

## HAVA FOTOĞRAFLARI YARDIMI İLE ORMAN ALANLARININ BULUNMASI

Yazarlar :

Tahsin TOKMANOĞLU ve Baykan ARASLI

### GİRİŞ

Klâsik geodezi metotlarile, bir ülkedeki veya bir mıntakadaki orman alanını elde edebilmek için, orman poligonlarını birer birer ölçmek, haritalarını çizmek sonra da alanlarını bulmak gerekir. Orman büyük bloklar halinde bulunuyorsa, bu metodun uygulanması, fazla zaman almaz ve fazla masrafı da gerektirmez. Fakat orman küçük gruplar halinde dağılmışsa, veyahut büyük bloklar halinde olmasına rağmen, içersinde çok sayıda küçük açıklık varsa, sınırlarının ölçülmesi için uzun zaman çalışmak ve büyük masraflara katlanmak mecburiyeti vardır. Bu tip çalışmada, bir veya daha fazla orman grubunun veyahut açıklığının, ölçülmeden geçilmiş olma ihtimali de vardır.

Nitekim, evvelce hava fotoğraflarından faydalanılmadan yapılan, tahdit haritalarında ve amenajman plânlarında, bazı orman gruplarının ve orman içi açıklıkların ölçülmeden geçildiği görülmüştür. Hava fotoğrafları, bütün grupları ve açıklıkları gözler önüne serdiğinden, hepsinin ölçülmesine imkân vermektedir. Ölçülecek poligonların hepsinin meydana çıkarılması, orman alanlarının bulunması konusunda, hava fotoğraflarından sağlanabilecek faydaların ilkidir. Bu gün klâsik metotla çalışan orman tahdit komisyonlarımız, hava fotoğraflarının yalnız bu özelliğinden faydalanmaktadırlar. Fotoğrafta görünen orman gruplarını ve orman içi açıklıkları, arazide birer birer bulmakda ve klâsik metotla (pusla ile) ölçmektedirler.

Küçük gruplar halinde dağılmış, veyahut içersinde çok sayıda açıklık bulunan bir ormanın tahdidi yapılırken, hukuki problemlerin çözümlenmesi ve sınırlara işaretler dikilmesi zorunlu olduğundan, komisyonun ölçü yapmasa dahi bu sınırları dolaşması mecburiyeti vardır. Bu sebeplerden tahdit komisyonlarının çalışmaları yavaş yürümektedir, orman alanlarının ise bir an evvel bulunmasına

ihtiyaç vardır. Bunun için de bir an evvel orman alanının bulunmasını sağlayacak pratik metotların uygulanması lâzımdır.

Yukarda yapılan açıklamalar, küçük gruplar halinde dağılmış veyahut içersinde çok sayıda açıklık bulunan bir ormanın alanını bulmak için, bütün sınırları dolaşmaya ihtiyaç göstermeyen bir metotdan faydalanmak gerektiğini ortaya koymaktadır. Böyle metotlar vardır ve uygulanmaktadır. Meselâ evvelce bir kadastral harita yapabilmek için, arazide bütün taşınmazların sınırları teker teker dolaşarak ölçülürdü. Bu gün ise, kadastral haritalar hava fotoğraflarından faydalanılarak yapıldığından, sınırlar dolaşmamaktadır, çalışmada sür'atli yürümektedir.

Aşağıdaki yazıda, orman alanlarının süratli bir şekilde bulunabilmesi için, hangi metotların uygulanabileceği ve bu metotların özelliklerinin neler olduğu açıklanmaya çalışılmıştır.

Orman alanlarını süratli bir şekilde bulabilmek için, hava fotoğraflarından faydalanmanın şart olduğu, arazide sınırları dolaşmaktan kurtulmanın zorunlu bulunduğu görülmektedir. Bu özellikde olan metotları, 2 gruba ayırmak mümkündür.

— Haritacılıkta kullanılan restitüsyon (kıymetlendirme) aletlerinden faydalanan metotlar,

— Basit aletlerden ve şaplonlardan faydalanan metotlar.

Bu metotları açıklamadan önce, çizilmiş bir harita üzerinde görülen küçük orman gruplarının alanlarının nasıl bulunabileceği, uygulanacak çeşitli metotların nelen olduğu ve hatalarının nasıl hesaplanacağına gözden geçirilmesine ihtiyaç vardır. Bu sebeple evvela bu konu üzerinde durulmuş ve üçüncü gruba giren metotlardan Gridle alan ölçme metodunun sıhhat derecesinin nasıl hesaplanacağı bir misalle açıklanmıştır.

#### I — HARİTASI ÇİZİLMİŞ KÜÇÜK GRUPLARIN ALANLARININ BULUNMASI

Haritası çizilmiş bir poligonun alanını bulabilmek için 3 metot vardır.

- 1 — Mekanik aletlerden faydalanmak
  - 2 — Köşe noktalarının koordinatlarına dayanmak
  - 3 — Poligonu geometrik şekillere bölmek
- Bunları sırasile özet olarak görelim.

#### 1 — Mekanik aletlerden faydalanarak alan ölçmek :

Alan ölçen mekanik alet denilince, hatıra plânimetreler gelmektedir. Kutup noktası masa üzerinde bir yere tesbit edilir, sivri uç şeklin kenarları üzerinde dolaştırılarak alan bulunur. Sivri uç şeklin kenarlarında ne kadar dikkatli gezdirilirse bulunan alan da o kadar sıhhatli olur. Bu sebeple, sivri uç yerine mercek yerleştirilmiş plânimetrelerle, daha sıhhatli ölçü yapılabilir. Ölçülen poligonun şekli daireye ne kadar yaklaşırsa, diğer bir söyleyişle: alanın çevre uzunluğuna oranı ne kadar büyük olursa, ölçü o kadar sıhhatli olur. Ölçülen alan ince uzun şeritler halinde ise, bulunan değer sıhhati az olur. Çok sayıdaki küçük poligonu, plânimetre ile ölçmek için bir hayli zamana ihtiyaç vardır. Ölçmeler en az ikişer defa yapılmalıdır. Plânimetre, harita üzerine çizilmiş poligonların ölçülmesinde çok kullanılan pratik bir alettir. Sağladığı sıhhat derecesi hakkında genel bir şey söylemeye imkân yoktur. Kullanan şahsın gösterdiği itinaya, aletin yapısına ve poligonun şekline göre sıhhat derecesi de değişir. Denemeler yaparak ölçmelerin sıhhat derecesini bulmak gerekir. Meselâ: Dikdörtgene benzeyen poligonların alanları ölçülüyorsa, yaklaşık olarak aynı büyüklükte düzgün bir dikdörtgenin alanı bir defa kenar uzunlukları cetvelle ölçülerek bir defa da plânimetre ile bulunur. Aradaki fark aletin ve kullanan şahsın hatalarından ileri gelmiştir. Bir çok plânimetrede, alan kontrolüne yarıyan özel tertibat vardır. Bu tertibat, personel hatasını bertaraf etmekte ve alet hatasını ortaya çıkarmaktadır. Buna göre de aleti ayar etme imkânı vardır. Ayarı yapılmış ve sağlayabildiği sıhhat derecesi denemelerle bulunmuş plânimetrelerle yapılan alan ölçmeleri başarılı olur.

#### 2 — Köşe noktalarının koordinatlarına dayanarak poligon alanı bulmak :

Alanı ölçülecek poligonun köşe noktalarının koordinatları biliniyorsa, bu koordinatlara dayanılarak alan hesaplanabilir. Alan bulma metotlarının en sıhhatli sonuç vereni bu metottur. Burada kullanılan koordinatlar, arazide yapılan sıhhatli bir ölçüye dayanılarak hesaplanmış olan koordinatlardır. Bu metodu uygulayabilmek için evvelâ arazide sınırları dolaşarak ölçü yapmak gerekmektedir. Uzun zamana ihtiyaç gösteren bu metodu, orman alanlarının bulunmasında uygulamak asla pratik olmamaktadır.

Çizilmiş harita bir koordinatografın altına konulur. Aletin kaleminin yerine lup takılarak köşelerin koordinatları ölçülür ve bu ko-

ordinatlara dayanılarak alan bulunursa, iş bir hayli pratik hale gelir. Fakat yine de plânimetre kadar pratik olamaz, sıhhat derecesi de bir hayli düşer.

Birinci derece fotogrametri aletlerinde, haritalar çizilirken köşe noktalarının makine koordinatlarını okumak imkânı vardır. Bu şekilde bulunan koordinatlar, koordinatografda okunanlara kıyasla daha sıhhatli olabilirse de, başka sakıncaları vardır. Meselâ: Alanı ölçülecek poligonun bir kısmı bir stereoskopik modelde, diğer kısmı ikincide bulunacak olursa, ikinci modelde okunan koordinatların birinciye dönüştürülmesi gerekir. Bu da çok zaman alıcı bir iştir.

Her çeşit koordinat hesabı ve koordinata dayanılarak alan bulmak hesabı, bu gün küçük elektronik hesap makineleriyle süratli bir şekilde yapılabilmektedir. Bu imkâna sahip olan müesseselerde, koordinata dayanarak alan bulma metodu kolaylıkla uygulanmaktadır. Elde edilen sıhhat derecesi haritanın veya hava fotoğrafının ölçeğine ve koordinatları okuyan aletin kapasitesine bağlı bulunmaktadır.

### 3 — Poligonu geometrik şekillere bölerek alan bulmak :

Çizilmiş poligon üçgen, yamuk, dikdörtgen ve kare gibi geometrik şekillere bölünür ve her parçanın alanı bulunarak toplanırsa, poligonun alanı elde edilir. Bu metotta boyutlar harita üzerinde ölçüleceğinden metodun pratik bir kıymetinin olamayacağı meydandadır.

Ölçülecek poligon alanını çok küçük karelere bölmek ve kare adedini sayarak alanı bulmak pratikte çok kullanılan bir metottur. Meselâ şeffaf bir milimetrik kâğıt ölçülecek poligonun üzerine konulursa, poligon milimetrik karelere bölünmüş olur. Harita ölçeğine dayanılarak, bir milimetre karenin arazideki karşısı hesaplanır. Bulunan değer, poligon içersine giren milimetrekare adedi ile çarpılarak alan bulunur.

Bu metodu daha pratik hale getirmek için «Grid» denilen şaplonlar yapılmıştır. Grid üzerindeki noktaların herbiri bir kareyi temsil eder. Noktalar karelerin merkezlerine konulmuştur, kare kenarları çizilmemiştir. Noktalar arasındaki mesafeler, kare kenarlarına eşittir. Griddeki noktaların temsil ettiği kareler, bir milimetrelilik kareler olabileceği gibi farklı da olabilir. Diğer bir söyleyişle, grid noktaları arasındaki mesafeler, bir milimetre olabileceği gibi farklı da olabilir. Buna göre de gridleri, sık noktalı ve seyrek noktalı olmak üzere 2 gruba ayırmak mümkündür.

### GRIDLE ALAN ÖLÇMEDE SAĞLANAN SİHHAT DERECESİ

Bir poligonun alanı noktalı bir gridle ölçülebileceği gibi, seyrek noktalı grid ile de ölçülebilir. İki arasında sıhhat ve pratiklik bakımından farklar vardır. Grid üzerindeki noktalar ne kadar sık olursa, bulunan alan o kadar sıhhatli olur. Fakat sayılacak nokta adedi çoğalacağından, iş güçleşir ve pratik kıymeti azalır. Her ölçümede olduğu gibi, gridle yapılan ölçmelerde de, evvela kabul edilebilecek hata sınırının kararlaştırılması gerekir. Daha sonra da yapılan ölçmelerdeki hatanın, kabul edilen sınırı aşmamasını sağlamak lâzımdır.

Gayemiz orman alanını bulmak olduğuna göre tekmlil araziye, orman olan ve olmıyan yerler şeklinde 2 kategoriye ayırabiliriz. Bu yerleri gösteren harita üzerine bir grid yerleştirilerek, her iki kategoriye giren sahalara isabet eden noktaları sayar ve alanlarını bulabiliriz. Bulunan alanları veya nokta adetlerini, birbirlerine bölmek suretile arzu edilen oranlarda bulunabilir. Bu ölçme sonunda bulunan orman alanına ait orta hata

$$E^2 = \frac{(1 - P) t^2}{PN} \quad (1)$$

formülü ile hesaplanır.

Formül içersindeki değerler şunlardır :

E = Orman alanının yüzde kaçını kadar hata yapıldığını gösteren değer.

P = Orman alanının toplam alana oranı. Bu değer sayılan grid noktaları yardımıyla bulunur.

t = Bir haritaya aynı grid muhtelif şekillerde konulursa, orman alanı için çeşitli değerler bulunur. Bu değerlerin % 95'ini kapsıyacak sınırların bulunması istenirse  $t = 1,96$  veya 2 alınmalıdır.

N = Orman olan ve olmıyan yerlerin tamamında bulunan grid noktası adedi.

Orman alanına isabet eden nokta adedi  $n_1$

Orman almıyan yerlere isabet eden  $n_2$  ise  $N = n_1 + n_2$  dir.

Formüldeki P değeri  $P = n_1/N$  dir.

Şayet orta hata, orman alanının yüzdesi yerine, toplam alanın yüzdesi olarak bulunmak istenirse (1) No.lu formülü biraz değiştirmek gerekir Şöyleki :

Toplam alan N tane grid noktası ile temsil edilmektedir.  $n_1 = PN$  orman alanını kaplayan grid noktalarının adedidir.  $E_n$ , veya EPN hata miktarını temsil eden grid noktası adedi olur. Bu adet N sayısına bölününce, toplam alanın yüzde kaç kadar hata yapıldığı ortaya çıkar. Hatanın toplam alana oranı  $e$  ile gösterilirse

$$e = \frac{En_1}{N} = \frac{EPN}{N} = EP \quad \text{bulunur.}$$

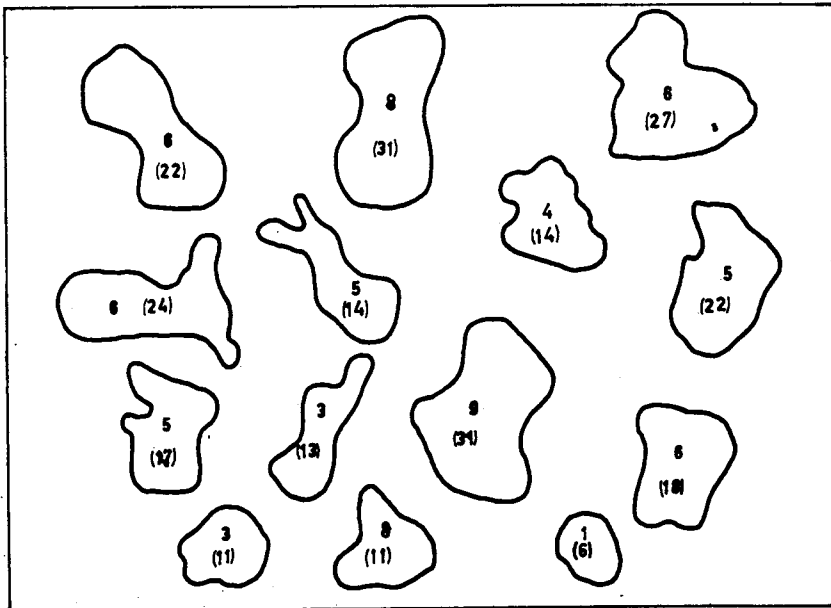
(1) No.lu formülün her iki tarafı  $P^2$  ile çarpılır gerekli kısaltmalar yapılır ve EP yerine  $e$  konulursa

$$e^2 = \frac{P(1-P)t^2}{N} \quad \dots \quad (2)$$

bulunur.

Konuyu bir misalle biraz daha açıklamak faydalı olacaktır.

1 No.lu şekilde sıhhatli ve 1/1000 ölçekli bir harita görülmektedir. Kapalı poligonlar orman gruplarıdır, diğer kısımlarda orman sa-



Şekil : 1

yılmayan yerlerdir. Noktalarının arası birer sm. olan bir gridi bu haritanın üzerine koyarak orman gruplarının herbirine ve orman olmiyan yerlere isabet eden nokta adetlerini saydık. Orman gruplarına isabet eden noktaların sayıları, grupların üzerine yazılmıştır (parantez içersinde bulunmiyan rakkamlar). Sayım sonucuna göre, alanın tamamında  $N = 234$  nokta bulunmuştur. Bunun  $n_1 = 70$  tanesi ormana,  $n_2 = 164$  tanesi de orman olmiyan yerlere isabet etmiştir. Bir grid noktası bir  $sm^2$ 'yi temsil ettiğine ve harita ölçeği de 1/1000 olduğuna göre, bir noktanın arazideki karşılığı  $100 m^2$  dir. Şu halde 1 No.lu şekilde görülen arazinin tamamı  $23400 m^2$  dir. Bunun  $700 m^2$  si ormandır, geri kalan  $16400 m^2$  si de orman değildir.

Şimdi (1) No.lu formül yardımıyla bulduğumuz orman alanına ait hata miktarını hesaplıyalım. Orman alanının toplam alana oranı

$$P = \frac{7000}{23400} = 0,30 \quad \text{veya} \quad P = \frac{n_1}{N} = \frac{70}{234} = 0,30 \quad \text{dur.}$$

Değerler (1) No.lu formülde yerlerine konulunca

$$E^2 = \frac{(1 - 0,30)^2}{234 \times 0,30} = 0,04 \quad \text{ve} \quad E = 0,20 \quad \text{bulunur.}$$

Demekki orman alanı için bulduğumuz  $7000 m^2 \pm 0,20$  hata ile yüküdüdür. Orman alanının  $0,20$  si  $1400 m^2$  olduğuna göre, ölçümümüzün sonucu olarak orman alanı  $(7000 \pm 1400) m^2$  dir.

Hatanın toplam alana oranı

$$e = \frac{\pm 1400}{23400} = \pm 0,06 \quad \text{dir.}$$

Bilinen değerler (2) No.lu formülde yerlerine konularak da aynı sonuç bulunabilir.

Ormancılıkta % 10 dan fazla hataya rıza gösterilmediğinden, yukardaki ölçme kabul edilemez. Şu halde noktaları daha sıkı bir gridle ölçüyü tekrarlamak gerekir.

İkinci ölçü, noktalarının arasındaki mesafeleri  $0,5$  sm. olan gridle yapılmıştır. Sayılan nokta adetleri orman gruplarının üzerine yazılmıştır (Parantez içersindeki değerler). Orman gruplarına isabet eden noktaların toplamları  $n_1 = 261$ , orman olmiyan yerlere isabet edenler  $n_2 = 679$  toplam nokta adedi  $N = 940$  dir. Bir noktanın arazideki karşılığı  $25 m^2$  olduğundan, orman alanı  $261 \times 25 = 6525 m^2$ ,

orman olmıyan yerlerin alanı  $679 \times 25 = 16975 \text{ m}^2$  ve toplam alan  $23500 \text{ m}^2$  olarak bulunur. (birinci ölçüden  $100 \text{ m}^2$  fazla).

(1) No.lu formül yardımıyla, yeni bulduğumuz orman alanının sıhhat derecesini hesaplıyalım.

Orman alanının toplam alana oranı

$$P = \frac{261}{940} = 0,2777 \approx 0,28 \text{ dir.}$$

$$E^2 = \frac{(1 - 0,28)^2}{940 \times 0,28} = 0,010942$$

$$E = \pm \% 10,5 \text{ bulunur.}$$

Hatanın daha küçük olması isteniyorsa, ölçünün daha sık bir gridle tekrarlanması gerekir.

Son yaptığımız ölçüye göre orman alanı  $(6525 \pm 685) \text{ m}^2$  dir. Orman olmıyan yerlere ait hata  $\% 10,5$  değildir. Onu da (1) No.lu formül yardımıyla ayrıca hesaplamak gerekir.

## II — RESTİTÜSYON ALETLERİNDEN FAYDALANARAK ORMAN ALANLARINI BULMAK

Son yıllarda yapılan ve geniş sahaları kapsıyan haritaların hepsi. fotoğrametri metotlarından faydalanılarak yapılmaktadır. Bu metotların son safhasını restitüsyon (kıymetlendirme) teşkil eder. Hava fotoğrafları çifti, restitüsyon aletine yerleştirildikten sonra evvelâ nisbi ayar (relavite orientation), daha sonra da mutlak ayar (absolute orientation) yapılır. Bundan sonra da haritanın çizimine geçilir. Ayarlar, genellikle harita çiziminden daha fazla zaman alırlar. Nisbi ayar, fotoğrafların birbirine uydurularak streoskopik görüntünün meydana getirilmesidir. Mutlak ayar ise, streoskopik modelin, boş harita kâğıdı üzerine konulmuş nirengi noktalarına uydurulmasıdır. Bu ayarlar yapılmadan harita çizilemez. Ayarlar tamamlandıktan sonra, Uçan nokta stereoskopik model içindeki bir nirengiye getirilince, harita çizen kalemde karşıtı nirengiye gelir

Fotoğraf üzerindeki bütün işaretleri, haritaya geçirmeye imkân yoktur. Meselâ : küçük orman gruplarının ve orman içindeki küçük açıklıkların hepsinin haritaya geçirilmesi imkânsızdır. Bu sebeple, orman amenajman haritalarımızda, 3 hektardan küçük açıklıkların ve orman gruplarının gösterilmemesi prensip olarak kabul edilmiştir.

Fotoğraf üzerinde bulunan, fakat haritaya geçirilmiş olan herhangi bir noktayı, haritaya geçirebilmek için, fotoğraf çiftini ve haritayı yeniden restitüsyon aletine yerleştirmek nisbi ve mutlak ayarlarını yapmak lâzımdır. Ayarlar yapıldıktan sonra, uçan nokta streoskopik model üzerinde arzu edilen yere getirilince, harita çizen kalemin ucu, haritadaki karşıtı gösterir. Haritadaki bir noktanın fotoğraftaki karşıtı bulmak için, yine aynı şekilde hareket edilir. Ayarlar yapıldıktan sonra, kalemin ucu haritadaki nokta üzerine getirilir. Bu durumda, uçan noktanın stereoskopik model üzerinde gösterdiği yer, haritadaki noktanın karşıtıdır.

Harita üzerine, ihtiyaca yetecek sıklıkta bir kare şebekesi çizildiklen veya bir grid yerleştirildikten sonra, harita ve fotoğraflar restitüsyon aletine yerleştirilerek ayarlar sonra, harita ve fotoğraflardaki karşıtlarını bulmak ve ormana isabet edip etmediğine karar vermek mümkündür. Noktayı fotoğraf üzerine işaretlemeyen bu karar verilebilir. Bu metodun sıhhat derecesi nirenginin sıhhatine harita ve fotoğrafların ölçeğine, gridin sıklık derecesine, ayarların kursesuz şekilde yapılmasına ve restitüsyon aletinin kalitesine bağlıdır. Meselâ tahdit ve amenajman çalışmalarımızda kullanılan fotoğraflarda olduğu gibi, fotoğraf üzerinde nirengi noktaları yoksa, ayar yapabilmek için haritada ve fotoğrafta görülen keskin nokta aranır. Bulunacak noktaların kalitesine göre, ayarın sıhhati çok değişir. Havai nirengi şebekesi kurularak sıhhat artırılabilir.

Gerekli şartlar yerine getirildiği takdirde, orman alanı sıhhat şeklinde bulunabilir.

Görüldüğü üzere metodun uygulanması, uzun zamana ihtiyaç göstermektedir. Pratik olduğu söylenemez. Bu çalışmayı harita çizimi ile birleştirerek uygulamak mümkündür. Bir ayarla 2 iş yapılabilir. Fakat bu şekil hareket, harita yapımını yavaşlatır.

## III — BASİT ALETLERDEN VE ŞABLONLARDAN FAYDALANARAK HAVA FOTOĞRAFLARINDAN ORMAN ALANINI BULMAK

Yukarda açıklandığı üzere, restitüsyon aletlerinden faydalanmak pratik olmamaktadır. Fotoğraflar üzerinde noktaları da yoksa iş çok daha güçleşmektedir. Basit aletler ve şablonlar kullanarak, hava fotoğrafları üzerinde çalışmanın çok daha pratik olacağı düşünülebilir.

Düz arazilerin hava fotoğrafı, harita özelliğindedir. Böyle bir fotoğrafın üzerine doğrudan doğruya gridi yerleştirilerek orman alanını

bulmak mümkündür. Burada uygulanacak metot ve meydana gelecek hatanın hesabı, yukarıda «harita üzerinde gridle orman alanı ölçme» bahsinde anlatılanın tamamen aynıdır. Bu çalışmada fotoğraf ölçeğinin sıhhatli şekilde hesaplanması gerekir. Arazinin haritası varsa, fotoğraf üzerinde ölçülen bir kaç uzunluğun, haritadaki karşılıklarına bölünmesi suretile, fotoğraf ölçeği bulunur. Aksi halde, fotoğraf ölçeği bulmaya yarıyan

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H - h} \quad (3)$$

$$\frac{1}{m} = \text{fotoğraf ölçeği}$$

$f$  = fotoğraf makinesinin odak mesafesi

$H$  = Denizden itibaren uçuş yüksekliği

$h$  = Düz arazinin kotu

Hesapla bulunan ölçek fotoğraf ölçeği olarak kullanılır.

Düz olmayan yerlerde bu metod uygulanamaz, çünkü arızalı arazinin hava fotoğrafı harita özelliğinde değildir. Arazideki yükseklikler dolayısıyla, noktaların fotoğraf üzerindeki yerleri radyal istikamette kayarlar. Restitüsyon aletleri bu kaymayı (Displacement) gidermektedirler. Düze yakın arazilerde kayma yok farzedildiği takdirde, bir miktar hatanın yapılması kabul edilmiş olur.

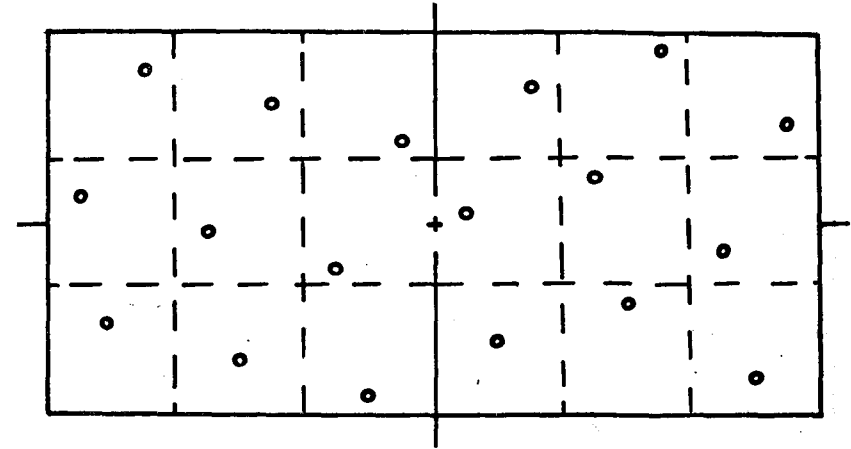
Kayma fotoğrafların merkez kısmında küçük, kenarlarda ise büyüktür. Bu sebeple fotoğrafların efektif sahaları (effective area) çizilir ve gerekli incelemeler, buralarda yapılır.

Basit redresör, Vertical Sketcmaster, aero sketcmaster, reflecting projector aletlerinin yaptığı işi az sıhhatli olarak yaparlar. Optik redresman, metoduna göre çalışan bu aletlere hava fotoğrafları tek tek takılır. Fotoğrafın görüntüsü harita üzerine düşürülür. Belirli noktalar yardımıyla fotoğraf ve harita birbirine oryente edilir. Fotoğrafların efektif sahalarındaki bilgiler haritaya geçirilir veyahut haritadaki noktaların fotoğraflardaki karşılıkları bulunur. Restitüsyon aletlerinde olduğu gibi, bu aletlerle de iş görebilmek için, fotoğraf üzerindeki bir kaç noktanın, başka metotlarla kâğıt üzerine işlenmiş olması lâzımdır. Fazla sıhhat aranmayan pratik işlerde bu aletler kullanılmaktadır. Sıhhat derecesi yukarıda belirtildiği üzere, çeşitli şartlara bağlıdır. Geometrik redresment metotları da, aynı gayeyi

gerçekleştirmektedir. Fakat bu aletler kadar pratik değildirler. Geometrik redresment metotlarında da, fotoğraf üzerindeki bir kaç noktanın başka metotlarla kâğıt üzerine işlenmesi lâzımdır.

Restitüsyon aletlerinde olduğu gibi, optik redresman aletleriyle ve geometrik redresment metotlarıyla iş görebilmek için, fotoğraflar üzerindeki bir kaç noktanın başka metotlarla kâğıda işlenmesi gerekmektedir. Bu ise külfetli bir iştir, metodu pratik olmaktan uzaklaştırmaktadır. Fakat bu iş ne kadar itinalı yapılırsa işin sıhhatide o kadar artmaktadır.

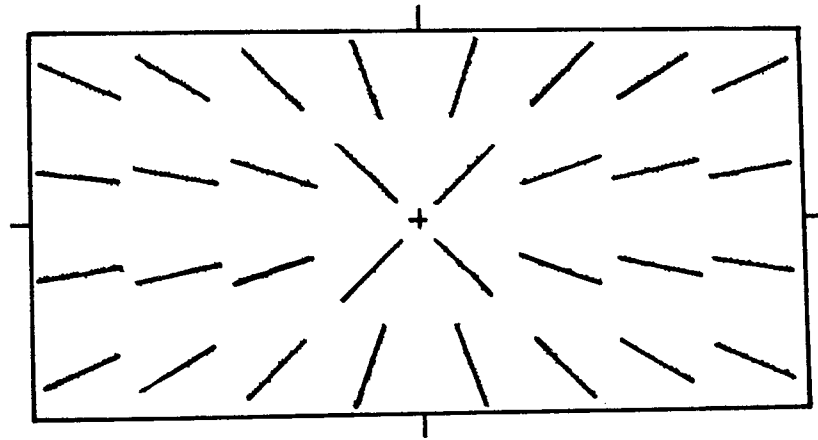
Sıhhati düşürmeden, metodun pratikliğini artırmak, bu konuda yapılan araştırmaların gayesini teşkil etmektedir. Fotoğraf üzerindeki bir kaç noktanın başka metotlarla kâğıda yerleştirilmesi işi tamamen bertaraf edilir, buna rağmen de sıhhatin düşmemesi sağlanacak olursa en ideal metot elde edilmiş olur.



Şekil : 2

Bu gayeyle çeşitli şablonlar yapılmıştır. Şekil 2 ve 3 de bu şablonlardan 2 tanesi görülmektedir. 2 No.lu şekildeki şablonda, numune alma tekniğinde kullanılan iki temel prensip birleştirilmiştir. Bu prensiplerin birincisi «Sistematik Metot» ikincisi «Tesadüfi Metot» dur. Kare köşeleri sistematik metoda göre alınmış noktalardır. Bu noktalar orijin noktası, kare kenarları da X ve Y eksenleri kabul edilerek deneme alanlarının merkezleri bulunmuş ve daireler çizilmiştir. Koordinat değerleri, torbadan numara çekilerek, yani tesadüfi

metoda göre alınmıştır. İki metodun birleşmesinden meydana gelen bu metoda «Sınırlı Tesadüfi Metot» ismi verilmektedir. 2 No.lu şablondaki deneme alanlarının, hava fotoğraflarının efektif sahalarında nerelere isabet ettiği, deneme alanlarında herbirinin yüzde kaç oranında ormanla kaplandığı kararlaştırılır. Bulunan değerlere dayanılarak, bütün araziye ait orman oranı bulunur. Bu şablon prensip itibarile, normal bir gridden pek farklı değildir. Üzerinde çalışılacak fotoğraflardan bir kaç tanesi seçilir, restitüsyon aletlerine yerleştirilir ve her biri için ayrı olarak, orman alanının yüzdesi bulunur. 2 No.lu şekildeki şablon aynı fotoğraflar üzerine yerleştirilerek, orman alanının yüzdeleri tekrar bulunur. Aynı fotoğraf için restitüsyon aletinin ve şablonun verdiği sonuçlar birbirine bölünerek, bir katsayı elde edilir. Çeşitli fotoğraflar için bulunan katsayılar, birbirine eşit veya yaklaşık olursa, şablon başarı ile kullanılabilir demektir. Bu durumda, kat sayıların ortalaması alınır. Bundan sonra şablon diğer fotoğrafların üzerine yerleştirilerek, herbirine ait orman alanının yüzdesi bulunur ve katsayısı ile çarpılır.



Şekil : 3

şayet çeşitli fotoğraflar için bulunan katsayılar birbirine eşit veya yakın çıkmazsa, şablondan faydalanma imkânı yok demektir.

3 No.lu şekilde görülen şablonda, radyal istikamette (merkez yönünde) çizilmiş çizgiler bulunmaktadır. Bu çizgiler deneme alanları yerine geçmektedir. Arazideki yükseklikler dolayısıyla, noktaların hava fotoğraflarındaki yerleri radyal istikamette kaydığından, hava fotoğrafına çizilen radyal istikametteki bir doğrunun arazideki karşılığı yine bir doğrudur. Radyal istikamette olmıyan doğrunun arazideki karşılığı, doğru değildir bir poligondur. Bu özellik dolayısıyla, rad-

yalistikametteki bir doğrunun arazideki karşısını bulmak kolay olmaktadır.

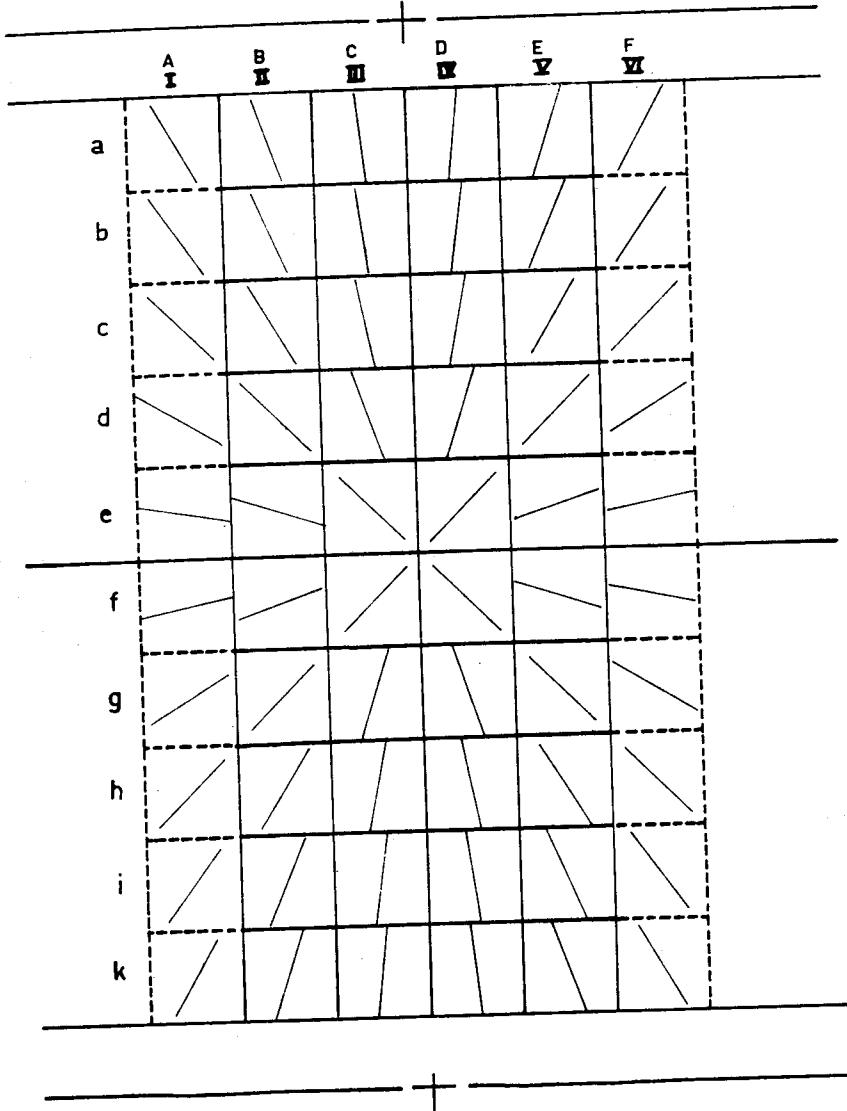
Bu şablon, merkezi fotoğrafın merkezile, X ve Y eksenleri fotoğrafın X ve Y eksenleriyle çakışacak şekilde fotoğraf üzerine yerleştirilir. Şablonun efektif sahayı örtecek büyüklükte olması lâzımdır. Şablon fotoğraf üzerine yerleştirildikten sonra, radyal istikamette çizgilerin her birinde ne kadar uzunluğun ormana, ne kadarın orman olmıyan yerlere isabet ettiği araştırılır. Bulunan rakkamlardan, her çizgiye ait orman alanı yüzdesi bulunur. Çizgiler birer deneme alanı temsil ettiğinden, bulunan değerleri, deneme alanlarındaki orman alanı yüzdeleri olarak kabul edilir. Bu değerlerden faydalanılarak, bütün araziye ait orman hesaplanır.

Buradaki deneme alanlarından, lüzum görülenlerini, arazide bulmak ve fotoğraftaki incelemenin kontrolünü yapmak her zaman için mümkündür.

2 No.lu şekildeki şablonun kullanılışında olduğu gibi bu şablonla bir çalışmaya başlamadan önce, incelenecek fotoğraflardan bir kaç tanesi seçilir. Herbirinin efektif sahasındaki orman yüzdesi, bir defa şablonla, bir defada restitüsyon aletleriyle veyahut (radyal çizgileri arazide bularak) arazi çalışmasıyla elde edilir. Aynı fotoğraf için bulunan iki sonucun teorik olarak birbirine eşit olması gerekir, fakat genellikle eşit olmaz. Bulunan sonuçlar birbirine bölünerek her fotoğraf için bir katsayı sayılır. 2 No.lu şekildeki şablona kıyasla birbirlerine çok daha yakın çıkmaktadırlar. Bulunan katsayıların ortalaması alınır, diğer fotoğraflar üzerinde şablonla yapılacak incelemelerde kullanılır.

Meselâ, 1973 yılında Torosların bir mntıkasında 2000 fotoğraf çekilmişse, bunların içersinden, birbirinden uzak yerlere ait 100-200 fotoğraf seçilir. Herbirinin efektif sahasındaki orman alanının yüzdesi, bir defa şablonla bir defa da restitüsyon aletile bulunur. Aynı fotoğraf için bulunan değerler birbirine bölünerek, her fotoğrafa ait bir katsayı elde edilir. Bunların ortalaması alınır ve standart ayrılığı hesaplanır. Seçilen 100-200 fotoğrafın dışında kalan fotoğrafların herbirinde, şablon yardımıyla orman alanı bulunur, katsayı ile çarpılarak sonuca varılır.

4 No.lu şekil 3 No. lu şekildeki şablonun hangi prensibe göre düzenlendiğini açıklamaktadır. Evvelâ, şablon merkezi bir köşe olarak alınır. Etkif sahaların dışına taşacak büyüklükte bir kare şebekesi çizilir. Kare kenarları ne kadar küçük olursa çalışma o kadar güçle-



Şekil : 4

şir, fakat sıhhat o kadar artar. Binlerce fotoğrafın kapladığı geniş bir arazide, orman alanının yüzdesi araştırılacaksa, kare kenarlarını çok büyük almak mümkündür. Şablon üzerinde bir iki tane radyal çizginin bulunması, ihtiyacı karşılayabilir. Kare kenarlarının ne kadar olması gerektiğinin özel bir çalışma ile bulunması lâzımdır.

İhtiyaca uygun büyüklükte kare şebekesi çizildikten sonra, karelerin merkezleri bulunur. ve şablonun merkezi istikametinde olmak üzere, bu noktalardan geçen radyal çizgiler çizilir. Çizgilerin boyunu, kare kenarları sınırlandırır. Çizgiler kare alanını temsil ederler.

İster normal grid, isterse şekil 2 ve 3 de görülen şablonlar kullanılsın, bulunacak orman alanının sıhhat derecesi bir çok şarta bağlıdır. Bu şartlardan birisinin fotoğraf ölçeği olduğu yukarıda belirtilmiş ve ölçeğin nasıl hesaplanacağı da açıklanmıştır. Fotoğraf üzerinde yapılan ölçmeler, fotoğraf ölçeğine, diğer bir söyleyişle, fotoğrafta görünen arazinin ortalama kotuna ait değerlerdir. Haritalar üzerinde hesaplanan alan deniz seviyesine indirgenirse, daha sıhhatli bir iş yapılmış olur. Bu indirgeme sıhhatin artmasını sağlayan faktörlerden biridir.

#### ŞABLONLAR VE HAHA FOTOĞRAFLARI YARDIMİLE ORMAN ALANLARININ BULUNMASINA AİT BİR MİSAL

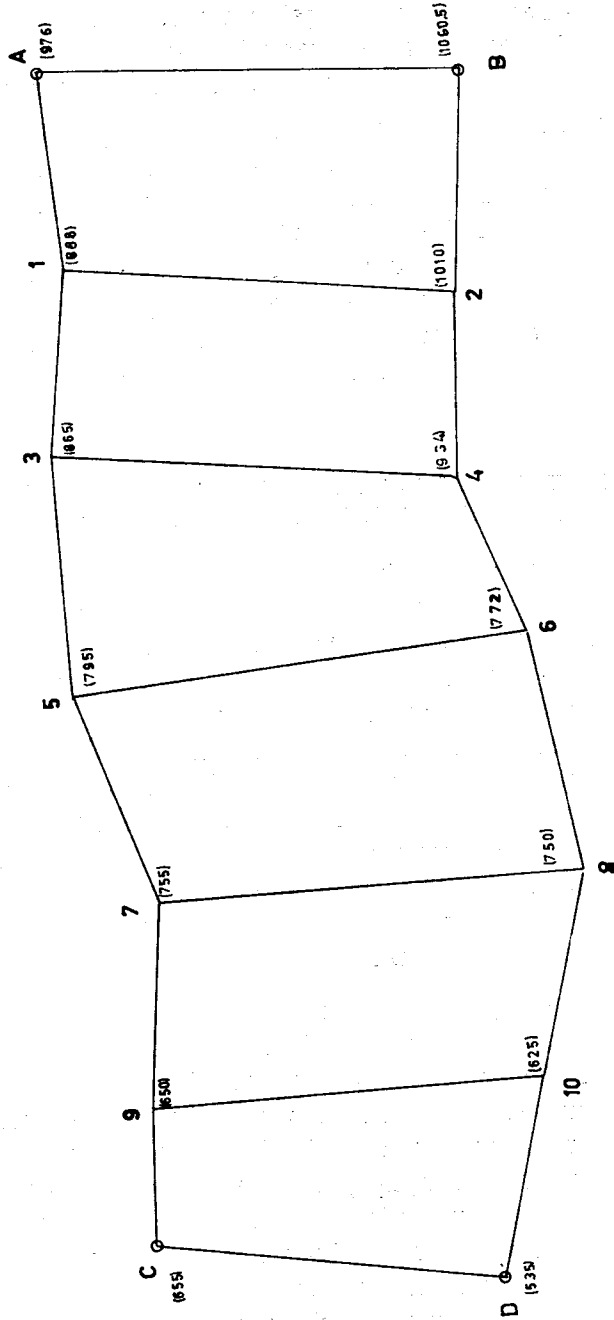
Misalimiz Almanyadaki bir araziye aittir, uygulama Freiburg Orman Fakültesi Fotoğrametri kürsüsünde tarafımızdan yapılmıştır.

Çalışma sahası, Freiburgun doğusunda, Neustadt şehrinin batısında ve Schwarzwald (Kara orman) arazisi, içinde bulunmaktadır. Donielhof, Christenhermannshf, Spirzentkopf, Schweighöfe ve Turner köyleri arazinin içinde kalmaktadır. Saha batıdan doğuya doğru uzanan bir dik dörtgen şeklindedir, genişliği yaklaşık olarak 2000 m., uzunluğu da 5500 m. dir.  $47^{\circ}58'$  ve  $47^{\circ}59'$  enlem daireleri arazinin güney ve kuzey sınırlarından,  $25^{\circ}43'$  ve  $25^{\circ}47,5'$  boylam daireleri de batı ve doğu sınırlarından geçmektedir. En alçak noktanın kotu 530 m. en yüksek noktanın ki ise 1060 m. dir. Arazi batıdan doğuya gidildikçe yükselmektedir.

Arazinin 1964 yılında yapılmış 1/25000 ölçekli ve 10 m. aralıkla tesviye eğrisi geçirilmiş haritası ile 1965 haziranında çekilmiş 1/10000 ölçekli, siyah, beyaz hava fotoğraflarından faydalanılmıştır. Fotoğraflar odak mesafesi 30 sm olan makine ile çekilmiştir, boyutları  $23 \times 23$  sm. dir. Örtme oranı % 60 dir. Fotoğraflarda nirengi noktası yoktur. Fotoğraflar bir uçuş şeridi içersine girmektedir ve 7 tanedir. Fotoğrafların incelenmesinde ormanın arazi içersinde küçük gruplar halinde dağıldığı anlaşılmaktadır. Mevcut imkân ve şartlar bunlar olduğuna göre, orman olan ve olmayan sahaların büyüklüğü veya yüzde oranı bulunmaya çalışılmıştır.

Fotoğraflarda, ihtiyaca yetecek sıklıkta nirengi noktası bulunsaydı, herhangi bir restitüsyon aletinden faydalanarak, fotoğrafta





Şekil : 5

görünen orman gruplarını haritaya geçirmek mümkün olurdu. Fakat nirengi noktaları bulunmadığından, bu metodu uygulamak mümkün olamamıştır.

Basit redresörlerden faydalanarak, fotoğraflarda görülen orman gruplarının haritaya geçirilmesine çalışılmış, bunun da mümkün olmadığı görülmüştür. Fotoğraflardaki yol ve dereler, haritadaki karşılıklarına oryente edilmiye çalışılmış fakat başarı sağlanamamıştır. Bir fotoğrafın, bir tarafındaki yol veya derenin oryantasyonu yapılırken, diğer tarafındaki oryantasyon bozulmaktadır. Farkın her iki tarafa yedirilmek istenmesi halinde, kabul edilemeyecek kadar büyük hatalar ortaya çıkmaktadır. Sahanın arızalı olması dolayısıyla, düz arazilerde kullanılmak için geliştirilmiş olan redresörlerden burada faydalanılamayacağı kanaatine varılmıştır.

Çalışma sahası dere, yol gibi belirli çizgilerle çevrilmiş olsaydı, haritadan toplam alanı ölçmek mümkün olurdu. Fotoğraflardan da orman oranı bulunacak olursa problem çözülebilirdi. Fakat bu imkânda yok.

Evvelâ çalışma alanımızın kesin sınırlarını kararlaştırmak mecburiyetindeyiz. Fotoğrafi olmayan yerde çalışma yapamayacağımıza göre, çalışma sahamız fotoğrafların gösterdiği sahanın dışına taşamayacaktır. Diğer bir söyleyişle, fotoğrafların gösterdiği sınırlara bağlı kalmak zorundayız. Fakat bu sınırların haritaya geçirilmesi gerekmektedir.

Fotoğraflarda görünen, haritada da karşılığı olan keskin noktalar aradık. Bu özellikteki noktaların bilhassa ilk ve son fotoğraflarda olmasına önem verdik. (5) No.lu şekilde görülen A, B, C, D noktalarının, aradığımız özelliğe en çok yaklaşan noktalar olduğu kanaatine vardık. A ve B noktaları sahanın doğusunda bulunmaktadır ve yol kavşaklarının keskin köşeleridir. C ve D noktaları ise batıdadır, dere ile yolların kesiştiği yerde, köprü köşeleridir. Bu noktaların kotları haritadan alınmıştır. A ve B nin kotları haritada yazılı değerlerdir. C ve D nin kotları, tesviye eğrileri yardımıyla bulunmuştur. A, B, C, D noktaları harita üzerinde bir dörtgen meydana getirmektedir. Bu dörtgenin kenarlarını ve köşelerini haritadan ölçtük, 2,5 misli büyütürük bir kâğıt üzerine işledik. Böylelikle 1/10000 ölçekli bir nirengi kanvası elde ettik.

En doğudaki hava fotoğrafında, yani birinci fotoğrafta bulunan A ve B noktaları ikinci fotoğrafta görünmektedir. Bunları ikinci fotoğrafa da işaret ettik. Birinci fotoğrafın sol üst ve sol alt köşelerinde

keskin noktalar aradık. (5) No.lu şekildeki 1 ve 2 No.lu noktaları bulduk, bunlar haritada görülmemektedir. 1 ve 2 noktalarını, stereoskopik görüşten faydalanarak ikinci fotoğrafa geçirdik. Birinci fotoğrafın 4 noktası A, B, 1, 2 noktaları ikinci fotoğrafa geçmiş oldu. İkinci fotoğrafın sol üst ve sol alt köşelerinde yeni noktalar aradık 3 ve 4 No.lu noktaları bulduk. İkinci fotoğraftaki nokta sayısı 6 ya çıktı. İkinci fotoğraftaki 1, 2, 3 ve 4 No.lu noktaları, stereoskop altında üçüncü fotoğrafa geçirdik. Üçüncü fotoğrafın sol alt ve sol üst köşelerinde 5 ve 6 No.lu noktaları seçtik. Bu şekilde çalışmaya devam ettik, her yeni fotoğrafa, sağındaki fotoğrafta bulunan 4 noktayı, stereoskop altında geçirdik, sol alt ve sol üst köşelerinde yeni noktalar seçtik. Beşinci fotoğrafta bulunan 7, 8, 9, 10 No.lu noktaları altıncı fotoğrafa geçirdik. Altıncı fotoğrafta C ve D noktaları da bulunmaktadır. 9 ve 10 No.lu noktaları, altıncı fotoğraftan yedinciye geçirdik. C ve D noktaları birlikte yedinci fotoğrafta 4 nokta oldu, başka nokta seçmedik. A, B, C, D noktaları ikişer fotoğrafta, ve haritada bulunmaktadır. Diğer 10 noktanın her biri üçer fotoğrafta bulunmakta, fakat haritada bulunmamaktadır. Fotoğrafların merkezlerini bulduk, stereoskoplara komşu fotoğraflara geçirdik. Bundan sonra fotoğrafların herbiri için bir templet hazırladık. Templetlerin ortak kısımlarını üst üste kayarak nirengi zinciri kurduk. Zincirin boyunu değiştirerek, templetlerdeki A, B, C, D noktalarının, kanavadaki karşıtları üzerine düşmesini sağladık. Daha sonra templetlerdeki 10 noktaya birer iğne batırarak, kanavadaki karşıtlarını bulduk. Böylelikle kanavadaki nirengi adedi 14 e çıktı.

1/10000 ölçekli olan nirengi kanavasını 2,5 defa küçültürük 1/25000 ölçeğine çevirdik ve A, B, C, D noktaları yardımile haritaya uyguladık. Diğer 10 noktanın haritadaki karşıtlarını bulduk ve tesviye eğrileri yardımile kotlarını hesapladık. Elde ettiğimiz kotları 1/10000 ölçekli kanavaya da yazdık. Böylelikle nirengi kanavasını tamamladık.

Nirengi kanavasını doğrudan doğruya 1/25000 ölçekli yapmak mümkündür. Bu yolu denedik fakat sıhhatli sonuç vermediğini gördük. Fotoğraf ölçeği 1/10000 kanava ölçeği 1/25000 olunca, seçilen noktalar templet merkezlerine çok yaklaşmakta karışıklığa ve hatalara sebep olmaktadır. Kanavanın büyütülmesi ve fotoğraf ölçeğine uydurulması uygulamayı kolaylaştırmakta ve sıhhati arttırmaktadır.

A, B, C, D noktaları ile, fotoğraf köşelerinde seçilen diğer 10 noktanın çevrelediği sahayı çalışma sahamız olarak kabul ettik. Nirengi kanavasının üzerine kenarları bir sm. olan bir kare şebekesi çizerek, alanını ölçtük ve 9360 dekar bulduk.

Buraya kadar yaptığımız çalışma ile, hava fotoğraflarımızı haritaya veya nirengi kanavasına oryente etmemizi sağlayacak noktaları elde etmiş bulunuyoruz.

Stereotop, isimli aletten faydalanarak fotoğrafları çiftler çiftler nirengi kanavasına oryente ettik. Evvelâ en sağda bulunan bir ve ikinci fotoğrafları stereotopa yerleştirerek birbirine göre ayarladık. Yanı nisbi ayar yaptık ve stereoskopik modeli meydana getirdik. Bu fotoğrafların ortak sahası içersinde, diğer bir söyleyişle elde ettiğimiz stereoskopik model içersinde A, B, 1, 2 No.lu noktalar bulunmaktadır. Kotları da bilinmektedir. Bu noktalardan faydalanarak mutlak ayar yaptık. Diğer bir deyimle stereoskopik modeli nirengi kanavasına oryante ettik. Uçan noktayı stereoskopik model üzerinde A, B, 1, 2 noktalarından birine getirdiğimizde, stereotopun pantoğrafına takılı kalem, nirengi kanavasını üzerinde geziniyor ve bu noktaların karşıtları üzerine geliyordu. Ayrıca mikrometreden noktaya ait paralaks okunuyordu. Bu durum meydana geldikten sonra, pantoğrafın kalemini, nirengi kanavasını üzerindeki kara şebekesinin köşelerine birer birer getirdik ve her defasında uçan noktanın ormana mı yoksa orman olmayan bir yere mi isabet ettiğini inceledik. Sonuçları kaydettik. Bazı noktalar ormanla orman olmayan sahanın sınırına isabet etti. Bunların yarısını ormana isabet etmiş, diğer yarısını da orman olmayan yerlere isabet etmiş olarak kabul ettik ve buna göre kıymetlendirdik. Bazı kare köşeleri de, çalışma sahasının sınırına isabet etti. Bunların yarısını çalışma sahasının içinde diğer yarısını da dışında kabul ettik.

Bir ve ikinci fotoğraflar üzerindeki çalışmayı bitirdikten sonra, iki ve üçüncü fotoğrafları stereotopa yerleştirdik, nisbi ayarını yaptık. Bu fotoğrafların ortak sahası içinde bulunan ve kotları da bilinen 1, 2, 3, 4 noktaları yardımile mutlak ayar yaptık ve birinci stereoskopik modelde olduğu gibi, kanava üzerindeki kare şebekesinin köşelerine pantoğraf kaleminin ucunu getirerek uçan noktanın ormana isabet edip etmediğini araştırdık.

Aynı çalışmayı diğer fotoğraf çiftleriyle de yaptık 7 fotoğraftan 6 tane fotoğraf çifti, dolayısıyla 6 tane stereoskopik model meydana geldi. Hepsinde, kanavadaki kare köşelerinin karşıtlarının nerelere isabet ettiğini inceledik vardığımız sonuca göre: Kanava üzerinde, çalışma sahamızın içersinde 936 tane kare köşesi bulunmaktadır. Bunların 407 tanesi ormana 529 tanesi de orman olmayan yerlere isabet etmiştir. Demek ki arazinin 4070 dekarı orman, geri kalan 5290 dekarı da orman olmayan yerlerdir.

Kare köşelerinin 18 tanesi çalışma sahamızın sınırına isabet etmiştir. Bunların sıra ile birini içerde diğerini dışarda kabul ettik ve içerde saydığımız 9 noktayı kıymetlendirdik. 9 noktanın 4 ü ormana 5 i orman olmıyan yerlere isabet etti. Bu noktalar yukardaki rakamların içersine girmiştir.

936 kare köşesinden 20 tane orman ile orman olmıyan yerleri ayıran çizgilerin tam üzerlerine düşmüştür, bunların da yarısının ormanda, diğer yarısının orman olmıyan yerlerde bulunduğu kabul edilmiş ve buna göre kıymetlendirilmiştir.

Bir fotoğraf çiftinin stereotop aletine takılması ve nisbi ayarı ortalama 15 dakika, mutlak ayarı 4 saat, kare köşelerinin orman olup olmadığının incelenmesi de 1 saat sürmüştür. Bu sürelerin stereotopu yeni kullanmaya başlayan kimseye ait olduğunu hesaba katmak gerekir.

Stereotop aletile bu sonuçları elde ettikten sonra, 7 fotoğrafın herbirinde efektif sahaların sınırlarını çizdik. Daha sonra fotoğrafların herbirinde, hem çalışma sahamız içinde hem de efektif saha içinde kalan yerlerde noktaların arası bir sm olan bir gridi ve 3 No. lu şekilde görülen şaplonu uygulayarak orman olan ve olmıyan yerlerin oranlarını bulmaya çalıştık.

Gridi, doğrudan doğruya fotoğrafa koyarak yaptığımız ölçme sonucunda bütün sahada 917 nokta bulundu, bunun 402 tanesi ormana 515 tanesi de orman olmıyan yerlere isabet etti. Buna göre orman oranı % 43,8 orman olmıyan yerlerin oranı ise % 56,2 çıkmaktadır. Bu çalışmada da bazı noktalar çalışma sahasının sınırına ve ormanla orman olmıyan yerleri ayıran sınırlara isabet etmiştir. Bu noktalar, stereotopla çalışmada olduğu gibi, eşit sayıda olarak iki tarafa ayrılmış ve buna göre kıymetlendirilmiştir.

3 No.lu şekilde görülen radyal çizgili şaplonu, fotoğrafların üzerine birer birer yerleştirdik ve efektif saha içinde kalan radyal çizgilerin herbirinde kaç mm. uzunluğun ormana, kaç mm. nin de orman olmıyan yerlere isabet ettiğini araştırdık. 7 fotoğrafta ormana isabet eden uzunlukların toplamı 1794,1 mm, orman olmıyan yerlere isabet edenlerin toplamı da 2551,4 mm çıktı. Buna göre, çalışma sahamızın içine giren radyal, çizgilerin toplamı 4345,5 mm. tutmakta, orman oranı %41,3 orman olmıyan yerlerin oranı ise % 58,7 bulunmaktadır. Bu şaplon orman alanını vermemektedir. Toplam alanı nirengi kanavasından veya haritadan almak lâzımdır.

Stereotopla yaptığımız çalışmada orman alanına ait oran % 43,5

gridle yapılan da ise % 43,8 bulunmuştu. Şu halde gridle diğer fotoğraflarda bulunacak sonuçlar

$$\frac{43,8 - 43,5}{43,8} = \% 0,7$$

oranında küçültülünce stereotopun vereceği değerler elde edilecektir.

Radyal çizgili şaplonla yapılan ölçmede orman oranı % 41,3 bulundu Stereotopda % 43,5 bulunduğu göre Radyal çizgili şaplonla aynı çevrenin diğer fotoğraflarında yapılacak çalışmalardan elde edilecek sonuçlar

$$\frac{41,3 - 43,5}{41,3} = \% 4,8$$

oranında büyütülerek, stereotopun vereceği sonuçlar bulunabilecektir.

Yukarıdaki değerlere göre, gridin verdiği sonucun, radyal çizgili şaplonunkinden daha sıhhatli çıktığı görülmektedir. Bunun her zaman böyle olacağını idida etmiye imkân yoktur. Arazi şartlarına, fotoğraf, grid ve şaplonların özelliklerine göre bu değerler çok değişir. Bu değerlerin araştırılması zaruridir.

Radyal çizgili şaplonun daha sıhhatli sonuçlar vermesi gerektiği yukarda belirtilmiş ve nedenleri de açıklanmıştır.

## Ö Z E T

Geniş araziler içersine küçük gruplar halinde dağılmış veyahut, büyük bloklar halinde olmasına rağmen içersinde çok sayıda küçük açıklıklar bulunan ormanların toplam alanını klâsik metotlarla bulmak uzun çalışmaları gerektirmektedir. Bu tip çalışmada bir kaç orman grubunun veyahut açıklığının ölçülmeden geçilmiş olma ihtimali vardır. Hava fotoğrafları bütün orman gruplarını ve açıklıkları gözler önüne serdiğinden, bu ihtimali ortadan kaldırmaktadır. Hava fotoğrafları, arazide orman sınırlarını dolaşarak ölçü yapmak güçlüğü de ortadan kaldırmaktadır.

Hava fotoğraflarından faydalanarak süratli ve sıhhatli şekilde orman alanlarını bulmaya yarayan metotlar iki gruba ayrılır.

— Haritacılıkta kullanılan restitüsyon (kıymetlendirme) aletlerinden faydalanan metotlar

— Basit aletlerden ve şaplonlardan faydalanan metotlar

Düz arazilerin tam manasile düşey olarak çekilen fotoğrafları harita karakterine çok yakındır. Bu özellikteki fotoğraflar üzerindeki orman gruplarının veyahut haritası çizilmiş orman gruplarının alanları 3 şekilde bulunabilir.

- 1 — Mekanik aletlerden faydalanarak (plânimetrelerle)
- 2 — Köşe noktalarının koordinatlarından faydalanarak
- 3 — Poligonları geometrik şekillere bölerek

Bu metotların 1 ve 3 üncüsü tatbikatta çok kullanılmaktadır. Küçük ve dağınık gruplarda birinci metot yani plânimetreler, pratik olmadığı gibi sıhhatli sonuç da vermemektedir. 3 üncü gruba giren metotlardan biri olan Grid, küçük grupların alanlarının bulunmasında faydalı olmaktadır. Gridin noktaları ne kadar sık olursa sağladığı sıhhat derecesi de o kadar fazla olmaktadır.

Gridin sağladığı sıhhat derecesi

$$E^2 = \frac{(1 - P) t^2}{PN}$$

formülü ile hesaplanır.

Formüldeki terimler şunlardır :

E = Orman alanının yüzde kaç kadar hata yapıldığını gösteren değer

P = Orman alanının toplam alana oranı. Bu değer sayılan grid noktaları yardımıyla bulunur.

t = Bir haritaya aynı grid muhtelif pozisyonlarda konulursa, orman alanı için çeşitli değerler bulunur. Bu değerleri % 95 ini kapsıyacak sınırların bulunması için  $t = 1,96$  veya 2 alınması gerekir.

N = Arazinin tamamında bulunan grid noktası adedi.

1 No.lu şekilde görülen haritadaki orman alanı evvelâ noktalarının arası 1 sm olan gridle ölçülmüştür. Alan 7000 m<sup>2</sup>, orman oranı  $P = 0,30$  hata yüzdesi  $E = 0,20$  bulunmuştur. Aynı haritadaki orman alanı, noktalarının arası 0,5 sm olan gridle ölçülünce orman alanı 6525 m<sup>2</sup>, orman oranı  $p = 0,28$  hata yüzdesi 0,105 olmuştur.

Arazinin düz hava fotoğrafının da tam manasile düşey çekilmiş olması ihtimali çok azdır. Bu sebeple, küçük gruplar halinde dağil-

miş ormanların toplam alanlarını bulmak için restitüsyon aletlerinden veya şaplondan faydalanmak zarureti vardır.

Haritası yapılacak geniş arazilerde evvelâ nirengi şebekesi kurulur, gerekli ölçüler yapılarak nirengi noktalarının koordinatları ve kotları hesaplanır. Nirengi noktaları, koordinatlarına ve harita ölçeğine göre bir kâğıda yerleştirilir, buna nirengi kanavasası denir. Restitüsyon aletleri yardımıyla, hava fotoğraflarında görünen yollar, derele ve diğer çeşitli çizgiler nirengi kanavasasına geçirilir ve tesviye eğrileri çizilir. Böylelikle harita meydana gelir. Bunun için evvelâ fotoğraf çiftleri nirengi kanavasına oryente edilir.

Fotoğraflardaki bütün çizgi ve işaretleri haritaya geçirmeye imkân yoktur. Bu sebeple orman amenajman haritalarımızda 3 hektardan küçük açıklıkların ve orman gruplarının gösterilmemesi prensip olarak kabul edilmiştir. Fotoğrafta bulunan fakat haritaya geçirebilmek için fotoğraf çiftini ve haritayı yeniden bir restitüsyon aletine yerleştirmek ve oryantasyonunu yapmak gerekir. Oryantasyon daima harita çiziminden daha uzun zaman almaktadır.

Restitüsyon aletle orman alanını bulmak için, bütün orman grupları haritaya geçirilemediğinden şöyle hareket edilir. Harita üzerine bir kare şebekesi çizildikten veya bir grid yerleştirildikten sonra oryantasyon yapılır ve grid noktalarının ormana isabet edip etmediği incelenir. Bu metodun sıhhat derecesi harita ve fotoğrafların ölçeklerine, nirengi şebekesinin sıhhatine, restitüsyon aletinin kalitesine bağlıdır. Metot uzun zamana ihtiyaç göstermektedir. Diğer metotlarda çok sıhhatlidir fakat pratik değildir.

Normal bir gridi veya şekil 2 ve 3 de görülen şaplondan birini doğrudan doğruya arızalı araziye ait hava fotoğraflarının üzerine koyarak, her fotoğrafın efektif sahasındaki orman oranının yaklaşık olarak bulmak mümkündür. 4 No. lu şekil 2 No'daki şaplunun hangi prensibe göre yapıldığını açıklamaktadır 2 No. lu şekildeki şaplunun radyal istikamette çizgili şaplon denilmektedir. 3 No. lu şekildeki şaplon sınırlı tesadüf metoduna göre hazırlanmıştır.

Bu şaplondan birile çalışma yapılacaksa evvelâ incelenecek fotoğraflardan bir kaç tanesi seçilir. Herbirinin üzerindeki orman yüzdesi bir defa şaplanla bir defa da bir restitüsyon aletle veyahut arazide ölçme yapılarak bulunur. Aynı fotoğraflar için bulunan iki sonuç birbirile kıyaslanarak şaplunun hata yüzdesi bulunur. ve şaplon ile bulunan değerlerin hatasız hale gelmesi için nasıl bir katsayı ile çarpılması gerektiği ortaya çıkarılır.

Yukarda açıklanan metotları, Almanyanın güneydoğu batısında bulunan Karaorman içerisindeki bir arazide uyguladık. Yaklaşık olarak 2000×5500 m. büyüklüğünde bir dik dörtgeni andıran bu arazinin batısında rakım 530 m. doğusunda ise 1060 m. dir. Sahanın 1964 yılında yapılmış 1/25000 ölçekli ve 10 m aralıkla tesviye eğrisi geçirilmiş haritası ile 1965 yılında çekilmiş 1/10000 ölçekli siyah beyaz fotoğraflarından faydalanılmıştır.

Fotoğraflar üzerinde nirengi noktaları bulunmadığından, bunların herhangi bir restitüsyon aletine takılması mümkün olamamıştır. Arazi arızalı olduğu için basit redresörlerden de faydalanılamamıştır. Sahanın doğu ve batı kenarlarında bulunan ve haritada da görülen keskin noktalar aranmış ve 5 No.lu şekilde görülen A, B, C, D noktaları bulunmuştur. Kotları haritadan elde edilen bu noktalara dayanılarak bir havai nirengi zinciri kurulmuş ve 1/10000 ölçekli bir nirengi kanavasası elde edilmiştir. Havai nirengi yolu ile 10 nokta bulunmuş, böylelikle sahadaki nirengi adedi 14 e çıkmıştır. Bu nirengilerden faydalanmak suretile fotoğraf çiftlerini restitüsyon aletlerine takma imkânı sağlanmıştır. 10 noktanın kotları gene haritadan alınmıştır. 14 nirenginin çevrelediği saha çalışma alanı olarak kabul edilmiştir. Nirengi kanavasası üzerine, kenarları birer sm. olan bir kare şebekesi çizilmiş ve buna göre alanı hesaplanmıştır. Saha içine 936 kare köşesi girmiş buna göre de alan 9360 dekar bulunmuştur.

Fotoğraflar çiftler çiftler stereotop aletine takılmış ve nirengi kanavasasına oryente edilmiştir. Alet pantografinin kalemi sırasile kare köşelerine getirilmiş ve uçan noktanın streoskopik model üzerinde ormana mı yoksa orman olmiyan bir yere mi isabet ettiği araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonunda 936 noktadan 407 tanenin ormana 529 tanesinin de orman olmiyan yerlere isabet ettiği bulunmuştur. Buna göre orman oranı % 43,5 orman olmiyan yerlerin oranı ise % 56,5 çıkmaktadır.

3 No.lu şekildeki radyal çizgili şaplon, fotoğraflar üzerine birer birer yerleştirilerek, efektif saha içinde kalan çizgilerin her birinde kaç mm. uzunluğun ormana kaç mm. nin de orman olmiyan yerlere isabet ettiği araştırılmış neticede 1974,1 mm. nin ormana, 2551,4 mm. nin de orman olmiyan yerlere isabet ettiği görülmüştür. Buna göre de orman oranı % 41,3 orman olmiyan yerlerin oranı da % 58,7 çıkmaktadır.

Radyal çizgili şaplonla bulunacak sonuçları düzeltmek için, bunların

$$\frac{41,3 - 43,5}{41,3} = \% 4,8$$

büyütülmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Noktalarının arası 1 sm olan bir gridi doğrudan doğruya hava fotoğrafları üzerine koyarak orman oranı aranmış ve sonunda, bütün sahada 917 nokta olduğu bunun 402 tanesinin ormana 515 tanesinin de orman olmiyan yerlere isabet ettiği görülmüştür. Buna göre orman oranı % 43,8 orman olmiyan yerlerin oranı ise % 56,2 çıkmaktadır. Elde edilen bu sonuca göre: Grid doğrudan doğruya fotoğraflar üzerine konulmak suretile yapılacak çalışma sonunda bulunacak değerleri düzeltmek için sonuçların

$$\frac{43,8 - 43,5}{43,8} = \% 0,7$$

kadar küçültülmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Yukardaki değerlere göre, gridin verdiği sonuç, radyal çizgili şaplonunkinden daha sıhhatlidir. Bunun her zaman böyle olacağını iddia etmeye imkân yoktur. Arazi şartlarına, fotoğraf, grid ve şaplonların özelliklerine göre bu değerler çok değişir. Yapılacak çalışmalarla bu katsayıların araştırılması zaruridir.

Teorik düşüncelere göre, radyal çizgili şaplonun daha sıhhatli sonuçlar vermesi gerekir. İstisnai bir durum olarak bu çalışmada öyle çıkmamıştır.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Ermittlung der bewaldeten Fläche eines größeren Gebietes, wenn sowohl kleine Parzellen als auch große Waldblöcke erfasst werden, erfordert bei der Anwendung herkömmlicher terrestrischer Vermessungsverfahren unverhältnismäßig viel Arbeitszeit. Die Durchführung einer solchen Inventur mit Hilfe von Luftbildern hat mehrere Vorteile, insbesondere erhebliche Verminderung der Geländearbeit und der unmittelbar ausschauliche Eindruck der Waldflächenverteilung aus der Vogelschau.

Man kann zwei Gruppen der Auswertungsmethoden unterscheiden:

1 — Stereokartierungsverfahren

2 — Stichprobeerhebungen ohne Kartierung, die mit Hilfe einfacher Geräte und Auswertungsschablonen durchgeführt werden können.

Die Flächenermittlung von Waldgebieten (bei ebenem Gelände oder Vorhandensein von guten Karten) kann auf vielerlei Weise erfolgen :

- 1 — Mechanische Ermittlung (Planimetrierung)
- 2 — EDV über Koordinatenwerte der Eckpunkte
- 3 — Aufgliederung komplizierter Flächenfiguren in verschiedene einfache, regelmäßige geometrische Flächenelemente
- 4 — Auszählung von Elementen einer Interpretationsschablone

In der Praxis der türkischen Forstverwaltung finden die Methoden 1-3 selten Anwendung, weil sie zu kompliziert, zu arbeitsaufwendig oder zu ungenau sind.

Die Flächenermittlung mit einem Punktgitternetz, einer Methode, die in die letztgenannte Gruppe einzuordnen wäre, kann schnell und einfach erfolgen; die Genauigkeit hängt von der Punktdichte ab und läßt sich nach der folgenden Formel berechnen :

$$E^2 = \frac{(1 - P) t^2}{P \cdot N} \quad (\text{Loetsch})$$

Am Beispiel der Karte Nr.1 ergeben sich folgende Zahlen :

Methode	Waldfläche	Bewaldungs %	Fehler %
Punktgitternetz 1 cm	7000 m <sup>2</sup>	0,30	0,20
Punktgitternetz 0,5 cm	6525 m <sup>2</sup>	0,28	0,105

Die Anwendung der Methode ist an Verhältnisse gebunden (ebene Lagen, gute Senkrechtluftbilder), die in der Praxis selten gegeben sind. Um Fehl-Interpretationen als Folge der Maßstabsunterschiede zu vermeiden, wurde eine Variation dieser Methode entworfen, bei der die Interpretationsschablone mit einem Stereokartiergerät kombiniert wird.

In Gebieten, wo keine geeignete Karte vorhanden ist, wird eine solche aus Luftbildern hergestellt. Der erste Schritt dazu ist die Durchführung einer Radialtriangulation. Der so gewonnene Landschafts-Grundriß wird durch Kartierung der Wege, Bäche und wichtiger

stüderer Linien ergänzt. Es können jedoch nicht alle Flächen kartiert werden. Prinzipiell bleiben isolierte Blößen oder isolierte Waldparzellen unter 3 ha Größe bei der Herstellung von Einrichtungskarten unberücksichtigt.

Die Herstellung einer groben Kartenskizze erfordert weniger Zeit als eine sorgfältige Kartenergänzung mittels Stereokartiergeräts.

Die Berechnung der Waldfläche mittels Stereo-Kartiergerät und Schablone geht folgendermaßen vor sich:

Zuerst wird das Punkt oder Quadratgitternetz auf die Karte gelegt, werden die Bilder orientiert und die Punktübereinstimmung mit der Karte überprüft. In weiteren Verlauf wird mittels Stereokartiergerät untersucht, welchen Stellen im Luftbild die der Karte aufliegenden Punkte der Interpretationsschablone entsprechen; die Genauigkeit dieser Methode hängt von Maßstabverhältnis zwischen Karte und Luftbild, der Genauigkeit der Paßpunktbestimmung und der Meßgenauigkeit des benutzten Geräts ab.

Die beschriebene Auswertungsmethode ist zwar sehr zuverlässig, aber für praktische Inventuren zu zeitraubend und umständlich. Immerhin gibt sie die Möglichkeit, im stark kuperten Gelände mittels eines normalen Punktgitternetzes oder anderen Schablonen (vgl. Abb. 2-3) das «wahre» Bewaldungsprozent zu ermitteln. Abb. 4 verdeutlicht das Prinzip der Radiallinienschablone. Schablone Nr.2 wurde aufgrund beschränkt zufälligen Auswahlmethode vorbereitet. Die Eignung der verschiedenen Schablonen kann untersucht werden, indem innerhalb eines durch eine Auswahl von Luftbildern repräsentierten Testgebietes der mit ihnen jeweils ermittelte Waldanteil mit dem «wahren» Wert (=Ergebnis der Auswertung mit Stereokartiergerät u. Schablone) verglichen wird. Systematische Fehler der Schablonen können durch Korrekturfaktoren eliminiert werden. Eine derartige Untersuchung mit verschiedenen Schablonen wurde in einem etwa 1100 ha großen Gebiet im Schwarzwald (Deutschland) durchgeführt. Als Grundlage dienten Luftbilder von mittleren Maßstab 1: 10000 aus den Jahre 1965. Die Höhenlage des Gebietes variiert zwischen 530 m ü. NN u. 1060 m ü. NN. Weil die Paßpunkte der topografischen Karte 1: 25000 entnommen wurden, war eine Orientierung des benutzten Stereokartiergerät schwierig. Wegen der starken Geländereief kam einfache Umzeichnung nicht in Betracht. Deshalb wurden in den Ecken des Inventurgebietes vier markante

Höhenpaßpunkte der Karte entnommen (A, B, C, D). Diese dienten als Grundlage einer Radialtriangulation in Maßstab 1: 10000, durch die 10 weitere Paßpunkte gewonnen wurden. Das von diesen 14 Punkten abgegrenzte Gebiet wurde als Arbeitsberich genommen; die Punkte ermöglichten die Orientierung des Stereotops mit hinreichenden Genauigkeit. Das gesamte Gebiet von 936 ha wird von 936 Punkten einer 1 cm. Punktschablone repräsentiert. Beim Aufsitzen des Pantografen auf einem Punkt der Schablone auf der Kartenskizze der Radialtriangulation wird kontrolliert, wo sich gleichzeitig die Meßmarke des Stereotops im Bildbereich befindet, danach wird über die Zuordnung des Punktes zu Wald und Nichtwald entschieden. Auf diese Weise wurde die tatsächliche Waldverteilung mit 43,5% ermittelt. Eine Interpretation nach einer Radialschablone ohne Korrektur durch ein Stereokartiergerät ergab ein Bewaldungsprozent von 41,3%, der Korrekturfaktor dieser Schablone wurde 4,8% ermittelt. Ein Punktgitternetz ergab bei entsprechender Wendung 43,8% Bewaldung und einen Korrekturfaktor von 0,7% gegenüber dem «wahren», korrigierten Wert.

Das Interpretationsergebnis des Punktgitternetzes war im vorliegenden Fall besser als mit einer Radiallinien-schablone ermittelte .

#### L I T E R A T Ü R

1. Alemdağ, Şeref : Ormancılıkta Fotogrametri (1953).
2. Arthur M. Mayer : Forestry Handbook (1956).
3. Aytac, Mustafa : Mühendislikte Fotogrametri. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayını. Yıl 1956, Sayfa 364.
4. Eraslan, İsmail Prof. Dr. : Orman Amenajmanı (1971).
5. Gene, Avery : Forester's Guide to Aerial Photo Interpretation.
6. R. Hugerhoff : Fotogrametrinin Orman Ölçmelerinde ve Orman Taksasyonunda Bugünkü ve Gelecekteki Durumu. (Çeviren : Prof. Dr. Faik Tavşanoğlu). Orman ve Av Dergisi. Mayıs 1950, Sayı : 5.
7. KISSAM, Philip : Surveying for Civil Engineering (1956).
8. H. Oakley Sharp : Practical Photogrammetry.
9. Seely H.E. : The use of Air Photographs for Forestry.
10. Spurr, S. : Forest Inventory.
11. Spurr, S. : Photogrammetry and Photo - Interpretation.
12. Spurr, S. : Photogrammetry and Photo Interpretation. New York. Sahife: 472.
13. Spurr, S. : Aerial Photographs in Forestry (1948).
14. M. Zeller Photogrammetry, Bertil Hallert : Elements of Photogrammetry.
15. War Department U.S.A. : Surveying, Ekim 1940.
16. Wilfred, H. Baker : Elements of Photogrammetry.