

SERİ
SERIE B

CİLT
TOME XXVI

SAYI
FASCICULE 1 1976

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES FORESTIÈRES
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



HAVA FOTOĞRAFI ALIMLARINDA KULLANILMAKTA OLAN FİLİMLER VE BUNLARIN ORMANCILIK AMACIYLA HAVA FOTOĞRAFI DEĞERLENDİRİLMESİNDEKİ ÖNEMLERİ

Y a z a n

Doç. Dr. Alparslan AKÇA

Her fotografik olayın esasını, filim emülsiyonu tabakasındaki gümüş - halojen - bileşiklerinin (örneğin gümüş bromür) ışık etkisi ile metalik gümüşe dönüşümü teşkil eder. Bu kimyasal olay bir fotoğraf kamerasında obdüratörün açılması ve filim emülsiyonu üzerine ışık düşürülmesi (poz verme) ile başlatılır ve ortaya latent resim çıkar. Asıl dönüşüm bir karanlık odada kimyasal yoldan gerçekleştirilir. Burada poz verne sırasında ışık etkisiyle dönüşüme başlatılmış olan gümüş - halojen bileşikleri kimyasal bir banyo ile (developman banyosu) metalik gümüşe indirgenir. Neticede fotoğraf kamerasında filim emülsiyonu üzerine düşürülmüş olan görüntünün ışık dağılımına uygun olarak filim tabakası üzerinde siyah tonda metalik gümüş oluşur ve bu suretle de negatif resim ortaya çıkar. Bundan sonra metalik gümüşe dönüştürülmemiş gümüş - halojen parçacıkları yine kimyasal yoldan fiks banyo veya tespit banyosu adı verilen natriyum sülfat eriyiğinde yıkanarak uzaklaştırılır ve negatif resim sabit bir hale getirilir. Negatif resim üzerinde siyah - beyaz ton nüansları orijinal görüntüye nazaran tam ters bir durumdadır. Zira fotoğraf kamerasında filim emülsiyonu üzerine düşürülmüş olan görüntünün açık tonlu yerlerindeki ışık miktarının fazla olması buralarda daha fazla metalik gümüşün oluşumuna neden olur. Neticede filim üzerine orijinal görüntünün tam tersi siyah - beyaz tonda bir resim elde edilir. Negatif resimden yine fotografik yoldan yapılan bir kopya ile aynı işlemleri takip etmek suretiyle siyah - beyaz ton nüansları orijinal görüntüye uyan pozitif resim elde edilir.

Normal olarak gümüş - halojen bileşikleri dalga boyları 0,5 mikrona kadar olan kısa dalgalı yani mor ötesi, mor ve mavi renkli ışınlarla karşı

duyarlıdır. Bazı renk maddeleri ilâve etmek suretiyle gümüş-halojen bileşimlerini daha uzun dalga boylu ışınlar karşısında duyarlı hale getirmek mümkündür. Pratikte kullanılan filim emülsiyonları genellikle bu tipte olanlardır. Mavi ışınlar kadar duyarlı olan filimler sadece özel amaçlar için kullanılmaktadır. Diğer taraftan yukarıda açıklandığı şekilde ortaya çıkan negatif resimdeki metalik gümüş yerine özel bir renklendirme yöntemi ile renk maddeleri getirilerek renkli resim elde edilebilir. Ayrıca, bir de direkt dönüşümlü renkli fotoğraf developmanı da (diapozitif developmanı) yukarıda izah edilen sürecin değişik bir şekli olarak renkli fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır. Burada fotoğraf alımı esnasında poz verilerek üzerine ışık düşürülmüş bulunan filim emülsiyonu, developman esnasında ikinci bir ışıklandırmaya tabi tutularak doğrudan doğruya pozitif renkli fotoğraf elde edilir. Bu işin inceliklerine girmeden ve halen kullanılmakta olan filim tiplerine geçmeden önce hava fotoğraf alımlarında kullanılan filimlerden aranan genel özellikleri kısaca ele alalım.

Bilindiği gibi hava fotoğraf alımları yersel alımlara nazaran farklı bazı koşullar altında yapılır. Hava fotoğrafları yerden kilometrelerce yüksekliklerde süratle hareket eden bir cisime, yani bir uçağa yerleştirilmiş, özel kameralarla alınmaktadır. Yeryüzü üzerinden yansıyan gelen ve kameranın filim düzleminde fotografik alıma esas olacak görüntüyü oluşturan güneş ışınları, kamera objektifine ulaşıncaya kadar zayıflar ve kamera ile yeryüzü arasındaki hava tabakasında yaygın durumda dağınık ve genellikle mavi ışıklardan oluşan hava ışığının etkisiyle kontrastça da fakirleşir. Uçağın süratle hareket halinde olması, yükseklerde alçak sıcaklık derecelerinde çalışma zorunluluğu, hava fotoğraf alımlarında kullanılacak filim emülsiyonlarının bazı özelliklere sahip olmasını zorunlu kılar. Kamera objektifine ulaşan ışığın şiddetini kaybetmiş bulunması ve uçağın hareketi nedeniyle poz verme süresini çok kısa tutma zarureti, hava fotoğraf alımlarında kullanılacak filim emülsiyonlarının genel duyarlılığının yüksek olmasını gerekli kılar. Yine kameranın resim düzleminde teşekkül eden görüntünün kontrastça zayıflamış olması, bu işte kullanılacak filim emülsiyonlarının kuvvetli bir gradasyona sahip olmasını şart koşar. Arazi üzerinde detayların mümkün olduğu kadar fotoğraf üzerinde görülebilmesi için ayırma gücü yüksek filimlerin kullanılması ve bunların arazi üzerinde çeşitli renklerdeki objelerin kontrastça birbirlerinden ayrılabilmelerine izin vermeleri için de iyi bir renk duyarlılığına sahip olmaları gerekmektedir. Şimdi sıra ile bu dört şartı biraz daha ayrıntılı olarak ele alalım.

YÜKSEK GENEL DUYARLILIK

Hava fotoğrafı alım uçaklarının yüksek süratle hareket etmeleri, hava fotoğraf alımlarında poz verme süresinin kısa alınmasını zorunlu kıldığını yukarıda belirtmiştik. Aksi halde uçağın hareketi nedeniyle arazi üzerindeki noktalar uçuş istikametine paralel çizgiler şeklinde hava fotoğrafı üzerinde belirirler. Poz verme süresini kısa tutma mecburiyeti ve yeryüzünden yansıyıp aradaki hava tabakasını aşarak kameraya gelen ışınların zayıflamış olması genel duyarlılığı yüksek filim emülsiyonları kullanmamızı şart koşar.

Filim emülsiyonlarının genel duyarlılıkları muhtelif şekillerde ifade edilmektedir. Örneğin Almanlar DIN (Deutsche Industrie-Norm) İngilizler BSI (British Standards Institution), Amerikalılar da ASA (American Standards Association) sistemlerini kullanmaktadırlar. Örnek olarak DIN sistemini alalım. Burada bir fotoğrafik emülsiyonun duyarlılığı, belirli koşullarda yapılmış bir developmandan sonra 0.1 değerinde karar-meydana getiren ve lüks/saniye ile ifade edilen poz verme miktarının reziprok¹⁾ değeri ile ifade edilmektedir. Buna göre duyarlılık arttıkça 0.1 değerinde karar-meydana getirebilmek için gerekli ışık miktarı azalacağından, ışık miktarının reziprok değeri artar. Yani yükselen DIN değerleri filim emülsiyonunun genel duyarlılığının yükseldiğini ifade etmektedir. Hava fotoğraf alımlarında kullanılan filim emülsiyonları genellikle 20 - 30 DIN arasında değişen genel duyarlılığa sahiptirler. Tablo 1 de halen kullanılmakta olan duyarlılık endeksleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Buna göre hava fotoğraf alımlarında kullanılacak filimlerin genel duyarlılığı, İngiliz sistemine göre 30 - 40 BSI ve Amerikan sistemine göre de 80 - 800 ASA arasında olmalıdır.

TABLO 1

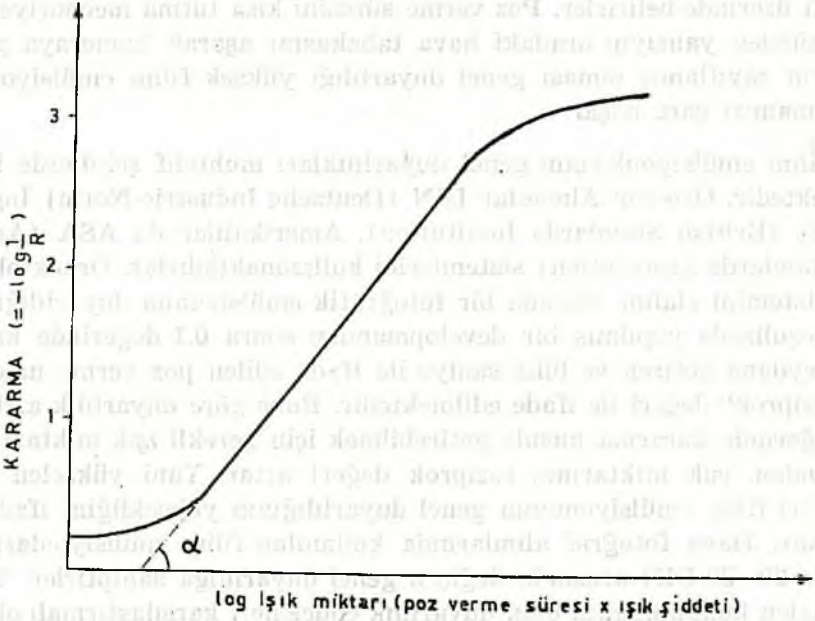
DIN, BSI ve ASA duyarlılık sistemlerinin karşılaştırmalı değerleri

DIN	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
BSI	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
ASA	25	32	40	50	64	80	100	125	160	200	250	320	400	500	640	800	1000	1250

1) Birbiri ile çarpıldığı zaman 1 eden iki sayıya reziprok sayılar, reziprok değerler adı verilmektedir. Örneğin x sayısının reziprok değeri $\frac{1}{x}$ tir.

YÜKSEK GRADASYON

Bu terimin açıklamasına girmeden önce kararırna eğrisinin ne olduğunu görelim. Fotoğrafçılıkta fotoğrafik kararırna, etkili ışık miktarının logaritmik ölçülerde bir fonksiyonu olarak kararırna eğrisi ile ifade edilir (Şekil 1). Bu eğriye ait olduğu fotoğrafik emülsiyonun karakteristik



Şekil 1 : Kararırna eğrisi

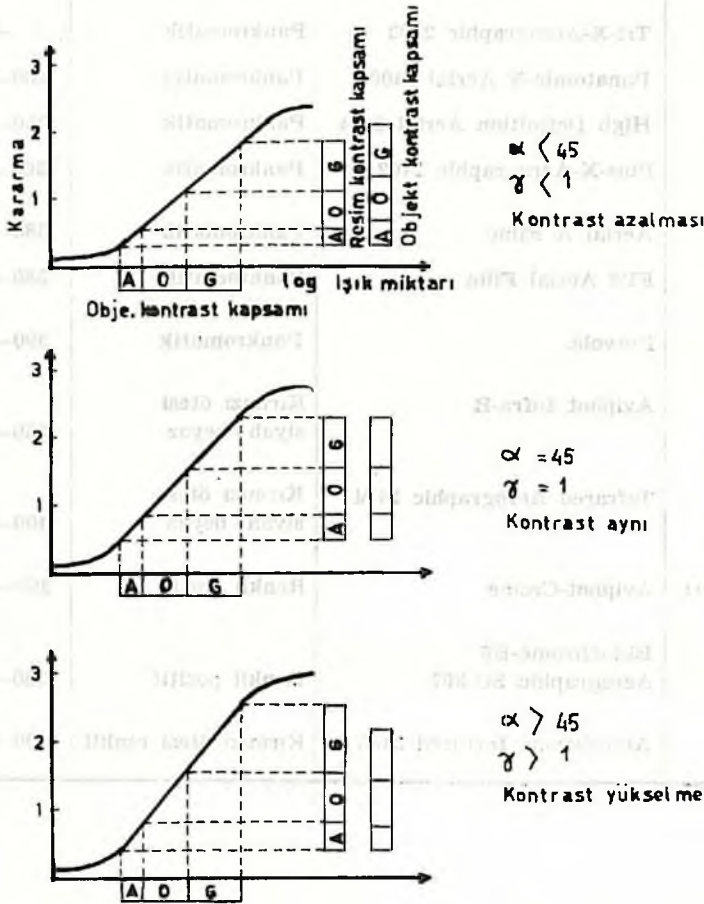
eğrisi adı da verilir. Bu eğri, X eksenine filim emülsiyonu üzerine düşen ışık miktarının (ki bu poz verme süresi ile ışık şiddetinin bir fonksiyonudur) logaritmasının ve Y eksenine de bu ışık miktarının filim emülsiyonu üzerinde sebep olduğu kararırna miktarının²⁾ taşınması ile elde edil-

²⁾ Bir fotoğrafik görüntünün kararırna değeri, üzerine düşen ışığın emilme yüzdesi ile, daha doğrusu bu yüzdenin logaritması ile ifade edilir. Yani,

$$S = -\log A$$

formülü ile gösterilebilir. Burada S kararırna değerini göstermektedir. $A = \frac{1}{R}$ dir ve R geriye yansıtılan ışınların yüzdesini ifade etmektedir. Buna göre 1 değerindeki kararırna, gelen ışınların % 10 nun geriye yansıtıldığını veya bir filim söz konusu ise geçirildiğini ifade etmektedir (AKÇA, 1970)

mektedir. Kararma eğrisi baş ve ayak kısımları ile bunları birleştiren bir doğrusal kısımdan oluşur ve şekil olarak da açık bir S harfine benzer. Eğrinin ayak kısmı minimal kararmanın baş kısmı da maksimal kararmanın olduğu durumları ifade etmektedir. Bu iki kısımda filim emülsiyonu üzerine düşen ışık miktarı ile sebep olduğu kararma arasında bir bağıntı bulunmamaktadır. Örneğin eğrinin baş kısmında poz verme müddeti ne kadar uzatılırsa uzatılsın veya filim üzerine düşürülen ışık şiddeti ne kadar arttırılırsa arttırılsın kararma miktarında herhangi bir değişiklik olmaz. Bu nedenle fotografik alımlarda ışık miktarı (ışık şiddeti \times poz verme süresi) o şekilde ayarlanmalıdır ki ışık miktarının logarit-



Şekil 2 : Değişik γ değerlerine sahip fotografik emülsiyonların kararma eğrileri ve kontrast tespit durumları. Şekilde A = açık tonları, O = orta tonları, G = koyu tonları yani gölgeleri ifade etmektedirler (AKÇA, 1969).

Tablo 2 : Hava fotoğraf abımlarında kullanılan filimler ve bunların teknik özellikleri

Yapıcı Firma	Filmin Adı	Tipi	Duyarlılık spektrumu
Agfa-Gevaert	Aviphot Pan 30 PE	Pankromatik	360—700 m μ
Agfa-Gevaert	Aviphot Pan 33 PE	Pankromatik	360—680 m μ
Agfa-Gevaert	Aviphot Pan 36 PE	Pankromatik	350—680 m μ
Kodak	Tri-X-Aerographic 2403	Pankromatik	—700 m μ
Kodak	Panatomic-X Aerial 3400	Pankromatik	400—720 m μ
Kodak	High Definition Aerial 3414	Pankromatik	350—700 m μ
Kodak	Plus-X-Aerographic 2402	Pankromatik	360—710 m μ
Ilford	Aerial A Film	Pankromatik	380—680 m μ
Ilford	FP3 Aerial Film	Pankromatik	380—650 m μ
Perutz	Pervola	Pankromatik	390—700 m μ
Gevaert	Aviphot Infra-R	Kırmızı ötesi siyah - beyaz	360—830 m μ
Kodak	Infrared Aerographic 2424	Kırmızı ötesi siyah - beyaz	400—850 m μ
Agfa-Gevaert	Aviphot-Crome	Renkli pozitif	380—700 m μ
Kodak	Ektachrome-EF Aerographic SO-397	Renkli pozitif	380—700 m μ
Kodak	Aerochrome Infrared 2443	Kırmızı ötesi renkli	400—850 m μ

Genel duyarlılığı DIN ASA AFS			Gradasyon γ	Ayırma gücü Kontrast 1000:1	Kullanılma alanı
20	80		1.50 - 1.55	133	Topografik değerlendirmeler
24	200		1.29 - 1.48	95	Topografik değerlendirmeler
27	400		1.20	85	Topografik değerlendirmeler
	200	320	1.25 - 1.7 - 1.8	80	Topografik değerlendirmeler
	40	64	2.7 - 2.85	160	Çok yükseklerden, keşif amaçları
	5	8	2.8	630	Çok yükseklerden, keşif amaçları
	125	200	1.3 - 1.8 - 2.3	100	Topografik değerlendirmeler
25	250		1.29 - 2.54	88	Topografik değerlendirmeler
24	200		1.04 - 1.87	100	Topografik değerlendirmeler
	80		—	110	Topografik değerlendirmeler
18	40		—	80	Ormancılık
	125	200	1.3 - 1.35 - 1.6	80	Ormancılık
20	80		1.0	90	Ormancılık
	40	64	—	63	Keşif, ormancılık
	25	40	—	63	Ormancılık

ması kararına eğrisinin doğrusal bölümünün altına düşsün. Zira bu kısmında ışık miktarı ile oluşturduğu kararın arasında, kararın eğrisinin X eksenine göre eğimine bağlı olarak bir orantı mevcuttur.

Fotografik emülsiyonun gradasyonu ise işte bu kararın eğrisinin düz kısmının X eksenine ile yaptığı açının (ki bu açı α ile gösterilmektedir) tanjantı ile ifade edilir ve γ ile gösterilir. Gradasyon yani $\gamma = \tan \alpha$, 1 den küçük olduğu takdirde fotoğraf üzerinde görüntüdeki kontrast azaltılarak tespit edilmektedir. Gradasyon $\gamma = 1$ olduğu takdirde ise herhangi bir kontrast değişikliği söz konusu değildir. Gradasyon $\gamma > 1$ olduğu takdirde ise film emülsiyonuna üzerine düşürülen görüntüdeki kontrastlar büyütülerek fotoğraf üzerinde tespit edilmektedir. Bu durumlar şekil 2 de sematik olarak gösterilmiştir.

Bir hava fotoğraf alımında kamera objektifi vasıtasıyla film emülsiyonuna üzerine düşürülen görüntüdeki kontrast, alım kamerası ile yer yüzü arasındaki dağınık hava ışığının etkisi ile hayli azalmıştır (ASCHENBRENNER, 1941). Bu nedenle de hava fotoğraf alımlarında, γ değerleri 1 den büyük olan yüksek gradasyonlu film emülsiyonlarının kullanılması mutlaka gereklidir. Aksi halde yeryüzü üzerinde farklı kontrastlara sahip objeler yeterli bir şekilde hava fotoğrafı üzerinde tespit edilemezler. Tablo 2 de halen hava fotoğraf alımlarında kullanılmakta olan filimlerin gradasyon değerleri de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi bu tip filimlerde gradasyon (γ) 1.0 ile 2.8 arasında değişmektedir.

Burada belirtilmesi gereken diğer bir nokta da, gradasyonun film emülsiyonunun özelliğinden başka developman maddesinin cins ve sıcaklığına, developman sürecinin müddet ve yapılış şekline de bağlı olmasıdır. Tablo 2 de verilen değerler optimal değerler olup, yapıcı firmalar tarafından gerek poz verme için, gerekse developman banyosu için önerilmiş olan koşulların yerine getirilmesi halinde ulaşılabilir.

YÜKSEK AYIRMA GÜCÜ

Hava fotoğrafı üzerinde tanınabilen en küçük ayrıntının boyutları film emülsiyonunun ayırma gücü ölçüsüdür. Bu nedenle bir fotoğrafik emülsiyonun ayırma gücü, o emülsiyon üzerinde çeşitli ve fakat standart büyüklük ve sıklıktaki ve yine standart bir kontrasta sahip kontrol çizgilerinden, birbirlerinden ayrılacak şekilde tespit edilebilen en küçüklerinin milimetredeki sayısı ve çizgi milimetre olarak ifade edilir. Örneğin ayırma gücü 50 çizgi/mm olan bir film üzerinde bir milimetrelik

bir uzunlukla 50 adet kontrol çizgisi birbirinden ayrılabilir. Diğer bir tabirle film üzerinde 0.02 mm genişliğinde olan çizgiler tespit edilmektedir. 1:10 000 ölçekli bir fotoğraf alımında bu, arazi üzerinde 20 cm lik objelerin yeterli kontrasta sahip oldukları takdirde fotoğraf üzerinde tespit edilebileceğini göstermektedir.

Fotoğrafik emülsiyonların ayırma güçleri, fotoğrafı oluşturan gümüş moleküllerinin oluşturdukları taneciklerin boyutlarına bağlıdır. Bu taneciklerin boyutları büyüdükçe fotoğraf emülsiyonunun ayırma gücü azalır. Diğer taraftan film emülsiyonunun genel duyarlılığı yükseldikçe, gümüş taneciklerinin boyutları da büyümektedir. Yukarıda da izah edildiği gibi hava fotoğraf alımlarında kullanılan emülsiyonların yüksek genel duyarlılığa sahip olmaları da şarttır. Bu da hava fotoğraf alımlarında kullanılan film emülsiyonlarının ayırma güçlerinin düşük olmasına neden olmaktadır. Nitekim Tablo 3 de bu durum açıkça görülmektedir. Agfa - Gevaert firmasının 20 DIN genel duyarlılığındaki Aviphot Pan 30 PE filminde ayırma gücü 133 çizgi/mm olarak verilmiş iken, aynı firmanın 27 DIN genel duyarlılığına sahip Aviphot Pan 33 PE filminde ayırma gücü 85 çizgi/mm ye düşmektedir. Buna göre ayırma gücü ile genel duyarlılık arasında en iyi kombinasyonun kurularak, her iki bakımdan da yeterli film emülsiyonlarının yapılması gerekmektedir. Burada unutulmayacak diğer bir nokta da, film emülsiyonlarının ayırma güçlerinin, genel duyarlılıkta olduğu gibi, poz verme süresi, developman maddesi, developman süresi ve developman sıvısının sıcaklığına bağlı olmasıdır. Bu işlemlerin de firmaların ön gördüğü şekilde yapılması gerekmektedir.

Hava fotoğrafı alımlarında kullanılan film emülsiyonlarının ayırma gücü siyah beyaz fotoğraflarda 80 ilâ 60 çizgi/mm arasında değişmektedir. Renkli fotoğraf alımlarında ise ayırma gücü biraz daha düşük olmaktadır. Buna karşılık bazı özel film emülsiyonlarında, örneğin çok yükseklerden yapılan, çeşitli keşif işlerinde (özellikle askeri) kullanılan «Kodak High Definition Aerial 3414» film emülsiyonunda olduğu gibi, ayırma gücü 630 çizgi/mm ye kadar yükselmektedir. Yani bu filmin ayırma gücü aynı firmanın renkli film emülsiyonlarına nazaran 10 defa daha yüksek olmaktadır. Diğer bir ifade ile, 1:10 000 ölçeğinde renkli film üzerinde tespit edilebilen en küçük detaylar, bu ayırma gücü yüksek film ile 1:100 000 ölçeğinde tespit edilebilmektedir. Yine teorik olarak 2000 metre yükseklikten yapılan bir uçuş ile renkli film üzerinde tespit edilebilen en küçük detay, söz konusu ayırma gücü yüksek filmle 20 000 metre yükseklikten yapılan uçuşlarda fotoğraf üzerinde tespit edilebilmek-

tedir. Bu verdiğimiz örnekler filim emülsiyonlarının ayırım güçlerinin, hava fotoğrafları üzerinde objelerin teşhislerindeki önemini bariz olarak ortaya koymaktadır.

RENKLERE KARŞI İYİ BİR DUYARLILIK

Bu koşul özellikle vejetasyon enterpetrasyonu amaçları ile yapılan hava fotoğrafı alımlarında önemlidir. Zira çeşitli bitkisel objelerde yeşil renkli ışınların geriye yansıtılma yüzdelerindeki (remisyon) farklar genellikle yeterli derecede değildir. Daha önce de belirtildiği gibi gümüş-halojen molekülleri sadece kısa dalgalı ışınlarla karşı duyarlıdır. Özel renk maddeleri ile gözle görülebilen bütün ışınlarla karşı duyarlı hale getirilebilir. Hava fotoğraf alımlarında kullanılan filim emülsiyonlarının gözle görülebilen ışınların en uzun dalgası olan kırmızı ışınlarla karşı da yeter derecede duyarlı olması gereklidir. Zira hava fotoğrafı enterpretasyonunda objeler arasında her türlü renk tonu farklılıkları önemlidir ve objelerin hava fotoğrafı üzerinde tanınmalarında rol oynarlar.

Halen uygulamada kullanılan filimler

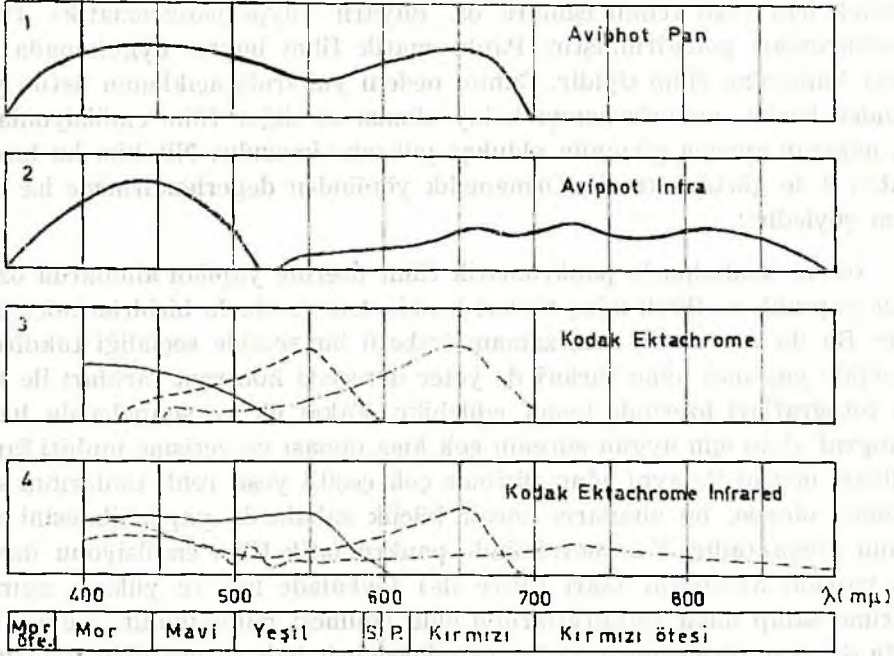
1. Pankromatik filim
2. Kırmızı ötesi siyah - beyaz filim
3. Renkli filim
4. Kırmızı ötesi renkli filim

olmak üzere dört grupta toplanabilir. Bu filim tiplerine bir de sadece mavi ve yeşile karşı hassas «Ortokromatik filim» ilâve edilebilir. Fakat bu filim tipi duyarlılık spektrumunun darlığı nedeni ile son senelerde hemen hemen tamamen terk edilmiştir. Şimdi sırasıyla bu filim tiplerini teker teker ele alalım.

1. PANKROMATİK FİLİM

Bu filmin duyarlılık spektrumu hemen hemen tamamen insan gözünün duyarlılık spektrumuna uymaktadır. Filtre kullanılmadığı takdirde dalga boyları 0.35 mikron ile 0.70 mikron arasındaki ışınlarla, yani mor, mavi, yeşil, sarı, portakal ve kırmızı renkli ışınlarla, karşı duyarlıdır. Enformasyon değeri düşük ve kontrast azaltıcı özellikteki kısa dalgalı ışınların (mor ve mavi renkli ışınlar) kamera objektifi önüne konulan sarı bir filtre (eksi mavi filtre) ile filim emülsiyonuna ulaşma-

ları önlenmekte ve pankromatik filmin duyarlılık spektrumu 0.48 mikron ile 0.70 mikron arasına daraltılmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3 : Pankromatik (1), kırmızı ötesi siyah-beyaz (2), normal renkli (3) ve kırmızı ötesi renkli 4) filimlerin duyarlılık spektrumlarının şematik görünüşleri.

Pankromatik film üzerine alınan fotoğraflar insan gözünün alışkanlığının bir neticesi olarak gerçek renk tonlarına uygunmuş gibi görülür. Bu husus bu filmin diğer filimlere nazaran üstünlüğünü teşkil eder. Aslında hiç bir fotoğraf çevrenin gerçek bir görüntüsünü vermez. Örneğin siyah-beyaz fotoğraflarda tabiattaki renk tonları siyah-beyaz arasındaki tonlara dönüştürülür. Renkli fotoğraflar üzerinde de çevre hiç bir zaman gerçek renkleri ile verilmez. Ayrıca üç buutlu olan tabiat, fotoğraflar üzerinde iki buuta indirgenmektedir. Bu nedenle pankromatik film üzerine alımlar da, çevrenin gerçek görüntüsünü yansıtmamaktadır. Bu tip filmler üzerine alınmış fotoğraflar sadece alışkanlığın bir neticesi olarak bizde gerçek tonlara uygun olduğu hissini vermekte ve fotoğraf karşısında daha sonra göreceğimiz kırmızı ötesi filimler üzerine yapılmış alımların aksine yabancılaşma çökmemizi önlemektedir. Fakat pankromatik film

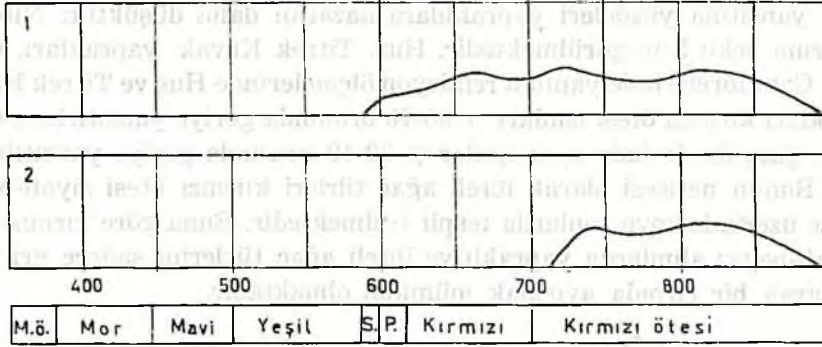
emülsiyonların, şekilde de görüldüğü gibi, yeşil renkli ışınlar karşı duyarlılığının düşük olması, özellikle vejetasyon enterpretasyonu amaçları için alımlarda büyük bir eksiklik olmaktadır. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için yeşil renkli ışınlar da duyarlı «hyperpankromatik» film emülsiyonları geliştirilmiştir. Pankromatik film bugün uygulamada en fazla kullanılan film tipidir. Bunun nedeni yukarıda açıklanan üstün yönünden başka, muhafazasının kolay olması ve diğer film emülsiyonlarına nazaran ayırma gücünün oldukça yüksek olmasıdır. Nitekim bu husus Tablo 2 de görülmektedir. Ormancılık yönünden değerlendirmede ise durum şöyledir :

İlk ve sonbaharda pankromatik film üzerine yapılan alımlarda özellikle yapraklı ve ibrelili ağaç türleri keskin kontrastlarla birbirlerinden ayrılır. Bu iki mevsimde alım zamanı isabetli bir şekilde seçildiği takdirde, özellikle yapraklı ağaç türleri de yeter derecede kontrast farkları ile hava fotoğrafları üzerinde tespit edilebilir. Fakat ilk ve sonbaharda hava fotoğrafı alımı için uygun sürenin çok kısa olması ve yetiştirme muhiti farklılıkları nedeni ile aynı ağaç türünde çok çeşitli yeşil renk tonlarının söz konusu olması, bu alımların ancak küçük sahalarda yapılabilmesini zorunlu kılmaktadır. Yaz mevsiminde pankromatik film emülsiyonu üzerine yapılan alımlarda (sarı filtre ile) fevkalade net ve yüksek ayırım gücüne sahip hava fotoğraflarının elde edilmesi mümkündür. Yalnız bu defa da ağaç türlerinin birbirine neredeyse eşit hale gelmiş olan remisyon değerleri, hava fotoğrafları üzerinde sadece gri tona dayanarak ağaç türlerinin birbirlerinden ayrılmasını zorlaştırmaktadır. Bu takdirde ağaç türlerini tepe şekillerine, tepelerinin tekstürlerine göre tanıması söz konusudur (AKÇA, 1970). Fotoğraf ölçeği yeterli büyüklükte alındığı takdirde ağaç türlerinin başarılı bir şekilde enterpretasyonu mümkündür. Neticе olarak ormancılıkta da hava fotoğrafı alımlarında en çok kullanılan film emülsiyonu, üstün tarafları sakıncalarına göre daha çok olan pankromatik film emülsiyonlarıdır.

2. KIRMIZI ÖTESİ SİYAH - BEYAZ FİLİM

Uygun duyarlılıkta filimler ile insan gözüne görünmeyen kırmızı ötesi ışınlar fotoğraflar üzerinde tespit edilebilir ve bu şekilde bazı objelerin birbirlerinden ayrılması, tanınmaları kolaylaştırılabilir. Kırmızı ötesi ışınlar bilindiği gibi elektromanyetik ışınlar spektrumunda 0.7 mikron ile 100 mikron dalga boyları arasında yer almaktadırlar. Bu ışıklardan çok küçük bir kısmı, yani 0.7 mikron ile 1.0 mikron dalga boyları arasında kalanlar fotografik olarak doğrudan doğruya (AKÇA, 1973) bir film

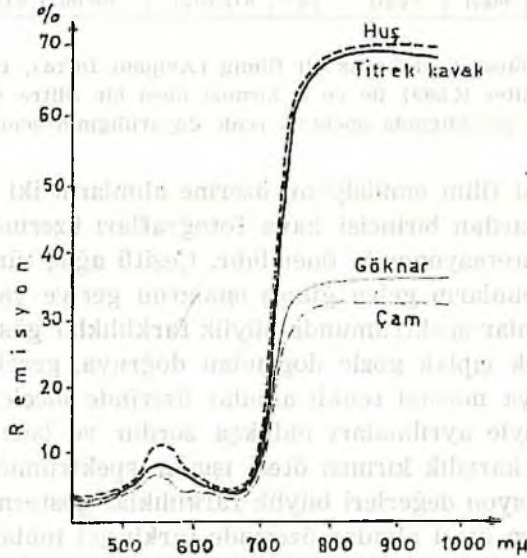
emülsiyonu üzerine saptanabilmektedirler. Kırmızı ötesi film emülsiyonları aynı zamanda gözle görülen ışınlar karşı da duyarlıdır (şekil 3). Bu nedenle şayet saf bir kırmızı ötesi alım arzu ediliyor ise, gözle görülen ışınları geçirmeyen bir kırmızı ötesi filitrenin kamera objektifinin önüne konması gerekmektedir (şekil 4).



Şekil 4 : Kırmızı ötesi siyah-beyaz bir filmin (Aviphot Infra), 1. Kırmızı bir filitre (Geva-Filter R 599) ile ve 2. kırmızı ötesi bir filitre (Geva-Filter R 719) ile alım yapıldığında spektral renk duyarlılığının şematik görünüşü.

Kırmızı ötesi film emülsiyonu üzerine alımların iki büyük ana özelliği vardır. Bunlardan birincisi hava fotoğrafları üzerinde özellikle ağaç türlerinin enterpretasyonunda önemlidir. Çeşitli ağaç türlerinin remisyon değerleri, yani bunların gelen güneş ışınlarını geriye yansıtma yüzdeleri gözle görülen ışınlar spektrumunda büyük farklılıklar göstermez (şekil 5). Bu nedenle gerek çıplak gözle doğrudan doğruya, gerekse pankromatik siyah - beyaz veya normal renkli alımlar üzerinde incelemede birbirlerinden renk itibariyle ayrılmaları oldukça zordur ve bazı hallerde de imkânsızdır. Buna karşılık kırmızı ötesi ışınlar spektrumunda yeşil yaprak ve ibrelerin remisyon değerleri büyük farklılıklar göstermektedirler ve bu nedenle de kırmızı ötesi alımlar üzerinde farklı gri tonlarda tespit edilirler. Yapraklar kırmızı ötesi ışınları büyük ölçüde geriye yansıtırlar. Bu özellik yaprak dokusunun yapısı ile izah edilmektedir. Literatürde bazan yanlış olarak belirtilmesinin aksine bu durumun klorofil ile hiç bir ilgisi yoktur. Zira klorofil kırmızı ötesi ışınları tamamen geçirmektedir. Kırmızı ötesi ışınlar yaprakların mesofil tabakasında bol miktarda bulunan hücreler arası boşluklarda, hücre zarlarında bazan kırılarak ve bazan da tam yansıma suretiyle çok miktarda geriye döndürülmektedir. Yani yaprak mesofilinin sünger yapısının bir neticesi olarak kırmızı ötesi ışınlar

yapraklardan çok miktarda geriye yansıtılmaktadırlar (HILDEBRANDT, KENNEWEG, 1968). Remisyon değerlerinin yüksek olması nedeniyle de bütün yapraklı ağaç türleri kırmızı ötesi siyah-beyaz hava fotoğraflarında açık tonlarda görülür. İbrelilerde ise durum değişiktir. İbrelere mesofil tabakasında daha az miktarda hücreler arası boşluğun bulunması ve yine ibrelerin fiziki şekillerinin bir neticesi olarak kırmızı ötesi ışınları geriye yansıtma yüzdeleri yapraklılara nazaran daha düşüktür. Nitekim bu durum şekil 5 te görülmektedir. Huş, Titrek Kavak yaprakları, Gök- nar ve Çam ibrelerinde yapılan remisyon ölçmelerinde Huş ve Titrek Kavak yaprakları kırmızı ötesi ışınları % 65-70 oranında geriye yansıtırken, Gök- nar ve Çam ibrelerinde aynı ışınlar % 30-40 arasında geriye yansıtılmak- tadır. Bunun neticesi olarak ibrelili ağaç türleri kırmızı ötesi siyah-beyaz alımlar üzerinde koyu tonlarda tespit edilmektedir. Buna göre kırmızı öte- si siyah-beyaz alımlarda yapraklı ve ibrelili ağaç türlerini sadece gri tona dayanarak bir çırpıda ayırmak mümkün olmaktadır.



Şekil 5 : Huş, Titrek Kavak yaprakları, Gök- nar ve Çam ibrelerinin remisyon de- ğerlerini (çeşitli dalga boyundaki ışınları geriye yansıtma yüzdelerini) gös- teren eğriler (BACKSTRÖM, WELANDER, 1953).

Kırmızı ötesi ışınların puslu havalarda hava tabakasına gözle görü- lebilen ışınlarla nazaran daha iyi nüfuz etmesi, bu ışınların hava fotoğraf alımlarında diğer bir üstünlüğünü teşkil eder. Çok puslu havalarda ise uzun dalgalı kırmızı ötesi ışınların hava tabakası içindeki dağılımı artar

ve hava tabakasına nüfuz etme gücü azalarak gözle görülen mesafeye kadar düşer. Böyle durumlarda kırmızı ötesi alımların söz konusu avantajı ortadan kalkar. Hele ıslak, sisli havalarda kırmızı ötesi fotoğrafik alımlar tamamen başarısız olur (FINSTERWALDER - HOFMANN, 1968).

Ormanlık bakımından kırmızı ötesi fotoğrafik alımların bir önemli özelliği daha vardır. Ormanlık bölgelerde her zaman söz konusu olan gölge altında kalmış kısımlar, sadece kısa dalgalı mavi renkli ışınlardan oluşan dağınık hava ışığı ile aydınlatılmaktadır. Şayet bu ışınların filim üzerine düşmesi bir filtre ile önlenirse, gölge altında kalan yerler kırmızı ötesi fotoğrafik alım üzerinde koyu ve siyaha yakın tonda görüleceklerdir. Saf kırmızı ötesi alımlarda gölgeler koyu siyah olarak hava fotoğraflarında tespit edilirler. Böyle durumlarda büyük ölçekli hava fotoğraflarında gölgelerin keskin kenarlarından ağaç türlerinin tanınmasında istifade edilebilir. Buna karşılık gölge altında kalan küçük ayrıntılar fotoğraf üzerinde tespit edilememekte ve kaybolup gitmektedirler. Bu şekilde hiç de yabana atılmayacak ayrıntı kaybını önlemek için ormancılıkta kullanılmak üzere yapılan kırmızı ötesi alımlarda kırmızı ötesi filtre yerine sarı renkli (eksi mavi) filtre kullanılmaktadır. Bu şekilde kırmızı ötesi alımlar üzerine kısa dalgalı ışınlarda kısmen tespit edilir ve ortaya TADİL EDİLMİŞ KIRMIZI ÖTESİ SİYAH-BEYAZ ALIMLAR çıkar. Özellikle Amerika Birleşik Devletlerinde uygulanan bu yolla saf kırmızı ötesi alımlara nazaran daha az kontrasta sahip ve buna karşılık gölge altında kalmış yerlerde daha fazla ayrıntı ihtiva eden kırmızı ötesi siyah-beyaz fotoğraflar elde edilmektedir (SPURR, 1948; SCHULTE, 1951).

Kırmızı ötesi siyah-beyaz alımların bu büyük ve ormancılık bakımından önemli avantajlarına rağmen hâlâ pankromatik alımlara nazaran daha az kullanılmasının nedeni bazı önemli mahzurlarının söz konusu olmasıdır. Kırmızı ötesi filim emülsiyonları sıcaktan çok müteessir olurlar ve kullanılmadan önce çok kısa bir süre için depo edilebilirler. Devamlı bir soğutucu içinde muhafaza edilmeleri gereklidir. Diğer taraftan kırmızı ötesi siyah-beyaz alımları ile ibrelili-yapraklı arasında farklı kontrastlar ilk veya sonbaharlarda yapılan pankromatik alımlar ile de elde edilebilmektedir. İşte bu iki neden, bugün ormancılıkta kullanılmak amacıyla yapılan hava fotoğraf alımlarında da pankromatik alımların daha fazla kullanılmasına sebep olmaktadır.

3. RENKLİ FİLİM

SCHWIDEFSKY (1963) nın dilimize de çevrilmiş «Photogrametrinin Temelleri» kitabında çok güzel bir şekilde formüle ettiği gibi, «renk ton-

ları hava fotoğraflarının yapısına üçüncü bir buut olarak katılarak», bunların hem genel, hem de ormancılık amaçları için enterpretasyon değerlerini yükseltirler. Fakat buna rağmen renkli filim emülsiyonları şimdiye kadar uygulamada beklenenden daha az miktarda kullanılmışlardır. Bunun nedenleri kısaca şu şekilde özetlenebilir.

Bir defa, uçuş yüksekliğinin artması ile kamera objektifine ulaşan renklerdeki dolgunluk havadaki dağıntık ışık nedeniyle azalır ve renkli alımlar artan uçuş yüksekliği ile gittikçe mavimsileşen bir renk alır. Çok yükseklerden alınmış renkli fotoğraflar ise tamamen mavi ve kirli beyaz renklerden oluşan ve mavi-kirli beyaz diyebileceğimiz bir hava fotoğrafı halini alır. Bu da renk faktörünün hava fotoğraflarına olan olumlu etkisini ortadan kaldırmaktadır. Diğer taraftan renkli filim emülsiyonları siyah-beyaz emülsiyonlara nazaran daha az stabildirler, ayırma güçleri ve genel duyarlıkları da yine daha düşüktür (Tablo 2). Aynı şekilde alım için gerekli koşullar hava şartları ile daha fazla sınırlanmıştır. Alım esnasında yapılacak yanlışlıkların, örneğin poz verme süresinin eksik veya fazla alınması gibi, banyo yolu ile giderilmesi olanakları da çok sınırlıdır. Son olarak siyah-beyaz emülsiyonlara nazaran oldukça yüksek olan fiyatları da renkli filimlerin bir diğer önemli sakıncası olmaktadır.

Renkli filim emülsiyonları negatif renkli filim ve pozitif renkli filim, (ki buna diapozitif filim adı da verilmektedir) olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Negatif renkli filimlerde prosedür siyah-beyaz filim emülsiyonları ile alımlarda olduğu gibidir. Yani önce hava fotoğraf alımında negatif renkli alım yapılır. Banyodan sonra elde edilen renkli negatiften kontakt kopya yoluyla renkli pozitif fotoğraflar elde edilir. Pozitif renkli filim alımlarında ise, poz vermeden sonra developman esnasında ikinci bir ışıklandırma ile doğrudan doğruya pozitif renkli fotoğraflar elde edilir. Şimdi bu ikinci tip filimlerin yapısına, poz verme ve banyo esnasındaki prosedüre kısaca temas edelim.

Normal renkli bir pozitif filmin yapısı sematik olarak şekil 6 da gösterilmiştir. Normal renkli bir filim genel olarak mavi, yeşil ve kırmızı ışıklara duyarlı üç tabakadan oluşur. Her üç tabaka baz adı verilen ve asetat, poliyester veya ester asıllı transparent bir tabaka üzerinde yer almışlardır. Yeşil ve kırmızı ışıklara duyarlı tabakalar aynı zamanda daha kısa dalgalı mavi ışıklara da duyarlı olduklarından, mavi ışıklara duyarlı tabakanın altında yer alan sarı bir filtre yeşil ve kırmızı ışıklara duyarlı tabakalara kısa dalga boylu ışıkların etkisini önler. Bu suretle renkli filim üzerine fotoğraf kamerasında düşürülen görüntüdeki

mavi, yeşil ve kırmızı ışınlar ayrı ayrı tabakalarda tespit edilirler. Yani burada üç adet ve mavi, yeşil ve kırmızı renklerde, negatif resim teşekkül etmektedir. Developman banyosu esnasında aynı film üzerinde ikinci bir ışıklandırma ile mavi, yeşil ve kırmızı renklerin tamamlayıcı renkleri olan, ki biz bunlara mavi, yeşil ve kırmızının pozitif renkleri de diyebiliriz, sarı, erguvan ve mavi-yeşil renklerdeki pozitif resimler oluşturulur. Sarı, erguvan ve mavi-yeşil renklerdeki üç resmin karışmasıyla da bildiğimiz pozitif renkli resim elde edilir.

Mavi ışınlara duyarlı	Sarı pozitif resim	→ Sarı-filtre
Yeşil ışınlara duyarlı	Erguvan pozitif resim	
Kırmızı ışınlara duyarlı	Mavi-yeşil pozitif resim	
	B A Z	

Şekil 6 : Çok tabakalı bir normal renkli filimin (Kodak Ektachrome) şematik görünüşü. Soldaki bölüm çekimden önce filimin çeşitli ışınlara duyarlı tabakalarının durumunu, sağdaki bölüm ise çekim ve banyodan sonra her tabakada oluşturulan pozitif resimlerin durumlarını göstermektedir (TAR-KINGTON, SOREM, 1963).

Ormancılık yönünden renkli hava fotoğraflarının değeri konusunda değişik görüşler söz konusudur. Örneğin Avusturya'da LACKNER'in (1966) yürüttüğü bir araştırma sonucunda, ağaç türleri ve meşcere tiplerinin tanınmaları işleminde, renkli fotoğraflarının pankromatik hava fotoğraflarına nazaran daha kötü sonuçlar verdiği görülmüştür. Fakat bu kötü sonuçlar kullanılan renkli hava fotoğraflarının düşük kalitede olmasıyla da izah edilebilir. Esasen bu durum da, renkli hava fotoğraflarının en büyük sorunlarından biri olan iyi kalitede renkli hava fotoğrafı elde etmedeki güçlüğü bir neticesidir. Ayrıca çeşitli ağaç türlerinin yeşil ışınları geriye yansıtılmalarındaki farklar esasen çok fazla değildir ve bu farklar fotoğrafların alındığı yaz mevsiminde daha da azalmıştır. Bu nedenle yazın alınmış renkli hava fotoğraflarında yeşil rengin tonlarına dayanarak ağaç türlerinin birbirlerinden ayrılmaları daha da zorlaşmaktadır. İlk ve sonbaharda renkli hava fotoğraf alımlarının yapılması da hava şartlarının optimal olması zorunluluğu nedeni ile oldukça kısıtlıdır. LACKNER'in ulaştığı kötü sonuçları, bütün bu nedenlerle normal karşılamak gerekmektedir. Buna karşılık başarılı yapılmış alımlarla elde edilen kaliteli renkli hava fotoğrafları ile ağaç türlerinin ve meşcere tiplerinin enterepretasyonu konusunda siyah-beyaz hava fotoğraflarına nazaran daha

başarılı sonuçlara ulaşılması da normaldir. Nitekim Amerika'da HELLER, DOVERSPIKE ve ALDRICH (1964) ve Federal Almanya'da HILDEBRANDT, KENNEWEG (1968) renkli hava fotoğraflarının ormancılık amaçları için yapılan enterpretasyon konusundaki üstünlüklerini çeşitli araştırmalar ile bariz olarak ortaya koymuşlardır.

Sonuç olarak, optimal alım şartları sağlandığı takdirde renkli hava fotoğraflarının enformasyon değerlerinin siyah-beyaz hava fotoğraflarına nazaran çok daha yüksek bir düzeye ulaştığını söyleyebiliriz.

4. KIRMIZI ÖTESİ RENKLİ FİLİM

Kırmızı ötesi renkli filim, önce askeri amaçlarla gözlemleri ortaya çıkartmak için geliştirilmiş ve daha sonra da sivil amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. Gözle görülmeyen yakın kırmızı ötesi ışıklardan (dalga boyları 0.7 mikron ile 1.0 mikron arasında olan ışınlar) faydalanmak suretiyle kuvvetli kontrastlar elde etmek ve çeşitli objelerin hava fotoğrafları üzerinde tanınmalarına olanak sağlamak amacıyla çalışmalar ikinci dünya savaşı esnasında başlamıştır. Amaç yeşil boya veya kesilmiş dallarla yapılan gizlemelerin ortaya çıkarılması hususu idi. Bu konuda kırmızı ötesi ışıklardan yararlanma düşüncesi, kırmızı ötesi ışınların yeşil yapraklardan büyük miktarda geriye yansıtılması ve bu değerini yaparak yapısının bozulması ile küçülmesi özelliğinin bilinmesinden doğmuştur.

Halen sivil amaçlarla kırmızı ötesi renkli filim olarak, Amerikalıların «Kodak Ektachrome Infrared» filimi ile Rusların doğu bloku ülkelerinde söz konusu olan Spektrozonal SN-2 filimi kullanılmaktadır. Bunlardan «Kodak Ektachrome Infrared» filimi kırmızı ötesi, yeşil ve kırmızı ışıklara karşı duyarlı üç tabakadan oluşurken, «Spektrozonal SN-2» filimi kırmızı ötesi ve yeşil ışıklara karşı duyarlı iki tabakadan oluşmaktadır. Her iki tip filim üzerine alınmış hava fotoğraflarında renkler, alımı yapılan objelerin renklerinden farklı olduğundan, bu tip hava fotoğraflarına yalancı renkli veya yanlış renkli hava fotoğrafları da denmektedir. Zira kırmızı ötesi ışıklara duyarlı olan bir renkli filmde, doğadaki renklere uygun olarak çevrenin tespit edilmesine olanak bulunmamaktadır.

Kırmızı ötesi renkli «Kodak Ektachrome Infrared» filiminin yapısı şekil 7 de gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi bu filim, en üstte kırmızı ötesi ışıklara duyarlı, onun altında yeşil renkli ışıklara duyarlı ve en altta da kırmızı renkli ışıklara duyarlı üç tabakadan oluşmaktadır. Burada da normal renkli filmde olduğu gibi duyarlı tabakalar baz adı ve-

rilen ve asetat, poliyester veya ester asıllı transparent bir tabaka üzerinde yer almışlardır. Normal renkli filmde en üstte bulunan ve mavi renkli, yani kısa dalgalı ışınlar duyarlı tabakanın yerini burada kırmızı ötesi ışınlar duyarlı bir tabaka almış bulunmaktadır. Kırmızı ötesi filmde

Kırmızı ötesi ışınlar duyarlı	Mavi-yeşil pozitif resim	
Yeşil ışınlar duyarlı	Sarı pozitif resim	
Kırmızı ışınlar duyarlı	Erguvan pozitif resim	
B	A	Z

Şekil 7 : Çok tabakalı bir kırmızı ötesi renkli filmin (Kodak Ektachrome Infrared) şematik görünüşü. Soldaki bölüm çekimden önce filmin çeşitli ışınlar duyarlı tabakalarının durumunu, sağdaki bölüm ise çekim ve banyodan sonra her tabakada oluşturulan pozitif resimlerin durumlarını göstermektedir (TARKINGTON, SOREM, 1963).

kısa dalgalı mavi ışınlar hassas bir tabaka bulunmaması nedeniyle, bu ışınların film emülsiyonuna ulaşmasına da gerek bulunmamaktadır. Alım esnasında fotoğraf alım kamerası önüne yerleştirilen bir sarı filtre (eksi mavi) ile mavi ve daha kısa dalgalı ışınların film emülsiyonuna etki etmeleri önlenir. Poz verme esnasında kamera objektifi tarafından film emülsiyonu üzerine düşürülen görüntüdeki kırmızı ötesi, yeşil ve kırmızı ışınlar bu üç tabaka tarafından ayrı ayrı saptanır. Yani burada da kırmızı ötesi, yeşil ve mavi görüntülerin negatifleri teşekkül etmektedir. Developman banyosu esnasında aynı film üzerinde ikinci bir ışıklandırma ile kırmızı ötesi negatif görüntü mavi-yeşil pozitif resime, yeşil negatif görüntü sarı pozitif resme ve kırmızı görüntü de erguvan renkli pozitif resme dönüşmektedir. Burada bir husus hemen göze çarpmaktadır. Normal renkli filmde yeşil ışınlar duyarlı tabakada teşekkül eden negatif görüntü developman esnasında yeşil rengin tamamlayıcı rengi veya yeşil rengin pozitifliği olan erguvan renkli pozitif dönüşürülürken, kırmızı ötesi renkli alımda yeşil renkli negatif görüntü sarı renkli pozitif resme dönüştürülmektedir. Aynı şekilde kırmızı negatif görüntü, tamamlayıcı rengi mavi-yeşil pozitif yerine erguvan renkli pozitif dönüşürülmektedir. Bunun nedeni kırmızı ötesi film üzerine yapılmış hava fotoğraflarında kontrastın arttırılmasını temindir. Böylece kırmızı ötesi alımlarda objeler tabiattaki gerçek renklerinden çok farklı renklerde ve fakat kontrastça çok zengin bir görünüş ile tespit edilirler. Esasen daha önce de belirttiğimiz gibi, gözle görülemeyen kırmızı ötesi ışınların tespit edildiği bir

filim üzerinde objelerin gerçek renkleri ile görünmeleri de olanak dışıdır. Zira kırmızı ötesi ışınlar karşılık olan bir renk mevcut bulunmamaktadır. Kırmızı ötesi renkli filimlerin renklendirilmesinde, normal renkli filimlerin renklendirilmesinde kullanılan renk maddeleri kullanılmaktadır. Yalnız tabakaların renkleri aşağı doğru kaydırılmıştır. Bu suretle kırmızı ötesi ve yeşil ışınlar spektrumunda büyük kontrastlar elde etmek mümkün olmaktadır.

Ormancılıkta kırmızı ötesi renkli alımlar gittikçe artan bir önem kazanmaktadırlar. Kırmızı ötesi renkli resimler üzerinde, kırmızı ötesi ışınların resmin yapısına iştirak ettirilmeleri, kontrastın arttırılması, renkli resimler üzerinde zaten kolaylaşmış olan ağaç türlerinin tanınmasını, meşcerelerin sınırlandırılmasını, meşcere bonitet farklılıklarının belirlenmesini vs. yi daha da kolaylaştırmaktadır. Ayrıca kırmızı ötesi ışınların remisyon ve transmisyonlarının bitkilerin hayatiyet durumlarını çok iyi karakterize etmeleri, bunların orman koruma işlerinde kullanılmasında etken olmuştur. Bilindiği gibi zarar gören, hastalanmaya başlayan yeşil vejetasyon, kırmızı ötesi ışınları daha az miktarda geriye yansıtılmaktadır. Diğer bir deyimle kırmızı ötesi ışınların geriye yansıtılması, bitki hayatiyetiyle ters orantılıdır. Bu özellikten istifade ile kırmızı ötesi filimler üzerine alımlarda, hastalanmış veya gaz, böcek veya mantar zararı görmeye başlamış bitki topluluklarında, hastalanmış veya zarar görmeye başlamış bireylerin saptanmaları, zarar gözle görülür hale gelmeden, mümkün olmaktadır.

Kodak firmasının söz konusu kırmızı ötesi renkli filmi üzerine yazın yapılan hava fotoğraf alımlarında, türlere ve kullanılan filtreye göre değişmek üzere ağaçlar açık kırmızı ile mor arasında değişen renklerde saptanmaktadırlar. Yapraklılar açık kırmızı, ibreliler ise mor renklerde görülmektedirler. Sonbaharda yapılan alımlarda yapraklarını döken ağaçların görüntülerine sarı ve yeşil renkler katılmaktadır. Ağaçlarda böcek, gaz, mantar vs. zararları söz konusu olursa, renkler kırmızıdan başlayarak yeşilimsi mavimsi renklere göre değişmektedir. Ölmüş ağaçlar ise parlak yeşil renklerde görülmektedir (HILDEBRANDT, KENNEWEG, 1968). Ağaçlardaki zarar dereceleri (renk tonlarının kolorimetre ve densitometre ile ölçülmesi suretiyle) rakamla da ifade edilebilir.

Federal Almanya'da Ruhr endüstri muntikasında özellikle klor ihtiva eden fabrika dumanlarından zarar gören ve görmekte olan ormanların kurtarılması için büyük bir araştırma yapılmıştır. Sağlam görünüşlü fakat gaz zararı uğramış ve canlılıklarını kaybetmekte olan ağaçlar, meşcere par-

çaları ve meşcereleri, kırmızı ötesi renkli filimler üzerinde tespit etmek, yerlerini mevcut haritalara geçirmek mümkün olmuştur. Orman sahipleri de fabrika sahiplerinden zararlarını tazmin ettirme olanağına kavuşmuşlardır (HILDEBRADT, KENNEWEG, 1968).

Aynı şekilde uydular ile yapılan kırmızı ötesi fotografik alımlarla tarım sahalarının büyük alanlarda envanteri mümkün olmaktadır. Kırmızı ötesi ışınların kalın atmosfer tabakalarına gözle görülen ışıklara nazaran daha iyi nüfuz etmesi, kırmızı ötesi renkli alımların pankromatik alımlara nazaran daha net olmasını sağlamaktadır.

Kırmızı ötesi renkli alımların ormancılık, tarım, jeoloji vs. gibi bir çok alanlarda uygulama olanakları üzerinde devam etmekte olan araştırmaların yeni kullanım yerleri açması ve bu alımların teknik ve mali yönlerden sınırlı olanaklara sahip ülkelerde de faydalanabilecek bir duruma getirilmesi beklenmektedir.

- AKÇA, A. : Eine Untersuchung zur Unterscheidung und Identifizierung einiger Objekte auf Schwarz-Weiss-Luftbildern durch quantitative Beschreibung der photographischen Textur.
Doktora çalışması, Freiburg 1970.
- AKÇA, A. : Remote sensing
İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi 1973. Seri B, Cilt XXIII, Sayı 2, s. 78-97.
- ASCHENBRENNER, C. : Die Lichtverteilung in Luftbildern
Bildmessung und Luftbildwesen 1941, Bd. 10, s. 5-19.
- BACKSTRÖM, H.,
WELANDER, E. : Eine Untersuchung der Rückstrahlungsvermögens
von Blatt und Nadel verschiedener Holzarten
Norrlands Skogsvarvsförbunds Tidskrift, Stockholm 1953, Nr. 3
- HILDEBRANDT, G.,
KENNEWEG, H. : Einige Anwendungsmöglichkeiten der Falschfarben-
photographie im forstlichen Luftbildwesen
Allg. Forst - und Jagztg. 1968, Heft 9, s. 205-213.
- FINSTERWALDER, R.,
HOFMANN, W. : Photogrammetrie
Berlin 1968
- SPURR, S. H. : Aerial photographs in forestry
New York 1948

SCHULTE, O. W. : The use of panchromatic, infrared and color aerial photography in the study of plant distribution
Photogrammetric Engineering 1051, Vol. 17, s. 688 - 714.

LACKNER ,H. : Vergleich von 9 Film-Masstabs-Kombinationen für die Holzarten-Interpretation
Mitt.d.forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, 1966, Heft 72.

HELLER, R.C.,
DOVERSPIKE, G.E.,
ALDRICH, R.C. : Identification of tree species on large-scale panchromatic an color aerial photographs
US-Department of Agriculture-Forest Survey-Agriculture Handbook, 1964, Nr. 261.

TARKINGTON, R.G.,
SOREM, A. L. : Color and false color films for aerial photography
Photogrammetric Engineering. 1963, Vol. 29, s.88-95.