

## BATIDAKİ ORMANLARDA BÖCEK ZARARLARININ HAVA FOTOĞRAFLARIYLA TESBİTİ

Yazan : J. F. Wear, R. B. Pope, P. W. Orr Çeviren: Doç. Dr. T. TOKMANOĞLU

### Fotoğraf Çekecek Müesseseden İstenecek Hususlar

Fotoğraf çekecek müesseseden istenecek hususları tesbit etmek için, evvelce fotoğraf çektirmiş ormancılıkla ilgili müesseselerle bağlantı kurmak ve bu konuda yayınlanmış broşürleri okumak gerekmektedir. Yol güzergâhlarının tesbiti için bazan büyük ölçekli fotoğraflar çekilmektedir, bunlardan faydalanmak ihtimali de mevcuttur. Genel olarak ormandaki böcek zararlarını tesbit etmek için özel fotoğraflar çekmek gerekmektedir. Bu özel fotoğraflar hem ormancılar için hem de fotoğraf çeken müesseseler için yeni ve değişik bir fotoğraftır.

1/10 000 ve daha büyük ölçekli hava fotoğraflarının alınması için odak mesafesi asgari 12 inch (30,5 sm.) olan ve  $9 \times 9$  inch ( $23 \times 23$  sm.) büyüklüğünde fotoğraflar çeken makineler kullanılmaktadır. Bunlar özel makinelerdir. Diğer makinelerle çekilen fotoğraflarda boyuna örtme genel olarak % 60 olduğu halde, bu makinelerle çekilen fotoğraflarda boyuna örtme oranı % 70 veya % 80 olarak alınmaktadır. Örtme oranının bu kadar büyük alınmasının sebebi Stereoskopik görüntüde paralaks farklarının küçük olmasını sağlamak veyahut tek fotoğraf üzerindeki kayma<sup>2</sup> miktarlarının küçük olmasını sağlamak içindir. Kayma miktarı büyüdükçe stereoskopik görüntüyü sağlamak da güçleşmektedir.

1) Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı, Orman Teşkilâtına bağlı «Kuzeybatı Pasifik Orman ve Mer'a Araştırma İstasyonu» tarafından 1966 yılında yayınlanmış bir broşürdür.

2) Düz bir arazinin düşey olarak çekilmiş fotoğrafına harita gözü ile bakılabilir. Arazi üzerinde yükseklikler bulunduğu takdirde fotoğraf harita özelliğinden uzaklaşır. Yüksekliklerin miktarı arttıkça fotoğrafın harita olarak kullanılma özelliği azalır. Çünkü noktalar fotoğraf üzerinde bulunmaları gereken yerden uzaklaşırlar. Bu uzaklaşma miktarına kayma (Displacement) denilir ve

$$d = r \frac{h}{H} \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

Büyük ölçekli fotoğraflarda, fotoğraf ölçeğinin tesbiti de güç olmaktadır. Bir grup içinde bulunan fotoğrafların tümü için bir ölçek tesbit edilmekte ve deneme alanlarının büyüklükleri de bu ölçeğe göre hesaplanmaktadır. Normal fotoğrafların ölçeklerini tesbit etmek için belirli 2 nokta arasındaki mesafe bir defa fotoğraf üzerinde bir defa da harita üzerinde ölçülür. Bulunan değerlerden fotoğraf ölçeği elde edilir. Büyük ölçekli fotoğrafların gösterdikleri sahalara küçüktür<sup>1</sup>, bu sebeple aynı fotoğraf üzerinde haritada karşılığı bulunan belirli 2 nokta bulmak güç olmaktadır.

Büyük ölçekli fotoğraflardan başka, birde normal ölçekli fotoğraflar varsa evvelâ harita yardımıyla normal ölçekli fotoğrafların ölçeği bulunur. Sonra normal ölçekli fotoğraf yardımıyla büyük ölçekli fotoğrafın ölçeği bulunur. Eğer normal ölçekli fotoğraf yoksa vehayut mevcut normal ölçekli fotoğraflar yukardaki gayeyi gerçekleştirecek kalitede değillerse büyük ölçekli fotoğrafların ölçeklerini bulabilmek için bu fotoğrafların çekiminden evvel bazı tedbirlerin alınması gerekir. Bu tedbirlerden bir tanesi deneme alanlarının her birinin rakımını topoğrafik haritadan almak ve fotoğrafları çekecek uçağın altimetresini kullanmak suretiyle belirli bir yükseklikten uçmasını sağlamaktır.<sup>2</sup> Diğer

#### Formüle

d = Kayma miktarı,

r = Fotoğraf merkezi ile nokta arasındaki mesafe,

h = Arazide noktanın yüksekliği (mesela ağacın boyu),

H = Uçuş yüksekliği (ağacın dibinden itibaren uçuş yüksekliği).

Boyuna örtme oranı fazla olunca, bir fotoğrafta kenarda veya kenara yakın bir yerde bulunan nokta, komşu fotoğraflarda veyahut daha sonraki fotoğraflarda merkeze yakın bir yerde bulunacak ve formüldeki r küçük olacaktır. r küçük olursa kayma miktarı d de küçük çıkacaktır. Fazla bilgi için Doç. Dr. Serif Alındağ tarafından yazılmış bulunan (Ormancılıkta Fotogrametri) isimli kitabın 43-47 inci sayfalarına bakınız (Çeviren).

1) Mesela 1/5000 ölçekli fotoğraf büyük ölçekli bir fotoğraftır. 20 x 20 sm. büyüklüğünde ve 1/5000 ölçeğindeki bir fotoğrafın gösterdiği saha kenarları 1 Klm. olan bir karedir. 1/20 000 ölçekli fotoğraf küçük ölçekli bir fotoğraftır. 20 x 20 sm. büyüklüğünde ve 1/20 000 ölçeğindeki bir fotoğrafın gösterdiği saha kenarları 4 er Klm. olan bir karedir. Yani 16 Klm. karedir. (Çeviren)

2) Fotoğrafın ölçeği 2 şekilde bulunur. Birincisi yukarıda açıklandığı üzere fotoğraf üzerindeki bir uzunluğu arazideki karşılığına bölmek suretiyle, ikincisi de

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H}$$

formülünden faydalanmak suretiyle yapılır. Objektifin odak mesafesi f bellidir. Uçuş yüksekliği H altimetre ile tesbit edilirse ölçek bulunur. (Çeviren).

bir yol uçağın yükseklik ölçmiye yarıyan radarını (radar altimetre) kullanmak suretiyle deneme alanlarının her birinin fotoğrafı çekildiği anda, uçağın yerden (deneme alanından) yüksekliğini tesbit etmektir.

Deneme alanlarının büyük ölçekli ve renkli fotoğraflarının alınması kendine has bir çok özellikleri bulunan bir iştir. Fotoğraf üzerinde alınan deneme alanları genellikle sık ormanla kaplı bulunmaktadır. Bu saha içinde keskin görünüşlü noktalar ekseriya bulunmamaktadır. Detay noktası da çok azdır. Bir deneme alanı gösteren büyük ölçekli fotoğrafın normal ölçekli fotoğraftaki yerini bulmak bir hayli maharet isteyen bir iştir. Deneme alanlarının büyük ölçekli fotoğraflarını aldmayı arzu eden ormancıların, fotoğraflarla uzun zaman uğraşmış kim-seler kadar tecrübe kazanmaları gerekmektedir.

(Karşıt deneme alanları alma) metodunu uygulayarak ormandaki böceklerin yapmakta oldukları zararları tesbit edebilmek için, kaliteli ve ihtiyaca uygun fotoğrafların çekilmesi şarttır. Kaliteli ve ihtiyaca uygun fotoğraf deyimi ile nelerin kastedildiğini detaylı olarak açıklamak çok güçtür. Fotoğrafları, çeken müesseseden teslim alacak olan ormancıların veyahut temsilcilerinin bir kurstan geçirilerek kaliteli ve ihtiyaca uygun fotoğrafları ayırdedebilir hale gelmeleri zaruridir.

Fotoğraflar keskin çizgili ve net olmalıdır. Pankromatik filim kullanılarak çekilen fotoğraflarda çok çeşitli tonlar bulunmaktadır. Bu fotoğraflar orta kaliteye kıyasla biraz daha yumuşak veya biraz daha hafif tonda tabedilecek olursa, orman envanterine veya orman amenajmanına çok elverişli olmaktadırlar. Haritacılık ihtiyaçları için biraz daha koyu fotoğraflar arzu edilmektedir. Parlak fotoğraflar yarı mat fotoğraflara kıyasla daha fazla detay göstermektedirler. Bu sebeple de enterpretasyon için parlak fotoğraflar tercih edilmektedirler, fakat parlak fotoğraflar arazi kontrolleri için elverişli bulunmamaktadır. Renkli fotoğraflar gözlere alışık oldukları manzarayı ve renkleri aynen vermektedirler. Ektochrome infrared fotoğraflar, kırmızı ve yeşil rengin çeşitli tonlarını mükemmel bir şekilde belirtmektedirler.

(Karşıt deneme alanları alma) metodunda yalnız deneme alanlarının büyük ölçekli fotoğrafları alınmaktadır. Bu fotoğrafların harita veya küçük ölçekli fotoğraf üzerinde tesbit edilen deneme alanlarının tam üzerine isabet edeceği ümit edilmemelidir. Harita veya küçük ölçekli fotoğraf üzerinde deneme alanlarının yerleri ister tesadüf metodu ile isterse sistematik metodla tesbit edilsin, büyük ölçekli fotoğrafları bu yerlerin tam üzerine isabet ettirmeye imkân yoktur. Fakat yakınında

bir yere isabet eder. Bu ayrılışda bir tarafgirlik bahis konusu değildir, bu sebeple büyük ölçekli fotoğrafın gösterdiği saha deneme alanı olarak kabul edilebilir.

## **FOTOĞRAF ENTERPRETASYONU**

Enterpretörlerin ödevi fotoğrafları tetkik etmek, ölmüş veya böceklerden zarar görmüş ağaçları tesbit etmek, ayrıca belirli bir büyüklüğü aşmış olan hasta veya ölü ağaçları saymak veya bunların hacimlerini bulmaktır. Enterpretörler ödevlerini yapabilmek için bir kurstan geçirilirler, karşıt deneme alanları sayesinde de bir anahtara malik bulunmaktadırlar, aşağıda açıklanan aletleri kullanır ve yine aşağıda açıklanan çeşitli metodları uygularlar.

### **Eğitim**

Ormandaki böceklerin zararlarını tesbit edecek enterpretörün hiç olmazsa (ormancılık gayesiyle fotoğraf enterpretasyonu) kursundan geçmiş olması lâzımdır. Bu kurstan geçen kimsenin gözü hava fotoğraflarına alışıktır, resimleri stereoskopik görmekte güçlük çekmez, ağaç cinslerini özellikleri sayesinde birbirinden ayırt edebilir. Enterpretör bu açıklananlara ilâve olarak ormanlarda böceklerden zarar gören ağaçları da ayırt edebilmelidir.

Enterpretör nekadar yetişkin olursa olsun, üzerinde yeni çalışacak olduğu fotoğraflarla bir müddet egzersiz yapması zaruridir. Bu ihtiyacı karşılamak gayesiyle asıl işe başlamadan evvel bir ön çalışma yapılır. Enterpretörler evvelâ fotoğraf üzerinde birkaç deneme alanı alırlar ve bu deneme alanlarının içlerini tetkik ederek gördüklerini not ederler. Sonra araziye giderek deneme alanlarının yerlerini bulurlar. Arazide gördükleriyle notlarını karşılaştırırlar. Böylelikle fotoğraf etüdlerine ait hatalarını görürler. Hata miktarı bir limit değere ininceye kadar bu egzersizleri tekrarlamak gerekir.

### **Deneme alanlarının yerlerinin tesbiti**

Enterpretasyon çalışmalarına başlamadan evvel deneme alanlarının yerleri ve sınırları fotoğraflar üzerinde çizilmelidir. Deneme alanlarının büyük ölçekli fotoğraflarını çekecek olan müessese, bu alanların harita üzerine hatta ayrıca küçük ölçekli fotoğraf üzerine çizilmesini ister. Çekilecek fotoğrafların arzu edilen yerlere isabet edebilmesi için evvelâ arzu edilen yerlerin sıhhatli bir şekilde belli edilmesi gerekir. Müesse-

se bu yeri kapsıyacak şekilde 2 veya 3 tane fotoğraf alacaktır. Fotoğrafların deneme alanını kapsamaması halinde müessese enterpretörlere karşı mahcup olacaktır. Bazen deneme alanı yeni çekilen büyük ölçekli fotoğrafların kapsadığı sahanın tam ortasına düşer, bazen de kenarına yakın bir yere düşer. Bazen de yeni çekilen fotoğrafların tamamen dışında kalır.

Bu durumlarda mantıki çözüm yolu deneme alanını fotoğrafların kapsadığı sahanın ortasına taşımaktır. Deneme alanının taşınması işinde taraf tutmak bahis konusu olmayacağı için bu iş makul görülür. Eğer stereoskopik görüntü elde etmek gayesile her deneme alanı için bir çift fotoğraf çekilecekse, deneme alanı bu fotoğrafların merkezlerini birleştiren doğrunun ortasında olmalıdır. Eğer her deneme alanı için 3 fotoğraf çekilecekse deneme alanı ortadaki fotoğrafın merkezinde bulunmalıdır.

Deneme alanlarının merkezleri fotoğraflar üzerine işaret edilebilir. Bir şeffaf kâğıt veya asetat üzerine deneme alanı fotoğraf ölçeğine göre çizilir ve merkezi işaret edilir. Şeffaf kâğıt fotoğraf üzerine konular ve merkez noktası fotoğraftaki nokta ile çakıştırılır. Şeffaf kâğıt üzerindeki çizgiler üzerinde çalışılacak deneme alanının sınırlarını gösterir. Deneme alanlarının sınırlarını fotoğraflar üzerine çizmekte mümkündür. Her iki metotta uygulanmaktadır. Her deneme alanına ait fotoğraf ölçeği yukarıda açıklanan metodlardan biri uygulanarak muhakkak tesbit edilmelidir. Çizilecek deneme alanının büyüklüğü bu ölçeğe göre değişir.

### Enterpretasyon Metodları

Enterpretasyon çalışmalarında evvelâ fotoğraf çiftleri biraraya getirilerek stereoskopik görüntü elde edilir, sonra stereoskopik görüntü üzerinde envanteri yapılacak ağaçlar sistematik olarak araştırılır. Son 12 ay içinde böceklerden zarar görmüş hasta veya ölü ağaçlar sayılır veya herbirinin hacmi tesbit edilir.

Stereoskopik görüntüyü elde edebilmek için fotoğraf çiftlerinin birbirlerine oryante edilmesinin belirli bir metodu vardır. Her fotoğrafta komşu fotoğraf ile ortak sahası içinde bulunan prensipal nokta ve bağlantı noktası<sup>1</sup> bulunur. Bunlar birleştirilerek uçuş istikametleri elde

<sup>1</sup>) Fotoğraf makinesinde optik eksenin filim düzlemine değdiği noktaya prensipal nokta denilir. Fotogrametri işlerinde kullanılan makineler prensipal noktanın fotoğraflar üzerinde tesbitine imkân verirler. Fotoğrafların kenarlarında ve takriben orta kısımlarında birer işaret bulunur. Bu işaretler karşılıklı

edilir. İki komşu fotoğraf, uçuş istikametleri aynı doğru üzerinde olmak şartıyla stereoskop altına yerleştirilirlerse en net stereoskopik görüntü elde edilir. Bu pozisyonda görüntünün her parçası nettir. Pankromatik veya renkli filim kullanılarak elde edilen fotoğrafların enterpretasyonları cep stereoskopları veya aynalı stereoskoplar yardımıyla yapılır. Renkli filimlerle stereoskopik görüntüyü elde edebilmek için bu filimlerin ışıklı masa üzerine konulması lâzımdır. Cep stereoskopu kullanılabırsa masa üzerine bir yarık açmak lâzımdır.<sup>1</sup> Fotoğrafların birbirlerine yakın olan kenarları bu yarığa sokularak fotoğraf merkezleri arasındaki mesafe küçültülür. Böylelikle aynı yere ait 2 görüntünün cep stereoskopunun mercekları altına gelmesi sağlanır. Aynalı stereoskop kullanıldığı takdirde fotoğraf merkezleri arasındaki mesafeyi küçültmeye ihtiyaç yoktur. Bu sebeple de masaya yarık açmaya lüzum kalmaz. Renkli filimleri stereoskopik olarak incelemek için Delf şehrinde bir stereoskop geliştirilmiş bulunmaktadır. Bu stereoskopta ışıklı masa, çeşitli büyültme kudretine sahip mercekler ve ayar edilebilen ışıklar bulunmaktadır. Bu alet sayesinde filmin aynı renk tonunda olmaları parçalarına değişik miktarlarda ışık vermek suretile bir denge meydana getirmek mümkündür. Arzu edilen kısımların ışığını azaltmak veya çoğaltmak suretile enterpretasyon imkânı arttırılabilmektedir.

Deneme alanının içinde bulunan ölmüş veya böcekten zarar görmüş ağaçları tesbit ederken, herhangi bir ağacı kaçırma ihtimalini asgariye indirmek için enterpretörler sistematik metoddan faydalanırlar. Dene-

---

olarak birleştirildiği takdirde prensipal nokta elde edilir. Fotoğraflar birbirlerini % 50 den fazla bir oranda örtükleri için, bir fotoğrafın prensipal noktası ve çevresi komşu fotoğrafta görünür. Bir fotoğrafın orta kısmında kendi prensipal noktası, ayrıca bir evvelki ve bir sonraki fotoğrafların prensipal noktaları bulurur. Bir evvelki ve bir sonraki fotoğrafların prensipal noktalarının ortadaki fotoğraf üzerinde bulunan karşılıklarına bağlantı noktaları denir. Bir fotoğraf üzerindeki 2 bağlantı noktası birer doğru ile prensipal noktaya birleştirilirse uçuş istikametleri elde edilir. (Çeviren).

1) Cep stereoskoplarında mercekler arasındaki mesafe insan gözleri arasındaki mesafeye esittir. Komşu 2 fotoğrafın ortak noktaları, stereoskopik görüntüyü elde edebilmek gayesiyle merceklerin altına getirildiği takdirde fotoğraflar büyük çapta birbirini örter ve ortak saha görünmez olur. Bu sebeple de stereoskopik görüntü de elde edilmez. Buna mani olmak için masa üzerine bir yarık açılır ve fotoğrafların iç kısmında bulunan kenarları bu yarığa sokulur. Aynalı stereoskopta böyle bir problem yoktur. Aynaların arası insan gözleri arasındaki mesafeden çok fazladır. fotoğraflar birbirlerini örtmeden aynaları altına yerleştirilebilir. (Çeviren).

me alanının üzerine, karelere veya dikdörtgenlere bölünmüş bir grid yerleştirilir. Bu kare veya dikdörtgenler sıra ile alınır ve herbirinin içindeki ölmüş veya böceklerden zarar görmüş ağaçlar tesbit edilir. Bir deneme alanındaki tesbit bittikten sonra grid ikinci deneme alanına götürülür. Kare veya dikdörtgenlerden her birinin içindeki ölmüş veya böceklerden zarar görmüş ağaçlar itina ile araştırılır ve kaydedilir.

Seyrek meşcerelerde ağaçların gölgeleri görülür. Bu gölgelere dikkat etmek gerekir. Ekseri ağaçlar tepeden görünüşlerinde zor tanınırlar, bunların yerdeki gölgeleri yandan görünüşlerini verir. Yandan görünüş ağaçların tanınma imkânını artırır. Birbirine yakın bulunan iki veya daha fazla ağaç, tepe çatıları birleşmiş olacağı için yukardan bakışla tek ağaç gibi görünebilir. Gölgelerine dikkat edilerek bunların iki ağaç oldukları anlaşılabilir. Bazen sıhhatli bir ağaç yakınında bulunan hastalıklı veya ölü bir ağacı kısmen veya tamamen örtebilir. Bunları da gölgeleri yardımı ile birbirinden ayırt etme imkânı daha fazladır. Tepe çatılarının gölgelerinin koyuluk dereceleri ağaçların ölüm tarihleri hakkında fikir verebilmektedir. Sıhhatli ağaçların tepe çatılarında çok sayıda yaprak bulunduğu için gölgeleri koyu renklidir. Hastalıklı veya ölmüş ağaçların tepe çatılarında az sayıda yaprak bulunduğu için gölgeleri açık renklidir.

Ölü ağaçlar tesbit edilirken, ölü ağaç ile tepesi kuru ağacın birbirine karıştırılmaması gerekir. Ölü ağaç ile tepesi kuru ağacı birbirinden ayırt etmek hayli güç bir iştir. Tepesi kuru ağacın aşağı kısımlarında bir miktar yeşil yaprak bulunur, bunu görebilmek her zaman mümkün olmaz. Fotoğraf kenarlarına düşen ağaçlarda bu durum, orta kısımlarda bulunanlara kıyasla daha kolay tesbit edilir. Çünkü: Orta kısımlardaki ağaçlar tepeden görünür, kenarlardakiler ise nisbeten yandan görünürler. Eğik çekilmiş fotoğraf durumundadırlar. Eğer deneme alanlarından her biri için 3 veya daha fazla fotoğraf çekilecek olursa, şüpheli olan ağaçlar her fotoğrafta ayrı ayrı incelenir ve kesin karara bağlanır.

Ölmüş ve böceklerden zarar görmüş ağaçlar çok çeşitli şekillerde görünmelerine rağmen her filim tipinde bunları ayırt edebilmek için bazı hükümler vermek mümkündür.

### 1 — Panchromatik filim kullanılarak çekilen fotoğraflar :

Hiç bir zarara uğramamış yeşil renkli ibreli ağaçların tepe çatıları bu fotoğraflarda koyu renkli görünür. Ölmek üzere bulunan ibreleri sa-

riya, portakal rengine veya kırmızıya dönmiye başlamış olanlar ise açık renkli görünür. Bilhassa objektiflere portakal rengi veya kırmızı filtre takılarak fotoğrafların çekilmesi halinde durum daha belirli olur. Bir ağacın bütün yaprakları kurur, fakat dökülmeyip ağaç üzerinde durursa bu ağaç resimde dolgun bir tepe çatısına sahip ve pürüssüz olarak görünür. Kuruyan yapraklarının bir kısmı dökülen ağaçlar, resimde zayıf tepe çatısına sahip koyu gri renkte ve pürüzlü görünürler. Yapraklarının tamamı ve sürgünleri kuruyup dökülen ağaçlar açık renkte ve iskeletleşmiş şekilde görülürler.

## 2 — Renkli film ve bu filimlerden elde edilen renkli fotoğraflar

Renkli filimler ve bu filimlerden elde edilen renkli fotoğraflar arazideki bütün objeleri hakiki renkleriyle gösterirler. Herhangi bir zarara uğramamış yapraklar bu fotoğraflarda renklerle görünürler. Zarar gören yapraklar zararın derecesine göre sırasile sarı, portakal rengi, kırmızı ve kahverenklerine bürünür ve bu şekilde görünürler. İbrelere tamamen dökülen iğne yapraklı ağaçlar pembemsi bir renkte görünürler. İbrelereinden sonra, küçük sürgünleri de kuruyup dökülen ibrelili ağaçlar, açık gri renkte görünürler. Küçük sürgünlerinden sonra küçük dallarını da dökken ağaçların fotoğraflarda dalları ve gövdeleri görünür. Bu son safhadır, sonra hiç bir değişiklik olmaz.

## 3 — Ektochrome İnfared Filimler :

Bu filimler objelerin arazideki renklerini tamamiyle değişik şekilde göstermektedirler. Yeşil yapraklar bu filimlerde kırmızı görünürler. Yaşlı ve büyük ağaçların yeşil yaprakları koyu kırmızı, küçük ağaçların ve fidanların ki ise açık pembe renkte görünürler. Zarara uğrayan ağaçlar zarar derecesine göre evvelâ donuk koyu kırmızı, yaprakları tamamen kuruduktan sonra sarımsı yeşil, yapraklar dökülürken yeşilden koyu yeşile doğru çeşitli tonlarda görünürler.

Enterpretörler ya zarara uğrayan ağaçları sayarlar veyahut bu ağaçların hacimlerini bulurlar. Şayet hem sayılması hemde hacimlerinin bulunması isteniyorsa bu iki işi bir arada yapmak uygundur. Evvelâ saymak, sonra da teker teker ele alıp hacimlerini bulmak işi uzatır.

Fotoğraflar üzerinde alınan deneme alanları içindeki ölmüş veya zarara uğramış ağaçların sayımında veyahut hacimlerinin bulunmasında çok titiz davranmak gerekir. Bu tesbitlerde yapılan küçük hataların sonuç üzerindeki etkileri büyük olmaktadır. Orta veya büyük çap sını-



fına giren bir kaç ağacın atlanması halinde, toplam hacim hakikatte olduğundan çok küçük çıkabilir. Zarara uğramış veya tamamen ölmüş ağaçların adetleri sayılırken küçük ağaçlara bilhassa dikkat etmek gerekir. Adet saymada küçük ağaç büyük ağaç kadar önem taşır. Bir deneme alanındaki hastalıklı ağaçların hacmi az hatalı olarak tesbit edilirse bunun sonuç üzerindeki etkisi az olur. Tabiatıyla bu hüküm objektif hareket edilmiş olmak şartıyla doğrudur.

Ölmüş veya böceklerden zarar görmüş ağaçların hacimlerini bulmak için fotoğraf üzerinde bu ağaçların boyları ve tepe çatılarının çapları ölçülür, sonra (Hava Fotoğrafları Ağaç Hacim Tablosu) ndan hacimleri bulunur. İşi kolaylaştırmak gayesiyle hacim tablosundaki ağaçlar tepe çatılarının çaplarına göre geniş çap sınıflarına ayrılırlar. Meselâ tepe çatıları büyük, orta ve küçük ağaçlar şeklinde sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırmada ağaç boyu hiç hesaba katılmazsa tek kirişli (tek değişkenli) bir hacim tablosu elde edilir. Ağaç boyu da hesaba katılırsa iki kirişli (iki değişkenli) bir hacim tablosu elde edilir. Bu küçük hacim tablosundan faydalanılmak suretiyle deneme alanlarının her birinde bulunan ölmüş veya zarara uğramış ağaçların hacimleri bulunur ve toplanır. Böylelikle deneme alanlarının her birindeki zarar gören ağaçların toplam hacmi elde edilir. Fotoğraf üzerinde alınan bir deneme alanında tesbit edilen zarara uğramış ağaçların hacminin aynı deneme alanı arazide bulunup içersinde zarara uğramış ağaçların hacmi tesbit edildiği zaman elde edilecek değere eşit olması şart değildir. Yalnız bu iki değer arasında makul görülebilecek bir oranın bulunması gerekir.

### Arazide Yapılan İşler

Arazide çalışan ekibin ödevi arazide alınması gereken deneme alanlarının yerlerini bulmak ve bu deneme alanları içindeki ölmüş veyahut zarara uğramış ağaçları saymak veya hacimlerini bulmaktır. Bu ödevi yerine getirebilmek için hava fotoğraflarından faydalanılmak suretiyle evvelâ deneme alanının merkez noktasını bulmak sonra sınırlarını işaretlemek daha sonra da bu sınırlar içindeki ölü veya zarara uğramış ağaçları kayda geçmek gerekir. Enterpretörlerin hatalarının analizi istenirse arazide çalışan ekibin yukarda açıklanan ödevlerden başka detaylara ait bazı bilgileri de tesbit etmeleri gerekir. Bu sayede enterpretörlerin kabiliyetleri gelişir daha sonra yapacakları çalışmalardan daha sıhhatli sonuçlar elde edilir.

Arazi çalışmalarının yapıldığı mevsim, fotoğrafların alındığı mevsime uygun olmalı. Fotoğraflar bir evvelki yılda böceklerin ağaçlarda

büyük çapta zarar yaptıkları mevsimde alınmışsa, arazi çalışmaları da aynı mevsimde yapılmalıdır. Böceklerin henüz hücumu geçmedikleri günlerde arazi çalışması yapmak doğru değildir. Böceklerin büyük çapta taarruza geçtikleri mevsimde arazi çalışmaları yapıldığı takdirde, zarar görmekte olan ağaçların tesbitinde kolay olur. Arazi çalışmaları bu mevsimden çok evvel yapılacak olursa bir evvelki yıl, böcek zararına uğramış ağaçları arazide teşhis edememek ihtimali de vardır. Eğer arazi çalışmaları yukarıda belirtilen mevsim çok geçirildikten sonra yapılacak olursa yeni taarruza uğramış veya ölmüş ağaçlar bir evvelki yıl taarruza uğramış veya ölçüş gibi kayda geçirilirler.

### **Eğitim**

Arazideki deneme alanlarında bulunan ölmüş ve böceklerden zarar görmüş ağaçların teşhisi ve kayda geçilmesi yapılan çalışmaların temelini teşkil etmektedir. Arazide çalışacak personelin, hava fotoğrafları yardımı ile ormanda yollarını bulabilecek kadar fotoğraflara alışmış, deneme alanlarının içindeki ölmüş veya böceklerin zararına uğramış ağaçları teşhis edebilecek kadar da ağaçları tanıyacak kabiliyette olması lâzımdır. Arazide çalışacak personel özel bir eğitime tabi tutularak aşağıdaki 2 işi yapabilecek seviyeye getirilmelidirler.

- 1 — Ormanda gezinirken, devamlı olarak fotoğrafın hangi noktasında bulduklarını izliyebilmelidirler.
- 2 — Böcek zararına uğramış veya bu sebeple ölmüş ağaçları ormanda teşhis edebilmeli, bunları sıhhatli veya başka sebeplerle hastalanmış veyahutta gene başka sebeplerden ölmüş ağaçlardan ayırdedebilmelidir.

### **M E T O D L A R**

#### **Deneme alanlarının arazide bulunması :**

Arazide çalışan personelin birinci ödevi fotoğraf üzerinde işaretlenmiş bulunan deneme alanlarını arazide bulmaktır. Bu iş genel olarak şu şekilde yapılmaktadır. Harita ve normal ölçekli hava fotoğraflarından faydalanılarak deneme alanının bulunduğu sahaya gidilir. Fotoğrafta ve arazide bulunan belirli noktalar aranır. Bu noktalardan deneme alanına en yakın olanı alınır. Fotoğraf üzerinde bu nokta ile deneme merkezi birleştirilir, bu doğrunun uzunluğu ile semt açısı ölçülür. Deneme alanının yakınında belirli 2 nokta varsa ve bu 2 nokta birbirini

görüyorsan bu 2 noktayı birleştiren doğru esas istikamet alınmak şartıyla itibari semt açısı da ölçülebilir. Arazideki belirli noktaya gidilir, bir pusla veya teodolit yardımı ile fotoğraf üzerinde ölçülen semt açısı araziye aplanır. Bulunan istikamette olmak şartıyla fotoğraf üzerinde ölçülen mesafe alınır ve deneme alanının merkezi bulunur. Merkez bulunduğundan sonra deneme alanının sınırlarını bulmak için büyük ölçekli fotoğraflardan faydalanılır.

### **Deneme alanı içinde gezinme tekniği :**

Arazide toplanacak bilgiler ve bu bilgileri toplama tekniği, yapılan çalışmanın gayesine ve toplanacak bilgilerin kıymetlendiriliş şekline göre çok çeşitlidir. Yapılan arazi çalışmalarında uygulanan metodları etkileyen 3 tane ana prensip vardır. Bu prensipler şunlardır.

- 1 — Alınan deneme alanları ya bir defaya mahsus olmak üzere alınır, veyahutta ileriki yıllarda aynı deneme alanı tekrar aranıp bulunacaktır.
- 2 — Çalışmaların yapıldığı yıl içinde böceklerin yapmakta oldukları zararların ileriki yıllarda da aynen olacağı kabul edilir, veyahut bu prensip kabul edilmez.
- 3 — Enterpretörlerin yapmış oldukları hatalar tesbit edilir ve bunların analizleri yapılır veyahut bu tesbitin yapılması hiç istenmez.

Şayet böceklerin ormanda son seneye gelinceye kadar yapmış oldukları zararların tesbiti ile yetinilmeyeceği ve ileriki yıllarda bu zararların hangi istikametlerde geliştiği de tesbit edilecekse kayda geçilen ağaçların işaretlenmesi gerekir. Ölmüş ağaçların ölüm tarihleri üzerlerine çıkmıyacak şekilde yazılmalıdır. Bu şekilde hareket edildiği takdirde, ertesi sene aynı yere tekrar gelindiği zaman sadece son bir sene içinde ölen veya hastalanan ağaçlar ölçülür, evvelce kayda geçmiş olanlar yeniden ölçülmez. Eğer detaylara ait başka bilgilerin de tesbiti isteniyorsa ölü ağaçlar hava fotoğraflarına da işaretlenmeli, birer numara verilmeli veyahut ölüm tarihleri yazılmalıdır.

Eğer sadece böceklerin son seneye kadar yaptıkları zararların tesbiti ile yetinilecek ve ileriki yıllarda bu zararların hangi istikamette geliştiği tesbit edilmeyecek ise, kayda geçirilen ağaçları işaretlemeye ve deneme alanlarına, kolay bulunmalarını sağlayan işaretler koymaya lüzum yoktur. Fakat buna rağmen arazide çalışan personelin hatalarını tesbit

etmek ve çalışmaların kontrol etmek bakımından işaret konulmasını istemek faydalı olur.

Bir evvelki yıl kabuk böceklerinin ormanda yapmış oldukları zararları tesbit etmekle görevli arazi personeli, yapraklara veya ibrelere dikkat etmek suretiyle bu zararı tesbit edebilir. Bir sene evvel kabuk böceklerinin hücumuna uğrayan ağaçların yapraklarının veya ibrelerinin renkleri ancak bu sene solmaya başlarlar. Ağaçların kabuk böceklerinin hücumuna uğradıkları yıl boyunca, yaprakları yeşil renklerini muhafaza ederler. Kayda geçirilecek ağaç arazide tesbit edildikten sonra cinsi, göğüs yüksekliğindeki çapı ve boyu tayin edilir. Bunlardan başka faktörler varsa onlarda tayin edilir.

Eğer ormandaki böceklerin sadece son sene içinde yaptıkları zararların tesbiti isteniyorsa, deneme alanı içindeki bütün ağaçlar çok dik katli bir şekilde gözden geçirilmelidir. Son sene içinde hücumu uğrayan ağaçların yaprakları veya ibreleri yeşil renklerini muhafaza ederler. Bu ağaçlar sadece kabuklarında açılan deliklerden çeşitli sıvıların ve reçinelerin dışarıya sızmasıyla tanınabilirler. Bu ağaçların türlerini ve hacimlerinin bulunmasına yarayan faktörleri tesbit ettikten sonra hastalığının hangi arâz yardımıyla teşhis edildiğinin ve saldırının ne dereceye kadar ilerlemiş olduğunun yazılması, diğer ağaçlardan nasıl ayırdedildiğinin belli edilmesi gereklidir.

Enterpretörlerin hatalarının tesbit edilmesi de istendiği takdirde arazide çok çalışmak ve bir hayli enerji sarfetmek gerekir. Ölmüş veya böceklerin hücumuna uğramış ağaçların hepsi fotoğraflarda bulunmalı ve fotoğrafa işaretlenmelidir. Arazide çalışan personelden biri bu işi üzerine almalı. Diğer personel, buldukları ağacı incelemeli ve aşağıdaki hususları tesbit edip kayda geçirmelidirler.

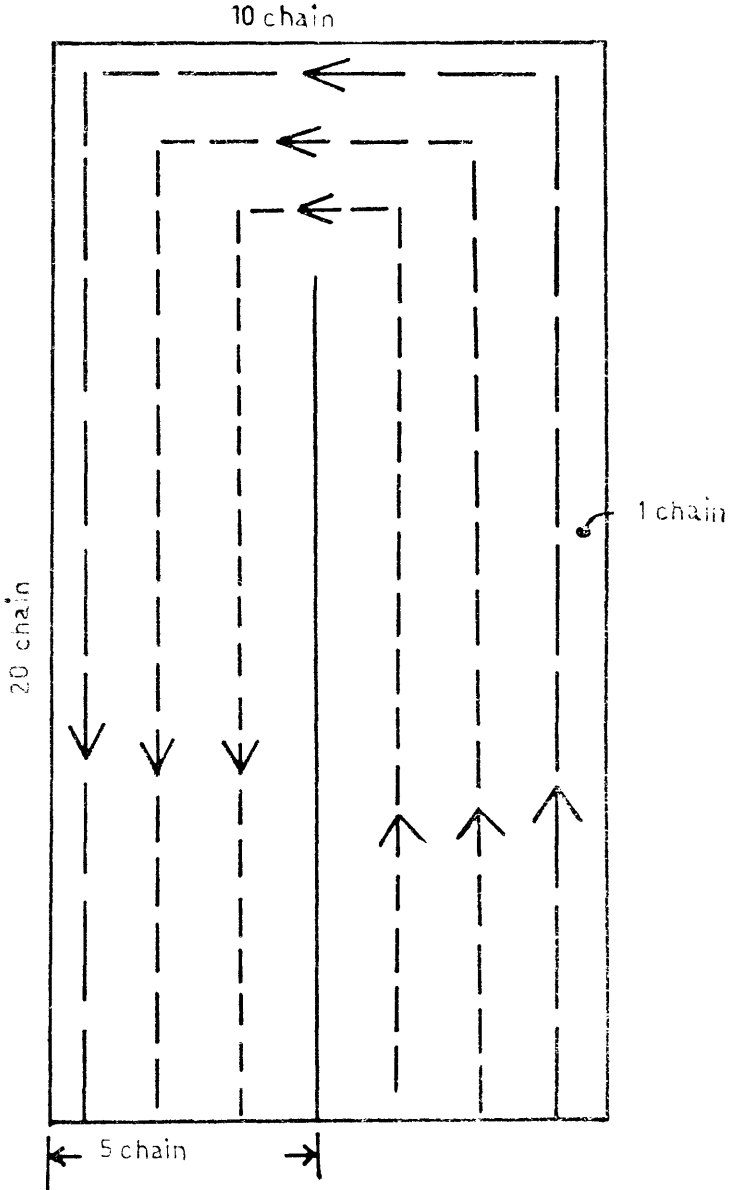
- 1 — Yaprakları kurumuş görünen ağaçların sadece tepelerini kurumuştur, yoksa ağaç tamamen ölmüştür.
- 2 — Ölüm eski yıllardamı olmuştur, yoksa son sene içindemi olmuştur.
- 3 — Bir yaşından daha büyük ağaçların ölümü yapraklarının kuruması şeklindemi olmaktadır.
- 4 — Diğer ağaç türlerinden de ölenler varmı.
- 5 — İbrelere miktarı, meselâ sık, orta, seyrek gibi,
- 6 — İbrelere renkleri, meselâ yeşil, saman rıngı, portakal rengi ve pas renginde gibi.
- 7 — Ölü ağaçlarla karıştırılma ihtimali olan diğer objeler.

Hava fotoğraflarından faydalanmak suretiyle arazide deneme alanları tesbit eden ekibin çalışma şekli ile, klâsik metodu uygulayarak böcek zararlarını tesbit etmek için arazide çalışan ekibin çalışma şekli arasında farklar vardır. Pandoroza çamlarının meydana getirdikleri ormanlarda genel olarak deneme alanları 20 acre (8 hektar büyüklüğünde alınır. Bunun için de kenarları  $10 \times 20$  chain ( $200 \times 400$  m.) olan bir dikdörtgen tercih edilir. 3 kişilik bir ekip aralarındaki mesafe uzakta olsa bu deneme alanlarından 2 tanesinin etüdünü bir günde yapabilmektedir. Fotoğrafları işaretliyen ve notları tutan kimse deneme alanının uzun kenarından bir chain (= 22 yarda = 20,12 m.) içerden uzun kenara paralele olarak yürür Diğer 2 eleman bu kimse ile deneme alanının ekseni arasında 4 chain (80 m.) genişliğindeki şerit üzerinde yürür ve bütün ağaçları gözden geçirirler. Böcekler tarafından öldürülmüş bulunan bütün ağaçlar bu 2 kişi tarafından damgalanır, ayrıca ölüm tarihleri de ağaçların üzerlerine yazılır. Bu tarihler fotoğrafları işaretliylene bildirilir oda fotoğraflara işaretler, ayrıca detaya ait bilgileri deneme alanına ait karta yazar. 3 kişilik ekibin deneme alanı içindeki yürüyüş istikametleri 1 No. lu şekilde görülmektedir.

Fotoğrafları işaretliyen kimse ekibin başıdır, çalışmalarını yönetir, elindeki fotoğrafları bazen tek tek bazen de stereoskopik olarak tetkik eder. Renkli filimleri arazide stereoskopik olarak tetkik edebilmek için küçük ve basit bir ışıklı masa yapılmıştır. Bu küçük ışıklık masa arazide pil ile, büroda 110 Voltluk şehir ceryanı ile çalışmaktadır.

Renkli filimleri tetkik etmek için her zaman stereoskopik görüntüyü elde etmeye lüzum yoktur. Tek bir film güneş ışığına veyahut bir cep fenerinin ışığına tutulmak suretiyle de tetkik edilebilir. Karakteristik ağaçlar ve arazinin detayları fotoğraf veya filmin araziye uydurulmasında büyük çapta yardımcı olurlar. Sık meşcerelerin veyahut arızalı arazilerin fotoğraflarında bir çok kısımlar gölgelerle örtülü görünürler. bu fotoğrafların enterpretasyonunu yapabilmek için ve araziye oryente edebilmek için stereoskopik görüntünün elde edilmesine ihtiyaç vardır.

Çeşitli yaşlardaki meşcereler için değişik büyüklükte deneme alanlarının alınması gerektiği yukarda belirtilmişti. Deneme alanının büyüklüğü değişikçe ekibin arazideki çalışmasında pek az değişiklikler yapılır. Genişlikleri 1 - 2 veya 5 chain (20 - 40 veya 100 m.) olan dar deneme alanlarında ekip şefi alanın ekseni üzerinde yürür. Ekibdeki diğer elemanların sayısı deneme alanının genişliğine göre değişir. Ekibe, bir chain (20 m.) genişliğindeki şerite bir eleman düşecek kadar personel



(Şekil: 1) Alanı 20 acre (8hektar), kenarları 10 × 20 chain (200 × 400 m.) olan bir deneme alanı içinde çalışan 3 kişilik ekibin yürüyüş istikametlerini gösteren şekil. Uzun çizgili oklar ekip şefine, kısa çizgili oklar ise diğer teknik elemanlara aittir.

alınır. Deneme alanının genişliği 2 chain (40 m.) ise ekibde başkandan başka 2 eleman bulunur. Deneme alanının genişliği 5 chain (100 m.) ise ekibde başkandan başka 5 eleman bulunur. Arazide toplanacak bilgiler çalışmanın gayesine göre değişir.

### **Arazi çalışmalarının kontrolü :**

Bir müfettiş ve bir entemolog, arazideki ekiplerin çalışmalarını muhakkak kontrol etmelidirler. Arazide etüdü bitirilen ilk 6 deneme alanından 2 veya 3 tanesi muhakkak kontrol edilmeli ve ekibin deneme alanlarının yerlerini doğru bulup bulmadığı, tesbit edilmesi istenilen bilgileri doğru tesbit edip etmediği incelenmelidir. Ekibin hataları ve eksiklikleri için başlangıcında tesbit edilirse ekibdeki personelin yetişmesine de yardım edilmiş olur. Çelişmezlikler, atlamalar, yanlış teşhisler ve ölüm tarihlerinin tesbitine ait hatalar müfettişler tarafından tesbit edilmelidir. Bundan sonra eski ekip aynı deneme alanına tekrar gönderilmeli, yeniden inceleme yaptırılarak eski hataları kendilerine buldurtulmalıdır. Ekibin ihtiyaca yetecek sıhhatte tesbit yapabildiğine kanaat getirildikten sonra diğer deneme alanlarında çalışmasına müsaade edilmelidir.

Ekibin istenilen seviyeye geldiğine kanaat getirildikten sonra da kontrolleri gevşetmemek zaman zaman yapmak gerekir. Ancak böyle yapıldığı takdirde yapılan arazi çalışmasının yüksek seviyeli bir çalışma olduğundan emin olunabilir. Başlangıçta yapılan kontrollerle arzu edilen seviyeye geldiğine kanaat getirilen bir ekibin daha sonraki çalışmalarından lalettayin seçilen 2 veya 3 deneme alanında kontroller yapmak ihtiyaca yeter. Eğer bir ekip sık sık hatalar yapıyorsa o ekibin çalışmalarının çok fazla kontrol edilmesi gerekir.

### **Hesap**

Karşıt deneme alanları alma metodunun son safhası, fotoğraf üzerinde ve arazide alınan deneme alanlarında yapılan tesbitlerin sonuçlarına dayanarak ormanda ölmüş veya böceklerden zarar görmüş ağaçların sayılarını veyahutta hacimlerini hesaplamaktır. Ayrıca yapılan ölçmelerin ve deneme alanı alma çalışmalarının hatalarında ortaya çıkarılır. Bu hesapların nasıl yapıldığı aşağıda bir misalle açıklanmıştır. Kaliforniya'nın kuzeyinde bulunan Karadağ ormanlarındaki çam ağaçlarında husule gelen ölümler bu metodla tesbit edilmiştir. Yapılan çalışmanın gayesi, ölen çam ağaçlarının adedinin tesbitinden ibaret bulunur.

yordu. Freese Frank tarafından kabul edilmiş bulunan terminoloji bu çalışma da aynen kullanılmıştır.

### Ölümlerin tesbiti

Herbiri 20 acre (8 hektar) büyüklüğünde 100 tane deneme alanı alınmıştır. Bu deneme alanlarının her birinde son sene içinde ölen çam ağaçları, enterpretörler tarafından itinalı bir şekilde sayılmıştır. Bu deneme alanlarına «fotoğraf üzerinde alınan deneme alanları» veya «büyük numuna» denilmektedir. Alınan deneme alanlarının tamamında sayılan ölü ağaçların toplamı 452 olmuştur. Buna göre bir deneme alanındaki ölü ağaç sayısı ortalama olarak 4,52 dir.

Bu hesabın formülle gösterilişi

$$\bar{X}_1 = \sum X_i / n_1 = 452 / 100 = 4,52 \frac{\text{ölü ağaç sayısı}}{\text{deneme alanı adedi}} \text{ dir.}$$

Formül içindeki unsurlar

$\bar{X}_1$  = Fotoğraf üzerinde alınan deneme alanlarının herhangi birinde bulunan ortalama ölü ağaç sayısı

$X_i$  = Enterpretörlerin fotoğraf üzerinde alınan deneme alanlarında saydıkları ölü ağaç adetleri

$n_1$  = Fotoğraf üzerinde alınan deneme alanlarının adedi

$\Sigma$  = Değerlerin toplamı manasına gelen işaret

Fotoğraf üzerinde alınan 100 tane deneme alanından 20 tanesi arazide bulunmuş ve bu deneme alanları içinde son yıl ölen çam ağaçları sayılmıştır. Aşağıdaki tabloda bu deneme alanlarından herbirinde fotoğrafta ve arazide sayılan ölü ağaç adedi görülmektedir. Arazide alınan deneme alanlarının tamamına «Küçük Numune» denilmektedir.

20 deneme alanının fotoğraf üzerinde sayılan ölü ağaçları	$X_2$	20 deneme alanının arazide sayılan ölü ağaçları	$Y_2$
	12		9
	2		1
	0		0
	1		0
	2		1
	24		15
	0		0
	0		1
	2		2



	6	2
	1	1
	1	0
	5	3
	0	0
	8	1
	12	10
	1	0
	0	0
	3	7
	3	3
Toplam	83	56

Fotoğrafta ve arazide alınan deneme alanlarındaki ölü ağaçların sayısından (büyük ve küçük numunelerden) faydalanarak ormanın tamamındaki ölü ağaçların sayısını bulabilmek için evvelâ aşağıda 5 kademede gösterilmiş bulunan hesapların yapılması lâzımdır. Bu hesaplar yukardaki tabloda verilen rakkamlara dayanılarak yapılmıştır.

1— Fotoğraf üzerinde yapılan sayımlara göre, arazide karşılığı alınan deneme alanlarının bir tanesinde bulunan ortalama ölü ağaç sayısı (fotoğraf üzerinde yapılan sayımlara göre küçük numunedeki deneme alanlarının birtanesinde bulunan ortalama ölü ağaç sayısı)

$$X^2 = \Sigma X_2/n_2 = 83/20 = 4,15$$

Bir deneme alanındaki ortalama ölü ağaç sayısı

Formül içindeki unsurlar

$X_2$  = Enterpretörlerin fotoğraflar üzerinde çalışırken arazide karşılığı alınacak deneme alanlarında saydıkları ölü ağaçların adetleri

$n_2$  = Arazide alınan deneme alanlarının adedi (Küçük numunedeki deneme alanlarının sayısı)

2 — Arazide yapılan sayımlara göre, arazide alınan deneme alanlarının bir tanesinde bulunan ortalama ölü ağaç sayısı (arazide yapılan sayımlara göre küçük numunedeki deneme alanlarının bir tanesinde bulunan ortalama ölü ağaç sayısı)

$$\bar{Y}_2 = \Sigma Y_2/n_2 = 56/20 = 2,80$$

Bir deneme alanındaki ortalama ölü ağaç sayısı

Formül içindeki unsurlar

$Y_2 =$  Araziye çalışan ekibin deneme alanlarında saydığı ölü ağaçların adedi (arazide yapılan sayımlara göre küçük numunedeki deneme alanlarında bulunan ölü ağaç adedi)

3 —  $(X - \bar{X})$  değerlerinin karelerinin toplamı

$$SS_X = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n_2} = (12^2 + 2^2 + \dots + 3^2) - \frac{(83)^2}{20} = 678,6^1$$

4 — X ve Y değerleri için

$$SP_{XY} = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n_2}$$

formülünün çözümü

$$SP_{XY} = 12 \times 9 + 2 \times 1 + \dots + 3 \times 3 - \frac{83 \times 56}{20} = 429,6$$

1) Varyans

$$S^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

formülü ile hesaplanır. Bu formülü aşağıdaki şekilde değiştirmek mümkündür

$$S^2 = \frac{\sum (X^2 - 2 \bar{X} X + \bar{X}^2)}{n - 1}$$

$$S^2 = \frac{\sum X^2 - 2 \bar{X} \sum X + \sum \bar{X}^2}{n - 1}$$

$$\sum \bar{X}^2 = n \bar{X}^2 \quad , \quad \bar{X} = \left( \frac{\sum X}{n} \right) \quad \text{olduğundan}$$

$$S^2 = \frac{\sum X^2 - 2 \frac{\sum X}{n} \sum X + n \left( \frac{\sum X}{n} \right)^2}{n - 1}$$

$$S^2 = \frac{\sum X^2 - 2 \frac{(\sum X)^2}{n} + \frac{(\sum X)^2}{n}}{n - 1}$$

$$S^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n - 1}$$

bulunur.

Hesap makinesi kullanılarak varyans hesabı yapıldığı takdirde bu formülün uygulanması orijinal formüle kıyasla daha kolay olmaktadır. Yazıda bu formülün payının hesaplanması görülmektedir. Pay

$$\sum (X - \bar{X})^2$$

eşittir. Bu değer 7 No .lu fustotta da görüldüğü üzere başka işe de yaramaktadır. (Çeviren).

5 -- Y değerlerinin X değerlerine nazaran regresyon katsayısı (X değerleri apsis ekseninde Y değerleri ordinat ekseninde alındığı takdirde elde edilecek noktaların ortasından geçen doğrunun apsis eksenini ile yaptığı açının tanjantı)

$$b = \frac{SP_{XY}}{SS_X} = \frac{429,6}{678,6} = 0,633^1$$

1) Milimetrik kâğıt üzerine konulan noktaların arasından geçirilecek doğrunun denklemi

$$\sum XY = a \sum X + b \sum X^2$$

$$\sum Y = Na + b \sum X$$

denklem çiftinin çözümü ile bulunur (Prof. Dr. Michail Prodan tarafından yazılmış ve Prof. Dr. Abdülkadir Kalıpsız tarafından dilimize çevrilmiş bulunan Biyometri isimli kitabın 115-116 no sayfalarına bakınız).

Orjin noktaları bulunacak doğrunun Y eksenini kestiği noktaya taşınırsa  $a = 0$  olur. Buna göre, yukarıdaki eşitliklerin sağındaki birinci terimler kalkar ve

$$\sum XY = b \sum X^2$$

$$\sum Y = b \sum X \quad \text{kalır.}$$

İkinci denklemin her iki tarafı  $\frac{\sum X}{n}$  ile çarpıldıktan sonra birinciden çıkarılırsa

$$\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n} = b \sum X^2 - b \frac{(\sum X)^2}{n} \quad \text{bulunur.}$$

b nin eşiti aranırsa

$$b = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} \quad \text{elde edilir.}$$

Hesabın 3 nci kademesindeki bu kesrin paydasına SS denilmiş ve çözümlenerek 678,6 bulunmuştur. 4 nci kademe de kesrin payına SP denildiği ve çözümlenerek 429,6 bulunduğu görülmektedir. 5 nci kademe de pay, paydaya bölünerek b değeri elde edilmektedir. (Orman Yüksek Mühendisi Erdoğan Sakman tarafından Teknik Haber Bülteninin Aralık 1966 tarih ve 20 No. lu nüshasında yayınlanmış bulunan «Doğrusal Denklemleme» isimli yazıda bu formül kullanılmaktadır). Bu kesrin pay ve paydası  $(n-1)$  ile bölünürse

$$b = \frac{\frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{n-1}}{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}} \quad \text{bulunur.}$$

Burada kesrin payının XY değerinin varyansı olduğu, paydasının da X değerinin varyansı olduğu görülmektedir. (Çeviren).

Fotoğraf üzerinde alınan bütün deneme alanlarının arazideki karşıtlarında kaçar tane ölü ağaç bulunduğunu tayin edebilmek için yapılması zaruri olan hesapların tamamı bunlardır.

İkinci maddede bulunan  $Y_2 = 2,80$  değeri bulunan bu regresyon katsayısına göre tashih edilirse deneme alanlarının her birindeki ağaç sayısı ortalama

$$\bar{Y}_{Rd} = \bar{Y}_2 + b(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = 2,80 + (0,633)(4,52 - 4,15)$$

$$\bar{Y}_{Rd} = 3,03^1$$

olarak bulunur.

(2) No. lu şekildeki grafik, bir deneme alanı için arazide sayılan ölü ağaç adedi ile fotoğraf üzerinde sayılan ölü ağaç adedi arasındaki bağlantıyı göstermektedir. Aynı grafikte fotoğraf üzerinde bir deneme alanında 4,52 ağaç bulunduğu takdirde bunun arazideki karşıtı olan 3,03 adete ait nokta da belirtilmiştir. Diğer bir söyleyişle son denkleme ait nokta grafikte gösterilmiştir. Küçük numuneye dahil bulunan 20 deneme alanının herbiri için arazide sayılan ölü ağaçlar ( $X_2$ ) apsis ekseninde, fotoğrafta sayılan ölü ağaçlar ( $Y_2$ ) ise ordinat ekseninde alınarak 20 tane nokta elde edilmiştir. Regresyon katsayısına göre çizilen doğru (Regresyon doğrusu) alınmış olan 20 noktanın arasından geçmektedir.  $X_2$  değerlerinin ortalaması  $\bar{X}_2$  apsis ekseninde,  $Y_2$  değerlerinin ortalaması  $\bar{Y}_2$  ordinat ekseninde alınarak bulunan nokta regresyon denk-

1) Eğim açısı bulunan regresyon doğrusu (tevizin edilmiş doğru),  $X_2$  değerlerinin ortalaması  $\bar{X}_2 = 4,15$  ve  $Y_2$  değerlerinin ortalaması  $Y = 2,80$  noktasından geçer (Prof. Dr. Michail Prodan tarafından yazılmış ve Prof. Dr. Abdülkadir Kalıpsız tarafından dilimize çevrilmiş bulunan Biyometri kitabının 118 inci sayfasına bakınız).

Büyük nümunedeki değerlerin ortalaması  $\bar{X}_1 = 4,52$  bulunmuştur. Şimdi apsis  $\bar{X}_1 = 4,52$  olan noktanın ordinatını arıyoruz. Aradığımız ordinat değerini  $Y_{Rd}$  ile gösterelim.

$$(\bar{X}_1, \bar{Y}_{Rd}) \text{ noktası ile } (\bar{X}_2, \bar{Y}_2)$$

noktasını birleştiren doğrunun eğimi ( $X$  eksenine göre yaptığı açının tangenti)  $b$  olduğuna göre

$$\frac{\bar{Y}_{Rd} - \bar{Y}_2}{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = b$$

yazılabilir.

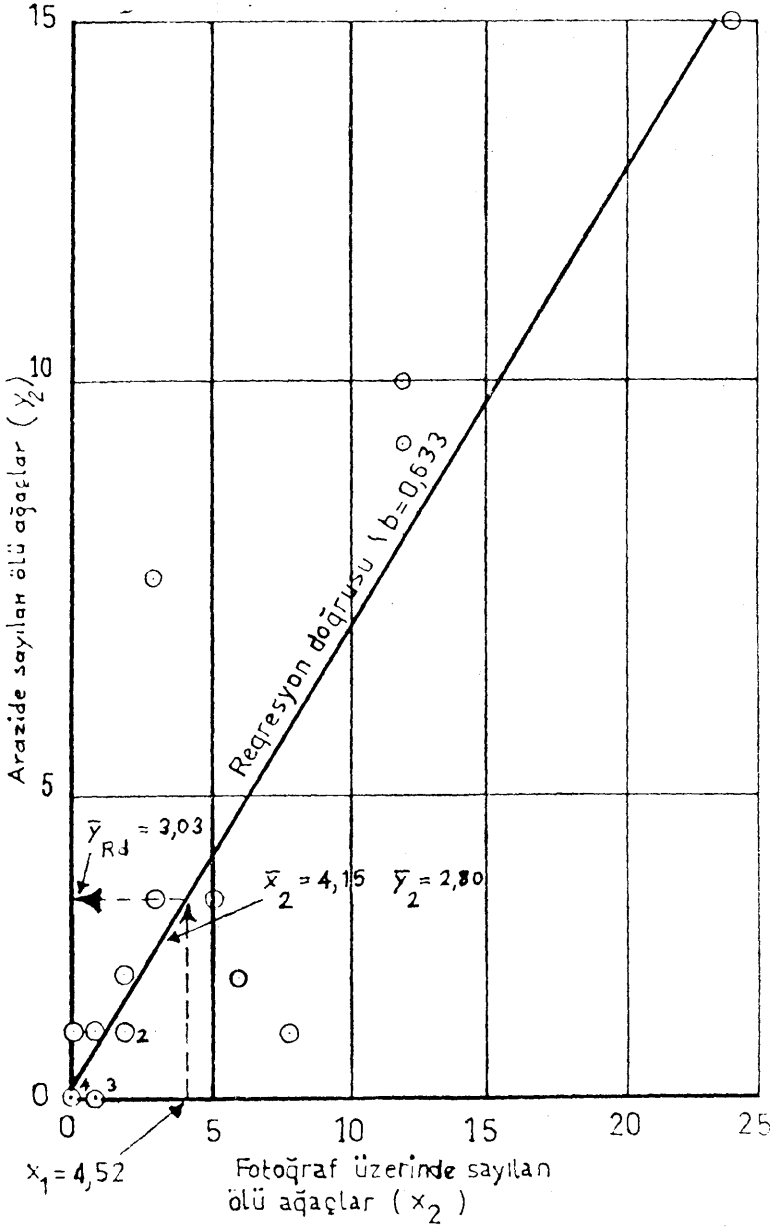
Buradan

$$\bar{Y}_{Rd} = \bar{Y}_2 + b(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$$

bulunur.

Yazıda değerler yerlerine konularak bu formülün çözülüşü görülmektedir. (Çeviren).

leminin üzerinde çıkar. Regresyon doğrusunun apsis eksenini ile yaptığı açının tangenti (Regresyon doğrusunun eğimi)  $b = 0,633$  dır. Bu de-



(Şekil: 2) Bir deneme alanında, arazide sayılan ölü ağaç adedi ile fotoğraf üzerinde sayılan ölü ağaç adedi arasındaki bağıntıyı gösterir grafik.

ğer grafikteki Y değerlerinin X lerin 0,633 katı olduğunu göstermektedir. Şimdi regresyon denkleminde faydalanmak suretile, fotoğraf üzerinde herhangi bir deneme alanında sayılan ölü ağaçların adedinden, arazide aynı alanda bulunan ölü ağaçların sayısını elde etmek mümkündür. Meselâ büyük numuneye dahil 100 deneme alanındaki ölü ağaçların adedi fotoğraf üzerindeki sayımlara göre  $\Sigma X_1 = 452$  bir deneme alanına isabet eden ortalama ağaç sayısı da  $X_1 = 4,52$  idi. Regresyon denklemine göre bunun arazideki karşısı  $Y_{R1} = 3,03$  dür.

Bir deneme alanındaki ortalama ağaç sayısını gösteren  $\bar{Y}_{R1} = 3,03$  deneme alanının büyüklüğüne bölünerek birim alandaki ölü ağaç sayısı bulunur. Bu değer böceklerin yayılmış bulunduğu alanın büyüklüğü ile çarpılırsa, bütün sahadaki ölü ağaç adedi elde edilir. Yukarkı misâlde mücadelenin yapıldığı sahanın toplam büyüklüğü 125 000 acre (50 000 hektar), alınan deneme alanlarının herbirinin büyüklüğü de 20 acre (8 hektar) olduğuna göre, ormanın tamamında son yıl içinde ölen ağaçların toplamı

$$\hat{Y} = \frac{3,08}{20} 125\ 00 = 18\ 988 \quad \text{tanedir.}$$

#### Alınan numuneye ait hata hesabı

Karşılıklı deneme alanı almak suretiyle bulunan ölü ağaç sayısının, ne derece sıhhatli olduğunu hesaplamak mümkündür. Bu hesap yapılarak çalışma sonuçlandırılır. Sonucun ne derecede sıhhatli olduğunu tayin edebilmek için alınan numunelerin ne dereceye kadar numune alma karakteri taşıdıklarını hesaplamak lâzımdır. Diğer bir söyleyişle ne kadar güvenilir birer numune olduklarını hesaplamak gerekir. Bu hesabın yapılması biraz fazla zaman alır.

Alınan numunelerin güvenlik derecesini hesaplamak için biraz geriye gitmek, alınan küçük numuneye dahil olan hem arazide hem de fotoğraf üzerinde etüdü yapılmış olan 20 deneme alanına dönmek ve aşağıdaki hesapları yapmak gerekmektedir.

6 — Y değerlerinin aritmetik ortalamadan olan farklarının karelerinin toplamı

$$SS_Y = \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n_2} = (9^2 + 1^2 + \dots + 3^2) - \frac{(56)^2}{20} = 329,2$$

7 — Y değerlerine ait varyans

$$S^2_Y = \frac{SS_Y}{n_2 - 1} = \frac{329,2}{20 - 1} = 17,33$$

Bulunan bu değerlerden faydalanmak suretiyle alınan numunenin güvenilir derecesi iki kademede hesaplanır.

Birinci kademe regresyon denkleminin varyansının hesabıdır.

$$S^2_{YX} = \frac{SS_Y - \frac{(SP_{XY})^2}{SS_X}}{n_2 - 2} = \frac{329,2 - \frac{(429,6)^2}{678,6}}{20 - 2} = 3,1781$$

1) Regresyon doğrusunun dışında bulunan bir noktanın koordinatları ( $X_i$  ve  $Y_i$ ) olsun. Bu noktadan X eksenine indirilen diğın regresyon doğrusunu keştiğı noktanın koordinatları ( $X_i$  ve  $Y_x$ ) olsun. ( $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ ) noktasının regresyon doğrusu üzerinde bulunduğu evvelce belirtilmişti. Bu duruma göre üç tane ordinat farkından (nisbi ordinattan) bahsedilebilir.

$$(Y_i - \bar{Y}), \quad (Y_x - \bar{Y}), \quad (Y_i - Y_x)$$

Bu üç değer arasında

$$(Y_i - \bar{Y}) = (Y_x - \bar{Y}) + (Y_i - Y_x) \quad \text{bağıntısı vardır.}$$

Her nokta için bu denklem yazılır ve denklemlerin kareleri alınıp toplanırsa

$$2 \sum (Y_x - \bar{Y})(Y_i - Y_x) = 0 \quad \text{olduğundan}$$

$$\sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum (Y_x - \bar{Y})^2 + \sum (Y_i - Y_x)^2 \quad \text{bulunur.}$$

Her iki taraf  $n-1$  ile bölünürse

$$\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} = \frac{\sum (Y_x - \bar{Y})^2}{n-1} + \frac{\sum (Y_i - Y_x)^2}{n-1} \quad \text{elde edilir.}$$

Bu denklemin solundaki terim Y değerlerinin varyansıdır. SS ile gösterilmiştir. Eşitliğin sağındaki ilk terim regresyon doğrusunun üzerindeki noktalara ait varyanstır. Bu terimde  $Y_x$  yerine  $b\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  yerine de  $b\bar{X}$  konulabilir ve terim

$$\frac{b^2 \sum (X - \bar{X})^2}{n-1} \quad \text{olur.}$$

$$b = \frac{SP_{XY}}{SS_X}, \quad \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1} = SS_X$$

olduğundan eşitliğin sağındaki ilk terimin yerine

$$\frac{(SP_{XY})^2}{SS_X} \quad \text{yazılabilir.}$$

Eşitliğin sağındaki ikinci terim de bir varyanstır. Bu değer  $S^2$  şeklinde gösterilirse eşitlik

$$SS_Y = \frac{(SP_{XY})^2}{SS_X} + S^2 \quad \text{şekline girer. Buradan}$$

$$S^2 = SS_Y - \frac{(SP_{XY})^2}{SS_X} \quad \text{bulunur.}$$

$S^2$  değerinin  $(n-2)$ e bölünmesiyle regresyon denkleminin varyansı  $S^2_{YX}$  elde edilmektedir. Buna göre

$$S^2_{YX} = \frac{SS_Y - \frac{(SP_{XY})^2}{SS_X}}{n-2} \quad \text{bulunur.}$$

Yazıda bu formülün çözümlüğü görülmektedir. (Çeviren).

İkinci kademe numunesinin güvenlik derecesinin hesabıdır.

$$\overline{SY}_{Rd} = \sqrt{S^2_{YX} \left( \frac{1}{n_2} + \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{SS_X} \right) \left( 1 - \frac{n_2}{n_1} \right) + \frac{S^2_Y}{n_1}}$$

$$\overline{SY}_{Rd} = \sqrt{3,178 \left( \frac{1}{20} + \frac{(1,52 - 4,14)^2}{678,6} \right) \left( 1 - \frac{20}{100} \right) + \frac{17,33}{100}}$$

$$\overline{SY}_{Rd} = 0,548$$

Bulunan bu değer bir deneme alanı için hesaplanmış ortalama ölü ağaç sayısı ( $Y_{R1} = 3,03$ ) na ait standard ayrılıştır. Şu halde bir deneme alanındaki ortalama ağaç sayısı

$$\bar{Y}_{Rd} = 3,03 \mp 0,55$$

tanedir denilebilir.

Hesaplanan standard ayrılışın yüzde cinsinden ifadesi

$$\frac{0,548}{3,03} = 0,181 \text{ veya } \% 18,1 \text{ dir.}$$

Ormanın tamamında 18938 ölü ağacın bulunduğu hesaplanmıştı. Bu % 18,1 hata ile yüklü bulunmaktadır. Hatanın sayısal değeri

$$18938 \times 0,181 = 3428 \text{ dir.}$$

Buna göre ormandaki ölü ağaçların adedi (Bir standard ayrılış için)

$$\hat{Y} = 18938 \mp 3428 \text{ dir.}$$

Yukarda açıklanan numunenin güvenlik derecesini bulmaya yarayan hesaplar tesadüf metoduna göre numune alındığı takdirde uygulanan hesaplardır. Sistemantik metod uygulanarak numune alındığı takdirde güvenlik derecesinin nasıl hesaplanması gerektiği henüz kat'i olarak bilinmemektedir. Tesadüf metodu sistemantik metodu da içine alan genel bir methodur. Sistemantik metod için bir çok hesaplar teklif edilmektedir. Fakat bu hesapların sonucu tesadüf metoduna ait bulunan yukardaki hesap tarzının sonucundan pek farklı çıkmamaktadır. Bu sebeple tesadüf metoduna ait bulunan yukardaki hesapların sistemantik methodda da uygulanması genel olarak kabul edilmiş bulunmaktadır. Ayrıca bu hesapların numunelerin güvenlik derecelerine ait maksimum değerleri verme ihtimali kuvvetli bulunmaktadır. Diğer bir söyleyişle alınan numuneye ait hakiki hatanın, yukardaki hesap tarzına göre bulunan hatadan daha küçük olma ihtimali çok kuvvetlidir.