

Ormancılıkta Uzaktan Algılama



Uzaktan Algılamada Veri Kaynakları

Haritalar ✓

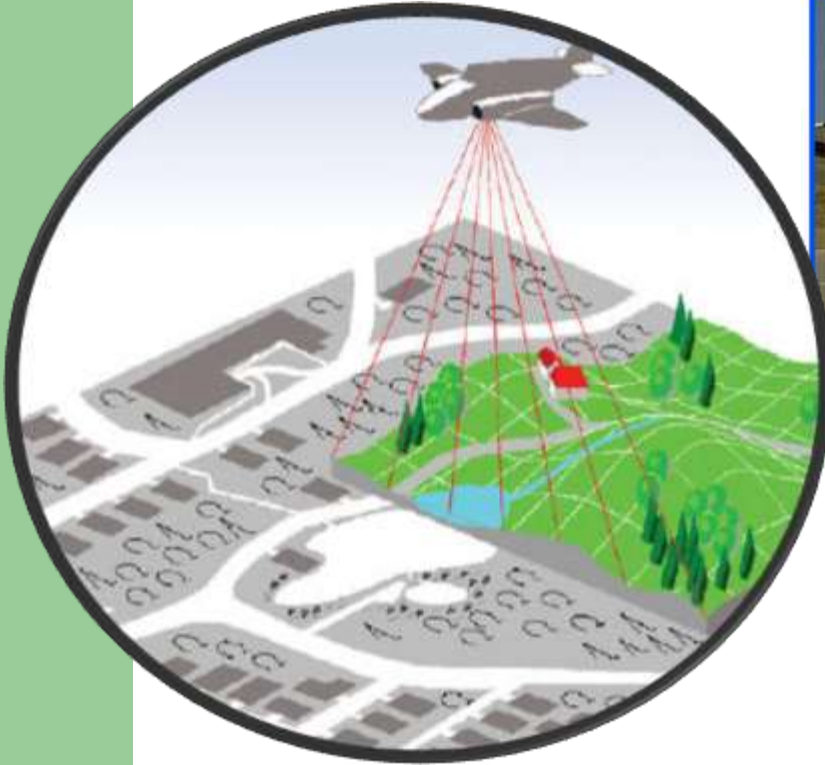
→ Hava Fotoğrafları

Uydu Görüntüleri

Hiperspektral Çalışmalar

Radar görüntüleri

Hava fotoğrafı; çeşitli amaçlar için balon, uçak, helikopter vb. hava taşıtlarından konunun kuşbakışı fotoğraflarının çekilmesidir. Kısaca, **Hava fotoğrafı**; yeryüzü özelliklerinin kuşbakışı görüntüsüdür.



PANCHROMATIC CAMERA
Large Format Panchromatic Output Image
Image Format long track 67.824mm 9420pixel
cross track 103.896mm 14430pixel
Image Extent (-33.91, -51.95)mm (33.91, 51.95)mm
Pixel Size 7.200µm*7.200µm
Focal Length c/k 100.500mm ± 0.002mm
Principal Point X, ppa 0.000 mm ± 0.002mm
(Level 2) Y, ppa 0.144 mm ± 0.002mm
Lens Distortion Remaining Distortion less than 0.002mm

MULTISPECTRAL CAMERA
Medium Format Multispectral Output Image
(Upscaled to panchromatic image format)
Image Format long track 67.824mm 3140pixel
cross track 103.896mm 4810pixel
Image Extent (-33.91, -51.95)mm (33.91, 51.95)mm
Pixel Size 21.600µm*21.600µm
Focal Length c/k 100.500mm
Principal Point X, ppa 0.000 mm ± 0.002mm
(Level 2) Y, ppa 0.144 mm ± 0.002mm
Lens Distortion Remaining Distortion less than 0.002mm

Hava fotoğrafları; özellikle askeri alanda, haritacılıkta, arkeolojide, izleme ve kontrol amaçlı uygulamalarda (yaban hayatı, bitki örtüsü, kentsel gelişim, oto yollar, ormancılık, sınır kontrolü vb.) afet sonrası (sel, orman yangını vb.) hızlı veri toplamada, tarımda (arazi kullanım değişimi tespitinde) ve özellikle turizm ve tanıtım alanlarında kullanılmaktadır.



Hava Fotoğrafi Alımında Kullanılan Kameralar

- 1- Analog Kameralar
- 2- Sayısal Kameralar

- Tek objektifli kameralar
- Çok objektifli kameralar
- Kolon kameralar
- Panoramik kameralar

Tek objektifli kameralar:

Genelde uzaktan algılama ile özellikle fotogrametrik üretim amaçları için hava fotoğraflarının elde edilmesinde en çok kullanılan ve son derece yüksek geometrik görüntü kalitesine sahip kameralardır.

Çok objektifli kameralar:

Değişik film-filtre kombinasyonları ile aynı geometrik noktadan aynı anda, elektromanyetik spektrumun çeşitli dalga boylarını içeren fotoğrafların elde edildiği kamera sistemleridir. Daha çok 4 objektife sahip olan bu kameralar, çok bantlı (multispektral) fotoğrafçılık tekniğiyle, aynı yeryüzü yapısının değişik dalga boyları için gösterdiği farklı yansıma özelliklerini incelemeye yarar sağlamaktadırlar.

Kolon kameralar:

Yüksek hızlı jet uçakları ile alçak irtifadan askeri keşif amaçlı görüntü alabilmek için yapılmışlardır. Kolon kameralar, otoyol veya güzergah tayini gibi belirli bir doğrultu boyunca yapılan sivil amaçlı çalışmalarda da kullanılabilir.

Panoramik kameralar:

Yeryüzü ya kamera merceği yada merceğin önündeki prizma döndürülerek fotoğraflanır. Kamera merceği döndürülerek yapılan çekimlerde, fotoğraflanacak bölge uçuş yönüne dik olarak bir kenardan diğerine taranır.

Film Çeşitleri

Renksiz Filmler (Siyah-Beyaz)

Ortokromatik Film

Pankromatik Film

Hyper-Pankromatik Film

Kızılötesi Film

Renkli Filmler

Normal Renkli Film

Kızılötesi Renkli Film

Ortokromatik Filmler:

0.4-0.5 mikron dalga boyları arasındaki ışıklara özellikle yeşil renge duyarlıdırlar. Kırmızı renge duyarlılıkları yoktur. 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaların yapılması amacıyla çekilen hava fotoğraflarında kullanılmıştır.



Pankromatik Filmler:

0.4-0.7 mikron dalga boyları arasındaki ışıklara duyarlıdırlar. Mavi ve yeşil renge karşı duyarlılığı az olup, tam siyahla beyaz arasında renk tonu farklılıkları verir. İlbahar ve sonbaharda çekilen fotoğraflarda ibrelili-yapraklı ayrımı yapılabilir. Ancak, ağaç türü ayrımı yapılamaz.

Hiper Pankromatik Filmler:

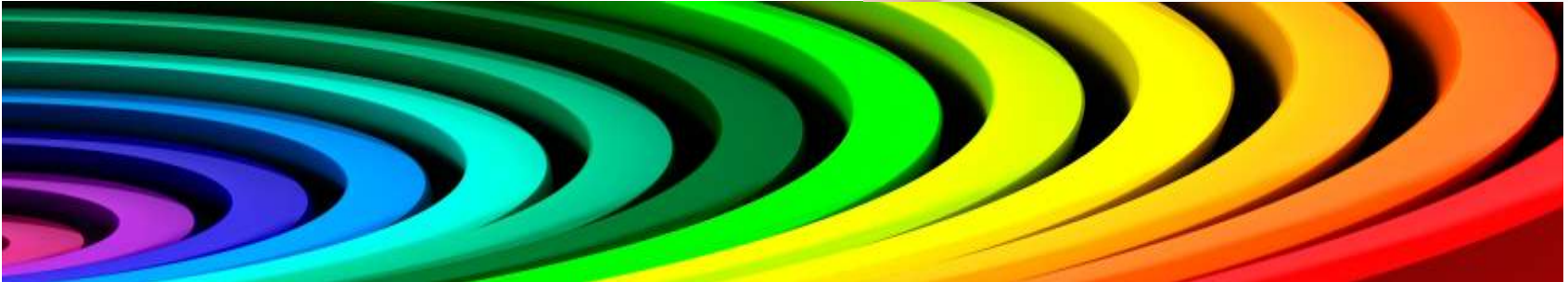
Yeşil renk alanına duyarlılığı yükseltilmiştir. Pek fazla kullanılmazlar.

Kızılötesi Filmler:

0.7-1.0 mikron dalga boyu arasındaki ışınlar karşı duyarlıdırlar. Sonbaharda çekilen fotoğraflarda ibrelili-yapraklı ayrımı çok kolay yapılabilir. Yapraklı ağaçlar kızıl ötesi ışınları daha kuvvetli olarak yansıttıklarından açık renkte görünüm verirler. İbrelili ağaçlar ise ışığı yansıtmayıp emdikleri için daha koyu renkte gözükürler. Rutubetli ve sisli havalarda kullanılmazlar.

Renkli Filmler

Bu filmlerde mavi, yeşil ve kırmızı renge duyarlı üç farklı emülsiyon tabakası bulunur. Atmosferin etkisi bu tür filmlerde fazla olduğu için güneşli ve sisiz havalarda kullanılmalıdır.

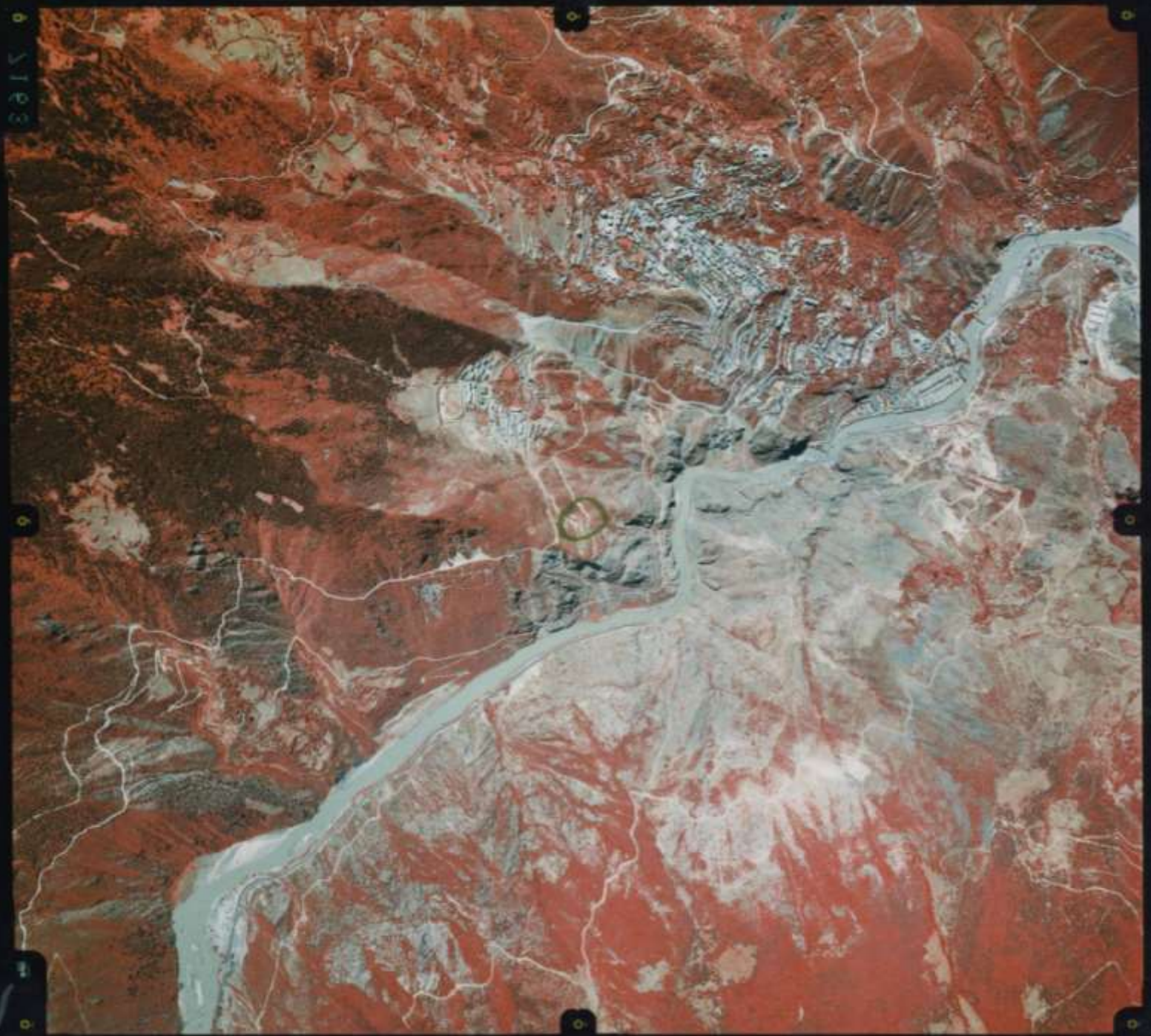


Kızılötesi Renkli Filmler:

Bu filmlerde duyarlılık alanı 1.5 mikron metreye kadar çıkarılmıştır. Bu filmler kullanılarak çekilen fotoğraflardaki renkler cisimlerin gerçek renkleri olmayıp suni renklerdir. Bu nedenle kızılötesi renkli filmlere “yanlış veya yapay renkli” filmler denilmektedir.



Kızılötesi filmler, bir objenin puslu havalarda ya da gece görüntüsünün çekilmesi gerektiğinde, gizlenmiş arazi parçalarının detay çekimlerinde kullanılmaktadır. Bu tür filmler kullanılarak alınan fotoğraflarda renk tonu farklılığı çok iyi olduğu için ağaç türü, meşcere tipi ayrımı, bonitet farklılıkları, hasta ve özellikle gaz böcek ve mantar zararı görmüş ağaçların ayrımı kolaylıkla yapılabilmektedir.



4 Steps



1. Yapraklı ağaçlarda sağlıklı bireyler **Kırmızı/magenta** renktedir.
2. İbrelî ağaçlarda sağlıklı bireyler kahverengi, hastalıklı olanlar ise mavimsi yeşil (**çiyân**) renk alırlar.

3. Kızıl ötesi renkli filmlerle çekilen fotoğraflarda temiz su kaynakları mavi-siyah renk tonunda görünürken, normal renkli fotoğraflarda mavi-yeşil renktedir.



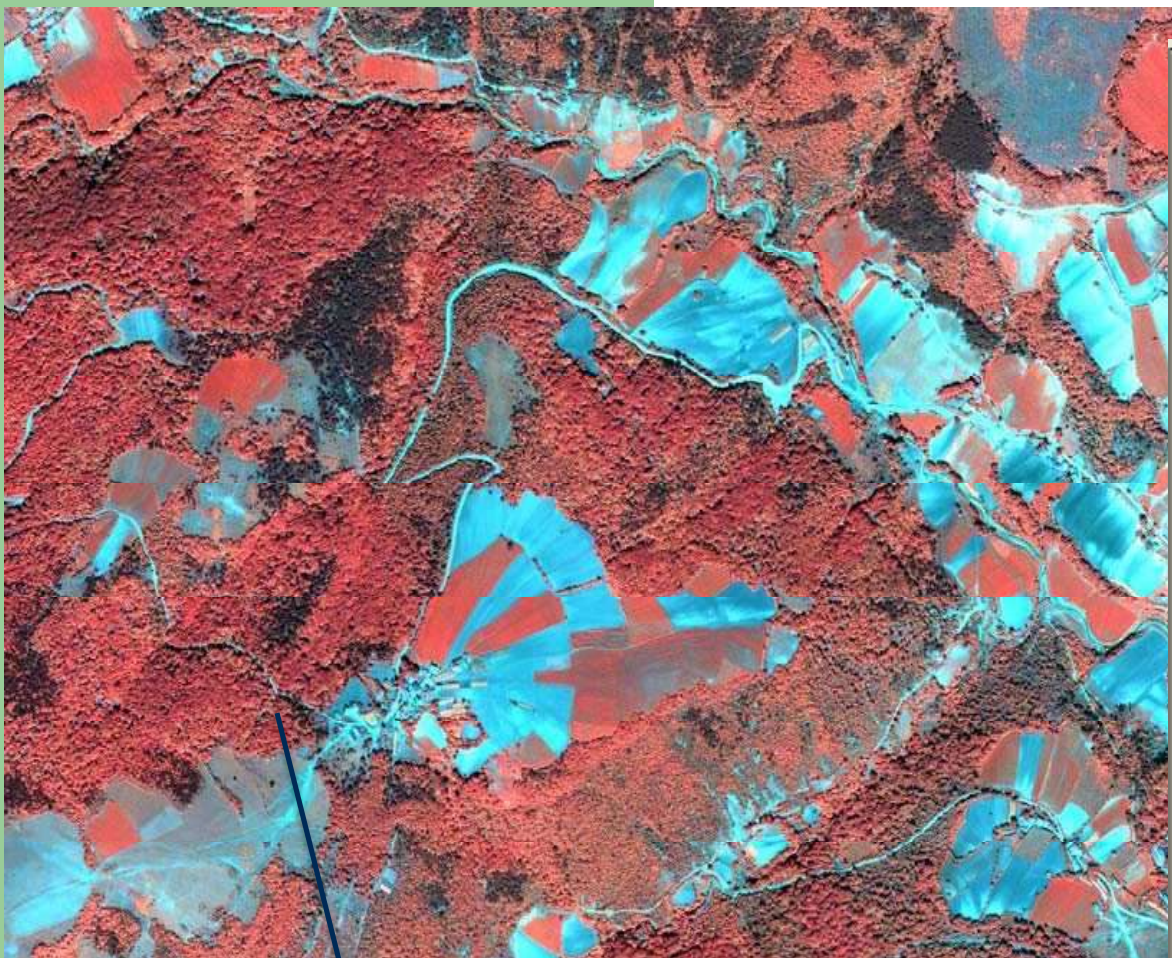
Sayısal Hava Kamerası

Son yıllarda klasik hava kamerası yerini navigasyon destekli sayısal hava kameralarına bırakmıştır.

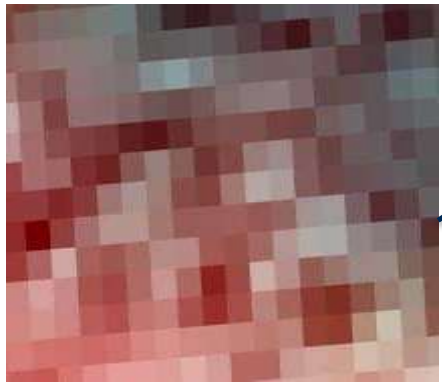


Sayısal hava kamerasının kullanımı ile birlikte klasik anlamda kullanılan bazı kavramlar değişmiş ve maliyet önemli ölçüde azalmıştır. Resim ölçeği yerini «Yer Örnekleme Aralığı (GSD)» na bırakmıştır. Film kullanımı ve banyo işlemleri ortadan kalkmış ve bilgisayar ortamında ham görüntülerin işlenmesi süreci ortaya çıkmıştır. Fotoğrafların fiziksel olarak arşivlenmesi yerine, sayısal görüntülerin manyetik ortamda saklanması gündeme gelmiştir.

Ayrıca sayısal hava kamerası pankromatik ve RGBI (Red Green Blue Infrared) olarak 4 bantlı ve 8-16 bit radyometrik ayırma gücünde görüntü oluşturmayı olanaklı hale getirmiştir.

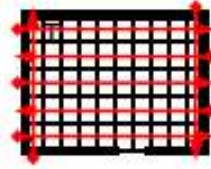


Row	0	1	2	3	4	5	6	7
0	243	259	282	249	360	136	15	170
1	273	265	259	200	96	36	0	0
2	167	146	94	21	133	13	23	34
3	0	0	47	165	221	143	114	88
4	40	32	50	110	220	275	200	156
5	204	264	247	66	87	291	311	274
6	201	265	305	316	149	132	224	202
7	253	108	257	295	306	123	132	270
8	128	199	208	270	233	315	149	200
9	212	167	318	226	119	171	248	130
10	380	307	262	208	90	100	229	184
11	278	156	194	149	202	183	131	185
12	94	22	40	64	196	199	258	334
13	175	131	128	141	164	266	237	257





Uçuş
Planlaması



Nirengi
tesisi



Havadan Fotoğraf
Alımı



Klasik Kamera



Foto-laboratuar
İşlemleri



Filmlerin Taranması



Fotogrametrik
Nirengi



Stereo
Kıymetlendirme



Ham Görüntülerin
Aktarılması ve İşlenmesi



Sayısal Kamera



Uçuş Planının Hazırlanmasında Dikkate Alınacak Özellikler

-Hava Fotoğrafi çekilecek Alanlar : Fotoğrafi çekilecek alanın tam sınırları veya biliniyorsa coğrafi koordinatları verilir.

-Uçuş Yüksekliği

Uçuş Hattı Boyunca uçağın deniz seviyesine göre uçtuğu yükseklik “uçuş yüksekliği”dir. Fotoğrafın çekildiği alanın ortalama yüksekliğine göre uçağın uçtuğu yükseklik ise “ortalama arazi yüksekliğine Göre uçuş yüksekliği” dir. Ormancılık amaçları için uçuş yüksekliği 2000-5500 metredir.

-Alım Kamerası

Ormancılık amaçları için 155-300 mm odak uzaklığına sahip kameralar kullanılır. Bu tür kameralarla Alınan fotoğrafların boyutları 23x23 veya 18x18 cm'dir.

-Kullanılacak Film ve Filtre Çeşitleri

1991 yılına kadar pankromatik filmler kullanılmıştır. 1991 yılından sonra ise renkli kızılötesi filmler, 2009 yılından itibaren de sayısal hava fotoğrafları kullanılmaktadır. Ormancılıkta genellikle sarı renkli filtreler kullanılır.

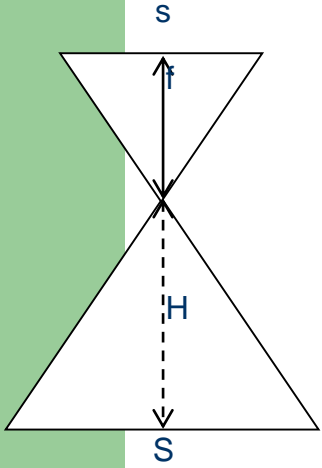
-Alım Zamanı

Fotoğraf çekiminde gün içinde güneş yüksekliğinin en fazla olduğu zamanlar seçilmelidir. Bunun dışında amaca göre çekim mevsimleri ise;

- Topoğrafik amaçlar için kışın çok az karlı zamanlarda veya erken ilkbaharda çekim yapılmalıdır.
- Orman amenajmanı için yapraklı ağaçlardan oluşan ormanlık alanlarda yapraklar açtıktan sonra, ibreli ağaçlardan oluşan ormanlık alanlarda ise sonbahar başlangıcında çekim yapılmalıdır. Genellikle nisan sonu haziran başında çekilen hava fotoğrafları yorumlama için iyi sonuç verir. Orta derecede dağlık alanlarda mayıs sonu eylül başı, dağlık bölgelerde ise yaz başlarında (haziran-Temmuz) fotoğraf çekimi yapılmalıdır.
- Kadastro amaçları için yazın ikinci yarısında çekim yapılır. Orman sınır noktalarını tanıyıp ölçebilmek için yapraklanma başlamadan veya yaprak dökümünden sonra çekim yapılır.

Uçuş Planının Hazırlanmasında Dikkate Alınacak Özellikler

Fotoğraf Ölçeği



S : Arazi üzerindeki uzunluk
s : Hava fotoğrafı üzerindeki uzunluk
f : Kamera odak uzaklığı
H : Uçuş yüksekliği

$$\text{Ölçek} = M = \frac{1}{m} = \frac{s}{S}$$

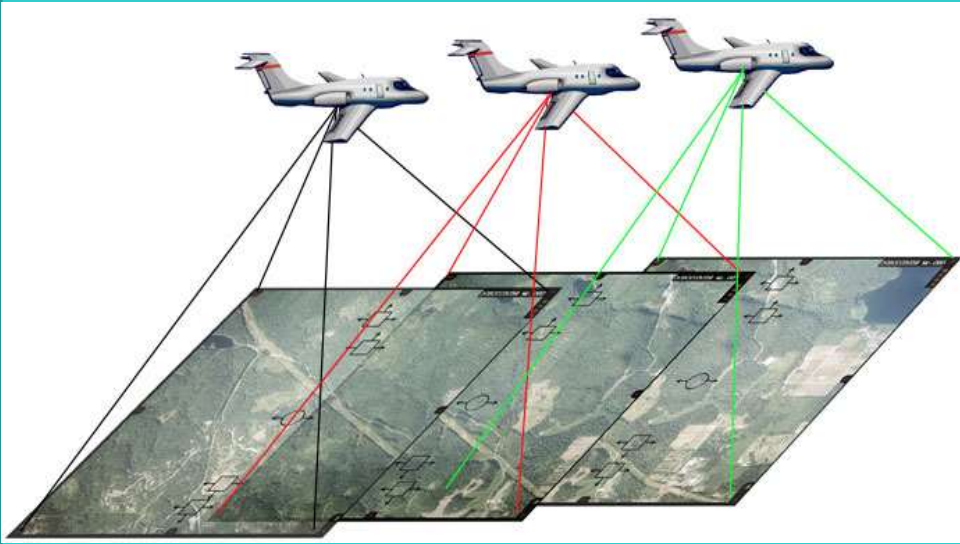
Yandaki şekilden $\frac{f}{H} = \frac{s}{S}$ bağıntısı yazılabilir.

$$\text{Ölçek} = m = \frac{H}{f}$$

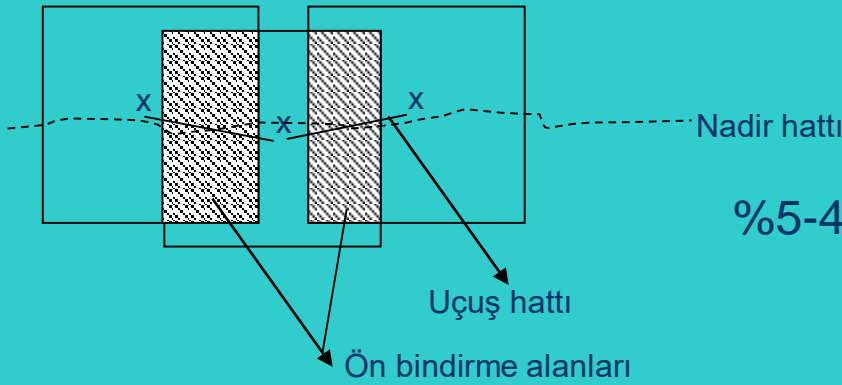
Örnek: 210 mm odak uzaklığı olan bir kamera ile 3000 metre yükseklikten uçularak çekilen hava fotoğrafının ölçeği nedir?

$$\text{Ölçek} = m = \frac{H}{f} = \frac{3000}{0.21} = 14300$$

-Bindirme Oranları

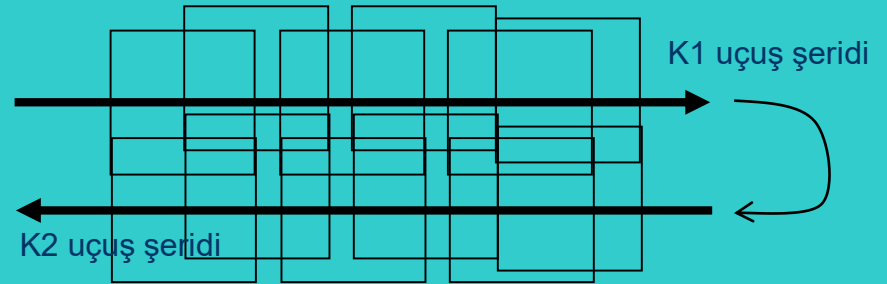


Uçuş Yönü



%5-40

%55-65



Uçuş hattı: fotoğraf çekimi amacıyla belli bir doğrultuda uçağın uçtuğu hattır.

Uçuş Şeridi: uçuş hattı boyunca fotoğrafı çekilen arazi parçasının oluşturduğu görüntü alanıdır.

Nadir hattı: Uçuş hattının arazideki izidir.

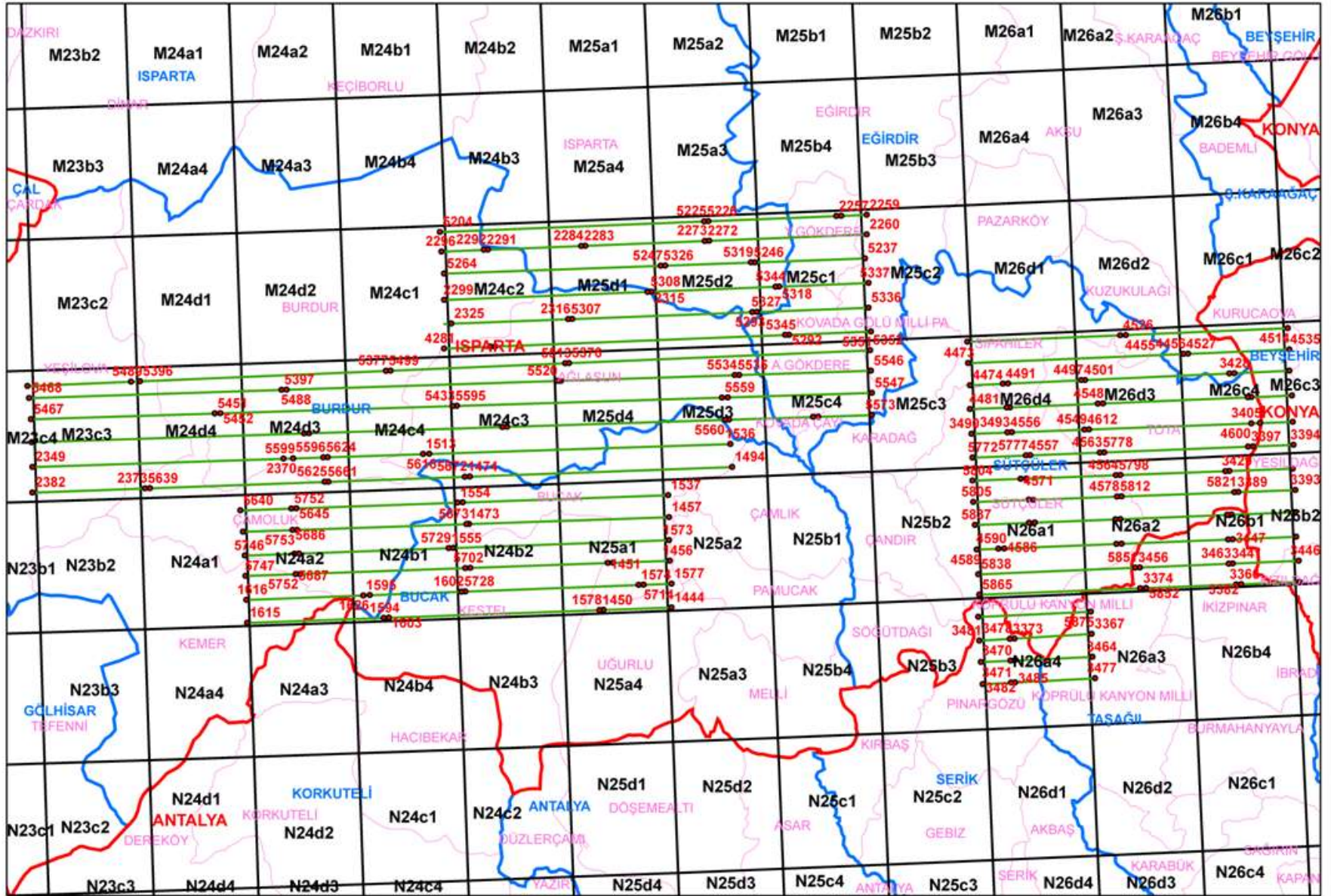
Uçuş açığı: Meteorolojik ve topoğrafik koşullar nedeniyle yan bindirme yapılamaması durumunda oluşan açığa denir.

-Bulut ve Gölge Oranları Oranları

Bulutun kendisinin örtme ve gölge etkisi olmak üzere iki türlü olumsuz etkisi vardır. Ayrıca arazide dağ ve Ağaç gölgeleri de yorumlamayı olumsuz yönde etkiler. Bulut ve gölge oranlarının 1/3'ü geçmesi istenmez. Ormancılık çalışmalarında kabul edilebilecek gölge etkisi %5 'tir.



2006 DENİZLİ ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ UÇUŞ KROKİSİ





Hava Fotoğrafi Üzerindeki Bilgiler



1- Kamera Çerçeve İşaretleri :

A) Optik çerçeve işaretleri B) Mekanik çerçeve işaretleri

2- Uçuş Yüksekliği

3- Kamera Odak uzaklığı

4- Ölçek

5- Resim numarası

6- Çekim saati

7- Statoskop: Kameraya eklenen bir cihazdır ve hava basıncını ölçer.

8- Düzleş : Fotoğraf çekimi sırasında kameranın eğiklik durumunu gösterir.

9- Kamera ve objektif numarası

10- Film, filtre, poz süresi ve diyafram gibi bilgiler fotoğrafın arkasına yazılır.



2- Uçuş Yüksekliği

5- Resim numarası

3- Kamera Odak uzaklığı

4- Ölçek



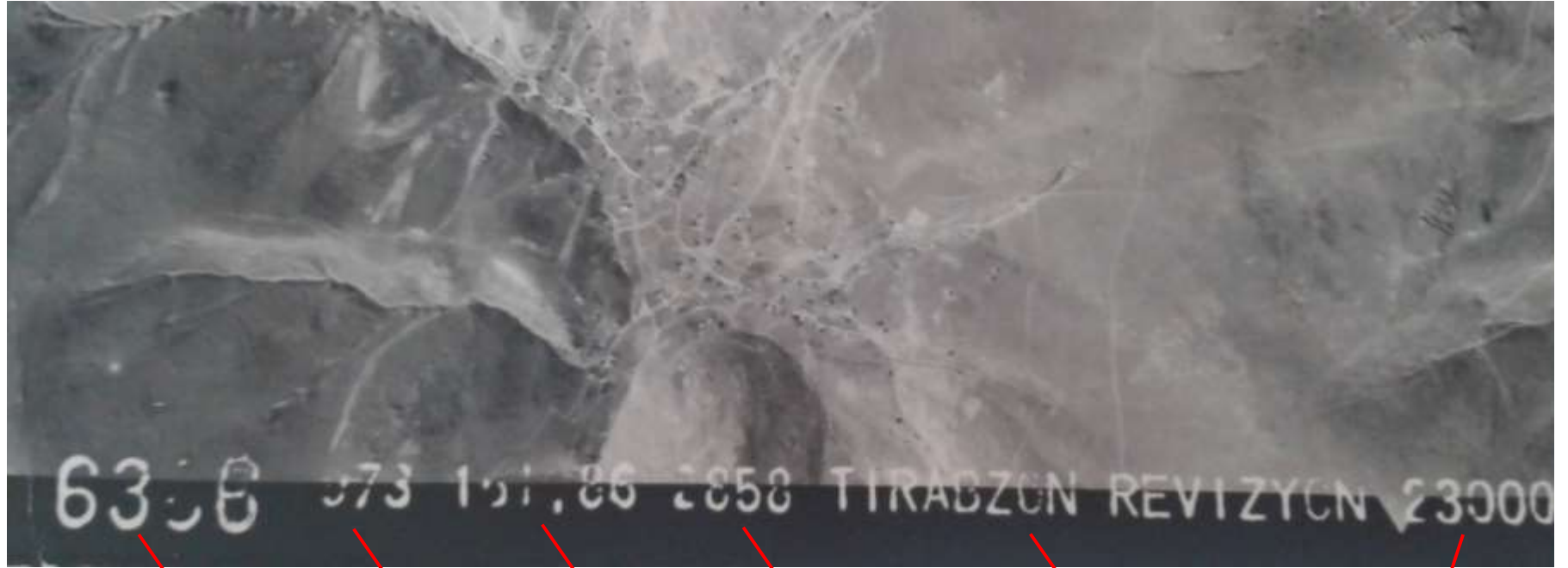


2- Uçuş Yüksekliği

3- Kamera Odak uzaklığı

4- Ölçek

5- Resim numarası



Resim No

Çekim
tarihi

Odak
uzaklığı

Uçuş seridi
numarası

Çekim yeri

Ölçek



6- Çekim saati

7- Statoskop

8- Düzleş

9- Kamera ve objektif numarası

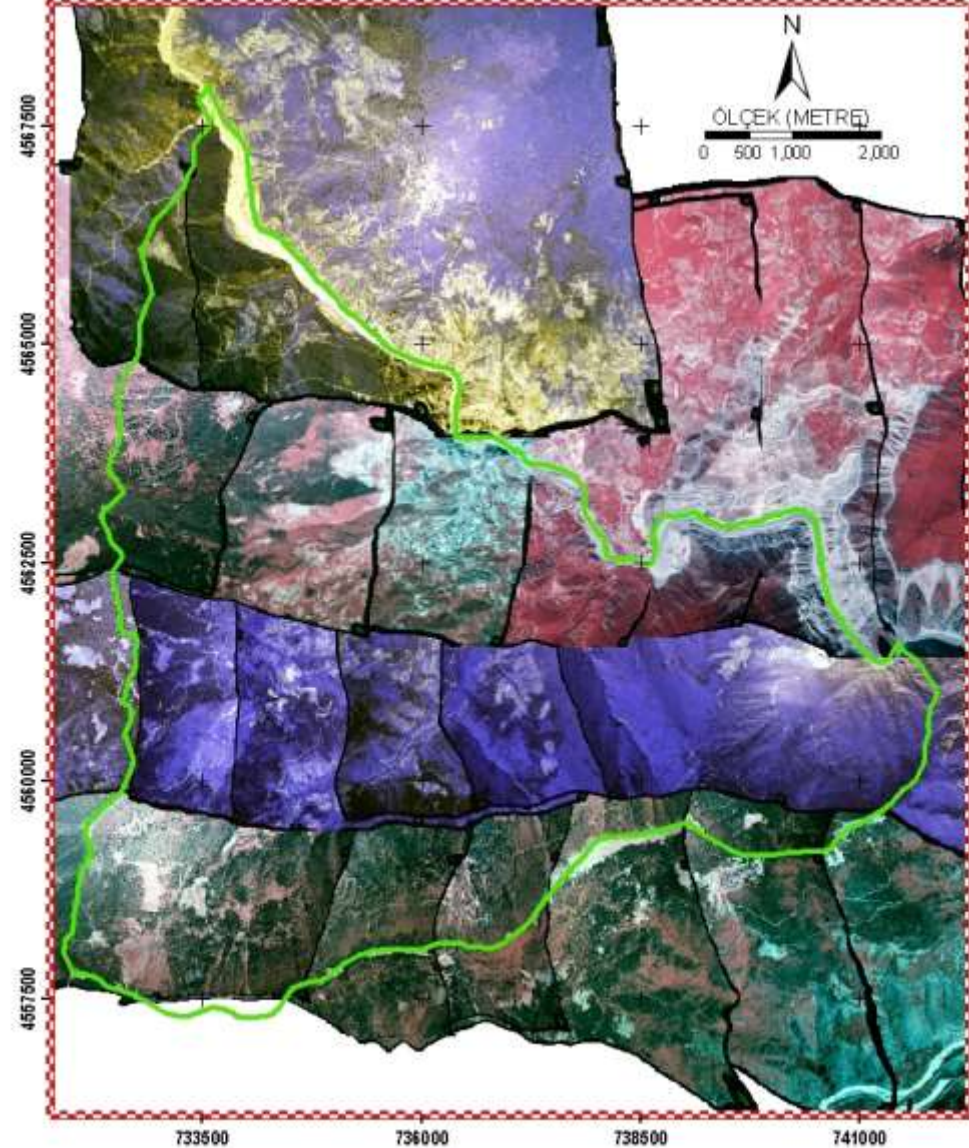


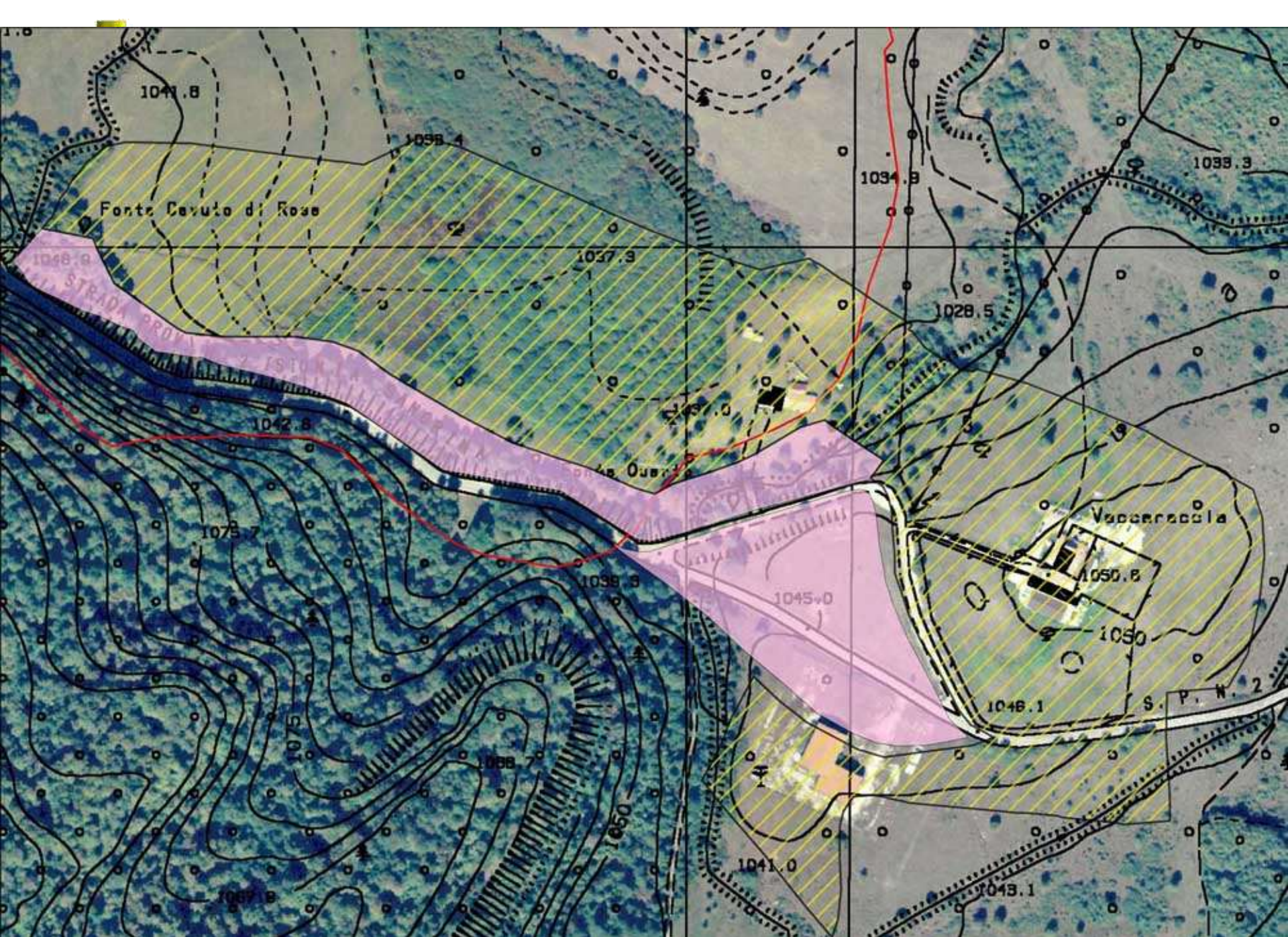


Ortofoto (Görüntü) Haritalar



Arazinin yükseklik farklarından ve resim alımındaki eğikliklerden dolayı oluşan hataların diferansiyel olarak düzeltilmesi ile istenilen ölçeğe getirilen fotoğrafik görüntünün üzerine grid çizgileri, kenar bilgileri ve eşyüksehti eğrileri gibi diğer bilgilerin eklenmesi ile elde edilen fotoğraf görünümündeki haritalardır.



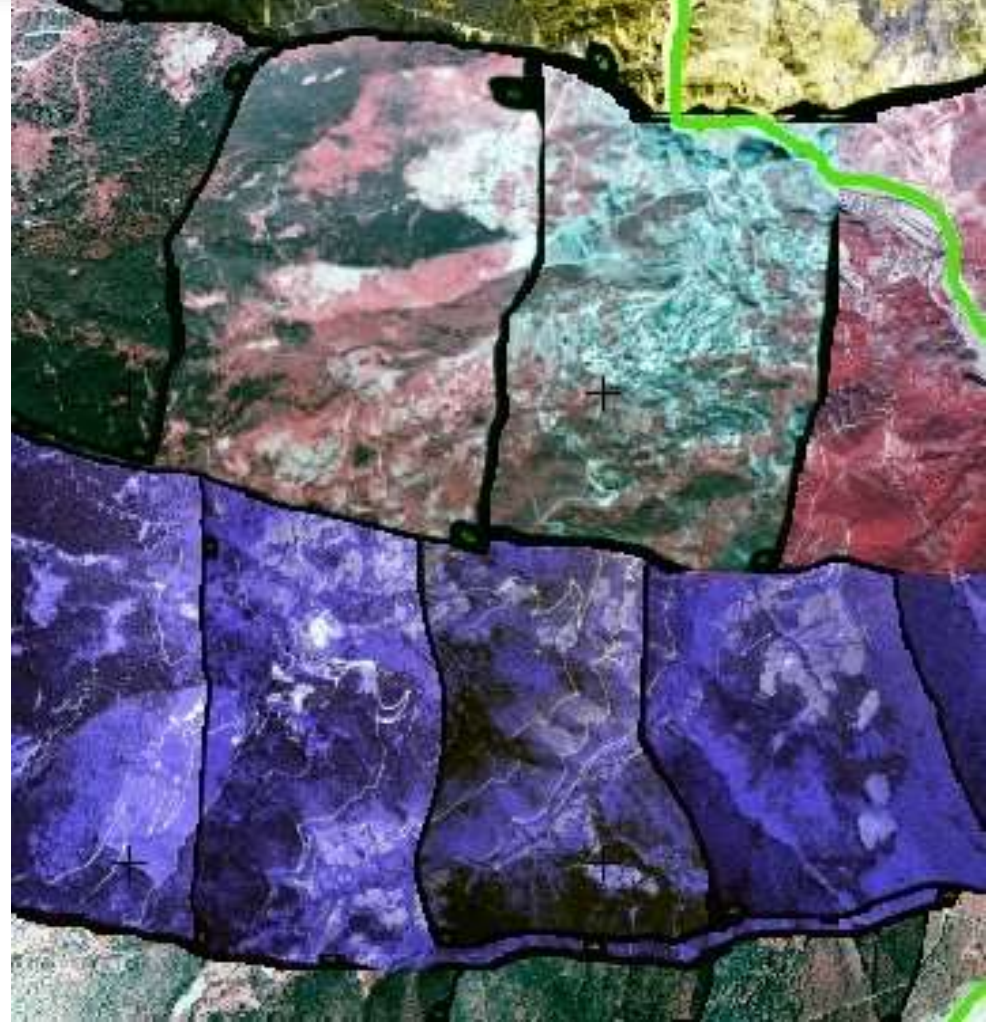




Fotomozaik



Geniş bir alana ait, çok sayıda bindirilmiş fotoğrafın bir altlık üzerinde tek bir görüntü oluşturacak şekilde birleştirilmesine fotomozaik adı verilir. Fotoğraflar birleştirilirken kayma hataları giderilmediğinden ve fotoğraflar arasındaki ölçek farklılığı nedeniyle, sağlıklı veriler içermezler.





Fotoğraf Bazının Hesaplanması $b = S \times mb \times \left(1 - \frac{P}{100}\right)$

Uçuş Şeritlerinin Aralıklarının Hesaplanması $a = S \times mb \times \left(1 - \frac{q}{100}\right)$

18x18 cm ebadında, % 60 ön bindirmeli ve % 25 yan bindirmeli olarak çekilen 1/15000 ölçeğindeki fotoğraflar için fotoğraf bazı ve uçuş şeridi aralıklarını hesaplayınız.

$$b = S \times mb \times \left(1 - \frac{P}{100}\right) \longrightarrow b = 0.18 \times 15000 \times \left(1 - \frac{60}{100}\right) \longrightarrow b = 1080 \text{ m.}$$

$$a = S \times mb \times \left(1 - \frac{q}{100}\right) \longrightarrow a = 0.18 \times 15000 \times \left(1 - \frac{25}{100}\right) \longrightarrow a = 2025 \text{ m.}$$



Baz İlişkisi



Ard arda çekilen iki fotoğrafın çekildikleri uzaklık yani merkezleri arasındaki uzaklık ya da bir başka ifadeyle fotoğraf bazı ile ortalama arazi yüksekliğine göre uçuş yüksekliği arasındaki ilişkiye “Baz İlişkisi” denir.

$$B_i = \frac{b(m)}{H(m)}$$

Normal açılı kameralar ile %60 ön bindirmeli olarak çekilen fotoğraflarda bu oran 1/3'tür.

%100 bindirmeli olarak fotoğraf çekmek demek, uçağın aynı noktadan 2 fotoğraf çekmesidir. Yani fotoğraf bazı oluşmamıştır. İki fotoğraf merkezi arasındaki uzaklık arttıkça üç boyutlu görünümün etkisi de artacaktır. Bu artış ön bindirme oranı % 50'ye ulaşıncaya kadar devam eder. %50'nin altına düşmesi durumunda 2. fotoğrafın merkezi 1. fotoğrafta oluşmayacak ve dolayısıyla üç boyutlu görünüm kaybolacaktır.



Bindirme Oranının Hesaplanması



$$P = \frac{S''}{S} \times 100$$

S'' : Stereoskopik olarak ölçülen bindirme uzunluğu

S : Fotoğraf kenar uzunluğu

Örnek: Bindirmeli olarak çekilmiş 18x18 cm ebadında iki fotoğrafın Stereoskop altında incelenmesinde bindirme uzunluğu 110 mm olarak ölçülmüştür. Bu iki fotoğraf için ön bindirme oranı ne kadardır?

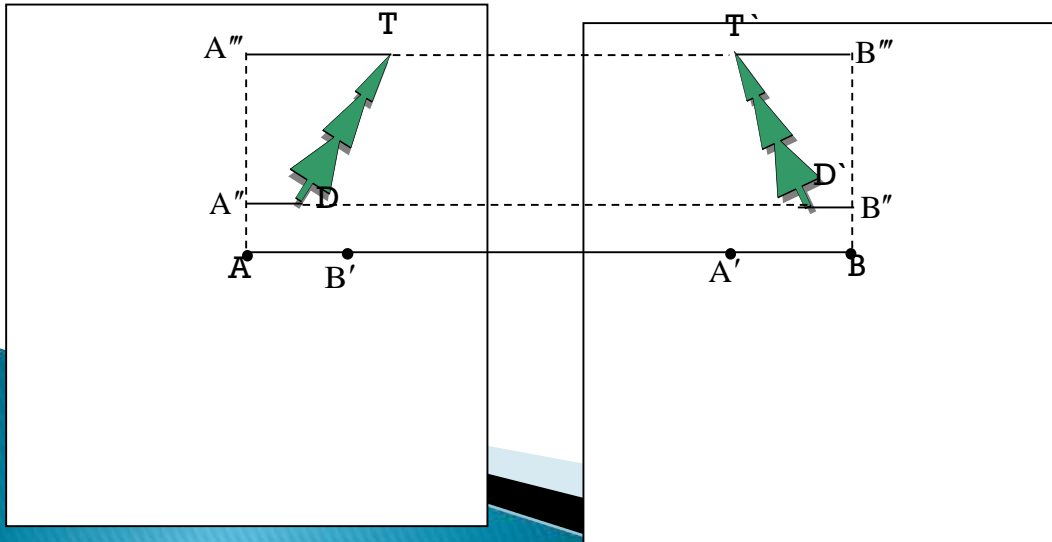
$$P = \frac{S''}{S} \times 100 \longrightarrow P = \frac{110}{180} \times 100 = \% 61$$



Paralaks



Bir cismi üç boyutlu olarak inceleyebilmek için o cisme ait iki farklı görüntünün olması gerekir. Hava fotoğrafları yardımıyla üç boyutlu görüntüyü sağlayabilmek için bir objenin birbirini izleyen iki fotoğraf üzerinde görüntüsünün bulunması gerekir. İşte, bir objenin birbirini izleyen iki fotoğraf üzerindeki görüntü aralığına "**Paralaks**" denir. Örneğin, bir ağacın tepe ve dip noktaları iki ayrı fotoğrafta, fotoğraf merkezine göre iki ayrı yerde oluşur. tepeleri arasındaki uzaklığa ağacın tepe paralaksı, dip kısımları arasındaki uzaklığa ise ağacın dip noktasının paralaksı adı verilir. Her iki paralaks arasındaki farka ise paralaks farkı denir.



Tepe Paralaksı: $PT = A'''T + B'''T'$ ya da

$$PT = AB - TT'$$

Dip paralaksı: $PD = A''D + B''D'$

$$PD = AB - DD'$$

Paralaks farkı: $dp = PT - PD$



Paralaks



Yatay paralaks ve dűşey paralaks olmak üzere iki çeşit paralaks vardır. Yatay paralaks, koordinat sistemine göre X paralaksı olarak tanımlanır ve uçuş hattına paralel veya uçuş hattı üzerinde oluşur. Düşey paralaks veya Y paralaksı ise objenin uçuş hattına dik olan kaymasını tanımlar. Düşey paralaks fotoğraf ölçeği farklılığından oluşur. Bir fotoğraf çifti arasındaki büyük ölçek farklılığından oluşacak düşey paralaks üç boyutlu görmeyi güçleştirir, bazen imkansız hale getirir. Yatay paralaks ise üç boyutlu görmeyi sağlar ve bu nedenle yatay paralaksa stereoskopik paralaks da denir. Aynı uçuş yüksekliğinden ve düşey çekilmiş iki fotoğraf üzerindeki belli bir objenin iki görüntüsünden uçuş hattına paralel olarak, Kendi fotoğraf merkezinden olan uzaklıkların cebirsel farkı şeklinde ölçülür.



Ağaç Gölgeleeri



Tek fotoğraflardaki gölge oluşumları objelerin şekillenmesini, çift fotoğrafların incelenmesinde ise üç boyutlu görünümü sağlarlar. Hava fotoğraflarında ağaçların gövde ve gölge oluşumları bu fotoğrafların ormancılık amaçlarına yönelik olarak yorumlanması ve değerlendirilmesinde önemli rol oynar. Topoğrafik yapı ve meşcere sıklığına bağlı olarak gölgeler gerçek boylarından büyük veya küçük değerlerde oluşur. Bu nedenle kural olarak, ağaç ve meşcere boyları, meşcere kenarlarında ya da meşcere içi boşluklarda ölçülür. Bazen gölgenin başlangıç noktası olan ağacın tepesinin görülmesi mümkün olmaz, bu durumda da ağaç ve meşcere boyları gerçek değerlerden daha küçük olarak saptanır.

Ağaç gölgeleri aynı zamanda fotoğrafların yönlendirilmesine de yardımcı olur. Örneğin; uçuş hattı yönü doğu-batı olan fotoğraflar çekim sırasına göre **gölgeler** fotoğrafları inceleyen kişiden uzaklaşır yönde yerleştirilirse fotoğraflar kuzeye yönlendirilmiş olur. Eğer gölgeler sola (batıya) doğru kayıyorsa fotoğraf öğleden önce, sağa (doğuya) doğru kayıyorsa da öğleden sonra çekilmiş demektir.



Ağaç Gölgelelerinin Perspektif Görünümleri

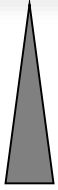


Tek veya fotoğraf çiftleri üzerinde ağaçların perspektif görünümüleri farklı olabildiği gibi gölge görünümüleri de güneş ışınlarının geliş açısına göre farklılık gösterir. Bu durum ağaçların tanınmasını da güçleştirir.

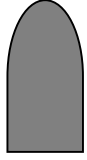
Fotoğraf çiftleri üzerinde çalışırken en iyi görünümün sağlanması için, **objeler** fotoğrafı inceleyene göre zıt yönde görünüm verecek ve gölgeleri ise yorumlayıcıya yönelik şekilde yönlendirilmesi gerekir.



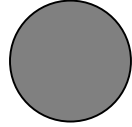
Tür Tanımı



Yaşlı Ladin



Yaşlı Göknar



Saplı meşe
Meyve ağacı



Sapsız meşe
Huş



Melez
Karaağaç



Dişbudak



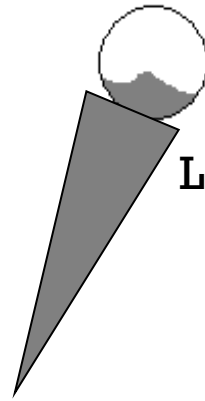
Yaşlı Kayın



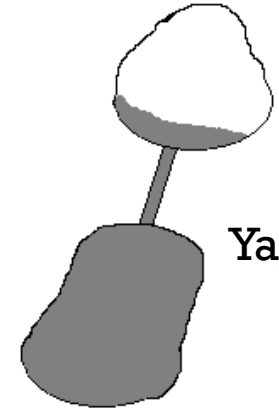
Kavak



Çam



Ladin



Yapraklı



Büyük ölçekli fotoğraflarda tepe yapıları yıldız görünümünde ise bu ağaçlar yaşlı ladin, melez ve duglas ile kısmen göknar olabilir. Yaşlı göknarlar ayrıca kubbemsi leylek yuvası görünümü verirler. Göknar ve ladin görüntüleri karşılaştırıldığında, ladin görüntülerinin gölgeli ve ışıklı kısımları arasında keskin ton farklılığı bulunduğundan daha açık ve daha parlak gözükürler. Göknar da ise ışıklı ve gölgeli kısımlar arasında ton farklılığı az olduğundan bu ağaç türü daha koyu ve mattır.

Çamlar ise düzgün olmayan bir tepe yapısı ile ışıklı ve gölgeli kısımları arasında keskin ton farklılığı bulunmayan bir görünümde dirler.

Yapraklı ağaçlarda tür tanımlamasını sadece tepe yapılarına göre yapmak oldukça zordur. Yine büyük ölçekli fotoğraflarda kayın, dağınık ve bozulmuş bir tepe yapısı gösterirken, meşe ise yaprakların ana dallar etrafında kümelenmesiyle tipik “balon tepe” görünümündedir.



Uçuş Yüksekliğinin Hesaplanması



$$mb = \frac{H}{f}$$

$$H = f \times mb$$

H : Uçuş yüksekliği

f : Kamera odak uzaklığı

mb: Fotoğraf ölçeği

Örnek: 210 mm odak uzaklığına sahip kamera ile çekilen 1/15000 ölçekli hava fotoğrafının çekildiği andaki uçuş yüksekliği ne kadardır.

$$H = f \times mb \quad \longrightarrow \quad H = 0.21 \times 15\,000 = 3150 \text{ m.}$$



Düz ve Düze Yakın Arazilerde Ortalama Uçuş Yüksekliğinin Hesaplanması



$$h_o = H - h_i$$

H : deniz seviyesine göre uçuş yüksekliği

h_i : ortalama arazi yüksekliği

Örnek: 210 mm odak uzaklığına sahip kamera ile 5083 metre yüksekten uçularak çekilen hava fotoğrafında alınan dört noktaya ilişkin veriler aşağıda verilmiştir. Buna göre arazi ortalama yüksekliğine göre uçuş yüksekliğini hesaplayınız.

A= 300 m

B= 305 m

C= 295 m

D= 290 m

$$h_o = 5083 - \left(\frac{300 + 305 + 295 + 290}{4} \right)$$

$$h_o = 4786 \text{ m.}$$



Ölçek



Harita

$$mh = \frac{G.U}{H.U} \Rightarrow GU = mh \times H.U$$

Hava Fotoğrafi

$$mf = \frac{G.U}{F.U} \Rightarrow GU = mf \times F.U$$

$$mh \times H.U = mf \times F.U$$

$$mf = \frac{h}{f}$$

$$mh \times H.U = \frac{h}{f} \times F.U$$

$$h = mh \times f \times \frac{HU}{FU}$$



Engeli Arazilerde Ortalama Uçuş Yüksekliğinin Hesaplanması

$$ho = f \times mb \times \frac{dH}{dF}$$

f : Kamera odak uzaklığı (m)

dH : haritadaki uzunluk

dF : Fotoğraf üzerindeki uzunluk

Örnek: 210 mm odak uzaklığına sahip kamera ile 5083 metre yüksekten uçularak ön bindirmeli olarak çekilen fotoğraf çifti ve 1/25000 ölçekli harita üzerinde belirlenen 8 noktaya ilişkin aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

	<u>1. Fotoğrafta</u>	<u>Haritada</u>
1-2. noktalar arası uzaklık	105 mm	72 mm
3-4. noktalar arası uzaklık	136 mm	102 mm
	<u>2. Fotoğrafta</u>	<u>Haritada</u>
5-6. noktalar arası uzaklık	160 mm	110 mm
7-8. noktalar arası uzaklık	107 mm	93 mm

Noktaların deniz seviyesine göre yükseklikleri

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Nokta : 1470 m. | 5. nokta: 1435 m. |
| 2. Nokta : 1496 m. | 6. nokta: 1513 m. |
| 3. Nokta : 1125 m. | 7. nokta: 510 m. |
| 4. Nokta : 1167 m. | 8. nokta: 530 m. |

Uçağın deniz seviyesine göre uçuş yüksekliğini ve fotoğrafların teker teker ve fotoğraf çiftinin ortalama ölçeğini hesaplayınız.



$$h_o = f \times mb \times \frac{dH}{dF}$$



$$1-2 \text{ için; } h_o = 0.21 \times 25000 \times \frac{72}{105} = 3600 \text{ m.}$$

$$3-4 \text{ için; } h_o = 0.21 \times 25000 \times \frac{102}{136} = 3937 \text{ m.}$$

1. Fotoğraf için;

$$h_o = \frac{h_1 + h_2}{2} \Rightarrow h_o = \frac{3600 + 3937}{2} = 3768,5 \text{ m.}$$

$$5-6 \text{ için; } h_o = 0.21 \times 25000 \times \frac{110}{160} = 3609 \text{ m.}$$

$$7-8 \text{ için; } h_o = 0.21 \times 25000 \times \frac{93}{107} = 4563 \text{ m.}$$

2. Fotoğraf için;

$$h_o = \frac{h_1 + h_2}{2} \Rightarrow h_o = \frac{3609 + 4563}{2} = 4086 \text{ m.}$$

$$\text{Fotoğraf çifti için; } h_o = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}$$

$$h_o = \frac{3600 + 3937 + 3609 + 4563}{4} = 3927 \text{ m.}$$

Hesaplanan bu uçuş yüksekliklerine ortalama arazi yükseklikleri eklendiğinde uçağın deniz seviyesine göre uçuş yükseklikleri elde edilir.



1. Fotoğrafa göre;

$$h_a = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \longrightarrow h_a = \frac{1470 + 1496 + 1125 + 1167}{4} = 1314,5 \text{ m.}$$

$$H = h_o + h_a \longrightarrow H = 3768,5 + 1314,5 = 5083 \text{ m.}$$

2. Fotoğrafa göre;

$$h_a = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \longrightarrow h_a = \frac{1435 + 1513 + 510 + 530}{4} = 997 \text{ m.}$$

$$H = h_o + h_a \longrightarrow H = 4086 + 997 = 5083 \text{ m.}$$

$$\text{Fotoğraf çiftine göre;} \quad h_a = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_8}{8} = 1156 \text{ m.}$$

$$H = h_o + h_a \longrightarrow H = 3927 + 1156 = 5083 \text{ m.}$$



Fotoğrafların Ölçeklerini hesaplayalım...

$$\text{Ölçek : } m = \frac{H}{f}$$

$$1. \text{ Fotoğraf için; } \quad \text{Ölçek} = M = \frac{0.21}{3768} = 0.0000056 \quad \Rightarrow m = \frac{3768}{0.21} = 1/17950$$

$$2. \text{ Fotoğraf için; } \quad \text{Ölçek} = M = \frac{0.21}{4086} = 0.0000051 \quad \Rightarrow m = \frac{4086}{0.21} = 1/19460$$

$$\text{Fotoğraf çifti için; } \quad \text{Ölçek} = M = \frac{0.21}{3927} = 0.0000053 \quad \Rightarrow m = \frac{3927}{0.21} = 1/18700$$



Efektif Alan



Yaklaşık olarak %55-60 ön bindirmeli ve % 25-30 yan bindirmeli olarak çekilen birbirini izleyen fotoğraflar çiftlerinde bindirme alanlarının ortasında bulunan alana **Efektif alan** adı verilir.

Bu alan, fotoğraf eğikliği ve topoğrafik kayma gibi nedenlerle oluşan hataların en az olduğu alandır. Merkezi, fotoğrafın merkezi olan dikdörtgen şeklindeki bu alan fotoğraf alanının yaklaşık %28'ini oluşturur.

$$F_e = S^2 \times mb^2 \times \left(1 - \frac{P}{100}\right) \times \left(1 - \frac{q}{100}\right)$$

S' : Fotoğraf kenar uzunluğu.

mb : Fotoğraf ölçek sayısı.

p : Bindirme ya da ölçek sayısı

q : Yan bindirme yüzdesi.



Ağaç Boyunun Ölçülmesi

Tek Fotoğraftan

Radyal Kaymaya Dayanan ölçme Yöntemi

Fotoğraf Çiftlerinden

Paralaks farkına Dayanan ölçme Yöntemi

Gölge Uzunluğuna Dayanan ölçme Yöntemi

$$h = L \tan \alpha$$

L= Gölge uzunluğu,

α Güneş ışınlarının geliş açısı.



Tepe Boyutlarını Ölçülmesi

Tepe çapının ve izdüşüm Alanının ölçülmesi

$$D = dxmB \Rightarrow mB = \frac{H}{F} \Rightarrow D = dx \frac{H}{F}$$

Tepe Sayısının Belirlenmesi

$$F = \frac{\pi}{4} xr^2 = \frac{\pi}{4} 3^2 = 7.07 \text{ mm}^2 \Rightarrow F_{gerçek} = \frac{7.07}{10^{10}} xmB^2 = \frac{7.07}{10^{10}} x\left(\frac{H}{f}\right)^2 \text{ (ha)}$$

$$K = \frac{k}{F} = \frac{k}{\frac{7.07}{10^{10}} x(mB)^2} = \frac{kx10^{10}}{7.07 x(mB)^2}$$

Tepe Kapalılığının Ölçülmesi

- Tahmin Yöntemi
- İskala Yöntemi
- Planimetre Yöntemi
- Noktalı Saydam Şablon Yöntemi



Tepe sayısının belirlenmesi

Tepe sayıları uygun ölçekli hava fotoğraf ı çiftleri stereoskop altında incelenerek sayılır. Sayım İşlemi genel olarak sistematik örnekleme yoluyla yapılır. Bu işlem için saydam levhalar üzerine yerleştirilmiş kare veya daire şeklindeki şablonlar kullanılır. Şablon rasgele bir şekilde fotoğraflardan biri üzerine yerleştirilir ve örnekleme alanı içerisindeki tepeler sayılır.

Örneğin, 3 mm çapında daire şeklinde şablon kullanılması durumunda;

Örnekleme alanı büyüklüğü=

$$F = \frac{\pi}{4} \times r^2 = \frac{\pi}{4} \times 3^2 = 7.07 \text{ mm}^2 \Rightarrow F_{gerçek} = \frac{7.07}{10^{10}} \times mB^2 = \frac{7.07}{10^{10}} \times \left(\frac{H}{f}\right)^2 \text{ (ha)}$$

Örnekleme alanından elde edilen ağaç sayısı "k" ve hektardaki ağaç sayısı da "K" ile gösterilirse:

$$K = \frac{k}{F} = \frac{k}{\frac{7.07}{10^{10}} \times (mB)^2} = \frac{k \times 10^{10}}{7.07 \times (mB)^2}$$



Tepe sayısının belirlenmesi

Tepe sayıları uygun ölçekli hava fotoğraf ı çiftleri stereoskop altında incelenerek sayılır. Sayım İşlemi genel olarak sistematik örnekleme yoluyla yapılır. Bu işlem için saydam levhalar üzerine yerleştirilmiş kare veya daire şeklindeki şablonlar kullanılır. Şablon rasgele bir şekilde fotoğraflardan biri üzerine yerleştirilir ve örnekleme alanı içerisindeki tepeler sayılır.

Örneğin, 1 mm yarıçapında daire şeklinde şablon kullanılması durumunda;

Örnekleme alanı büyüklüğü= örnekleme alanı şekline göre m^2 olarak hesaplanır.

$$= \pi \cdot r^2$$

Ölçek: 1/20000 ise 1 mm = 20 m buradan $\pi \cdot 20^2 = 1256,6 m^2$

Örnekleme alanından elde edilen ağaç sayısı "k" ve hektardaki ağaç sayısı da "K" ile gösterilirse:

$$\frac{1256,6 m^2}{10.000 m^2} \text{ de } k \text{ kadar ağaç var ise } K$$

$$K = \frac{10.000}{1256,6} \times k$$



Örnek:



210 mm odak uzaklığına sahip bir kamera ile 2700 metre yükseklikten uçularak çekilmiş 23X23 cm boyutlarındaki Bir fotoğraf çiftinde ve efektif alan içerisinde Ld2 ve Lbc3 meşcere tipleri ayrılmıştır. 3 mm çapındaki dairesel şablonlar yardımıyla meşcere tiplerinde Örnek alanları alınmış ve aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Örnek Alan No	Meşcere Tipi	Tepe Sayısı
1	Ld2	11
2	Ld2	8
3	Lbc3	10
4	Lbc3	14

Meşcere tiplerinin hektardaki ortalama ağaç sayılarını hesaplayınız.

$$F = \frac{\pi}{4} x r^2 = \frac{\pi}{4} 3^2 = 7.07 \text{ mm}^2 \Rightarrow F_{gerçek} = \frac{7.07}{10^{10}} x mB^2 = \frac{7.07}{10^{10}} x \left(\frac{H}{f}\right)^2 \text{ (ha)}$$

$$K = \frac{k}{\frac{7.07}{10^{10}} x (mB)^2} = \frac{k x 10^{10}}{7.07 x (mB)^2} = \frac{11 x 10^{10}}{7.07 x 12857^2} = 94$$

$$\frac{8 x 10^{10}}{7.07 x 12857^2} = 68$$

$$\frac{10 x 10^{10}}{7.07 x 12857^2} = 86$$

$$\frac{14 x 10^{10}}{7.07 x 12857^2} = 120$$



Örnek:



210 mm odak uzaklığına sahip bir kamera ile 2700 metre yükseklikten uçularak çekilmiş 23X23 cm boyutlarındaki Bir fotoğraf çiftinde ve efektif alan içerisinde Ld2 ve Lbc3 meşcere tipleri ayrılmıştır. 3 mm çapındaki dairesel şablonlar yardımıyla meşcere tiplerinde Örneklem alanları alınmış ve aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Örnek Alan No	Meşcere Tipi	Tepe Sayısı
1	Ld2	11
2	Ld2	8
3	Lbc3	10
4	Lbc3	14

Meşcere tiplerinin hektardaki ortalama ağaç sayılarını hesaplayınız.

94

68

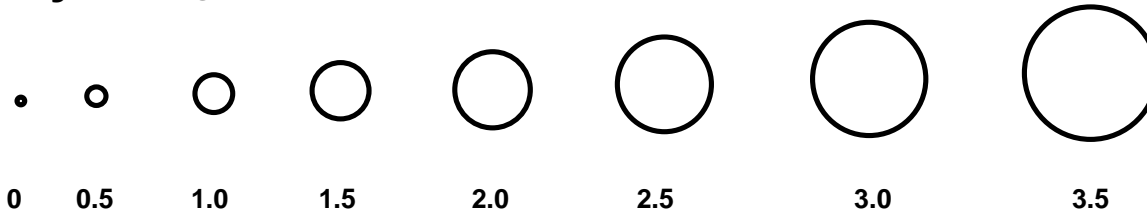
86

120

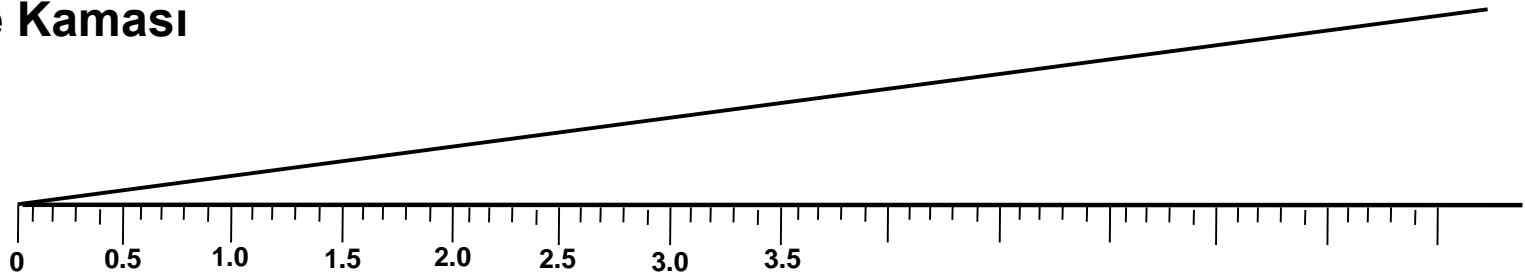


Tepe çapının ve izdüşüm Alanının ölçülmesi

Noktalı Saydam Şablon



Ölçme Kaması



$$D = dxmB \Rightarrow mB = \frac{H}{F} \Rightarrow D = dx \frac{H}{F}$$

D: Gerçek Tepe çapı
d: Fotoğraf üzerinden ölçülen tepe çapı
H: Uçuşyüksekliği
f: Kamera odak uzaklığı



Tepe Kapalılığının Ölçülmesi



Hava fotoğrafları yardımıyla tepe kapalılığının belirlenmesi yersel yöntemlere göre daha hızlı ve ucuzdur. Uygun ölçekli ve kaliteli fotoğraflar ile efektif alan içerisinde en fazla $\pm \%10$ hata ile tepe kapalılığı belirlenebilir.

Bu işlem için 4 farklı yöntem kullanılır. Bunlar:

- Tahmin Yöntemi
- Iskala Yöntemi
- Planimetre Yöntemi
- Noktalı Saydam Şablon Yöntemi



1. Tahmin Yöntemi

Hava fotoğrafları stereoskop altında incelenerek tepelerin meşçere alanını örtme oranları tahmin edilir. Bu işlem için kullanılan fotoğrafların ölçeğinin 1/15.000 den büyük olması gerekir.

2. Iskala Yöntemi

3. Planimetre Yöntemi

Büyük ölçekli fotoğraflarda tepe projeksiyonları çeşitli cihazlar yardımıyla belli bir ölçekte bir düzlem üzerine aktarılır. Elde edilen bu düzlem üzerinden planimetre yardımıyla boşluklar ölçülerek tepe kapalılığı:

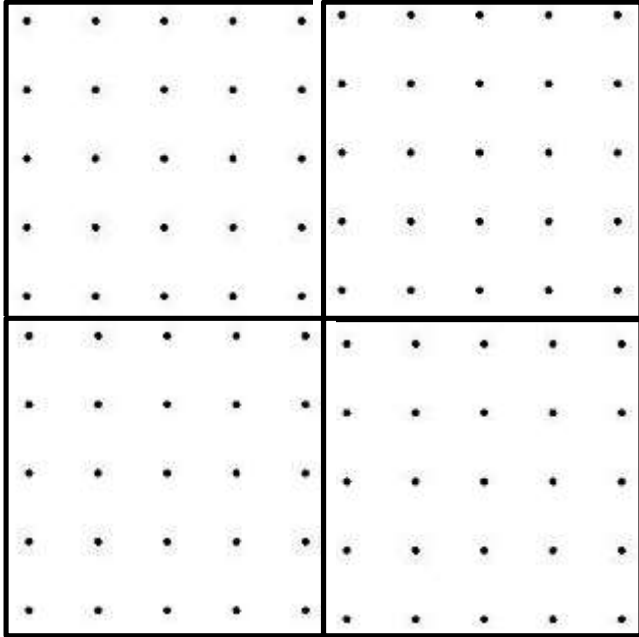
$$S = \frac{F_m - F_b}{F_m} \text{ Şeklinde hesaplanır.}$$





4. Noktalı Saydam Şablon Yöntemi

Tepe kapalılığının ölçülmesinde en fazla kullanılan ve sistematik örneklemeye dayanan bir yöntemdir.

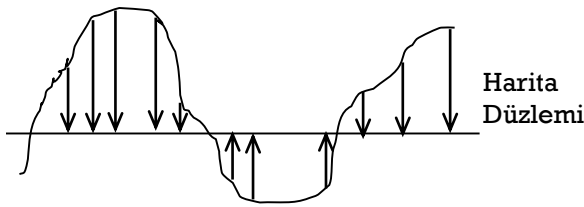


Kapalılık tespiti yapılacak alana ait fotoğraf ile birlikte noktalı saydam şablon stereoskop altına yerleştirilir. Ağaçların tepelerine veya boşluklara rastlayan noktalar sayılır. Teğet olan noktalar da yarım olarak hesaplanarak toplam nokta sayısı belirlenir. Elde edilen değer 4 ile çarpılarak kapalılık yüzde olarak belirlenir.

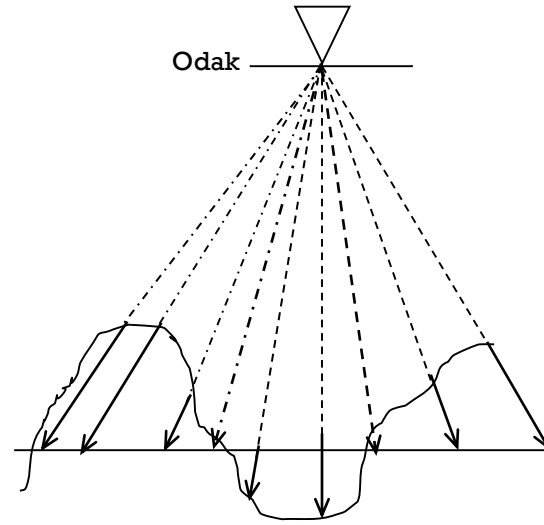


Harita ile Hava Fotoğrafi Arasındaki Farklar

1. Hava fotoğrafların gerçeğin bir resmidir. Haritalar ise temsil ettikleri alanları şekil, renk, sembol ve yazılarla gösteren gerçeğin modelidir.
2. Haritalar düşey projeksiyonla üretildiklerinden ışınlar birbirine paraleldir. Hava fotoğrafları ise merkezi izdüşümle elde edilirler.



Düşey Projeksiyon



Merkezi Projeksiyon



Harita ile Hava Fotoğrafi Arasındaki Farklar

3. Haritalarda ölçek her noktada aynıdır. Hava fotoğraflarında ise ölçek her noktada farklıdır.
4. Hava fotoğraflarında, özellikle engebeli arazilerde çekilenlerde, arazinin bir çok noktası fotoğraf üzerinde yığılmış olarak görünür. Buna “Kayma” adı verilir. Haritalarda ise kayma söz konusu değildir.
5. Hava fotoğraflarının yorumlanması ve değerlendirilmesi için çeşitli aletlere (streoskop, stereo miktometre) ihtiyaç vardır. Haritaları okumak ve değerlendirme için ise herhangi bir alete gerek yoktur.