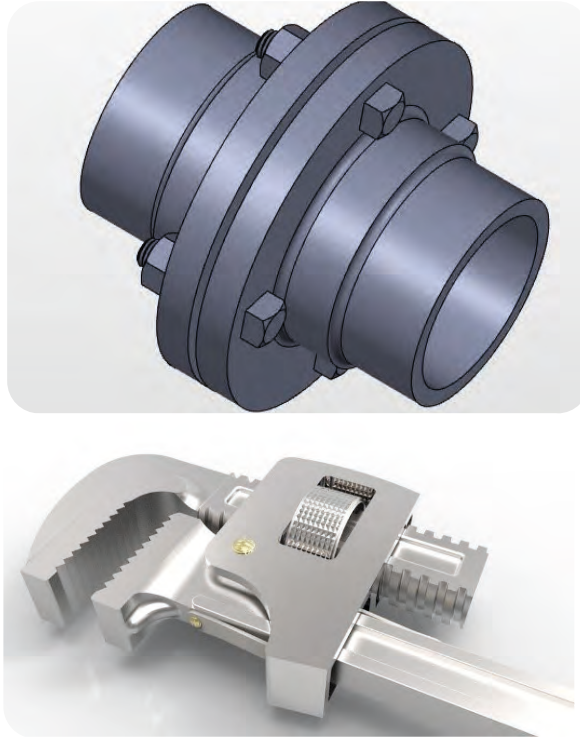
1. Vida Türlerinin Belirlenmesi
2. Vida Ölçümlerinin Yapılması



## VİDALARI ÖLÇME

<b>BİRİMİN AMACI</b>	Endüstride kullanılan vida standartlarını ve ölçü sistemleri öğrenilecektir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vidanın türünü belirleme</li><li>• Vidanın ölçü standardını belirleme</li><li>• Vidanın dış üstü, dış dibi ve adım ölçülerini gerçekleştirme</li></ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	Sizce vidaların kullanım amacı nedir? Vidaların şekilleri ve ölçülerindeki farklılığın sebebi ne olabilir?

Vidalar sökülebilir bağlantı elemanları ve hareket aktarım elemanı olmak üzere 2 ana amaçla kullanılırlar. Amaçlara bağlı olarak da 6 temel sınıfa ayrılmaktadırlar.



Görsel 77: Vidaların Kullanım Amaçları

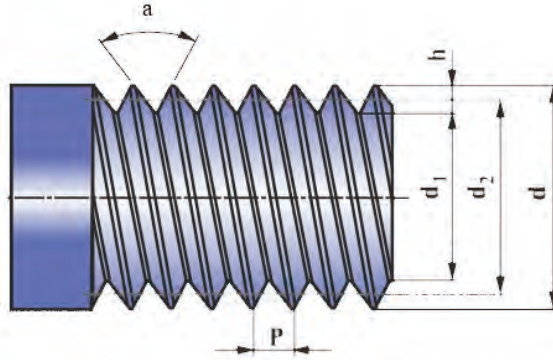
### 1. Vida Türlerinin Belirlenmesi

Vidaların biçim ve boyutları bakımından standartları, metrik ölçü sistemi için TS 61-11'de, İngiliz (inç) ölçü sistemi için ise TS ISO 263'te tanımlanmıştır. Vidalar temel olarak, açıldığı yüzeylere, dış profiline, ölçü sistemine, kullanım yerlerine, ağız sayısına ve dönme yönüne göre sınıflandırılır.

Açıldığı Yüzey Türü	Diş Profili	Ölçü Sistemi	Kullanım Yeri	Ağız Sayısı	Dönme Sayısı
Silindirik	Üçgen	Metrik	Bağlantı	Tek ağızlı	Sağ vida
Konik	Kare	İnç (Whitworth)	Hareket	Çok ağızlı	Sol vida
	Trapez				
	Testere Dişi				
	Yuvarlak				

Görsel 78: Vidaların Sınıflandırılması

Hatasız bir vida bağlantısı, vida ve somun dişleri arasında, ölçülerin standart bir şekilde üretilmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu uyumun sağlanabilmesi için, vidaların ölçümünde ve üretiminde ölçü sistemi veya profili fark etmeksizin 5 temel ölçüye dikkat edilmelidir. Bu ölçüler ilgili standartlara göre oluşturulmuş olan tablolar ile tanımlanmıştır.



Görsel 79: Vidalar İçin Standart Ölçüler

### Standart Olarak Kullanılan Vida Ölçüleri ve Hesaplama Yöntemi

Vidalar için temel ölçüler, aşağıda verilen temel formüller ile hesaplanmaktadır. Ayrıca, bağlantı elemanı olarak sıklıkla kullanılan civatalar için ölçü tablosuna aşağıda yer verilmiştir.

## 5. Öğrenme Birimi | Vidaları Ölçme

### Metrik Vidalar (mm)

Metrik Vidalar için Ölçü Hesaplaması		
<b>d</b>	Diş üstü çapı	Referans ölçüdür
<b>a</b>	Diş (yanak) açısı	60°
<b>P</b>	Adım	Vidanın 1 turda aldığı yol
<b>d1</b>	Diş dibi (çekirdek) çapı	$d1 = d - 1,2269 \times P$
<b>d2</b>	Bölüm dairesi çapı	$d2 = d - 0,6492 \times P$

Görsel 80: Metrik Vida Hesaplama Formülleri

Anma Ölçüsü (mm)	Diş Üstü Çapı d	Diş Dibi Çapı d1	Adım (Hatve)	Matkap Çapı
M4	4	3,09	0,7	3,3
M5	5	3,96	0,8	4,2
M6	6	4,70	1	5
M8	8	6,375	1,25	6,8
M10	10	8,052	1,5	8,5
M12	12	9,725	1,75	10,2
M14	14	11,402	2	12
M16	16	13,402	2,5	14
M18	18	14,752	2,5	15,5
M20	20	16,752	2,5	17,5
M22	22	18,752	2,5	19,5
M24	24	20,102	3	21

Görsel 81: Standart Metrik Vida Ölçü Tablosu

### Whitworth (inç) Vidalar

İnç (Whitworth) Vidalar için Ölçü Hesaplaması		
<b>d</b>	Diş üstü çapı	Referans ölçüdür
<b>a</b>	Diş (yanak) açısı	55°
<b>z</b>	Diş sayısı	1" mesafedeki diş sayısı
<b>P</b>	Adım	$25,4 / z$
<b>h</b>	Diş derinliği	$0,640 \times P$
<b>d1</b>	Diş dibi (çekirdek) çapı	$d-2h$
<b>d2</b>	Bölüm dairesi çapı	$d2 = d - 0,640 \times P$

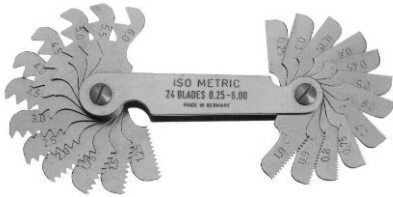
Görsel 82: Whitworth Vida Hesaplama Formülleri

Anma Ölçüsü (inç)	Dış Üstü Çapı d (mm)	Dış Dibi Çapı d1 (mm)	Adım (Hatve) (mm)	1" Uzunluktaki Dış Sayısı	Matkap Çapı (mm)
1/16	1,587	1,045	0,423	60	1,2
3/32	2,381	1,703	0,529	48	1,9
1/8	3,175	2,362	0,635	40	2,5
5/32	3,969	2,952	0,793	32	3,2
3/16	4,762	3,407	1,058	24	3,6
7/32	5,556	4,201	1,058	24	4,5
1/4	6,350	4,724	1,270	20	5,1
5/16	7,938	6,131	1,411	18	6,5
3/8	9,515	7,492	1,588	16	7,9
7/16	11,113	8,789	1,814	14	9,2
1/2	12,700	9,990	2,117	12	10,5
5/8	15,876	12,916	2,309	11	13,5
3/4	19,051	15,798	2,540	10	16,5
7/8	22,226	18,611	2,822	9	19,25
1	25,401	21,335	3,175	8	22
1 1/8	28,576	23,929	3,629	7	24,5
1 1/4	31,751	27,104	3,629	7	27,5
1 1/8	34,926	29,505	4,233	6	30,5
1 1/2	38,101	32,680	4,233	6	33,5

Görsel 83: Standart Whitwoth Vida Ölçü Tablosu

## 2. Vida Ölçümlerinin Yapılması

Vidaların ölçülmesi ve kontrol edilmesinde, vida kontrol mastarları, vida hatve tarağı, kumpas, vida mikrometresi olmak üzere 4 ölçme ve kontrol aleti kullanılır.



Vida Hatve (Adım) Tarağı



Kumpas

## 5. Öğrenme Birimi | Vidaları Ölçme



Vida Kontrol Mastarı

Vida Mikrometresi

Görsel 84: Vida Ölçüm ve Kontrol Aletleri

### Vida Ölçümü İşlem Adımları

#### a) Vida Hatve Tarağı ile Vida Adımının Belirlenmesi (P)

Vida hatve tarağı ile hem vidanın ölçü sistemine göre metrik mi yoksa inç sistemde mi olduğu, hem de vidanın adım ölçüsü (1 turda alacağı mesafe) belirlenir. Vidalar standartlara göre üretilmiş olabileceği gibi, özel amaç ve ihtiyaçlar için farklı çaplarda ve farklı adımlarda da üretilebilir. Bu sebeple, adım ölçümü vidalar için önemli bir kriterdir.

Vida hatve tarağı, ölçüm yapılacak olan parçanın vida dişleri üzerine oturtulduğunda, vida tarağı ile parça üzerindeki vida dişleri arasında boşluk yoksa, doğru vida adımı tespit edilmiş olur.



M10 civata  
Standartlara uygun



Ø25x2 özel makine  
parçası



Ø8x2 özel makine  
parçası

Görsel 85: Vida Tarağı ile Vida Adımının Ölçülmesi

#### b) Kumpas ile Diş Üstü Çapının Ölçülmesi (d)

Ölçümü yapılacak olan vidanın diş üstü çapının ölçümü kumpas ya da standart bir mikrometre ile yapılır. Yapılan ölçümün sonucu, standart vida tablosu ile karşılaşt-



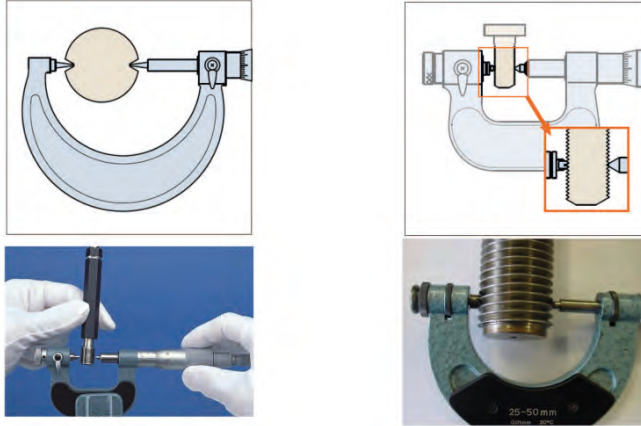
tırılıp, vida adımı tahmini yapılabilir. Diş üstü çapı ölçümü ve vida adımı ölçümünün ardından, bölüm dairesi çapı ve diş dibi çapı hesaplanabilir. Hesaplanan değer ile yapılacak olan ölçüm değerleri karşılaştırılarak doğruluk teyidi yapılır.



Görsel 86: Diş Üstü Çapının Ölçülmesi

### c) Mikrometre ile Diş Dibi Çapının (d1) ve Bölüm Dairesi Çapının (d2) Ölçülmesi

Vidaların diş dibi ve bölüm dairesi ölçümleri, özel amaçlı mikrometreler ile gerçekleştirilir. Diş dibi çapının ölçümü iğne uçlu mikrometre, bölüm dairesinin ölçümü ise vida mikrometresi ile ölçülür. Yapılan ölçümler ile formüller üzerinden yapılacak hesaplamalar karşılaştırılarak ölçüm doğruluğu teyit edilir.



İğne uçlu mikrometre ile diş dibi çapı ölçümü

Vida mikrometresi ile bölüm dairesi çapı ölçümü

Görsel 87: Diş Dibi ve Bölüm Dairesi Çaplarının Ölçülmesi

### d) Vida Mastarı ile Doğruluk Kontrolü

Vida mastarı ile vidaların doğruluk ve boşluk kontrolü yapılır. Bu işlem genellikle kalite kontrol ve vida/somun alıştırma işlemleri için standart ölçülerdeki vidalara uygulanır. Uygulaması, diş vidanın somun şeklindeki vida mastarına ya da iç vidanın iki ucu vida şeklinde olan vida mastarına takılması şeklindedir.

## 5. Öğrenme Birimi | Vidaları Ölçme



Görsel 88: Vida Masterları

UYGULAMA YAPRAĞI	
Vida Hesaplamaları	
YÖNERGE	
<p>Aşağıda, metrik ve whitworth vidalar ile ilgili olarak 10 farklı uygulama verilmiştir. Sizden hesapladığınız değeri verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.</li><li>• Görsellerde bulunan değerleri kullanarak istenilen ölçü hesaplamalarını yapınız, grup arkadaşınızın hesapladığı değer ile karşılaştırınız.</li><li>• Aşağıda yer alan, her bir uygulama 10 puan değerindedir.</li><li>• Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar, öğretmeniniz tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.</li></ul>	
Metrik Vidalar	Whitworth Vidalar
1	1
d: 10 P: 2	d: 1/8 P: 0,635
<b>d1:</b> <b>d2:</b>	<b>d1:</b> <b>d2:</b> <b>z:</b>
2	2
d: 16 P: 3	d: 5/16 P: 1,411
<b>d1:</b> <b>d2:</b>	<b>d1:</b> <b>d2:</b> <b>z:</b>

<b>3</b>	<b>3</b>
d: 30 P: 3	d: 1/2 P: 2,117
<b>d1:</b> <b>d2:</b>	<b>d1:</b> <b>d2:</b> <b>z:</b>
<b>4</b>	<b>4</b>
d: 56 P: 4,5	d: 1 1/8 P: 3,629
<b>d1:</b> <b>d2:</b>	<b>d1:</b> <b>d2:</b> <b>z:</b>
<b>5</b>	<b>5</b>
d: 20 P: 1,5	d: 3/8 P: 1,588
<b>d1:</b> <b>d2:</b>	<b>d1:</b> <b>d2:</b> <b>z:</b>

### 5. ÖĞRENME BİRİMİ ATÖLYE UYGULAMASI

GÖREVLER	YÖNERGE
Atölyede kendiniz ve çevrenizdeki insanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyeye girmeden koruyucu kıyafet ve donanımları giyiniz.</li> <li>Atölyeye girdikten sonra "tehlike yaratacak durum" kontrolü yapınız.</li> </ul>
Ölçüm ve kontrol işlemi yapılacak iş parçasını ve kumpası seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyede bulunan cıvatalar ve üzerinde vida dişi bulunan iş parçaları içerisinde uygulama yapmak üzere parça seçimi yapınız.</li> <li>Parçanın teknik resmini bulunuz.</li> <li>Parça boyutu ve ölçü hassasiyetine uygun ve ihtiyaç duyacağınız ölçü aletlerinin seçimini yapınız.</li> </ul>

## 5. Öğrenme Birimi | Vidaları Ölçme

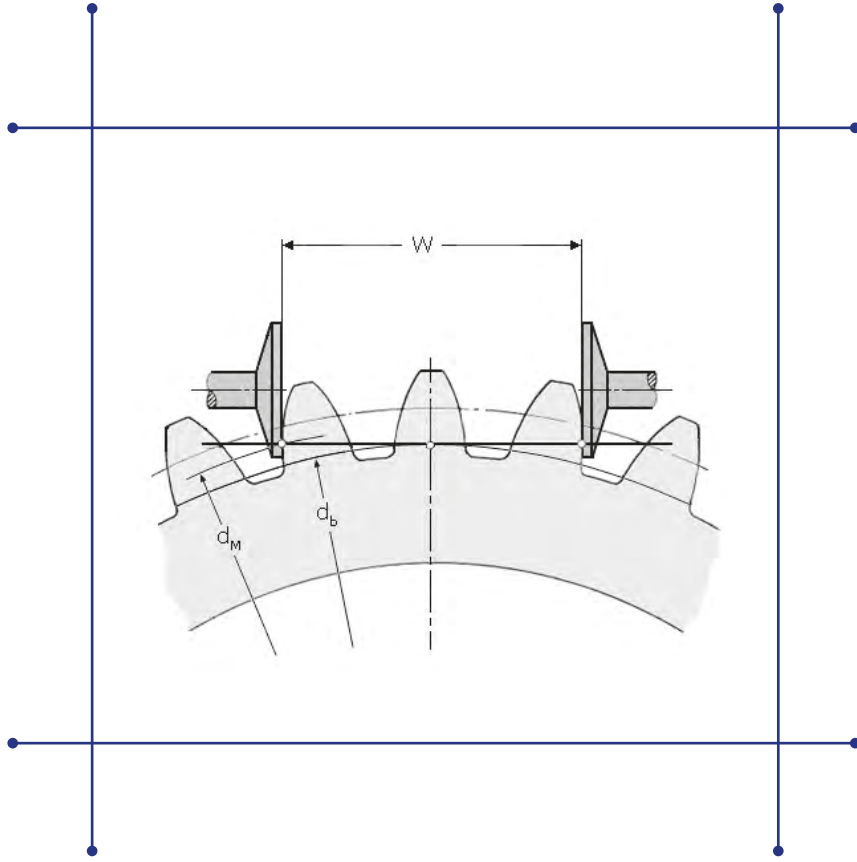
Ölçüm uygulaması yapınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>Parçanın üzerinden aldığınız ölçü ile teknik resimde verilen ölçüyü karşılaştırınız.</li></ul>
Uygulama ardından kumpası yerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>Ölçü aletlerinin temizliğini yapınız ve kutusuna koyunuz.</li><li>Ölçü aletlerini aldığınız yere koyunuz.</li></ul>

### 5. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRMESİ

UYGULAMA DEĞERLENDİRMESİ	
Uygulama Adı	Puan
UYGULAMA - 1: Vida Hesaplamaları	
Atölye Uygulaması	

UYGULAMA CEVAP ANAHTARLARI		
	Metrik Vidalar	Whitworth Vidalar
1	d1: 7,55 d2: 8,70	d1: 2,36 d2: 2,77 z: 40
2	d1: 12,32 d2: 14,05	d1: 6,13 d2: 7,03 z: 18
3	d1: 26,32 d2: 28,05	d1: 9,99 d2: 11,35 z: 12
4	d1: 50,48 d2: 53,08	d1: 7,49 d2: 8,51 z: 16
5	d1: 18,16 d2: 19,03	d1: 7,49 d2: 8,51 z: 16

# 6. ÖĞRENME BİRİMİ



## DIŞLİ ÇARKLARI ÖLÇME

### KONULAR

1. Dişli Çarkların Ölçülmesi



## DİŞLİ ÇARKLARI ÖLÇME

<b>BİRİMİN AMACI</b>	Sanayinin her alanında kullanılan dişli çarkların temel ölçülerinin geleneksel ölçü aletleri ile ölçülmesi öğrenilecektir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diş büyüklüğüne göre, dişli çarkın modülünü tahmin etme</li> <li>• Modül kumpası ile diş genişliği ve diş yüksekliğini ölçme</li> <li>• Modül mikrometresi ile diş genişliğini ölçme</li> </ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	Sizce dişli çarkların kullanım amacı nedir? Üretimi nasıl gerçekleştiriliyor olabilir?

### 1. Dişli Çarkların Ölçülmesi

Dişli çarklar iki bin yıldan daha fazla süredir kullanılan makine elemanlarıdır. Eski çağ ve orta çağda su çekme, yük kaldırma, değirmen taşını döndürme gibi işlevlerde kullanılan dişli çarklar, sanayide yaşanan hızlı ve teknolojik gelişmeler sayesinde, hemen her makinede kullanılan hareket ve güç aktarım elemanı olmuştur. Dişli çarklar, makine ve mekanizmalarda en az 2 dişliden oluşan gruplar olarak çalışır.

Grup halinde çalıştıklarından ölçü hassasiyeti dişli çarklar için çok önemlidir. Dişli grubu içerisindeki dişlilerin ölçü hassasiyetleri birbirine uygun olmazsa, makinenin titreşimli ve gürültülü çalışmasına ve makinenin kolayca bozulmasına sebep olur. Dişli çarklar temel olarak 3 ana grupta sınıflandırılır.

#### Paralel Eksenli Olanlar

Düz Dişli

İç Dişli

Kremayer Dişli

Helisel Dişli

Ok Dişli

#### Mil Eksenleri Kesişenler

Düz Kronik Dişli

Helisel Konik Dişli

Eğrisel Konik (Hipoid) Dişli

**Mil Eksenleri Birbirine  
Çapraz Olanlar**

Spiral Dişli

Sonsuz Vida Dişlisi

Görsel 89: Dişli Çarkların Sınıflandırılması

Dişli çarkların hassas şekilde üretimi ve ölçülmesi için, günümüzde özel amaçlı makine ekipmanları kullanılmaktadır. Bunlar ile birlikte hızlı ölçüm ve modül tahmini gibi ön çalışmalar için özel tasarlanmış kumpas ve mikrometrelerin de kullanımına devam edilmektedir. Dişli çarkların hassas şekilde üretimi ve ölçülmesi için, günümüzde özel amaçlı makine ekipmanları kullanılmaktadır. Bunlar ile birlikte hızlı ölçüm ve modül tahmini gibi ön çalışmalar için özel tasarlanmış kumpas ve mikrometrelerin de kullanımına devam edilmektedir.



CNC Dişli İmalat (Dişli Azdırma) Makinesi



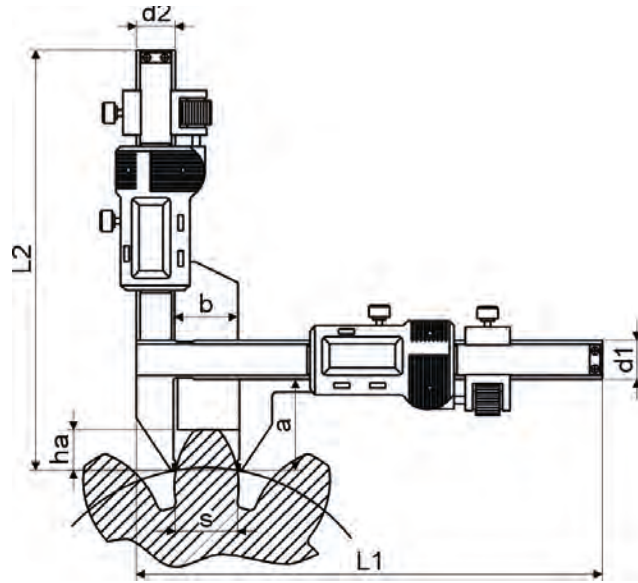
Optik Dişli Ölçüm Makinesi

Görsel 90: Dişli Çark Üretim ve Ölçme Makineleri

### 1.1. Modül Kumpası ile Dişli Çark Ölçme

Modül kumpasları, dişli çarkların diş genişliği ve diş üstü yüksekliğinin ölçülmesinde ve kontrolünde kullanılmaktadır. Modül kumpaslarında birbirine "dik şekilde" iki tane verniyerli cetvel vardır. Birinci cetvel üzerinde, diş üstü yüksekliğini ayarlamak için verniyer bölüntülü sürgü, ikinci cetvel üzerinde ise diş genişliğini ölçmeye yarayan verniyer bölüntülü sürgü vardır. Modül kumpaslarının ölçme hassasiyeti 1/50 (0,02) mm'dir. Bu kumpasların ölçüm ağızları, yüzeylere sürtünerek çalıştığından çok çabuk aşınır. Bu sebeple kullanımında sık aralıklarla kalibrasyon ölçümünün yapılması gerekir.

Yapılan ölçümler sonrası, dişli çark hesaplama formülleri kullanılarak, dişli modülü ve gerekli diğer ölçüler hesaplanır.



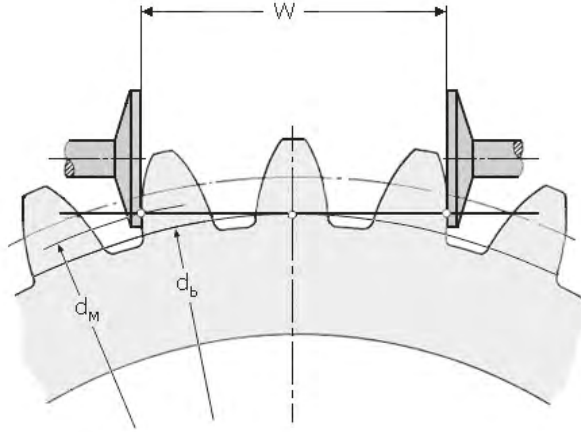
Görsel 91: Modül Kumpası ile Dişli Ölçme

#### Ölçüm Uygulaması

Modül kumpası ile; kavrama, hatve hatası, diş kalınlığı ve diş üstü yüksekliği ölçülebilir. Diş kalınlığı, bir tek dişin sağ ve sol yanakları arasında bölüm dairesi üzerindeki kirişsel açıklıktır (S).

- Öncelikle, diş başı yüksekliği tahmini olarak kumpasın dikey verniyeri (L2) üzerinde ayarlanır.
- Dikey verniyeri ayarlanan kumpas dişli çark üzerine yerleştirilir.
- Daha sonra yatay ekseninde diş kalınlığı ölçülür.
- Ölçülen diş kalınlığı, varsa dişli tablosu üzerinden, yoksa gerekli hesaplamalar yapılarak kontrol edilir.

## 1.2. Modül Mikrometresi ile Dişli Çark Ölçme



Görsel 92: Modül Kumpası ile Dişli Ölçme

Modül mikrometresi ile birden fazla diş ve boşluğunu kapsayan iki paralel yüzey arasındaki açıklık ( $W$ ) ölçülebilir. Bu ölçü ile dişlinin hatve hataları ve profil hataları tespit edilir. İmalat esnasında yapılan birkaç ölçümle dişlinin tespit edilen toleranslar içinde olup olmadığı kontrol edilebilir.

6. ÖĞRENME BİRİMİ ATÖLYE UYGULAMASI	
GÖREVLER	YÖNERGE
Atölyede kendiniz ve çevrenizdeki insanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyeye girmeden koruyucu kıyafet ve donanımları giyiniz.</li> <li>Atölyeye girdikten sonra "tehlike yaratacak durum" kontrolü yapınız.</li> </ul>
Ölçüm ve kontrol işlemi yapılacak dişli çarkı ve ölçü aletini seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyede bulunan dişli çarklar içerisinde uygulama yapmak üzere parça seçimi yapınız.</li> <li>Dişli çarkın teknik resmini bulunuz.</li> <li>Gerekli ölçü aletlerinin seçimi yapınız.</li> </ul>
Ölçüm uygulaması yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dişli çark üzerinden aldığınız ölçü ile teknik resimde verilen ölçüyü karşılaştırınız.</li> </ul>

## 6. Öğrenme Birimi | Dişli Çarkları Ölçme

Uygulama ardından ölçü aletini yerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ölçü aletlerinin temizliğini yapınız ve kutusuna koyunuz.</li><li>• Ölçü aletlerini aldığınız yere koyunuz.</li></ul>
---	---

### 6. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRMESİ

UYGULAMA DEĞERLENDİRMESİ	
Uygulama Adı	Puan
Atölye Uygulaması	





# 7. ÖĞRENME BİRİMİ



## MASTARLAR VE OPTİK CAMLARLA YÜZEY KONTROLÜ YAPMA

### KONULAR

1. Master Türleri Ve Master Seçimi
2. Masterlarla Ölçüm Yapma

## MASTARLAR VE OPTİK CAMLARLA YÜZEY KONTROLÜ YAPMA

<b>BİRİMİN AMACI</b>	Bu birimin amacı, makine başında yapılan üretimde ölçü tolerans doğruluğu ve üretim sonrası yapılan kalite kontrol ölçümleri sırasında, parçaların teknik resme uygunluğunun kontrolü için kullanılan masterların, kullanım amaçlarının ve kullanım şekillerinin öğrenilmesidir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İhtiyaca uygun mastarı seçme</li> <li>• Masterları birleştirerek kullanma</li> <li>• Masterları iş parçasına yerleştirme</li> <li>• Masterlar ile kontrol işlemleri yapma</li> </ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	Sizce endüstride ölçü hassasiyeti neden önemlidir?

### 1. Master Türleri Ve Master Seçimi

Masterlar, makine parçalarının toleranslara uygunluğunun kontrolünde kullanılır. Masterların bazıları tek başına, bazıları da diğer ölçme ve kontrol aletleri ile birlikte kullanılır. Masterlar, ölçü aralıkları ve toleransları sabit kontrol aletleridir. Bu özellikleri nedeniyle, seri imalatta sık olarak kullanılırlar. Masterlar ile ölçüm yapabilmek için, kontrol edilecek parçanın geometrik şekli, ölçüsü, toleransı, malzemesi (kısaca imalat teknik resmindeki tüm detaylar) bilinmelidir.



Görsel 93: Sık Kullanılan Kontrol Masterları

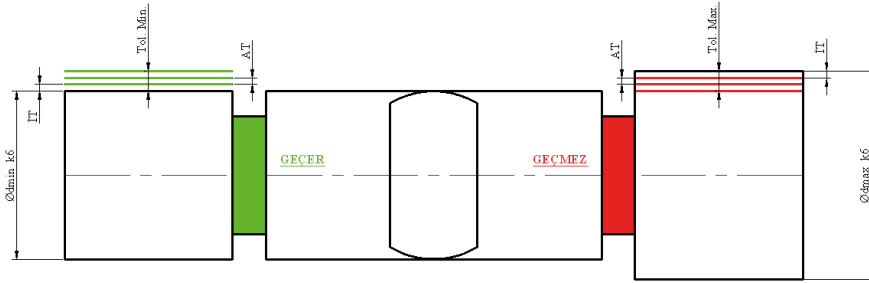
## Mastar Çeşitleri

- Tampon Mastar
- Vida Mastarı
- Çatal Mastar
- Johson Mastar
- Prizmatik Mastar
- Silindirik Mastar
- Vida Kalem Mastarı
- Profil Mastarı
- Konik Mastar
- Kalınlık Mastarı

### 1.1. Tampon Mastar

Bu mastarlarla, deliklerin imalat teknik resminde verilen toleranslar içerisinde yapılıp yapılmadığı kontrol edilir. Tampon mastarlar, çelik ya da çelik döküm malzemedен üretilir. Ölçüm yüzeyleri önce sertleştirilir, ardından da ölçü hassasiyetine göre taşlanırlar. Çeşitli çap ve boylarda ihtiyaç duyulan ve uluslararası standartlarla belirlenmiş olan ölçü aralığında yapılırlar. Mastarın bir tarafı "geçer", diğer tarafı ise "geçmez" ölçüdedir.

Görsel 94'te tampon mastarın şematik gösterimi, Görsel 95'te ise fiziki görünümü gösterilmektedir.



Görsel 94: Tampon Mastar Şematik Gösterimi



Görsel 95:  $\varnothing 10$  H7 Toleransı için Tampon Mastar

## 1.2. Vida Mastarı

İç ve dış vidalar için standartlara uygun olarak üretilir ve vidaların hassas olarak kontrollerinde kullanılırlar. Hem metrik hem de inç ölçü sistemleri için standart olarak piyasada bulunabilirler.

Dış vida mastarı, dış vidaların uygunluğunun kontrolünde kullanılır. Masterların kontrol amacıyla kullanılan yüzeyleri sertleştirilip taşlanmıştır. Masterın üzerinde çapı, adımı ve toleransı belirtilir. Master, açılan vidaya uyarsa parça uygundur. Master vidaya uyum sağlamaz ve geçmezse hatalı imal edilmiş demektir.

İç vida mastarı, iç vidaların uygunluğunun kontrolünde kullanılırlar. Tampon masterlar gibi iki uçludur.



Görsel 96: Dış ve İç Vida Masterları

## 1.3. Çatal Master

Silindirik iş parçalarının, dış çap ölçü toleransının kontrolünde kullanılır. İki tarafı yarım ay formunda çelik dökümden yapılmış, her iki tarafındaki çene ağızları çok hassas ve ölçü tamlığında işlenmiştir. Ölçüm ağızları ısıl işlem ile sertleştirilmiştir. Çatal masterların orta kısmına esas ölçüsü yazılır. Büyük tarafı (+) "geçer", küçük tarafı (-) "geçmez" taraftır.



Görsel 97: Çatal Master Çeşitleri

Gövde üzerinde ana ölçü (örn.: 38) ve yanında geçme tolerans türü (b8) yazılır. Tolerans değerleri ise her uçta ve mikrometre cinsinden yazılıdır. Örneğin Ø38 b8 toleransı için geçer taraf ölçüsü 37,830; geçmez tarafın ölçüsü ise 37,791 olur. 100 mm'ye kadar olanlar çift taraflı, daha büyük olanlar ise tek taraflı olarak imal edilirler. Bu tür masterların geçer/geçmez kısımları aynı bölgededir. Öndeki uç geçer, arkadaki uç ise geçmez ölçüleri ifade eder.

## 1.4. Johnson (Blok) Mastarı

Dikdörtgen prizma biçiminde, çeşitli ölçü ve tamlık derecelerinde üretilmiş, yüzeyleri sertleştirilmiş ve hassas şekilde işlenmiş çelik parçalardan oluşan mastarlardır. Mastarların bir yüzünde mm cinsinden mastar ölçüsü ve sınıfını gösteren harfler bulunur.

Johnson (Blok) mastarlarının karşılıklı iki yüzeyi çok hassas olması nedeniyle, istenilen toplam ölçüyü meydana getirmek için birleştirildiklerinde, yüzeyler arasında hava girmediğinden mastarlar birbirine yapışabilmektedir.

Blok mastarları, hassasiyetlerine göre A, AA, B ve C olarak gruplandırılırlar. A grubu mastarlar ölçme laboratuvarlarında; AA grubu mastarlar ölçme aletlerinin kontrolünde; B grubu mastarlar ölçü aleti yapımında; C grubu mastarlar ise atölyelerde kontrol işlemlerinde kullanılır. Kullanılan blok mastarların yüzey aşınması nedeniyle zaman içerisinde hassasiyetlerinde azalma olur. Bu nedenle hassasiyeti azalan mastarlar bir alt gruba alınarak kullanılabilir. Örneğin; AA grubu mastarlar A grubuna, A grubu mastarlar B grubuna, B grubu mastarlar da C grubuna indirilerek kullanılabilir.

Mastar takımları parça sayısına göre değişir. Takımlar genellikle 18, 32, 47, 56, 76, 87, 103, 111 ve 128 parçalı olarak imal edilir. En küçük mastar ölçüsü 1,005mm en büyük ölçüsü ise 100mm'dir. İstenilen ölçü mastarlar birbirine eklenerek elde edilir.



Görsel 98: Johnson (Blok) Mastar Çeşitleri

## 1.5. Prizmatik Mastar

Bu mastarlar çelik ya da çelik dökümden yapılırlar. Kontrol ve markalama işlemlerinde kullanılır. Biçimleri prizmatik olup, bütün yüzeyleri sertleştirilmiş, hassas olarak işlenmiş ve taşlanmışdır. Mikrometre, kumpas, komparatör gibi ölçü aletleri ile birlikte kullanılırlar.

## 1.6. Silindirik Mastar

Bu mastarlar ile silindirik iç deliklerin ölçme ve kontrol işlemleri yapılır. Ayrıca, kırlangıç kuyruğu vb. yapıların ve açılı yüzeylerin açı ölçme işlemlerinde de kullanılır.



lırlar. Bu masterlar da çelik veya çelik dökümden imal edilir, yüzeyleri sertleştirilir ve hassas ölçüde taşlanır. Çeşitli çap ve boylarda yapılır.



Görsel 99: Silindirik Master Seti

### 1.7. Vida Kalemli Masterı

Bu masterlar üniversal torna tezgahlarında diş açma işleminde kullanılacak olan vida kalemlerinin iş parçasına dikliğinin ayarlanmasında ve bilenmelerinde kullanılırlar. Bu masterlar, sadece üçgen vida kalemleri için yapılmış olabildikleri gibi, bazı tiplerinde üçgen vida, trapez vida, kare vida ve hatta matkap uç açısı içinde tek master şeklinde yapılmış olabilir.



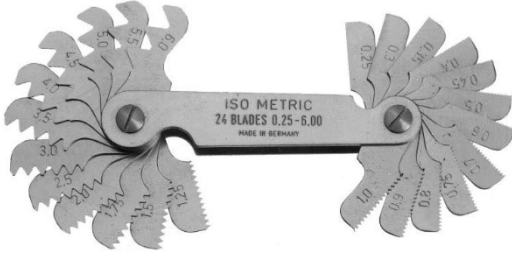
Görsel 100: Vida Kalemli Masterı

### 1.8. Profil Masterı

Makine parçalarının fatura birleşme yerlerinde yapılması istenen iç bükey ya da dış bükey kavislerin (profillerin), vida dişi profillerinin uygunluk kontrolünde kullanılır. Bu masterlar takım halinde üretilir. Her bir master plakası üzerinde profilin radyusu ya da vida adımı yazar. Profil masterı endüstride yarıçap masterı olarak da adlandırılır.



Yarıçap Masterı

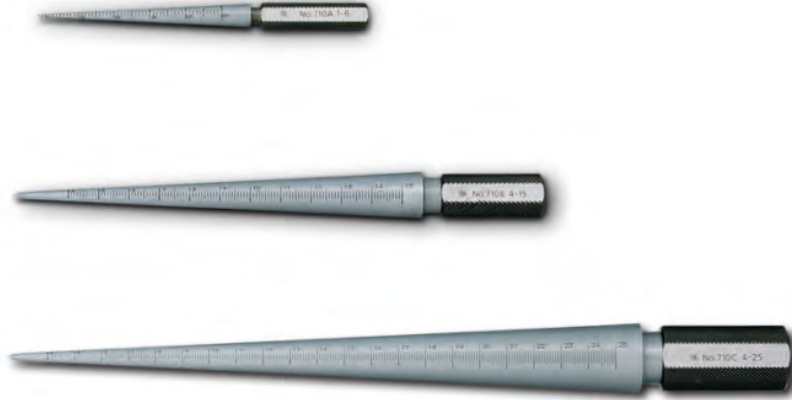


Vida Tarağı (Mastarı)

Görsel 101: Profil Mastarı

## 1.9. Konik Mastar

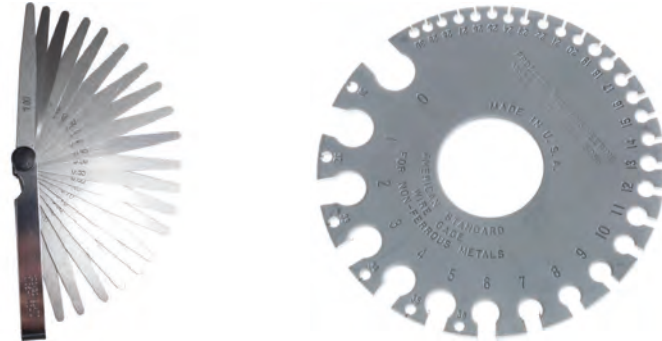
Makine ve otomotiv sektörlerinde sıklıkla kullanılırlar. Silindirik ya da plaka biçiminde imal edilir. Her iki tür mastar üzerinde de bölüntü çizgileri vardır. Taşlanacak olan deliğe mastar sokulur ve mastar üzerindeki bölüntülerden yararlanılarak istenilen ölçüye göre kontrolleri yapılır.



Görsel 102: Konik Mastar

## 1.10. Kalınlık Mastarı

Bu mastarlar çeşitli kalınlıktaki çelik sac ya da tellerden yapılmışlardır. Hassas olarak taşlanmış olan bu mastarlar, makine ve otomotiv sektörlerinde yaygın olarak kullanılırlar. Metrik ve inç ölçü sistemlerinde üretilir. Endüstride bu tür mastarlara sentil de denilmektedir.



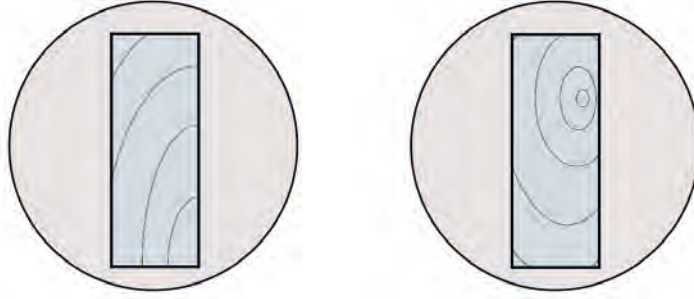
Görsel 103: Kalınlık Mastarları

## 2. Masterlarla Ölçüm Yapma

### Blok ve Prizmatik Masterların Kullanımı

Blok ve prizmatik masterlar istenilen ölçünün elde edilebilmesi için birlikte kullanılırlar. Bu masterların kullanımında doğru ölçüyü uygulamak ve masterlara zarar vermemek için aşağıdaki işlem adımları uygulanır.


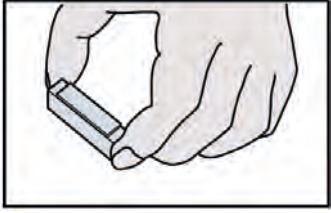
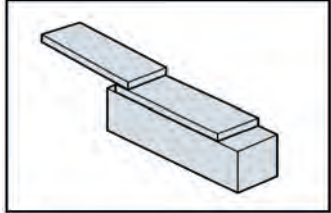
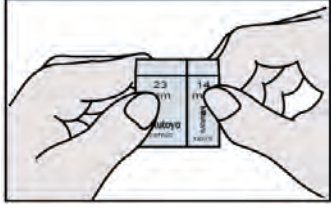
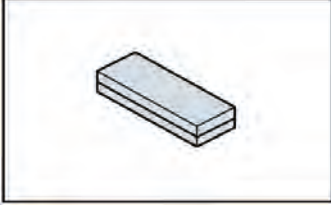
- Gereken boyutu oluşturmak için birleştirilecek master blokları seçilir.
- Mümkün olan en az sayıda blok kullanılır.
- Mümkün olduğunda kalın kalibrasyon seti tercih edilir.
- Master setleri uygun bir temizleme maddesi ile temizlenir.
- Ölçüm yüzleri optik düzlem kullanarak aşağıdaki gibi kontrol edilir.



Görsel 104: Master Yüzeylerinin Optik Kontrolü

- Master setlerinin yüzleri hafifçe birbirlerinin üzerine yerleştirilir. Yerleştirme yapılırken blok boyutlarına göre aşağıdaki üç yöntem kullanılır.

<b>A Yöntemi</b> <b>Kalın masterların</b> <b>yapıştırılması</b>	<b>B Yöntemi</b> <b>Kalın masterın ince</b> <b>mastera yapıştırılması</b>	<b>C Yöntemi</b> <b>İnce masterların</b> <b>yapıştırılması</b>
 <p>Blok masterları ölçme yüzlerinin ortasından birbiriyle 90° açı yapacak şekilde üst üste konumlandırın.</p>	 <p>İnce masterın bir tarafını kalın masterın yüzüne bindirin.</p>	 <p>İnce masterın eğilmesini önlemek için, önce ince masterı kalın mastera yapıştırın.</p>

		
<p>Blok mastarlara az bir kuvvet uygulayıp birbiri üzerinde döndürün. Blok mastarları kaydırırken, birbirine yapışmasını da hissedeceksiniz. İnce blok mastarı, bindirilmiş yüzeyinden bastırarak kaydırın ve ölçme yüzeylerinin tam olarak birbiri üzerine oturmasını sağlayın.</p>	<p>Daha sonra diğer ince mastarı, önce yapıştırılan ince mastara yapıştırın.</p>	<p>Diğer ince mastarı, önce yapıştırılan ince mastara yapıştırın.</p>
 <p>Ölçme yüzeylerini birbiriyle hizalı hale getirin.</p>		 <p>Son olarak, kalın mastarı istiften ayırın.</p>

7. ÖĞRENME BİRİMİ ATÖLYE UYGULAMASI	
GÖREVLER	YÖNERGE
<p>Atölyede kendiniz ve çevrenizdeki insanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini kontrol ediniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atölyeye girmeden koruyucu kıyafet ve donanımları giyiniz.</li> <li>• Atölyeye girdikten sonra "tehlike yaratacak durum" kontrolü yapınız.</li> </ul>
<p>Ölçüm ve kontrol işlemi yapılacak iş parçasını ve kumpası seçiniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atölyede bulunan blok (Johnson) mastar setini alınız.</li> <li>• Ölçü kontrolü için mikrometreyi alınız.</li> </ul>

Ölçüm uygulaması yapınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>• “Masterlarla Ölçüm Yapma Bölümü”nde anlatıldığı şekilde 3 ayrı yöntemle masterları birleştiriniz.</li><li>• Birleştirilen master setinin kalınlığını hesaplayıp, ardından mikrometre ile ölçerek karşılaştırınız.</li></ul>
Uygulama ardından ölçme ve kontrol araçlarını yerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ölçü aletlerinin ve master setinin temizliğini yapınız ve kutusuna koyunuz.</li><li>• Ölçü aletlerini aldığınız yere koyunuz.</li></ul>

### 7. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRMESİ

UYGULAMA DEĞERLENDİRMESİ	
Uygulama Adı	Puan
Atölye Uygulaması	



# 8.

# ÖĞRENME BİRİMİ



## ŞEKİL TOLERANS KONTROLÜ YAPMA

### KONULAR

1. Şekil Konum Kontrol Aracı Seçimi
2. Şekil Konum Kontrolü

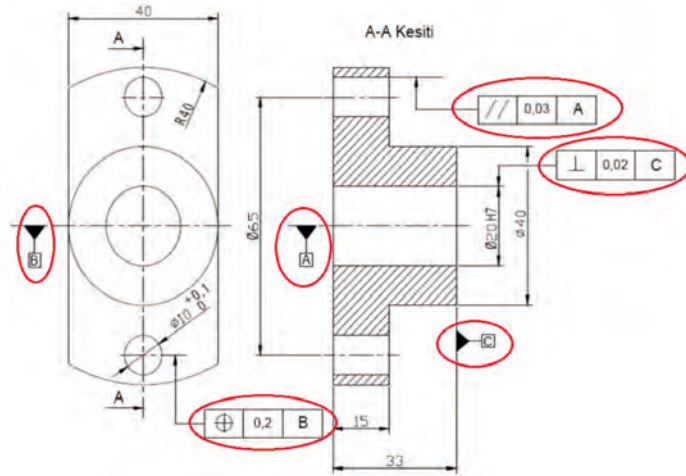


## MASTARLAR VE OPTİK CAMLARLA YÜZEY KONTROLÜ YAPMA

<b>BİRİMİN AMACI</b>	Bu birimin amacı imalat işlemleri sırasında, makine başında yapılan üretimde, üretilen parçanın teknik resimde verilen şekil ve konum toleranslarına uygun olup olmadığının uygun araç gereç kullanılarak gerçekleştirilmesidir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknik resimde belirtilen şekil-konum toleranslarını okuma</li> <li>• İhtiyaca uygun ölçme ve kontrol aracını seçme</li> <li>• Şekil-konum toleransının ölçümünü yapma</li> </ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	Sizce birlikte çalışan makine parçalarında şekilsel toleransın önemi nedir? Bu toleranslara uyulmazsa sonucunda ne olur?

### 1. Şekil Konum Kontrol Aracı Seçimi

İmalat sanayinde; makine parçaları, kalıplar, vb. ürünlerin üretiminde, çalışma koşullarına ve hassasiyetlere uygunluk sağlamak için teknik resimlerde verilen şekil - konum toleransları ve boyut toleranslarına uygun üretim yapmak son derece önemlidir. Teknik resimlerde kullanılan toleranslara ait standartlar TS EN ISO 5458'de verilmiş olup, teknik resimler üzerinde ölçü toleranslarının ve şekil-konum toleranslarının (şekil, yön, konum ve yalpalama) sembollerle gösterme ilkelerini kapsar.



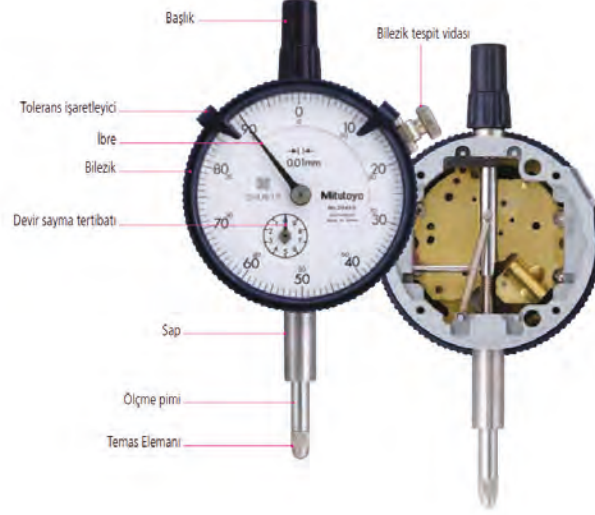
Görsel 105: Şekil-Konum Toleransları Genel Gösterimi

#### 1.1. Komparatör ve Kullanılması

Şekil, yön, konum ve yalpalama toleranslarının kontrolü imalat sırasında saatli bir ölçü aleti olan "komparatör" ile gerçekleştirilir. Kullanım yeri ihtiyacına göre 0,01mm

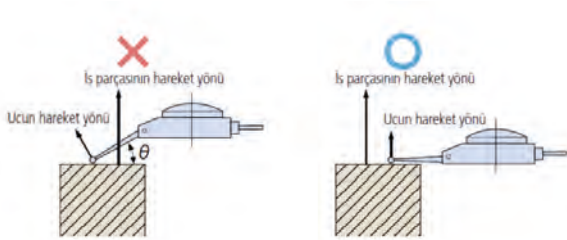
ve 0,001mm hassasiyetinde ölçüm yapabilen komparatörler bulunmaktadır.

Okunma şekilleri saatli kumpaslara benzer şekildedir. Farkları; bulunduğu ölçüde, ölçü ibresinin 0 konumuna sabitlenebilmesi ve mesafe yerine sapma miktarını ölçmek amacıyla kullanılmasıdır.



Görsel 106: Komparatörün Kısımları

Komparatörün kullanımı sırasında, ölçü aletinin zarar görmemesi ve yapılan ölçünüm hatasız olması için aşağıdaki kullanım şekillerine dikkat edilmelidir.



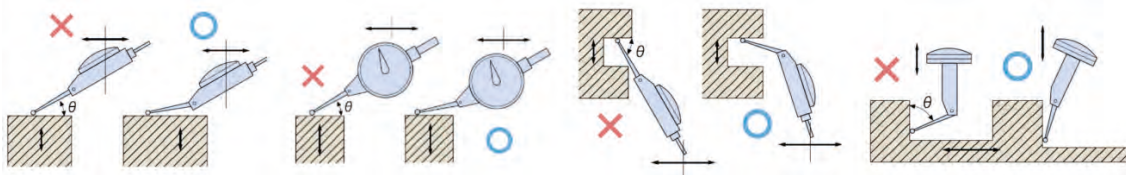
Komparatör uç açısının 0°den farklı olması durumunda, yapılan ölçüm hatalı olacaktır. Komparatör ile 0,200 mm'lik bir ölçüm yapılıyorsa, aşağıda yer alan örneklerdeki gibi ölçü farklılıkları oluşacaktır.

$\theta=10^\circ$  için; 0,196mm

$\theta=20^\circ$  için; 0,188mm

$\theta=30^\circ$  için; 0,172mm

AA



Görsel 107: Salgı Komparatörünün Doğru Kullanımı


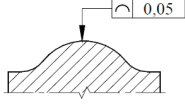


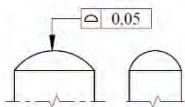


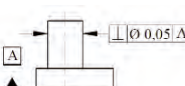
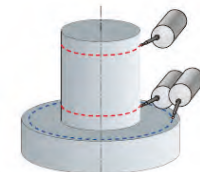

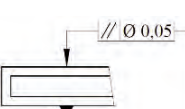
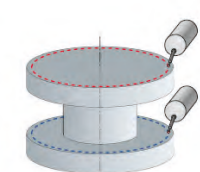

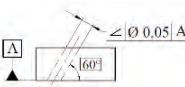
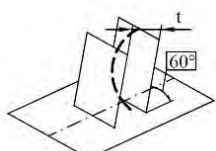
## 1.2. Şekil-Konum Toleransları ve Ölçüm Yöntemleri


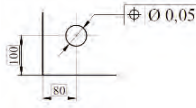
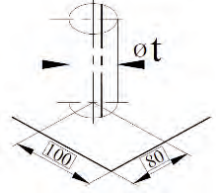
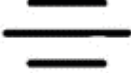
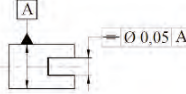
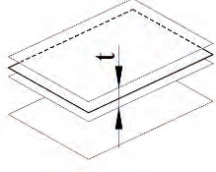

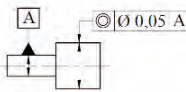
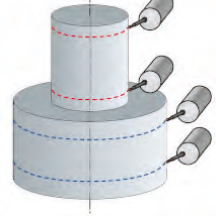

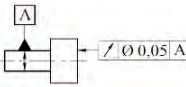
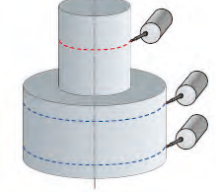
Üretilen parçanın çalışacağı yerin hassasiyet durumuna göre şekil, yön,


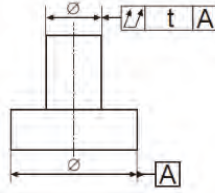
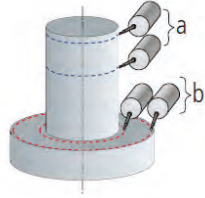
## 8. Öğrenme Birimi | Şekil Tolerans Kontrolü Yapma

konum ve yalpalama tolerans detayları değişiklik gösterecektir. Teknik resimde verilecek olan hem şekil-konum toleransları hem de ölçü toleransları üretim maliyetini ciddi şekilde etkilemektedir. Bu sebeple, teknik resimde ve üretimde uygulanacak tolerans seçiminde dikkatli olunmalıdır.

	Simge	Açıklama	Gösterim Şekli	Uygulama Şekli
ŞEKİL		<b>Doğrusallık</b> Parçanın dönme ekseninde, eksen boyunca müsaade edilen sapma değeridir.		
		<b>Düzlemsellik</b> Parça yüzeyinde, doğrusal ya da dairesel olarak müsaade edilen sapma değeridir.		
		<b>Dairesellik</b> Parçanın dönme eksenini etrafında yapılacak tek ölçümde dairesel olarak müsaade edilen sapma değeridir.		
		<b>Silindiriklik</b> Parçanın dönme eksenini etrafında, farklı noktalarda yapılacak tek ölçümlerde dairesel olarak müsaade edilen sapma değeridir.		

ŞEKİL		<p><b>Çizgisel Yanal Tolerans</b> Yüzey profili merkezi etrafında müsaade edilen sapma değeridir.</p>		
		<p><b>Yüzeysel Yanal Tolerans</b> Yüzey profilinin, ideal ölçüden <math>\pm</math> sapma değeridir.</p>		
YÖN		<p><b>Diklik</b> Referans yüzey ile parça ekseninin dikliği arasında müsaade edilen sapma değeridir.</p>		
		<p><b>Paralellik</b> Referans yüzey ile belirtilen yüzey arasındaki paralellik sapmasında müsaade edilen sapma değeridir.</p>		
		<p><b>Açısallık</b> Referans yüzey ile belirtilen açısallık yüzey arasında müsaade edilen sapma değeridir.</p>		

KONUM		<p><b>Konum</b> Delik merkezi ölçülerinde ek- senel sapma- da müsaade edilen sapma değeridir.</p>		
		<p><b>Simetriklik</b> Referans yüze- ye ya da ekse- ne göre, belir- tilen yüzeylerin simetrikliğinde müsaade edi- len sapma de- ğeridir.</p>		
		<p><b>Eş Merkezlilik</b> Referans yü- zeyin ekseni ile belirtilen yüzeyin ekseni arasında mü- saade edilen sapma değeri- dir.</p>		
YALPALAMA		<p><b>Salgı</b> Referans yüze- yin ekseni ile belirtilen yüzey arasında, rast- gele yapılacak ölçümde mü- saade edilen sapma değeri- dir.</p>		

YALPALAMA		<p><b>Toplam Salgı</b> Referans yüzeyin eksenini ile belirtilen yüzey arasında, belirli mesafelerle yapılacak ölçümde müsaade edilen sapma değeridir.</p>		
-----------	---	---	--	---

Görsel 108: Şekil-Konum Toleransları ve Teknik Resimde Gösterimi

## 2. Şekil Konum Kontrolü

Şekil, yön, konum ve yalpalama toleranslarının ölçümü üretim sırasında veya üretim sonrasında kalite kontrol işlemleri sonrasında yapılabilir. Üretim sırasında yapılan ölçüm işlemleri, üniversal veya CNC kontrollü torna tezgahı, işleme merkezi gibi takım tezgahları üzerinde gerçekleştirilebilir. Bu tezgahlar üzerinde yapılan ölçümler genellikle komparatör yardımıyla gerçekleştirilir. İmalat sonrası kalite kontrol ölçümleri ise ölçüm ve kalite kontrol amacı ile geliştirilmiş olan 3 boyutlu koordinat ölçüm makineleri (CMM), yuvarlak form ölçüm cihazları, profil projektörleri gibi hassas makineler ile gerçekleştirilir.



3 Boyutlu Koordinat Ölçüm



Yuvarlak Form Ölçüm



Profil Projektör

Görsel 109: Kalite Kontrol ve Ölçüm Cihazları

## UYGULAMALAR YÖNERGE

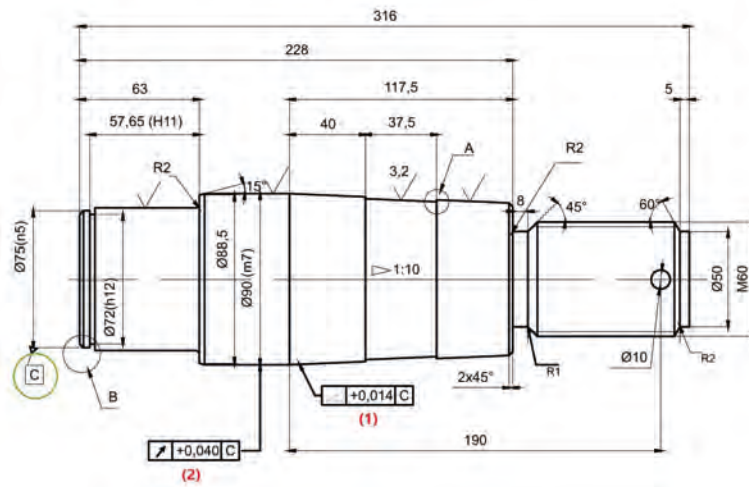
Aşağıda, şekil ve konum toleransları ile ilgili olarak 3 farklı uygulamada toplam 8 soru verilmiştir. Sizden, sorulan tolerans tipinin hangisi olduğunu verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.



## 8. Öğrenme Birimi | Şekil Tolerans Kontrolü Yapma

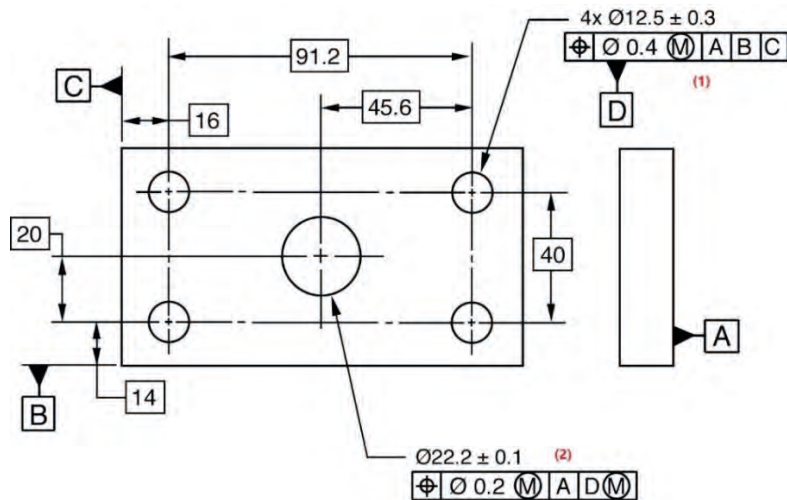
- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.
- Verilen teknik resimlerde kırmızı renk ile numaralandırılmış olan şekil-konum toleranslarının anlamları ve tanımlamalarını yazınız, grup arkadaşınızın tanımlaması ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan, her bir uygulama ayrı ayrı değerlendirilecektir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar ders öğretmeni tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.

### UYGULAMA - 1



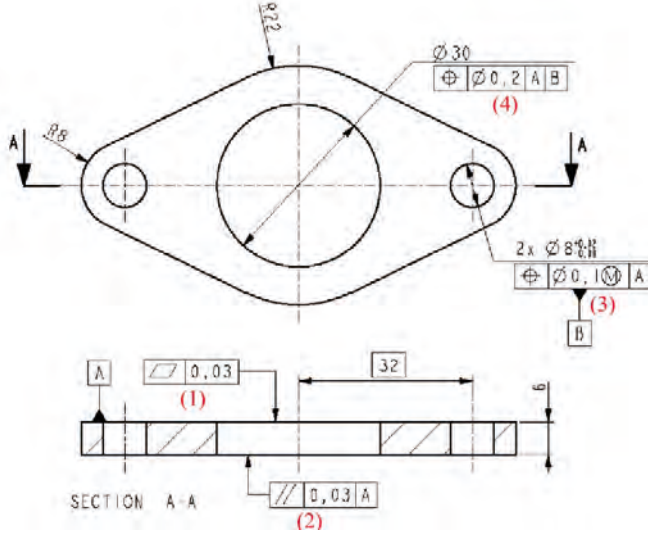
a	
b	

### UYGULAMA - 2



a	
b	

UYGULAMA - 3



a	
b	
c	
d	

8. ÖĞRENME BİRİMİ ATÖLYE UYGULAMASI

GÖREVLER	YÖNERGE
Atölyede kendiniz ve çevrenizdeki insanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyeye girmeden koruyucu kıyafet ve donanımları giyiniz.</li> <li>Atölyeye girdikten sonra "tehlike yaratacak durum" kontrolü yapınız.</li> </ul>
Şekil-konum toleransı kontrol işlemi yapılacak iş parçasını ve komparatörü seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Şekil-konum toleransı kontrolü yapılacak olan iş parçasını ve teknik resmini alınız.</li> <li>Ölçüm işleminde kullanacağınız komparatörü de alarak öğretmeninizin gözetiminde, aldığınız iş parçasını torna tezgahına bağlayınız.</li> </ul>

## 8. Öğrenme Birimi | Şekil Tolerans Kontrolü Yapma

Ölçüm ve kontrol uygulaması yapınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>Teknik resimde şekil-konum toleransı verilmiş olan ölçülerin kontrolünü öğretmen gözetiminde gerçekleştiriniz.</li></ul>
Uygulama ardından ölçme ve kontrol araçlarını yerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>Ölçü aletlerinin ve kullandığınız torna tezgahının temizliğini yapınız</li><li>Ölçü aletlerini aldığınız yere koyunuz.</li></ul>

### 8. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRMESİ

UYGULAMA DEĞERLENDİRMESİ	
Uygulama Adı	Puan
Uygulama - 1	
Uygulama - 2	
Uygulama - 3	
Atölye Uygulaması	

UYGULAMA CEVAP ANAHTARI		
Uygulama - 1	a	C referansına göre Açısallık
	b	C referansına göre Salgı
Uygulama - 2	a	A, B ve C referanslarına göre Konum
	b	A ve D referanslarına göre Konum
Uygulama - 3	a	Düzlemsellik
	b	A referansına göre Paralellik
	c	A referansına göre Konum
	d	A ve B referanslarına göre Konum



# 9.

# ÖĞRENME BİRİMİ



## BOYUT TOLERANS KONTROLÜ YAPMA

### KONULAR

1. Boyut Tolerans Kontrol Aracı Seçimi
2. Boyut Tolerans Kontrolü

## BOYUT TOLERANS KONTROLÜ YAPMA

<b>BİRİMİN AMACI</b>	Bu birimde, imalat işlemleri sırasında, makine başında yapılan üretimde, üretilen parçanın teknik resimde verilen boyutsal toleranslara uygun olup olmadığının kontrolünün, uygun araçlar kullanılarak gerçekleştirilmesi öğrenilecektir.
<b>EDİNİLECEK KAZANIMLAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknik resimde belirtilen boyut toleranslarını okuma</li> <li>• İhtiyaca uygun ölçme ve kontrol aracını seçme</li> <li>• Boyutsal toleransların ölçümünü yapma</li> </ul>
<b>HAZIRLIK ÇALIŞMASI</b>	Sizce, günlük hayatımızda kullandığımız araç gereçler için boyut toleransı önemli midir? Kalem, kapı, anahtar gibi araçlar istenilen boyut toleransına uygun üretilmezse ne olur?

### 1. Boyut Tolerans Kontrol Aracı Seçimi

İmalat sanayinde; makine parçaları, kalıplar, vb. ürünlerin üretiminde, çalışma koşullarına ve hassasiyetlere uygunluk sağlamak için teknik resimlerde verilen boyut toleranslarına uygun üretim yapmak son derece önemlidir. Teknik resimlerde kullanılan boyut toleranslarına ait standartlar TS EN ISO 5458, TS EN ISO 286-1 ve TS EN ISO 286-2'de verilmiş olup, teknik resim üzerinde boyutsal toleransların gösterme ilkelerini kapsar.

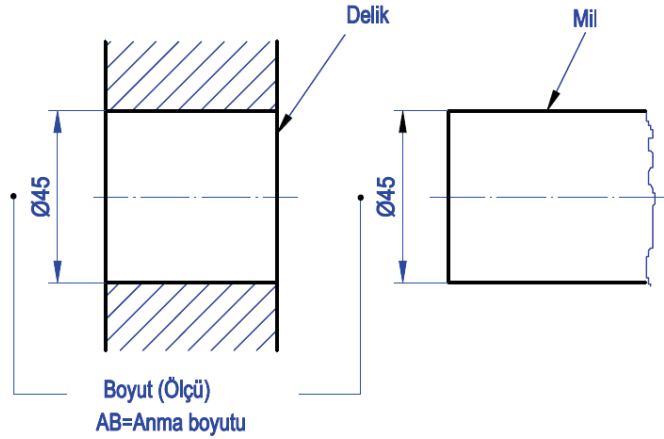
Boyut toleransları, bir makinenin, bir eşyanın birbiri ile çalışan parçalarının uyumu ve ilgili sistemin sorunsuz çalışması için son derece önemlidir. Evinizin kapısını açtığınız anahtarla kilit yuvasının uyumu, makinelerde güç aktarımı için kullanılan dişli çarkların birbiri ile uyumu, araba kapılarının sorunsuz şekilde kapanması, vb. birçok yerde parçaların uyumlu çalışabilmesi için verilen toleranslarda üretim yapılmalıdır.

Şekil-konum toleranslarında da olduğu gibi, toleranslar üretim maliyetlerini etkilediğinden, sadece ihtiyaç duyulan yerlerde hassas toleranslar kullanılmalıdır.

Boyutsal toleranslar, Türkiye'nin Türk Standartları Enstitüsü (TSE) aracılığı ile üyesi olduğu ve sayısız uluslararası standardı hazırlayıp yayınlayan, Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından standart tablolar halinde yayınlanmıştır.

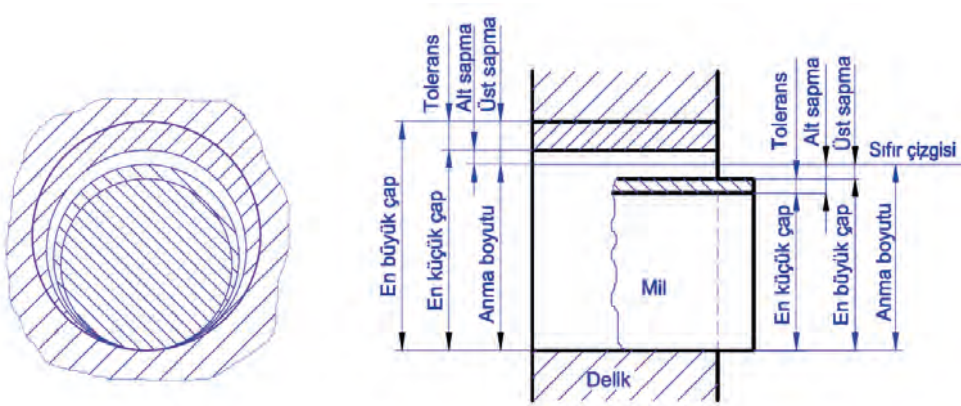
#### 1.1. Tolerans Kavramı

Birbiri ile çalışacak parçalar için teknik resimlerde boyutlar ile birlikte tolerans değeri de verilir. İki parçanın birbiri üzerinde sıkı, tutuk, boşluklu olma durumuna göre tolerans sınıfları belirlenir. İmalat için verilen teknik resimdeki değerlerin sadece aşağıdaki şekilde olduğu gibi toleranssız olarak verilmesi durumunda üretilen parçalar yüksek ihtimalle hatalı olacaktır.



Görsel 110: Teknik Resimde Anma Ölçüsü Gösterimi

Teknik resimde direkt olarak verilecek olan veya ISO sistemine göre harf sınıflamasıyla ve ölçü tablosuyla verilen tolerans aralığında hem mil hem de delik için toleransa uygun en büyük ve en küçük ölçü belirlenir. Üretilecek olan parçanın ölçüsünün de bu tolerans aralığında olması gereklidir.



Görsel 111: Mil ve Delik için Tolerans Ölçüleri Kavramları

Boyutsal toleransların belirlenmesinde "Normal Delik" ve "Normal Mil" olmak üzere 2 ana tolerans cetveli kullanılmaktadır.

### Normal Delik Sistemi

Boşluk veya sıkılıkları elde etmek için yapılacak olan alıştırılmalarda, deliğin ölçüsü sabit tutulup, milin ölçüsü sapma değerleri sınırları içerisinde büyütülüp küçültülecekse bu sisteme normal delik sistemi adı verilir. Delik ölçüsü "H" toleransı ile verilir. Mil toleransı ise geçme durumuna göre belirlenir.

### Normal Mil Sistemi

Normal mil sistemi ile herhangi bir çapa ait çeşitli geçmeler elde edilmek istendiğinde milin ölçüsü sabit tutulur, geçme durumuna göre delik ölçüsü büyütülür veya



küçültülür. Mil ölçüsü "h" toleransı ile verilir.

ISO ALIŞTIRMA VE TOLERANS TÜRLERİ						
Aıştırma Tipi	Normal Delik Sistemi		Normal Mil Sistemi		Geçme Tipi	
	Tolerans İşareti		Tolerans İşareti			
	Delik	Mil	Mil	Delik		
Hassas Aıştırma	H6	p5	h5	P6	Sıkı geçme	Hareketsiz
		n5		N6	Çakma geçme	
		k6		K6	Tutuk geçme	
		j6		J6	Kakma geçme	
		h5		H6	Kaygın geçme	Hareketli
İnce Aıştırma	H7	s6/r6 *	h6	S7	Preste geçme	Hareketsiz
		n6		N7	Sıkı geçme	
		m6		M7	Çakma geçme	
		k6		K7	Tutuk geçme	
		j6		J7	Kakma geçme	
		h6		H7	Kaygın geçme	Hareketli
		g6		G7	Yarım döner geçme	
		f7		F7	Döner geçme	
		e8		E8	Serbest döner geçme	
		d9		D9	Serbest geçme	
Orta Aıştırma	H8	h9	h8/h9	H8	Kaygın geçme	Hareketli
		f8		F8	Döner geçme	
		d10		D10	Serbest geçme	
Kaba Aıştırma	H11	h11	h11	H11	Kakma geçme	Hareketli
		d11		D11	Kakma geçme	
		c11		C11	Kakma geçme	
		a11		A11	Kakma geçme	






s6/r6 \*: s6 160mm'ye kadar olan ölçülerde, r6 ise 160mm'den büyük olan ölçülerde kullanılır.

Görsel 112: ISO Aıştırma ve Sık Kullanılan Mil/Delik Eşleştirmeleri

## 2. Boyut Tolerans Kontrolü

Boyut toleranslarının kontrolünde, toleransın hassasiyetine bağlı olarak, bu zamana kadar nasıl kullanıldığını öğrendiğimiz kumpas, mikrometre, açölçer, kopmatör gibi ölçme ve kontrol aletleri; çok hassas parçaların ölçümünde ise 3 boyutlu

koordinat ölçüm makineleri (CMM) kullanılır.

		
Kumpas	Mikrometre	Açıölçer
		
Komparatör	3 Boyutlu Koordinat Ölçme Makinesi	Ovallık Ölçüm Cihazı

Görsel 113: Boyut ve Tolerans Ölçüm Aletleri

Parça boyutlarına göre ve geçme tipine göre tolerans değerleri ISO standartları ile belirlenmiştir. Normal Delik ve Normal Mil sistemine göre 2 ayrı tolerans tablosu bulunmaktadır. Bu tablolarda verilen tolerans değerleri mikrometre cinsindedir.

		NORMAL DELİK SİSTEMİ																												
NORMAL DELİK	D	MİLLER						D	MİLLER						D	MİLLER														
		H6	h5	m5	k5	j5	h5		H7	s6	p6	n6	m6	k6		j6	h6	g6	f7	e8	d9	H8	h8	f8	e9	d10	H11	h11	d11	c11
ANMA ÖLÇÜLERİ (mm)	...	HASSAS DELİK	SIKI	ÇAKMA	TUTUK	KAKMA	KAYGINI	KAYGIN2	İNCE DELİK	PRESTE	ÇOK SIKI	SIKI	ÇAKMA	TUTUK	KAKMA	KAYGIN	YARI DÖNER	DÖNER	SERBEST DÖNER	SERBEST	ORTA DELİK	KAYGIN	DÖNER 1	DÖNER 2	SERBEST	KABA DELİK	KABA 1	KABA 2	KABA 3	KABA 4
...e kadar																														
1 .....3	+7 0	+11 +8	+7 +2	+4 -1	+4 -1	0 -5	-3 -8	+9 +6	+22 +18	+18 +15	+13 +9	+9 +6	+8 +6	+8 +6	0 -1	-7 -10	-14 -16	-20 -28	+14 -45	+14 0	-7 -14	-14 -21	-20 -30	+60 -50	0 -50	+60 -80	0 -20	-60 -120	-270 -330	
3 .....6	+8 0	+13 +8	+9 +4	+4 -1	+4 -1	0 -5	-4 -9	+12 +9	+27 +22	+20 +18	+16 +12	+12 +9	+8 +6	+8 +6	0 -1	-8 -12	-12 -22	-30 -40	+16 -80	0 -18	-7 -14	-14 -21	-20 -30	+75 -75	0 -75	+60 -105	0 -145	-240 -345		
6 .....10	+9 0	+16 +10	+12 +7	+4 0	+4 0	0 -5	-5 -11	+15 +12	+32 +24	+24 +19	+19 +15	+15 +10	+10 +7	+7 0	0 -5	-13 -17	-25 -34	-40 -50	+22 0	0 -13	-13 -25	-40 -50	+22 0	0 -13	-25 -40	+60 -60	0 -40	-80 -160	-280 -400	
10 .....18	+11 0	+20 +12	+15 +9	+9 +5	+5 0	0 -6	-6 -11	+18 +15	+39 +32	+29 +24	+24 +19	+19 +15	+12 +8	+8 0	0 -6	-16 -22	-32 -40	-50 -60	+27 0	0 -16	-16 -32	-50 -60	+27 0	0 -16	-32 -50	+110 -110	0 -50	-95 -190	-300 -400	
18 .....30	+13 0	+24 +16	+17 +11	+11 +6	+6 0	0 -7	-7 -16	+21 +18	+48 +42	+35 +32	+32 +28	+28 +24	+21 +18	+18 +14	0 -7	-20 -28	-40 -50	-65 -75	+33 0	0 -20	-20 -40	-65 -85	+33 0	0 -20	-40 -65	+150 -150	0 -65	-110 -195	-300 -450	
30 .....40	+16 0	+28 +17	+20 +13	+13 +8	+8 0	0 -9	-9 -20	+25 +22	+58 +52	+42 +38	+38 +35	+35 +32	+25 +22	+22 +18	0 -9	-25 -35	-50 -60	-80 -100	+39 0	0 -25	-25 -50	-80 -100	+39 0	0 -25	-50 -80	+160 -160	0 -80	-200 -320	-480 -640	
40 .....50	+17 0	+30 +19	+22 +15	+15 +10	+10 0	0 -11	-11 -23	+26 +23	+62 +56	+48 +44	+44 +40	+40 +36	+36 +32	+32 +28	0 -10	-25 -35	-60 -75	-100 -120	+46 0	0 -39	-39 -64	-112 -140	+160 0	0 -160	-240 -320	0 -160	-240 -320	-520 -700		
50 .....65	+19 0	+33 +20	+24 +16	+16 +11	+11 0	0 -13	-13 -23	+27 +24	+65 +60	+51 +48	+48 +45	+45 +42	+42 +38	+38 +35	0 -10	-29 -40	-80 -100	-120 -150	+46 0	0 -46	-46 -80	-100 -134	+190 0	0 -190	-280 -360	0 -100	-330 -450	-600 -800		
65 .....80	+20 0	+36 +22	+26 +18	+18 +13	+13 0	0 -13	-13 -23	+28 +25	+72 +68	+58 +55	+55 +52	+52 +48	+48 +45	+45 +42	0 -10	-30 -40	-100 -120	-160 -200	+46 0	0 -46	-46 -80	-134 -174	+190 0	0 -190	-360 -480	0 -100	-360 -500	-700 -900		
80 .....100	+22 0	+38 +23	+28 +20	+20 +15	+15 0	0 -15	-15 -27	+30 +27	+80 +76	+66 +63	+63 +60	+60 +56	+56 +52	+52 +48	0 -12	-36 -48	-120 -150	-200 -250	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+230 0	0 -230	-420 -540	0 -120	-390 -540	-800 -1100		
100 .....120	+23 0	+40 +24	+30 +22	+22 +17	+17 0	0 -15	-15 -27	+31 +28	+88 +84	+74 +71	+71 +68	+68 +64	+64 +60	+60 +56	0 -12	-36 -48	-120 -150	-220 -270	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+230 0	0 -230	-420 -540	0 -120	-390 -540	-800 -1100		
120 .....140	+25 0	+45 +27	+33 +25	+25 +20	+20 0	0 -15	-15 -27	+32 +29	+96 +92	+82 +79	+79 +76	+76 +72	+72 +68	+68 +64	0 -14	-40 -52	-140 -170	-240 -300	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+250 0	0 -250	-450 -600	0 -145	-450 -630	-900 -1200		
140 .....160	+26 0	+48 +29	+36 +27	+27 +22	+22 0	0 -15	-15 -27	+33 +30	+104 +100	+90 +87	+87 +84	+84 +80	+80 +76	+76 +72	0 -14	-40 -52	-140 -170	-260 -320	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+250 0	0 -250	-480 -630	0 -145	-480 -660	-960 -1300		
160 .....180	+27 0	+50 +31	+38 +29	+29 +24	+24 0	0 -15	-15 -27	+34 +31	+112 +108	+98 +95	+95 +92	+92 +88	+88 +84	+84 +80	0 -14	-40 -52	-140 -170	-280 -340	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+250 0	0 -250	-510 -660	0 -170	-510 -690	-1000 -1350		
180 .....200	+29 0	+53 +34	+40 +31	+31 +26	+26 0	0 -15	-15 -27	+35 +32	+120 +116	+106 +103	+103 +100	+100 +96	+96 +92	+92 +88	0 -15	-40 -52	-140 -170	-300 -360	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+250 0	0 -250	-540 -690	0 -170	-540 -720	-1050 -1400		
200 .....225	+31 0	+56 +36	+44 +35	+35 +30	+30 0	0 -15	-15 -27	+36 +33	+128 +124	+114 +111	+111 +108	+108 +104	+104 +100	+100 +96	0 -15	-40 -52	-140 -170	-330 -390	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+250 0	0 -250	-570 -720	0 -170	-570 -750	-1100 -1450		
225 .....250	+32 0	+58 +38	+46 +37	+37 +32	+32 0	0 -15	-15 -27	+37 +34	+136 +132	+122 +119	+119 +116	+116 +112	+112 +108	+108 +104	0 -15	-40 -52	-140 -170	-360 -420	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+250 0	0 -250	-600 -750	0 -170	-600 -780	-1150 -1500		
250 .....260	+32 0	+59 +39	+47 +38	+38 +33	+33 0	0 -15	-15 -27	+38 +35	+144 +140	+126 +123	+123 +120	+120 +116	+116 +112	+112 +108	0 -15	-40 -52	-140 -170	-390 -450	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+250 0	0 -250	-630 -780	0 -170	-630 -810	-1200 -1550		
260 .....280	+32 0	+60 +40	+48 +39	+39 +34	+34 0	0 -15	-15 -27	+39 +36	+152 +148	+134 +131	+131 +128	+128 +124	+124 +120	+120 +116	0 -15	-40 -52	-140 -170	-420 -480	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+250 0	0 -250	-660 -810	0 -190	-660 -840	-1250 -1600		
280 .....315	+32 0	+61 +41	+49 +40	+40 +35	+35 0	0 -15	-15 -27	+40 +37	+160 +156	+142 +139	+139 +136	+136 +132	+132 +128	+128 +124	0 -15	-40 -52	-140 -170	-450 -510	+54 0	0 -54	-54 -90	-120 -158	+250 0	0 -250	-690 -840	0 -190	-690 -870	-1300 -1650		

Görsel 114: Normal Delik sistemi Tolerans Tablosu



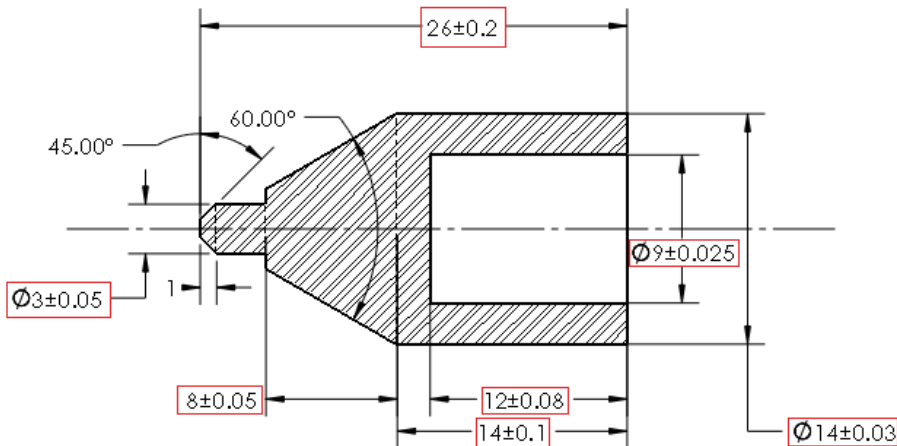
Sıra	Ana Ölçü	Tolerans	En Büyük Ölçü	En Küçük Ölçü	Kullanılabilecek Ölçü Aletleri
1	Ø75	n5	+33 +20	75,033 75,02	Kumpas Mikrometre
2	57,65	H11	+190 0	57,84 57,65	Derinlik Kumpası
3	Ø72	h11	+190 0	72,19 72	Kumpas Mikrometre
4	Ø90	m6	+35 +13	90,035 90,013	Mikrometre

**UYGULAMALAR**  
**YÖNERGE**

Aşağıda, boyut toleransları ile ilgili olarak 4 farklı uygulama verilmiştir. Sizden, verilen ana ölçü ve tolerans tipine göre, ana ölçünün en küçük ve en büyük boyutlarını tespit ederek verilen boşluğa yazmanız beklenmektedir.

- Uygulama çalışması için ikili gruplar oluşturunuz.
- Verilen teknik resimlerde kırmızı renk ile işaretlenmiş ve altındaki tabloda belirtilmiş olan boyut toleranslarının en büyük ve en küçük ölçülerini yazınız, grup arkadaşınızın değerleri ile karşılaştırınız.
- Aşağıda yer alan her bir uygulama ayrı ayrı değerlendirilecektir.
- Cevap anahtarı bölüm sonunda yer almaktadır. Cevaplar ders öğretmeni tarafından değerlendirilecek ve puanınız bölüm sonundaki değerlendirme alanına yazılacaktır.

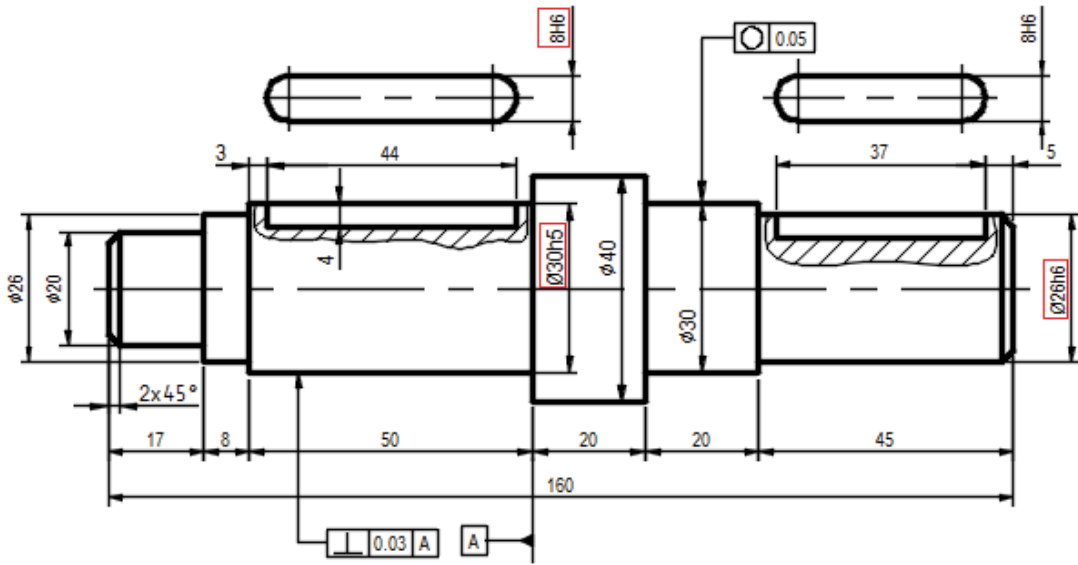
**UYGULAMA - 1**



## 9. Öğrenme Birimi | Boyut Tolerans Kontrolü Yapma

1	Ø3	Tolerans		En Büyük Ölçü	En Küçük Ölçü	Kullanılabilecek Ölçü Aletleri
		-	+0,05			
2	8	-	+0,05			
		-	-0,05			
3	Ø9	-	+0,025			
		-	-0,025			
4	12	-	+0,08			
		-	-0,08			
5	14	-	+0,1			
		-	-0,1			
6	Ø14	-	+0,03			
		-	-0,03			
7	26	-	+0,2			
		-	-0,2			

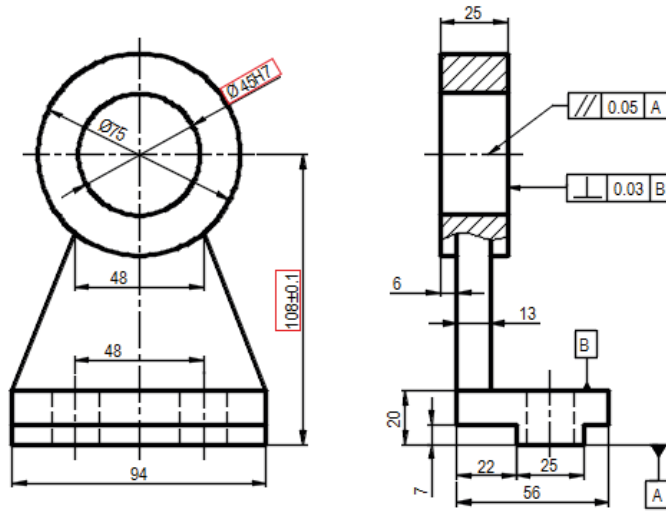
### UYGULAMA - 2



8	8	Tolerans		En Büyük Ölçü	En Küçük Ölçü	Kullanılabilecek Ölçü Aletleri
		H6				

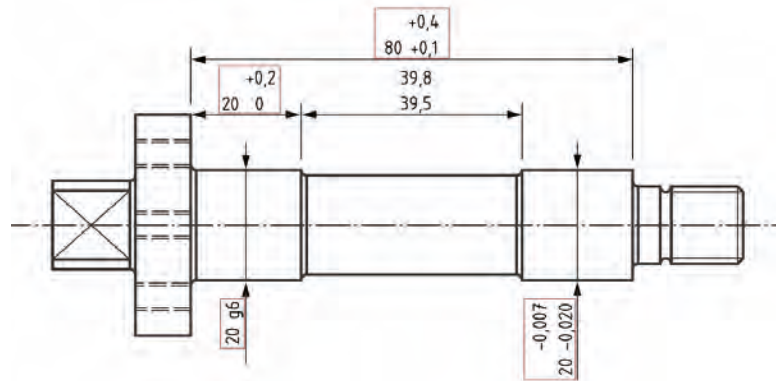
9	Ø26	h6				
10	Ø30	h5				

UYGULAMA - 3



	Ana Ölçü	Tolerans	En Büyük Ölçü	En Küçük Ölçü	Kullanılabilecek Ölçü Aletleri
11	Ø45	H7			
12	108	-	+0,1	-0,1	

UYGULAMA - 4





## 9. Öğrenme Birimi | Boyut Tolerans Kontrolü Yapma

	Ana Ölçü	Tolerans		En Büyük Ölçü	En Küçük Ölçü	Kullanılabilecek Ölçü Aletleri
13	Ø20	g6				
14	Ø20		-0,007 -0,020			
15	20		+0,2 0			
16	80		+0,4 +0,1			

### 9. ÖĞRENME BİRİMİ ATÖLYE UYGULAMASI

GÖREVLER	YÖNERGE
Atölyede kendiniz ve çevrenizdeki insanlar için iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atölyeye girmeden koruyucu kıyafet ve donanımları giyiniz.</li> <li>Atölyeye girdikten sonra "tehlike yaratacak durum" kontrolü yapınız.</li> </ul>
Boyut toleransı kontrol işlemi yapılacak iş parçasını ve ölçü aletlerini seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Boyut toleransı kontrolü yapılacak olan iş parçasını ve teknik resmini alınız.</li> <li>Ölçüm işleminde kullanacağınız ölçü aletlerini seçiniz.</li> </ul>
Ölçüm ve kontrol uygulaması yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teknik resimde boyutsal toleransı verilmiş olan ölçülerin kontrolünü gerçekleştiriniz ve teknik resimdeki tolerans aralığında olup olmadığını kontrol ediniz.</li> </ul>
Uygulama ardından ölçü aletlerini yerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ölçü aletlerinin temizliğini yapınız</li> <li>Ölçü aletlerini aldığınız yere koyunuz.</li> </ul>

### 9. ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRMESİ

UYGULAMA DEĞERLENDİRMESİ	
Uygulama Adı	Puan

Uygulama - 1	
Uygulama - 2	
Uygulama - 3	
Uygulama - 4	
Atölye Uygulaması	

UYGULAMA CEVAP ANAHTARI						
Uygulama - 1						
	Ana Ölçü	Tolerans		En Büyük Ölçü	En Küçük Ölçü	Kullanılabilecek Ölçü Aletleri
1	Ø3	-	+0,05	3,05	2,95	Kumpas
		-	-0,05			
2	8	-	+0,05	8,05	7,95	Kumpas
		-	-0,05			
3	Ø9	-	+0,025	9,025	8,975	Mikrometre
		-	-0,025			
4	12	-	+0,08	12,08	11,92	Kumpas
		-	-0,08			
5	14	-	+0,1	14,1	13,9	Kumpas
		-	-0,1			
6	Ø14	-	+0,03	14,03	13,97	Kumpas
		-	-0,03			
7	26	-	+0,2	26,2	25,8	Kumpas
		-	-0,2			

Uygulama - 2						
	Ana Ölçü	Tolerans		En Büyük Ölçü	En Küçük Ölçü	Kullanılabilecek Ölçü Aletleri
8	8	H6	+9	8,009	8	Mikrometre
			0			
9	Ø26	h6	0	26	25,987	Mikrometre
			-13			
10	Ø30	h5	0	30	29,991	Mikrometre
			-9			

## 9. Öğrenme Birimi | Boyut Tolerans Kontrolü Yapma

Uygulama - 3						
	Ana Ölçü	Tolerans		En Büyük Ölçü	En Küçük Ölçü	Kullanılabilecek Ölçü Aletleri
11	Ø45	H7	+25	45,025	45	Mikrometre
			0			
12	108	-	+0,1	108,1	107,9	Kumpas
			-0,1			

Uygulama - 4						
	Ana Ölçü	Tolerans		En Büyük Ölçü	En Küçük Ölçü	Kullanılabilecek Ölçü Aletleri
13	Ø20	g6	-7	19,993	19,980	Mikrometre
			-20			
14	Ø20	-	-0,007	19,993	19,980	Mikrometre
			-0,020			
15	20	-	+0,2	20,2	20	Kumpas
			0			
16	80	-	+0,4	80,4	80,1	Kumpas
			+0,1			

# KAYNAKÇA

## Kitaplar

1. Mitutoyo Quick Guide to Precision Measuring Instruments Book, (2018) (340 1609 (3) A-(CH) HS, Printed in Japan)
2. Mitutoyo Pratik Ölçüm Kılavuzu, (2019) Bilginoğlu Endüstri Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş.
3. Temel Endüstriyel Ölçme Tekniği, (2011) Gedik Üniversitesi, Prof. Nihat Akkuş
4. Metal Meslek Bilgisi, (2000) MEB Devlet Kitapları
5. Geometrik Ölçülendirme ve Toleranslandırma, (2000) TMMOB Makina Mühendisleri Odası
6. Geometrical Product Specifications and Verification for the Analytical Description of Technical and Non-technical Structures (2003), Prof. M. Numan Durakbaşı
7. Coordinate Measuring Machines and Systems (1995), John A Bosch

## Makaleler

1. Ölçübilim Sempozyumu ve Sergisi (2019), Pürüzlülük ve Form Ölçüm Cihazı Propları İçin Yeni İzlenebilirlik Yolları
2. Açık Metrolojisi: Mühendis ve Makina Cilt: 55 Sayı: 653, Bilimsel Ve Endüstriyel Alanlardaki Uygulamaları, Üst Düzey Yeni Talepler ve Projeler (2014)

## Kılavuzlar ve Notlar

1. PCE Instruments Pürüzlülük Ölçüm Cihazı PCE-RT11 Kullanım Kılavuzu (2017)
2. TIAD Akademi – Ölçü Aletleri Kullanımı Eğitimi Ders Notları, (2019) Samet Burçin Aydoğmuş

## Yönetmelik ve Standartlar

1. Makine Emniyeti Yönetmeliği (2006/42/AT) <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12907&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
2. Ölçü Aletleri Yönetmeliği (2014/32/AB) <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=22618&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
3. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) - TS EN ISO 5458 Geometrik ürün özellikleri (GPS) - Geometrik tolerans - Model ve birleştirilmiş geometrik özellikler
4. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) - TS EN ISO 286-1 Toleranslar-Sınır ölçüleri ve alıştırmalar için ISO sistemi - Bölüm 1: Genel kurallar-Toleranslar sapmalar ve alıştırmalar için
5. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) - TS EN ISO 286-2 Toleranslar-Sınır ölçüleri ve alıştırmalar için ISO sistemi - Bölüm 2: Delikler ve miller için esas tolerans nitelikleri ve sınır sapmalarına ait çizelgeler

## GÖRSEL KAYNAKÇA



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1636>