

## GEÇİŞ NİVELMANI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Dr.Müh. Gürol BANGER

Y.Müh. A.Haydar ASLAN

Summary : In this paper, the influences of the ambient circumstances - particularly asymmetric refraction error and effect of the tilting error of the level's line of sight due to temperature variations in it - on the accuracy of the crossing levelling observations are investigated. The results of the test measurements which were made by using Carl Zeiss valley crossing equipment, are discussed. Some proposals are also given to eliminate the effects of these errors.

### 0 - GİRİŞ

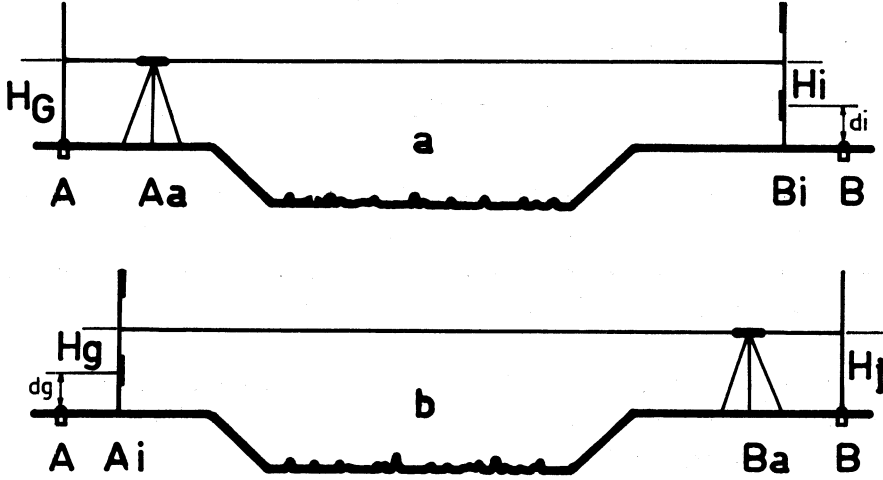
Geometrik nivelman ölçülerini etkileyen alet hataları, yer eğriliği ve refraksiyon gibi hata kaynakları ölçmelerden önce veya ölçme sırasında alınan bazı tedbirlerle en aza indirilmeye çalışılır.

Ancak, vadi ve su geçiş nivelmanı işlemlerinde bu gibi hataları giderecek pratik çözümler ölçmeler sırasında genellikle sağlanamaz. Bu gibi durumlarda hataları en aza indirmek için özel bir gözlem düzeni seçilmelidir. Bu maksatla geliştirilmiş birçok gözlem düzeni ve ölçme aletleri bulunmaktadır. Seçilecek olan gözlem düzeni ve alet donanımı, geçiş nivelmanından istenen inceliğe bağlıdır. Noktalar arasındaki yükseklik farkı, karşılıklı ve aynı zamanda yapılan düşey açı gözlemleri ile bulunabileceği gibi, inceliği artırmak maksadı ile özel donanımlı ölçü aletleri ile oldukça karmaşık bir gözlem düzenine bağlı olarak da elde edilebilir.

Bu yazıda, Carl Zeiss vadi geçiş nivelman donanımı ve buna ait gözlem düzenine bağlı kalınarak yapılan gözlemlerin sonuçları konu edilecektir. Bu gözlem düzeni türkçe kaynaklarda yeterince açıklandığından (TUÇLUOÇLU, 1972; ASLAN 1977; AYDIN 1981) burada yeniden ele alınmayacaktır.

## 1 - GEÇİŞ NİVELMANI İLE ELDE EDİLEN YÜKSEKLİK FARKI

Şekil 1 de gösterilen A noktası ile karşı kıyıda bulunan B noktası arasındaki yükseklik farkı bulunmak istensin. Aa noktasına kurulan alet ile Bi noktasına kurulan hedef levhaları üzerinde yapılan gözlemler sonucunda, eksen hataları giderilmiş Hi yüksekliği elde edilebilir. Benzer şe-



Şekil : 1

kilde Ba noktasından da Hg yüksekliği bulunabilir. Bulunan bu değerler, içlerinde küresellik, refraksiyon ve kalıntı eksen hatalarını taşırlar. A noktası üzerinde yapılan okumalar geri, B noktası üzerindeki ileri okumalar olarak düşünülürse, alt levhalar ile A ve B noktalarının arasındaki yükseklik farkları dg ve di, refraksiyon etkileri rg ve ri, küresellik değerleri cg ve ci olmak üzere, iki nokta arasındaki yükseklik farkı :

Aa noktasından yapılan gözlemlere göre ,

$$\Delta h_{Aa} = Hg - ( Hi + ri + di + ci ) \quad 1$$

Ba noktasından yapılan gözlemlere göre,

$$\Delta h_{Ba} = ( Hg + rg + dg + cg ) - Hi \quad 2$$

olarak yazılabilir. Kesin yükseklik farkı, bu iki değerin ortalaması olarak alınacağından,

$$\Delta h = ( \Delta h_{Aa} + \Delta h_{Ba} ) / 2 = ( (HG+Hg+dg+cg) - (Hi-Hi-di-ci) + (rg-ri) ) / 2 \quad 3$$

olur. Burada, alet-hedef uzaklıklarının yeteri incelikte eşit alınması veya hesaplanması halinde küresellik değerleri ölçülerden çıkarılabilir.

Böylece 3 bağıntısı

$$\Delta h = ( \Delta h_{Aa} + \Delta h_{Ba} ) / 2 \quad ( (HG+Hg+dg) - (Hi+Hi+di) + (rg-ri) ) / 2 \quad 4$$

şekline girer. Diğer taraftan HG , Hi ve dg , di değerlerinin hatasız oldukları varsayılırsa, ölçülerin inceliğini etkileyecek büyüklükler olarak, karşılıklı kıyılara yapılan Hi ve Hg gözlemleri içinde bulunan refraksiyon etkileri ile kalıntı eksen hataları olacaktır.

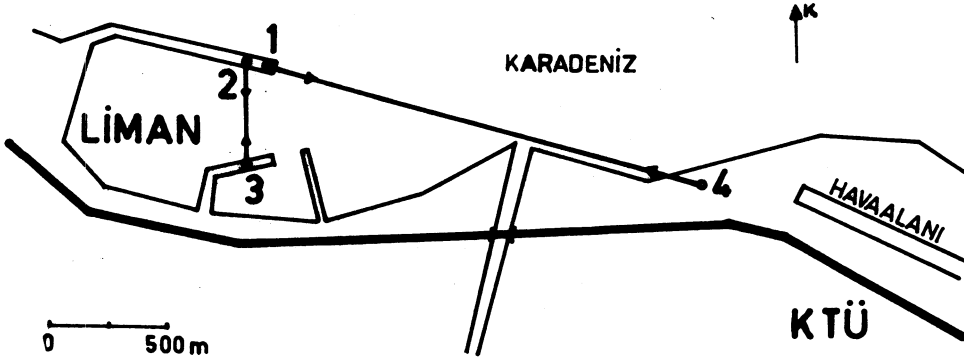
4 bağıntısından görüldüğü gibi, bulunan yükseklik farkının refraksiyon etkisinden arınabilmesi için, her iki kıyıdan yapılan gözlemlerin içindeki refraksiyon değerlerinin :

- Ölçüleri etkilemeyecek büyüklükte olmaları veya,
- Büyüklüklerinin aynı olmasına bağlıdır.

Bunların sağlanmadığı her durumda (rg-ri) değeri yükseklik farkının kendi işaret ve büyüklüğü oranında etkileyecektir.

## 2 - TEST ÖLÇMELERİ

Geçiş nivelmanının inceliğini araştırmak maksadı ile Trabzon'da test ölçmeleri yapılmıştır. Uygulama, deniz yüzeyi üzerinden geçen ve farklı uzunlukta seçilen beş ayrı noktadan Carl Zeiss geçiş donanımı ile yapılmıştır. Atmosferik şartların uygun olduğu çeşitli günlerde, karşılıklı, aynı zamanda ve bütün gün boyunca gözlemler tekrarlanmıştır. Burada, konuya açıklık getirmek amacı ile 3-2 ve 4-1 geçişlerine ait gözlem sonuçları verilmiştir.



Şekil: 2

tir. Noktalar arasındaki yükseklik farkı duyarlı nivelman ile sırasıyla 1351.34 mm ve 738.51 mm olarak bulunmuştur. Geçiş uzunlukları ise doğrudan veya üçgen çözümleri ile  $3-2= 419.22$  m ve  $4-1= 2052.19$  m olarak hesaplanmıştır (Şekil 2). Sabit noktalardan karşı kıyıdaki gözlem noktalarına olan uzunluklar eşit olarak seçilmişlerdir. Her iki kıyıdaki nokta yüksekliklerinin yaklaşık olarak eşitliğini sağlamak için 1 ve 2 noktaları ayrı yüksekliklerde seçilmek zorunda kalmıştır. Hesaplama yönü olarak 3 ve 4 noktaları Şekil 1'deki A noktasına, ikinci noktalar ise B noktasına karşılık gelmektedir. Geçiş nivelmanına ait bilinen çizelgeye ait bir grup gözlemin sonucu bir ölçü olarak ele alınmıştır. Şekil 3, 4, 5 ve 6'daki değerler bu ölçüleri göstermektedir.

Şekil 3 ve Şekil 4 sırasıyla 3-2 ve 4-1 geçişlerinde yapılan bütün gözlemleri göstermektedir. Şekillerden, her iki geçişte de, karşılıklı gözlemlerdeki günlük periyodik değişimler açık olarak görülmektedir. Değişimin derecesi uzun geçişte daha fazladır. Kesin değer olarak, her iki kıyıda yapılan gözlemlerin ortalaması alınmaktadır. Bu yüzden, ortalamaların meydana getirdiği küme incelenecektir.

Her iki geçişe ait bu kümelerin ortalamaları, duyarlı nivelman ile bulunan yükseklik farkından sapmaktadır (Tablo 1). Sapmalar, uzun geçişte

daha fazladır. Diğer taraftan kümelerin iç duyarlılıkları (kümenin aritmetik ortalamasının standart sapması) da yine uzun geçişte daha büyüktür. Buradan, bu tip bir geçiş ölçümü ile bulunan yükseklik farklarının güvenilirliğinin uzaklıkla azaldığı söylenebilir. Diğer taraftan, her iki geçiş için farklı atmosfer şartlarında yapılan rastgele seçilmiş iki günlük gözlemler şekil 5 ve şekil 6 da gösterilmiştir. Yukarıda konu edilen günlük değişimler bu gözlemlerde de görülmektedir. Ancak, kapalı havalarda yapılan gözlemlere ait ortalama, açık havada yapılanaya göre duyarlı nivelman değerine daha yakındır.

G E Ç İ Ş	$\bar{x}$	s	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}-X$
3-2 (bütün günler)	1351.68	0.92	0.05	324	0.34
3-2 (açık hava)	1351.33	0.95	0.15	41	-0.01
3-2 (kapalı hava)	1351.26	0.72	0.15	24	-0.08
4-1 (bütün günler)	735.81	2.43	0.17	211	-2.70
4-1 (açık hava)	735.19	2.42	0.42	36	-3.32
4-1 (kapalı hava)	735.42	2.87	0.60	23	-1.09

Tablo 1. İki ayrı geçişe ait ölçülerin aritmetik ortalamaları ( $\bar{x}$ ), standart sapmaları (s), aritmetik ortalamanın standart sapması ( $s_{\bar{x}}$ ), ölçü sayısı (n) ve duyarlı nivelman değerlerinden (X) olan farkları. Değerler mm birimindedir.

### 3- ÖLÇÜLERİN DUYARLIĞININ BOZAN BAŞLICA HATA KAYNAKLARI

#### 3.1 - Atmosferik refraksiyon

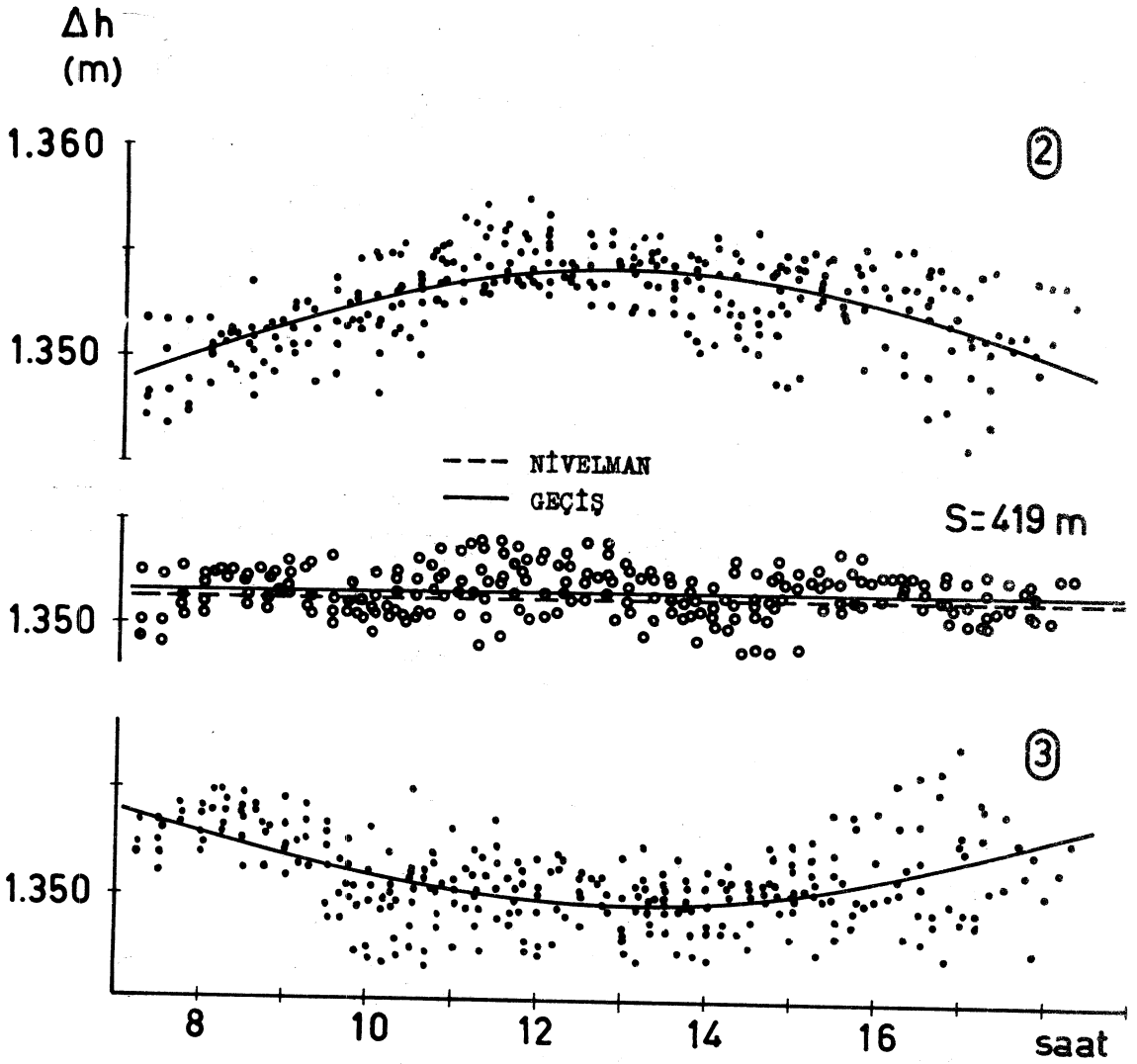
Jeodezik gözlemler sırasında kullanılan ışık, atmosferin farklı kırma indisine sahip tabakalarından geçerken kırılmaya uğrar. Atmosferik refraksiyon adı verilen bu kırılma yüzünden ölçüler belli bir hata taşırlar.

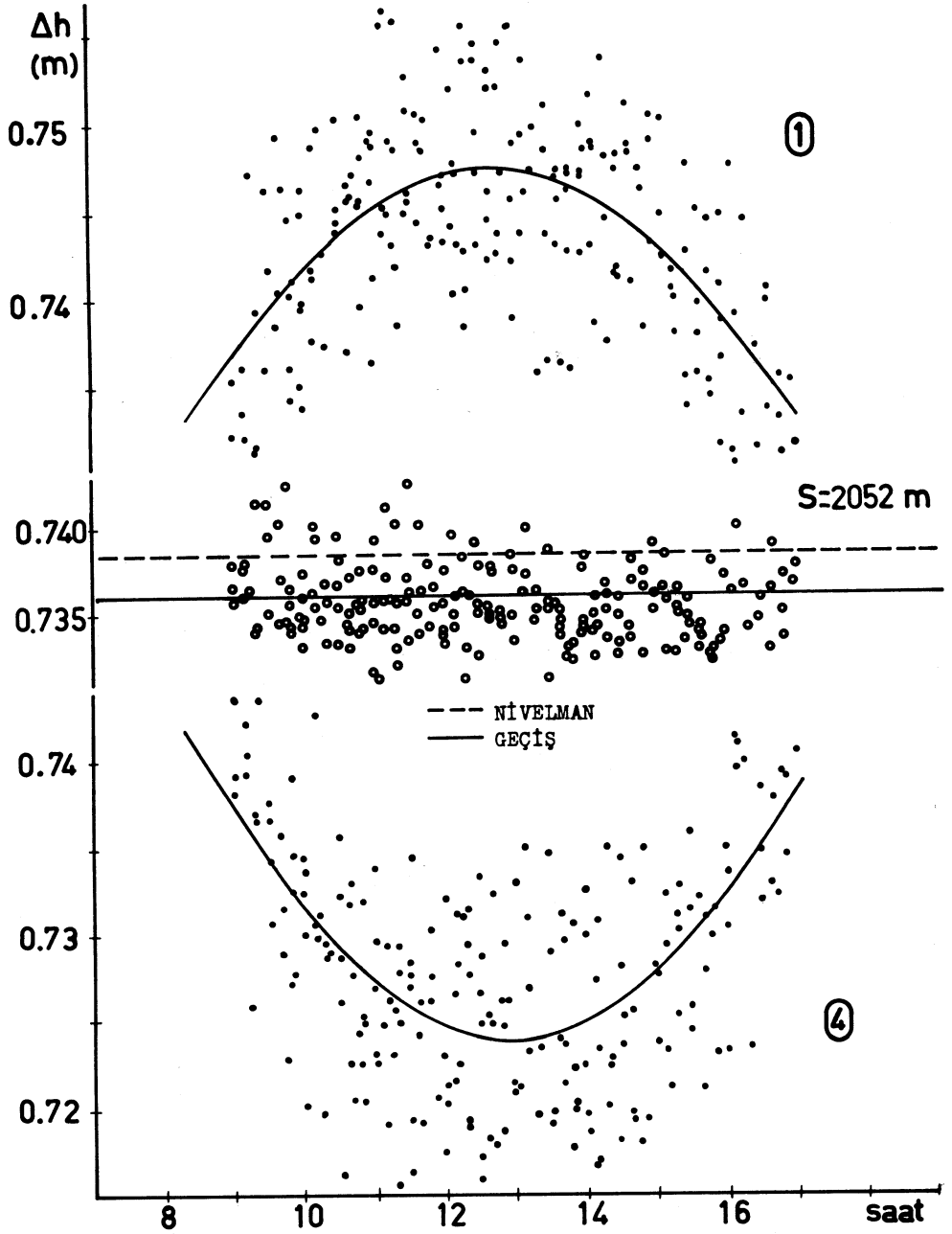
Işık yolu eğriliği atmosferik değişkenlere bağlı olarak

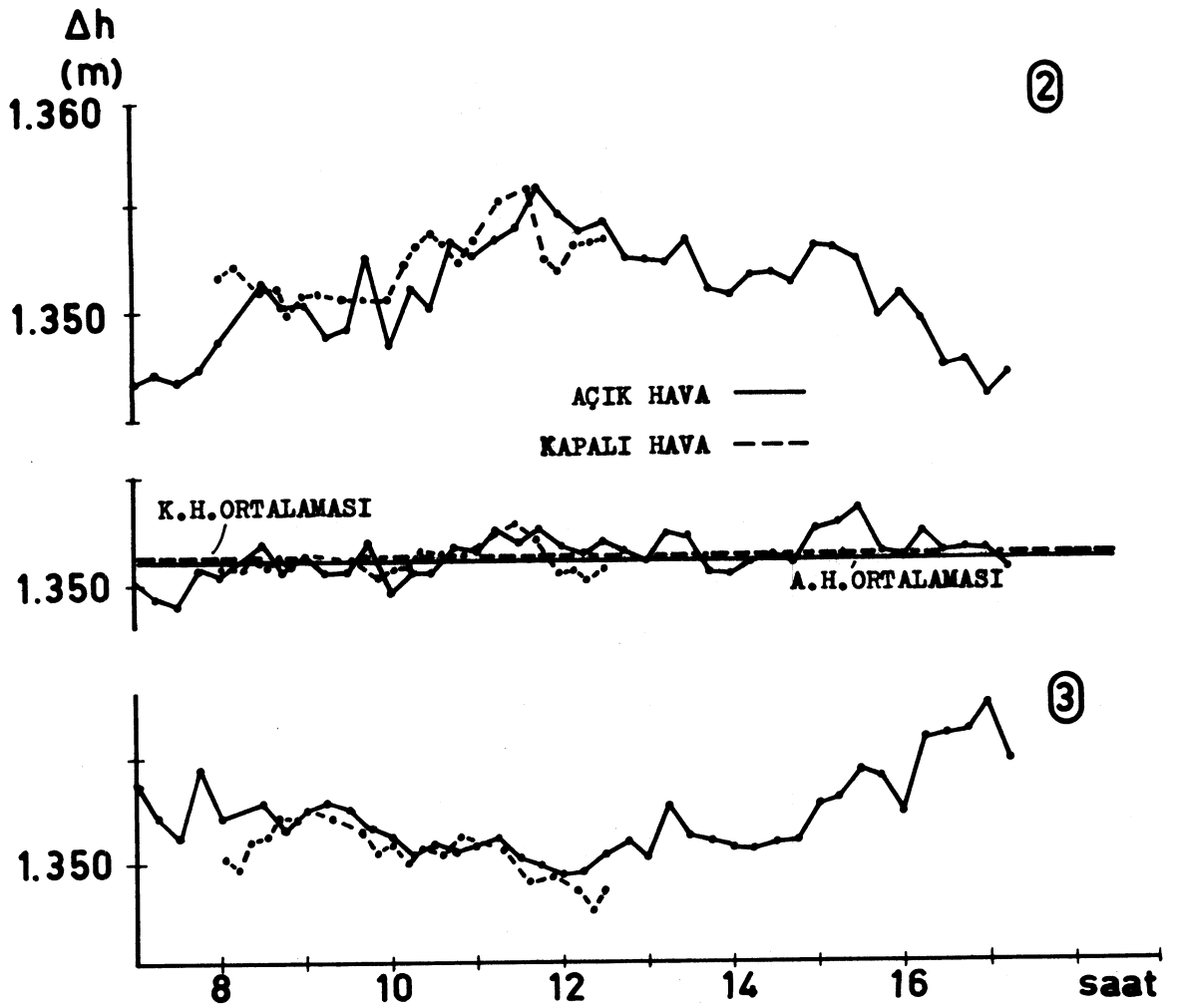
$$E = 1/R = 7.883 \cdot 10^{-5} \cdot P \cdot (0.0342 + dt/dh) / T^2 \quad m^{-1}$$

bağıntısı ile verilir (BANGER, 1978, s.5). Burada ;

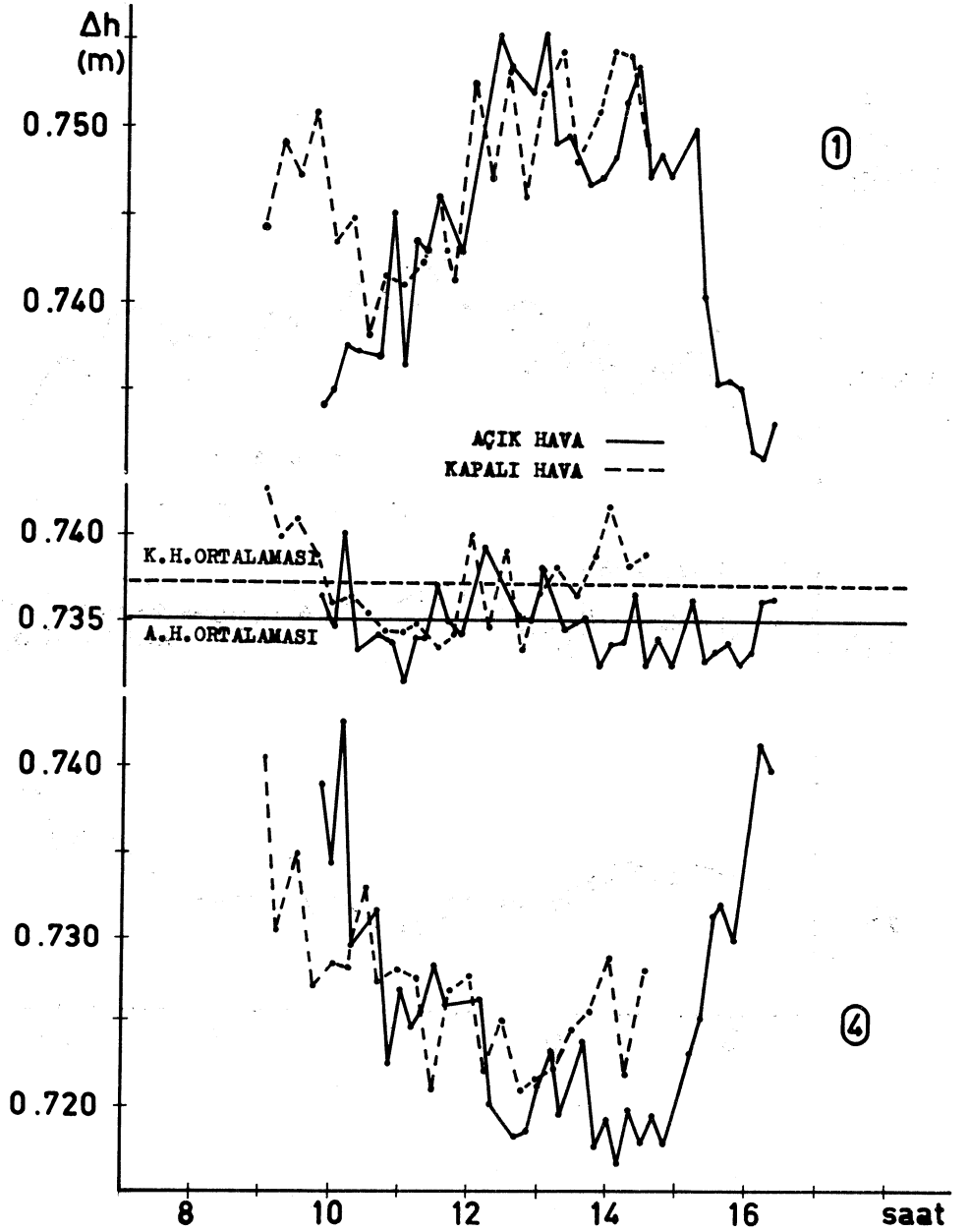
5











$P = mb$  olarak toplam basınç,

$T = ^\circ K$  olarak sıcaklık,

$dt/dh = ^\circ C/m$  olarak sıcaklık düşey değişimidir.

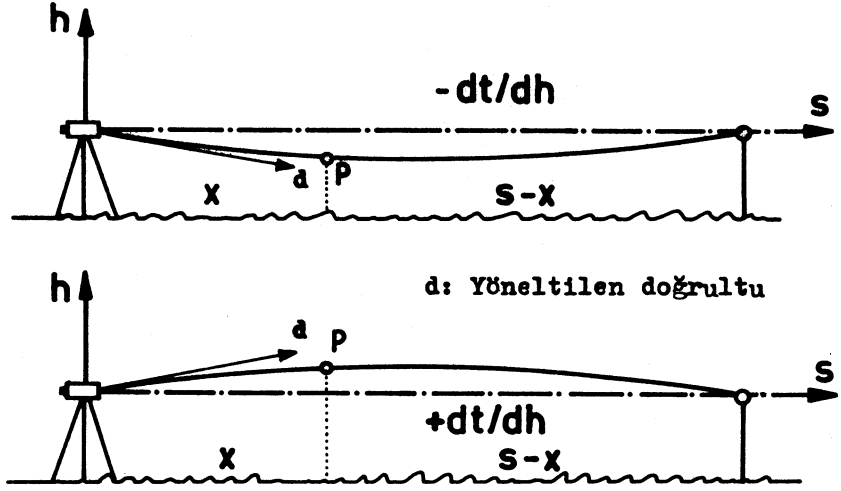
Güneş doğuşundan itibaren yeryüzüne ulaşan güneş radyasyonu oranının artması ile yeryüzünden ona komşu olan hava tabakalarına doğru ısı iletimi başlar. Işık yolu eğriliğinin en önemli değişkeni olan  $dt/dh$ , sıfır değerinden geçerek negatif işaret kazanır. Bu arada mutlak değeri de radyasyon oranına bağlı olarak büyür. Bu değişim, en büyük güneş yüksekliğine kadar sürer. Daha sonra radyasyon azalmaya başlamasına paralel olarak mutlak değeri küçülür. Sonuçta, güneş batımından bir süre önce sıfır değerine ulaşır. Gece ise değişim pozitif işaret ile ortaya çıkar ve yukarıdakine benzer olarak güneşin doğuşuna kadar sürer. Bu,  $dt/dh$  nın yirmidört saatlik genel değişim karakteridir. Bölgenin farklı fiziksel yapısı, hava kitlelerini değiştiren rüzgar akımının yönü ve şiddeti, güneş radyasyonunu engelleyecek olan bulutlanma ve güneş ışınlarının bölgeye geliş açısı ( mevsimlik değişimler)  $dt/dh$  nın mutlak değerini etkiler. Bazı durumlarda da yukarıdaki değişimlerin gecikerek ortaya çıkmasına sebep olur.

$dt/dh$  nın günlük değişimi, ona sıkı sıkıya bağlı olan ışık yolu eğriliğinin de kendine paralel olarak değişmesine sebep olur. Gözlem sırasında kullanılan ışık, geçtiği atmosfer tabakalarındaki  $dt/dh$  alanlarının işaret ve büyüklüklerine bağlı olarak kırılmaya uğrayarak ölçü aletine ulaşır. Hedef ışığının eğriliği (Şekil 7) :

$dt/dh > - 0.0342$  ise yer eğriliği yönünde

$dt/dh < - 0.0342$  ise yer eğriliğine ters yönde olur (BANGER, 1978, s.10).

Geçiş nivelmanı, vadiler ve geniş su yüzeyleri üzerinden yapılır. Her ortamın ortaya çıkardığı refraksiyon alanları farklıdır.



Şekil : 7

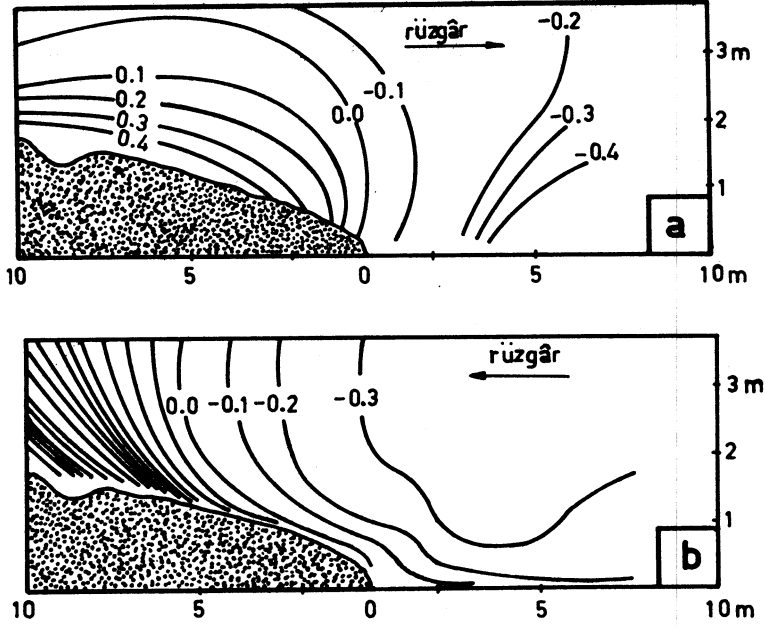
a. Vadiler üzerinden geçiş :

Bu durumda kullanılan ışık çoğunlukla kara üzerinde yol alır. İstasyon noktalarının farklı güneş radyasyonu etkisinde kalabileceği sabah ve akşam saatlerinde meydana gelen simetrik olmayan tabakalanma dikkate alınmazsa, beklenen bir atmosfer tabakalanması - negatif  $dt/dh$  durumunda ve genellikle fiziksel yeryüzüne paralel tabakalanma - meydana gelir. Ancak, vadilerin içinde ortaya çıkan yerel rüzgâr akımları karşılıklı yamaçlarda farklı yapıda refraksiyon alanlarının ortaya çıkmasına sebep olabilirler. Diğer taraftan yamaçların eğimi, fiziksel yapı ve bitki örtüsü de farklı refraksiyon alanları için önemli birer etkidir.

b. Su üzeri geçişleri :

Bu durumda, kara üzerindeki benzemeyen ve çevre yapısına bağlı kararlı refraksiyon alanları her zaman beklenmelidir. Bunun sebepleri olarak:

- Su yüzeyleri üzerinde karadakine benzemeyen çok daha küçük oranda sıcaklık değişiminin meydana gelmesi ve gece ile gündüz arasındaki farkın küçük ölçüde kalması. Buna paralel olarak sıcaklık düşey değişiminin genellikle gündüzleri pozitif, geceleri ise negatif olması,



Şekil 8 : Deniz kıyısında, kara rüzgarlarının (a) ve deniz rüzgarlarının (b) ortaya çıkardığı farklı sıralanışı eş sıcaklık yüzeyleri. Birim  $^{\circ}\text{C}$  dir (KAKKURI/KAARIAINEN, 1977,s.17).

- Kıyı sularının, genellikle açık su yüzey sıcaklığından daha sıcak olması ve bunun akış yönü ile derinliğine bağlı olması,

- Denizden karaya esen rüzgar durumunda, hava kitlelerinin daha soğuk olması sebebiyle kıyıda ve kıyı suları üzerinde negatif sıcaklık düşey değişiminin meydana gelmesi. Karadan denize esen rüzgar durumunda ise, kara üzerinde negatif işaretli olan  $dt/dh$  nın kıyıda aniden terslenerek su üzerinde işaret değiştirmesi,

sayılabilir (Şekil 8) KAKKURI,1967,SMITH,1975,s:19-42, GEIGER,1975,s:194-202, 242-249, 403-442, KAKKURI/KAARIAINEN, 1977,s:15-17 ).

Geçiş nivelmanında bir istasyondaki alet çifti karşılıklı kolimasyona getirilerek her iki nivonun yöneltme eksenini eğiklikleri ters işaretli olarak eşitlenir.Nivo çiftine herhangi bir dış etkinin olmadığı varsayılırsa -kompansatörlü nivolarda yöneltme ekseninin alette ortaya çıkan ısı değişimlerinden etkilenmesi gibi - gözlemlerin tekrarlanması sırasında kolimasyon değer-

leri değişmiyecektir. Bu nivo çifti ile karşı kıyıdaکی üst ve alt hedef levhalarına yapılan okumalar kullanılarak, nivo çiftinin ortalama yöneltme eksenini ile alt levha arasındaki yükseklik farkı hesaplanmaktadır. Elde edilen yükseklik farkı içindeki refraksiyon büyüklüğü, ışık yolu eğriliğinin ışık yolu boyunca

$$r = \int_0^S E \cdot (s - x) \cdot dx$$

6

integralinin sonucunda elde edilebilir (BANGER, 1978,s:12) (Şekil 7). Negatif değerli dt/dh durumunda yapılan gözlemlerde (gündüz ölçmeleri ) hedef ışınları yer eğriliğine ters yönde bir kırılmaya uğrayarak ölçü aletine ulaşırlar. Gözlemler ölçü aletine giren ışına teğet doğrultuya göre yürütüldüğünden - bu tip geçiş nivelmanı ölçmelerinde, özel donanımı ile düşey açı ölçülmesi sebebiyle - yukarıda konu edilen yükseklik farkı olduğundan büyük olarak hesaplanacaktır. 1 ve 2 bağıntılarını yeniden ele alırsak ; ileri okuma değerleri, ri değerinin dt/dh nın değişimine paralel olarak değer kazanması sonucu büyümeye başlar ve ona benzer yarım gün periyotlu değişimi gösterir. Bunun sonucu olarak  $\Delta h_{Aa}$  yükseklik farkı, sabah saatlerinden öğleye kadar periyodik bir azalma gösterir. Öğleden sonra ise artarak akşam saatlerinde, sabah saatlerindeki değerlerine yaklaşır. Benzer değişimler karşı kıyıda yapılan gözlemlerde de ortaya çıkar. Geri okumaların rg ye bağlı olarak değişmesi sonucu  $\Delta h_{Ba}$  yükseklik farkı, yukarıdakine ters yönde, öğleye kadar artar, daha sonra azalır. Eğer, geri - ileri yönler değiştirilirse, karşılıklı hesaplanan yükseklik farklarının günlük değişimleri, yukarıda açıklananın tersi olarak ortaya çıkar.

### 3.2 - Kompansatörlü nivolarda yöneltme ekseninin alet sıcaklığına bağlı olarak düşey sapması

Kompansatörlü nivoların optik sistemleri ısı değişiminden büyük ölçüde etkilenirler. Isı değişimi, nivonun optik sistemleri yanında kompansatör yapı elemanlarını da etkiliyerek onun hatalı bir yöneltme eksenini tavin etmesine sebep olur. Çeşitli tipte kompansatörlere sahip nivolarla bu konuda yapılan bir araştırma da nivo yöneltme ekseninin, onun yüzey sıcaklığına bağlı olarak açısal düşey değişim gösterdiği ortaya konmuştur. (BANGER,1981).

Bu tip geçiş nivelmanında bir alet noktasında iki Zeiss Ni2 kompan-satörlü nivosu kullanılmaktadır. Bunlardan biri kolimatör olarak kullanı-larak, her grup gözlemin başlangıcı ve sonunda aletler karşılıklı kolimas-yona getirilirler. Böylece her iki nivonun yöneltme eksenleri ortalama bir yöneltme eksenine göre ters işaretli olarak ayarlanmış olur. Daha sonra gözlemler, bu ortak doğrultuya göre değerlendirilir. Bu doğrultudaki düşey sapmalar, her iki alet bulunacak olan yükseklik değerlerini doğrudan etki-ler.

Geçiş nivelman donanımına ait dört adet Ni2 nivosu ile yapılan bir laboratuvar çalışmasında, nivonun yöneltme ekseninin alet yüzey sıcaklığı-na bağlı olarak,

$$n_2 = a + b \cdot t$$

bağıntısına, ortam sıcaklığına bağlı olarak,

$$n_2 = a' + b' \cdot t + c' \cdot t^2$$

bağıntısına göre düşey değişim gösterdikleri görülmüştür. Burada :

$n_2$  : Ek görüntü saptırıcı parçası 10 değerine ( $n_1$  değeri) ayarlanan nivo-nun kıllar şebekesini kolimatör olarak alan ikinci nivo ile yapılan kolimasyon okumaları,

$t$  : °C olarak alet veya ortam sıcaklığıdır. (Tablo 2) \*).

Alet	a	b	a'	b'	c'
Ni2 (101948)	9.347	0.056	0.002	-0.019	10.247
Ni2 (101953)	8.140	0.069	0.002	-0.010	9.132

Tablo 2

---

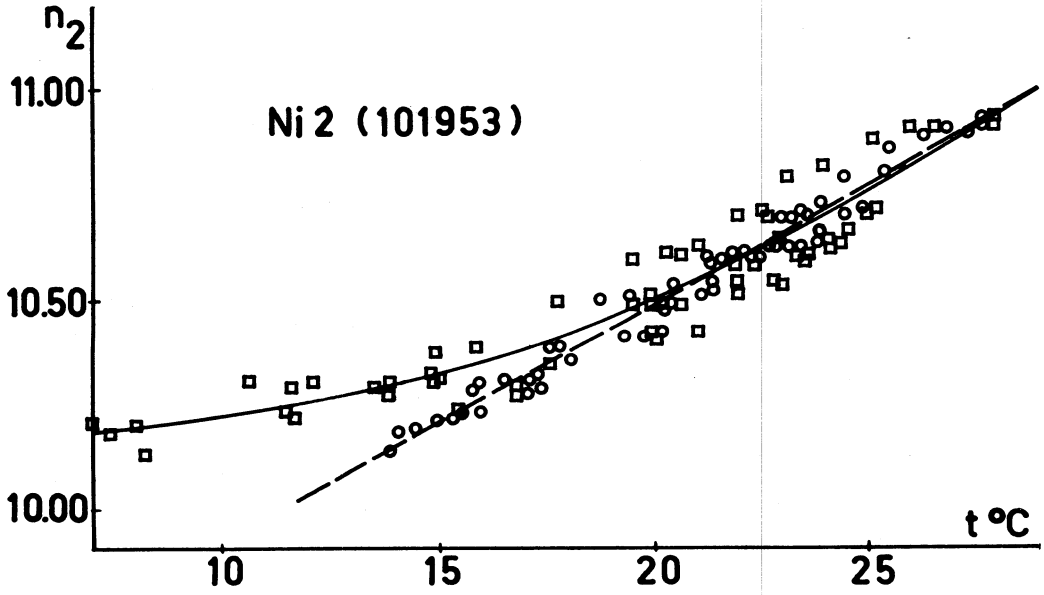
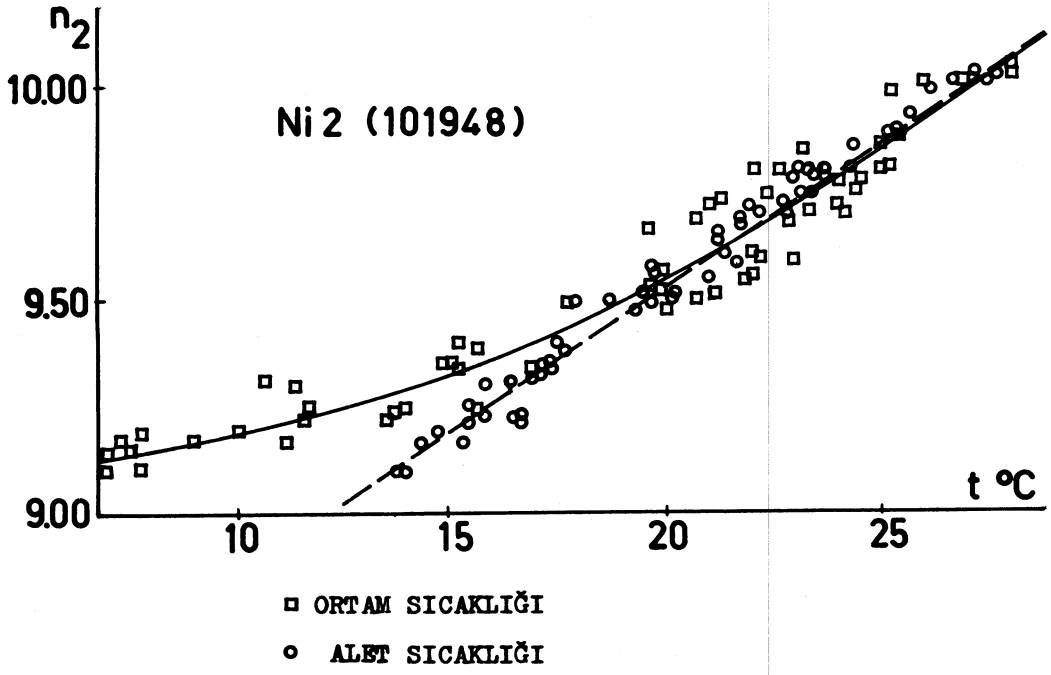
\*) Vadi geçiş donanımına ait dört Ni2 nivosu özel ışın saptırıcı parçaları ile aynı yükseklikte ve birbirlerine aynı uzaklıkta olmak üzere tablaları ile kurulmuştur. Dört nivonun meydana getirdiği kare konumun bir köşegenine rastlayan iki nivonun kaması 10 değerine ( $n_1$ ) ayarlanarak ko-limatör durumuna getirilmiştir. Diğer köşegen üzerindeki nivolar ile ilk

Şekil 9 dan görüldüğü gibi,  $n_2$  okumaları alet ve ortam sıcaklığı ile farklı olarak artış göstermektedir. Ortam sıcaklığı her durumda alet sıcaklığına uymaz. Bu yüzden alet sıcaklığındaki değişimlerin dekkate alınması daha uygundur (BANGER, 1981). Alet yüzey sıcaklığının  $1^{\circ}\text{C}$  lik değişimi kolimasyon değerinde yaklaşık  $1'' .2$  lik farklılaşma ortaya çıkarmaktadır. Altı gruptan meydana gelen bir çizelgelik gözlemin yaklaşık 45 dakika sürdüğü dikkate alınır, bu süre içinde alet sıcaklığında daha büyük değişimler beklenmelidir. Değişim yönünün refraksiyon etkisi ile aynı yönde olması karşılıklı olarak hesaplanan yükseklik farklarının günlük periyodik değişimi içinde kompensatörlere ısı etkisinin de bulunduğunu göstermektedir. Şekil 9 da gösterilen iki nivoya ait değişimler benzerdir. Bu durumda, karşılıklı kıyılarıdaki alet sıcaklıkları gözlem sırasında aynı tutulabilirse, bu etki karşılıklı ölçülere aynı büyüklükte gireceğinden, ortalama alınması ile ortadan kalkabilir.

Bütün bunların yanında, kompensatörlü nivolarda giderilemeyen ve önemli eksen hatalarını ortaya çıkarabilen ' eğik ufuk hatası' da, ölçülerin duyarlılığını bozan diğer bir hata kaynağı olarak dikkate alınmalıdır (BANGER, 1982)

---

*nivolar üzerinde kolimasyon okumaları yapılmıştır ( $n_2$ ) . Deney ortamı (kapalı oda) belli aralarla ısıtılmış, bu arada her iki nivo ile  $n_2$  okumaları sürdürülmüştür. Ortam sıcaklığı aspiratörlü psikometre ile, alet sıcaklığı ise üzerine dış etkilerden korunarak yerleştirilen termistör yardımı ile elektronik olarak ölçülmüştür. Böylece  $7 - 30^{\circ}\text{C}$  arasında  $n_2$  okumalarının davranışı elde edilmiştir. Gözlemler, nivo çiftlerinin görevleri değiştirilerek yeniden tekrarlanmıştır. Şekil 9, bu gözlemlerden Ni2 (101945) nivosu kolimatör konumunda iken Ni2 (101948) ve Ni2(101953) nivoları ile bunun üzerinde yapılan  $n_2$  okumalarının alet ve ortam sıcaklığı ile değişimini göstermektedir. Tablo 2 , 7 ve 8 dengeleyici eğrilerinin katsayılarını vermektedir.*





#### 4- SONUÇ

Ölçü ortalamalarının duyarlı nivelman değerlerinden sapmaları, bu gözlem düzeninin, bütün varsayımlarına rağmen, ölçü duyarlılığını bozan etkileri tam anlamıyla süzemediğini göstermektedir. Bunlar, simetrik olmayan refraksiyon alanlarının etkileri, kalıntı veya sistematik değişim gösteren eksen hataları ile kullanıcı hataları olarak sıralanabilir.

Geçiş nivelmanı, genellikle zorunlu durumlarda uygulanan bir yükseklik tayini yoludur. Bu yüzden, geçiş ölçmeleri için en uygun ölçme saati ve en uygun ölçme yeri seçilmelidir. Aşağıdaki hususlara ölçmeler sırasında dikkat edilmesi ölçü doğruluğunu bir ölçüye kadar sağlayabilir.

- Gözlemler, refraksiyon etkisinin en az olduğu zamanlarda yapılmalıdır.
- Uygun görüş sağlanması durumunda kapalı havalar tercih edilmelidir.
- Su üzeri geçişlerinde, her iki kıyıda refraksiyon alanlarının benzer olduğu rüzgarın geçiş doğrultusuna dik estiği zamanlar tercih edilmelidir.
- Su üzeri geçişlerinde, kıyıdaki sıcaklık terslenmelerinden korunabilmek için gözlem noktası olduğunca kıyıya yakın kurulmalıdır.
- Görüntü netliğinin ortaya çıkardığı tatbik hatalarından korunabilmek için, seçim mümkünse, geçiş için kuzey-güney doğrultusu seçilmelidir.
- Ölçü aletlerinin beklenmeyen eksen değişimlerinin önüne geçmek için, ölçme süresince sıcaklıklarının değişmemesi sağlanmalıdır.

Bütün bu pratik tedbirlerin yanında ışık boyunca seçilecek uygun noktalarda dt/dh ve diğer meteorolojik değişkenler ve ölçü aletlerinin sıcaklıklarının ölçülmesi ile, daha sonra ölçülere yeteri duyarlılıkta düzeltmeler getirilebilir. Böylece istenen ölçü doğruluğuna daha iyi bir yaklaşım sağlanabilir.

FAYDALANILAN KAYNAKLAR :

- ASLAN,A.H. (1977) : "Vadi geçiş nivelmanı ölçü metodları ", KTÜ YBF  
Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü,basılmamış doktora semineri.
- AYDIN,Ö. (1981) : " Vadi ve su üzerinden geçiş nivelmanı ", Harita Dergisi,  
Temmuz 1981, sayı : 87, s:7-40
- BANGER,G. (1978) : "Atmosferik refraksiyonun geometrik nivelman ölçüle-  
rine olan etkisi üzerine "KTÜ YBF Jeodezi ve Fotogra-  
metri Bölümü, Trabzon.
- BANGER,G. (1981) : "Hassas nivelmanda hata kaynakları ", İÜ Orman Fakül-  
tesi Dergisi, Seri:A,Cilt:31,Sayı:2,s:193-208,1981.
- BANGER,G.(1981) : "Kompansatörlü nivolarda eğik ufuk hatası ", Basılma-  
mış makale,
- GEIGER,R.(1975) : "The climate near the ground " , Fifth printing,  
Harvard University Press, 1975 .
- KAKKURI,J.(1967) : " Eliminating the Refraction Error from the long opti-  
cal Sights in the Water-Crossings ", Proceedings of  
the International Symposium Figure of the Earth and Ref-  
raction, Vienna, March , 14 - 17, 1967,s:305-314.
- KAKKURI,J./KAARIAINEN,J. (1977) : "The second levelling of Finland for the  
Aland Archipelago ", Pub.of the Finnish Geodetic Insti-  
tute, No:82,1977, Helsinki.
- SMITH,K.(1975) : "Principles of Applied Climatology ", Mc Graw Hill,  
1975.
- TUĞLUOĞLU,A.(1972) : " Carl Zeiss Firmasının Vadi Geiş Nivelman Aleti ",  
Jeodezi Bülteni, Nisan 1972, Cilt:2, Sayı:1,s:33-39,  
Trabzon.