

# Ölçü sonucunun okunması

- 7,6 m  $\rightarrow$  7,55 ile 7,65 m arası veya [755 – 765]cm arası
- Mutlak hata sınırı: 0,05m
- Bağıl hata sınırı:  $0,05\text{m}/7,6\text{m} = \sim\%0,66$
- 7,60  $\rightarrow$  7,595 ile 7,605 m arası [7,595-7,605)
- Mutlak hata sınırı: 0,005m
- Bağıl hata sınırı:  $\sim\%0,066$
- 7,60 metre, mm cinsinden nasıl yazılır?
- 7600 mm

# Ölçü sonucunun okunması

- 97 cm ölçü için mutlak hata sınırı 1 cm olursa:
- $97 \pm 1$  cm olarak gösterilebilir.
- Bu durumda bağıl hata:  $1/97 = \sim\%1$  olur.
- Bağıl hata sınırı küçüldükçe ölçme sonucunun doğruluğu artar.

# Ölçü sonucunun okunması

- Duyu organlarıyla (özelde *göz*) kolayca farkedilebilecek büyüklük değişimleri sınırlıdır. Başlıcaları:  
Uzunluk, Açı, Titreşim (*Kulak* ile ölçüm?)
- Analog ölçmelerde ölçüm sonucu uzunluk veya açıya çevrilir ve bu şekilde okunur.
- Gösterge altında okumayı kolaylaştırmak için bölümlenmiş bölgeye ***skala*** denir.
- Dijital ölçmelerde ise quantalama yapılır ve yeteri kadar küçük kuantalardan kaç adet olduğu sayılır.

# Ölçü sonucunun okunması

- Ölçülecek büyüklük  $\Delta x$  kadar değiştiğinde gözlenen büyüklük<sub>(analog)</sub> veya sayı<sub>(dijital)</sub>  $\Delta y$  kadar değişiyorsa,  $D = \Delta y / \Delta x$  oranına ölçmenin duyarlılığı denir.
- Gözlenen büyüklüğün farkedilebilecek en küçük değişimi  $\Delta y$  kadar olursa,  $\Delta x = D \cdot \Delta y$  kadar belirsizlik olur. Buna belirtme hatası denir. Çünkü ölçülen büyüklükte  $\Delta x$ 'ten küçük bir değişimde gözlenen büyüklük  $\Delta y$ 'den az değişir ve göz bunu farkedemez.

# Ölçü sonucunun okunması

- Ölçme aletinin ölçebildiği sıfırdan farklı en küçük değere alt ölçme sınırı,
- ölçebildiği en büyük değere üst ölçme sınırı,
- bu ikisi arasındaki aralığa da ölçme aralığı veya ölçme alanı denir.
- Aletin üstünde yazılı olan, genellikle üst ölçme sınırına eşit veya yakın olan değere ise Nominal ölçme sınırı denir.

# Ölçü sonucunun okunması

- Bir ölçü aletinin  $x_n$  nominal ölçme sınırının, aletin farkedebildiği en küçük değere oranı olan

$$F = x_n / \Delta x$$

değerine, ölçme aletinin farkedebilme yeteneği denir.

- Bir birimin değerini canlandıran maddesel varlıklara veya tanımlanan olaylara ölçek veya etalon denir.
- Ölçeğe ait büyüklüğün birim kadar olması şart değildir, bir katsayı ile oranlanmış hali olabilir.
- Ölçeklerde aranan özellikler:
  - Kararlılık
  - Belirlilik
  - Kesinlik
  - Tekrarlanma kolaylığı
  - Karşılaştırma kolaylığı

# Ölçmenin Temel İlkeleri

- Ölçmenin 3 temel ilkesi vardır:
  - Etki
  - Hata
  - Gecikme



# Ölçmenin Temel İlkeleri / Etki

- Herhangi bir sistemdeki herhangi bir büyüklüğü, sistemi etkilemeden ölçmek çoğunlukla mümkün değildir.
- Etki, ölçme düzeninin sistemden enerji ( $W$ ) alması veya güç ( $P$ ) çekmesi şeklinde olur.
- Aktif ölçme düzenlerinde ise sisteme enerji veya güç göndermek söz konusu olabilir.
- Etki sebebiyle ölçülecek büyüklük gerçekte olan değerine göre büyüyüp küçülebilir.

# Ölçmenin Temel İlkeleri / Etki

- Etkinin büyüklüğü ölçülecek düzen ile ölçme düzeni arasındaki enerji veya güç alışverişinin sistemin maksimumlarına oranı ile verilir. Bağlı etki derecesi denen bu büyüklük şu şekilde gösterilir:
  - $e = P / P_{\max}$  veya  $e = W / W_{\max}$
  - Bu değer ne kadar küçükse, ölçmenin ölçüme etkisi de o kadar küçük demektir.
  - Etkinin sebep olduğu hata yöntem hatalarındandır. (sonra işlenecek).

# Ölçmenin Temel İlkeleri / Etki

- Etkinin büyüklüğünün anlaşılması için;  
Voltmetre ise nominal sınırında çekeceği akım  
Ampermetre ise nominal sınırında gerilim düşümü  
veya her ikisinin yerine, iç direnci verilir.
- Etkinin az olması için Voltmetrenin iç direncinin  
olabildiğince büyük, ampermetrenin iç direncinin  
olabildiğince küçük olması istenir.
- İç direnç yerine genellikle  $\Omega/V$  (volt başına ohm)  
olarak verilir, nominal sınır ile çarpılarak iç direnç  
bulunur.

# Ölçmenin Temel İlkeleri / Etki

- Mesela  $500 \Omega/V$  sınırlı Voltmetre, hangi nominal sınırdaki çalışırsa çalışsın, nominal sınır aralığında  $1/500 (V/\Omega) = 2mA$  akım çeker.

Eğer bu 200V luk bir Voltmetre ise

$500 \Omega/V \times 200V = 100k\Omega$  iç direnç sahiptir.

Bu değeri  $200V / 2mA = 100k\Omega$  olarak da bulabiliriz.

Bu ölçü aleti devreden

$2mA \times 200V = 0,4W$  güç çeker.

# Ölçmenin Temel İlkeleri / Etki

- Voltmetre yerine ampermetre olursa, devreden çekeceği akım yerine oluşturacağı gerilim düşümü verilir.
- Mesela 0,1V düşüme sebep olan bir ölçü aleti 10A nominal sınırdaki;  
 $0,1V / 10A = 0,01 \Omega$  iç dirence sahiptir.
- 10A'lık büyüklük ölçerken devreden  
 $0,1V \times 10A = 1W$  çeker.

# Ölçmenin Temel İlkeleri / Hata

- Ölçme işlemini tamamıyla kusursuz yapsak bile büyüklüğü hatasız ölçmek mümkün değildir. (Belirsizlik de bir hata kabul edilirse).
- Ölçeklerin değerlerindeki belirsizlik bile bir hata kabul edilebilir. Çok çeşitli hata kaynakları vardır.
- Ölçme sonucu ( $x_{\text{ö}}$ ), büyüklüğün belirsiz gerçek değerinden ( $x_g$ ), belirsiz hata ( $x_h$ ) kadar farklıdır.

$$x_{\text{ö}} = x_g + x_h$$

- Eğer sonuçtan  $x_h$  çıkarırsak, buna da düzeltme denir.

# Ölçmenin Temel İlkeleri / Hata

- Hata belirsiz olduğundan düzeltme de belirsizdir.
- Daha hassas ölçü aletleri ve ölçme işlemleri ile doğruluk arttırılıp hata küçültülebilir.
- Gerçek hatanın mutlak değerinin üst sınırını belirleyerek  $x_g$  gerçek değeri için kesinlik içeren bir aralık tespit edebiliriz. Hata konusu daha detaylı işlenecektir.
- Ölçmenin sonucunu hiçbir zaman tam ve kesin bilemeyiz, ancak hata aralığını küçültüp, çok hassas ölçümler alabiliriz. ( $x_g$  dar aralıkta)

# Ölçmenin Temel İlkeleri / Hata

- Hatanın mutlak değerinin üst sınırı olan  $\Delta x$  değeri ölçülen büyüklük ile aynı boyutta ve aynı birimdedir. Kısaca mutlak hata denir. Tolerans bilgisi de içerir.

$$x_{\text{ö}} - \Delta x < x_g < x_{\text{ö}} + \Delta x$$

- Mutlak hata ile ölçümün hassasiyeti belirlenemez. Bu sebeple bağıl hata sınırı kullanılır:

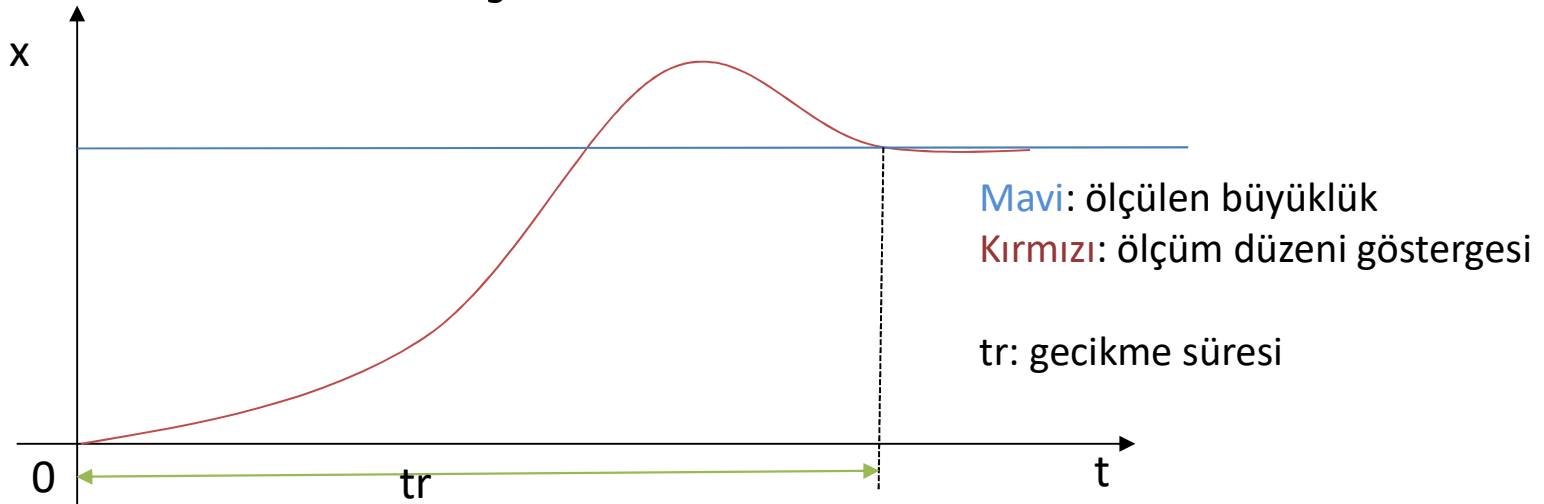
$$\varepsilon = \Delta x / x_{\text{ö}}$$

- Kısaca sadece bağıl hata veya hata dendiği olur. Yüzde olarak kullanımı yaygındır.



# Ölçmenin Temel İlkeleri / Gecikme

- Ölçüm düzeni ölçülecek büyüklüğe bağlandığında, ölçülecek büyüklüğün değerini gösteremez. Gecikme süresi ( $t_r$ ) denen bir zaman geçmesi gerekir. Bu da ölçmenin temel ilkelerindendir.



# Ölçme Hataları

- Her ölçmede bulunan ve gerçek değerini bilemediğimiz hataların en azından mutlak değerinin üst sınırını belirleyebilmek önemlidir.
- Temel olarak 3'e ayrılır:
  - Kişi Hataları
  - Rastlantı Hataları
  - Sistem Hataları (kendi içinde 4'e ayrılır)
    - Yapım hataları
    - Yöntem hataları
    - Okuma ve belirtme hataları
    - Ortam şartlarının oluşturduğu hatalar

# Ölçme Hataları / Kişi Hat.

- Gözlemcinin, ölçmecinin yaptığı yanlışlara bağlı oluşur. Dikkatsizlik ve tecrübe eksikliği bu hataları artırır.
- Ondalık ayracı görmeme, rakamı yanlış okuma, uygulamada prensip yanlışları, hesap hataları bu sınıfa girer.
- Ölçüm yapan kişinin konu hakkında bilgisi, görgüsü ve dikkati arttırılarak bu hatalar sıfıra indirilebilir.

# Ölçme Hataları / Rastlantı Hat.

- Aynı sistem, aynı ölçme düzeneği ve aynı yöntemle, aynı ortamda defalarca ölçüldüğünde bile tüm ölçüm sonuçları birbirine eşit olmayabilir. Özellikle hassas ölçü aletlerinde bu farklar daha rahat görülür.
- Bu farklar hava moleküllerinin hareketlerine, elektronların ısı hareketliliğine vb değişkenlere bağlı oluşur. Burada ölçme sonucu bir rastlantı değişkeni olur.
- Rastlantı değişkeni olasılık kanunlarına uygun dağılır.

# Ölçme Hataları / Rastlantı Hat.

- Rastlantı değişkeni Gauss kanunu veya normal dağılım kanunu adı verilen kanuna göre dağılır.
- Bu dağılım çan eğrisi adı verilen eğri ile belirtilir.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, & -\infty < x < \infty \\ 0 & ,diger\ yerlerde \end{cases}$$

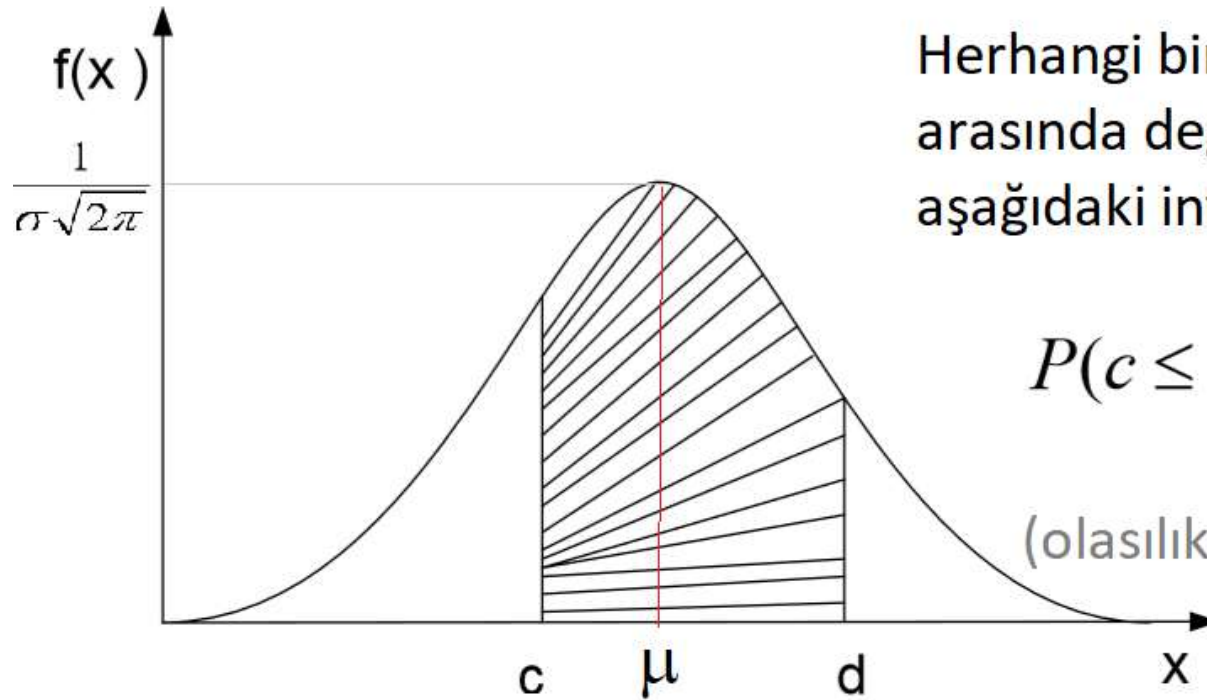
$\pi = 3,14159\dots$

$e = 2,71828\dots$

$\sigma$  = populasyon standart sapması

$\mu$  = populasyon ortalaması

# Ölçme Hataları / Rastlantı Hat.



Herhangi bir ölçme sonucunun  $c$  ile  $d$  arasında değer verme olasılığı aşağıdaki integral ile bulunur:

$$P(c \leq x \leq d) = \int_c^d f(x) dx = ?$$

(olasılık eğri altında kalan alandır.)

**Dikkat!**  $P(-\infty \leq x \leq \infty) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$

Grafikten de görüleceği gibi sonuçların ortalaması ( $\mu$ ) alınarak bu hata azaltılabilir. Sonsuz sayıda ölçüm alındığında  $\mu$  değeri için rastlantı hatası sıfırdır.

# Ölçme Hataları / Rastlantı Hat.

- $h = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$  değerine ölçme düzeninin inceliği denir.  $h$  değeri ne kadar büyük olursa standart sapma o kadar küçük olur ve değerler  $\mu$  değerinin o kadar yakınında toplanır.
- Standart sapmanın 0,67 katına olurlu hata denir.  
(sonsuz sayıdaki ölçmede rastlantı hatalarının yarısının mutlak değeri bu değerden küçük ve yarısının büyüktür.)

# Ölçme Hataları / Sistem Hat.

- Sistem hataları, kullanılan ölçeğin hatasından, ortam etkilerinden, ölçme düzeninin kusurlarından meydana gelebilir.
- Gerçek hata değeri bilinemese de hataların sebepleri bilindiğinden küçültmek mümkündür.
- Genel olarak kişi hataları dikkat ve eğitimle, rastlantı hataları çok sayıda ölçümün ortalaması ile giderilebilir. Dikkate alınan hatalar çoğunlukla sistem hatalarıdır.



# Ölçme Hataları / Sistem Hat.

- Ortam koşullarını makul aralıkta ve kararlı tutarak, daha hassas ölçme sistemi kullanarak, gerekirse ölçme yöntemini değiştirerek sistem hataları da küçültülebilir.
- Sistem hataları kendi içinde 4'e ayrılır:
  - Yapım hataları
  - Yöntem hataları
  - Okuma ve belirtme hataları
  - Ortam şartlarının oluşturduğu hatalar

# Ölçme Hataları / Sistem Hat.

- Ortam koşullarını makul aralıkta ve kararlı tutarak, daha hassas ölçme sistemi kullanarak, gerekirse ölçme yöntemini değiştirerek sistem hataları da küçültülebilir.
- Sistem hataları kendi içinde 4'e ayrılır:
  - Yapım hataları
  - Yöntem hataları
  - Okuma ve belirtme hataları
  - Ortam şartlarının oluşturduğu hatalar