

VADI VE SU ÜZERİNDEN GEÇİŞ NİVELMANI

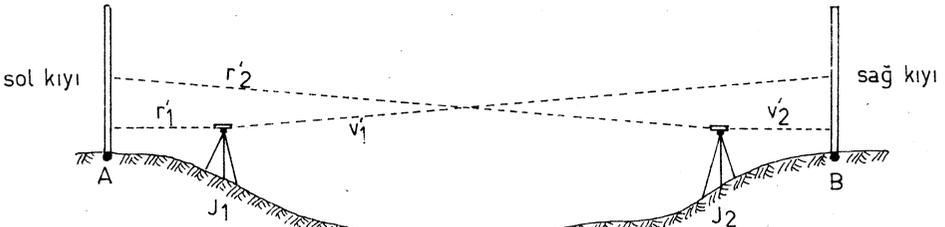
Doç.Dr.Ömer AYDIN
İ.D.M.M.A

1. GİRİŞ

Normal geometrik nivelman işlemi ile vadi ve su üzerlerinde (boğazlarda) yükseklik farklarını hassas tesbit etme olanağı yoktur. Bazı durumlarda hedeflerin uzak olması, mira üzerinde okuma yapmayı güçleştirir ve bazen de mira üzerindeki rakamlar hiç seçilmez. Ayrıca geri ve ileri okumalarda nive aleti ile miralar arasındaki uzunluklar farklı olur. Büyük uzunluklarda yer küreselliği ve kırılmanın etkisi söz konusudur. Aletlerin ayar hatalarının da büyük etkisi vardır. Bu nedenle vadi geçişlerinde özel ölçü yöntemlerine ve vadi geçiş nivelman aletlerine gereksinme duyulur.

Vadi ve su üzerlerindeki geçiş nivelmanında aletlerin kaçınılmayan artık ayar hataları (yere batma, güneşin etkisi ile aletin biyana eğilmesi, vs.), küresellik ve refraksiyonun etkisi yok edilebilir. Artık ayar hatalarının yok edilmesinde gözlemcinin ve aletin ölçü sırasında her iki sahilde istasyon yeri değiştirilir. Kırılma hatasının tesirini küçük kılmak için her iki kıyıda aynı anda ölçüye başlanmalıdır. Hedef uzunlukları eşit alınır ve ölçüye aynı anda başlanırsa, yer küreselliğinin ve kırılmanın etkisi sonucu etkilemez. Eşit olmayan hedef uzunluklarında kırılmanın ve küreselliğin tesiri matematik olarak saptanmalı ve elde edilen yükseklik farkına eklenmelidir. Normal nivelman miralarının kullanılması uzun hedeflerde mümkün olmadığından mira yerine hedef levhaları kullanılmaktadır.

Bir vadi geçiş nivelmanında iki kıyıdaki A ve B noktaları arasındaki yükseklik farkı aşağıdaki şekilde bulunabilir.



Şekil : 1

Hedef uzaklıkları aynı olmadığından J_1 noktasındaki ölçülere göre

$$\Delta h'_1 = r'_1 - v'_1 \quad \text{dir.} \quad (1)$$

Burada,

$$V_1 = V'_1 + R' + E + i_1 \quad (2)$$

dir.

R' = Kırılmanın etkisi

E = Yer küreselliğinin etkisi

i = Eğim hatalarının etkisi (Aletlerin ayar hataları)

$$\Delta h_1' = r_1' - (V_1' + R' + E + i_1) \quad (3)$$

şeklini alır. J_2 noktasından

$$\Delta h_2' = r_2' - v_2'$$

$$r_2' = r_2' + R' + E + i$$

$$\Delta h_2' = (r_2' + R' + E + i_2) - V_2 \quad (4)$$

dir. $\Delta h_2'$ ve $\Delta h_1'$ aynı zamanda ölçülür ve ortalaması alınırsa yükseklik farkı

$$\frac{\Delta h_1' + \Delta h_2'}{2} = \frac{r_1' - v_1' - i_1 + r_2' + i_2 - v_2'}{2}$$

$$\Delta h' = \frac{(r_1' - v_1') + (r_2' - v_2')}{2} + \frac{i_2 - i_1}{2} \quad (5)$$

olur.

Aletlerin yerleri değiştirildiğinde ifadeler

$$\Delta h''_2 = r''_2 - (V''_2 + R'' + E + i_2)$$

ve benzer şekilde

$$\Delta h''_1 = (r''_1 + R'' + E + i_1) - V''_1$$

alınır. Aynı zamandaki ölçülerden ve her iki yükseklik farkının ortalamasıyla (5) eşitliği

$$\frac{\Delta h''_1 + \Delta h''_2}{2} = \frac{r''_2 - v''_2 - i_2 + i_1 + r''_1 - v''_1}{2}$$

$$\Delta h'' = \frac{(r''_2 - v''_2) + (r''_1 - v''_1)}{2} + \frac{i_1 - i_2}{2}$$

2

2

(6)

alınır. Her iki $\Delta h'$ ve $\Delta h''$ yükseklik farklarının ortalaması alınırsa kesin Δh yükseklik farkı

$$\Delta h = \frac{(r'_1 - v'_1) + (r'_2 - v'_2) + (r''_2 - v''_2) + (r''_1 - v''_1)}{4}$$

4

(7)

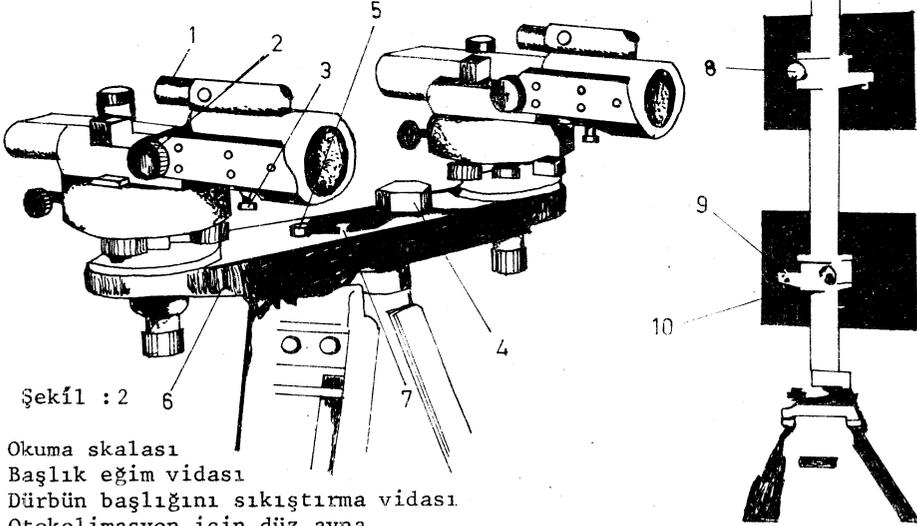
olur.

Δh yükseklik farkı her iki A ve B yükseklik noktaları arasındaki ayar hatalarının etkisinden, özellikle aletin eğim hatalarından arınmıştır. Böylece, aletlerin ayar hataları, ölçüler sırasında sabit tutulmuş olur.

Aşağıda Carl Zeiss Oberkochen Firmasının vadi geçiş için yaptığı özel aletler incelenecek ve ülkemizde ilk kez bu aletlerle İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında yapılan ölçüler sunulacaktır.

2. ALETİN TANITILMASI

Carl Zeiss Ni2 vadi geçiş nivelman aleti, vadinin bir kısmında, sehpa üzerine bir tabloya monte edilen 2 adet Ni2 nivosu, bir sehpa üzerine bir çubuğa takılan 2 hedef levhası ve bir invar mirasından oluşur. Aynı donatım vadinin karşı kısmında bulunur.

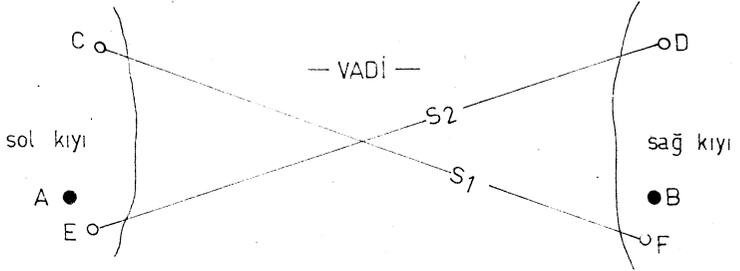


1. Okuma skalası
2. Başlık eğim vidası
3. Dürbün başlığını sıkıştırma vidası
4. Otokolimasyon için düz ayna
5. Aydınlatma prizması
6. Aletin monte edildiği plaka
7. Küresel düzeç
8. Hedef levhalarını sıkıştırma vidası
9. Hedef levhalarını ayarlayabilen yükseklik civatası
10. Sıkıştırma vidası

İlk yapılan aletlerde hedef levhaları hareketli idi. Son yapılan aletlerde alt ve üst levhalar belirli aralıklarla sabit yataklara yerleştirilmektedir. Bu aralıkların yerleştirilme presizyonu ± 0.1 mm dir. Aralıklar ise 20 cm dir.

5. VADİNİN İKİ YAKASINDA SABİT NOKTALARIN SEÇİMİ

Vadi geçiş nivelmanında arazi ya normal bir vadidir ya da göl veya denizleri birleştiren boğazlar (Örneğin İstanbul Boğazı gibi) şeklinde olabilirler. Her iki yakada sabit noktaları tesbit etmek için vadinin bir yakasında uygun bir yer seçilir. Herhangi bir nivo ile karşı kıyıya bakılarak, yaklaşık olarak aynı seviyede bir yer tesbit edilir. Şekilde görüldüğü gibi A ve B noktaları sabit noktalarlardır.



Alet ve levhalar bu noktaların yakınına kurulacaktır. C ve D noktalarına aletlerin E ve F noktalarına da hedef levhalarının kurulacağını varsayalım. Noktaların seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

a. A ve B noktaları en çok 1-2 metre yaklaşımla aynı seviyede olmalıdır.

b. Her iki noktada üzerlerine alet kurulacak C ve D noktaları, aynı özellikte olmalıdır. Kırılmanın etkisinin her iki tarafta aynı olması için, noktalar açık yerde tesis edilmelidir. Noktalar mümkün merete ağaç altlarına ve bina önlerine tesis edilmemelidir. Su üzerinde nivelman yapıyorsa noktaların su yüzeyinden yükseklikleri yaklaşık olarak aynı olmalıdır.

c. Noktalar her iki kıyıda aynı özellikteki zemine atılmalıdır. Bir tarafta zemin yumuşak, diğer tarafta sert olmamalıdır.

d. A ve B noktaları bronz çivilerle tesis edilmeli, etrafı betonla kaynatılmalı ve bu noktaların üzerine birer kapak yapılmalıdır.

e. Kırılmanın ve küreselliğin etkisini ortadan kaldırmak için bir yakada alet kurulan nokta ile diğer kıyıda ki levhalar arası S_1 uzaklığı ve karşı yakada alet kurulan nokta ile bu yakadaki levhaların kurulacağı nokta arasındaki S_2 uzunluğu farkı 0,5 m den az olmalıdır. Bu özellik bir elektronik uzunluk ölçerle temin edilebilir. Ya da CE doğrusu göz kararıyla kıyıya paralel olarak, DF doğrusuna paralel alınmak suretiyle sağlanabilir.

4. BİR YAKADAKİ ALET TEÇHİZATI

2 adet Zeiss Ni2 sehpaası (Birinin üzerine alet çifti, diğèrinin üzerine hedef levhaları kurulur.)

1 adet invar mira

Bir büyük kutu içerisinde :

2 adet Ni2 nivosu

2 adet dürbün başlığı

2 hedef levhası

1 adet küresel düzeçli tabla

1 adet 70 cm uzunluğunda 1/2 cm taksimatlı cetvel

1 adet hedef levhalarının takılacağı metal çubuk

1 adet levha çubuğu altlığı

Aynı donatım karşı kıyıda bulunur. Ayrıca geodezik ölçülerin sıhhatli yürütülebilmesi için her iki yakada birer telsiz bulunmalıdır.

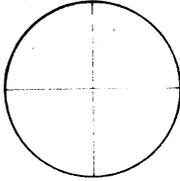
Eleman durumu:

1 operatör

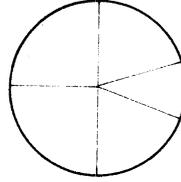
1 yazıcı

1 yardımcından meydana gelir.

Nivoların kıllar ağı aşağıdaki gibidir.



1 nolu aletin kıllar ağı



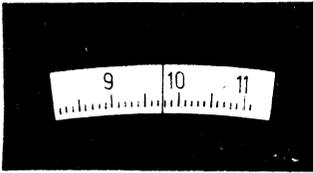
2 nolu aletin kıllar ağı

Her iki aletin dürbününe de eğim başlıkları takılır. Eğim başlığı eğim vidası sayesinde $\pm 200''$ düşey istikamette hareket edebilmektedir.

Skala 0 dan 20'ye kadar rakamlandırılmıştır, yani 10 orta okumasından hedef ışınları her iki tarafa 200'' saptırılabilir.

Okuma : $9''.78$

Bu değer düzeçli aletin hedef ekseninin yatayla $9''.78$ lik bir açı yaptığını gösterir.



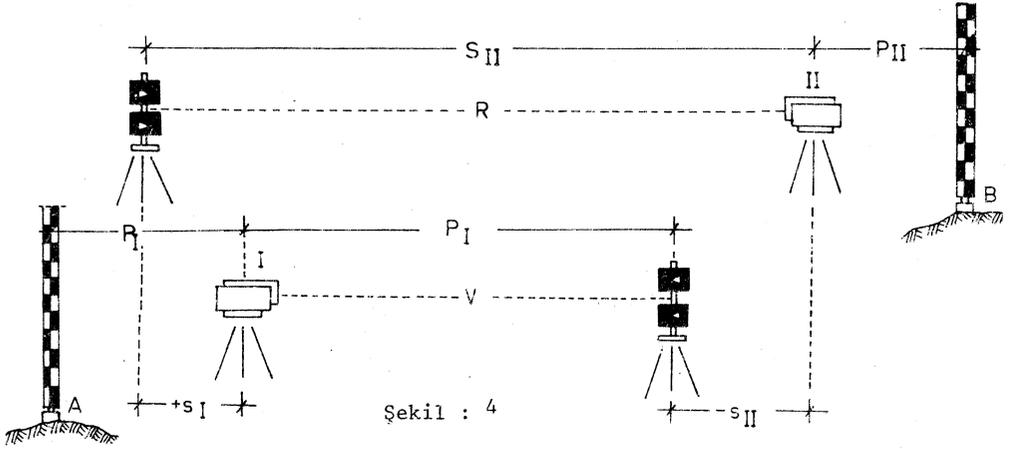
Eğim skalası

Hedef levhalarının görüntüsünün uzaktan iyi sağlanması için aşağıdaki gibi yapılmıştır.

Ölçüde aletin yatay kılı, yatay V'nin tam ortasına yöneltilir. Hedef levhaları vadi geçiş nivelmanında normal nivelmandaki miraların görevini yapar.

5. ALETLERİN KURULMASI

Aletlerin kurulup ölçüye hazırlanmasında aşağıdaki sıra izlenir ve şekildeki görünüm elde edilir.

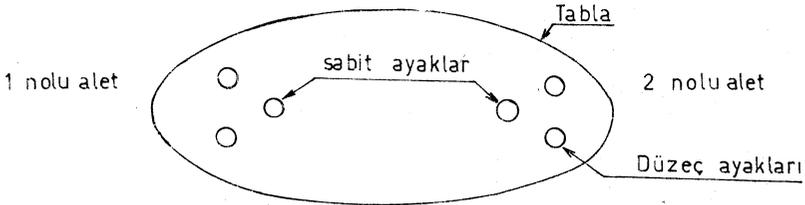


Şekil : 4

1. Sehpa C noktasına yerleştirilir ve üzerine küresel düzeçli tabla takılır. Tablanın yerleştirme şekli, aletlerin A'daki mirayı, E noktasına tutulacak cetveli, karşı yakada F noktasındaki levhaları görecek duruma uygun olmalıdır. Tablanın küresel düzeçli sehpanın ayakları yardımı ile ortaya getirilir.

2. Kamalı ve kamasız nivolar tablanın üzerine takılır. Aletlerin düzeç ayakları aşağıdaki şekle uygun yerleştirilmelidir. Çünkü ölçü sırasında bir düzeç ayağı sabit tutulur. Çok az düzeç kayması olmuşsa diğer iki ayakla düzeç ortalınır.

3. Eğim başlıkları dürbüne takılır ve sıkıştırılır.



4. Her iki alet düzeçlenir. Ancak kamalı ve kamasız aletin yatay eksenlerinin yükseklik farkları 2 mm'yi geçmemesi için düzeçlemeden önce her iki alette düzeç ayakları ayaklardaki halkalar yardımıyla, göz kararıyla aynı seviyeye getirilir ve sonra her iki alet düzeçlenir. Bu durumda yatay eksenlerin yükseklik farkı 2 mm'nin altına düşmüş olur.

5. E noktasına sehpa konur, üzerine altlık takılır. Sonra üzerine levhaların takılacağı metal çubuk yerleştirilir. Bu çubuğun küresel düzeçli altlığın ayakları yardımıyla ortalınır. Daha sonra alt ve üst levhalar karşı yakadaki alet çiftinin eğim sahasında kalacak şekilde çubuktaki yerlerine takılır. Düzeç kontrol edilir.

Karşı kıyıda da aynı işlemler yapılır ve ölçüye hazır duruma getirilmiş olunur. İrtibat telsizle yapılır. Telsiz yoksa saat ayarlaması ile işe başlanır.

6. ÖLÇÜLERİN YAPILMASI

Her iki tarafta aletler ölçüye hazır duruma getirildikten sonra aynı anda ölçüye başlanır ve aşağıdaki sıra izlenir :

1. 1 Nolu kamasız ve 2 nolu kamalı aletlerde eğim skalaları 10 değerine getirilir. 0,5 cm taksimatlı cetvel E noktasındaki hedef levhası çubuğunun sıfır çıkıntısına tutulur. 1 ve 2 nolu aletlerle cetvel üzerinde okumalar yapılır. Sonra levhalar karşı istasyon yönüne çevrilir. Levhalar arası uzunluk kaydedilir.

2. Mira A noktasına tutulur. Mira üzerinde eğim başlığının eğim sahası içerisinde kalacak şekilde bir üst ve birde alt marka yeri seçilir. İyi tatbik için bu markaların yerlerini cm.lerin orta kısımlarının seçilmesi gerekir. Alt ve üst marka değerleri klişede yerlerine kaydedilir.

3. Karşılıklı kolimasyon için 1 ve 2 nolu aletlerle sonsuza (yaklaşık olarak 3-5 km uzaklığa) bakılır. Sonra her iki dürbünün objektifleri birbirine çevrilir. 1 nolu aletin okülerinden bakılır. Bu durumda 2 nolu aletin kıllar ağıda görülmelidir. İyi görüntü için 2 nolu aletin oküler tarafına bir beyaz kağıt tutulur. 1 nolu aletin eğim skalası 10 a ayarlanır. Bu n_1 değeridir. 2 nolu aletin okülerinden bakılır. Netleştirme eğim başlığındaki vidayla yapılır. 2 nolu aletin kıllar ağı başlıktaki eğim vidası ve aletin yatay hareket vidasıyla oynanarak 1 nolu aletin kıllar ağına çakıştırılır. Bu durumda 2 nolu aletin skala değeri n_2 değerinde olacaktır. Bu değer kıllar yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya hareket ettirilerek sağlanır. İki değerın ortalaması n_2 olur.

4. 1 nolu aletle invar mira üzerinde seçilen yukarı markada iki okuma yapılır. Bu okumalardan biri eğim vidasıyla yatay kıl yukarıdan aşağıya hareket ettirilerek, seçilen markaya çakışmasıyla, diğeri ise yine eğim vidasıyla aşağıdan yukarıya hareket ettirilen yatay kılın, markaya çakıştığı zaman yapılır. 2 nolu aletle yukarı ve aşağı markalarda aynı şekilde ikişer okuma yapılır.

5. 3 nolu işlem yinelenerek karşılıklı kolimasyon giderilir.

6. 1 nolu alet ile karşı kıyıdaki üst levhaya bakılarak eğim vidası ile yatay kıl, yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya hareket ettirilerek 8 okuma yapılır. Aynı işlem alt levhada yinelenir. 2 nolu alet ile yine üst ve alt levhalarda 8 er okuma yapılır.

7. 3 nolu işlem yinelenerek karşılıklı kolimasyon giderilir.

8. Bu işlem 6 kere tekrarlanarak klişe doldurulur.

9. 3 ve 4 nolu işlemler yinelenir.

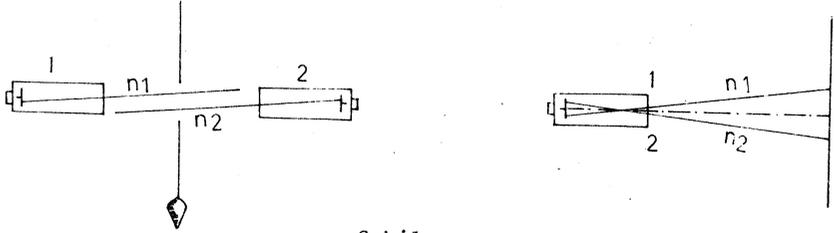
Aynı işlemler karşı kıyıdaki noktada yapılır. Böylece bir grup ölçü bitmiş olur.

Fazla presizyon isteyen geodezik ölçmelerde bu ölçüler öğleden önce ve öğleden sonra yinelenir. Değişik günlerde farklı meteorolojik şartlarda ölçü yapmak faydalıdır. Hatta operatörlerin istasyon değiştirme-leri bile karşılaştırma için önemli olabilir. Aynı anda karşılıklı yapılan ölçüler 1 grup ölçü sayılır. Zaten yükseklik farkı karşılıklı iki ölçünün ortalaması olacaktır.

7. ÖLÇÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İstasyon I'den İstasyon II'ye ölçü ve hesaplar bir düzen dahilinde yapılır.

7.1 Kolimasyon değerleri

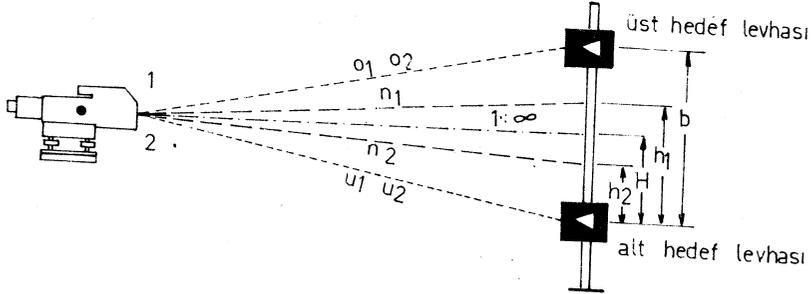


Şekil : 5

n_1 ve n_2 değerleri skalada ölçülen n kolimasyon değerlerinin ortalamasından elde edilirler. Aynı şekilde o_1 , u_1 ve o_2 , u_2 elde edilir.

7.2 H yüksekliğinin bulunması

1 ve 2 nolu aletlerin hedef istikametleri karşılıklı kolimasyonla aynı değerlerde olup yataya göre ters işaretli olurlar (ters eğimli)



Şekil : 6

Şekilde görüldüğü gibi :

- h_1 1 nolu aletin hedef eksenini ile alt levha arasındaki yükseklik farkı
- h_2 2 nolu aletin hedef eksenini ile alt levha arasındaki yükseklik farkı
- H Her iki aletin ortalama hedef eksenini ile alt levha arasındaki yükseklik farkları

Alet çiftinin ayar hatalarından arınmış ortalama yüksekliği alt levhaya göre :

$$H = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

dir. 1 nolu alet ile üst ve alt levhalara yapılan o_1 ve u_1 okumaları ile, 2 nolu aletle de üst ve alt levhalardaki o_2 ve u_2 okumalarının aritmetik ortalamaları teşkil edilir. n_1 ve n_2 kolimasyon değerleri yardımı ile hedef levhaları arasındaki uzunluk b olmak üzere h_1 ve h_2 yükseklikleri aşağıdaki eşitliklerle bulunabilir.

$$h_1 = b \frac{n_1 - u_1}{o_1 - u_1} \quad \text{ve} \quad h_2 = b \frac{n_2 - u_2}{o_2 - u_2}$$

7.3 s uzunluğunun bulunması

Kesin yükseklik farkını hesaplamada kırılma ve yer küreselliğinin dikkate alınması için S uzunluğu kullanılır.

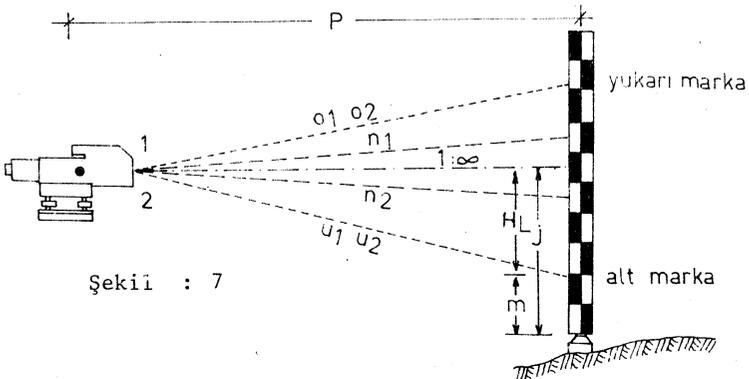
$$S = \frac{10\,000 \cdot b}{o_1 - u_1} = \frac{10\,000 \cdot b}{o_2 - u_2}$$

eşitliklerinden elde edilir.

S nin farklı değerleri birbirinden % 8 lik bir sapma gösterebilir. Buna rağmen bu sonucu etkilemez.

7.4 sabit noktaya yükseklik bağlantısı

Alet çiftinin kesin yatay eksenini ile alt marka arasındaki yükseklik farkı H_m (Miradaki okumaya göre hesaplanan yükseklik farkı) ayar hatalarından arınmış olduğu düşünülürse bölüm 7.2 deki eşitliklere göre hesaplanabilir. Alt markanın sabit noktadan yüksekliği bellidir. Levhaların takıldığı çubukta sıfır çıkıntısında yapılan okuma ile bağlantı sağlanmış olur.



7.5 Yer küreselliği ve kırılmanın etkisi

Hedef uzaklıkları eşit ve karşılıklı olarak aynı zamanda yapılan ölçüler, yer küreselliği ve kırılmanın etkisinden arınmış olurlar. Bu durum mevcut değilse, bu takdirde ortalama teşkilinden önce uzun kenardaki okuma için düzeltme getirmek icabeder. Küresellik ve kırılma düzeltmesi

$$H = (1-k) \frac{s^2}{2R}$$

olup türev alınırsa

$$dH = 0.137 \cdot S \cdot dS$$

elde edilir. Burada :

dH : mm olarak düzeltme

S : Km olarak hedef uzunluğu

dS : m olarak hedef uzunlukları farkıdır.

Örnek: 1 Km de 0.5 m'lik uzunluk farkı için

$$dH = 0.137 \cdot 1.0,5 = 0.0685 \text{ mm olur.}$$

Uzunluklar eşitse, düzeltme, ortalama teşkili ile ortadan kalkar.

Örneğin :

$$1 \text{ nolu istasyondan hesaplanan yükseklik farkı } H = H_A + K$$

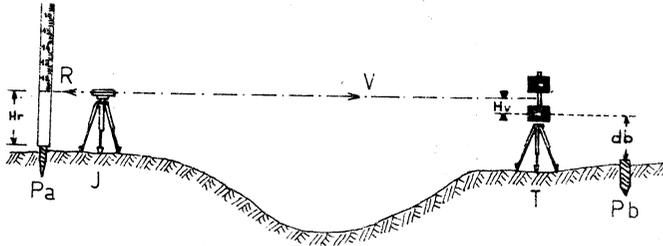
$$2 \text{ " " " " " " } H = H_B - K$$

ise ortalama yükseklik farkı

$$H = \frac{H_A + H_B}{2}$$

Karşılıklı rasatla yükseklik farkı şekillerde görüldüğü gibi pratik olarak hesaplanabilir.

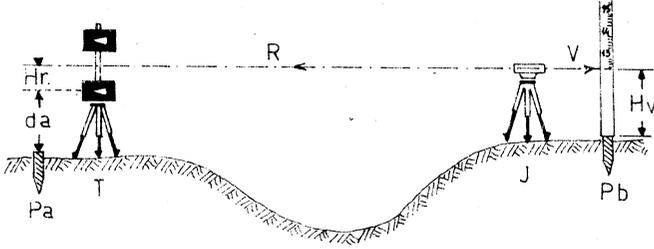
A noktasından :



Şekil : 8

$$\Delta h_A = H_R - (H_V + db)$$

B noktasından :



Şekil : 9

$$\Delta h_B = (H_R + da) - H_V$$

Formüllere göre h_A ve h_B aynı işaretli olurlar. Kesin yük.farkı :

$$\Delta H = \frac{\Delta h_A + \Delta h_B}{2}$$

olur

8. ORTADA BİR YERE ALET KURULMAKLA VADİ GEÇİŞ NİVELMANI

Yaklaşık olarak hedef uzaklıkları eşitse ve hedef uzunlukları farkı 5 metreden küçükse, bir Ni2 ile ölçü yeterli olmaktadır. Hedef uzunlukları farkı 5 metreden büyükse, iki Ni2 aleti ile ölçü yapılması gerekir.

8.1 Hedef uzunluklarının ölçülmesi

Hedef uzunluklarının hangi prezisyonla ölçülmesi zorunluluğu

$$\Delta S \leq \frac{qR}{(1-k) S}$$

eşitliğinden bulunabilir. Burada

- q : 1 km için kabul edilebilecek sistematik hata
- R : Yer yarıçapı
- k : Kırılma katsayısı
- S : Hedef uzunluğu

olup hassas bir nivelman için $q=0,1$ mm alınabilir. $k=0,13$ alınırsa

$$\Delta S \leq \frac{73}{\sqrt{S}}$$

ΔS : cm cinsinden

S : km cinsinden

bulunur. Bu uygun uzunluklar baz latası ve teodolitle saptanacağı gibi daha presizyonlu bir şekilde elektronik uzunluk ölçerlerle de belirlenebilir.

8.2 Ölçü hazırlığı ve ölçülerin yapılması

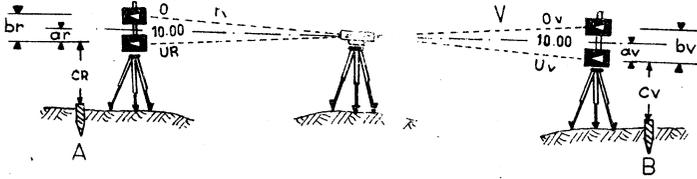
8.1 deki esaslar dikkate alınmalıdır. Ni2'nin kabarcıklı düzeci ortalanır. Eğim skalası 10 değerine ayarlanır. Ayarlama esnasında bu değer değiştirilmez.

Alet ve her iki taraftaki hedef levhaları yaklaşık olarak aynı seviyede olmalıdır. Yatay hedef eksenini üst ve alt hedef levhalarının takriben ortasından geçmelidir. Kırılmayı etkileyici faktörler her iki tarafta aynı olmalıdır.

Her geri bakışta kabarcıklı düzeç ortalanır. Yukarı ve aşağı hedef levhalarına sekizer tatbikyapılarak okumalar yapılır. Aynı şekilde ileri bakışta alt ve üst levhalarda sekizer okuma yapılır. Bu bir grup ölçü olur. Eğer çift nivelmanın $M = 0,5$ mm/km lik sınırı içinde kalınması isteniyorsa, hedef levha uzunluklarının her km si için 8 grup ölçü yapılması gerekir.

8.3 Ölçülerin değerlendirilmesi

Geri bakışta alt hedef levhası ile aletin yatay eksenini arasındaki yükseklik farkı (a_R) ve ileri bakışta (a_V) nin tayini için aşağıdaki hesaplar yapılır.



Şekil : 10

$$a_R = b_R \frac{10.00 - u_R}{o_R - u_R}, \quad a_V = b_V \frac{10.00 - u_V}{o_V - u_V}$$

- a : Aşağı levhadan olan yükseklik
- b : Bir taraftaki hedef levhalarının yükseklik farkı
- c : Aşağı hedef levhasının sabit noktadan olan yüksekliği
- o : Yukarı levhaya tüm tatbiklerin okuma ortalaması

u : Aşağı levhaya tüm tatbiklerin okuma ortalaması

Kontrol için S_R ve S_V hedef uzunlukları

$$S_R = \frac{10000 \cdot b_R}{o_R - u_R}, \quad S_V = \frac{10000 \cdot b_V}{o_V - u_V}$$

eşitliklerinden bulunabilir.

Bu yöntemde düzeltme, daha uzakta bulunan aşağı hedef levhasına olan yükseklikten çıkarılmalıdır.

8.4 Çift aletle ölçü

Bu ölçü yönteminde hedef uzunlukları farkı 5 metreden büyük olabilir.

5 ve 6. bölümdeki esaslar aynen uygulanır. Ölçü sırasında aşağıdaki işlemler gerçekleştirilir.

1. Her iki alet düzeçlenir ve karşılıklı kolimasyon giderilir.
2. 1 nolu aletle geri bakışta 8 üst levha okumasının ortalaması o_1 , 8 alt levha okumasının ortalaması u_1 , 2 nolu kamalı aletle 8 üst ve 8 alt levhalar okumalarının ortalamaları o_2 ve u_2 ölçülerle belirlenir.
3. İleri bakışta aynı şekilde ölçüler yapılır.
4. Karşılıklı kolimasyon giderilerek önce ileri ve sonra geri bakış için ölçüler yinelenir. $M = 0,5$ mm/km lik hassasiyet için 4 grup ölçü yapılmalıdır. Eğer hedef uzaklıkları farklı ise

$$dH = 0,137 \cdot S \cdot ds$$

formülüne göre düzeltme getirilmelidir. Bu metotta düzeltme, aşağı hedef levhasından olan yükseklikten çıkarılmalıdır.

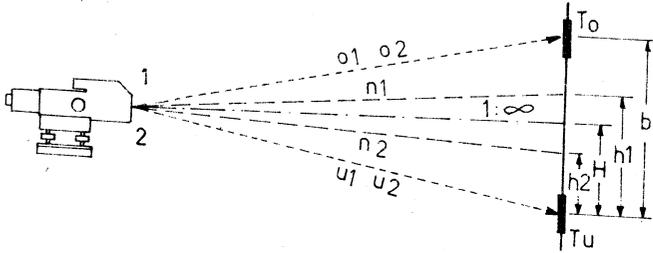
9. DÜZEÇLERİN KONTROLÜ VE HATALARIN GİDERİLMESİ

Tablanın kabarcıklı düzeci : Tabla sehpaaya tesbit edilir. Sehpa ayaklarının uzaltılıp kısaltılması ile düzeç ortalanır. Tabla 180° çevrilir ve vidası sıkıştırılır. Düzeç kabarcığının sapma miktarının yarısı düzeç vidaları ile, diğer yarısında sehpa ayakları ile giderilir.

Hedef levhaları çubuğunun düzeci : Altlık sehpaaya bağlanır. Üzerinde düzeç bulunan çubuk altlığa takılır. Üç ayak vidası ile düzeç merkezleştirilir. Çubuğu altlığa bağlayan vida gevşetilir ve düzeç 180° çevrilir. Vida tekrar sıkıştırılır. Sapmanın yarısı düzeç ayar vidası ile, diğer yarısı da altlığın ayakları ile giderilir.

Ni2 lerin düzeci : Ni2'nin düzeci ayak vidaları yardımıyla merkezleştirilir. Alet 180° çevrilir. Sapma varsa yarısı düzeç ayar vidaları ile, diğer yarısı da ayak vidaları yardımıyla giderilir.

10. ÖLÇÜLER İÇİN HASSASİYET TAHMİNİ (TAKDİRİ)



Şekil : 11

Şekilde görüldüğü gibi alt levhadan yatay eksene olan yükseklikler

$$h_1 = b \frac{n_1 - u_1}{o_1 - u_1}, \quad h_2 = b \frac{n_2 - u_2}{o_2 - u_2} \quad (1)$$

olup türev alınırsa

$$dh_1 = \frac{n_1 - u_1}{o_1 - u_1} db + \frac{b}{o_1 - u_1} d(n_1 - u_1) - b \frac{n_1 - u_1}{(o_1 - u_1)^2} d(o_1 - u_1) \quad (2)$$

h_1 yüksekliğinin değişme miktarı elde edilir. Diğer taraftan aletle levhalar arasındaki uzunluk

$$S = \frac{b}{o_1 - u_1} = \frac{b}{o_2 - u_2} \quad (3)$$

olup, ayrıca

$$p = \frac{n_1 - u_1}{o_1 - u_1}$$

alınıp, (2) eşitliğinde yerlerine konulursa

$$dh_1 = p \cdot db + S \cdot d (n_1 - u_1) - S \cdot p \cdot d (o_1 - u_1) \quad (4)$$

elde edilir. Ölçülen n_1 eğiminin ortalama hatası, okuma ve tatbik hatalarından ibarettir. Okuma skalasındaki okuma hatası, 2" lik bir intervalde 0,2" lik bir tahmin yapıldığından, $\pm 0,1$ " alınabilir. Bir eğimin ortalama tatbik hatası, kompensatör hatası ile birlikte $\pm 0,3$ " olarak verilmektedir. Bu ortalama okuma hatası ile birlikte hesaplanırsa $\pm 0,32$ " olarak elde edilir. Pratikte bir eğimin ortalama hatası

$$m = \pm 0,3''$$

olarak alınır. Uzun hedeflerde atmosferik etkenlerden dolayı 0,7" lik bir ortalama hata kullanılabilir. Okuma hatasının tesiri biraz öncesinden daha küçüktür ve ihmal edilebilir. n_1 , o_1 ve u_1 eğimlerinin birbirine eşit olması istenir. Yani n_1 in herbir ölçüsüne karşılık o_1 ve u_1 in dört ölçüsü yapılması gerekir. Bu varsayımlar çerçevesinde tüm eğimlerin ortalama hatası

$$m_n = \pm 0,3''$$

alınabilir. İki eğim farkının ortalama hatası

$$m = \pm 0,3'' \sqrt{2} = \pm 0,4''$$

dir. Her iki hedef levhasının b yükseklik farkı

$$m_b = \pm 0,3 \text{ mm}$$

lik bir ortalama hata ile ölçülebilir. Yukarıda yapılan varsayımlarla tüm eğimler birbirine eşittirler. (4) eşitliği $d(n_1 - u_1) = d(o_1 - u_1) = dn$ alınır

$$dh_1 = p \cdot db + (1-p) \cdot S \cdot dn \quad (5)$$

olur. h_1 değerinin ortalama hatası aşağıdaki gibidir.

$$m_{h1} = \sqrt{p^2 \cdot m_b^2 + (1-p)^2 \cdot s^2 \cdot m^2} \quad (6)$$

Bir sehpaye iki alet kurulduğundan

$$H = (h_1 + h_2) / 2 \quad (7)$$

dir. Ortalama hata her iki alet için aynı büyüklüktedir. Bir istasyondan hesaplanan yükseklik farkının ortalama hatası (7) eşitliğine göre

$$m_H = 0,5 m_h$$

dır. Her iki istasyondan bulunan yükseklik farklarının aritmetik ortalaması kesin sonuçtur.

$$H = (H_1 + H_2) / 2$$

olup ortalama hata

$$m_H^2 = \frac{m_{H1}^2 + m_{H2}^2}{4} = (0,5 m_h^2 + 0,5 m_h^2) / 4$$

$$m_H = \frac{m_h}{2}$$

(8)

elde edilir.

Örnek : $p = (n_1 - u_1) / (o_1 - u_1) = 0$ alınırsa, 1 km de $m = 0,4''$ ve $m_b = 0,3$ mm için

$$m_h = m \cdot S = \frac{0,4}{\rho''} 1\ 000\ 000\ \text{mm} = 2\ \text{mm}$$

$$M_H = 1\ \text{mm}.$$

Hassasiyet araştırması ölçülerle de yapılabilir. Aynı gün içinde karşılıklı simetrik gözlemler yapılır. Böyle bir gözlem 50-100 arasında tatbiki gerektirir. Bu da 2 saatlik bir zaman alır. Bu tip gözlemler araştırmada aynı ağırlıkta alınır. Hesaplanan bir gözlemin karesel ortalama hatası tahmini hassasiyettir.

m standart sapma (karesel ort.hata), S vadi geçiş uzunluğu olmak üzere

$$m = a + b S^2$$

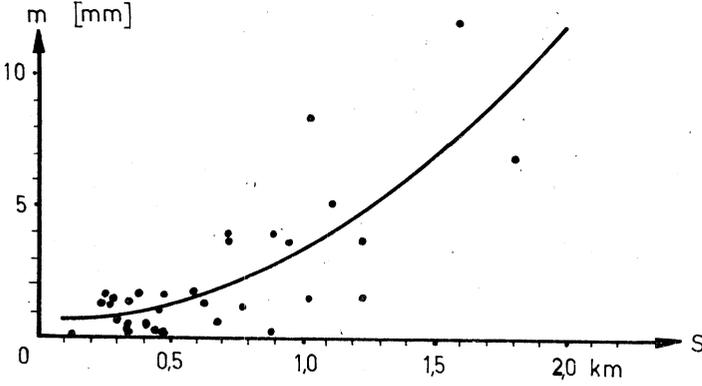
bir ikinci derece eğri eşitliğine uyar. 100 m den 1800 m ye kadar yukarıdaki denklem kırılma düzeltmesi alınmaksızın hesaplanırsa

$$m = \pm (0,44 + 2,78 S^2)$$

bulunur. Vadi geçişlerinde ısı gradyenti ölçülür ve ısı düzeltmesi dikkate alınır. 0 zaman eşitlik

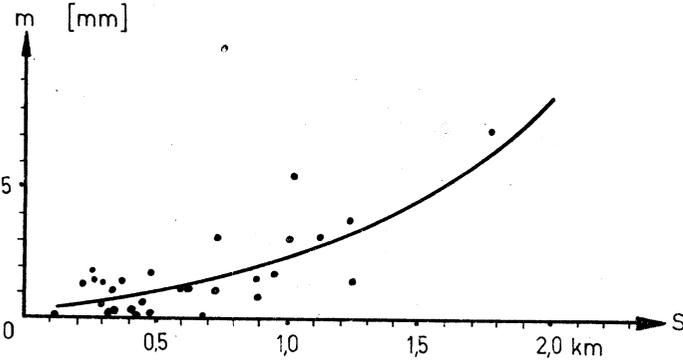
$$m = \pm (0,44 + 1,98 S^2)$$

olur. Böylece kırılma düzeltmesi iyi sonuç verir. Bu sonuçlar 100-1800 m arasında geçerlidir. 1800-4300 m deki uzunluklarda ayrı işlem yapılmalıdır



Şekil : 15

$m = 0,52 + 2,78 S^2$, bu eşitlik 36 vadi geçiş ölçüsünden elde edilmiş olup kırılma dikkate alınmamıştır.



Şekil : 16

$m = 0,44 + 1,98 S^2$, karesel ort. hata 33 vadi geçiş ölçüsünden elde edilmiş olup kırılma düzeltmesi dikkate alınmamıştır.

11. KLİŞENİN AÇIKLANMASI

Ölçüler 6. bölümde anlatılan esaslara göre yapılır ve klişe aşağıdaki şekilde doldurulur :

1. Kamazsız 1 nolu alet ile yukarı ve aşağı markalarda yapılan iki okuma I bölümüne kaydedilir. Ayrıca bu markalardaki mira değerleri kaydedilir. Aynı işlem 2 nolu kamalı aletle yapılır. Kolimasyon değerleri de yazılır.

2. II satırına 1 nolu alet ile üst ve alt markalarda yapılan oku-

malar kaydedilir. Aynı işlem 2 nolu alet ile yapılır. Her satır ölçünün bitiminde kolimasyon giderilir. 6 satır doldurulur. Tekrar I işlemi yinelenir, klişe dolmuş olur.

12. HESAPLARIN YAPILMASI

I satırındaki işlemlerin yapılması (mira üzerindeki okumalarla ilgili) : I nolu alette n_1 değeri 10.00 a ayarlanmıştır. Bu değer klişede mevcuttur. Miradaki iki yukarı markadaki okumanın ortalaması alınır. Bu o_1 değeridir. Aynı şekilde aşağı markadaki iki okumanın ortalaması alınır, u_1 değeri elde edilir.

n_2 , o_2 ve u_2 değerleri ortalama alınarak elde edilir. $n_1 - u_1$ ve $o_1 - u_1$ teşkil edilir. Hesap kolaylığı için ters işaretlileri kullanılır. Aynı şekilde $o_2 - u_2$ ve $n_2 - u_2$ bulunur. h_1 , h_2 , H ve S formülleri uygulanır. Hesaplanan değerler yerine konur. Bu değerler aletin yanındaki mira üzerinde hesaplanan değerlerdir.

II. satırdaki işlemlerin yapılması (karşı kıyıdaki levhalarda yapılan okumalarla ilgili) : I nolu aletle karşı kıyıdaki levhalarda yapılan 8 er okumanın ortalaması o_1 ve u_1 dir. Aynı şekilde 2 nolu aletle yapılan okumanın ortalaması o_2 ve u_2 oluşturur.

İki okumanın ortalaması olan n kolimasyon değeri bulunur. n_2 ortalama kolimasyon değeri klişedende anlaşılacağı gibi bir önceki ve bir sonraki ortalama n lerin ortalamasıdır.

$n_1 - u_1$, $o_1 - u_1$, $n_2 - u_2$, $o_2 - u_2$ teşkil edilir. Bulunan bu değerlere göre h_1 , h_2 , H, S hesaplanır. 6 satır için işlemler yapılır. 6 satırdaki H ların ortalaması H olur. H ise miradaki alt marka okumasına I satırlarında hesaplanan H^v değerlerinin ortalaması eklenerek elde edilir.

db'nin hesabı : A istasyonundaki ölçülerin hesaplarının yapıldığını varsayalım. db'nin hesabında, karşı kıyıdaki kesin mira okumasından (ki bu değer B istasyonunda miradaki alt marka okumasına I satırındaki iki H değerinin eklenmesiyle elde edilir.) levha çubuğuna tutulan cetveldeki okuma çıkarılır ve cetvel tutulan sıfır çıkıntısı ile alt levha arası uzunluğu eklenerek bulunur. Böylece hesaplanan bu değerlerden A noktasındaki

$$\Delta h_a = H_r - (H_v + db)$$

bulunur. Aynı şekilde B istasyonundaki ölçülerden de

$$\Delta h_b = (H_r + da) - H_v$$

bulunabilir. Bu iki değerlerin ortalaması bir ölçü olarak adlandırılır ve A,B noktaları arasındaki yükseklik farkı elde edilmiş olur. Presizyonu artırmak için 5-10 grup ölçü yapmakta yarar vardır.

13. İSTANBUL VE ÇANAKKALE BOĞAZLARINDA YAPILAN ÖLÇMELER :

Harita Genel Müdürlüğünün planladığı, İstanbul Boğazında iki yaka

arasındaki yükseklik farkını saptamak için Arnavutköy-Kandilli arasında ölçüler yapılmıştır. Arnavutköydeki nokta A noktası, Kandilli önlerindeki nokta ise B noktası olarak alınmıştır. Burada 7 grup ölçü yapılmış olup havanın rüzgarlı ve titreşimin fazla olması nedeniyle 7. grup ölçü atılmıştır. 6 grup ölçünün ortalaması kesin yükseklik farkı olarak belirlenmiştir. Aşağıda yalnız 1 grup ölçü ve tüm sonuçlar verilecektir. Bu ölçülere küresellik ve kırılma düzeltilmesi getirilmemiştir. Çünkü Distomatla uzunluklar farkı 0,5 m nin altına düşürülmüştür.

Çanakkale Boğazında 10 grup ölçü yapılmıştır. 3 tane ölçü atılıp 7 ölçünün ortalaması alınarak kesin değer saptanmıştır. Alet ve levhalar kıyıya paralel yerleştirilerek uzunlukların eşit olmasına çalışılmıştır. Ancak burada yapılan ölçülere küresellik ve kırılma düzeltilmesi getirilmiştir. Burası için de bir grup ölçü ve tüm ölçülerin sonuçları verilecektir.

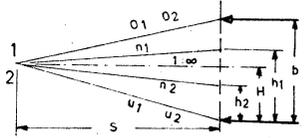
VADI GEÇİŞ NİVELMANI

Ölçü tarihi : 19.6.1977 Saat : 8.45 - 9.30

Ölçüyü yapan : Ömer Aydın

İstasyon noktası : A. Arnavutköy (İSTANBUL)

Hava durumu : Açık, sisli



I	1. ALET				2. ALET				$h_1 = b \frac{n_1 - u_1}{o_1 - u_1}$		$h_2 = b \frac{n_2 - u_2}{o_2 - u_2}$	
	KARSILIKLI KOLIMASYON				KOLIMASYON				$n_1 - u_1$	$n_2 - u_2$	h_1	H
Düzcük ayarlaması	Mira	Yukarı	Marka	Asağı	Mira	Yukarı	Marka	Asağı	$o_1 - u_1$	$o_2 - u_2$	h_1	H
									$o_1 - u_1$	$o_2 - u_2$	h_1	H
III	KARSILIKLI KOLIMASYON				KOLIMASYON				n_1	u_1	h_1	$H = \frac{h_1 + h_2}{2}$
	Yukarı	Levha			Yukarı	Levha			o_1	u_1	h_1	
Düzcük ayarlaması	KARSILIKLI KOLIMASYON				KOLIMASYON				n_2	u_2	h_2	$S = \frac{10000 \cdot b}{o_1 \cdot u_1}$
	Yukarı	Levha			Yukarı	Levha			o_2	u_2	h_2	
	KARSILIKLI KOLIMASYON				KOLIMASYON				n_2	u_2	h_2	
	KARSILIKLI KOLIMASYON				KOLIMASYON				n_2	u_2	h_2	

Karşı istasyondaki hedef levhaları yükseklik farkı: b = 60 cm

$i_s = \frac{87}{88} = 8,75 \text{ cm}$

I	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON		HEDEF UZUNLUKLARI FARKI :	
	159	2.82	.72	2.77	159	3.84	.78	3.84	8.57	7.96	1.085	1.064		
III	Mira	157	18.58	.56	18.57	Mira	157	19.02	.12	19.07	15.80	15.26	1.043	12.66
Düzcük ayarlaması	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON		ÖLÇÜ YAPILAN İSTASYONDAKİ LEVHALARIN YÜKSEKLIK FARKI: 60cm.	
	5.28	.52	.30	.32	10.00	5.62	.72	.60	.74	11.055	2.15	19.069		
Düzcük ayarlaması	5.60	.42	.28	.36	5.385	5.80	.70	.68	.82	5.71	6.765	15.028		
	12.30	.00	.00	.02	12.15	12.92	.94	.78	.74	12.841	1.786	17.048		
Düzcük ayarlaması	12.26	.20	.32	.10	12.15	12.80	.93	.86	.76	12.105	7.131	886.92		
Düzcük ayarlaması	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON		ASAĞI LEVHANIN SIFIR ÇIKINTISINDAN OLAN YÜKSEKLİĞİ: 0,00cm	
	5.48	.54	.48	.40	10.00	5.88	.88	.88	.92	11.03	2.104	19.104		
Düzcük ayarlaması	5.52	.72	.49	.34	5.496	5.54	.87	.89	.98	5.855	6.608	16.509		
	12.04	.20	.02	.28	12.104	12.92	.90	.75	.80	12.834	1.804	17.307		
Düzcük ayarlaması	12.02	.08	.18	.01	12.104	12.80	.86	.70	.94	12.834	6.979	907.99		
Düzcük ayarlaması	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON		db = g _m - i _s + n = 1795 + 0,766 - 27075 = 144.816	
	5.84	.62	.52	.30	10.00	6.14	.02	.04	.02	11.08	2.178	17.672		
Düzcük ayarlaması	5.72	.48	.38	.42	5.535	6.30	.01	.00	.12	6.081	6.643	15.591		
	12.12	.32	.10	.12	12.178	12.92	.74	.80	.70	12.835	1.1755	17.631		
Düzcük ayarlaması	12.22	.24	.20	.10	12.178	12.98	.82	.90	.82	12.835	6.574	903.21		
Düzcük ayarlaması	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON		H _v = H _{levha} = 16.540cm	
	5.30	.22	.40	.38	10.00	5.82	.98	.94	.94	11.135	2.215	19.538		
Düzcük ayarlaması	5.42	.62	.62	.34	5.413	5.94	.88	.80	.78	5.885	6.802	14.168		
	12.30	.22	.10	.10	12.245	12.80	.98	.80	.74	12.758	1.623	16.853		
Düzcük ayarlaması	12.32	.20	.18	.30	12.245	12.50	.70	.72	.82	12.758	6.873	882.09		
Düzcük ayarlaması	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON		Δh _a = - 3,500	
	5.30	.26	.12	.20	10.00	5.82	.70	.82	.80	11.11	2.133	18.602		
Düzcük ayarlaması	5.28	.34	.14	.38	5.253	5.94	.80	.64	.72	5.78	6.88	11.383		
	12.20	.16	.18	.08	12.133	12.34	.54	.28	.22	12.358	1.248	14.993		
Düzcük ayarlaması	12.12	.20	.08	.04	12.133	12.42	.34	.38	.34	12.358	6.878	872.09		
Düzcük ayarlaması	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON		Δh = $\frac{\Delta h_a + \Delta h_b}{2}$ = $\frac{-3,500 - 7,997}{2}$ = -5,6485 cm	
	5.20	.12	.04	.12	10.00	6.48	.54	.42	.54	11.06	2.054	18.086		
Düzcük ayarlaması	5.42	.30	.08	.40	5.24	5.52	.38	.62	.70	5.525	6.844	12.726		
	12.02	.00	.04	.20	12.054	12.72	.42	.42	.70	12.55	1.49	15.406		
Düzcük ayarlaması	12.14	.02	.01	.00	12.054	12.64	.52	.50	.48	12.55	7.025	834.09		
Düzcük ayarlaması	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON		1.081 1.047	
	Mira	159	2.75	2.70	2.725	Mira	159	3.20	3.18	3.19	8.55	8.09		1.081
Düzcük ayarlaması		157	18.62	18.48	18.55		157	19.18	19.12	19.15	15.825	15.96	1.044	12.63
	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON			
	KOLIMASYON				KOLIMASYON				KOLIMASYON		KOLIMASYON			

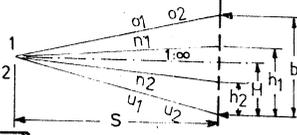
VADİ GEÇİŞ NİVELMANI

Ölçü tarihi : 19.6.1977

Ölçüyü yapan : İbrahim Kos

İstasyon noktası : B. Kandilli (İstanbul)

Hava durumu : Sisli



$$h_1 = b \frac{n_1 - u_1}{o_1 - u_1} \quad h_2 = b \frac{n_2 + u_2}{o_2 - u_2}$$

$$H = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$S = \frac{10000 \cdot b}{1 - u_1}$$

1. ALET					2. ALET					
I	Karşılıklı Kolimasyon				n1	Kolimasyon				n2
	Mira	Yukarı	Marka	Asağı	o1	Mira	Yukarı	Marka	Asağı	o2
II	Karşılıklı kolimasyon				n...	Kolimasyon				n...
	Yukarı	Levha			(ort) n1	Yukarı	Levha			(ort) n2
III	Karşılıklı kolimasyon				n...	Kolimasyon				n...
	Asağı	Levha			u1	Asağı	Levha			u2

Karşı istasyondaki hedef levhaları yükseklik farkı b = 60 cm.

İs = 27,075 cm.

I	O	Kolimasyon					Kolimasyon					Kolimasyon									
		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	12,06	11,90	11,98	12,06	11,90	11,98	5,295	4,245	0,841	0,770					
II	O	Mira	172,5	2,50	2,92	2,71	Mira	172,5	4,04	4,19	4,15	Mira	172,5	15,30	15,29	15,295	12,585	12,08	0,698	15,89	
		170,5	15,30	15,29	15,295	170,5	16,57	16,02	16,175	170,5	16,57	16,02	16,175	12,585	12,08	0,698	15,89				
III	O	Kolimasyon					Kolimasyon					Kolimasyon									
		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	11,82	11,98	11,90	11,82	11,98	11,90	2,16	17,197	6,754	8,095	0,942	13,646	6,76	888,76	
IV	O	Kolimasyon					Kolimasyon					Kolimasyon									
		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	11,85	12,02	11,925	11,85	12,02	11,925	2,348	20,545	6,857	9,808	1,407	15,417	6,772	875,02	
V	O	Kolimasyon					Kolimasyon					Kolimasyon									
		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	11,95	11,99	11,97	11,95	11,99	11,97	1,90	16,134	1,066	6,929	0,808	11,531	0,997	849,44	
VI	O	Kolimasyon					Kolimasyon					Kolimasyon									
		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	12,00	12,05	12,025	12,00	12,05	12,025	2,259	19,499	6,951	7,525	0,836	13,512	6,666	863,19	
VII	O	Kolimasyon					Kolimasyon					Kolimasyon									
		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	11,90	11,91	11,905	11,90	11,91	11,905	2,263	20,433	6,645	10,208	1,151	15,321	6,765	902,93	
VIII	O	Kolimasyon					Kolimasyon					Kolimasyon									
		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	11,90	11,92	11,91	11,90	11,92	11,91	2,133	18,741	6,829	10,434	1,198	14,688	6,889	878,64	
IX	I	Mira	172,5	2,91	2,80	2,855	Mira	172,5	3,90	3,90	3,50	Mira	172,5	15,15	15,01	15,08	12,225	12,30	0,694	16,36	
		170,5	15,15	15,01	15,08	170,5	16,35	16,05	16,20	170,5	16,35	16,05	16,20	12,225	12,30	0,694	16,36				
		Kolimasyon					Kolimasyon					Kolimasyon									
		10,00					11,94					12,04					11,99				

Hedef uzunlukları farkı :

Ölçü yapılan istasyonlardaki levhaların yükseklik farkı: 60 cm.

Asağı levhanın sıfır çıkıntısından olan yüksekliği :

da = $g_m + i_s + n$
 = 158,056 - 8,75
 = 149,306
 $H_v = m + H_{mira}$
 = 1705 - 0,766
 = 1714,266 cm.
 $H_f = H_{levha}$
 = 13,963
 $\Delta h_a = H_v + (H_f + da)$
 = 149,306 + 13,963 - 1714,266
 = -7,997
 $\Delta h = \frac{\Delta h_a + \Delta h_b}{2}$
 = $\frac{-2,680 - 7,957}{2}$
 = -5,3385 cm.

VADI GEÇİŞ NİVELMANI

Ölçü tarihi: 16.7.1977 Saat: 19.00 - 19.30

Ölçüyü yapan: Ömer Aydın

İstasyon noktası: E. Kilitbahiri (Çarşukale)

Hava durumu: Açık

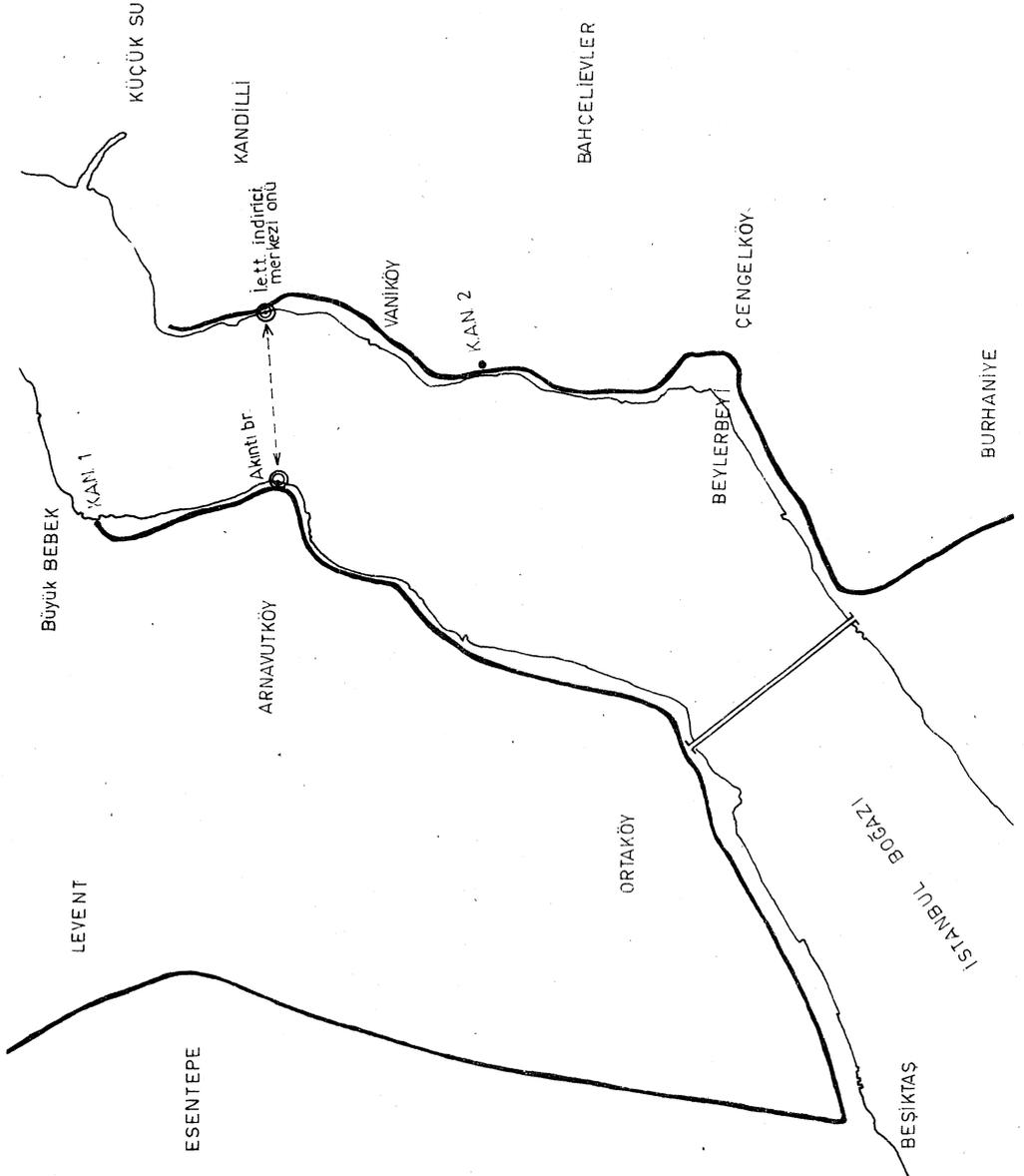


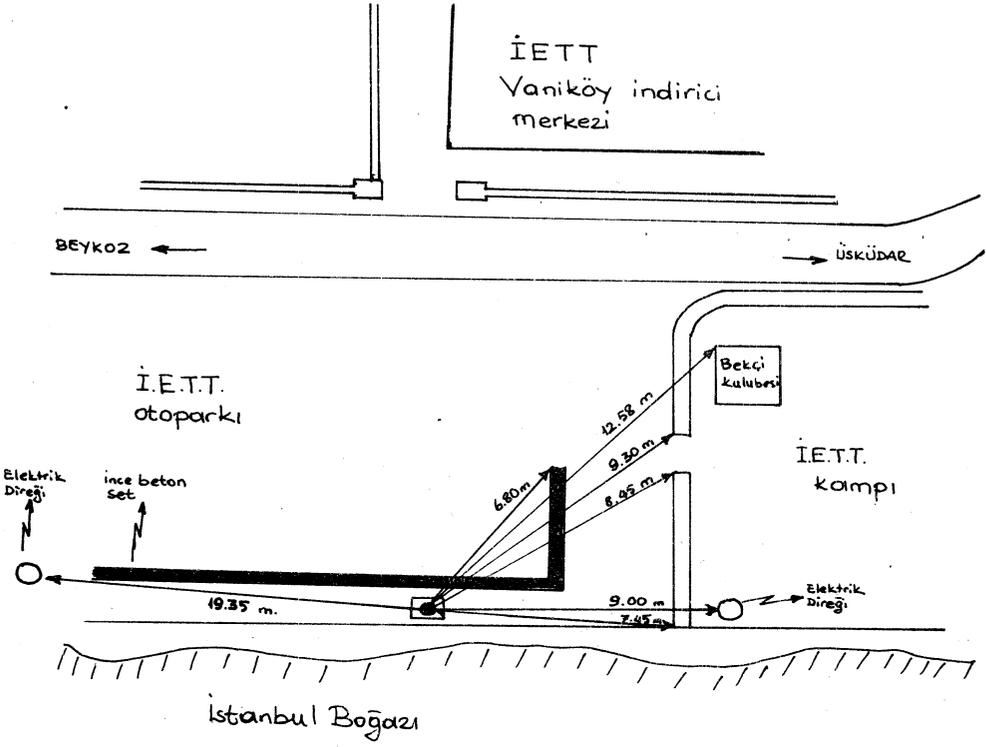
Düzeltilmiş	1. ALET				2. ALET				h1 = b		h2 = b		H	S
	Karşılıklı kolimasyon	n1	u1	u2	Kolimasyon	n2	u1	u2	m1	u1	m2	u2		
Mira	Yukarı	Levha	u1	u2	Yukarı	Levha	u1	u2	m1 <td>u1 <td>m2 <td>u2 <td>H = $\frac{h1 + h2}{2}$</td> <td></td> </td></td></td>	u1 <td>m2 <td>u2 <td>H = $\frac{h1 + h2}{2}$</td> <td></td> </td></td>	m2 <td>u2 <td>H = $\frac{h1 + h2}{2}$</td> <td></td> </td>	u2 <td>H = $\frac{h1 + h2}{2}$</td> <td></td>	H = $\frac{h1 + h2}{2}$	
Mira	Marka	Asağı	u1	u2	Marka	Asağı	u1	u2	m1 <td>u1 <td>m2 <td>u2 <td>S = 10000 b</td> <td></td> </td></td></td>	u1 <td>m2 <td>u2 <td>S = 10000 b</td> <td></td> </td></td>	m2 <td>u2 <td>S = 10000 b</td> <td></td> </td>	u2 <td>S = 10000 b</td> <td></td>	S = 10000 b	
	Karşılıklı kolimasyon	n1	n2		Kolimasyon	n1	n2		m1 <td>u1 <td>m2 <td>u2 <td></td> <td></td> </td></td></td>	u1 <td>m2 <td>u2 <td></td> <td></td> </td></td>	m2 <td>u2 <td></td> <td></td> </td>	u2 <td></td> <td></td>		
	Yukarı	Levha	u1	u2	Yukarı	Levha	u1	u2	m1 <td>u1 <td>m2 <td>u2 <td></td> <td></td> </td></td></td>	u1 <td>m2 <td>u2 <td></td> <td></td> </td></td>	m2 <td>u2 <td></td> <td></td> </td>	u2 <td></td> <td></td>		
	Asağı	Levha	u1	u2	Asağı	Levha	u1	u2	m2 <td>u2 <td>m1 <td>u1 <td></td> <td></td> </td></td></td>	u2 <td>m1 <td>u1 <td></td> <td></td> </td></td>	m1 <td>u1 <td></td> <td></td> </td>	u1 <td></td> <td></td>		
	Karşılıklı kolimasyon	n1	n2		Kolimasyon	n1	n2		m2 <td>u2 <td>m1 <td>u1 <td></td> <td></td> </td></td></td>	u2 <td>m1 <td>u1 <td></td> <td></td> </td></td>	m1 <td>u1 <td></td> <td></td> </td>	u1 <td></td> <td></td>		

Karsi istasyondaki hedef levhaları yükseklik farkı b = 0,0 em.

$$b = \left(\frac{19,0}{2} + \frac{19,1}{2} \right) = 9,525$$

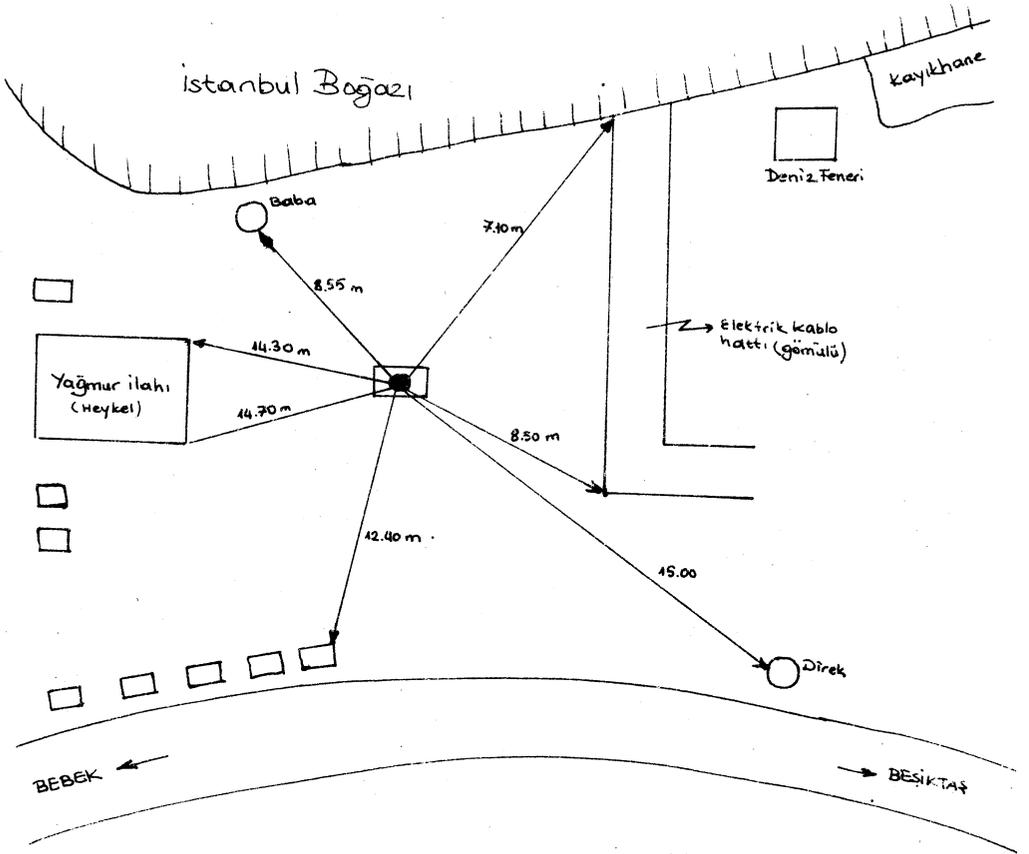
Düzeltilmiş	Kolimasyon				10,00	Kolimasyon				11,40	11,44	11,42	Hedef uzunlukları farkı = 40,5 m.		
	Mira	145	4,88	4,78	4,83	Mira	145	5,17	5,20	5,19	4,73	3,83		0,478	0,429
		144	4,80	4,66	4,73		144	4,82	4,82	4,82	9,90	10,06	0,381	10,02	
		Kolimasyon				10,00	Kolimasyon				11,42	11,37	11,37		
		7,61	6,90	6,78	7,14	10,00	7,78	7,40	7,60	7,50	11,62	11,16	10,812		
		7,11	7,13	6,98	7,11	7,52	7,85	7,64	7,75	7,60	7,65	4,44	3,5555		
		11,18	12,2	11,18	11,18	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80		
		11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20	11,20		
		Kolimasyon				10,00	Kolimasyon				11,40	11,40	11,45		
		6,83	7,02	6,98	6,80	10,00	7,85	7,64	7,88	7,75	11,49	11,26	11,451		
		7,03	7,12	6,99	6,75	6,95	7,99	7,68	7,88	7,82	7,81	4,31	6,746		
		11,24	11,34	11,10	11,18	11,24	11,87	12,10	12,00	12,02	11,91	11,91	11,91		
		11,40	11,42	11,20	11,20	11,24	11,99	11,78	11,73	11,75	11,91	11,91	11,91		
		Kolimasyon				10,00	Kolimasyon				11,49	11,52	11,52		
		7,04	7,10	6,95	7,07	10,00	7,65	7,41	7,68	7,68	11,51	11,47	11,875		
		7,08	6,90	6,95	7,02	7,04	7,86	7,70	7,76	7,62	7,70	4,16	5,230		
		11,32	11,16	11,20	11,10	11,47	11,84	11,84	11,75	11,72	11,87	11,87	11,87		
		11,22	11,08	11,10	11,20	11,47	11,88	11,88	11,88	11,88	11,87	11,87	11,87		
		Kolimasyon				10,00	Kolimasyon				11,49	11,49	11,49		
		6,84	7,08	6,95	7,00	10,00	7,60	7,61	7,8	7,68	11,47	11,42	11,430		
		7,07	7,12	7,04	7,10	7,03	7,92	7,99	7,90	7,99	7,83	4,09	5,806		
		11,20	11,20	11,20	11,20	11,42	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80		
		11,24	11,24	11,24	11,24	11,42	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80	11,80		
		Kolimasyon				10,00	Kolimasyon				11,44	11,45	11,45		
		7,04	7,12	7,08	7,08	7,08	7,80	7,94	7,80	7,88	11,47	11,47	11,857		
		6,99	6,90	7,12	7,10	7,11	7,75	7,96	7,99	7,88	7,68	4,18	6,815		
		11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,72	12,13	12,10	12,10	11,91	11,91	11,91		
		11,45	11,45	11,45	11,45	11,45	11,70	11,75	12,50	11,91	11,91	11,91	11,91		
		Kolimasyon				10,00	Kolimasyon				11,46	11,50	11,50		
		6,98	7,07	7,19	6,95	10,00	7,65	7,92	7,90	7,93	11,46	11,29	11,672		
		6,98	6,90	6,99	7,10	7,00	7,70	7,99	7,99	7,99	7,99	4,27	5,668		
		11,24	11,24	11,24	11,24	11,24	11,74	11,80	11,83	11,81	11,80	11,80	11,80		
		11,07	11,38	11,25	11,40	11,29	11,93	11,76	11,77	11,90	11,80	11,80	11,80		
		Kolimasyon				10,00	Kolimasyon				11,38	11,40	11,39		
		m	145	4,80	4,50	4,65	m	145	5,16	5,20	5,33	4,65	11,07	0,468	0,432
		S	144	4,66	4,64	4,65	S	144	4,87	4,83	4,84	10,00	10,07	0,338	9,97
		Kolimasyon				10,00	Kolimasyon				11,38	11,40	11,39		





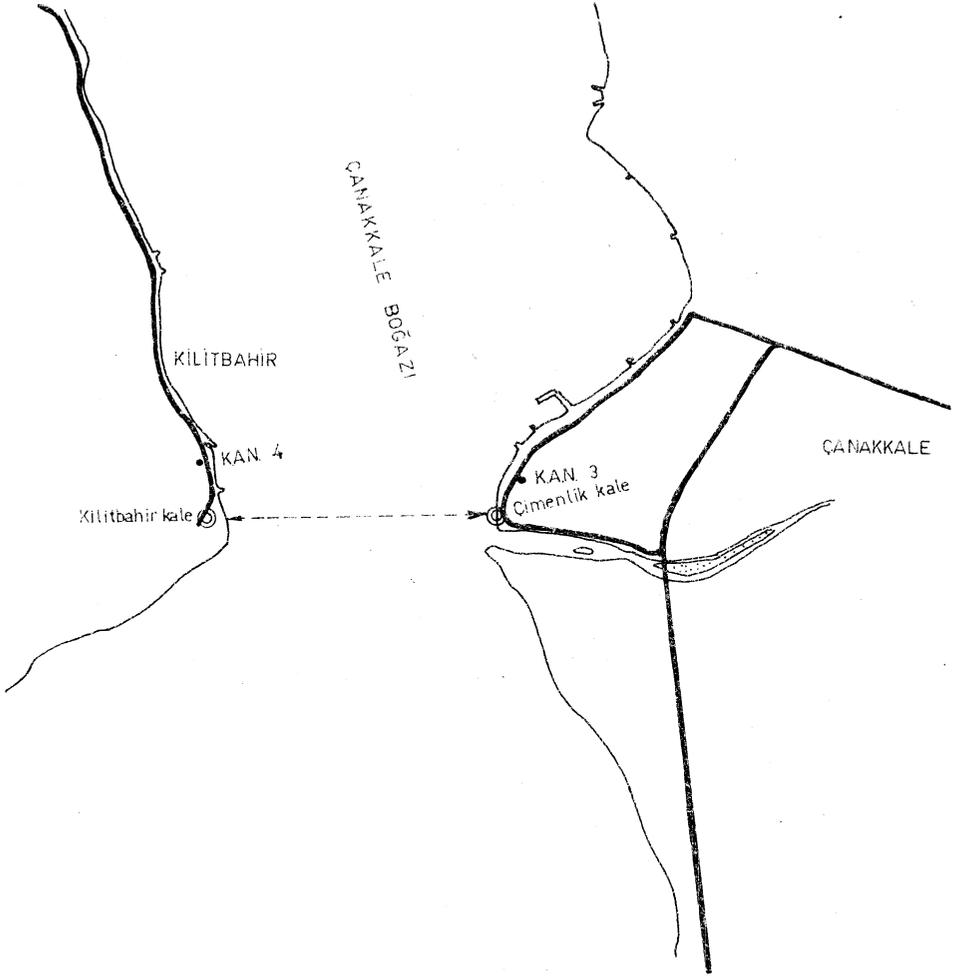
Nokta; Vaniköy'de İETT indirici merkezi önündeki resmi otopark olarak kullanılan beton sahanın deniz tarafında açıktadır. Üzerinde beton kapak vardır.

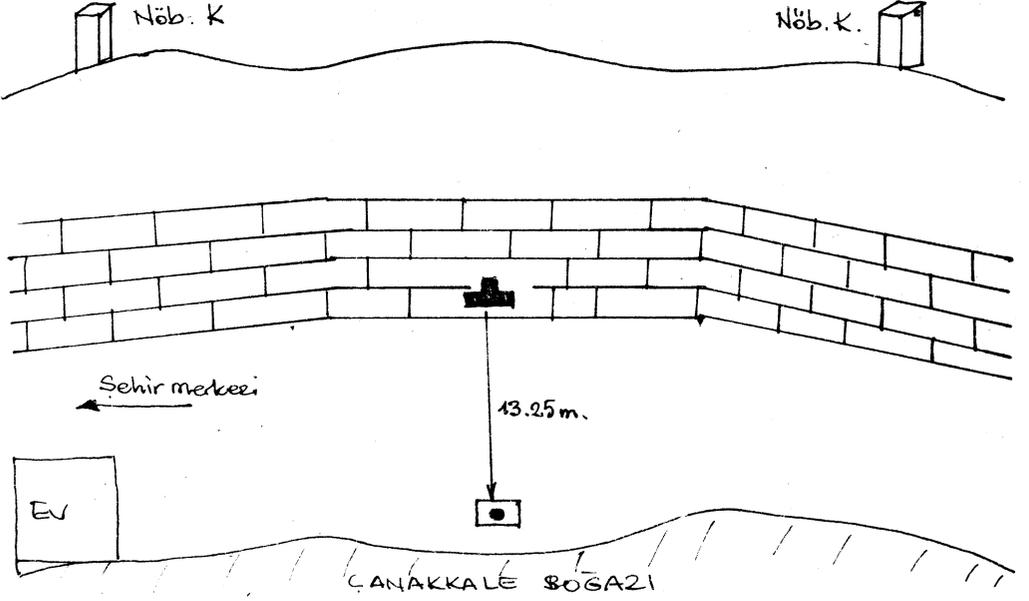
Kroki - 1-



Nokta; Arnavutköy Akıntı Burnunda, Boğaz kıyısındaki geniş kaldırım üzerinde, Yağmur ilahı ile Deniz Feneri arasında yer almaktadır. Üzerinde yaklaşık 15x15 boyutunda kapak taşı vardır.

Kroki - 2

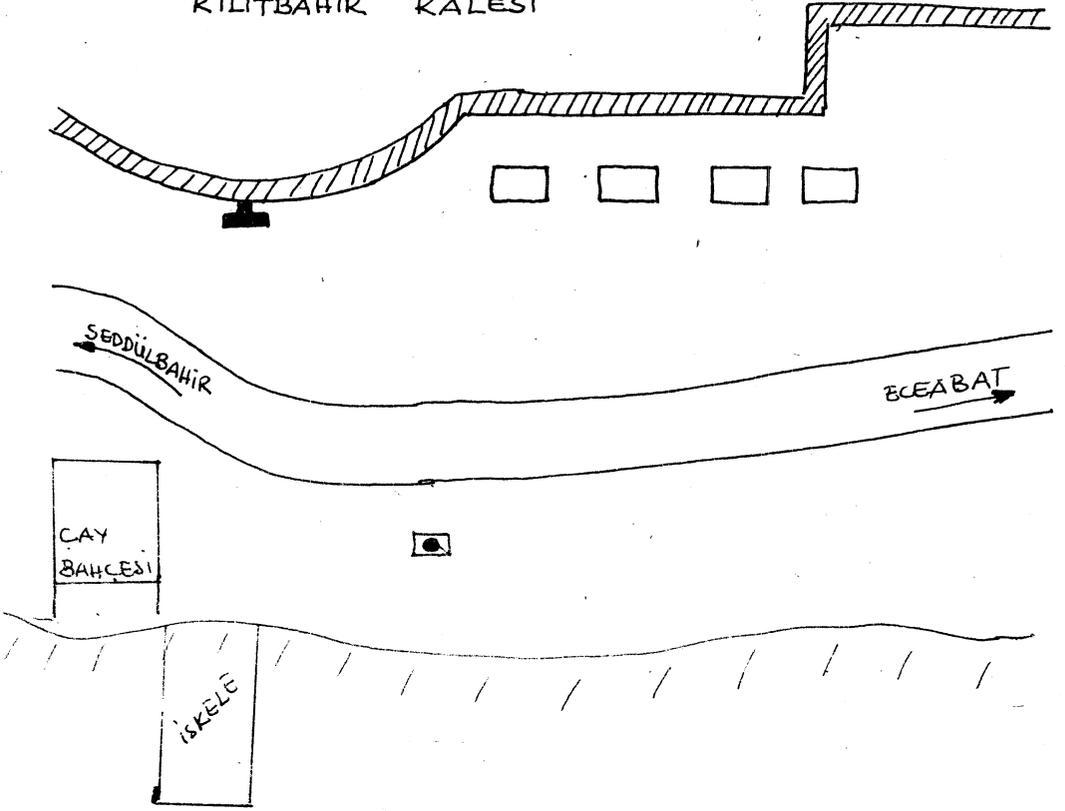




Nokta; Çanakkalede ulaştırma konak komutanlığı yanındaki Çimenlik Kalesinin önündeki beton bunker-
tedir.

Kroki-3

KILITBAHİR KALESİ



Nokta; Eski Kilitbahir iskelesi yanındaki beton banket üzerindedir.

Kroki-4

İSTANBUL BOĞAZINDA YAPILAN ÖLÇÜLERİN SONUÇLARI

ÖLÇÜ NO	ÖLÇÜ TARİHİ	A'dan ΔH	B'den ΔH	ORTALAMA ΔH
1	18.6.1977	-9.106 cm.	-5.285 cm.	-7.1955 cm.
2	19.6.1977	-3.300	-7.997	-5.6485
3	19.6.1977	-2.851	-10.009	-6.4300
4	20.6.1977	0.300	-11.439	-5.5695
5	20.6.1977	-0.022	-14.830	-7.4260
6	6.7.1977	-5.429	-8.460	-6.9450
7	6.7.1977	0.9801	-10.4275	-4.7237

A : Arnavutköy

B : Kandilli

1, 2, 3, 4, 5, 6 ölçülerine göre :

$$\Delta H = \frac{\Delta H_1 + \dots + \Delta H_6}{6} = -6.5358 \text{ cm}$$

v	vv
0.6597	0.4352
-0.8873	0.7873
-0.1058	0.0112
-0.9663	0.9337
0.8902	0.7925
0.4092	0.1674

$$[vv] = 3.1273$$

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

$$m = \pm 0,79086 \text{ cm}$$

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

$$M = \pm 0,32286 \text{ cm}$$

ÇANAKKALE BOĞAZINDA YAPILAN ÖLÇÜLERİN SONUÇLARI

ÖLÇÜ NO	A'dan Δh (cm.)	B'den Δh (cm.)	ort. Δh (cm.)	ort. s _A (m.)	ort. s _B (m.)	ort. s (m.)	ds (m.)	dH (mm.)
1	-23 393	-0.263 3.058	-10 300	1485 7	1472 7	1479 2	13 0	2 63
2	-22 681	-0 624 1 748	-10 780	1488 4	1457 5	1473 0	30 9	6 24
3	-11 255	-1 022 -4 324	-8 301	1494 4	1443 6	1469 0	50 8	10 22
4	-11 013	-1 195 0 178	-6 015	1488 0	1428 2	1458 1	59 8	11 95
5	-19 095	-0 195 -4 305	-11 798	1460 9	1451 1	1456 0	9 8	1 95
6	-14 407	-0 637 -6 364	-10 704	1502 4	1471 1	1486 8	31 3	6 37
7	-13 951	-7 080	-10 475	1486 9	1490 8	1488 9	3 9	0 80
8	-13 023	-1 136 -10 929	-12 544	1509 1	1453 1	1481 1	56 0	11 36
9	-12 764	-0 394 -10 344	-11 751	1473 0	1445 3	459 1	19 7	3 94
10	-17 141	-0 804 -5 312	-11 629	1489 0	1448 5	1468 4	40 5	8 04

A : Çimenlik Kale

B : Kilit Bayır

1, 2, 5, 6, 7, 9, 10 ölçülerine göre :

Ort.ΔH = -11.0624

v	VV
- 0.762	0.851
- 0.282	0.080
0.736	0.542
- 0.358	0.128
- 0.587	0.345
0.689	0.475
0.567	0.321

$$m = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{2.472}{7-1}} = \pm 0.6919 \text{ cm}$$

$$M_H = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm 0.2426 \text{ cm}$$

$$[VV] = 2.472$$

14. SONUÇLARIN YORUMLANMASI

Yükseklik farkları tesbit edilirken ışığın düşey kırılması etken olmaktadır. Ayrıca ölçü sırasında ani hava değişimleri titreşimin artmasına neden olurlar. Bunlardan başka karşılıklı olarak iki operatörün aynı anda ölçüye başlaması halinde, bir tanesinin ölçüyü geç bitirmesi, her an değişen kırılmanın etkisinden dolayı yanlış sonuçlar bulunmasına neden olur. Bunun için her iki kıyıda aletleri kullanan kişilerin aynı pratiğe sahip olmaları gerekmektedir.

Gerek İstanbul ve gerekse Çanakkale Boğazlarında Anadolu yakası doğu yönünde, Rumeli yakası ise batı yönünde kalmaktadır. Ölçüler yaklaşık olarak doğu-batı yönünde yapılmıştır.

Ölçü sonuçlarının yorumlanmasına açıklık kazandırmak için Çanakkale Boğazında, bir günde belirli saatlerde yapılan ölçmeler bir grafikte gösterilmiştir. Grafikte ölçüye başlangıç saatleri yatay ekseninde, yükseklik farkları da düşey ekseninde gösterilmiştir. Ölçü sonuçlarına göre aşağıdaki grafik esas alınmak suretiyle şu özellikler açıklanabilir.

1. Sabahın erken saatlerinde düşey kırılma çok olduğundan elde edilen yükseklik farkı :

a- Doğu yönünde (Anadolu yakası) yapılan ölçülerden bulunan yükseklik farkı kesin değerden* büyük olmaktadır.

b- Batı yönünde (Rumeli yakası) yapılan ölçülerden bulunan yükseklik farkı kesin değerden küçük olmaktadır.

2. Aynı anda karşılıklı bulunan yükseklik farkı kesin değere göre hemen hemen simetrik olmakta ve doğu-batı yönünden aynı anda bulunan yükseklik farklarının ortalaması kesin değeri vermektedir.

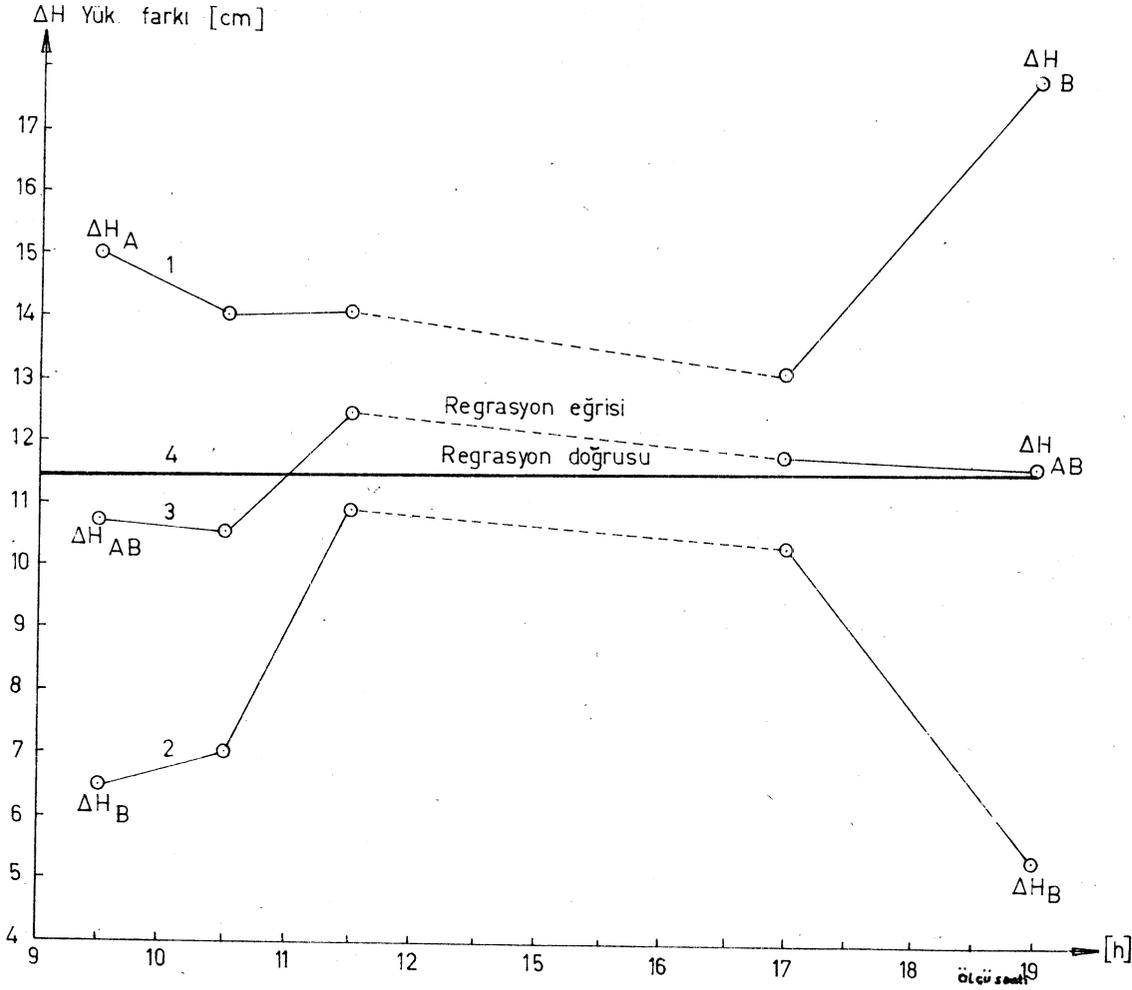
3. Öğle üzeri düşey kırılma az olduğundan aynı andaki ölçülerden bulunan yükseklik farkları kesin değere göre simetri olmakta ve kesin değerden fazla uzaklaşmamaktadır.

4. Akşam üstü yapılan rasatlar öğleye göre simetri olmakta ve sabah rasatlarındaki özelliği aynen göstermektedir.

5. Rasatlar güneşli ve durgun havada yapılmalıdır. Rüzgarlı havada rasat yapılmamalıdır.

6. Rasatlar öğle üzeri yapılmalıdır. Hava çok güneşli ise her iki tarafta şemsiye kullanılmalıdır.

*Kesin değer : Aynı büyüklüğün n kez ölçülmesi halinde bu ölçülerin ortalama değeridir.



Çanakkale Boğazında 16.7.1977 günü yapılan ölçülerin sonuçlarını gösteren grafik.

- 1 : Anadolu yakasından bulunan yükseklikleri gösteren eğri
- 2 : Rumeli yakasından bulunan yükseklikleri gösteren eğri
- 3 : Ortalama yükseklik eğrisi
- 4 : Ortalama yükseklik doğrusu (5 grup ölçünün ortalaması)

K A Y N A K L A R

- /1/ Drodofsky, Martin : Präzisionsnivellement mit Zeiss-Ni-2.
ZfV, 1957 s: 430-434
- /2/ Drodofsky, Martin : Stromübergangsnivellement mit dem Zeiss
Nivellier N:2 Zfv Nr.7/1960 s:227-235
- /3/ Gönençan, Attila : Seerübergangsnivellements und ihre Genau-
igkeit
- /4/ Jordan/Eggert/Kneissl : Handbuch der Vermessungskunde, band.3
Stromüberschreitung Jurch Nivellement,
s:205-218
- /5/ : Ni2 Talübergangs-Ausrüstung
- /6/ Kakkuri, Juhani and : The second levelling of Finland for the
Kääriäinen, Jussi aland Archipelago, N:0 82, Publications
of the Finnish Geodetic Institute.