

Ölçme ve kalite kontrol

Birim Sistemleri ve Ölçmenin Temel İlkeleri

1. Hafta

Prof.Dr. Muhammet KAYFECİ

BÖLÜM 1: TEMEL BİLGİLER

1. Ölçme

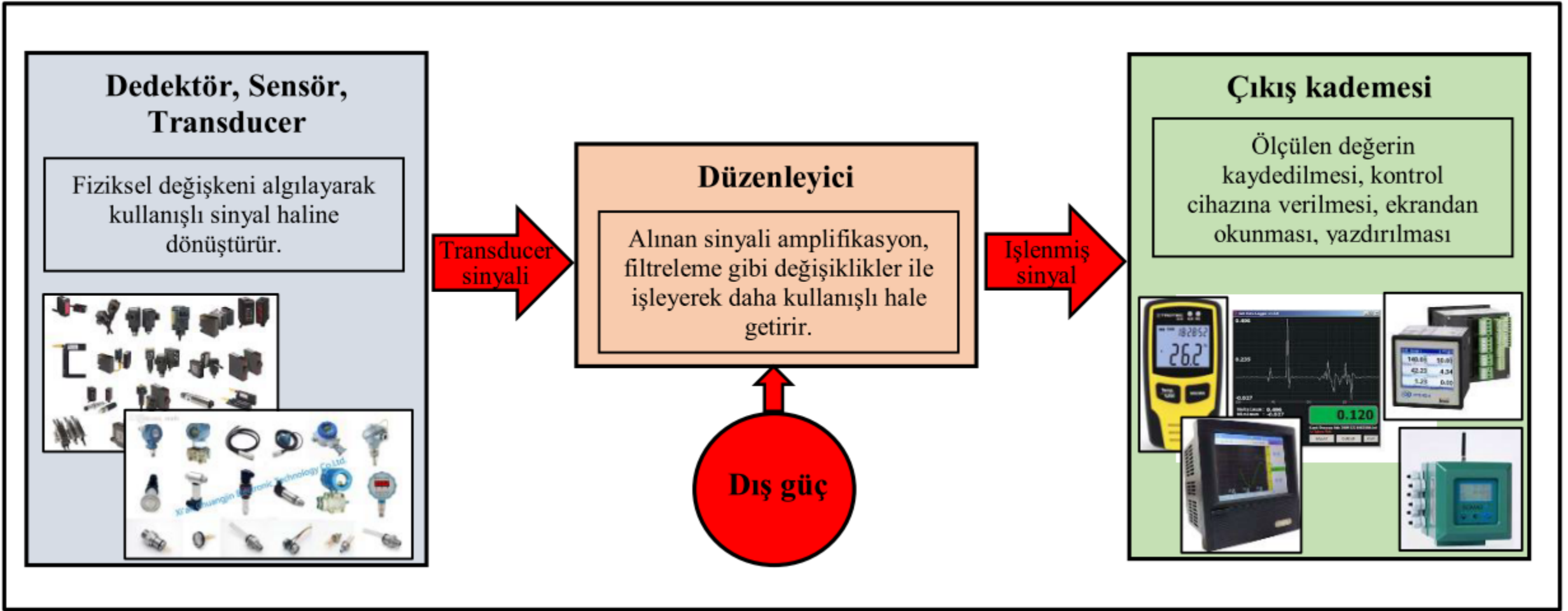
- Ölçme her hangi bir büyüklüğün kendi cinsinden tanımlı bir birimle karşılaştırma işlemidir. Başka bir tabirle bilinmeyen bir niceliği bilinen bir nicelikle karşılaştırarak değerlendirme işlemidir.
- Ölçmenin yapılması için, ölçülmek istenen bir büyüklük, o büyüklükle ilgili tanımlanmış bir standart birim ve o standarda uygun bir ölçme cihazının bulunması gerekir.
- **Örneğin** ölçülmek istenen büyüklük bir çuval patatesin miktarı ise, kütle birimi ilgili bir standart ve o standarda uygun yapılmış bir tartı cihazının olması gerekir. Kütle birimi kg ve tartı aleti de terazi olarak bilinmektedir.
- Bilimsel çalışmalar ölçme ile anlam kazanır. Ölçülemeyen büyüklükler tanımlanamaz, kontrol edilemez.

Genel bir elektronik ölçme sistemi üç kısımdan oluşur.

1.Giriş kademesi: Duyarlı ölçü elemanı (detektör, sensör, transduster vb.) ile fiziksel değişken algılanarak kullanışlı bir sinyale dönüştürülür. Elde edilen sinyal orta kademeye gönderilir.

2. Orta kademe: Alınan ham sinyali amplifikasyon, filitreleme gibi işlemlerden geçirerek daha kullanışlı hale getirir.

3. Çıkış kademesi: Orta kademedan gelen işlenmiş sinyalin ölçülen değerlerinin kaydedilmesi, kontrol cihazına verilmesi ve ekrandan okunması bu aşamada olur.



Şekil 1.1: Ölçme sisteminin genelleştirilmiş hali

Ölçme aletlerinin kullanım amaçları:

- Bir değişimi gözleme (Su ve elektrik sayacı vb.)
- Bir değişimi kontrol etme (Klimalar, fırınlar vb.)
- Deneysel mühendislik işleri, şeklinde sınıflandırılabilir.

2. Ölçü Birimleri

- İlk olarak 1898 yılında birçok ülkenin gönderdiği temsilcilerden oluşmuş Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler konferansında temel birimler belirlenmiştir.
- Daha sonra 1960 yılında birim, tanım ve semboller güncelleştirilmiştir.
- Bu sistem Uluslararası birim sistemi (System International d'Unite, S.I) olarak bilinir.
- Uluslararası sistem (SI) dışında çeşitli ülkelerin kullandığı özel birim sistemleri hala kullanılmaktadır.
- Uluslararası sistemin belirlediği sekiz temel birim vardır.
- Bu temel birimlerin çarpım ve bölümü ile elde edilen yeni birimlere türetilmiş birimler denir.
- Kolaylığı sağlaması açısından birimlerin alt ve üst katları kullanılmaktadır.

Büyölük	Birim adı
Uzunluk	Metre (m)
Kölle	Kilogram (kg)
Zaman	Saniye (s)
Sıcaklık	Kelvin (K)
Elektrik akımı	Amper (A)
Işık şiddeti	Candela (cd)
Madde miktarı	Mol (mol)
Açı	Radyan (rad)

Tablo: SI birim sisteminde temel büyüklükler

Büyüklik	Açıklama	Birimi	Temel boyutu
Alan		Metre kare (m^2)	
Hacim		Metre küp (m^3)	
Hacim		Litre (L), dm^3	$10^{-3} m^3$
Yoğunluk	Birim hacimdeki madde miktarı		kg/m^3
Hız	Birim zamanda alınan yol		m/s
Açısal Hız	Birim zamanda alınan açısal yol		rad/s
İvme	Birim zamandaki hızdaki değişim		m/s^2
Açısal İvme	Birim zamandaki açısal hızdaki değişim		rad/s^2
Kütlesel Debi	Birim zamanda geçen/akan akışkan kütlesi		kg/s
Hacimsel Debi	Birim zamanda geçen/akan akışkan hacmi		m^3/s
Kuvvet	Momentumundaki anlık değişime neden o.	Newton (N)	$kg.m/s^2$
Basınç, Gerilme	Birim alana etki eden kuvvet	Pascal (Pa), N/m^2	$kg/m.s^2$
İş, Enerji, Isı		Joule (J), N.m	$kg.m^2/s^2$
Güç, Isı Geçişi	Birim zamanda yapılan iş	Watt (W), J/s	$kg.m^2/s^3$
Isı İletkenlik		$W/m.K$	$kg.m/ s^2.K$
Isı Akısı	Birim zamanda kesit alandan geçen ısı mik.	W/m^2	kg/s^3
Özgül Isı	1 kg maddeyi $1^\circ C$ ısıtmak için gerekli ısı m.	$J/kg.K$	$m^2/s^2.K$
Gizli Isı	1 kg maddenin faz değiştirmesi için gerekli	J/kg	m^2/s^2

Tablo: Türetilmiş büyüklükler (SI birim sisteminde)

Adı	Kısaltma		Metre Örneğinde Açıklama
tera (tera)	T	Tm	1 000 000 000 000 metre (10^{12} metre)
giga (giga)	G	Gm	1 000 000 000 metre (10^9 metre)
mega (mega)	M	Mm	1 000 000 metre (10^6 metre)
kilo (kilo)	k	km	1 000 metre (10^3 metre)
hekto (hecto)	h	hm	100 metre (10^2 metre)
deka (deca)	da	dam	10 metre (10^1 metre)
metre (meter)	-	m	1 metre (10^0 metre)
desi (deci)	d	dm	1/10 metre (10^{-1} metre)
santi (centi)	c	cm	1/100 metre (10^{-2} metre)
mili (milli)	m	mm	1/1 000 metre (10^{-3} metre)
mikro (micro)	μ	μm	1/1 000 000 metre (10^{-6} metre)
nano (nano)	n	nm	1/1 000 000 000 metre (10^{-9} metre)
piko (pico)	p	pm	1/1 000 000 000 000 metre (10^{-12} metre)

Tablo: Alt ve üst katlar (SI birim sisteminde)

Örnekler:

Örnek 1.1:

Aşağıda bazı birim dönüşümlerinin bazı örnekleri verilmiştir.

- **160 mL (Mililitre) = $160 * (10^{-3} \text{ L}) = 0.16 \text{ L (Litre)}$**
 - **10 GB (Gigabayt) = $10 * (10^9 \text{ Bayt}) = 10^{10} \text{ Bayt}$**
 - **$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$**
-
- **1 L su 10^{-3} m^3 olduğundan ve suyun yoğunluğu da 1000 kg/ m^3 olduğundan 1L su, $10^{-3} \text{ m}^3 * 1000 \text{ kg/ m}^3 = 1 \text{ kg}$ ' dir.**
 - **36 m^3 su, $36 \text{ m}^3 * 1000 \text{ kg/ m}^3 = 36 \text{ kg}$ ' dir.**
 - **160 mL su $0.16 \text{ L} = 0.16 * 10^{-3} \text{ m}^3$ olduğundan kütlesi = $0.16 * 10^{-3} \text{ m}^3 * 1000 \text{ kg/ m}^3 = 0.16 \text{ kg}$ ' dir.**

Örnek 1.2:

100 kN luk basma kuvvetinin 10 dm² alanda oluşturacağı basınç kaç Pa'dır?

$$\text{Basınç (P)} = \frac{\text{Kuvvet (F)}}{\text{Alan (A)}} = \frac{100 \text{ kN}}{10 \text{ dm}^2} = \frac{100 * 10^3 \text{ N}}{10 * (10^{-1} \text{ m})^2}$$
$$\text{Basınç (P)} = \frac{100 * 10^3 \text{ N}}{10 * 10^{-2} \text{ m}^2} = \mathbf{10^6 \text{ N/m}^2 = 10^6 \text{ Pa} = 1 \text{ MPa}}$$

Örnek 1.3:

2 dakikada 60 litre su akan bir musluğun debisi kaç kg/h'tır? ($\rho_{\text{su}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

$$\text{Debi (}\dot{m}\text{)} = \frac{\text{Kütle (m)}}{\text{Zaman (t)}} = \frac{60 \text{ L}}{2 \text{ dk.}} = \frac{60 * (10^{-3} \text{ m}^3) * 1000 \text{ kg/m}^3}{2 * (\frac{1}{60} \text{ h})}$$
$$\text{Debi (}\dot{m}\text{)} = \mathbf{1800 \text{ kg/h}}$$

Örnek 1.4:

Hacmi 0.1 µL olan 200 ng kütleyle sahip cismin yoğunluğu kaç kg/m³'tür?

$$\text{Yoğunluk } (\rho) = \frac{\text{Kütle (m)}}{\text{Hacim (V)}} = \frac{200 * 10^{-9} \text{ g}}{0.1 * 10^{-6} \text{ L}} = \frac{200 * 10^{-9} \text{ g}}{0.1 * 10^{-6} * (10^{-3} \text{ m}^3)}$$
$$\text{Yoğunluk } (\rho) = \mathbf{2000 \frac{g}{m^3} = 2 \text{ kg/m}^3}$$

Örnek 1.5:

700 MW kurulu güce sahip olan Altinkaya Hidroelektrik Santrali, kayıpların olmadığı düşünülürse (Verim %100) 50 W'lık güce sahip kaç elektrikli cihazı çalıştırabilir?

$$\frac{700 * 10^6 \text{ W}}{50 \text{ W}} = 14,000,000 \text{ adet}$$

Örnek 1.6:

60 litre su haznesine sahip elektrikli şofben kapalı durumdayken (dengeli durum) banyo sıcaklığının 20 °C olduğu durumda çalıştırılıyor. Çalıştırıldıktan 60 dakika sonra şofbenin içindeki suyun ortalama sıcaklığı 40 °C'ye ulaşmaktadır. Şofbenin 2 kW'lık elektrik tükettiği ölçülmüştür. Bu durumda şofbenin verimi kaçtır. ($C_{p,su} = 4.186 \text{ kJ/kg.K}$)

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

$$60 \text{ L su} = 60 (10^{-3} \text{ m}^3) * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 60 \text{ kg}$$

$$Q = mc_p \Delta T$$

$$Q = 60 \text{ kg} * 4.186 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} * 20 \text{ K} = 5023.2 \text{ kJ}$$

$$\dot{Q} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{5023.2 \text{ kJ}}{60 \text{ dak}} = \frac{5023.2 * (10^3 \text{ J})}{60 * (60 \text{ s})} = 1395.3 \text{ W}$$

Ardından hesaplanan güç miktarı ölçülen elektrik tüketimine bölünerek verim hesaplanır.

$$\eta = \frac{1395.3}{2000} * 100 = \%69.76$$

3. Ölçmede Dikkat Edilmesi Gerekenler

Ölçme işleminin standartlara uygun olabilmesi için aşağıda belirtilen temel hususlara dikkat edilmelidir.

- Ölçme işleminde ölçüm standartlarına uygun ölçü aleti seçilmelidir.
- Ölçüm yapılan yer yeteri kadar aydınlatılmalı sıcaklık ve nem oranları sanatlarda belirtilen değerleri olmalıdır.
- Ölçümü öncesi iş parçalarının normal oda sıcaklığında olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Ölçü aleti ve ölçülecek parça yüzeyleri temiz olmalıdır.
- Ölçme anında ölçme aletine uygun mesafeden dik duruşla bakılmalıdır.
- Hareket halinde dönem ve ötelenen ile sıcak parçalar üzerinde temaslı ölçme ve kontrol işlemleri kesinlikle yapılmamalıdır.
- Ölçüm anında titreşim ve gürültü yapan alet cihazlardan uzak durulmalıdır.
- Ölçü aletleri mümkün olduğunca koruma altına alınmalıdır, eğer varsa kendi kutular içerisinde muhafaza edilmelidir.

4. Ölçme ile İlgili Temel Kavramlar

Meteroloji: Ölçüm bilimi demektir. Ölçmeyle ilgili her şey meteroloji alanının içinde yer alır.

Ölçü Birimi: Ölçüm sonucunu bir sayı olarak belirleyen önceden kanun yönetmelik veya standartlarla kabul edilmiş skaler büyüklüğe denir.

Örneğin: 5 kg

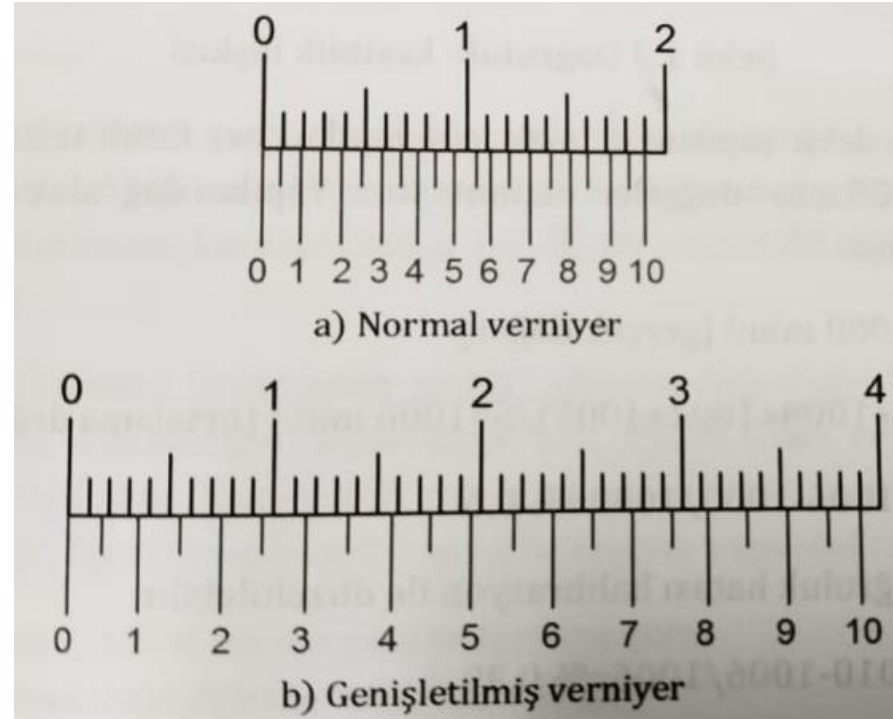
Hassasiyet (Duyarlılık): Bir aletin gösterebildiği en küçük değerdir. Örneğin 1/20 milimetrelik kumpasta okunabilen en küçük değer 0.05 milimetredir yani hassasiyeti 0.05 mm'dir. Mikrometre kumpastan daha hassastır. Daha hassas olan cihazın daha doğru ölçüm yaptığı söylenemez.

- Kuyumcu terazisinin hassasiyeti bakkal terazisinden daha fazladır fakat eğer kuyumcu terazisinin kalibrasyonu yoksa kuyumcu terazisinin daha doğru ölçüm yaptığı söylenemez.

Çalışma Aralığı: Ölçüm aletinin ölçebileceği minimum ve maksimum giriş değerleri arasındaki farktır örnek bir manometrenin 0-100 bar aralığını ölçmesi.



Okunabilirlik: Ölçme aletinin analog kadran ya da dijital ekranının sahip olduğu özellikler sayısal değerlerini daha büyük bir alanda gösterilmesi okunabilirliği artırır aynı alt ve üst okuma sınırları olan ölçüm aletlerinin okunabilirliği büyük olanı tercih edilmelidir.

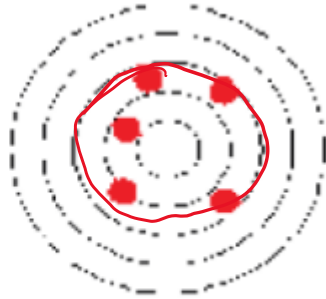


Kararlılık: Ölçme cihazının sahip olduğu meteorolojik özelliklerin sabit tutabilmesi yeteneğidir.

Doğruluk: Bir ölçme işleminde standartlara göre olması gereken gerçek değer ile aletin ölçtüğü değer arasındaki fark o aletin doğruluğu belirler. Doğruluk genellikle cihazın tam skalasının yüzdesi cinsinden verilir.



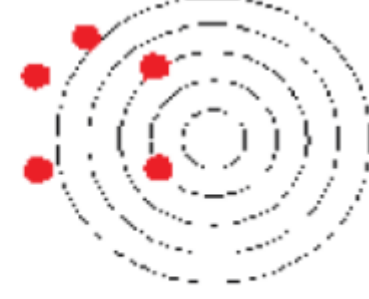
Hatasız ve Kesin



Hatasız ve Kesin değil



Hatalı fakat Kesin



Hatalı ve Kesin değil

Hata: Doğruluktan sapma miktarıdır.

Kesinlik: Bir ölçünün tekrar edilebilirliğinin göstergesidir. Bir ölçme aleti ile aynı fiziksel büyüklüğe ait farklı ölçümler yapıldığında aynı değerleri verebilmesidir. Kesinlik hatası sabit bir değer değildir. Rastgele atalardan kaynaklanır.

Tekrarlanabilirlik: Ölçme cihazının belli kullanma koşulları altında aynı fiziksel etkiye tekrarlı ölçümler için oldukça yakın tepkiler verme kabiliyetidir..

Histerezis: Cihazı oluşturan elemanlar arasındaki sürtünme, manyetik etkiler, elastik deformasyon, termal etkiler ve benzeri sebeplerden dolayı cihazın, ölçülen değerlerin altında veya üzerinde değerler gösterilmesidir.

Örnek olarak, yapısında manyetik bobin bulunan bir cihaz kapatıldığında bile üzerinde artık gerilmelerin bulunması ölçmede hatalara yol açabilir.

Güvenilirlik: Ölçme aracının ölçtüğü özelliği hangi karlıkta üstünü göstergesidir. Başka bir değişle ölçme sonuçlarının rastgele hatalardan temizlenmiş halidir.

İzlenebilirlik: Bir ölçüm sonucunun veya bir ölçüm standardının belli referanslarla (ulusal veya uluslararası standartlarla), tamamının ölçüm belirsizliği tespit edilmiş kesintisiz karşılaştırmalı bir ölçümü zinciri ile kesinleştirilmesi özelliğidir.

Kalibrasyon: Önceden belirlenmiş standartlar altında, doğruluğu bilinen bir ölçüm standardını veya sistematikliğini kullanarak test edilen cihaz ve ölçüm aletinin doğrunun ölçülmesi, hatalarının tespiti ve sonuçların rapor haline getirilmesi işlemlerine denir. Bir cihazın üç şekilde kalibrasyonu yapılabilir.

1. EN, TSE, ISO, ASTM vb. temel standartlara göre.
 2. Daha yüksek de orada doğrultudaki bir cihaza göre.
 3. Önceden doğru bilinen bir giriş değerine göre.
- Kalibrasyon işlemi, özellikle akredite olmuş laboratuvarlarda ve bilimsel çalışmalarda hata değerlerin minimum tutulması, deney güvenilirliği ve ölçümlerin doğruluğu açısından büyük önem taşımaktadır.
 - Akredite laboratuvarlardaki ölçüm cihazlarının 6 ay 1 yıl gibi zaman aralıklarında kalibre edilmesi zorunludur.

Akreditasyon: Ölçme laboratuvarının, ulusal ve uluslararası alanda kabul edilmiş teknik kriterlere ve kurallara göre incelenmesi ve yeterliliğinin onaylanması aşamalarına denir. Akreditasyon çoğu zaman isteğe bağlıdır. Ancak akreditasyona sahip olmak ulusal ve uluslararası alanda rekabet gücünü artırır ve güvenli olunmasını sağlar.

Standart: Uluslararası ve ulusal kuruluşlar tarafından kabul edilmiş belli bir konudaki kurallar bütünüdür.

Statik Ölçme: Ölçümü yapılan fiziksel büyüklüğü değerinin zamanla değişmemesi veya çok az değişmesi durumunda yapılan ölçüm.

Dinamik Ölçme: Ölçümü yapılan fiziksel büyüklüğü değerinin zamanla değişmesi durumunda yapılan ölçüm.

5. Ölçü Aletleri

1. Ölçme aletlerinin kullanım amaçları

- Bir değişimi gözleme (Arabalardaki hız, hararet ve yakıt göstergeleri vb.)
- Bir değişimi kontrol etme (Klimalar, fırınlar vb.)
- Deneysel mühendislik işleri

2. Ölçme aletlerinin sınıflandırılması

Ölçtüğü değeri gösterme şekline göre sınıflandırma:

1.Direkt gösteren ölçü aletleri: Bu tip ölçü aletleri ölçülen büyüklüğün, ölçme anındaki değerini gösterir. Göstergeli ölçü aletleri (ampermetre, voltmetre, ohmmetre vb.), ışık izli ölçü aletleri gibi (osiloskop) ve sayısal göstergeli olanlar vardır.

2. Yazıcı (kayıt edici) ölçü aletleri: Ölçülen değeri koordinatlarını çizer. Grafik çiziciler gibi aletler.

3.Toplayan yada entegre edici ölçü aletleri: Ölçülen büyüklüğün o andaki değerini değil toplamını gösterir. Elektrikve su sayaçları gibi aletlerdir.

Çalışma ilkelerine göre sınıflandırma:

1. Elektromanyetik ölçü aletleri
2. Döner bobinli ölçü aletleri
3. Döner mıknatıslı ölçü aletleri
4. Elektrodinamik ölçü aletleri
5. Termik ölçü aletleri
6. Elektrostatik ölçü aletleri
7. Endüksiyon ölçü aletleri
8. Sayısal ölçü aletleri

Doğru ölçü aleti seçiminde dikkat edilmesi gerekenler:

- Ölçülecek fiziksel büyüklüğe göre ölçü aleti tercih edilmelidir. Örneğin bir silindirin dış çapı ölçüleceği düşünölsün bu işlem için ölçü aleti tercih edilecektir. Gönye, terazi, manometre kullanılarak bu ölçüm yapılamaz. Bu ölçüm için boyut ölçmede kullanılan bir ölçü aletinin tercih edilmesi gerekmektedir. Cetvel boyut ölçümünde kullanılmasına rağmen dış çap ölçümü için kullanılmaya uygun değildir. Bu ölçüm için dış çap ölçebilme kabiliyeti olan kumpas veya mikrometre tercih edilmelidir. Diğer bir örnek olarak, sıkıştırılabilir ve sıkıştırılamaz akışkanların debi ölçümleri farklılık göstermektedir.
- Uygun ölçme aralığı olan ölçü aleti tercih edilmelidir. Ölçülecek fiziksel büyüklükler cihazın ölçüm aralığında olmalıdır. Gene silindir örneğinden gidilecek olursa, 20 mm çapındaki bir silindirin çapı 25-50 mm'lik mikrometre ile ölçölmesi mümkün değildir. Ayrıca ölçülecek olan aralığın çok üzerinde bir ölçüm kapasitesine sahip ölçüm cihazı tercih edilmemelidir. 0-50 ml aralığında hacim ölçümü yapılacaksa 0-2000 ml'lik bir beherin kullanılması tavsiye edilmemektedir.
- Yapılan ölçümlerde ortamdan etkilenmeyecek ölçü aleti tercih edilmelidir (Korozyon, çözünme, yanma vb. etkilerden korunmalıdır). Örneğin, deniz suyu debisini ölçen su sayacının korozyona karşı dayanımının şebeke suyu debisini ölçen su sayacından daha fazla olması gerekmektedir.

- Yapılacak olan ölçümün gerekli olan hassasiyetine göre uygun hassaslıkta ölçü aleti tercih edilmelidir. Genelde ölçü aletlerinin hassas ölçüm yapması tercih edilen bir durumdur fakat gereğinden fazla hassas cihaz kullanarak hem maliyeti arttırmak hem de ölçümü zahmetleştirmek istenmeyen bir durumdur.
- ✓ Bir kuyumcunun bakkal terazisiyle altın tartması yanlış bir ölçüm, bir bakkalın bir kuyumcu terazisiyle peynir tartması gereksiz hassasiyetli bir ölçümdür. Uygun hassasiyette cihaz tercih edilmelidir.
- ✓ Bir inşaat ustasının kumpası kullanması, bir torna ustasının cetvel kullanması hassasiyet açısından yanlış ölçü aleti tercihinin örneğidir.
- ✓ Alman motor üreticileri motorun hassas parçalarının imalat kontrollerini mikrometreyle yaparken, Hintli motor üreticileri aynı işlemi kumpasla yapmaktadır. Her iki grubun üretim hassasiyeti (kalite) farklı olduğundan, her iki ölçüm yöntemi de doğrudur.
- Doğruluğu iyi olan ölçü aleti tercih sebebidir. Tercih edilen ölçü aletinin doğruluğu muhakkak yapılacak olan ölçüme göre kabul edilir sınırlar içinde olmalıdır.
- Ölçü aletlerinden ekonomik olan tercih edilmelidir (Fiyatı, ömrü ve işletme maliyeti göz önüne alınmalıdır).
- Ölçü aleti seçilirken tepki süresi ve fiziksel yapısı uygun ölçü aleti tercih edilmelidir.