

OF TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ  
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

*ESM 1002 ÖLÇME TEKNİĞİ*

## **Ders geçme kriteri:**

**Arasınav : Yok**

**Deney Raporu : %50**

**Yarıyıl sonu sınavı : %50**

# 1. Ölçmenin Tanımı

- ❖ Bilinen bir değerle bilinmeyen bir değerın kıyaslanmasına **ölçme** denir. Başka bir ifadeyle bilinmeyen bir büyüklüğü, aynı cinsten bir birim büyüklük ile karşılaştırarak kaç katı olduğunu saptamaya **ölçme** denir.
- ❖ Ülkelerin sanayilerindeki gelişme, ileri teknolojilerin kullanılması ve toplam kaliteye önem verilmesiyle sağlanır. Toplam kalite, tasarım aşamasından başlar, hammadde temini, üretim, pazarlama ve satış sonrası hizmetlere bağlıdır. Her kademede kalitenin oluşmasını sağlamak ve müşterilerin isteklerini karşılamak temel hedefler arasındadır.
- ❖ Toplumlar sanayileşmede yarış içerisinde olduğundan en verimli ve en kaliteli ürünü ortaya koyabilme çabası içerisinde olduklarıdır. Bunu sağlayabilmek için ISO 9000 serisi ve eşdeğeri EN 29000 gibi uluslararası standartlar kabul etmişler.
- ❖ Bu da; **ölçme cihazlarına, ölçme tekniklerinin doğruluğuna, güvenilirliğine, kontrol ve deney elemanlarının hatasız çalışmasına bağlıdır.**

## 1.1. Ölçmeyi Etkileyen Faktörler

Ölçmede Hata ve Türleri aslında var olmasını istediğimiz özellikle karşımıza farklı çıkan özelliklerdir. Hata farklı sebeplerden dolayı ortaya çıkmış olabilir.

### Hata Kaynakları

#### 1) Ölçme İşlemini Yapan kişiden Kaynaklanan Hata

Dikkatsizlik, yorgunluk, heyecan, eğitimsizlik vb.

#### 2) Ölçme Aracından Kaynaklanan Hata

Hassasiyet, doğru ölçüm cihazı seçememe vb.

#### 3) Ölçme İşlemi Yapılacağı Ortamdan Kaynaklanan Hata

Ortamın yeterince temiz olmaması, yeterince ışıklandırılmaması, sıcaklığının uygun olmaması vb.

#### 4) Ölçülen cisimden kaynaklanan Hata

Ölçülen iş parçasının fiziksel özellikleri

## 1.2. Ölçü Birimleri

Ölçü sonucunda elde edilen sayılar, fiziksel büyüklüklere bağlı olarak çeşitli birimlerle birlikte bir anlam ifade eder. Çok değişik fiziksel büyüklük olmasına rağmen, bunların bir kısmı temel birim olarak seçilmiştir. ***Diğer büyüklükler ise, temel büyüklük (Temel birimler) cinsinden ifade edilirler.***

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 güncellenmiştir. Bu sistem **Uluslararası Birim Sistemi** (**SI = Systeme International of Unite**) olarak bilinir. Uluslararası Sistem (SI) dışında çeşitli ülkelerin kullandığı Özel Birim Sistemleri de hala kullanılmaktadır.

Uluslararası Sistemin kabul ettiği yedi **Temel Birim** vardır.

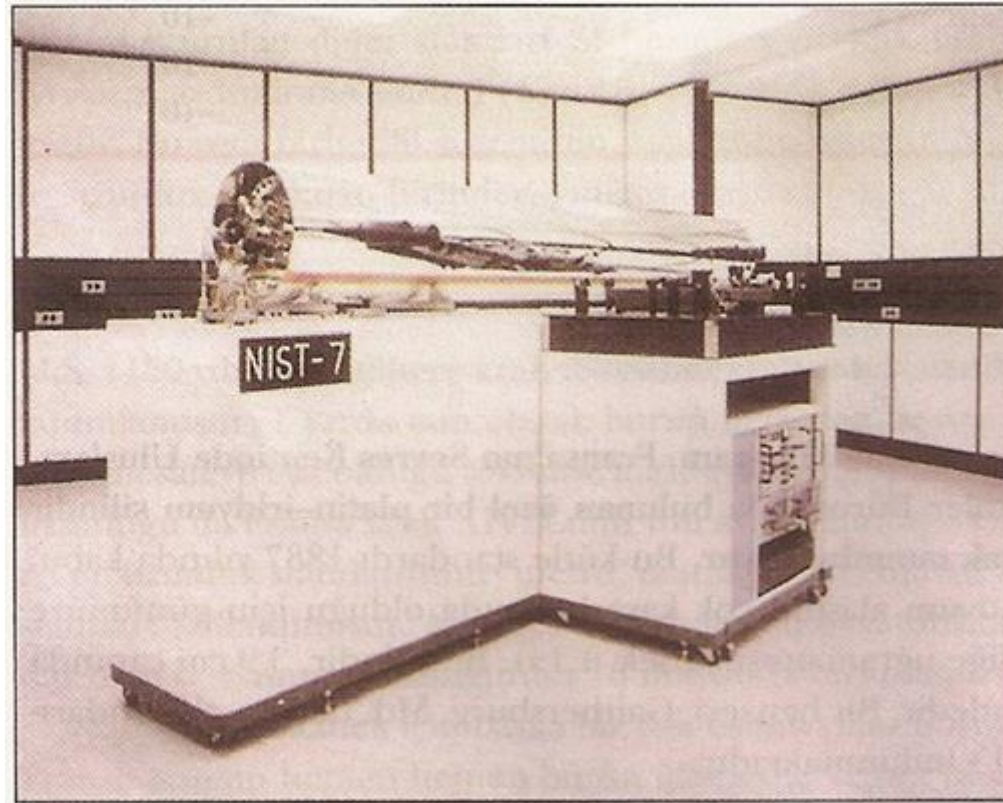
| <b>BÜYÜKLÜK</b>   | <b>BİRİMİ</b> | <b>SEMBOLÜ</b> |
|-------------------|---------------|----------------|
| 1- Kütle          | Kilogram      | (kg)           |
| 2-Uzunluk         | Metre         | (m)            |
| 3- Zaman          | Saniye        | (s)            |
| 4- Sıcaklık       | Kelvin Derece | (K)            |
| 5- Elektrik Akımı | Amper         | (A)            |
| 6- Işık Şiddeti   | Candela       | (cd)           |
| 7- Madde Miktarı  | Mol           | (mol)          |

- **KİLOGRAM**: Uluslararası Ölçü ve Tartılar Bürosunda tanımlı şartlarda muhafaza edilen 3.9 cm çapında ve 3.9 cm yüksekliğindeki silindirik platin-iridyum alaşımının kütlesidir.
- **Bu kütle Ulusal standart ve teknoloji Enstitüsün (\*NIST)'de iç içe geçmiş iki kavanoz içinde tutulmaktadır.**
- Platin-iridyum alaşımı çok kararlı yapıda olduğu için günümüze kadar hiçbir değişikliğe uğramamıştır.



**Fransa'nın Serves kentinde bulunan Uluslararası kilogram standartının tam bir kopyası.**

- **METRE:** Bir metre (m), ışığın boşlukta  $1/(299,792,458)$  saniyede aldığı yoldur.
- **SANIYE:** **Sezyum-133** atomunun temel enerji durumundan iki süper ince düzey arasındaki geçişe karşılık gelen ışınımın **9,162,631,770** periyotluk süresidir. **Bu araç, zaman standartını yılda saniyenin yaklaşık 3 milyonda bir hassaslıkta saklamaktadır.**



**NIST'deki temel frekans standardı (Atomik saat)**



**KELVİN:** Suyun üçlü noktasının termodinamik sıcaklığın (mutlak sıfırla olan farkının)  $1/273.16$  olarak tanımlanmıştır. Santigrat (Celsius) derecesi sıfır noktasını suyun donma noktası olarak aldığından  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $273.16\text{ K}$ 'e eşit olur.

**AMPER:** Sonsuz uzunlukta, ihmal edilebilir dairesel kesitte, birbirinden  $1\text{ m}$  uzaklıkta, tam vakum içine yerleştirilmiş iki paralel iletkenin içinden akan ve iletkenlerde, birim uzunluğa  $2 \times 10^{-7}$  Newton kuvvet oluşturan sabit akımdır.

**CANDELA:** Belirli bir doğrultuda,  $1/683$  watt/steradyan ışıma şiddetinde ve  $540 \times 10^{12}$  hertz frekansta tek renk (monochromatic) ışınım yayan bir kaynağın ışık şiddetidir.

**MOL:**  $0.012\text{ kg}$  karbon12 izotopundaki atom sayısı kadar temel yapıtaşı ihtiva eden bir sistemin madde miktarıdır.

Temel birimlerin çarpılması veya bölünmesi ile elde edilen birimlere **Türetilmiş Birimler** denir. Türetilmiş birimlerden bazıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

| BÜYÜKLÜK                 | SEMBOLÜ | BİRİMİN ADI            | AÇIKLAMA   |
|--------------------------|---------|------------------------|--|
| Alan                     | S       | Metrekare <sup>2</sup> | En.Boy<br>$m*m = m^2$  |
| İvme                     | A       | Metre/s <sup>2</sup>   | Hız/Zaman<br>$m/s*(1/s)=m/s^2$                               |
| Kuvvet                   | F       | Newton(N)              | Kütle. İvme<br>$Kg*m/s^2$                                    |
| İş, Enerji, ısı miktarı  | W       | Joule(J)               | Kuvvet.Yol=Güç.Zaman=Yük.Potansiyel<br>Fark<br>$N*m=P*s=q*V$ |
| Güç, ısı akışı           | P       | Watt(W)                | İş/Zaman<br>$Joule/s=N*m/s$                                  |
| Elektrik yükü            | Q       | Coulomb(C)             | Akım*Zaman<br>Amper*s  |
| Gerilim, EMK, Pot. Farkı | V,U     | Volt(V)                | İş/Yük miktarı<br>Joule/coulomb                              |

|                        |        |                 |  |
|------------------------|--------|-----------------|--|
| Elektrik alan şiddeti  | E      |                 | Kuvvet/Elektrik Yüğü=Potansiyel fark/metre<br>Newton/Coulomb=Volt/metre  |
| Elektriksel direnç     | R      | Ohm( $\Omega$ ) | Gerilim/Akım<br>Volt/Amper   |
| Elektriksel kapasite   | C      | Farad(F)        | Elektrik yüğü/Potansiyel fark<br>Coulomb/V                               |
| İndüktans              | L      | Henry(H)        | Manyetik akı/Akım şiddeti<br>$Wb/A=Volt.saniye/Amper=kg*m^2/(A^2 * s^2)$ |
| Manyetik akı           | $\Phi$ | Weber(Wb)       | Potansiyel fark.Zaman<br>$Volt.saniye=kg*m^2/(A*s^2)$                    |
| Manyetik akı yoğunluğu | B      | Tesla(T)        | Manyetik akı/Alan<br>$Weber/m^2=Volt*s/m^2= kg/(A*s^2)$                  |

|                       |        |           |                                |
|-----------------------|--------|-----------|--------------------------------|
| Manyetik alan şiddeti | H      |           | MMK/Uzunluk<br>Amper/metre     |
| Işık akısı            | $\Phi$ | Lümen(Lm) | Candela(Cd)                    |
| Parlaklık(Parıltı)    | L      |           | Cd/m <sup>2</sup>              |
| Aydınlık şiddeti      | E      | Lüx(Lm)   | Lm/m <sup>2</sup>              |
| Frekans               | F      | Hertz(Hz) | 1/periyot veya s <sup>-1</sup> |
| Açısal frekans ve hız | W      | Radyan/s  | 1/açısal periyot veya rad/s    |

Uygulamada temel veya türetilmiş birimlerin hem kendileri hem de alt veya üst katları (*birim ön ekleri*) kullanılabilir. Bu dönüşümde kullanılacak çarpanlar ve isimleri tabloda belirtilmiştir.

| <b>BİRİM TAKISI</b> | <b>ÇARPAN</b> | <b>SEMBOL</b> |
|---------------------|---------------|---------------|
| Exa                 | $10^{18}$     | E             |
| Peta                | $10^{15}$     | P             |
| Tera                | $10^{12}$     | T             |
| Giga                | $10^9$        | G             |
| Mega                | $10^6$        | M             |
| Kilo                | $10^3$        | k             |
| Mili                | $10^{-3}$     | m             |
| Mikro               | $10^{-6}$     | $\mu$         |
| Nano                | $10^{-9}$     | n             |
| Piko                | $10^{-12}$    | p             |
| Femto               | $10^{-15}$    | f             |
| Atto                | $10^{-18}$    | a             |

# Ölçme Çeşitleri

Ölçme işlemi üç değişik şekilde yapılır.

- a) Doğrudan doğruya ölçme (direkt)
- b) Dolaylı ölçme (endirekt)
- c) Mutlak ölçme.

a) Doğrudan doğruya ölçme (direkt): Master olarak alınmış bir birim ile ölçülecek değerler doğrudan doğruya karşılaştırılması suretiyle yapılan ölçme işlemidir. Bu ölçme işleminde ölçü, doğrudan doğruya okunabilmektedir, Doğrudan doğruya ölçmeye örnek olarak; çelik cetvellerle, sürmeli kumpaslarla yapılan ölçme işlemi verilebilir.

b) Dolaylı ölçme (endirekt): Bu ölçme işleminde ise, ölçü aleti belli bir kıyaslama parçasına ayarlanır ve ölçme işlemi bu kıyaslama parçasına göre yapılır. Pergel, iç ve dış çap kumpasları, çatal ve tampon mastarları ve Johonson mastarları ile yapılan ölçme işlemleri dolaylı ölçmelerdir.

c) Mutlak ölçme: Ölçülecek değerlerin sayısal değeri ile ölçme sonundaki diğer değerlerin sayısal değerleri arasındaki matematiksel ilişkiler dikkate alınarak yapılan ölçme işlemine denir.

# Ölçü Hataları

Mutlak doğru ölçüm yapmak mümkün değildir. Ancak doğruya yakın ölçümler hassas ölçüm cihazları ile yapılır. Bir ölçü aletinin hatası dendiğinde ölçü aletinin göstergesinin gösterdiği değer ile göstermesi gereken değer arasındaki fark anlaşılır. Buna mutlak hata denir + veya – olabilir. Bir ölçü aletinde genellikle mutlak hatadan değil relatif hatadan bahsedilir.

$$\% \text{ Relatif Hata} = (\text{Mutlak Hata} / \text{Doğru Değer}) \times 100$$

Ölçüm sonucunda hatalar 2 sebepten kaynaklanır.

- 1- Sistematik hata
- 2- Tesadüfi hata

Sistematik hatalar, genellikle ölçü aletinin yapısında ileri gelmektedir ve ölçü aletine göre değişkenlik gösterir. Bunları önlemek mümkün değildir fakat ilave ölçü aletleriyle minimuma indirmek mümkündür.

Tesadüfi hatalar, ölçüm yapan kişinin yaptığı subjektif hatalardır. Bu da çok ölçüm yapılarak ve bunların ortalaması alınarak minimize edilir.

## Ölçme Tekniği ile ilgili Tanımlar

**1. Okunabilirlik (Readability):** Ölçme cihazının okuma skalasının genişliğidir. Genelde okunulabilirliği büyük olan aletler tercih edilmelidir. Örneğin; aynı alt ve üst okuma sınırları içinde skalası 30 cm olan bir cihaz, skalası 15 cm olan bir cihazdan daha iyidir.

**2. En küçük değerlendirme (Least Count):** Ölçme cihazı skalasında okunabilen iki değer arasındaki en küçük fark olarak tanımlanır. Başka bir deyişle, fiziksel büyüklükteki değişikliğin cihaz tarafından algılanabilen en küçük değeri olarak verilebilir. Cihazın skalasının uzunluğu, kademelendirilmesi, ibresinin veya yazıcı ucunun kalınlığı, paralaks olayları, en küçük değerlendirmeye etki eden belli başlı faktörlerdir.



Bir cetvel üzerinde en küçük değerlendirmenin gösterimi.



## Ölçme Tekniği ile İlgili Tanımlar

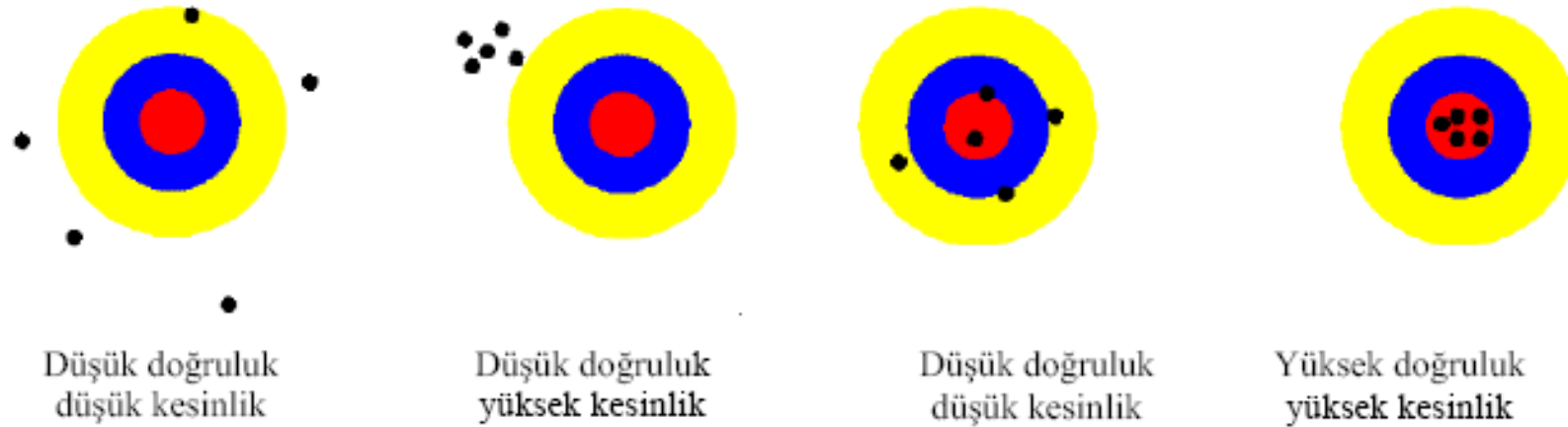
**3. Duyarlık (Sensitivity):** Ölçme cihazı ibresinin doğrusal hareket ettiği varsayımı ile, ibrenin hareket miktarının ölçülen fiziksel büyüklüğe oranıdır. Örneğin; 25 cm skalalı bir hız ölçme aleti ile ölçülebilen en yüksek hız 10 (m/s) ise, bu cihazın duyarlılığı, 2.5 cm/(m/s) değerindedir. Sayısal (*digital*) ölçme yapan cihazlarda duyarlık tanımı, bu cihazların çeşitli kademe düğmelerine basıldıkça farklı değerlerde olabilir. Bu nedenle bu tip cihazlarda her bir kademe için farklı duyarlık değerleri verilebilir.

**4. Histerizis (Hysteresis):** Genellikle bir ölçme cihazında ölçme yapılırken, herhangi bir değere artarak veya azalarak yaklaşılması durumunda histerizis olayı nedeniyle farklı değerler okunabilir.

## Ölçme Tekniği ile ilgili Tanımlar

5. **Doğruluk (Accuracy):** Bir fiziksel özeliğin ölçümünde gerçek değer ile cihazın gösterdiği değer arasındaki farktır. Doğruluk genellikle cihazın tam skalasının yüzdesi cinsinden verilir. Örnek olarak, 100 bar'a kadar ölçme yapabilen bir basınç ölçme aletinin doğruluğu %1 ise, bu cihaz  $\pm 1$  bar sınırları içinde ölçme yapabilir.

6. **Kesinlik (Precision):** Bir ölçme aletinin, aynı bir fiziksel büyüklüğe ait tekrarlanan çeşitli ölçmeler esnasında aynı değeri verebilme özeliğidir.



Doğruluk ve kesinlik kavramlarının karşılaştırılması.

## Ölçme Tekniği ile ilgili Tanımlar

**7. Hata (Error):** Doğruluktan sapma değerlerine hata adı verilir. Hata analizi kısmında inceleneceği gibi, hem deneyi yapan şahıstan hem de ölçüm cihazından kaynaklanan çeşitli hatalar vardır.

**8. Kalibrasyon (Calibration):** Bir ölçme aletinin, doğruluğu bilinen değerler ile karşılaştırılarak hatalarının azaltılması işlemidir. Bütün ölçme aletlerinin zaman zaman kalibrasyonunu yapmak gereklidir. Bu işlem;

- i.* Standartlar enstitülerinin imkanları ile,
- ii.* Doğruluğu bilinen ve kanıtlanmış cihazlar ile veya
- iii.* Bilinen bir kaynak ile karşılaştırılarak yapılabilir.

**9. Standart (Standard):** Ulusal veya uluslararası kuruluşlar tarafından kabul edilen belirli ölçülerdeki fiziksel büyüklük, ölçme yöntemi veya uyulması gereken kaidelerdir. Ülkemizde standartları yapan kuruluş, TSE (*Türk Standartlar Enstitüsü*); uluslararası kuruluş ise, merkezi Fransa'nın Sevr kentinde bulunan "International Bureau of Weights and Measures" birliğidir.

## Ölçme Teknigi ile ilgili Tanımlar

**10. Boyut (Dimension) ve Birim (Unit):** Boyut, bir sistemin veya bir cismin özeliği veya davranışını belirlemek üzere kullanılan fiziksel değişkenlere verilen genel addır. Birim ise, boyut için seçilen keyfi bir karşılaştırma değeridir. Herhangi bir cisme veya sisteme ait uzunluk, alan, basınç, sıcaklık, kütle vb. gibi fiziksel özellikler boyuta; m, ft, arşın, m<sup>2</sup>, dekar, bar, psi, °C, K, kg, g, lb, galon gibi büyüklükler ise birime örnektir.

Bir fiziksel özellikte tek bir boyut kullanılırken, birim için istenildiği kadar keyfi değerler alınabilir. Her ulus veya toplumun kendilerine has birim sistemini kullanmalarının meydana getirdiği karışıklıkları önlemek için yapılan ve Uluslararası Birim Anlaşması olan SI (*Système International d'Unité's*) ile temel birimlerin kullanılması gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır.