

**ARAZİ ÇALIŞMASI -1 DERSİ**  
**ELEKTRONİK ALETLERİN KONTROL VE KALİBRASYONU**  
**UYGULAMALARI**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**ÖLÇME TEKNİĞİ ANABİLİM DALI**  
**JEODEZİK METROLOJİ LABORATUVARI**

**İstanbul, 2016**

## 1.ELEKTRONİK TAKEOMETRELERİN GÖZLEM EKSENİ VE YATAY (MUYLU) EKSEN HATALARININ BELİRLENMESİ

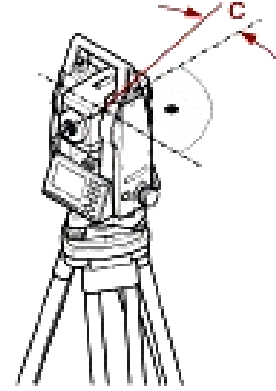
**Uygulama Yeri** : Jeodezik Metroloji Laboratuvarı

**Kullanılacak alet** : Elektronik takeometre

### 1.1 GÖZLEM EKSENİ HATASININ BELİRLENMESİ

Dürbün yatay (muylu) eksenini etrafında döndürüldüğünde yani takla attırıldığında düşey bir düzlem içerisinde hareket edebilmesi için gözlem eksenini muylu eksenine dik olmalıdır. Bir elektronik takeometredeki gözlem eksenini hatası  $c$  aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

$$c = \frac{r_I - (r_{II} - 200 \text{ gon})}{2}$$



Gözlem eksenini hatasını belirlemek için elektronik takeometre kırmızı pilye üzerine kurularak karşı duvardaki A plakasına yöneltilir. Dürbün birinci durumda iken A noktasına yatay doğrultu  $r_I$  okunur. Dürbün takla attırılır, tekrar A noktasına gözlem yapılarak yatay doğrultu  $r_{II}$  okunur. Bu işlem 5 kez tekrarlanır.

#### **Örnek Uygulama:**

Ölçüm	Yatay Doğrultu (gon)		c (mgon)	v (mgon)	v v (mgon <sup>2</sup> )
	I.Durum	II.Durum			
1	0.00291	200.00266	0.13	-0.33	0.1050
2	0.00280	200.00263	0.08	-0.28	0.0807
3	0.00193	200.00227	-0.17	-0.03	0.0008
4	0.00182	200.00216	-0.17	-0.03	0.0008
5	0.00175	200.00348	-0.86	0.67	0.4436
			[-1.00]	[0.00]	[0.6309]

Ortalama gözlem ekseni hatası:

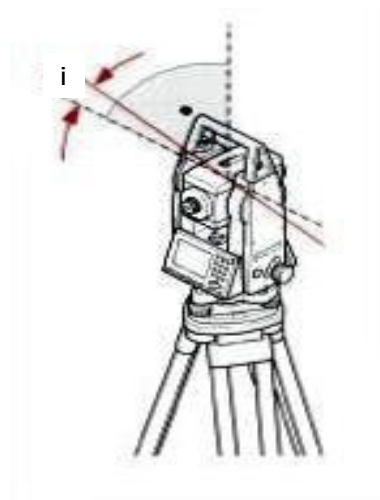
$$c_{ORT} = \frac{\sum c}{n} = \frac{-1.00}{5} = -0.20 \text{ mgon}$$

Gözlem ekseni hatasının standart sapması:

$$m_{c_{ORT}} = \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.6309}{20}} = 0.18 \text{ mgon}$$

## 1.2 YATAY (MUYLU) EKSENİ HATASININ BELİRLENMESİ

Yatay (muylu) ekseni hatası, muylu ekseninin düşey eksene dik olmamasından kaynaklanan hatadır. Muylu ekseni hatası  $i$  yatay bakışlarda etki etmemektedir. Dürbün yataydan yukarı veya aşağı hareket ettirildiğinde dürbün düşey düzlem yerine bu düzlemden  $i$  kadar eğik olarak hareket ettiği için muylu ekseni hatası ortaya çıkmaktadır.



$$i = \left( \frac{r_I - (r_{II} \pm 200 \text{gon})}{2} - \frac{c}{\sin z} \right) \tan z$$

Muylu ekseni hatasını belirlemek için elektronik takeometre laboratuvarındaki kırmızı pilye üzerine kurularak duvardaki B noktasına yöneltilir. B noktasına her iki dürbün durumunda gözlemler yapılarak hem yatay doğrultular  $r_I$ ,  $r_{II}$  hem de düşey açılar  $z_I$ ,  $z_{II}$  okunur. Bu işlem 5 kez tekrarlanır.

**Örnek Uygulama:**

Ölçü	Yatay Doğrultu (gon)		c (mgon)	Düşey Açı (gon)		Düşey Açı (I +II.Durum)
	I.Durum	II.Durum		I.Durum	II.Durum	
1	0.0028	200.0012	0.80	95.3820	304.6210	400.0030
2	0.0034	200.0021	0.65	95.3828	304.6214	400.0052
3	0.0039	200.0019	1.00	95.3822	304.6208	400.0034
4	0.0032	200.0010	1.10	95.3828	304.6212	400.0040
5	0.0018	200.0009	0.45	95.3826	304.6209	400.0035

Ölçü	$\delta$ (mgon)	Düzeltilmiş Düşey Açı (gon)	i (mgon)	v (mgon)	vv (mgon <sup>2</sup> )
1	1.50	95.38050	-0.0290	0.0000	1.65E-12
2	2.10	95.38070	-0.0236	-0.0054	2.96E-05
3	1.50	95.38070	-0.0363	0.0073	5.27E-05
4	2.00	95.38080	-0.0399	0.0109	1.19E-04
5	1.75	95.38085	-0.0163	-0.0127	1.61E-04
			[-0.1452]	[0.0000]	[0.0003623]

Ortalama yatay (muylu) ekseni hatası:

$$i_{ORT} = \frac{\sum i}{n} = \frac{-0.1452}{5} = 0.03 \text{ mgon}$$

Muylu ekseni hatasının standart sapması:

$$m_{i_{ORT}} = \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.0003623}{20}} = 0.01 \text{ mgon}$$

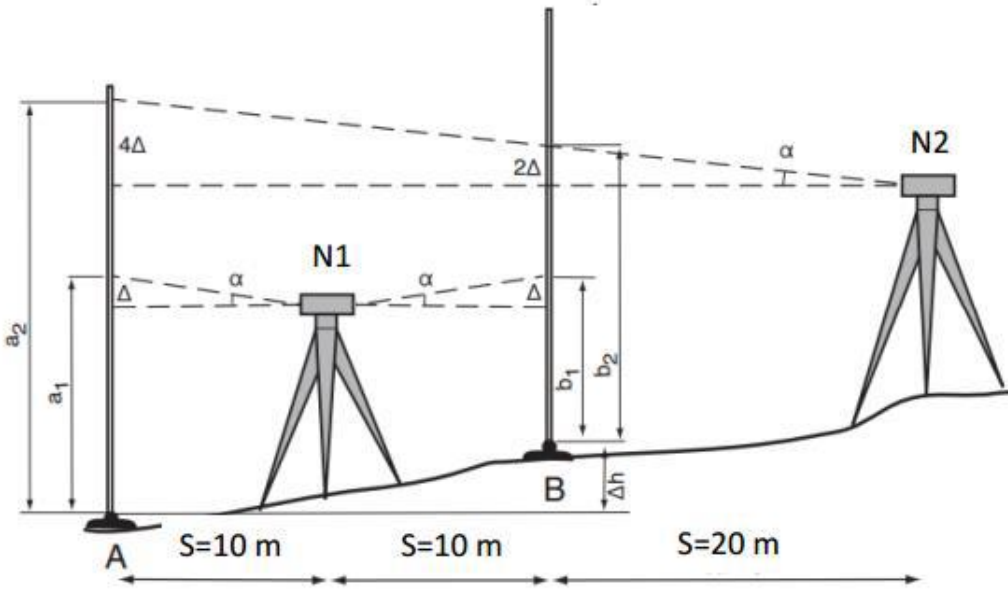
## 2.NİVOLARDA GÖZLEM EKSENİNİN KONTROLÜ

**Uygulama Yeri** : Jeodezik Metroloji Lab.

**Kullanılacak alet ve ekipmanlar** : Nivo ve iki mira

2 adet alet sehpası (mevcut)

Nivolarda gözlem eksenini düzeç eksenine paralel olmalıdır. Nivonun bu kontrolünü yapmak için nivo ilk olarak yüksekliği aranan A ve B noktalarının ortasında miralara eşit S mesafesinde kurulur. Burada geri ve ileri okumaları yapılarak  $\Delta H_1$  yükseklik farkı hesaplanır. Ara mesafelerin eşit olması nedeniyle bu ölçümde kolimasyon hatası elimine olacaktır. Daha sonra nivo miraların dışında 2S mesafesinde kurularak tekrar geri ve ileri okumalar yapılarak  $\Delta H_2$  hesaplanır.  $\Delta H_1$  ve  $\Delta H_2$  arasındaki farkın yarısı bize nivonun kolimasyon hatasını verecektir.



$$h_1 = (a_1 - \Delta) - (b_1 - \Delta) \quad \Delta h_2 = (a_2 - 4\Delta) - (b_2 - 2\Delta)$$
$$\Delta h_1 = a_1 - b_1 \quad \Delta h_2 = a_2 - b_2 - 2\Delta$$

$$\Delta h_1 = \Delta h_2$$
$$\Delta = \frac{(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1)}{2}$$



### 3.ELEKTRONİK UZUNLUK ÖLÇERLERİN SIFIR EKİ HATASININ BELİRLENMESİ

**Uygulama Yeri** : 300 metrelik Kalibrasyon bazı (Tarihi Kışla Avlusu)

**Kullanılacak alet ve ekipmanlar** :Elektronik uzunluk ölçer  
5 adet tribrach  
1 adet tribrach aparatı  
1 adet prizma  
1 adet sıcaklık, basınç ölçer  
1 adet ölçü şemsiyesi

Aletlere sıcaklık ve basınç değerleri girilmeli, alet ayarlarından 1.hız düzeltmelerinin uygulandığı kontrol edilmeli ve her bir uzunluk 5 kez ölçülerek ve yatay uzunluklar klişeye yazılmalıdır.

300 metre uzunluğunda 6 pilye tesisli noktadan oluşan kalibrasyon bazı 16.08.2011 tarihinde, 361143 seri numaralı Leica TS30 aletiyle ölçülerek ölçeklendirilmiştir.



Kalibrasyon bazı

Bilinen uzunluk değerleri

<b>Noktalar</b>	<b>Ara Uzunluklar (m)</b>
1-2	39.9715
1-3	119.9534
1-4	219.9881
1-5	280.0650
1-6	299.9840
2-3	79.9819
2-4	180.0166
2-5	240.0935
2-6	260.0125
3-4	100.0347
3-5	160.1116
3-6	180.0306
4-5	60.0770
4-6	79.9959
5-6	19.9190

Kontrol bazının bilinen uzunlukları (D) ile ölçülen uzunlukları (Dö) arasındaki farklar ( $\Delta D$ ) hesaplanarak, uzunluk ölçerin sıfır noktası hatası ile ölçek katsayısı hesaplanacaktır.



### Örnek Uygulama:

n	Mesafe	D (m)	D <sub>ö</sub> (m)	ΔD (mm)	DD (m <sup>2</sup> )	D.ΔD
1	D <sub>56</sub>	19.9258	19.926	0.2	0.0004	3.9852
2	D <sub>12</sub>	39.9687	39.970	1.3	1597.4970	51.9593
3	D <sub>45</sub>	60.0684	60.066	-2.4	3608.2127	-144.1642
4	D <sub>23</sub>	79.9882	79.988	-0.2	6398.1121	-15.9976
5	D <sub>46</sub>	79.9942	79.994	-0.2	6399.0720	-15.9988
6	D <sub>34</sub>	100.0431	100.042	-1.1	10008.6219	-110.0474
7	D <sub>13</sub>	119.9569	119.956	-0.9	14389.6579	-107.9612
8	D <sub>35</sub>	160.1115	160.111	-0.5	25635.6924	-80.0557
9	D <sub>36</sub>	180.0313	180.032	0.7	32411.2690	126.0219
10	D <sub>24</sub>	180.0373	180.037	-0.3	32413.4294	-54.0112
11	D <sub>14</sub>	220.0000	220.002	2.0	48400.0000	440.0000
12	D <sub>25</sub>	240.0997	240.097	-2.7	57647.8659	-648.2692
13	D <sub>26</sub>	260.0255	260.026	0.5	67613.2607	130.0128
14	D <sub>15</sub>	280.0684	280.068	-0.4	78438.3087	-112.0274
15	D <sub>16</sub>	299.9942	299.995	0.8	89996.5200	239.9954
		[2320.3132]		[-3.2]	[474957.5200]	[-296.5583]

$$a_0 = \frac{([DD][\Delta D] - [D][D \Delta D])}{n[DD] - [D]^2} = -0.5 \text{ mm}$$

$$a_1 = \frac{(-[D][\Delta D] + n[D \Delta D])}{n[DD] - [D]^2} = 0.0017 \text{ mm/m}$$

$$K_S = a_0 + a_1 D = -0.5 \text{ mm} + 1.7 \text{ mm/km} = -0.5 \text{ mm} + 1.7 \text{ ppm}$$

# 1. ELEKTRONİK TAKEOMETRELERİN GÖZLEM EKSENİ VE YATAY (MUYLU) EKSEN HATALARININ BELİRLENMESİ

## 1.1. GÖZLEM EKSENİ HATASININ BELİRLENMESİ

Ölçüm Tarihi	
Operatör	
Aletin Markası-Modeli	
Aletin Seri No.su	

Ölçüm	Yatay Doğrultu (gon)		c (mgon)	v (mgon)	v v (mgon <sup>2</sup> )
	I.Durum	II.Durum			
1					
2					
3					
4					
5					
Σ					

Ortalama gözlem eksen hatası:

$$c_{ORT} = \frac{\sum c}{n} =$$

Gözlem eksen hatasının standart sapması:

$$m_{c_{ORT}} = \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} =$$

## 1.2. YATAY (MUYLU) EKSENİ HATASININ BELİRLENMESİ

Ölçüm Tarihi	
Operatör	
Aletin Markası-Modeli	
Aletin Seri No.su	

Ölçü	Yatay Doğrultu (gon)		C (mgon)	Düşey Açı (gon)		Düşey Açı (I+II.Durum)	δ (mgon)
	I.Durum	II.Durum		I.Durum	II.Durum		
1							
2							
3							
4							
5							
Σ							

Ölçü	Düzeltilmiş Düşey Açı (gon)	i (mgon)	v (mgon)	vv (mgon <sup>2</sup> )
1				
2				
3				
4				
5				
Σ				

Ortalama muylu eksen hatası:

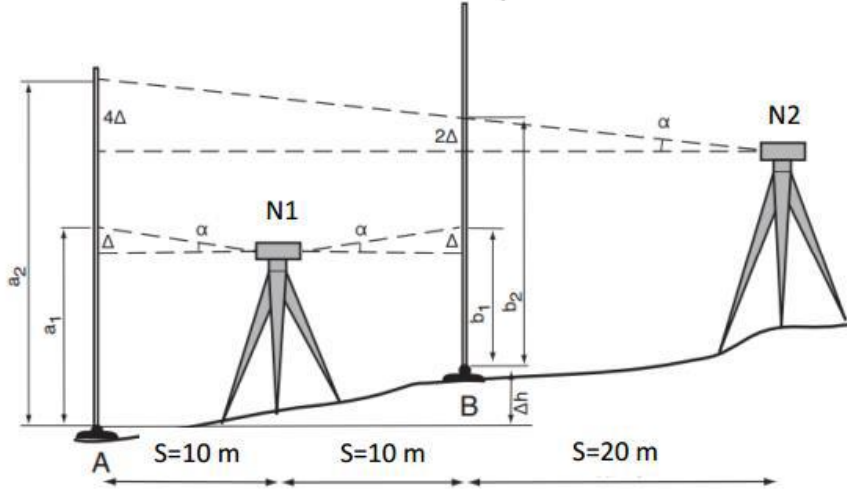
$$i_{ORT} = \frac{\sum i}{n} =$$

Muylu eksen hatasının standart sapması:

$$m_{i_{ORT}} = \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} =$$

## 2. NİVOLARDA GÖZLEM EKSENİNİN KONTROLÜ

Ölçüm Tarihi	
Operatör	
Aletin Markası-Modeli	
Aletin Seri No.su	



Nivo Ortada	Geri	İleri	$\Delta H (a1-b1)$
A			
B			

Nivo Dışarıda	Geri	İleri	$\Delta H (a2-b2)$
A			
B			

$\Delta$	$2\Delta$	$4\Delta$

Düzeltilme Açıklaması:

### 3. ELEKTRONİK UZUNLUK ÖLÇERLERİN SIFIR EKİ HATASININ BELİRLENMESİ

Ölçüm Tarihi	
Operatör	
Aletin Markası-Modeli	
Aletin Seri No.su	
Sıcaklık (°C)	
Basınç (hpa)	

Uzunluklar	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	4.Ölçüm	5.Ölçüm	Dö Ortalama
1-2						
1-3						
1-4						
1-5						
1-6						
2-3						
2-4						
2-5						
2-6						
3-4						
3-5						
3-6						
4-5						
4-6						
5-6						

Noktalar	D (m)	D <sub>0</sub> – Ort. (m)	ΔD (mm)	DD (m <sup>2</sup> )	D.ΔD
5-6	19.9190				
1-2	39.9715				
4-5	60.0770				
2-3	79.9819				
4-6	79.9959				
3-4	100.0347				
1-3	119.9534				
3-5	160.1116				
2-4	180.0166				
1-4	219.9881				
2-5	240.0935				
2-6	260.0125				
1-5	280.0650				
1-6	299.9840				
5-6	19.9190				
Σ					

$$a_0 = \frac{([DD][\Delta D] - [D][D\Delta D])}{n[DD] - [D]^2} =$$

$$a_1 = \frac{(-[D][\Delta D] + n[D\Delta D])}{n[DD] - [D]^2} =$$

$$K_s = a_0 + a_1 D =$$