

## FRANSADA HAVAİ NİRENGİ ÇALIŞMALARI

Hazırlayan : Altan İLTER  
Hrt. Kd. Yzb.

Havaî Nirengi mevzuunda kullanılan iki deyimden (Havaî yol alma) deyimini daha ziyade müstakil fotoğrafların meydana getirdiği kolonlardaki çalışmaları, (Havaî nirengi) deyimini ise blok halindeki kolonlarla yapılan çalışmaları ifade eder. Fransa Harita Dairesinde (Institut Geographique National) bunlar farksız olarak beraberce tatbik edilmektedir. Zamanla havaî nirengi çalışmaları tekâmül ettikçe arazide yapılan çalışmalar hafiflemiş ve bu metod arazi çalışmalarının güç ve hattâ imkânsız olduğu bölgelerde de tatbik edilerek gitgide artan bir değer kazanmıştır.

Bu mevzudaki gelişmeleri aşağıdaki sıraya göre özetleyebiliriz :

1. 1948 senesinde Havaî Nirengi metodunun ana kaidesi bulundu. (Sabit yükseklikte yol alma)

2. 1952 senesinde (POIVILLIERS B. P. Stéréotopographe) âletinde resimlerin stereoskopik olarak ölçülmesinden sonra X, Y, Z değerlerinin havaî yolalma ile hesap edilmesi metodu inkişaf ettirildi. Zamanla seri olarak tatbik edilme imkânını kazandı. Fakat genede arazide uzun müddet çalışmaya ihtiyaç gösteriyordu. Halen bu metod, hazırlık çalışması kolay olan bölgelerden sadece Kuzey Afrikada kullanılmaktadır.

3. 1955 senesinde seyrek olarak alınan noktalar şebekesiyle memnuniyet verici neticeler alınan bir metod ortaya çıktı. Bu metod arazi çalışmaları çok güç olan Afrikanın ekvatorial ve tropikal bölgelerinde kullanılmaktadır.

4. 1958 senesinde (Analitik Havaî Nirengi) metodu tatbik edilmeğe başlandı. Bu mevzudaki çalışmalar 1960 ta Londrada yapılan 9. Miletlerarası Fotoğrametri Kongresinde açıklandı. Bu metod büyük bloklarda (900 çift resim) tatbik edilmektedir. Ölçüler Stereokomparatör aletleri sayesinde kolaylıkla yapılabilir.

5. Halen yeni metodlar üzerinde tetkikler ve deneme çalışmaları yapılmaktadır.

Şimdi kısaca bu metodları açıklayalım :

### 1. SABİT YÜKSEKLİKTEKİ FOTOĞRAFLARLA YOLALMA METODU :

Ana kaide şu prensiple izah edilebilir : (Şekil - 1)

1 ve 2. No. lu fotoğraflar belli noktalar üzerine oturtulur ve kesin cihetlendirmesi yapılır. 2 No. lu fotoğraf sabit kalır. 3 No. lu fotoğraf 2 No. lu fotoğrafın üzerine tatbik edilir ve çalışma bu şekilde devam eder. Referans sistemi birinci çiftte ve bu birinci çiftin çıkış yüksekliği seviyesine temas eden projeksiyon yüzeyinde bulunur.

#### Mahzurları :

- Yükseklikler değişebilir. O zaman bunların yeryüzü küreviyetine göre düzeltilmeleri icap eder.
- Referans düzlemi plânimetrik hatalardan dolayı camların dikliğine nazaran inhiraf eder.
- Biribirini takip eden noktalar arasındaki yükseklik farklarında sistematik hatalar birikir ve gitgide büyüyen  $B_z$  kıymetini hesaba sokmak lüzum: ortaya çıkar.

Sabit yükseklikte yolalma metodunda (Şekil - 2) de görüldüğü gibi :

- ( $B_z$ ) nin tesiri bertaraf edilmiştir.
- 1 ve 2 No. lu fotoğraflar belli noktalar üzerine ölçeğe uygun olarak oturtulmuş, mailen düzeltme ( $y$ ) yapılmış, fakat uzunluğuna düzeltme ( $x$ ) yapılmamıştır.
- 2 ve 3 No. lu fotoğraflarda ( $B_z$ ) yi hesaba sokmamak için lüzumlu  $\theta$  açısı iki klişede de tatbik edilerek bu iki fotoğraf müsterek nadir üzerinde ( $z$ ) bakımından ölçeğine oturtulur.
- Çalışmaya böylece devam edilir.

Eğer uçak sabit bir yüksekliği tam olarak muhafaza ederse ve fotoğraflık bazlar birbirlerine eşit olursa  $\theta$  açısı her bazın iki ucundaki dikler arasında meydana gelen açiya eşit ve sabit olacaktır.  $\theta$  açıları arasında küçük farklar olabilir, fakat bunlar neticeyi etkilemez.

#### Metodun avantajları :

- İlerlerken bazların dikliği kaybolmaz.
- Yeryüzü küreviyetinin tesiri yok edilir.
- Tecvizi hata dahilinde bir kapanış yapılabilir.

## 2. X, Y, Z DEĞERLERİ HESAPLANMIŞ ALETLİ HAVAI NİRENGİ METODU :

Ölçmeler (S. O. M. — Poivilliers B. P.) kıymetlendirme aletlerinde yapılmaktadır.

Hayalin teşekkülünde  $B_z$  ve  $B_{y_1}$  nin rolü yoktur.

Yeni klişenin Omega, Kapa, Fi değerleri ile sabit klişenin Kapa ve Fi değerlerinden faydalanılır.

Sabit baz, sıra ile pozitif ve negatiftir.

Baz sabit olarak muhafaza edilir. Biribirini takip eden fotoğraflar arasındaki ölçek değişiklikleri hesaba katılarak ölçek intikal faktörü bulunur.

**Bir çift resmin muvazenesi :** Enine eğrilik muvazenesi başlangıç çiftinde ve sonraki çiftler için belli noktalar yardımıyla yapılır.

**Çift geçiş :** Kıymetlendirme âletlerinde her kolon aynı yönde iki defa geçirilir. Bazlar önce -, +, -, + ..... sonra +, -, +, - ..... şeklinde tertiplenir. Bu çift geçiş mevcut sistematik hataları yokeder ve kontrol imkânını sağlar.

**Kayıt :** Bu iş için hazırlanmış bir kalıbı kullanarak iğne ile delmek suretiyle her klişe üzerinde genişliğine röper hattı boyunca 3 nokta işaretlenir. Bu noktalar H, C, B olsun. C noktası klişenin merkezindedir. (Şekil : 3). Sonra klişe üzerindeki detay tetkik edilerek A, N, B kanava noktaları işaretlenerek numaralandırılır. Herbir çift cam üzerinde :

- İki fotoğraftaki  $\alpha$  açıları ve H, C, B noktalarındaki  $i$  açıları,
- A, N, B kanava noktalarının X, Y, Z koordineleri (6 nokta),
- Komşu kolonların A ve B noktalarındaki X, Y, Z koordineleri ölçülür.

Noktalamalar ve okumalar iki seri üzerine yapılır.

**Hesap ve hata sınırları :**

Bunun için bir metod bulmağa çalışılmış ve neticede hatalar 3 gruba ayrılmıştır :

I — Devamlı bir karakter gösteren sistematik hatalar : Meselâ, âletlerin mekanik ayar hataları,

II — Geçici karakterde olan sistematik hatalar : Meselâ, plâk veya filmlerin deformasyonu,

## III - Kazai hatalar.

Hazırlanmış çift klişelerin kesin ayarı (Absolü ayar) ve ölçek hesabı :

Çift klişeler sağlam surette hazırlanır, (meselâ, X, Y bakımından 4 nokta, Z bakımından 10 nokta) ve şu hesaplar yapılır :

A) Yaklaşık ölçeğin bulunması :

Belli noktalar yardımıyla E katsayısı hesap edilir.

B) Dikliklerin cihetlendirilmesi :

Belli noktalardaki ayarlar için  $d$  (H) ve  $d\Phi$  dönme miktarlarının hesabı gerekir. Bu dönme miktarları fotoğraftaki bütün noktaların X, Y, Z değerlerine tatbik edilir.

C) Plânimetrik cihetlendirme ve kat'i ölçeğin bulunması :

Belli noktalar yardımıyla  $X_0, Y_0, Z_0$  koordinelerinin çıkışındaki kat'i ölçek katsayısını bulmak için E değerine p katsayısı tatbik edilerek dik bir eksenin etrafındaki  $\psi$  dönmesi hesap edilir.

Böylece her bir çift fotoğraf için :

Ölçek katsayısı :  $K = p \cdot E$

Dik cihetlendirmenin 2 parametresi :  $d\theta$  ve  $d\Phi$

Plânimetrik cihetlendirmenin 1 parametresi :  $\psi$

Koordinelerin çıkışını tayin eden 3 parametre :  $X_0, Y_0, H_0$  bulunmuş olur.

Parametrenin intikal hesabı :

A) Plânimetrik ve uzunluğuna cihetlendirmelerin intikali :

H, C, B kalıp noktalarının  $i$  ve  $\alpha$  açıları birbirini takip eden stereoskopik fotoğraflarda (p) müşterek klişesinden çıkartılır.  
(p-1, p) pt (p, p+1)

İki stereoskopik fotoğrafta, verilen kapa, fi, omega değerlerindeki küçük dönme ifade eden (p) klişesini hâvi kamarada  $\theta, \varphi, \Phi$  nispi açıları ölçülür ve her çift için uzunluğuna eğiklik hesap edilir.

$$d\theta_p = d\theta_1 - (\theta_2 + \theta_3 + \dots + \theta_p) + (p-1) \cdot c$$

(c) kıymeti her çift camın ortalama bazının iki ucundaki dikliklerin konvergansine eşit olduğu zaman yukardaki eşitlik sağlanır.

Pespeşe hazırlanan çift fotoğraflarda hatvarî uzayan bir (kapanma açıklığı) olur. Bunun için her çift fotoğrafta plânimetrik cihetlendirme hesaplanır.

$$\psi_p = \psi_1 (\psi_2 + \psi_3 + \dots + \psi_p)$$

B) Ölçeğin ve enine cihetlendirmenin intikali :

Herbir çift (p-1, p) ve (p, p+1) fotoğraflarındaki  $A_p$ ,  $N_p$ ,  $B_p$  kanava noktalarında,  $S_p$  nin eklenmesinden ötürü her iki ( $S_p \cdot ANB$ ) demetide nazarı itibare alınır.

Kanava noktaları koordinelerinin hesabı :

Nakledilen parametrik düzeltmeler, kayıt edilen bütün X, Y, Z koordinelerine tatbik edilir. Birinci çiftten başlayarak herbir çift için  $X_0$ ,  $Y_0$ ,  $H_0$  değerleri hesaplanır. Bu noktalar  $A_2$ ,  $N_2$ ,  $B_2$  noktalarının X, Y, Z kıymetlerini verir.

Bilinen noktalardaki sapma, ekseriya azdır. Meselâ, 5-6 çift fotoğrafık çalışma neticesinde 10 metrelik bir sapma olur. Bunun için iki kolondaki müsterek noktalarda bulunan iki kıymetin ortalaması alınır.

Metodun tatbikati :

1/50.000 ölçekli fotoğraflarda 5-6 çift resim ihtiva eden kısa kolonlarda muntazam olarak hazırlanmış iki çift fotoğraf arasında :

E minimum = + 3 m. (X, Y, Z)

E maksimum = + (10-12 m.) dir. (X, Y, Z)

Bu metod Kuzey Afrikada ve hazırlık çalışması nispeten kolay olan bölgelerde orta ölçekli haritaların yapımında kullanılmaktadır. (Meselâ; 1/40.000 - 1/50.000 ölçekli haritalar). Çok sıhhat isteyen kısa kolonlarda bu usûl tatbik edilemez.

Metodun mahzurları :

Birçok kolonu ihtiva eden büyük bölgelerde ve hazırlık çalışması mümkün olmayan veya çok pahalıya malolan Ekvatorial Afrika gibi kesif bitki topluluklarını ihtiva eden bölgelerde kullanılamaz.

Bunun için yeni bir metod bulunmuştur :

### (1) 3. PLANİMETRİ VE NİVELMANIN SERBEST MEKANİK TAVİZİNE İMKÂN VEREN HAVAİ NİRENGİ :

Bu metodun belirli nokta bakımından seyrek ve gayrimuntazam olan bir kanavaya tatbikinde muayyen bazı fotoğrafların tertibine ihtiyaç olmadığı görülmüştür.

Belirli noktalar şunlardır :

- 50-80 Klm. aralıkla, x ve y kıymetleri bilinen astronomik noktalar (tesadüf ederse jeodezik noktalar),
- z kıymetleri için normal nivelman ve barometrik nivelman çalışmaları yapılır. Nivelmanın, kolonların enine olarak tertiplenmesine dikkat etmelidir.

#### A. YÜKSEKLİK KANAVASININ HAZIRLANMASI :

Ölçmeler kıymetlendirme aletlerinde yapılır.

Hayalin teşekkülü bir evvelki metotta anlatıldığı gibidir.

Sabit baz daima aynı işaretlidir.

**Çiftlerin cihetlendirilmesi :** Enine takribî yerleştirme, çiftten çifte devredilir. Biribirini takip eden iki çiftte müşterek olan klişe bir kamaradan diğer kamaraya nakledilir ve onlara aynı eğim verilir. Bilinen noktalar, kolon boyunca yeni bir enine yerleştirmeyi gerektirinceye kadar çalışmaya bu şekilde devam edilir.

Kolonların kıymetlendirme âletlerinden geçirilişi bir defa yapılır.

#### Kayıt :

- $\alpha$  ve C plâk orta noktalarındaki i açıları,
- A, N, B noktalarındaki z uzaklıkları (Komşu kolonlardaki A ve B noktaları dahil) ve bütün belli noktalar okunarak kayıt edilir.

#### (Stereotemplet) 'in hazırlanması :

A, B noktaları ve (x, y) bakımından bilinen bütün noktalar koordinatografıta şeffaf ve sert iki levhaya işaretlenirler.

#### Takribî yüksekliklerin hesabı :

Ölçülen bütün noktalar tetkik edildiğinde, bunların simetrik bir karakterde oldukları görülür.

#### Hesap parametreleri şunlardır :

- Noktanın yüksekliği (H), o noktada bazın uzunluğuna eğikliği (I)
- Fotoğraf ekseninin enine eğikliği ( $\beta$ )
- Kat'i bazı bulmak için sabit baza eklenmesi icap eden, her klişeye ait ölçek faktörü (K).

#### MİSAL :

Enine eğikliğin hesabı : ( $\beta$ ) :

Alette okuyarak, birbirini takip eden (p-1), p ve p, (p+1) çiftleri arasında p mihverinin  $\varphi$  p, p+1 enine eğikliğinin değişimleri bulunur.

$$\beta_{p+1} - \beta_p - \varphi_{p,p+1} - V = 0$$

V = Aletlerin başlangıçta bilinmeyen sistematik hatasıdır.

$$\beta'_p - \beta_p = 0 \quad (\text{Bu eşitlik tam olarak sağlanamaz})$$

Bu eşikliklerin halli (En küçük kareler metodu) ile yapılır.

Hesabın genelleştirilmesi :

H,  $\beta$ , K değerleri elde edildikten sonra ölçek ve istikamet düzeltmeleri ve onların (Stereotemplet) teki plânimetrik durumları dikkate alınarak Z değerlerine tatbik edilir.

Böylece her kolon için hemen hemen sabit denecek yakınlıkta tayin edilmiş bir yükseklik sistemi elde edilmiş olur.

Genel uygunluk ve kat'i yüksekliklerin hesabı :

Bu uygunluk, elâstik bir levhann gösterdiği şekil bozuklukları ile en küçük kareler metodundaki kazaf hatalar arasında mevcut matematiksel benzeyiş üzerine istinat ettirilmiş mekanik bir usülle sağlanır.

Her kolon, 3 mm. kalınlığında (Rhodoid) plâstik bir levha üzerine verilen ölçeğe göre işaretlenir. Bu işaretleme kanavann bütün bilinen noktalarında hazırlanmış deliklere göre yapılır. Bu iş için düz metal masadan istifade edilir.

Plâstik levhalara iki türlü fark tatbik edilir : (Şekil : 4)

— Bilinen nokta kotları ile, bu noktalar için hesapla elde edilen kotlar arasındaki farklar,

— İki kolonda müşterek olan noktalar için elde edilen iki kot değeri arasındaki farklar.

Bu farklar, vidalı çubuklar ile gösterilir. Bu çubukların üzerindeki ölçülü kovanlar yardımıyla istenen sıhhatte yüksekliklerin alınması mümkün olur.

Bu iş için üstü çok düz olan (birkaç milimetre dahilinde) bir masaya ihtiyaç vardır. Noktaların bulunduğu rhodoid plâklar üzerine ölçülü küçük miralar yerleştirilir. Bir nivo ile okumalar yapılarak referans düzlemi meydana getirilir.

Plânimetrik montaj genel olarak 1/100.000 ve yüksekliklerin (kot) montajı 1/10.000 ölçeğinde yapılır.

50 X 50 Klm. lik bir bölgede 1/50.000 lik klisedeki sıhhat, 4-5 m. civarındadır.

### B. PLÂNİMETRİK KANAVANIN HAZIRLANMASI :

Kıymetlendirme âletinde çift fotoğraflar pespeşe cihetlendirilirken, daha önce dendiği gibi iki rhodoid plâk üzerinde, kanavanın bütün A, B noktaları ve bilinen diğer noktalar delinir.

Bir çift plâk için (Şekil : 5) :

- Birinci plâkta  $A_p$  den itibaren bütün istikametler çizilir.
- İkinci plâkta  $B_{p+1}$  den itibaren bütün istikametler çizilir,

$A_p$  ve  $B_{p+1}$  noktalarındaki delikler ile bütün istikametlerdeki yarıklar açılır. Pimler yardımıyla iki plâk birbirlerinin üzerine getirilir. Ölçeği bulma işlemi plâkları  $A_p - B_{p+1}$  hattı boyunca kaydırmak suretiyle olur.

Blok çalışmalarında üstüste iki plâğın konuluşu aynen klâsik T.P.F.R. (Uzunluğuna yarıklı plâklar metodu) nda olduğu gibidir.

Ayarlar bilinen noktalarda aynı şekilde yapılır.

### Metodun avantajları :

- Fotoğraf nadir noktalarının sıhhatli işaret edilmeleri halinde hatalar yok edilmiş olur. Bu bakımdan çok kötü olan montajlar bile deniz seyrişeferi bakımından çok avantajlıdır.

- Kanava noktalarının rhodoid üzerinde delinmelerindeki sıhhat, bu noktaların kıymetlendirme âletlerinde noktalanmaları ve otomatik olarak delinmeleri ile artar.

- Fotoğrafların âletten geçişleri anında gecikmeksizin delme işleminde yapılmasıyla iyi randıman alınır.

- Plânimetric kanava noktaları, bir evvelki metodda olduğu gibi aynı kanavanın altimetric noktalarıdır.

- Bilinen noktalar seyrek olarak alınabilir. (Meselâ, 100 Klm. de bir astronomik nokta alınması gibi).

### 4. ANALİTİK HAVAİ NİRENGİ METODU :

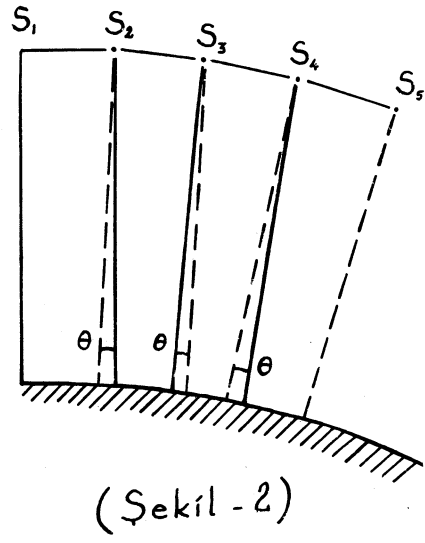
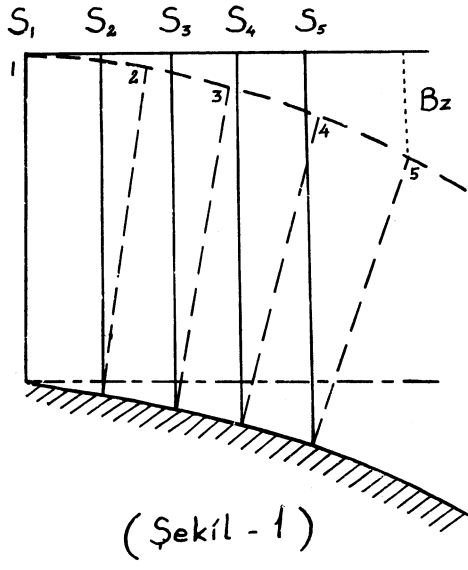
Bu metod, X, Y, Z değerleri büyük olan blokların ölçülmesine imkân veren büyük kapasitedeki ölçme âletlerinin bulunmasıyla büyük inkışaf- lar göstermiştir.

Ölçüler bazan birinci derece kıymetlendirme âletlerinde model üzerinde, bazan da stereokomparatörlerde her klise üzerinde çift olarak yapılır.

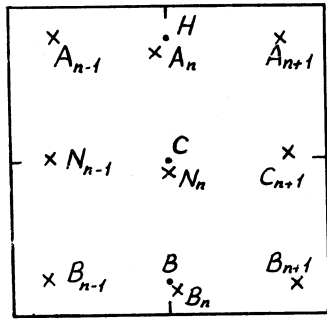
Bu ölçüler sonradan otomatik ve elektronik hesap makinelerinde neticelendirilir.

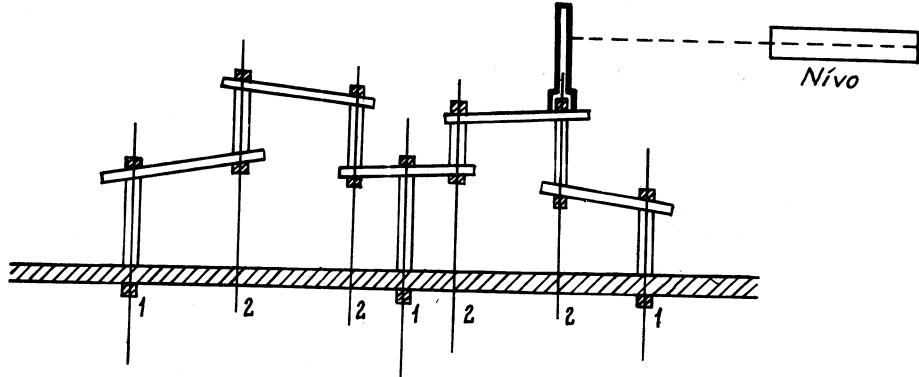
Bu yazı, Fransa Harita Enstitüsünde her yıl açılmakta olan (Hava fotoğrafları ve fotogrametri) kursu için, Harita Mühendisi M. CARBONNELL'in yazdığı ders notlarından faydalanılarak hazırlanmıştır.





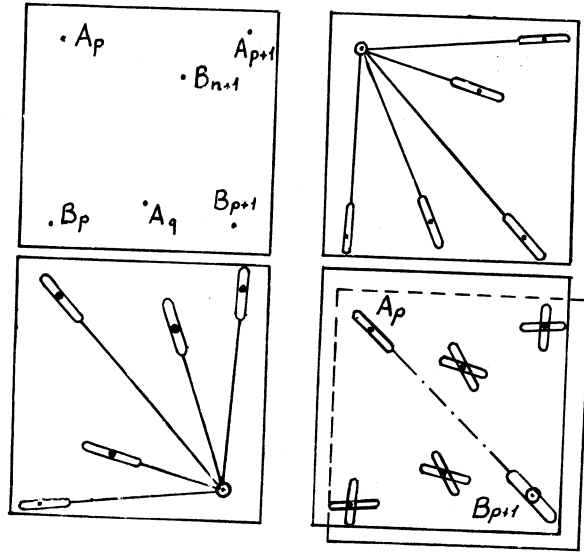
Uçuş istikameti  
→





1 - Bilinen noktalar , 2 - İki kolondaki müşterek noktalar .

(Şekil - 4)



(Şekil-5)