

MÜHENDİSLİKTE DENEYSEL METODLAR

BÖLÜM 3
BELİRSİZLİK VE HATA ANALİZİ

Deneysel Sonuçların Analizi

Bütün deneylerden elde edilen veriler belirli şekilde analiz edilmelidir. Bu analizler fiziksel kurallara uymasını sağlamak, bazen kolay, bazen de çok karmaşık karmaşık olabilir.

Deneyi yapan araştırmacı, dataların doğruluğunu daima bilmek zorundadır.

DeneySEL SonuçlarıN Analizi

Bir otomobil yakıt ekonomisi testini yapan araştırmacı, yakıt-ekonomi ilişkisini güvenli bir şekilde tespit etmek için, **hız ölçme ve yakıt tüketimi ölçme aletinin doğruluğunu bilmek** mecburiyetindedir.

Bir ısı transferi araştırmacısı da **sıcaklık, basınç, nem ve hız ölçümlerinde** kullandığı ölçü aletlerinin doğruluğunu bilmek zorundadır.

Deneyisel Sonuçların Analizi

Deneyisel sonuçlarının geçerliliğine kesin kararın verilmesinde, birçok dikkat edilmesi gereken husus vardır.

Deneyisel Sonuçların Analizi

Araştırmacılar yaptıkları deneyde oluşacak **hatanın ne oranda olduğunu bilirse** onu düzeltecek veya yok etmeye çalışacaktır. Sonuçta bir daha o hatanın etkisi azaltılacak veya hata bir daha hiç meydana gelmeyecektir.



Deneysel Sonuçların Analizi

Araştırmacıların görevi;
deneydeki bu belirsizliğin
(hataların) nasıl olduğunu
belirlemek ve **analitik
formda belirsizliğin
azaltılması için analitik
yaklaşımlar veya
tasarımlar yapmaktır.**



Deneyisel Sonuçların Analizi

**Deneyisel verilerdeki
gerçek hatalar daima
bazı büyüklüklerin
belirsizliėi sonucunda
meydana gelecektir.**



DeneySEL Sonuçların Analizi

Hatalar veya Belirsizlikler

Deneyin durumuna göre deėiŖecektir. Belki de “**deneySEL hata**” tabiri yerine “**deneySEL belirsizlik**” tabiri daha uygun olacaktır. Çünkü bir hatanın büyüklüğü daima bir belirsizliktir.



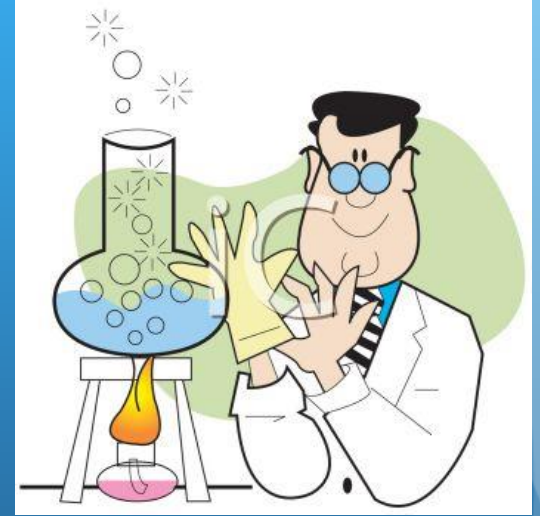
DeneySEL Sonuçların Analizi

- Hatalar (error), bütün çaba ve gayretlere rağmen, sinsice tüm deneySEL çalışmaların içerisine **sistemetik** bir şekilde girecektir. Bazı hatalar, için doğası gereği **rastgele** şekilde olacak, diğer bazı hatalar ise, **bağışlanamaz büyük hatalar** şeklinde deneyi yapandan kaynaklanacaktır.



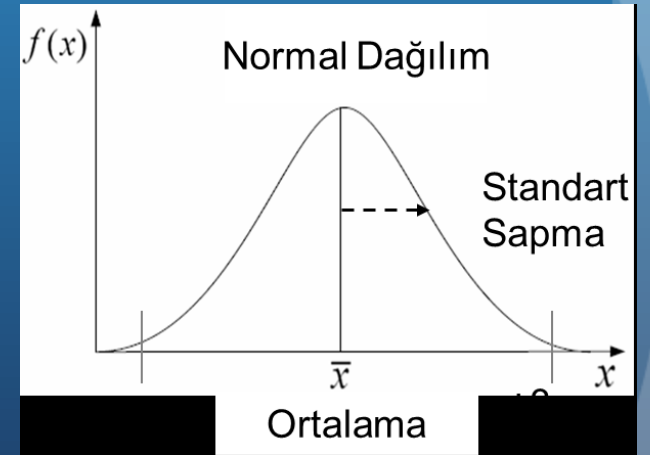
Deneysel Sonuçların Analizi

Bir deneysel çalışma sonucu elde ettiğimiz **datalar eğer çok büyük hatalar içeriyorsa** bu sonuçları değerlendirmeye almayız ve **deneyi tekrar etmek** isteriz. Bu durumun **anlaşılması çok kolaydır.**



Deneyisel Sonuçların Analizi

Ancak bazen de alınan deneyisel **sonuçlar normal dağılımın dışında kalmasına rağmen** deney sonuçlarını ihmal edemeyiz. Sadece istatistiksel olarak uygun tutarlı data analizleri kullanarak bunları değerlendirme dışında bırakabiliriz.



Deneyisel Sonuçların Analizi

ideal bir deney adamı, başlıca data analizlerini yaparak, çalışmanın **sonuçlarının tutarlılığını tespit etmelidir**. Bu bölümdeki amacımız, **tutarlı olmanın nasıl sağlanacağını göstermektir**.



Deneyssel Hata tipleri

Büyük Hatalar;

Dikatsizlik ve tecrübesizlikten olabilen hatalardır. Ölçme cihazlarının yanlış seçiminden veya ölçme sistemlerinin yanlış dizaynından ortaya çıkan hatalardır.

Bu hatalar genellikle ölçülen diğer datalardan farklı karakterde olduğundan, tecrübeli bir araştırmacı tarafından **kolaylıkla tespit edilerek, değerlendirme dışı** bırakılabilir.

Deneyisel Hata tipleri

Random (Rastgele) Hatalar;

Random hataları vardır ki bunlar, **personel değişimleri**, deneyi yapanların **dikkatlerinin azalması** veya ölçü aletlerinde **ortaya çıkan random elektronik değişimler**, **sürtünmenin** çok çeşitli etkileri, v.s. gibi sebeplerden olabilir.

Bu şekildeki random hatalar, genellikle **belirli bir istatistikî dağılım izlerler**, fakat birçok durumda, **sabit hata ile random hatayı birbirinden ayırmak son derece zordur**.

Deneyssel Hata tipleri

Sabit(sistematik) Hatalar;

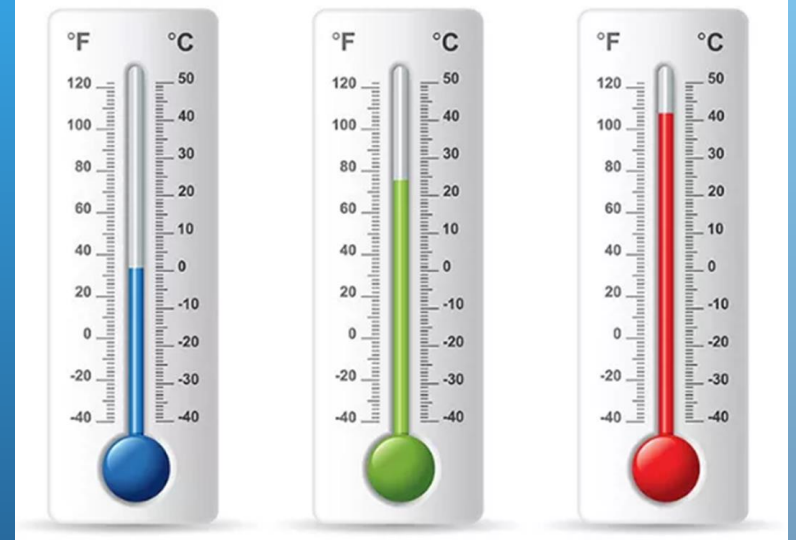
Genel olarak tekrar edilen okumalarda görülen ve **nedenleri bilinmeyen hatalardır.**

Bir sabit hatanın büyüklüğünü **tayin etmek için,** araştırmacılar bazen **teorik metotlar kullanırlar.**

Deneyssel Hata tipleri

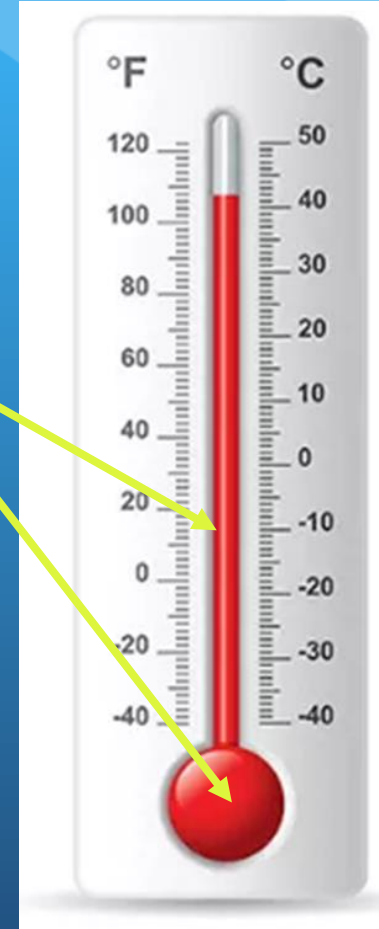
Sabit Hata-Sistemetik Hata:

Örneğin, kanal içersinde akan sıcak bir gazın ölçümünde, **cam tüp içersindeki termometrenin** kullanıldığı durumu düşünelim.



Deneyisel Hata tipleri

ısı termometre kılıfı ucundan gövdeye ve çevresine temas edecektir. Bir başka deyişle, ölçülmeye çalışan akan gazın sıcaklığı ile, termometrenin gösterdiği sıcaklık farklı olacaktır. Termometre gövdesi ile sıcak gaz arasında bir ısı akışı vardır, ve termometre gövdesi sıcaklığı değeri sıcak gazdan daha düşük olmak zorundadır.

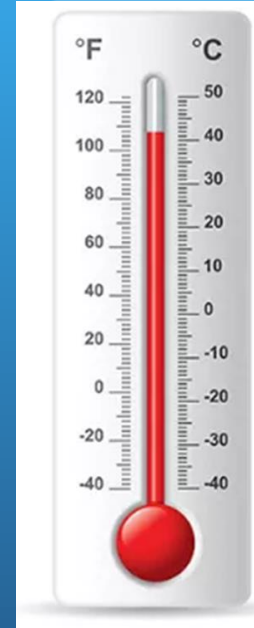


Deneysel Hata tipleri-Sabit Hata

Bu yüzden, sıcaklık ölçüm değeri olarak termometreden okuduğumuz değer gerçekten gazın sıcaklık değeri değildir.

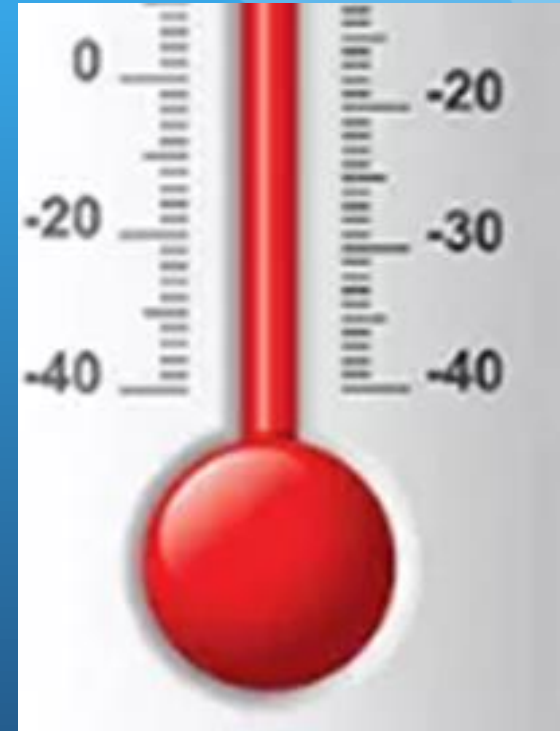
Deneysel Hata tipleri-Sabit Hata

Biz ne kadar çok sayıda okuma yaparsak yapalım, termometre gövdesinin ısı geçişinden ortaya çıkan bir hata daima olacaktır.
Buna sabit hata denir,



Deneyssel Hata tipleri-Sabit Hata

Sabit hatanın büyüklüğü, gazın ve termometre camının bilinen sabit özelliklerini kullanarak yapılan teorik bir hesaplamayla tahmin edilebilir.



HATA ANALİZİ METOTLARI

- Sağ Duyu Prensibi (Akılcı yaklaşım)
 - *Kline and McClintock*
- *Deney datalarının İstatistik Analizi*
 - *Gaus veya Normal Hata Dağılımı*
 - *Chauvenet kriteri*
 - *Grafik Kağıdı*

SAĞDUYU PRENSİBİYLE HATA ANALİZİ (Akılcı Yaklaşım)

Deneyssel ölçümlerde belirsizliğin tespiti için,
birçok faktörü dikkate aldık,

ölçü aletlerinin hassasiyeti,

aleti kullanan elemanın ustalığı, v.s.

Sonunda, bazı temel ölçümler yaparak
istenilen neticelerin çıkıp çıkmadığını kontrol
edilmek mecburiyetindedir.

SAĞDUYU (Akılcı Yaklaşım) PRENSİBİYLE HATA ANALİZİ

Bu kontrol sağ duyu prensibiyle yapılabilir. Sağduyu prensibi hata analizinin çok çeşitli şekilleri vardır.

Bir tanesi, başparmak kuralıdır ve şöyledir, sonuçta ortaya çıkan hata, hesaplamalarda kullanılan herhangi bir parametrenin maksimum hata değerine eşittir.

SAĞDUYU PRENSİBİYLE HATA ANALİZİ (Akılcı Yaklaşım)

Bir diğer sağduyu hata analizi de, deneysel çalışmada yapılan bütün hatalar neticeyi en kötü etkileyecek şekilde birleşecektir.

Örnek olarak, **Bir elektrik gücü hesabı düşünelim**

$$P = E.I \quad (W)$$

E: Voltaj (V)

I: Akım (amper)

SAĞDUYU (Akılcı Yaklaşım) PRENSİBİYLE HATA ANALİZİ

$$E = 100V \pm 2V$$

$$I = 10A \pm 0,2A$$

ölçülsün

SAĞDUYU (Akılcı Yaklaşım) PRENSİBİYLE HATA ANALİZİ

Gücün nominal değeri;

$$P_{\text{nominal}} = 100 * 10 = 1000W$$

Maksimum değeri; $P_{\text{max}} = (100+2) (10+0;2)$
 $= 1040,4W$

Minumum değeri; $P_{\text{min}} = (100-2) . (10-0.2)$
 $= 960,4 W$

Güçteki belirsizlik;

% 4,04 ve % - 3,96 olacaktır

SAĞDUYU PRENSİBİYLE HATA ANALİZİ (Akılcı Yaklaşım)

Yapılan ölçüm sonucu dataları, güç denkleminde yerine koyarak hesaplama yapmak ve hesap neticesinde şayet, yukarıdaki hesaplanan değerden daha fazla bir değer çıkıyorsa, burada *bir problem var demektir.*

SAĞDUYU PRENSİBİYLE HATA ANALİZİ (Akılcı Yaklaşım)

Bu hata açıkça ortadadır ve deney datalarının daha bir dikkatli bir şekilde incelenmesi gereklidir.

Pratikte, araştırmacılar, ölçüm aletleri için sabit hataları araştırmak zorundadır, bu sabit hatalar, teorik veya pratik düzeltmelerle ortadan kaldırılabilir.

SAĞDUYU PRENSİBİYLE HATA ANALİZİ (Akılcı Yaklaşım)

Bir başka örnek; Bir kaptaki suya ısı verildiğini, ve kaptaki su sıcaklığını bir termometre ile ölçtüğümüzü düşünelim.



SAĞDUYU PRENSİBİYLE HATA ANALİZİ (Akılcı Yaklaşım)

Şayet, ölçüm değerlerine göre sıcaklık düşüyorsa, sağduyumuz bize söyler ki, *bir problem vardır, hata vardır, deney ölçüm neticeleri data sonuçları dikkate alınmamalıdır*

Kline and McClintock HATA (BELİRSİZLİK) ANALİZİ

Deneyisel sonuçlardaki belirsizliğin tahmin edilmesinde daha hassas bir metod, *Kline and McClintock* tarafından sunulmuştur.

Bu metod, önceden yapılan çeşitli deneyisel ölçümlerdeki belirsizlik özelliklerinin dikkatli bir şekilde incelenmesine dayanmaktadır.

Kline and McClintock HATA (BELİRSİZLİK) ANALİZİ

Bu yöntemle göre ölçülmesi gereken büyüklükler R , ve bu büyüklüğe etki eden n adet bağımsız değişkenler $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ olsun,

Bu durumda;

$$R = R(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Her bir bağımsız değişkene ait hata oranları, $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ ve R Büyüklüğünün hata oranı WR ise,

Kline and McClintock HATA (BELİRSİZLİK) ANALİZİ

$$w_R = \left[\left(\frac{\partial R}{\partial x_1} w_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial x_2} w_2 \right)^2 + \cdots + \left(\frac{\partial R}{\partial x_n} w_n \right)^2 \right]^{1/2}$$

Bu R için WR Hata oranı denklemi ile hesaplanır.