



Yıldız Teknik Üniversitesi  
İnşaat Fakültesi  
Harita Mühendisliği Bölümü



# TOPOGRAFYA (HRT3350)

| Ders Adı   | Kodu    | Yerel Kredi | ECTS | Ders (saat/hafta) | Uygulama (saat/hafta) | Laboratuvar (saat/hafta) |
|------------|---------|-------------|------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| Topografya | HRT3350 | 3           | 4    | 3                 | 0                     | 0                        |

|              |   |
|--------------|---|
| Dersin Amacı | Bu dersin amacı, temel ölçme teknikleri ve büyük ölçekli harita üretiminde kullanılan matematiksel tanımların verilmesidir. |
|--------------|---|

**Öğr. Gör. Mehmet EREN**

<https://avesis.yildiz.edu.tr/meren>

[meren@yildiz.edu.tr](mailto:meren@yildiz.edu.tr)

## 2. BÖLÜM ÖLÇÜ BİRİMLERİ, HATA KAVRAMI VE HATA TÜRLERİ

# Uzunluk Birimleri

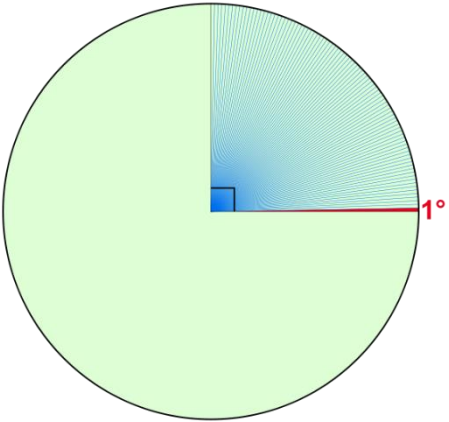
| Ölçü Birimi           | Metrik Birim    |
|-----------------------|-----------------|
| 1 Kilometre           | 1000 metre      |
| 1 Hektometre          | 100 metre       |
| 1 Dekametre           | 10 metre        |
| 1 Metre               | 100 santimetre  |
| 1 Desimetre           | 10 santimetre   |
| 1 Santimetre          | 10 milimetre    |
| 1 Milimetre           | 0,001 metre     |
| 1 mikrometre - mikron | 0,001 milimetre |
|                       |                 |
|                       |                 |

# Alan Ölçü Birimleri

| 1 ar                            | 100 m <sup>2</sup>      |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1 dekar (dönüm)                 | 1000 m <sup>2</sup>     |
| 1 hektar                        | 10000 m <sup>2</sup>    |
| 1 km <sup>2</sup> ( 100 hektar) | 1000000 m <sup>2</sup>  |
| 1 desimetre kare                | 0,01m <sup>2</sup>      |
| 1 santimetre kare               | 0,0001 m <sup>2</sup>   |
| 1 milimetre kare                | 0,000001 m <sup>2</sup> |

# Açı Ölçü Birimleri

**1- Derece:** Bir çemberin 360'da birine karşılık gelen açı birimidir.



|          |             |                 |               |
|----------|-------------|-----------------|---------------|
| 1 derece | $1^{\circ}$ | 60 dakika       | 3600 saniye   |
| 1 dakika | $1'$        | $1/60$ derece   | 60 saniye     |
| 1 saniye | $1''$       | $1/3600$ derece | $1/60$ dakika |

$$1^{\circ} = 60' = 3600''$$

$$1' = 60''$$

Derece, dakika, saniye cinsinden açı

$$380^{\circ} 28' 43''.6$$

Dakika ve saniye kısımları 60 dan büyük olamaz. Saniye kısmı ondalık sayı olabilir.

Matematiksel işlemlerin yapılabilmesi için derece, dakika, saniye cinsinden açı birimi, ondalık açı birimine dönüştürülür.

| Derece-dakika-saniye  | Ondalık derece  |
|-----------------------|-----------------|
| $87^{\circ} 58' 48''$ | $87.98^{\circ}$ |

$$1^{\circ} = 60' = 3600'' \quad 1' = 60''$$

$$87^{\circ} + (58/60) + (48/3600) = 87.98^{\circ}$$

$$15^{\circ} 14' 51''$$
$$15^{\circ} + (14/60) + (51/3600) = 15^{\circ}.2475$$

$$86^{\circ}.9382$$

$$X^{\circ} = 86^{\circ}.9382 \text{ (Ondalık derece)}$$

$$X^{\circ} = 86^{\circ} + (0.9382 * 60') = 86^{\circ} 56'.292$$

$$X^{\circ} = 86^{\circ} 56' + (0.292 * 60'') = 86^{\circ} 56' 17''.52$$

$$45^{\circ} 17' 58'' + 15^{\circ} 45' 17'' = ?$$

$$45^{\circ} 17' 58'' + 15^{\circ} 45' 17'' = 61^{\circ} 03' 15''$$



# Açı Ölçü Birimleri

**2- Grad (gon):** Derece gibi bir açı ölçü birimidir. Grad ölçüsünde tam açı 400 grad olarak tanımlanır. 100 grad saniyesi bir grad dakikası, 100 grad dakikası da bir grad eder. Kısaltması gon veya g'dur. Haritacılıkta ölçü birimi olarak kullanılır.

|                 |                 |                   |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| 1 grad          | 1 <sup>g</sup>  | 100 grad dakikası |
| 1 grad dakikası | 1 <sup>c</sup>  | 0,01 grad         |
| 1 grad saniyesi | 1 <sup>cc</sup> | 0,0001 grad       |
|                 |                 |                   |

$$1^g = 100^c$$

$$1^c = 100^{cc}$$

$$133.1932^g \text{ ( } 133.1932 \text{ grad ) } = 133^g 19^c 32^{cc}$$

$$56^g.7284 = 56^g 72^c 84^{cc}$$

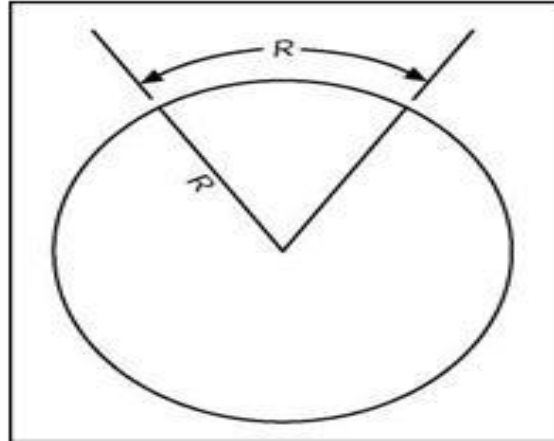
$$105^g 36^c 89^{cc} = 105^g.3689$$

$$45^g 6075 + 25^g 1522 = ?$$

$$45^g 6075 + 25^g 1522 = 70^g 7597$$

# Açı Ölçü Birimleri

**3- Radyan: Radyan**, bir dairede yarıçap uzunluğundaki yay parçasını gören merkez açıya eşit açı ölçme birimidir. 1 radyan  $180/\pi$  ya da yaklaşık 57,2958 derecedir ( $57^{\circ}17'45''$ ).



Bir radyan, bir dairenin yarıçapına eşit uzunlukta olan bir yayın bu dairenin merkezinde oluşturduğu açıdır.

Tam bir devir  $2\pi$  radyan'dır.  $2\pi$  radyan 360 dereceye eşittir.

# Açı Birimleri Arasında Dönüşüm

$$360^{\circ} = 400^g = 2\pi \quad \frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi}$$

45° 17' 58'' dereceyi grad birimine dönüştürünüz.

$$\alpha = 45^{\circ} + \frac{17'}{60} + \frac{58''}{3600} = 45^{\circ}.29944$$

$$\frac{45^{\circ}.29944}{180} = \frac{G}{200}$$

$$G = \frac{45^{\circ}.29944 \times 200}{180} = 50^g.3327$$

# Açı Birimleri Arasında Dönüşüm

$$360^{\circ} = 400^g = 2\pi \quad \frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi}$$

60<sup>g</sup> 2735 gradı derece birimine dönüştürünüz.

$$\frac{D}{180} = \frac{60^g \cdot 2735}{200} \quad D = \frac{60^g \cdot 2735 \cdot 180}{200} = 54^{\circ} \cdot 24615$$

$$X^{\circ} = 54^{\circ} \cdot 24615 \text{ (ondalık derece)}$$

$$X^{\circ} = 54^{\circ} + (0.24615 * 60') = 54^{\circ} 14' \cdot 769$$

$$X^{\circ} = 54^{\circ} 14' + (0.769 * 60'') = 54^{\circ} 14' 46'' \cdot 14$$

# Açı Birimleri Arasında Dönüşüm

$$360^{\circ} = 400^g = 2\pi \quad \frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi}$$

1.055221 radyanı dereceye dönüştürünüz.

$$\frac{D}{180} = \frac{1.055221}{3.14159265} \quad D = \frac{1.055221 \times 180}{3.14159265} = 60^{\circ}.45970974$$

$$X^{\circ} = 60^{\circ}.45970974 \text{ (Ondalık derece)}$$

$$X^{\circ} = 60^{\circ} + (0.45970974 * 60') = 60^{\circ} 27'.5825844$$

$$X^{\circ} = 60^{\circ} 27' + (0.5825844 * 60'') = 60^{\circ} 27' 34''.96$$

# Açı Birimleri Arasında Dönüşüm

$$360^{\circ} = 400^g = 2\pi \quad \frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi}$$

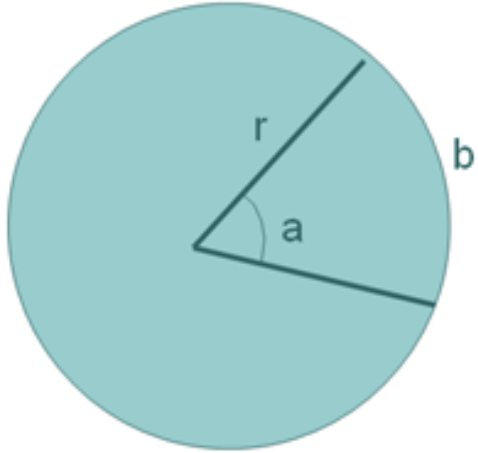
149<sup>g</sup>.5824 gradı radyana dönüştürünüz.

$$\frac{R}{\pi} = \frac{149^g.5824}{200} \quad R = \frac{149^g.5824 \times 3.14159265}{200} = 2.349634 \text{ rad}$$

# Açı Birimleri Arasında Dönüşüm

$$360^{\circ} = 400^g = 2\pi \quad \frac{D}{180} = \frac{G}{200} = \frac{R}{\pi}$$

700 m yarıçapındaki bir çemberde  $25^g$  lık merkez açığı gören yayın uzunluğunu hesaplayınız.



$$r = 700m$$

$$a = 25^g$$

$$b = ?$$

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot r}{400^g} = \frac{x}{25^g}$$

$$x = \frac{25 \times 2 \times 3.14159265}{400} = 274.89m$$



# HATA KAVRAMI VE HATA TÜRLERİ

# Ölçme Hatası



Herhangi bir ölçme aleti ile yapılan ölçüm sonucu bulunan değer yaklaşık değerdir. Bir büyüklük aynı ölçme aleti ile iki kez ölçüldüğünde farklı sonuçlar elde edilebilir.

Elde edilen bu fark **ölçme belirsizliği** ya da **hata** olarak adlandırılır.

Hata kavramı ölçme belirsizliğinin matematiksel ifadesidir.

Diğer bir ifade ile **hata**, ölçülen değer ile gerçek değer arasındaki farktır.

## ÖLÇME HATASI

### *Ölçülen değer ile gerçek değer arasındaki fark*

$$\varepsilon_i = y_i - \mu$$

$\varepsilon_i$  = ölçme hatası

$y_i$  = ölçülen değer

$\mu$  = gerçek değer

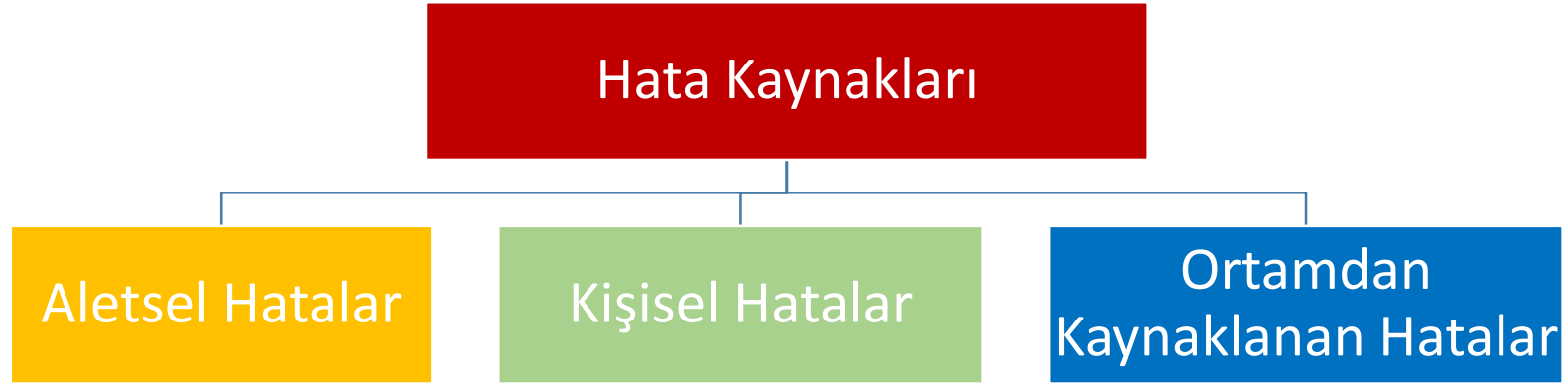
Gerçek değer: Bir büyüklüğün teorik olarak doğru olan değeri.  
(Gerçek değer tam olarak belirlenemez!)

Gerçek değer basit olarak ölçülen değerlerin *aritmetik ortalaması* olarak ifade edilebilir.

- ölçüm sonucunda gerçek değer elde edilemez.
- her ölçü hata içerir.

*«HATASIZ ÖLÇÜ OLMAZ HATAMLA DEĞERLENDİR BENİ»*

# Hata Kaynakları



## Aletsel Hatalar



**Aletin yapımındaki veya düzenlenmesindeki herhangi bir eksiklik ya da herhangi bir parçasının bozulması nedeni ile oluşan hatalardır.**

## Kişisel Hatalar



**İnsan duyu organlarının kusursuz olmaması nedeni ile kişisel dikkat ve yeteneğin sınırlı olmasından kaynaklanan hatalardır.**

**Örneğin, yatay açı ölçümünde operatörün, açı ölçme aletinin düşey gözlem çizgisini gözlenen hedefe tam olarak yöneltememesi gibi.**

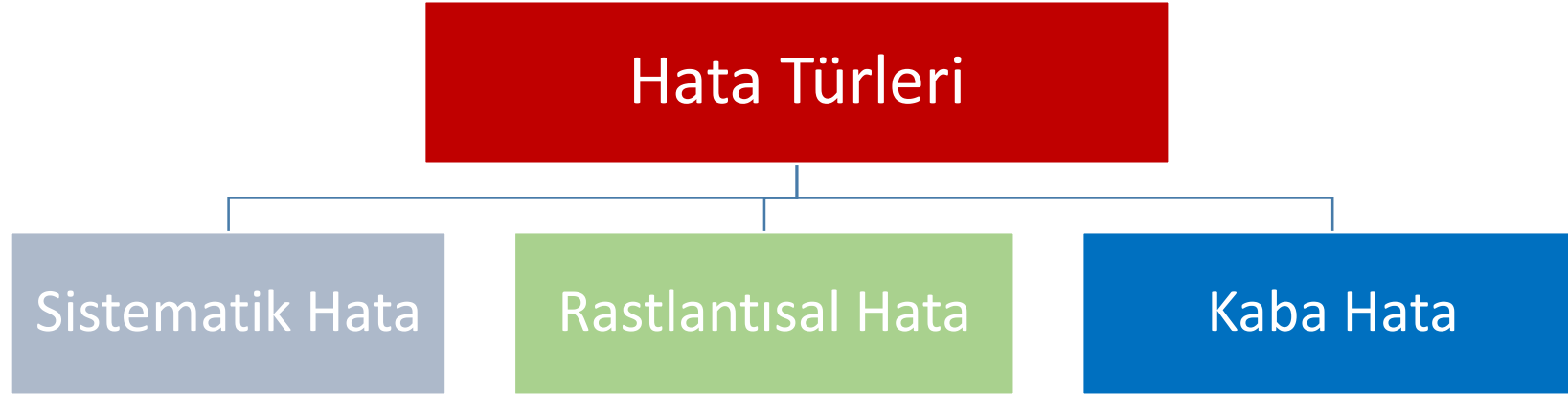
## Ortamdan Kaynaklanan Hatalar



Rüzgâr, sıcaklık, rutubet, hava katmanlarındaki kırılma, yerçekimi, manyetik alan vb değişik doğa olaylarından kaynaklanan hatalardır.

Örneğin, çelik şerit metrenin boyunun hava sıcaklığı ile değişimi gibi.

# Hataların Sınıflandırılması

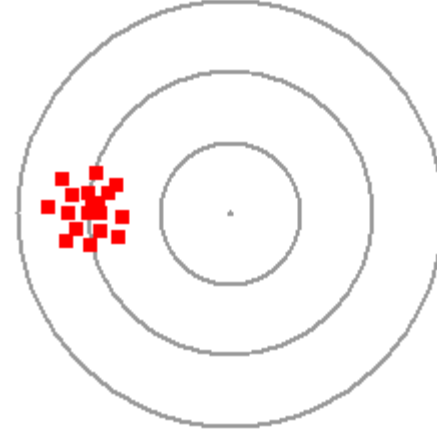




# Sistemik Hata

## **Ölçme sonuçlarına aynı yönde etkiyen hatalardır.**

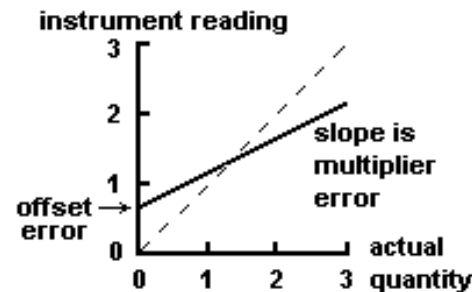
Bu hataların büyüklüğü ve işaretleri belli bir parametreye bağlıdır. Bu parametrelerin etkileri ortadan kaldırılmadan ölçmeler ne kadar tekrar edilirse edilsin bu tür hatalar ortadan kalkmaz.



Örneğin, 20 m'lik bir çelik şeridin uzunluğu 20 m'den 2 cm farklı ise, ölçülen her 20 m'lik uzunlukta 2 cm hata yapılacaktır.

Sistemik hata ölçme aletlerinde iki şekilde ortaya çıkabilir.

1. Ofset hatası.
2. Ölçek hatası



# Sistemik Hataların Giderilmesi

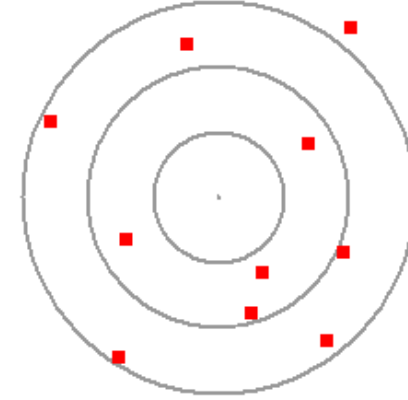
Bu tür hataların etkisinin ortadan kaldırılabilmesi için, bazen hataya neden olan parametrelerin bilinmesi ve ölçme düzeninin ona göre seçilmesi gerekir. Bazen de sistemik hataya neden olan parametre ölçülerek, sistemik hatanın miktarı hesaplanabilir ve ölçme sonuçlarına bir düzeltme getirilerek bu hatanın etkisi ortadan kaldırılabilir.

Örneğin, ölçme anındaki hava sıcaklığı ölçülerek çelik şerit metrenin sıcaklık nedeniyle genişmesi hesaplanarak ölçme sonuçlarına düzeltme getirilebilir.

$$C = k (T_m - T_s)L$$

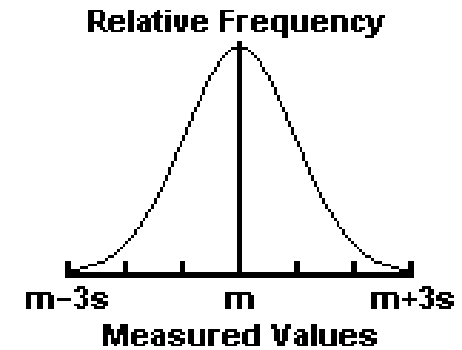
# Rastlantısal Hata

Ölçüm aletinden, ölçme yapan kişiden ya da çevresel etkilerden kaynaklanabilen, büyüklükleri bilinmeyen ve kestirilemeyen hatalardır.



Rastlantısal hatalar istatistikte normal dağılımlı olarak ifade edilirler.

**Rastlantısal hataları hesaplamamanın ve gidermenin bir yolu yoktur.**  
**Ancak ölçüm sonuçlarında  $\pm$  olarak ifade edilirler.**



# Kaba Hata

**Ölçme aletindeki yanlış okuma hatası, yanlış hedefe bakmaktan doğan hatalar gibi ölçmecinin dikkatsizliği, yorgunluğu vb. nedenlerle ortaya çıkabilecek hatalardır.**

Kaba hatalar kontrol ölçmeleriyle kolayca ortaya çıkarılabilir.

Aynı büyüklüğün birkaç kez ölçülmesi kaba hataların ortaya çıkarılmasının en basit yoludur.

Bir uzunluk aşağıdaki şekilde 5 kez ölçülmüştür;

67.91, 76.95, 67.89, 67.90, 67.89.

İkinci ölçünün diğerlerinden farklı olduğu, bu ölçüde kaba hata olduğu kolayca anlaşılmaktadır.



# Beklenen Değer (x)

Bir büyüklüğün gerçek değeri bilinemez. Ancak eğer fazla ölçü yapılmışsa, **beklenen değeri**, gerçeğe en yakın değer hesaplanabilir.

Beklenen değer basit olarak ölçülen değerlerin **aritmetik ortalaması** olarak hesaplanabilir.

$$x = (\Sigma l / n)$$

$\Sigma l$  = ölçülen değerlerin toplamı,

$n$  = ölçü sayısı

## Düzeltilme (Artık Hata)

***Beklenen değer ile ölçülen değer arasındaki farktır.***

Düzeltilmenin matematiksel ifadesi;

$$V_i = x - l_i$$

$V_i$  herhangi bir  $l_i$  ölçüsünün düzeltme miktarı ve  $x$  beklenen değer olarak ifade edilir.

$$\sum V_i = 0 \quad [V] = 0 ;$$

### **Mutlak Hata:**

Ölçülen büyüklüğün gerçek değeri biliniyorsa mutlak hata aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$\varepsilon = x - l$$

$x$  gerçek değer,  $l$  ölçüm sonucu olarak ifade edilmiştir.

## Örnek -1

Bir üçgenin iç açıları ölçülerek aşağıdaki değerler elde edilmiştir.:

$$\alpha = 75^{\text{g}}.4525$$

$$\beta = 67^{\text{g}}.2237$$

$$\gamma = 57^{\text{g}}.3251$$

Hata miktarını hesaplayınız.

Bir üçgenin iç açıları toplamı:  $180^0$  ( $200^{\text{g}}$ ).

Bu durumda  $x = 200^{\text{g}}$ .

Mutlak hata:  $\varepsilon = x - I$

$$\varepsilon = 200 - (\alpha + \beta + \gamma) = -0.0013^{\text{g}} = -13^{\text{cc}}$$

# Ortalama Hata

## 1. Ortalama Hata (t):

$$t = \pm \frac{|\varepsilon_1| + |\varepsilon_2| + |\varepsilon_3| + \dots + |\varepsilon_n|}{n} = \pm \frac{[\varepsilon]}{n}$$

$\varepsilon$  = mutlak hata

$n$  = ölçü sayısı

$$t = \pm \frac{|v_1| + |v_2| + |v_3| + \dots + |v_n|}{n} = \pm \frac{[v]}{n}$$

$V$  = düzeltme (artık hata)



# Karesel Ortalama Hata

## 2. Karesel Ortalama Hata(m):

$$m = \pm \frac{\sqrt{|\varepsilon_1|^2 + |\varepsilon_2|^2 + |\varepsilon_3|^2 + \dots + |\varepsilon_n|^2}}{n} = \pm \sqrt{\frac{[|\varepsilon\varepsilon|]}{n}}$$

$\varepsilon$  = mutlak hata

$n$  = ölçü sayısı

$$m = \pm \frac{\sqrt{|v_1|^2 + |v_2|^2 + |v_3|^2 + \dots + |v_n|^2}}{n-1} = \pm \sqrt{\frac{[|vv|]}{n-1}}$$

$V$  = düzeltme

$n-1$  = fazla ölçü sayısı

Beklenen değerin karesel ortalama hatası

$$M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$$

## Örnek- 2

Bir poligon kenarı gidiş-dönüş olmak üzere ölçülmüştür. Hata sınırı verildiğine göre ölçüm sonuçlarının hata sınırı içinde kalıp kalmadığını belirleyiniz.

Gidiş: 121.20 m.

Dönüş: 121.25 m

Hata Sınırı:

$$d = 0.005 \sqrt{S} + 0.00015 * S + 0.0015 \text{ m}$$

## Örnek- 2

$$S = \frac{Gidiş + Dönüş}{2} = 121.225m$$

Ortalama değer

$$d = 0.075 = 0.08m = 8cm$$

Gidiş- Dönüş= 5 cm < d = 8 cm.

Ölçüm sonuçları hata sınırı içinde kalmaktadır.

## Örnek- 3

Bir uzunluk 7 kez ölçülerek aşağıdaki değerler elde edilmişti.

Ölçüler(m):

$$l_1 = 125.165$$

$$l_4 = 125.160$$

$$l_2 = 125.162$$

$$l_5 = 125.161$$

$$l_7 = 125.164$$

$$l_3 = 125.166$$

$$l_6 = 125.163$$

Yukarıda verilen değerlere göre

- Beklenen değeri(x)
- Ortalama Hatayı(t)
- Bir ölçünün karesel ortalama hatasını(m)
- Beklenen değer karesel ortalama hatasını(M)

hesaplayınız.

## Örnek- 3

| Ölçü No | Ölçüm (l) | Beklenen Değer. (x). | Düzeltilme (v) | v*v |
|---------|-----------|----------------------|----------------|-----|
| 1       | 125.165   | 125.163              | -2             | 4   |
| 2       | 125.162   |                      | 1              | 1   |
| 3       | 125.166   |                      | -3             | 9   |
| 4       | 125.160   |                      | 3              | 9   |
| 5       | 125.161   |                      | 2              | 4   |
| 6       | 125.163   |                      | 0              | 0   |
| 7       | 125.164   |                      | -1             | 1   |
| Toplam  |           |                      | 0              | 28  |

a) Beklenen değer(x)

$$x = [l]/n = 125.163$$

## Örnek- 3

b) Ortalama hata (t)

$$t = \pm \frac{[|v|]}{n} \quad [v] = 12mm$$

$$t = \pm \frac{[|v|]}{n} = \frac{12}{7} = \pm 1.7mm$$

## Örnek- 3

c) Bir ölçünün karesel ortalama hatası(m)

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{28}{6}} = \pm 2.16mm$$

## Örnek- 3

d) Beklenen değerin karesel ortalama hatası (M)

$$M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} \qquad m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$$

$$M = \pm \frac{2.16}{\sqrt{7}} = \pm 0.82 \text{ mm}$$



# 3. BÖLÜM

## JEODEZİK AĞ KAVRAMI VE ÖLÇME ALET VE SİSTEMLERİ