

(13)

10000 1/4 20
Fotojeoloji

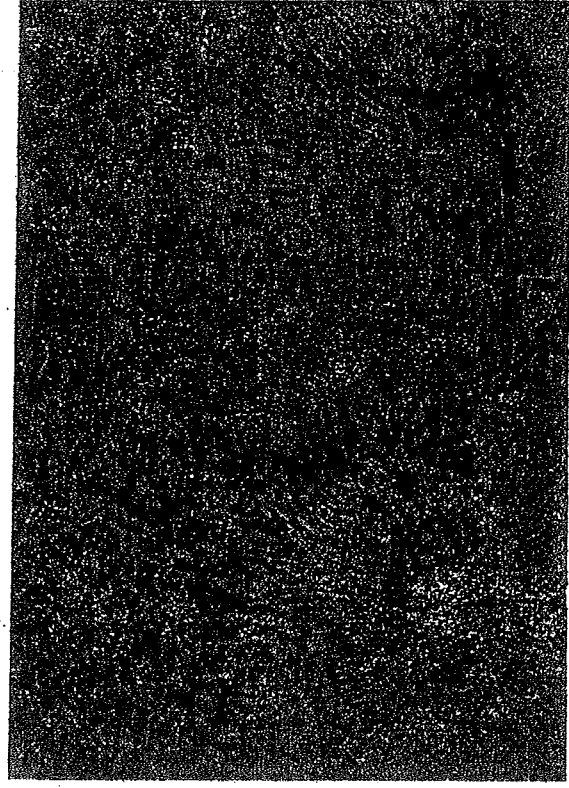
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ YAYIN NO: 89
Yer Bilimleri Fakültesi Yayın No: 14

3/2

F. Ü. F. Jeoloji Anab.
F. Ü. F. Jeoloji Anab.

FOTOJEOLOJİ

Doç. Dr. YUSUF TATAR



Yusuf Tatar

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	5
I. BÖLÜM : GİRİŞ	7
1. FOTOTELOLOJİNİN TANIMI VE TARİHÇESİ	7
2. FOTOTELOLOJİNİN ÖNEMİ	8
3. FOTOTELOLOJİK ÇALIŞMALARIN ARAZI ÇALIŞMALARINA GÖRE YAPTIŞ SIRASI	9
II. BÖLÜM : HAVA FOTOĞRAFLARI HAKKINDA TEKNİK BİLGİ	11
4. HAVA FOTOĞRAFLARININ TANIMI VE ÇEŞİTLERİ	11
5. HAVA FOTOĞRAFLARININ ÇEKİMİNDE KULLANILAN FİLM ÇEŞİTLERİ	12
5.1. Pankromatik filmler	14
5.2. Kızıltesi filmler	14
5.3. Normal renkli filmler	15
5.4. Kızıltesi renkli filmler	15
6. HAVA FOTOĞRAFLARININ BOYUTLARI VE ÖlÇEKLERİ	16
7. HAVA FOTOĞRAFLARININ YÜZEYLERİ	16
8. HAVA FOTOĞRAFLARININ KENARLARINDA VE ARKA YÜZEYLERİNDE KAYITLI BİLGİLER	16
9. HAVA FOTOĞRAFLARININ HAZIRLANIŞINDA UÇUŞ PLANI	17
10. DÜŞEY HAVA FOTOĞRAFLARININ GEOMETRİSİ VE BUNUNLA İLGİLİ KAVRAMLAR	21
11. HAVA FOTOĞRAFLARINDA BAŞLIÇA GEOMETRİK BOZUKLUKLAR	24
11.1. Engebeden doğan ışınsal kayma	24
11.2. Engebeden doğan ölçek farkları	26
11.3. Eğiklikten doğan ölçek farkları	27
11.4. Düşey boyutun abartılmış görünmesi	28

12. HAVA FOTOĞRAFLARINI İNCELEME YÖNTEMLERİ	29
12.1. Çiplak gözle inceleme	29
12.2. Stereoskopla inceleme	31
13. STEREOSKOPIK GÖRÜNTÜ ELDE ETMENİN KOŞULLARI	34
14. HAVA FOTOĞRAFLARININ SAKLANMASINDA DİKKAT EDİLECEK NOKTALAR	36
III. BÖLÜM : HAVA FOTOĞRAFLARI ÜZERİNDE JEOLojİK YORUM	
15. HAVA FOTOĞRAFLARININ JEOLojİK YORUM İÇİN YARARLANILAN BAŞLICA ÖZELLİKLERİ	37
15.1. Yeryüzü şekilleri (engebe)	37
15.2. Renk tonu farkları veya renkler	39
15.3. Drenaj ağı	42
15.4. Bitki örtüsü	47
16. HAVA FOTOĞRAFLARI ÜZERİNDE PETROGRAFIK YORUM	52
16.1. Tortul kayalar	53
16.2. Magmatik kayalar	58
16.3. Metamorfik kayalar	50
17. HAVA FOTOĞRAFLARI ÜZERİNDE TEKTONİK YORUM	62
17.1. Tabaka duruşları	62
17.2. Kırıklı yapılar	63
17.3. Kıvrımlı yapılar	67
17.4. Açılı diskordanslar	68
18. UYGULAMALI JEOLojİ ALANINDA FOTOJEOLojİNİN ÖNEMİ VE YARARLARI	68
19. FOTOJEOLojİK HARİTA VE RAPORLARIN HAZIRLANMASI	70
IV. BÖLÜM : HAVA FOTOĞRAFLARI ÜZERİNDE UZUNLUK VE YÜKSEKLİK ÖLÇÜMÜ VE BUNUN JEOLojIDE UYGULAMALARI	
20. İKİ NOKTA ARASINDAKİ YATAY UZAKLIĞIN ÖLÇÜLMESİ	73

21. İKİ NOKTA ARASINDAKİ YÜKSEKLİK FARKININ ÖLÇÜLMESİ	76
22. UZUNLUK VE YÜKSEKLİK FARKI ÖLÇMELERİNİN JEOLojIDE UYGULAMASI	80
22.1. Stratiğrafik kalınlıkların bulunması	80
22.2. Jeolojik kesitlerin hazırlanması	82
22.3. Petrografik ve yapısal birimlerin boyutlarının bulunması	82
V. BÖLÜM : UZAKTAN ALGI (REMOTE SENSING) TEKNİĞİ HAKKINDA GENEL BİLGİ	
VI. BÖLÜM : FOTOĞRAFLAR	83
— BIBLİYOGRAFYA	

Kitapta geçen kısımlarlar:

B.A.D. : Birleşik Amerika Devletleri,

IGN. : Institut Géographique National (Ulusal Coğrafya Enstitüsü, Fransa),

M.T.A. : Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü,

U.S.G.S. : United States Geological Survey (Birleşik Amerika Devletleri Jeoloji Surveys).

Ö N S Ö Z

Konusu yer kabuğunun yapısını ve evrimini inceleyerek, yer kabuğunda insanlara faydalı olacak maddeleri arayıp bulmak; yer üstü ve yeraltında bina, yol, baraj, tarım ve orman arazi, tınel, galeri ve başka insan yapıtlarını yer kabuğunun yapısı ve aşınma (erozyon), heyelan, deprem gibi olaylar sonucu ortaya çıkan değişiklikleri ile ilgili zararları koruyacak önlemler geliştirmek olan jeolojide, geliştiği gelişme yöntemleri vardır. Fotojeoloji, bu gelişme yöntemlerinden biri olarak, özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra gelişmiştir. Geniş anlamda her çeşit fotoğrafların, dar anlamda ise hava fotoğraflarının ve özellikle düşük hava fotoğraflarının jeolojik amaçlar için incelenmesi ve değerlendirilmesini kapsayan fotojeoloji gelişiminde rahatlık, sürat ve ekonomi sağlayan bir yöntem olduğundan günümüzde giderek daha da gelişmekte ve yaygınlaşmaktadır. Son yıllarda Dünyamız etrafında yürümlere yerleştirilmiş araştırmaya uydularından çekilen özel fotoğraflara da, geniş anlamda hava fotoğrafi gözüyle bakılabileceğinden; bu özel fotoğrafların incelenip değerlendirilmesini de içeren uzaktan algı (remote sensing) tekniği konusuna kitapta kısaca yer verilmiştir.

Fotoğraf çekmek "ısıkla yazmak" anlamında kabul edilebilir. Bir jeoloğun arazide günlerce dolanarak defterine yazabildiği bilgilerin, taramasını deşise bile, önemli bir kısmını uçaktan, bir fotoğraf makinesinin düğmesine basarak, saniyenin yüzde biri gibi bir süre içinde bir film üzerine kaydetmek olanaklıdır. Fotojeolog bu kayıtları okuyabilecektir, tecribe ve bilgiye sahip kimse demektir. Bu yolla kaydedilen bilgilerin ayrıntısı, çekilen fotoğrafların öleşine ve kalitesine bağlı olarak değişecektir.

Türkiye üniversitelerinin jeoloji bölümlerinde de artık fotojeoloji bir ders olarak okutulmakta olduğundan, bu konuda hem öğrencilerimizin, hem de genç jeologlarımızın yararlanabileceği, seçilmiş fotoğrafların örnekleri içeren bir fotojeoloji kitabına gereksinime ortaya çıkmıştır. Böyle bir kitabın jeoloji öğrencilerinden başka, jeomorfoloji ve fiziksel coğrafya öğrencilerine de yararlı olacağı şüphesizdir. Bu nedenle seçtiği kaynaklardan yararlanılarak, jeolojik açıdan önemli görülen fotoğraflar seçilip değer-

lendirilmiş; mefideki konuların sırasına az çok uyan bir sıraya göre de kitaba konulmuştur. Bu seçimde jeolojik bakımdan önemli görülen bazı eğik hava fotoğraflarına; hatta genel anlamda "fotoğrafın" jeolojideki önemini vurgulamak için, bazı yerden çekilmiş fotoğraflara da yer verilmiştir. Jeolojik bakımdan fevkalâde önemli fotoğraf örneklerinin birincisi elden sağlanması genellikle güç olduğundan, fotoğrafların bir kısmını yayınlanmış eserlerden seçmek zorunlu olmuştur. Baskı tekniği ile ilgili sorunlar düşünülerek fotoğraflar metin içine alınmamış, yine aynı nedenle renkli fotoğraf örnekleri de seçilmemiştir. Hava fotoğrafları üzerinde tanıyan jeolojik unsurların haritaya taşınması için uygulama olanakları sağlamak amacıyla, bazı fotoğrafların kapsadıkları bölgelere ait topografik haritalar da kitaba konulmuştur.

Fotoğrafların hazırlanmasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Bölümü teknisyenlerinden Turgut Kemeri'nin değerli katkıları olmuş; şekiller de büyük bir titizlikle aynı Bölümün teknik ressamı Refik Şengül tarafından çizilmiştir. Kendilerine burada teşekkür etmeyi bir borç sayarım. Ayrıca kitabın K.T.Ü. Yerbilimleri Fakültesinde satın alınarak yayınlanmasını sağlayan Fakülte yetkilileri ile, baskı işlerini dikkat ve titizlikle yerine getirmiş olan Ayyıldız Matbaası A.Ş. yetkililerine teşekkür ederim.

Öğrencilerimizin ve meslektaşlarımın kitap hakkında yapıcı eleştirilerini memnunlukla karşılayarak bundan faydalanacağımı; kitabın okuyuculara bekledikleri yararları sağlamanın ise, benim için büyük bir manevi mutluluk kaynağı olacağını belirtmek isterim.

Trebzon, Şubat 1977

Doç. Dr. Yusuf TATAN

I. BÖLÜM:

GİRİŞ

I. FOTOJEOLOJİNİN TANIMI VE TARİHÇESİ

Fotojeoloji başı başına bir bilim dalı olmayıp, jeolojide hava fotoğraflarının kullanılması içeren bir çalışma yöntemidir. Bu yöntemi kullanmakta uzmanlaşmış jeologlar da fotojeolog olarak tanımlanabilir. Fotojeoloji öğretim kurumlarında henüz ayrı bir meslek dalı olarak da tanınmış değildir; başka bir deyişle fotojeolog diploması veren öğretim kurumunu yoktur. Ancak jeoloji mesleğini kazanmış kimselerden arazi tecrübesi ile, hava fotoğrafları üzerinde jeolojik yorum yapma tecrübesini birleştirebilenler fotojeolog olabilirler. Bunun için hava fotoğraflarının hazırlanışı ve fotoğraflar üzerinde jeolojik yorum yapma tekniğini öğrenen ders, ya da kurslar gerekli olmaktadır. Fakat arazi çalışmaları yapmamış, arazi jeolojisinde belirli ölçüde tecrübe sahibi olmamış jeologların sadece bu ders, ya da kurs sayesinde iyi bir fotojeolog olmaları beklenemez.

Hava fotoğraflarının tarihçesi fotoğrafçılığın ve insanlığın gökyüzüne yükselmesinin tarihçesi ile yakından bağlantılıdır. J.H. Schulze'nin 1727 yılında gümüş tuzlarının ışığa karşı duyarlı oluşlarını keşfetmesi fotoğrafçılığın modern anlamda başlangıcı olmuştur. Schulze bu önemli buluşu sayesinde "tesbit edilmemiş" fotoğraflar elde edebilmiştir. Daha sonra 1839 yılında Paris'li J.M. Daguerre portre fotoğrafçılığı için gümüş iodicli metal levhalar kullanmış ve bunlarla pozitif fotoğraflar elde etmeyi başarmıştır. Ancak bu yöntemle fotoğrafların çoğaltılması olanaklı değildi. Bundan birkaç yıl sonra da bir İngiliz bilgini olan W.H. Fox-Talbot fotoğrafçılıkta günümüzde de kullanılan negatif-pozitif yöntemini geliştirmiştir. Fox-Talbot'dan bu yana, bazı ayrıntı ve yeniliklere rağmen, fotoğrafçılık tekniğinin temelleri aynı kalmıştır.

İnsanlar daha uçakların keşfinden önce balonlarla gökyüzüne ağırla, balonlardan yeryüzünün fotoğraflarını çekmeyi düşünmüşlerdir. Nitekim 19. Yüzyılın ikinci yarısının başlangıçlarından itibaren balonlardan çekilmiş hava fotoğrafları bulunmaktadır (T.E. Avery, 1969, s. 6). Halbuki ilk motorlu uçakların yapımı 20. Yüzyıl başlangıcına rastlamaktadır. Daha sonraları uçakların ve fotoğraf tekniğinin gelişmesi hava fotoğrafçılığı tekniğinde de önemli gelişmeler sağlanmıştır.

Başlangıçta hava fotoğrafları başlıca haritacılık ve askeri amaçlar için kullanılmıştır. Zamanımızda ise bunların haritacılık ve askeri amaçlar dışında jeolojik, ormanecilik, tarım, toprak bilimi, yerleşme sorunları, trafik düzenlemesi gibi pek çok kullanıma alanları bulunmaktadır.

Hava fotoğraflarının jeolojik çalışmalar için kullanımının tarihçesi de oldukça yenidir ve ancak İkinci Dünya Savaşından itibaren başlamıştır denilebilir. Gerçekten 1942 yılında A. J. Kerdley, 1943 yılında da H.T.U. Smith'in yayınladıkları fotojeoloji ile ilgili kitaplar, bu konudaki ilk kitaplar durumundadır. Ancak bu tarihlerden biraz daha önce, Birinci ve İkinci Dünya Savaşları arasında, hava fotoğraflarından jeolojik amaçlar için bazı çalışmalar yapılmıştır. Örneğin 1935'te Hollanda Shell Şirketi Yeni Gine'de, geniş bir alanda petrol araması yapmak için hava fotoğraflarından yararlanmış; arazinin jeolojik ve tektonik anaetlelerini bu şekilde ortaya çıkarmıştır.

İkinci Dünya Savaşından sonra, özellikle son yıllarda, jeolojik çalışmalarda hava fotoğraflarının kullanılması giderek artan bir önem kazanmıştır. Bu önemli gelişmeyi, hava fotoğraflarından jeolojik bilgi elde etmenin arazi çalışmalarına göre daha kolay ve daha ucuz olmasına bağlamak yerinde olur.

2. FOTOJEOLOJİNİN ÖNEMİ

Bir karşılaştırma yaptığımız takdirde, hava fotoğrafları üzerinde jeolojik incelemeye yapmanın, doğrudan doğruya arazi üzerinde yapılan jeolojik çalışmalara göre bazı üstünlükleri bulunduğunu görürüz. Aşağıda özetlenen bu üstünlükler fotojeolojinin önemini de ortaya koymaktadır.

a) Hava fotoğrafları yeryüzünün her türlü ayrıntısını gösterirler. Bu nedenle tek tek, ya da mozaik halinde, çiplak gözle incelendiklerinde de bir bakıma harita görevi yaparlar. Ancak daha ilerde görüleceği gibi, hava fotoğraflarında bazı geometrik bozuklukların, özellikle ölçek bozukluklarının bulunması; yer isimlerinin ve topoğrafik eşyükseklik eğrilerinin yokluğu nedenleriyle, bunlara tam bir harita gözüyle bakılması olanaksızdır. Buna karşılık haritalarda görülemeyen pek çok yeryüzü ayrıntısı hava fotoğrafları üzerinde görülebilir.

b) Hava fotoğrafları üzerinde çok geniş bir arazi kesimini aynı anda ve istenildiği kadar tekrarlayarak gözlemeye olanığı vardır. Örneğin 1/35.000 ölçekli ve 18x18 cm. boyutlu bir hava fotoğrafı yaklaşık olarak 36 km² kadar bir alanı kapsar. Aynı bölgenin hava fotoğrafları uçus planına göre tek tek yan yana getirilerek, fotomozak elde edildiği takdirde, bu alan istenildiği kadar büyütülebilir. Halbuki, arazi çalışmaları sırasında, arazinin emgebe ve biki örtüsü durumuna göre bazı hallerde görüş alanı birkaç yüz metrekareye kadar düşebilir. Hatta arazinin yüksek bir noktasına çıkılarak görüş alanı genişletilse bile; birkaç km. uzaklıkta yerlerin ayrıntısı, mesafe uzaklığından ötürü, tam görülemez. Buna karşılık hava fotoğraflarında arazinin her noktası hemen hemen aynı uzaklıktan gözlemlenmiş olmaktadır.

c) Mevsime, zamana ve hava koşullarına bağlı olmaksızın, hava fotoğrafları üzerinde istenildiği kadar ve istenildiği an, masa başında çalışmaya olanığı vardır. Gerçekten de arazide karlı ve soğuk kış mevsiminde yazın yağışlı günlerinde, ya da geceleri çalışmak sözkonusu değilken; hava fotoğrafları üzerinde çalışmak için bu tür sınırlamalar bulunmamaktadır.

d) Hava fotoğrafları üzerinde yapılan çalışmalar arazi çalışmalarına göre çok daha az nispeten, malzeme ve para gerektirir. Bir kere fotoğraflar geldikten sonra bunlar istenildiği kadar çoğaltılarak, değişik araştırmacıların istifadesine sunulabilir.

e) Jeolojiyi meslek olarak seçen beyanlar için de fotojeoloji ayrı bir alanın taşınmaktadır. Beyanlar için arazide çalışmanın genellikle bazı güçlükleri bulunduğundan, kendileri belirli sınırlar içinde fotojeoloji yardımıyla meslek çalışmalarını yürütebilir, mesleki bilgi ve tecrübelerini artırırlar.

Yukarıda açıklanan üstünlüklere rağmen şu noktayı vurgulamak gerekir ki, fotojeolojik çalışmalar hiç bir zaman tam olarak saha jeolojisinin yerini tutamaz; onun tamamlayıcı durumundadır ve bir jeolojik projenin gerçekleştirilmesi için arazide harcanacak zamanı önemli ölçüde kısaltabilir. Bu bağlamda oranın çalışmanın geçişine, arazinin fotojeolojik çalışmalar için elverişlilik derecesine ve görevli jeologların fotojeolojik tecrübelerine bağlı olarak az çok değişir.

3. FOTOJEOLOJİK ÇALIŞMALARIN ARAZI ÇALIŞMALARINA GÖRE YAPILDIĞI SIRASI

Bir jeolojik proje bütününde, özellikle ana amacı jeolojik harita olan bir projede, fotojeolojik çalışmalar arazi çalışmalarına göre belirli sıralara göre yapılmalıdır. Bu sıraları aşağıdaki gibi belirtilebilir:

a) Fotojeolojik çalışmalar daha çok kış mevsiminde araziye çıkmadan önce ön çalışmalar şeklinde yapılmalıdır. Böyle bir ön çalışma ile yaz aylarında yapılacak arazi çalışmasını planlamak; ayrıca arazinin jeolojik yapısı hakkında genel bilgi edinmek olanıdır. Bu çalışma yöntemi, araziye çıkılmayan kış mevsiminde zamanın değerlendirilmesi bakımından da yararlı olur.

b) Arazi kamplarında aksamları ertesi günün arazi çalışmasını planlamak için de o gün gidilecek arazinin hava fotoğraflarından yararlanılmalıdır.

c) Yine günlük arazi çalışmalarının kontrolü için kamplarda aksamları hava fotoğraflarının incelenmesi yararlı olur.

d) Arazide çalışırken o arazi kesiminin hava fotoğraflarının harita çantasında bulundurulması, böylece çalışmalar sırasında zaman zaman arazi gözlemleri ile fotoğraflar üzerindeki verilerin karşılaştırılması da çeşitli faydalar sağlayabilir.

e) Arazi mevsiminin sonunda veya genel olarak arazi dönüsünde, araziye yapılan çalışmaların doğruluk derecesini kontrol etmek gerekirse bazı düzeltmeler veya tamamlamalar yapmak için de hava fotoğraflarından yararlanılmaktadır.

II. BÖLÜM:

HAVA FOTOĞRAFLARI HAKKINDA TEKNİK BİLGİ

4. HAVA FOTOĞRAFLARININ TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

Yeryüzünün havadan (genellikle uçaklardan) kusbakası çekilmiş fotoğraflarına hava fotoğrafı denir.

Fotoğraf çekilirken bakış doğrultusu ile yatay düzlemin yapmış olduğu açıya göre (ş.k. 1):

- Düşey hava fotoğrafı (bakış açısı $x = 90^\circ$),
- Az eğik hava fotoğrafı ($x = 30-60^\circ$),
- Çok eğik hava fotoğrafı ($x = 20-30^\circ$) türleri ayrılır. Az eğik hava fotoğraflarında (foto 6) ufuk görülmez, çok eğik hava fotoğraflarında (foto 69) ise ufuk görülür.

Aynı yükseklikten ve aynı noktadan çekilmiş düşey ve eğik hava fotoğraflarının kapsadıkları alanlar ş.k. 1, a, b, c' de gösterilmiştir. Bu şekilden anlaşılacağı üzere, aynı noktadan çekilen düşey fotoğrafa göre az eğik: az eğik fotoğrafa göre de çok eğik fotoğraf daha geniş bir alanı kapsamaktadır. Eğik hava fotoğrafının ön kenarları (ş.k. 1'de AD-kenarları) düşey hava fotoğraflarının ön kenarlarına eşit olduğu halde, arka kenarları (ş.k. 1'de BC-kenarları) eğiklikle orantılı olarak büyümektedir. Filmede ise ön ve arka kenarlar eşit boyutlara indirgenmiş olduğundan, eğik hava fotoğraflarının ön ve arka kısımları arasında büyük ölçek farkları bulunur. Ayrıca eğik hava fotoğrafları üç boyutlu görüntü (12.1.) elde etmek için de elverişli değildir. Bu bakımdan fotojeolojik çalışmalarda esas olarak düşey hava fotoğrafları kullanılır. Ancak eğik hava fotoğrafları da açılı diskordanslar, az eğimli ters faylar gibi yapıları incelemek için düşey hava fotoğraflarından daha elverişli olabilir (foto 47).

Be yaz ışık elektromanyetik spektrumun insan gözünde görme duygu- su uyandırabilen ve dalga boyları 37×10^{-8} - 780×10^{-8} metre arasında olan bölümlüdür (şık. 2). Elektromanyetik spektrumuna sadece dar bir bölünümü oluşturan beyaz ışık bir prizma yardımıyla tek renkli bileşenlere ayrılabilir (ışık tayfi). Işık tayfında mor (dalga boyu 360×10^{-8} m), lacivert, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı (dalga boyu 780×10^{-8} m) ışınları bulunur.

Yalnız ışık ışınlarına karşı değil, elektromanyetik spektrumun diğer bölümlerine, örneğin röntgen ışınlarına, kızıl ötesi ışınlara v.b., karşı da duyarlı olan filmler mevcuttur ve bunların bir kısmı hava fotoğrafçılığında da kullanılmaktadır. Hava fotoğrafının çekiminde kullanılan belli başlı film çeşitleri hakkında aşağıda bilgi verilmiştir.

5.1. Pankromatik Filmler

Bu filmler normal siyah-beyaz filmlerdir ve ışık ışınlarına karşı insan gözüyle aynı derecede duyarlılıkları vardır. Farklı renklerde olan cisimlerin birbirinden ayırılmasına yarayan ve tam siyahla tam beyaz arasında değişen renk tonları verirler. Fakat yeşil ışığa karşı duyarlı olmaları nedeniyle bitki türlerinin, örneğin çeşitli koyulukta yeşil bitki yapraklarının birbirinden ayırılmasına yarayacak renk tonları vermezler. Tam netlik sağlamak için havanın sisine karşı bu filmlerle birlikte genellikle bir sarı filtre kullanılması gerekir.

Günlük fotoğrafçılıkta olduğu gibi, hava fotoğrafçılığında da en çok kullanılan filmler pankromatik filmlerdir.

5.2. Kızılötesi (infrared) Filmler

Elektromanyetik spektrumun kızılötesi ışınlarına karşı duyarlı siyah-beyaz filmlerdir. Bu filmlerde hava sisinin netlik bozucu etkisi pankromatik filmlere göre daha azdır. Kızılötesi filmlerde siyahla beyaz arasında değişen renk tonları cisimlerin gerçek renklerinden çok, kızılötesi ışınları yayma ve yansıtma ölçülerine bağlı olarak ortaya çıkar. Bazı cisimler, örneğin su, iğne yapraklı ağaçlar v.b., kızılötesi ışınları başka cisimlere göre daha çok yutarlar, yani daha az yansıtırlar. Böyle cisimler fotoğraflarda daha koyu renkli görünürler. Kızılötesi fotoğrafıdaki bu özellik, cisimlerin birbirinden ayırılmasında kullanılabılır (foto 3 ve 4). Örneğin foto 4'deki pankromatik fotoğrafı kızılötesi fotoğraf karşısında tirildiğinde renk tonu bakımından aralarında bazı farkların bulunduğu göze çarpar. Pankromatik fotoğrafta ağaçlar, yollar (A), yeni sürülmüş tarlalar (B), küçük ağaçlar, tarla sınırları daha net görünmektedir. Buna karşılık kızılötesi fotoğrafta iğne yapraklı ağaçlar (koyu), geniş

yapraklı ağaçların (E) ayırımı, küçük su birikintilerinin ve küçük akarsuların tanınması (F) daha kolay olmaktadır.

Bu çeşit filmler genellikle kızılötesi ışınların sadece dalga boyu 0,7 - 0,9 mikron arasındaki bölümlerine karşı duyarlı olduklarından, bunlara gerçekte yakın kızılötesi (near infrared) filmler demek daha doğru olur.

5.3. Normal Renkli Filmler

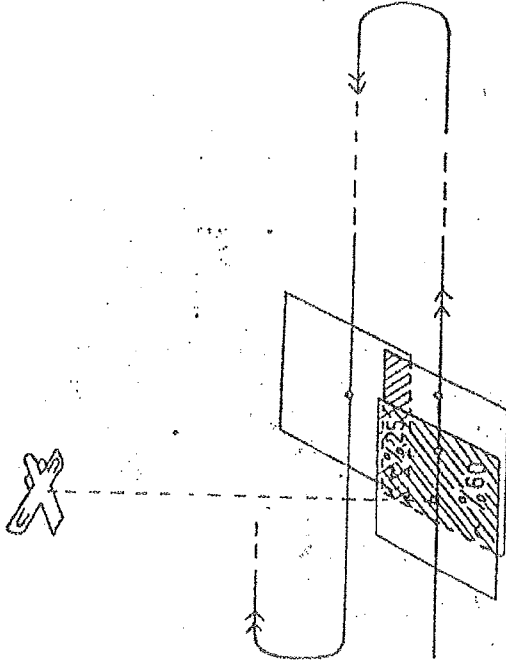
Bilindiği gibi cisimler üzerlerine düşen beyaz ışığı değişik oranlarda yutar, değişik oranlarda yansıtırlar. Cisimlerin beyaz ışığı yutma ve yansıtmasında beyaz ışığın dalga boyları birbirinden farklı olan bölümleri farklı oranlarda etkilendiklerinden, cisimler renkli görünürler. Örneğin saf kırmızı görünen bir cisim ışık tayfındaki diğer bütün ışınları yutarak, sadece kırmızı ışını yansıtıyor demektir. Normal renkli filmler de cisimlerin yansıtırlıkları ve insan gözüyle de algılanabilen renk ışınlarına karşı duyarlı filmlerdir. Bu filmlerde atmosfer sisinin etkisi siyah-beyaz filmlerdekinden daha fazla olduğundan, güneşli ve sisiz havalarda kullanılmaları uygun olur. Böyle havalarda uygun filtreler de kullanılmak suretiyle, cisimlerin gerçek renklerini verecek kalitede renkli fotoğraflar elde edilebilmektedir.

Renkli filmler siyah-beyazlara göre birkaç defa daha pahalıya mal olduğundan her yerde kullanılmazlar, ancak renklerin tam tıver olarak özellikle önem taşıdığı işlerde, örneğin orman araştırması, toprak türlerinin tanınması, maden aramada renkli mineralizasyon zonlarının ve demir saplıkların tanınması gibi işlerde kullanılır. Renkli filmlerin doğru- dan doğruya pozitif olarak yapılan slaydları yeryüzü şekillerini daha ışık ve daha net olarak gösterirler.

5.4. Kızılötesi Renkli Filmler

Bu filmler yeşil, kırmızı ve kızılötesi ışınlarına karşı duyarlı olan filmlerdir ve sönük renkler verirler. 5.2'de değinildiği gibi, kızılötesi filmlerde cisimlerin kızılötesi ışınları yansıtma ve yayma dereceleri önemli bir unsurdur. Bu nedenle bu filmler başlangıçta özellikle askeri amaçlarda, örneğin sını yeşilliklerle örtülmüş (kamufle edilmiş) askeri hedeflerin ortaya çıkarılmasında kullanılmıştır. Çünkü bu çeşit filmlerde, daha doğrusu fotoğraflarda, yaşayan yeşil bitkiler kırmızı renkli göründükleri halde, boyama ile yapılmış suni yeşillikler, veya gövdesinden kesilmiş "ölü" yeşil dallar daha değişik renkler verirler. Sonraları bu fotoğrafların orman araştırması, özellikle ağaç hastalıklarının saptanması; su kirlenmesinin incelenmesi ve benzeri konularda da yararlı oldukları anlaşılmıştır. Dikkatlice kullanıldıkları takdirde jeolojide kayaş türlerinin birbirinden

fotoğrafın ortak alanına yanal aşma adı verilir ve bu ortak alan fotoğ-
ların stereoskopik görüntü vermesi için (2.1.) gereklidir. Uçuş doğrult-
usuna dik doğrultudaki komşu fotoğrafların ortak alanlarına da kenar
aşma denir (ş.k. 4). Kenar aşma da, fotoğrafların kenar kısımlarında net-
lik ve diğer bozukluklarına karşı alınmış bir önlemdir.

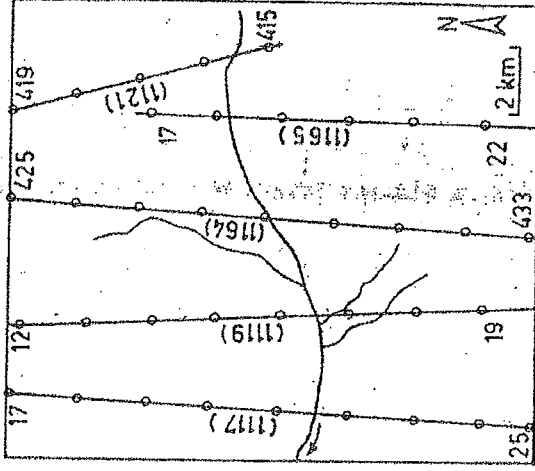


Şekil 4: Bir bölgeyi kapatacak stereoskopik hava fotoğraflarının çekiminde uçuş planı. Fazla açıklama için metne bakınız.

Fotoğraf çekmek için uçuş zamanları da dikkatle seçilmelidir. Havanın mümkün olduğu kadar bulutsuz ve sisiz olduğu yaz günlerinde günün belirli saatleri uygun zamanlardır. Karasal iklim bölgelerinde saat 10.00-14.00 arası uygundur. Dağlık arazilerde gölgelerin pek uzun olmadığı zamanlar, örneğin sabah 11.00 civarı elverişli olur. Ekvator ve ekvator yakın bölgelerde hava fotoğrafları sabah saat 10.00 den önce çekilmelidir. Çünkü 10.00-14.00 arasında güneş tepeden geldiği için hemen hemen hiç gölge görünmez. Halbuki stereoskopik görüntünün etkinliği ve fotoğraflar üzerindeki jeolojik yorum kolaylığı için, pek uzun olmayan gölgelerin bulunması yararlı olmaktadır.

Hava fotoğrafları jeolojik amaçlar dışında, başta topografik haritalarını yapımı olmak üzere, başka amaçlar için hazırlandığından, uçuş planlarında jeolojik noktalar pek dikkate alınmamıştır. Ancak buna rağmen iyi kaliteli her çeşit hava fotoğrafından jeolojik çalışmalar için yararlanılabilir. Bazı bölgelerin özel olarak jeolojik amaçlar için çekilmiş hava fotoğrafları da bulunmaktadır. Bir bölgeye ait hava fotoğraflarından

her birinin teker teker bölgenin neresine ait olduğunu, fotoğrafların film ve seri numaralarını taşıyan bir "uçuş plani krokisinden" (ş.k. 5) çıkarabiliriz. Hava fotoğrafları sağlanırken bu krokiler de birlikte sağlanmalıdır. Yoksa fotoğrafların teker teker yerlerini bulmak güç ve zaman kaybettirici olur.

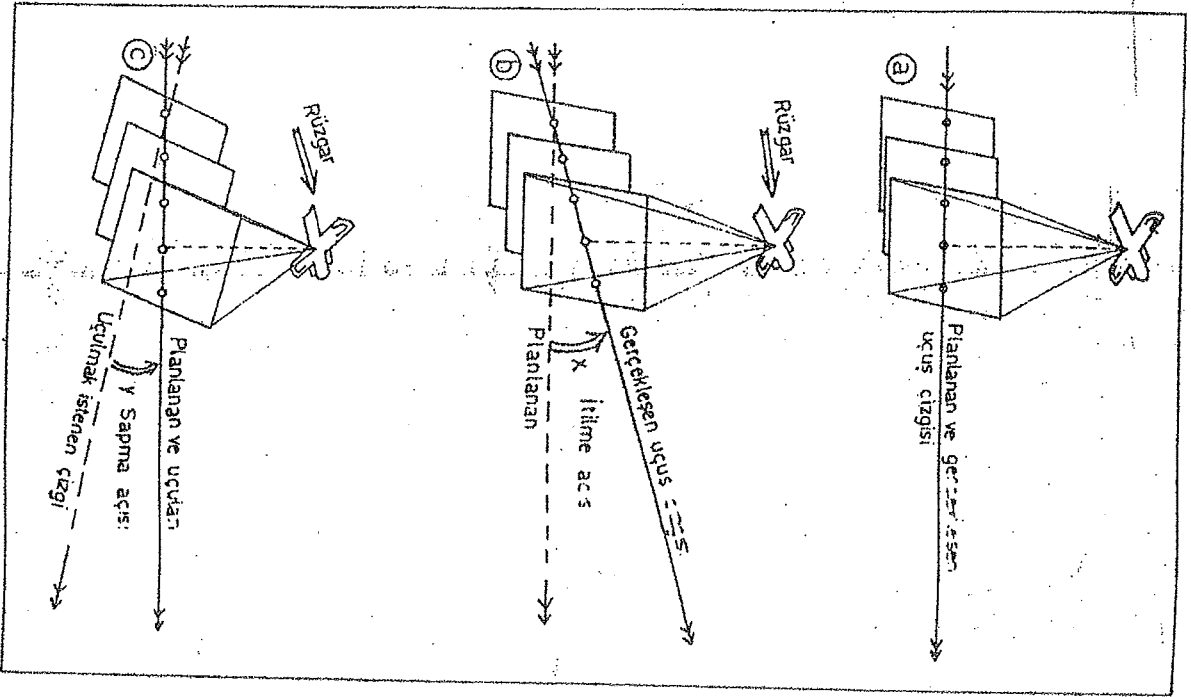


Şekil 5. Bir bölgeye ait hava fotoğraflarının yerlerini gösteren uçuş plani krokisi. Parantez içindeki rakamlar film numaralarını, uçlardaki numaralar da fotoğraf seri numaralarını göstermektedir. Aradaki her bir nokta bir fotoğrafın merkez noktasının yerini temsil eder.

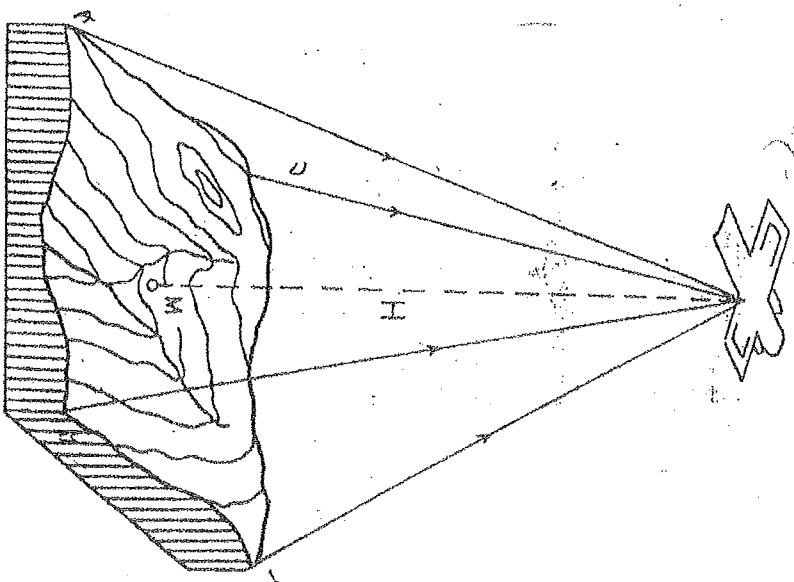
Uçuş planları hazırlanırken dikkate alınması gereken bir başka önemli bir nokta da uçuş rüzgar etkisidir. Uçuş doğrultusuna dik veya çapraz esen rüzgarlar uçağı planlanmış uçuş çizgisinden saptıracak; böylece planlanan ve gerçekleştirilen uçuş çizgileri arasında bir itilme açısı (ş.k. 6, x açısı) meydana gelecektir. Eğer uçak planlanan uçuş çizgisi ile, rüzgar yönünde bir sapma açısı (ş.k. 6, y açısı) yapacak şekilde yönlendirilerek uçurulursa; sapma açısının rüzgar hızına göre iyi hesap edilmesi halinde uçak planlanmış çizgi üzerinde uçacaktır. Ancak uçağın yönü ve buna bağlı olarak fotoğraf makinasının durumu ile planlanmış uçuş çizgisi arasındaki sapma açısı, fotoğraf kenarları ile, fotoğrafların merkez noktalarını birleştiren çizgi arasında da yansımış olur (ş.k. 6 da y açısı).

10. DÜŞEY HAVA FOTOĞRAFLARININ GEOMETRİSİ VE BUNUNIA İLGİLİ KAVRAMLAR

Uçaktan kuşbakışı çekilmiş düşey hava fotoğrafları birer merkezi projeksiyon (izdüşüm) resmidirler (şkr. 7). Çünkü yeryüzünden gelen ışınlar bir merkezde kesişmiş olmaktadır. Ortogonal projeksiyonla (dik izdüşümle) yapılan haritalar, hava fotoğrafı ile karşılaştırıldığımızda bu durum daha iyi anlaşılacaktır (şkr. 8). Haritada cisimlerin her noktasından gelen ışınların birbirine paralel ve harita düzlemine dik olmasına karşılık; hava fotoğraflarında ışınlar, fotoğraf makinesi objektifi ile temsil edilen ve izdüşüm merkezi denilen bir noktada kesişmektedir (şkr. 8, 9 ve 10 da 0 noktası). Buna göre ışınlar ancak fotoğrafların merkezi kısımlarında fotoğraf düzlemine tam dik olmaktadır. Fotoğraf merkezinden kenar in-

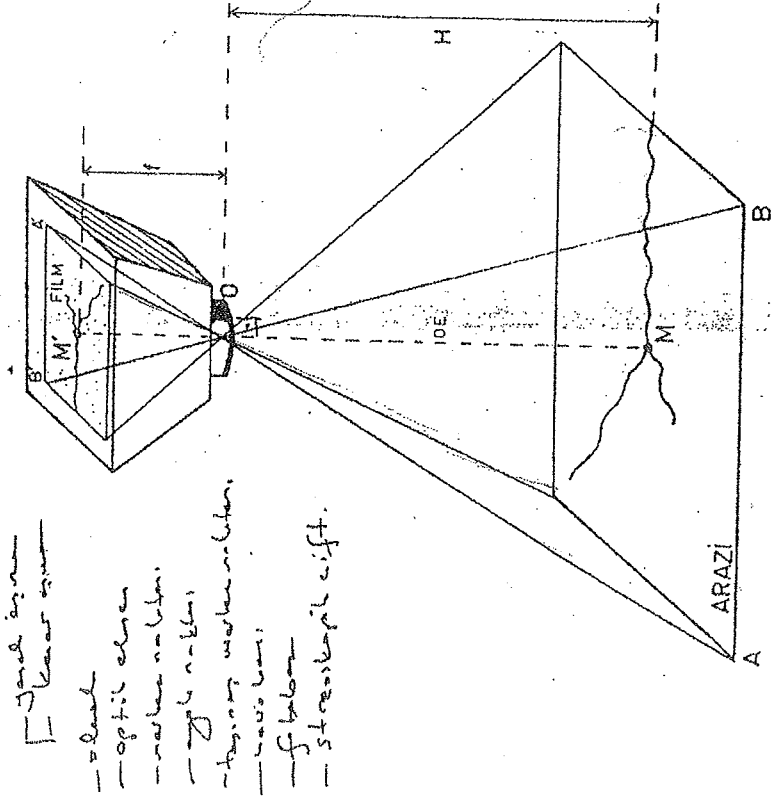


Şekil 6. Uçuşa rüzgâr etkisi. a: Rüzgârsız havada uçan planlanan çizgi üzerinde uçuşu; b: Uçuş yönüne dik bir rüzgârın etkisiyle, uçanın planlanan uçuş çizgisi dışına itilmesi; c: Planlanan çizgiden aşağı itilmeyle, uçanın istenilen bir sapma açısıyla rüzgâra yöneltik uçuşu. Faza açıklama metninde.



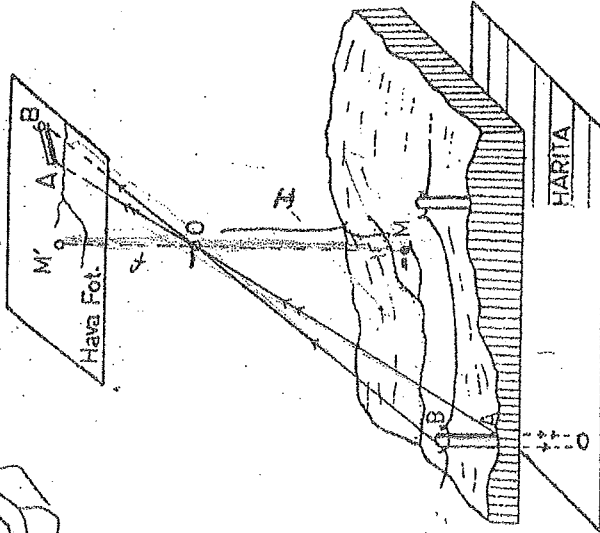
Şekil 7. Hava fotoğraflarının çekiminde yeryüzünden gelen ışınların bir merkezde kesişmesi. H: Uçuş yüksekliği.

aynı yeri kestiği noktaya da ayak noktası (N) adı verilir. Tam düşey hava fotoğraflarında bu nokta merkez noktası ile çakışır. Çünkü optik eksen aynı zamanda objektiften geçen düşey doğru durumundadır. %55-60 yanal aşmadan ötürü, uçuş doğrultusunda komşu iki fotoğraftan birinin merkez noktasının görüntüsü diğerinde de vardır (ş.k. 11, M', ve M, noktaları). Bir fotoğrafın merkez noktasının, uçuş doğrultusunda komşu olan fotoğraftaki görüntüsüne, birinci fotoğrafın başınıms merkez noktası adı verilir. Uçağın tam yatay uçmaması, öne, arkaya veya sağa sola, bir miktar eğilmesi halinde optik eksen düşey durumdan çıkar ve fotoğraf eğik olur. Burada optik eksenle düşey arasındaki açıya eğiklik açısı (ş.k. 10 da z açısı) denir. Modern uçaklarla çekilen fotoğraflarda bu açının değeri 2-3 dereceyi geçmez.



- odak
- optik eksen
- merkez noktası
- eğiklik açısı
- uçuş hızı
- f
- H

Şekil 9. Düşey hava fotoğraflarında odak uzaklığı (f=M'O), uçuş yüksekliği (H=M'O), merkez noktaları (M' ve M), optik eksen (M'OM doğrusu) ve arazi film beğintileri. Fazla açıklama için metne bakınız.



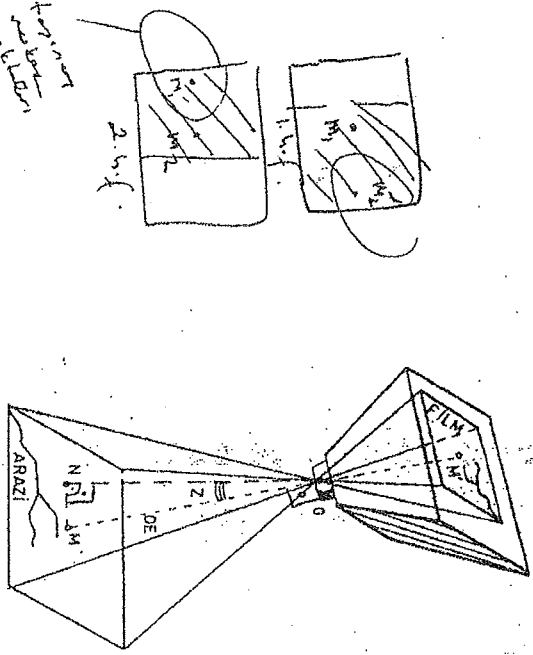
Şekil 8. Düşey hava fotoğrafında ve haritada ki izdüşüm farkları.

sularına girdikçe ırsınlar, fotoğraf düzlemine göre eğikleşmiş olur. Hava ve fotoğraflarının merkezi izdüşüm görüntüleri oluşları, uçağa yakın olan arazi kesimlerinin (tepelere, surlar gibi), uçaktan uzak olan yerlere (vadiler, çukurluklar) göre farklı ve daha büyük ölçekli çıkmasını sonuçlandırır. Aynı şekilde fotoğrafların merkezi kısımları, kenar kısımlarına göre objektife daha yakın olduğundan, kenar ve merkezi kısımlar arasında da ölçek farkları bulunur. Ş.k. 9 da görüldüğü gibi, hava fotoğrafları çekilirken kullanılan fotoğraf makinasının objektifi ile arazi arasındaki düşey uzaklık uçuş yüksekliği (H): objektife film arasındaki en kısa uzaklık da odak uzaklığıdır (f). Ş.k. 9 da kolayca görüleceği gibi düşey hava fotoğraflarında ölçek $S = \frac{M'O}{AB}$ veya $S = \frac{f}{H}$ şeklinde ifade edilir. Buna göre odak uzaklığı örneğin 14,3 cm. olan bir makina ile 1/35.000 ölçekli hava fotoğrafı çekmek için 5000 metre yüksekten uçmak gerekir. Objektif ve film merkezlerini birleştiren MO doğrusu aynı zamanda fotoğraf makinasının optik eksenidir. Bu eksenin yeri kestiği nokta fotoğrafta merkeze noktası (M) olur. Objektiften yere indirilen düşey doğru

$$S = \frac{M'O}{AB} = \frac{f}{H}$$

Buna göre odak uzaklığı örneğin 14,3 cm. olan bir makina ile 1/35.000 ölçekli hava fotoğrafı çekmek için 5000 metre yüksekten uçmak gerekir. Objektif ve film merkezlerini birleştiren MO doğrusu aynı zamanda fotoğraf makinasının optik eksenidir. Bu eksenin yeri kestiği nokta fotoğrafta merkeze noktası (M) olur. Objektiften yere indirilen düşey doğru

Uçus doğrultusunda birbirini izleyen konusu iki fotoğrafın merkez noktalarını arasından geçerek yataley uzaktık hava harza adını alır (şık. 11 de N_1, N_2 veya N', N''). Bu uzaktığın fotoğraflar üzerindeki değeri de



Şekil 10. Eğik hava fotoğraflarında ayak noktası (N) ve merkez noktasına (M) yaklaşımına. Optik eksenle (OM) düşey (ON) arasındaki açı (z) eğiklik açısıdır.

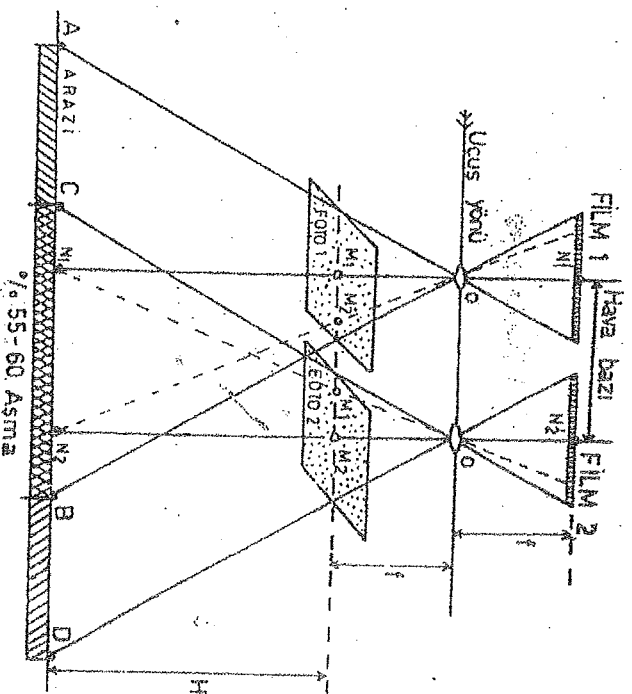
fotoğraf denir (şık. 11 de M_1, M_2 veya M', M''). Uçus doğrultusunda, %55-60 yataley asmalı konusu iki fotoğraftan üç boyutlu görüntü (stereoskopik görüntü) elde edilebildiğinden böyle iki hava fotoğrafına stereoskopik görüntü veya stereoskopik model adı verilir. Az engibeli arazilerde ortalama fotobazı bulunmak için, stereoskopik modeller için M_1, M_2 ile M', M'' toplamının yarısını almak yeterlidir. Çok engibeli arazilerde, engibeden doğan insusal kayımdan (11.1) ötürü, ortalama fotobazın bulunması daha karmaşık hesaplarla olur (20).

11. HAVA FOTOĞRAFLARINDA BAŞLICA GEOMETRİK BOZUKLUKLAR

11.1. Engibeden Doğan İnsusal Kayma

Her düşey hava fotoğrafı bir merkez izdüşüm görüntüsüdür. Eğer bir fotoğrafın merkez noktasından farklı yükseklikte bulunan arazi noktalarının fotoğrafları yerleri (fotoğrafsal yer) ; merkez noktasından geçen ve fotoğrafla aynı ölçeğe sahip bir haritadaki yerleri (haritasal

Şekil 11. Düşey hava fotoğrafı için üç boyutlu geometrik unsurlar. O: Objektif, M_1 ve M_2 : Fotoğrafların merkez noktaları, M' ve M'' : Fotoğrafların taşınmış merkez noktaları, N_1 ve N_2 : Ayak noktaları (fotoğraflar düşey olduğundan aynı zamanda fotoğraf merkez noktalarının arazi yerleri).



yer) ile eşleşmez; bu noktalara göre merkezden dışa veya içe doğru kaymış olurlar. Herhangi bir noktanın haritadaki yeri, o noktanın harita düzlemindeki (yatay düzlem) dik izdüşümüdür. Hava fotoğraflarında ise, bir arazi noktasından gelen ışık ışınının merkez noktasından geçen hayali yatay düzlemi (düşey hava fotoğraflarında bu düzlem fotoğraf kağıdını veya filmi temsil eder) kestiği nokta, o arazi noktasının fotoğrafsal görüntüsünü verir. Başka bir deyişle, harita yapımında izdüşüm çizgilerinin hepsi harita düzlemine dik ve dolayısıyla birbirlerine paraleldirler (şık. 8). Buna göre bir arazi noktasının fotoğrafsal yerinin, fotoğraf merkez noktasından geçen ve fotoğrafla aynı ölçeğe sahip bir haritadaki yeri ile eşleşmesi ancak o arazi noktasından gelen ışık ışınının film düzlemine dik olması, ya da söz konusu noktanın merkez noktası ile aynı rakımda bulunması ile olanaklıdır. Merkez noktasından yükseklikte bulunan noktaların (şık. 12 de A noktası) fotoğrafsal yerleri (şık. 12, A'), haritasal yerlerine (şık. 12, A'') göre merkezden dışa kaymış olurlar. Merkez noktasından daha düşük rakımlı noktalarda ise (şık. 12, B noktası)

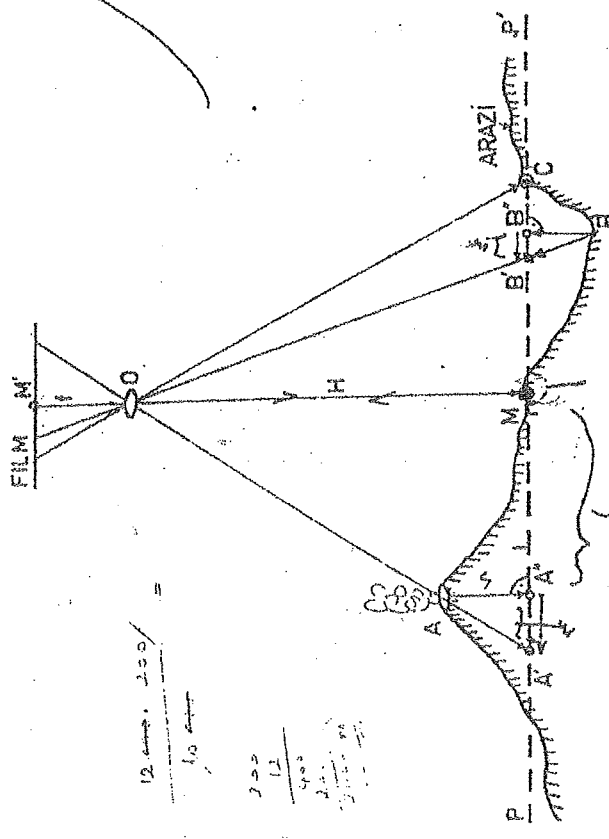
kayma düştür. Bu kaymalar merkez noktasında kesilen çizgiler üzerinde olduğundan ışınal kayma adını alır. Kaymanın değeri sözkonusu arazi noktasının merkez noktasına göre yükseklik farkı (Şk. 12, AA' = h), fotoğraftaki görüntüsü ile merkez noktası arasındaki yatay uzaklık (Şk. 12, MA = r) ve uçuş yüksekliğine bağlı olarak değişir. Şk. 12'nin incelenmesinden kolayca anlaşılacağı gibi, bu değerler aramızda

$$m = \frac{r \cdot h}{H}$$

eşitliği ile ifade edilen bir bağıntı bulunmaktadır. Bu eşitliğin anlamını yorumlayacak olursak, ışınal kaymanın, fotoğraf merkez noktasından kenarlara gidildikçe ve ayrıca arazi noktalarının merkez noktasına göre yükseklik farkları arttıkça, büyüdüğünü görürüz. Buradan aynı şekilde, merkez noktasının çok yakınında bulunan noktalarla, merkez noktasının rakımındaki noktaların ışınal kaymaya uğramadığı çıkarılır.

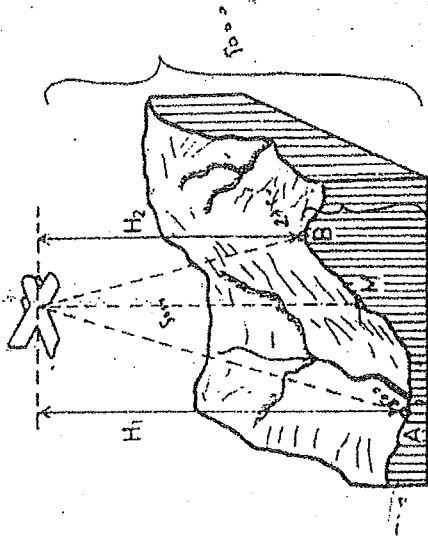
11.2. Eğebeden Doğan Ölçek Farkları

Hava fotoğraflarında ölçeğin $S = \frac{f}{H}$ formülüyle ifade edildiğini,



Şekil 12 Hava fotoğraflarında eğebeden doğan ışınal kayma (m). Açıklama için metne ve ayrıca şekil 8'e bakınız.

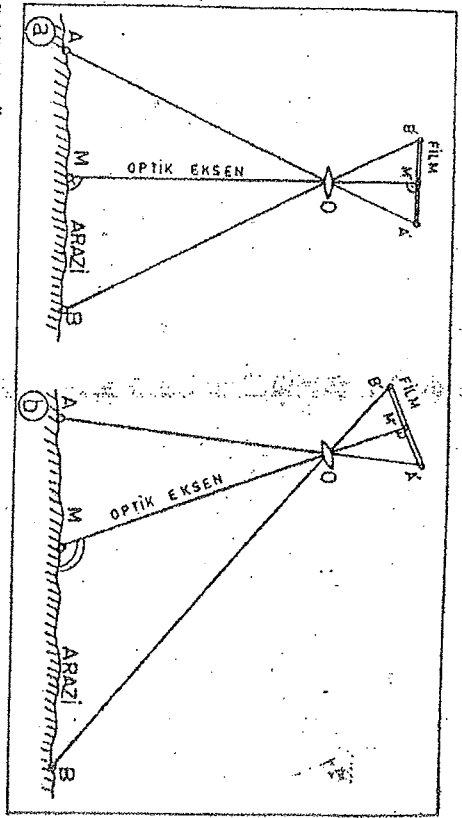
yani odak uzaklığının uçuş yüksekliğine bölünmesiyle elde edildiğini 10'da görmüştük. Buradan kolayca anlaşılacağı gibi, odak uzaklığı değişmeyen bir fotoğraf makinesi ile çekilen hava fotoğraflarında uçuş yüksekliği büyüdükçe ölçek küçülecek, ya da tersi olacaktır. Uçuş yüksekliğinin değişmesi uçağın alçalıp yükselmesine bağlı olabileceği gibi, arazinin engebesine de bağlıdır (Şk. 13). Aynı bir fotoğraftaki bir tepenin rakımı 2750 m., bir vadi tabanının rakımı da 300 m. olsun. Uçak deniz seviyesine göre için de $H_1 = 5000 - 2750 = 2250$ m. olacaktır. Fotoğraf makinasının odak uzaklığı da 15 cm. olarak kabul edelim. Bu durumda vadi için ölçek $S_1 = \frac{15}{450.000} = 1/30.000$; tepe için $S_2 = \frac{15}{225.000} = 1/15.000$ olarak buluruz. Bu basit örnek de göstermektedir ki, fazla engebeli arazilerin hava fotoğraflarında, eğebeden doğan ölçek bozuklukları küğümsenmeyecek ölçüde ulaşmaktadır.



Şekil 13. Uçuşun yatay uçuş durumunda uçuş yüksekliğinin arazi engebesine bağlı olarak değişmesi.

11.3. Eğiklikten Doğan Ölçek Farkları

Bilindiği gibi optik eksen film merkezi ile objektiften geçen ve film düzlemine dik olan bir doğrudur (10.). Düşey hava fotoğraflarında optik eksen düşey (Şk. 14, a); eğik hava fotoğraflarında ise optik eksen eğiktir (Şk. 14, b). Şk. 14 de a ve b karşılaştırırsak, eğiklik aynı bir hava fotoğrafinin değişik kısımlarında ölçek farkları meydana getirdiği görülecektir. Her iki fotoğrafta da merkez noktasının sol tarafındaki kısmın ölçeğini S_1 , sağ tarafındaki kısmın ölçeğini de S_2 ile gösterelim. Düşey hava fotoğrafinde $MA = MB$ olduğu için $S_1 = S_2$ olur. Eğik hava fotoğra-



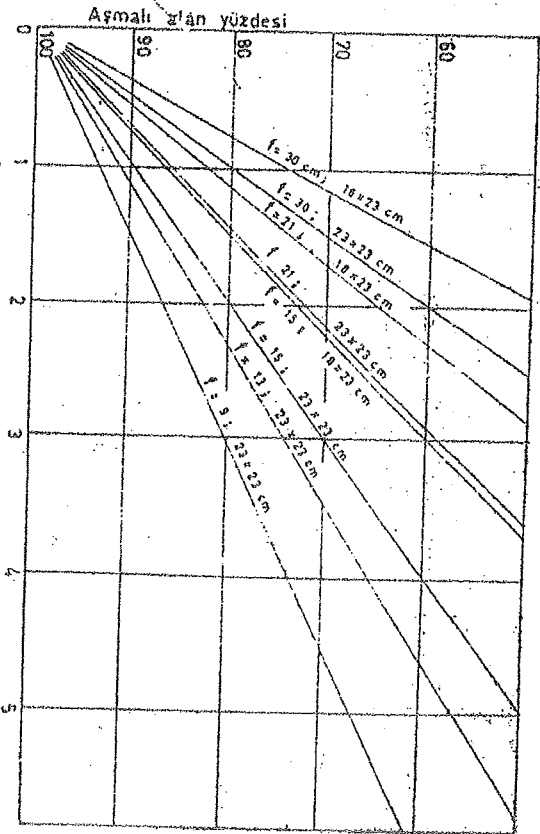
Şekil 14. Ölçek bozukluğu bakımından eğik hava fotoğrafının (a), düşey hava fotoğrafı (b) ile karşılaştırılması. Her iki fotoğrafta da optik eksen film düzlemine diktir. Faza açıklama için metne bakınız.

finda ise $MA \neq MB$ olduğu için $S_1 \neq S_2$ olur. Ancak hava fotoğraflarının çekiminde kullanılan bugünkü teknik ile fotoğraflardaki eğiklik açısı (Şk. 10, z açısı) inimal olacak kadar küçük (2-3 derece kadar) olduğundan, bundan doğan ölçek bozukluğu da pek fazla önem taşımaz. Ayrıca, fotoğrafın tabedilmesi sırasında, aynı eğiklik açısından yararlanarak, rektifikasyon (düzeltme) denilen bir işlemle eğiklikten doğan bozukluğun giderilmesi olanagı da bulunmaktadır. Rektifikasyon, tabetme sırasında film düzlemi ile fotoğraf kağıdı düzlemi arasında, eğiklik açısı kadar bir açı bırakarak yapılır.

11.4. Düşey Boyutun Abartılması Görünmesi

Hava fotoğrafları stereoskopiya incelenirken üçüncü boyut, yani yükseklikler ve derinlikler, gerçekte olduklarından daha büyükmuş gibi, abartılmış durumda görünürler. Bu optik olay gesitli etkenlere bağlıdır. Bu etkenleri iki grupta toplayabiliriz:

- Fotoğrafik etkenler:** Hava fotoğraflarının çekimi ile ilgili koşullara göre değişen hava bazi, odak uzaklığı, ucuş yüksekliği gibi etkenlerdir.
- Stereoskopik etkenler:** Bunlar merceklerle göz arasındaki uzaklık, stereoskopik modelin her iki fotoğrafı arasındaki ayırım (Şk. 17, b; 19, c), inceleyicinin gözleri arasındaki aralık gibi etkenlerdir.



Şekil 15. Ortalama düşey abartma katsayısı grafiği.

Düşey abartmaya sebep olan etkenlerin çok sayıda ve değişken olmalarından dolayı, kesin bir düşey abartma hesabı yapılması güç olmaktadır. Düşey abartmanın değeri genellikle 2.5 - 3.5 arasında değişmektedir. Ancak Şk. 15'teki grafikte görüleceği gibi, çok geniş açılı objektiflerle çekilen fotoğraflarda bu değer 6'ya kadar da çıkabilmektedir.

Düşey abartma yamaç eğimleri, tabaka eğimleri, tabaka kalınlıkları, fay atımları v.b. unsurların hesaplanmasında, ya da tahmin edilmesinde yardımcı etki yapmaktadır. Düşey abartmadan dolayı yamaçlar ve eğik tabakalar olduklarından çok daha eğimli; sırtlar, tepeler ve diğer yüzey şekilleri olduklarından daha belirgin görünürler.

12. HAVA FOTOĞRAFLARINI İNCELEMENE YÖNTEMLERİ

12.1. Çıplak Gözle İnceleme

Her fotoğrafı arazinin iki boyutlu bir resmidir ve çıplak gözle, teker teker fotoğrafları inceleyerek de bir çok faydalar sağlanabilir. Bu yolla arazinin morfolojisi, yol durumu, biki örtüsü, yasama yerleri hakkında önemli bilgiler edinilir. Böyle bir incelemede fotoğraflar harita yerine kullanılmıgı olmaktadır; hatta haritalara göre fotoğraflar daha çok

veyüzü ayrıntısı gösterebilir (foto 18, 33, 43,...). Ancak fotoğraflardaki geometrik bozukluklar, yer isimlerinin ve topografik eşyükselik çizgilerinin yokluğu, bunlara tam bir harita gözüyle bakılmayacağı kanıtlanabilir. Gölgelerin oldukça uzun olması halinde, tek fotoğraflarda da engebe behri ölçüde üç boyutlu görüntü etkisi vermektedir (foto 6). Uygun mostra koşullarında, hava fotoğraflarının tek tek incelenmesiyle de önemli jeolojik bilgiler elde edilebilir (foto 13, 42).

Hava fotoğrafları çıplak gözle teker teker incelenebileceği gibi, uygun sırasına göre yanal ve kenar asmalar hesabına katılıp, biraraya getirilerek suretiyle çok daha geniş araziler aynı anda gözden geçirilebilir. Fotoğraf ların bu şekilde biraraya getirilmesi ile elde edilen bütünlük, otomozaiklerdir. Otomozaikler tek fotoğrafa sığmayan büyük jeolojik yapıların, or nesiğin büyük fay ve kıvrımların, aynı anda incelenmesini de sağlar. Her fotoğrafın üzerine film ve fotoğraf seri numaraları yazılırsa mozaik bir indeks yerine de geçer. Doğruluk derecesine göre üç çeşit fotomozaik vardır.

a) Kontrolsüz fotomozaik: Bir bölgeye ait hava fotoğraflarının sıra numaralarına göre, yan yana getirilmesi ile elde edilir. Her fotoğrafa ölçek değeri eklenebilir. Bu mozaiklerde haritasal doğruluk derecesi oldukça azdır. Yani fotoğraflardaki geometrik bozukluklar, örneğin eğiliktan doğan ölçek bozuklukları v.b. giderilmeden hazırlanmıştır bu tür mozaikler.

b) Yarı kontrolü fotomozaik: Fotoğraflardaki geometrik bozukluklar kısmen giderilmiştir. Dolayısıyla arazi kontrol noktalarını (nirengi noktalarını), topografik şekillerden yararlanarak fotoğraflara işlemek olanaklıdır. Fotoğraflar arasında bir miktar ölçek farkları bulunabilir.

c) Tam kontrolü fotomozaik: Mozaik oluşturulan fotoğraflardaki geometrik bozukluklar, dolayısıyla ölçek bozuklukları dnyarı teodezi aletleri ile giderilmiştir. Bu nedenle bu tür mozaiklerde haritasal doğruluk derecesi oldukça yüksektir. Bazı yer isimleri ve bazı noktaların rakımları da mozaik üzerine yazılarak, mozaik daha da yararlı duruma getirilebilir. Ölçek her fotoğrafta aynıdır. Arazi kontrol noktaları tam doğru olarak işaretlenebilir.

Fotomozaikler genellikle küçültülerek (1/60.000 veya daha küçük) basılır; üzerlerine fotoğrafların seri numaraları ve yön de konulur. Bunlar bir bölge hakkında en kısa zamanda genel bilgi elde etmek için faydalıdır. Özellikle planlama işlerinde kullanılır. Son zamanlarda yapay uyduardan çekilen fotoğraflar da, bölgesel jeolojik çalışmalarda olduğu gibi, genel planlama işlerinde de kullanılmaktadır. Çünkü bu fotoğrafların her biri yüzlerce, binlerce km²'lik alanlar kaplamaktadır (foto 64, 84). Örneğin 1/1.000.000 ölçekli bir Landsat görüntüsü (foto 89) 185x185 km.²

boyutlarındadır ve bunun kapladığı alana ait 1/35.000 ölçekli hava fotoğraflarından bir mozaik elde edebilmek için yaklaşık 900 adedini biraraya getirmek gerekir.

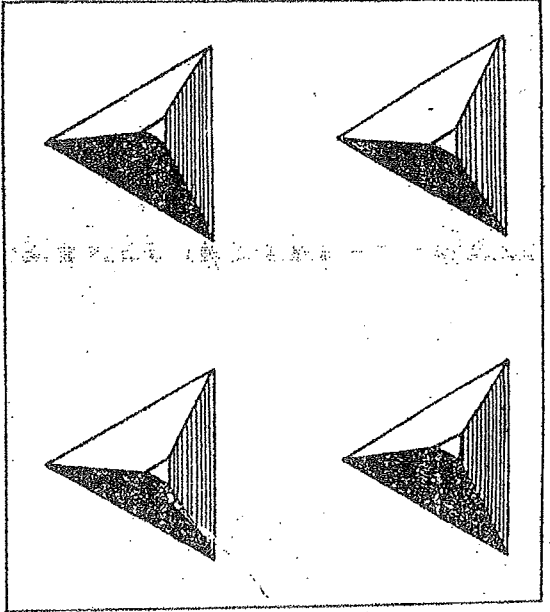
Stereoskopik görüntü kağıt üzerindeki iki boyutlu şekillerden elde edilen üç boyutlu görüntü anlamındadır ve çıplak gözle de stereoskopik görüntü elde etme olanığı vardır. Stereoskopik görüntü elde etmenin en önemli koşulu aynı bir cismin %55-60 kadar yanal aşmalı olarak çekilmiş iki fotoğrafının, veya çizilmiş iki şeklinin varlığıdır. Stereoskopik model adı verilen bu iki fotoğraf veya şekil, uygun şekilde yan yana konularak gözletirirken sol gözle soldaki, sağ gözle de sağdaki fotoğrafa bakılacak olursa; her gözün ayrı ayrı algıladığı görüntüler beyinde birleştirilerek, üç boyutlu görüntü etkisi elde edilir. Çıplak gözle stereoskopik görüntü elde edebilmek için stereoskopik model aşağıda açıkladığı gibi, cep stereoskopu ile incelenecek tarzda hazırlanır. Bu durumda aynı arazi noktalarının her iki fotoğraftaki görüntülerine, birer gözle sansuza bakayormuş gibi paralel bakılmaktadır. Başlangıçta gözlerin böyle bir görüntü alabilmesi güç olabilir; biraz çabarak göz kaslarını eğitmek olanaklıdır. İki gözün bakışlarını birbirinden ayırmak için, burunla iki fotoğraf arasında dikey bir karton yerleştirmek veya gözlük kullanmak, başlangıçta gözleri alıştırmak için yararlı olabilir. Bazı stereoskopik modeller de alıştırma için daha elverişlidir (foto 1). Ayrıca alıştırma için fotoğraf yerine, kağıt üzerine çizilmiş geometrik biçimli stereoskopik modeller de kullanılabilir (şek. 16).

Hava fotoğraflarını stereoskop kullanmadan tek tek, ya da mozaik durumunda incelerken, pul koleksiyoncularının kullandıklarına benzer bir büyüteç kullanılması da oldukça yararlıdır. Bu tip büyüteçler hem büyütme, hem de engebenin üçüncü boyutunu daha göze batar duruma getirdiklerinden elverişlidir.

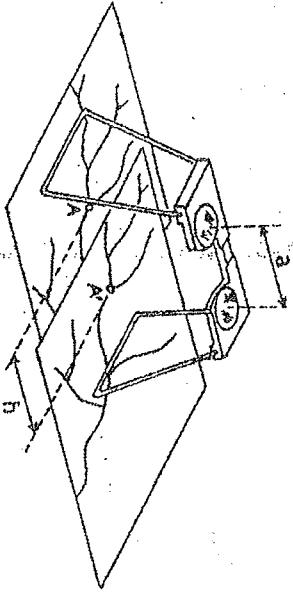
12.2. Stereoskopia İnceleme

Yanal asmalı bir çift hava fotoğrafını yani bir stereoskopik modeli üç boyutlu görüntü etkisi algılayarak inceleyebilmek için stereoskop adı verilen basit optik aletler kullanılmaktadır. Yapı bakımından bunların başlıca üç çeşitleri vardır.

a) Cep Stereoskopu: Küçük ve taşınması kolay olduğundan arazi jeologları tarafından tercih edilen bir stereoskop tipidir. Bunlar genellikle fotoğrafları iki defa büyüten merceklere sahiptir. Mercekler arasındaki uzaklık 5-7 cm. arasında değiştirilebilecek şekilde yapılmıştır. Çünkü gözler arasındaki aralık insandan insana bu değerler arasında değişir. Şek. 17'de görülebileceği gibi cep stereoskopu ile stereoskopik modelin ancak 6 cm. genişlikteki bir kısmı aynı anda incelenebilir. Halbuki, ör-



Şekil 16. Stereoskopik ve psödoskopik görüntü veren iki model. Üstteki şekli gitinde ucu kesik piramidi normal gören bir kimse, alttaki modelde piramidi çukur görür veya üstteki çukur gören, alttaki normal görür. Her iki modelde aynı şekiller kullanılmıştır, fakat yerleri değiştirilmiştir (S. Schneider'den, 1974).

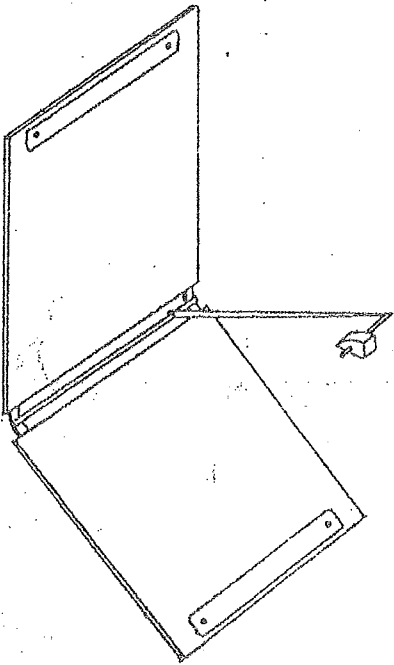


Şekil 17. Basit bir cep stereoskopu modeli. Alta, üç boyutlu görüntü verecek tarzda yerleştirilmiş bir stereoskopik model gösterilmektedir. a: Mercekler arasındaki uzaklık, b: Stereoskopik modelde özdeş iki nokta arasındaki ayırım. Doğru yerleşiminde $a=b$ olmalıdır (Laitman & Ray'den, 1965).

negün 18x18 cm. boyutlu ve %80 yanal aşmalı hava fotoğraflarında aşmalı alanın genişliği 12 cm. dir. Bu bakımdan aşmalı alanın kalan 6 cm. genişlikteki kısmını inceleyebilmek için fotoğrafları yeniden yerleştirmek;

alttakini üste, üsttekini alta getirmek gerekir. Stereoskopun kütünlüğünü yüzünden, inceleme sırasında, aynı zamanda fotoğrafların üzerinde kenetlenme çabalamak güçtür. Ayarlama da, mercekler arası çok fazla açılırsa görüntü, özellikle diir arazilerde, çukur tabak gibi olur; az açılırsa görüşü kabarık olur. Düzgün görüntü elde edebilmek için mercekler arası aralığın iyi ayarlanması gerekir.

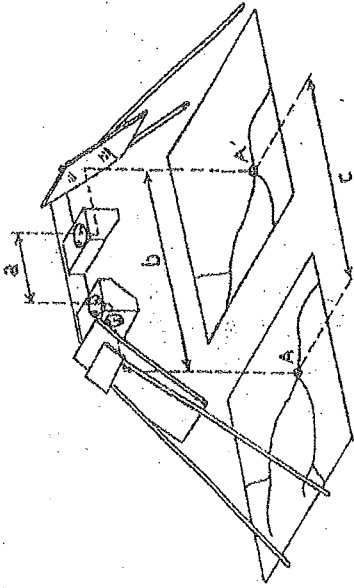
b) Pirzmalı Stereoskop: Bazı jeologların cep stereoskopu yerine kullandıkları basit ve esnek bir stereoskop modelidir (ş.k. 18). Özellikle



Şekil 18. Tek prizmalı stereoskop (Laitman & Ray'den, 1965).

arazide kullanılmak için elverişlidir. Fotoğrafları yerleştirmek için iki ka-pağı ve basit bir prizması vardır. Kapaklar katlanabilir. İnceleme için fotoğraflar kapaklara yerleştirilir ve bir gözle doğrudan doğruya fotoğraflardan birine, diğer göze de prizmadan öbür fotoğrafa bakılır. Kapaklar arasındaki ağız değiştirilmek suretiyle ayar yapılır ve üç boyutlu görüntü elde edilir. Günümüzde pek kullanılmayan bir modeldir.

c) Aynalı Stereoskop: Adından da anlaşılacağı gibi, cep stereoskopundan farklı olarak bunun iki tarafında iki ayna vardır (ş.k. 19). Fotoğraflar incelemek için yerleştirildiğinde, aynalar sayesinde aynı bir arazi noktasının iki fotoğrafları görüntüleri arasındaki ayırım 20-25 cm. kadar tutulabilir. Fotoğraflardan gelen ışınlar aynalardan yansıtılarak prizmalara ve merceklerle iletilir. Böylece aynalı stereoskopla stereoskopik modeldeki aşmalı alanın tümlü aynı anda görülmüş incelebilir. Aynalı stereoskopların mercekleri üzerine yerleştirilecek portatif dürbünler de bulunmaktadırlar. Belirli arazi kesimlerini daha fazla büyütmüş olarak görmek için bu dürbünlerden yararlanılır. Bu stereoskoplar oldukça büyük ve ağır olduklarından arazide taşımak güçtür; ancak arazi kamp merkezlerinde bulunurlararak, aksesuarları kullanılabilmektedir.



Şekil 19. Aynalı stereoskop. a: Göz aralığı veya mercekle aralığı, b: Etkin göz aralığı, c: Stereoskopik modelin iki fotoğrafı arasındaki ayırım (Latıman & Rayden, 1965).

13. STEREOSKOPİK GÖRÜNTÜ ELDE ETMENİN KOŞULLARI

Stereoskopik görüntü ancak stereoskopik modellerden elde edilebilir. Bunun için iki önemli koşulun var olması gerekir:

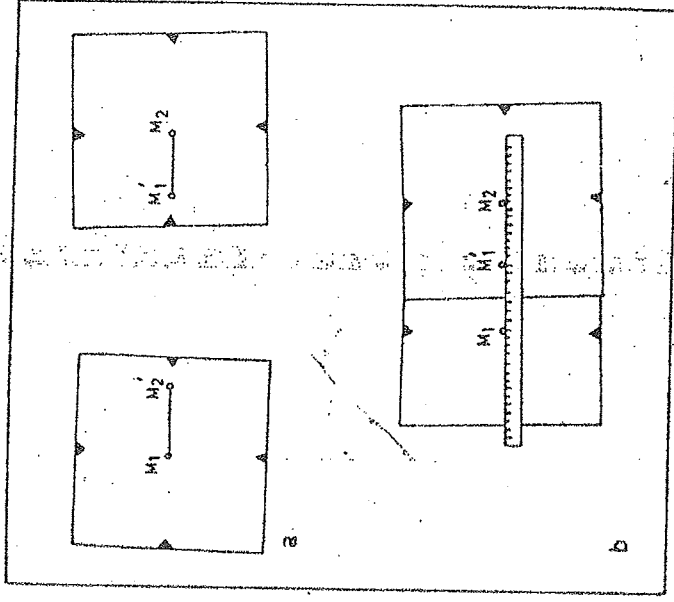
- Stereoskopik modelin her iki fotoğrafının da teknik bakımdan hatasız olması.
- Stereoskopik modelin stereoskopi ile inceleme için doğru olarak yerleştirilmesi. Bu işlem aşağıdaki gibi yapılır:

Her iki fotoğrafta merkez noktaları ve taşınmış merkez noktaları in-ce uçu ve yumuşak kurşun kalemlerle işaretlenir. Bunun için küçük - işareti veya küçük dairecikler kullanılır. Merkez noktalarının işaretlenmesinde fotoğraf kenarlarındaki merkez bulucu çentiklerden (Şk. 3) yararlanır. Taşınmış merkez noktalarının işaretlenmesinde, büyüteç de kullanılarak, arazi özelliklerinden yararlanılmalıdır.

Taşınmış merkez noktalarının duyarlı bir şekilde işaretlenmesi için fotoğraflar stereoskopik görüntü verecek tarzda kabaca da olsa yerleştirilip stereoskoptan yararlanılmalıdır.

Şk. 20'deki gibi, M_1 , M_2 , M'_1 ve M'_2 noktalarının bulunduğu ortak alanlar, M_1 ve M_2 noktaları yatay düzümde ve uçlara gelecek şekilde masa üzerine konular. Böylece fotoğraflar uçu doğrultusuna uygun olarak yan yana konulmuş olur (Şk. 20). Bu durumda iken M_1 , M'_1 , M_2 ve M'_2 noktaları bir cetvel yardımıyla aynı doğru üzerine getirilir.

Şimdi fotoğraflardan biri diğerine, bu dört nokta aynı doğru üzerinde kalmak üzere, yaklaştırılır; o kadar ki, eğer inceleme cep stereoskopu ile yapılıyorsa, her iki fotoğraftaki aynı arazi noktaları (örneğin M_1 ile M'_1) arasındaki uzaklık mercekler arasındaki uzaklığa (6 cm civarı) getirilmiş olsun. Bu durumda, örneğin 18x18 cm. boyutlu fotoğraflarda,



Şekil 20. Bir stereoskopik modelin stereoskopi ile inceleme üzerine doğru olarak yerleştirilmesi. a: Fotoğrafların merkez ve taşınmış merkez noktaları yardımıyla, uçu doğrultusuna uygun olarak yan yana getirilmesi, b: Uçuş doğrultusuna göre yan yana getirilmiş fotoğrafların, bu doğrultu boyunca, gerekli oranda birbirine yaklaştırılması. Faza açıklama için metne bakınız.

%60 oranındaki aşmalı alanın yarısı fotoğraflardan birisi ile örtülmüş olur. Bu örtülen kısmı incelemek için daha sonra alttaki fotoğrafın üstteki fotoğrafın altına gelecek şekilde yeniden yerleştirme yapılır.

Eğer inceleme aynalı stereoskopi yapılıyorsa, her iki fotoğraftaki aynı arazi noktaları arasındaki ayrılma 22-25 cm. oluncaya kadar fotoğrafların birbirine yaklaştırılması, veya birbirinden uzaklaştırılması gerekir. Böylece, eğer fotoğraf boyutları 25 cm'den büyük değilse, %60 oranındaki aşmalı alanın tümü aynı anda stereoskopi ile incelenebilir.

Yukarıda anlatılan şekilde yerleştirme işlemi tamamlandıktan sonra fotoğraflar köşelerinden, fotoğraf kağıdını zedelemeyecek bantlarla masaya yapıştırılır, veya metal bir altlık üzerine küçük miktarda parçaları ile tutturulur ve çalışmak için hazır duruma getirilmiş olur.

Fotoğrafların doğru olarak yerleştirme işlemi, belirli bir tecrübe kazandıktan sonra, cetvel v.b. yardımcı malzeme kullanmadan, göz kara-

ryla yaklaşıp olarak da yapılabilir. Bunun için sağ ve sol el işaret parmak uçları sağ ve sol fotoğraflar üzerinde aynı arazi noktası üzerine konur ve stereoskopla her iki parmak ucu üst üste çıkışmış durumda görününcye kadar fotoğraflar kaydırılarak, ayarlamaya yapılır.

Stereoskopik model üç boyutlu görüntü verecek tarzda ayarlandıktan sonra bazı kimseler engebeyle ters görebilirler. Başka bir ifadeyle yüksek yerleri çukurluk, çukurluk yerleri yükseklikler gibi görebilirler. Bu optik olaya psödoskopik etki (yalancı üç boyutlu görüntü etkisi) denir ve bu, fotoğrafları gözlemlerin inceleyicinin bakış yönüne göre olan durumuna bağlıdır. Stereoskopik model 180 derece çevriliyerek psödoskopik etki giderilebilir (şkr. 16). Ancak bazı işlerde, örneğin drenaj ağı analizinde, psödoskopik görüntüden yararlanma olanağı da bulunmamaktadır; çünkü bu sayede vadi ve vadikler küçük, ince sırtlar halinde daha net görülebilir.

14. HAVA FOTOĞRAFLARININ SAKLANMASINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN NOKTALAR

Her türlü fotoğrafın saklanmasıyla ilgili olarak, hava fotoğraflarının saklanmasıyla ilgili noktalara dikkat edilmesi gerekir. Bunların başlıcalarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

a) Hava fotoğrafları sıcaklıktan korunmalıdır. Sıcak su borusu, güneş alan pencere kenarları v.b. yerlere fotoğraflar konulmamalıdır. Genel olarak fotoğraflar için 38°C, filmeler için 28°C'dan daha yukarı sıcaklıklar zararlıdır. Fazla sıcaklığın hem renkleri soldürmek, hem de fotoğraf kağıtlarının deformasyonuna etki etmesi gibi zararları vardır.

b) Hava fotoğrafları nemden korunmalıdır. Hem ortamın %40-60 arasında olması uygundur. Fazla nem de yine özellikle kağıdı deformasyonuna etki etmesinden zararlıdır.

c) Hava fotoğrafları zararlı gaz ve dumanlardan korunmalıdır. Çünkü bunlar kimyasal etki yaparak fotoğraf renklerini soldürürler.

d) Radyoaktif ışınlar da fotoğraflardaki renkleri kısa süre içinde bozar. Bu nedenle fotoğraflar laboratuvarlarda radyoaktif mineral ve kayalarla temasından korunmalıdır.

Yukarıdaki noktalara dikkat ederek, fotoğrafları uygun boyda ve düzgün karton kutularda, veya özel olarak yapılmış dolaplarda saklamak yerinde olur.

III. BÖLÜM:

HAVA FOTOĞRAFLARI ÜZERİNDE JEOLJİK YORUM

Hava fotoğrafları üzerinde jeolojik verilerin tanınabilmesi ve belirli ölçüde bunların niteliklerinin saptanabilmesi için yapılan çalışmalara hava fotoğrafları üzerinde jeolojik yorum, veya dar anlamda fotojeolojik denilmektedir. Burada yorum kavramının kullanılması jeolojik verilerin doğrudan kendilerinin değil, görüntülerinin üzerinde inceleme yapılması nedeniyle dayanmaktadır. Hava fotoğrafları üzerinde jeolojik yorumu petrogratik yorum ve tektonik yorum olmak üzere iki alt bölüme ayırabiliriz. Bu alt bölümlere geçmeden önce genel olarak hava fotoğraflarının jeolojik yorumuna yararlı olan özelliklerini incelemek gerekecektir.

Hava fotoğrafları üzerinde jeolojik yorumu fotoğrafların kalitesi, stereoskop kalitesi, stereoskopik modelin yerleştirilme durumu, inceleyicinin göz hataları ve göz yorgunluğu gibi unsurlar etkiler.

15. HAVA FOTOĞRAFLARININ JEOLJİK YORUM İÇİN YARARLI OLAN BAŞLICA ÖZELLİKLERİ

Hava fotoğraflarının jeolojik yorum için faydalanan başlıca özelliklerini şöyle sıralayabiliriz:

- 15.1 Yeryüzü şekilleri (engebe),
- 15.2 Renk tonu farkları veya renkler,
- 15.3 Drenaj ağı,
- 15.4 Bitki örtüsü.

Herhangibir çalışmada jeolojik yorum için bu özelliklerden sadece birisini değerlendirmek zorunluluğu yoktur. Aynı zamanda olabildiği ölçüde hepsinden yararlanmak yorumun doğruluk derecesini yükseltebilir.

15.1. Yeryüzü Şekilleri (Engebe)

Yeryüzü şekilleri stereoskopik hava fotoğraflarında doğrudan doğruya ve üç boyutlu olarak görüldüğü için, jeolojik yorumda da en fazla

yeryüzü şekillerinden yararlanılır. Genel olarak arazinin sık bitli örtüsü ile örtülü olması hile, yeryüzü şekillerinin tanınmasını pek engellemez (foto 37, 50). Bu açıdan stereoskopik hava fotoğraflarına arazinin Aj. d. tümüş modelleri gözüyle bakmak yanlış olmaz.

Yeryüzü şekillerinin oluşumu iki karşıt jeolojik olaylar grubunun sonucudur. Bunlardan birisi dış olaylar, diğeri iç olaylardır. Dış olaylar genel olarak yükseltmeleri asındır, aşınan malzeme çukurluklara dolacaktır; yani eğabeleri düzleyecek doğrultuda etkilidir. Ancak dış olaylarla, daha az oranda yeni, fakat küçük boyutlarda yükseltmeler de oluşabilir; örneğin barkanlar (foto 11, 12), drunüler, eskerler gibi. İç olaylar grubundan magnetik ve tektonik olaylar ise, doğrudan doğruya yeni eğabeler, özellikle yeni yükseltmeler oluşturacak şekilde etkili olurlar. Volkan bacalarından çıkan lav ve tüflerin oluşturduğu volkan konileri ve volkan örtüleri bunların tipik örneklerindedir. (foto 38, 39, 41, 42, 44, ...). Deniz seviyesinden binlerce metre yükseklikte ve deniz canlılarının fosillerini içeren kayalarından yapılmış Himalayalar, Toroslar (foto 85) gibi sıradağlar; ya da yeryüzünü şekillendiren büyük graben sistemleri ise önemli ölçüde tektonik olaylara bağlı olarak meydana gelmiştir. Ancak yeryüzü şekillerinin genellikle birden fazla olayın etkisiyle meydana geldiğini vurgulamak gerekir. Yalnızca tek bir jeolojik olay türüne bağlı olarak meydana gelen yeryüzü şekillerinin sayısı azdır. Çöllerdeki kumullar (foto 11 ve 12, yüzgar etkisi); buzulların bıraktığı drunin, esker gibi birikintilerin oluşturduğu yüzey şekilleri; ya da henüz dış olaylarla bozulmamış volkan morfolojilerini tek tür jeolojik olaylarla meydana gelmiş yüzey şekillerine örnek olarak gösterebiliriz.

Tektonik olaylarla dış etkiler (iklim etkileri) yeryüzü şekillerinin oluşumunda her ne kadar en önemli etkiler sayılırsa da; bu etkilerin şekillendirdiği malzemenin, yani kayaların türü ve yapısı da bu konuda önemli unsurlar olarak kabul edilmelidir (ş. 21-26). Çünkü ayırma ve aşınma gibi dış olaylarla, tektonik kuvvetlere karşı farklı bileşim ve yapıdaki kayalar farklı hızlarla aşınır (foto 17, 18, 24...). Burada da kayaların hem petrografik özelliklerinin, hem de tektonik yapılarının yüzey şekillerinin oluşumuna etkisini ayrı ayrı düşünmek gerekir. Bu etkilerin önemini bazı örnekler üzerinde görmek yararlı olacaktır. Foto 28'de görülen arazide masif kireçtaşları üzerinde karstik yüzey şekilleri oluşmuştur. Aynı bölgede aynı dış etkenlere maruz kalmış diğer kayalarda ise bu yüzey şekillerine rastlanmaz. Arazideki bu fark tamamen kayaların petrografik özellikleri arasındaki farktan ileri gelmektedir. Foto 49'da ise her tarafında aynı petrografik özelliğe sahip granitler bulunmaktadır. Buna rağmen yüzey şekillerinde bir homojenlik göze çarpmaz. Tersine, değişik doğrultularda, iril ufaklı birtakım çizgisel çukurluklar

dikkati çekmektedir. Bu çizgisel çukurluklar granitlerin tektonik yapısına, granitleri kesen kırıklara bağlı olarak gelişmiştir.

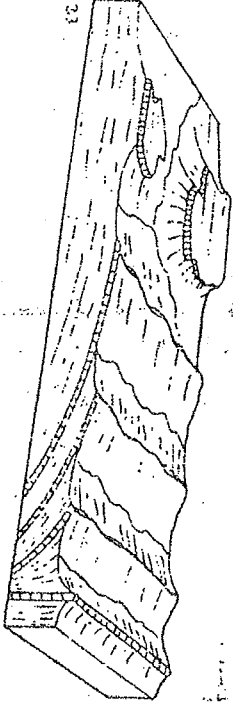
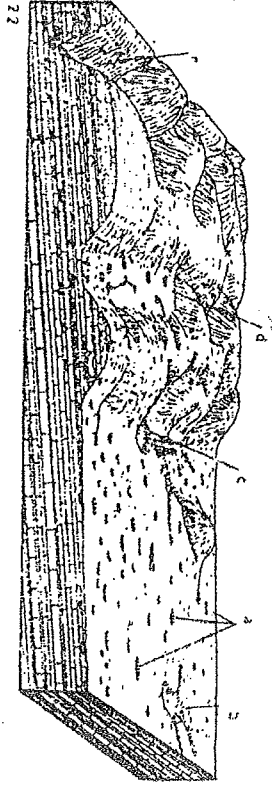
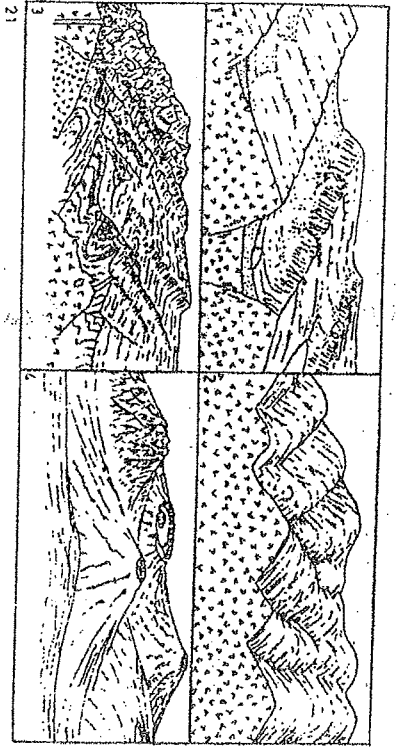
Yeryüzünü şekillendiren etkilerin, özellikle iklim etkilerinin sayısı ve şiddet oranları zamana ve farklı bölgelere göre çok değiştiğinden, yeryüzü şekillerine bakarak arazideki kayaların türünü, ya da tektonik yapılarını tanımlamak kolay değildir; hatta çoğu hallerde olanaksızdır. Bununla beraber jeolojik yapı ile yeryüzü şekilleri arasında açıkça görülen ilişkiler de rastlanır (ş. 21-26). Örneğin volkanik kayaların varlığını tipik volkan morfolojisinden (foto 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, ş. 21-4); kalkerlerin varlığını karstik aşınma şekillerinden (foto 28, 29, 30, 31, 32, 33; ş. 22); birçok tektonik yapıların, özellikle kırıkların varlığını doğrudan doğruya yüzeydeki görüntülerinden (foto 28, 29, 30, 31, 32, 33; ş. 24-26) kolayca tanımak olanaklıdır. Bazı durumlarda da böyle tipik yüzey şekilleri belirliklerini aşınma, yeni birikme veya bitki örtüsü ile örtülme gibi olaylar sonucu kısmen kaybedebilirler (foto 47, 50).

15.2. Renk Tonu Farkları Veya Renkler

Normal renkli hava fotoğraflarında, özellikle fotoğrafların kalitesi iyi ve arazi açık ise; kayaların doğal renkleri ile görüneceklerince, bu fotoğraflar petrografik yorum için siyah-beyaz fotoğraflara göre daha elverişlidir. Pankromatik fotoğraflarda, yani normal siyah-beyaz fotoğraflarda gerçek renklerin yerini tam beyazla tam siyah arasında değişen, seçilmiş grilik tonları alır (foto 14, 20, 25, 47, 67). Bu renk tonlarından yararlanarak kayaların türünü belirleyebilmek ancak yüzey şekilleri ve diğer özellikleri de birlikte değerlendirilmek suretiyle ve ancak bazı durumlarda olanaklıdır. Genel olarak açık renkli kayalar (kalker, dolomit, jips, kayatuzu, açık renkli kumtaşları, kumullar v.b.) fotoğraflarda da açık renkli (foto 14, 25, 27, 28, 51); koyu renkli kayalar da (peridotit, serpantin, bazalt, çoğu kilttaşları, v.b.) di. koyu renkli görünürler (foto 14, 20, 26, 68, 71). Ancak renk tonu bazı etkenlere bağlı olarak değiştiğinden, tek başına renk tonuna bakarak yorum yapmak çoğunca olumsuz sonuçlara götürebilir. Bu etkileri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

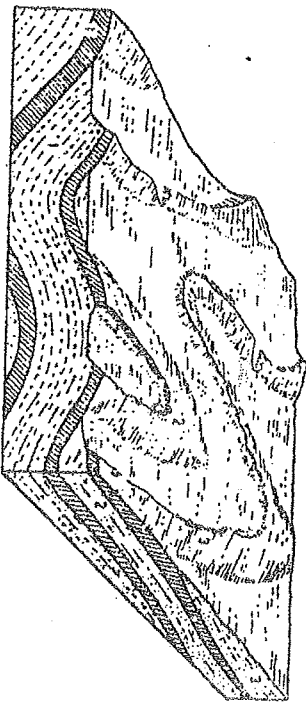
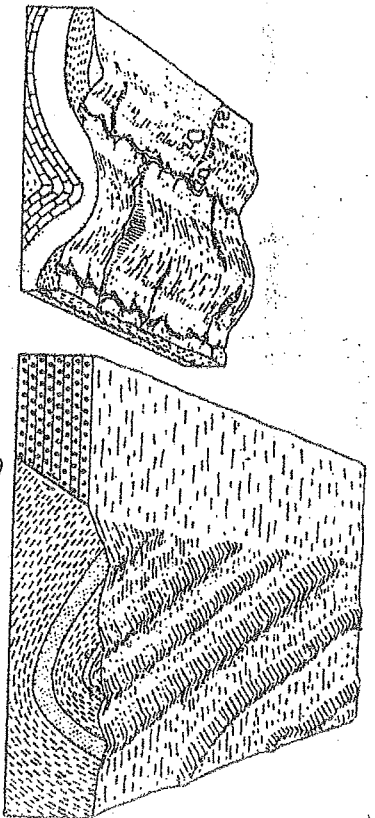
- Yeryüzünün düzgünlük derecesi,
- Kayaların doğal renkleri,
- Toprak türleri,
- Zeminin ıslaklık derecesi,
- Bitki örtüsü,
- Gözle durumu.

Düzgün petrografik yüzeyler, farklı yüzeylere göre daha çok ıslak yansıtılardan, hava fotoğraflarında genel olarak daha açık renkli görünürler (foto 44). Aynı tür kayalardan yapılmış arazi kesiminden biri-



Şekil 21-23. Jeolojik yapı ile yeryüzü şekilleri arasındaki ilişkileri gösteren örnekler (Şekil 24-26'ya da bakınız).

Şekil 21. Masif kristalin kayalardan yapılmış faylı bir arazi. Ortada bir graben vadisi görülmektedir. Şk. 21.2. Tamamen masif plütonik kayalardan yapılmış monoton bir arazi örneği. Şk. 21.3. Değişik petrogratik özelliklerdeki kıvrımlı kayalardan yapılmış bir arazi. Şk. 21.4. Genç volkanların meydana getirdiği yüzey şekilleri. Şk. 22. Güney Indiana'da (B.A.D.) karstik bir arazinin blok diagramı. a: Dolinler, b: Uvala, c: Kök vadisi, d: Karstik vadi, e: Kanyon. Şk. 21 ve 22 W.D. Thornbury'den (1962) alınmıştır. (Thornbury'ye göre Şk. 21 A.N. Strahler'e, Şk. 22 W.J. Wayne aittir.). Şekil 23. Tabakalı kayalardan yapılmış bir arazide tabaka doğrularının morfolojiye etkisi (E. S. Hills, 1965).



Şekil 24-26. Jeolojik yapı ile yeryüzü şekilleri arasındaki ilişkileri gösteren örnekler (Şekil 21-23'e de bakınız).

Şekil 24. Kıvrımlı bir arazide sarkıtınal akseni boyunca aşınma direnci yüksek kayalar (burada kumtaşı) bulunduğundan, topografik olarak bir sırt (D_2) meydana gelmiştir (W. D. Thornbury'ye göre H. D. Thompson'dan).

Şekil 25. Tabakalı kayalardan yapılmış kıvrımlı bir arazi bir taraftan fayla kesilmiş; fay vadisi alüvyonla dolmuştur. Aşınmaya karşı daha dayanıklı olan kumtaşları (ince noktalı) sırtlar meydana getirmektedir. Faylanmadan önceki vadi kenarı düz çizgi halinde uzanmaktadır (M.P. Bilings, 1984).

Şekil 26. Aşınmaya karşı dirençli ve kıvrılmış tabakalı kayalardan yapılmış bir başka arazi örneği (O.R. Longwell & R.F. Flint, 1963).

sinin yüzeyi engembeli ve pürüzlü; diğerindeki düzgün ise, düzgün yüzeyli kesim fotoğrafta diğer kesime göre daha açık renkli görünmektedir.

Renk tonunun, kayanın gerçek rengine bağlı görünmesi normal koşullarda ve ancak gerçek renkleri çok açık ya da çok koyu olan kayag türleri için gerçekleşebilir. Arazdaki renkleri örneğin kırmızı kumtaşı ile gri renkli kumtaşı parakromatik fotoğraflarda genellikle aynı grilik tonu verirler.

Toprak örtüsü bulunan arazilerde, bu örtü ince de olsa, alttaki kayacın rengini örtmüştür. Özgüde tıklar veya tamamen kapatır. Ayrıca mevzime belli olarak toprağın ve genel olarak zeminin nemlilik derecesi ile; yine mevzime bağlı olarak rengi değişen bitki örtüsü, örneğin ilkbaharda koyu yeşil, sonbaharda sararmış otlar, da fotoğraflardaki renk tonunu etkiler.

Bir arazi kesiminin üzerine, fotoğraf çekildiği sırada başka bir yerin gölgesi düşmüşse, oradaki kayacın belirlemesinde renk tonundan yararlanmak çok daha güçleşmiş olur (foto 53). Bunun gibi çekim sırasında güneşin eğikliği de ışığın yüzeye geliş açısını ve ışık oranını; dolaylı olarak da renk tonunu etkiler.

Pankromatik film ve fotoğrafırdaki grilik derecesini daha sıhhatli olarak belirlemek için açık gri ile tam siyah arasında 12 bölmelik grilik derecesi cetvelleri bulunmaktadır. (S. Schneider, 1974, s. 144). Daha da dıyarlı çalışmalar için densitometre denilen aletler kullanılır. Bu aletlerle zeminin emülsiyon tabakalarında meydana gelen siyahlaşma derecesini ölçmek ve bulunan değerleri uygun koşullarda arazi ölçüler, kayaların ışığı yansıtma dereceleri ile karşılaştırmak suretiyle ölümlü sonuçlar elde edilmektedir. Hatta izodensitracce (S. Schneider, 1974, s. 155) adı verilen özel bir alet filmlerin bütünü üzerindeki koyuluk derecesini ölçüp, aynı zamanda bir eşkovuluk haritası da çizmektedir. Benzeri işleri renkli filmler üzerinde yaparak, renkli hava filmlerinden eşrenk haritası hazırlayan aletler de vardır.

15.3. Drenaj Ağı

Bir bölgeye düşen yağışların o bölgeden uzaklaşmasını sağlayan doğal sistemlere drenaj ağı denilmektedir. Yağışlar genel olarak yüzeye oluğun akarsular halinde uzaklaşıyorsa akarsu ağundan söz edilir (foto 21, 23). Bazı bölgelerde, örneğin karstik arazilerde, gevşek buzul biriktirileriyle örtülü arazilerde, genç kum biriktirilerinden yapılmış ovaların da zemin çok geçirimi olduğundan, araziye düşen yağışlar kolayca yeraltına sızar ve yeraltı suyu olarak bölgeden uzaklaşır. Bu durum böyle bölgelerde belirgin bir akarsu ağı gelişmesini engeller ve bu tür bölgelerdeki drenaj ağlarına yeraltı drenaj ağı denir (foto 28, 30; şık. 41, 42). Böyle arazilerde, varsa karstik çukurluklara, ya da ufak göllere dökülen kasa vadilerde de bulunabilir. Bazı bölgelerde hem yeraltı drenaj ağı (akarsu ağı), hem de yeraltı drenaj ağı karışık olarak da görülebilir (foto 33). Drenaj ağları çoğunca akarsu ağları şeklinde gelişmiş olduklarından, drenaj ağı denilince esas olarak akarsu ağları akarsu ağları gelir.

Bir bölgedeki drenaj ağı tiplerini ortaya çıkarmak ve drenaj ağları ile zeminin jeolojik yapısı arasındaki ilişkileri açıklayabilmek için yapılan

çalışmalar drenaj analizi denir. Hava fotoğrafları üzerinde özellikle küçük vadiler ve vadi kolları psodoskopik etki (13.) altında daha belirgin görüldükleri için, drenaj haritası çizilirken bu etkidən yararlanılabilir. Özellikle sık bitki örtüsü ile örtülü arazilerde, drenaj analizi arazinin jeolojik yapısı hakkında ipuçları çıkarabilmek için tek yöntem olmaktadır.

Bir bölgenin akarsu ağı incelendiğinde ana vadiler ve vadi kolları görülür. Bütün bu vadi ve vadikilerin dallanma biçimleri ve arazide belirli yönlerde göre yerleşme durumları vadi yerleşimi; belirli bir birim alanına düşen vadi ve vadik tek sayısı, vadi toplam vadi uzunluğu da vadi yoğunluğu kavramlarıyla ifade edilir. Akarsu ağları birbirinden vadi yerleşimi ve vadi yoğunluğu farklarıyla ayırılır. Vadi yerleşimi ve vadi yoğunluğunu etkileyen başlıca unsurlar şunlardır:

- Kayaçların seçicimlilik derecesi,
- Kayaçların aşınmaya karşı dirençleri,
- Kayaçların tektonik yapısı
- Bölgeye düşen yağış miktarı ve yağış/buharlaşma oranı,
- Bitki örtüsü,
- Bölgedeki fiziksel ve kimyasal ayrışma etkilerinin şiddeti,
- Morfoloji.

Burada sıralanan etkenler arasında karşılıklı ilişkiler de bulunduğundan, hepsini bir bütün içinde incelemek yararlı olacaktır.

Araziye düşen yağışlar ya hemen düşükleri sırada, ya da yeraltında akiferlerde birikip daha sonra kaynaklar halinde tekrar yüzeye çıkarak akarsular meydana getirirler. Vadi oluşumunda hem kayaçların aşınmaya karşı gösterdikleri dayanıklılık dereceleri, hem de akarsuların aşındırma şiddetleri birinci derecede önem tasırlar. Gençlikle iri taneli kırıntılı tortul kayaçlarda vadi yoğunluğu düşüktür (foto 71, D civarı). Buna karşılık aşınmaya karşı düşük direnç gösteren ince taneli, kırıntılı tortul kayaçlarda vadi yoğunluğu çok yüksek olabilmektedir (foto 71, E civarı, foto 21). Çok çatlaklı kayaçlar, yağış sularının büyük bir kısmını tortul kayalar ve benzerleri düşen yağış sularının büyük bir kısmını yeraltına sızdırırlar; dolayısıyla geride kalan sular ancak azay bir kısmını su ağı geliştirebilir (foto 15, 17). Buna karşılık daha az geçirimi ve kolayca aşınabilen kili ve diğer ince taneli kırıntılı tortul kayaçlarda büyük yoğunlukta akarsu ağlarının gelişmesine elverişli koşullar bulunmaktadıdır.

Bir bölgede buharlaşma oranının yüksek olması da akarsu ağlarının zayıf kalması yönünde etki yapar. Bitki örtüsü yerüstü akışının hızını düşürür, dolayısıyla sular yeraltına daha çok sızma fırsatı bulmuş olur. Ayrıca bitki örtüsü zeminin aşınmaya karşı koruma görevi de yapar. Bu bakımdan sık bitki örtüsü ile örtülü arazilerde de akarsu ağları genellikle daha düşük yoğunlukta gelişir.

Tektonik yapılarla, özellikle kırıklı yapılarla; volkan konileri, granit domları, ve büyük antiklinaller gibi iç olaylarla oluşmuş birinci morfolojik yapılar da vadi yerleşmesini birinci derecede etkileyen unsurlar arasındadır. Tektonik kırıklar boyunca, kayalar parçalanıp ezilmiş olduklarından, akarsuların aşındırması daha kolay olur ve zamanla kırık hatları birer vadi durumuna gelir. Uzun ve düz hatlar şeklinde uzanan vadiler, genellikle kırıklar boyunca gelişmiş vadilerdir (foto 26, 49, 62). Kırıklı arazilerde oluşan köşeli drenaj ağları kırıklı yapılarla vadi oluşumu arasındaki ilişkiyi en iyi belirten örnekler arasındadır (foto 60, 63).

Birindiği gibi fiziksel ve kimyasal ayrışma olayları ile kayalar yitirilmeye başlanıp, parçalanmakta ve daha kolay aşındırılabilir durumda gelmektedir. Her türü ayrışma ve aşınma olaylarına karşı kayaların farklı dayanıklılıkları olmaları; bazı kayaların diğerlerine göre daha kolaylıkla ayrışıp aşınması, ya da aynı tür kayaların kırıklı ve ezilmiş kısımlarının yine ayrışma ve aşınmaya karşı daha az direnç göstermesi yer yüzünün şekillenmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Volkan konileri, granit domları, büyük antiklinaller gibi iç kökenli morfolojik yapılar da vadi yerleşimini doğrudan doğruya etkiler. Örneğin volkan konileri etrafında hemen daima ısınmış drenaj ağları geliştiği halde (foto 39), tabii şekilli volkanlar üzerinde drenaj ağları ya çok zayıf kalır, veya hiç gelişmez (foto 38, 42, 44).

Bu genel açıklamalardan sonra aşağıda vadi yerleşimi ve vadi yoğunluğu hakkında ayrıntıya girilmeden belli başlı drenaj ağı tipleri ve bu drenaj ağları ile zeminin jeolojisi arasında ne gibi ilişkiler bulunabileceği konusuna yer verilmiştir.

15.3.1. Dendritik Drenaj Ağları

Yunanca dendron ağaç demektir. Ana vadi ve kolları bir ağaç gövdesi ve dallarına benzer tarzda yerleşim gösteriyorsa, bu tür drenaj ağlarına dendritik drenaj ağları denir (şek. 27-30, foto 21, 26, 33). Eğer vadi kolları seyreксе, yani vadi yoğunluğu düşüğe kaba dendritik drenaj ağından söz edilir (şek. 27). İnce dendritik drenaj ağında çok sayıda ve birbirine yakın vadikler bulunur (şek. 29, foto 21, 71). Olanca homojen ve masif, geçirimsizlik dereceleri pek düşük olmayan ve aşınmaya karşı dirençli kayalarda; az eğimli yamaçlarda kaba dendritik drenaj ağları gelişir. Aşınmaya karşı dirençli yüksek olan kollar ve az çok yatay duruşlu tortul kayalarda da kaba dendritik drenaj ağlarına rastlanır. Bu tür kayaların geçirimsizlik ve sertlikleri daha düşüktür; yamaç eğimleri de fazla ise normal dendritik drenaj ağları oluşur (şek. 28). İnce dendritik drenaj ağı ise özellikle ince taneli kolay aşınabilen, az geçirimsiz tortul kayaların (kırıtaşları, ince ve yunusak kıllı kum-

taşları, marmer gibi); ya da volkanik tüflerin üzerinde görülür. Genelinde (şek. 29, foto 44), köşelerde ise yoğunluğu çok yüksek köşelere özgü ince dendritik drenaj ağları gelişir (şek. 30).

15.3.2. Yelpeze Biçimli Drenaj Ağı (şek. 31)

Ana vadi ve bunun birinci derecede önemli kolları yelpeze kanalları gibi, ana vadiye aynı noktada veya birbirine yakın noktalarda birleşir. Geniş anlamda bu da dendritik drenaj ağının bir türü sayılır. Genellikle ganak şekilli ve olukça fazla eğimli yüzeyler üzerinde gelişir (şek. 31).

15.3.3. Paralel Drenaj Ağı

Ana vadi belirgin bir yamaç eğimini veya bir fay hattını, ya da monoklinal bir yapı kenarını izler. Ana vadinin birinci derecede önemli kolları yamaçta yerleşmişlerdir ve kendi aralarında birbirlerine az çok paraleldirler. Bu paralellik daha az belirgin olursa subparalel (yani paralel) drenaj ağından söz edilir. Subparalel drenaj ağı paralel drenaj ağı ile dendritik drenaj ağı arasında bir geçiş meydana getirir ve bu nedenle subdendritik olarak da nitelendirilebilir. Bu tür drenaj ağları genellikle eğimi değişmeyen yamaçlarda, ayrıca dik bir şekilde kıvrılmış tortul kayalarda doğrultularına uyacak şekilde gelişebilir (şek. 32-33; foto 27, D; 60, A).

15.3.4. Ağaç Dizisi Şekilli Drenaj Ağı

Birbirine paralel ana vadilerle, bunların aynı taraflarında ağaç dizileri şeklinde gelişmiş vadi kollarından meydana gelir. Özellikle değişik dirençli ve tek yöne eğimli tortul kayalar arsisından yapılmış araziherde; aşınmaya daha elverişli olan tabaka serilerinin doğrultuları boyunca birbirine paralel büyük vadiler oluşunca, bu vadilerin yamaçlarında da ağaç dizileri şeklinde vadi kolları gelişerek bu tür drenaj ağlarını meydana getirirler (şek. 34, foto 16).

15.3.5. Köşeli Drenaj Ağları

Kırık tektonizminin hakim olduğu arazilerde birbirini kesen kırık hatları boyunca gelişen vadiler ve vadi kolları düz çizgiler şeklinde uzanır ve bunların birleşme yerleri göğünkula köşelidir. Çünkü vadilerin yeri olan kırıklar birbirlerini köşeli açılarda keserler. Tersinden giderek, yani hava fotoğrafları üzerindeki köşeli drenaj ağlarına bakarak, arazinin kırık tektoniği ile ilgili özellikleri ortaya çıkarılabilir (şek. 35, 36; foto 60, 63, 77).

15.3.6. Parmaklık Şekli Drenaj Ağı

Uzun ve düz hatlar durumundaki ana vadi ve birinci derecedeki kol- ları ile, kısa ve çoğunca ana vadilere dik doğrultularda yerleşmiş, kü- çük kollardan meydana gelir ve görünüşü bütün olarak parmaklığı an- dırır. Düğün tabakalı tortul kayalık sementlerinde, yine kırıklı yapıya da bağlı olarak gelişir (ş. 37).

15.3.7. Bükümlü Drenaj Ağı

Bu da yapısal unsurlarla kontrol edilen bir drenaj ağı türüdür. Ve- dilerin aniden ve genellikle 180° yön değiştirmeleri yapısal unsurların etkisiyle olur. Burada yapısal unsurlardan başka kayaların aşınmaya karşı gösterdikleri direnç farkları da önemlidir. Eğimli antiklinallerin uc kısımlarında (foto 71) veya kırıklı arazilerde görülür (ş. 38).

15.3.8. Halkalı Drenaj Ağı

Değişik dirençli tabakalardan oluşan kapalı ve yuvarlak biçimli an- tiklinallerde (domlarda), granit domlarında, ya da dairesel çöküntü hav- zalarında görülür. Burada aya vadiler genellikle insusal diğer vadi kol- larında bulunurlar. Burada çok dik ve halkalar meydana getirecek biçimde bir yerleşme gösterirler. Halka biçimli vadi kolları yapının aşınmaya karşı dirençli olan tabaka serileri, ya da zayıf kesimleri boyu gelişir. Dom- larda insusal vadilerin kaynak tarafları; dairesel çöküntü havzalarında ise ağz tarafları yapının merkezinde birleşecek tarzda görülür (ş. 39; foto 47, 48, 74).

15.3.9. İnsusal Drenaj Ağı

Genellikle volkan konilerinin yamaçlarında rastlanan bir drenaj ağı çeşididir. Vadilerin, volkanların tepelerinde birleşen ışınlar tarzında yer- leşme göstermelerinden ötürü bu şekilde adlandırma yapılmıştır. Volkan konileri dışında, az çok homojen ve masif kayalardan yapılmış başka küb- be şekilli yığıştırlarda ve yuvarlak tepe eteklerinde de insusal drenaj ağ- larına rastlanabilir. Dairesel çöküntü havzalarında da insusal drenaj ağ- larının bulunabileceğine 15.3.8. de değinilmişti (ş. 40; foto 39).

15.3.10. Yeraltı Drenaj Ağları

Yeraltı drenaj ağlarına ait iki örnek de ş. 41 ve ş. 42'de görül- mektedir. Bunlardan ş. 41 bir karstik drenaj ağı örneğidir. Genellikle yataç veya az eğimli arazilerde kalkerler üzerinde gelişir (foto 28, B; 30). Böyle yerlerde bölgeye düşen yağışlar karstik çukurluklarda biri-

kerak zeminin geçirirliği ile oranlı olarak yeraltına sızar. Ş. 42'de görülen lagünel drenaja genç sahil ovalarında rastlanabilir. Çok geçirgen alüvyonlardan, ya da sahil birikintilerinden yapılmış zeminde, küçük sahil gölleri veya lagünel şeklinde çukurluklar vardır. Bölgeye düşen yağışlar bu çukurluklarda toplanıp yeraltına sızar ve bu yolla bölgeden uzaklaş- mış olur.

15.4. Bitki Örtüsü

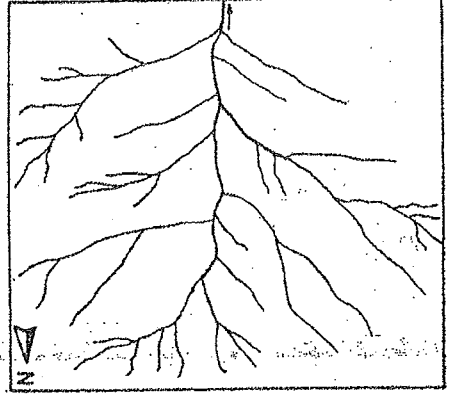
Burada doğal bitki örtüsü ve özellikle ağaç türünden bitkiler kas- dedilmiştir. Genel olarak bitki örtüsü hava fotoğrafları üzerinde jeolojik yorumu önemli ölçüde güçleştiren bir etkidir (foto 37). Çünkü adından da anlaşılacağı gibi bu, jeologların görmek istedikleri malzemeyi, yani kayaları örtmüştür. Bununla beraber bitki örtüsünden jeolojik yorum için özel koşullarda yararlanma olanakları da vardır. Bu özel koşullar:

- Bitki yoğunluğunun jeolojik yapıya bağlı olarak dağılımı bulun- ması,
- Bitki türleri ile jeolojik yapı arasındaki ilişkiler olarak belirtilebilir.

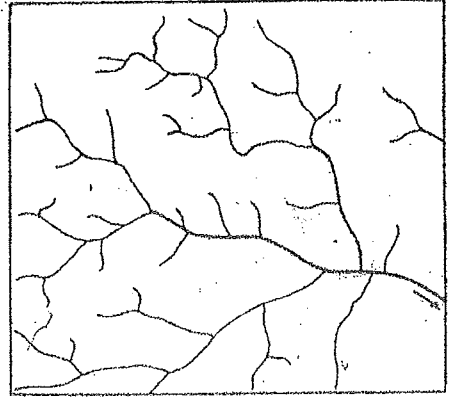
Bitki örtüsü bir bölgede her tarafa eşit yoğunlukta, yani homojen olarak dağılmamış olabilir. Böyle durumlarda çaplık arazinin sadece be- liri kısımlarında görülen bitki toplulukları; ya da seyrek bitki örtüsü ile örtülü arazilerin belirli kısımlarındaki sık bitki toplulukları bitki ano- malsi olarak nitelendirilir (foto 9, 17, 34, 48, 49, 50, 59). Bitki anoma- lilerinin oluşumunda hem kayaların petrografik özellikleri, hem de tek- tonik yapıları etkili olabilmektedir. Bazı tür kayalar, örneğin serpan- tinitler, bitki yetişmesine diğer kayalar kadar elverişli değildir (fo- to 9). Bu durum hem kayacın kimyasal bileşiminden, hem de toprakla- şabilme özelliğinden ileri gelmektedir. İyi topraklaşan kayaların bitkileri beslemesi daha kolay olmaktadır.

Tabakalı, şistleşmiş ve kıvrımlı kayalarda topraklaşmaya daha el- verişli seviyelerle, daha az elverişli seviyelerin aralanması durumunda, bitki anomalileri bu farklı seviyeleri adeta harita boyaması gibi ortaya çıkaracak tarzda dağılmış olabilir (foto 34). Topraklaşma ve toprağın zeminde kalmasını jeoloji ve iklim koşullarının dışında, yüzeyin eğimiyle, yani yamaçların eğimiyle de ilgilidir. Çok eğimli yamaçlar toprak oluş- ması ve özellikle toprağın yüzeyde kalmasını bakımından elverişli değildir.

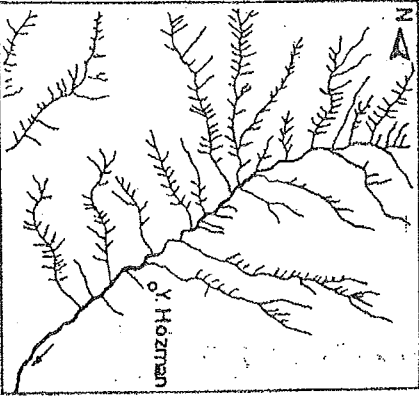
Büyük tektonik kırık hatlarına bağlı olarak gelişen bitki anomal- leri de nadir değildir (foto 17, 49, 59). Çünkü bu hatlar boyunca tek- tonik kuvvetlerin etkisiyle ezilip, parçalanmış olan kayalar, çevreye gö- re daha hızlı topraklaşmakta; daha kolay su tutmaktadır. Bu durum ve bazı kırık hatları boyunca suralanmış fay kaynakları da bitkilerin ge-



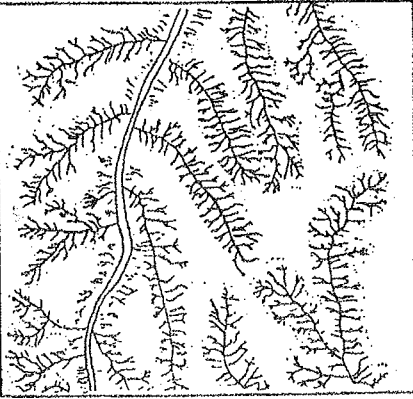
Şekil 27. Kaba dendritik drenaj ağı.
Ölçek: 1/50.000 (P. Kronberg, 1967).



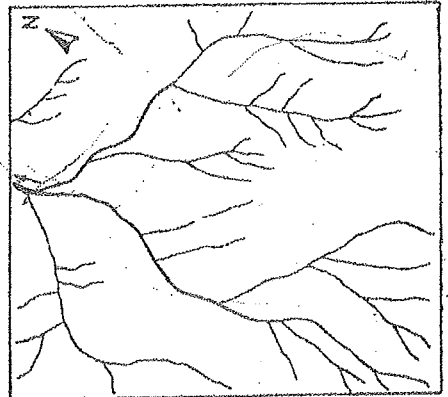
Şekil 28. Dendritik drenaj ağı Refahiye'nin (Erzincan) 20 km. güneydoğusunda, Laleli köyü kuzeyi; peridotit masifi. Ölçek 1/35.000



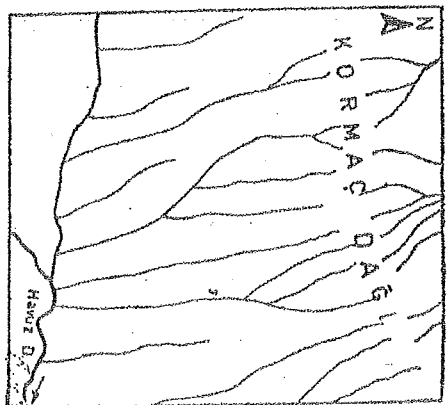
Şekil 29. İnce dendritik drenaj ağı Çumruluhanın güneyi 8 km. güneydoğusunda. Ölçek 1/35.000.



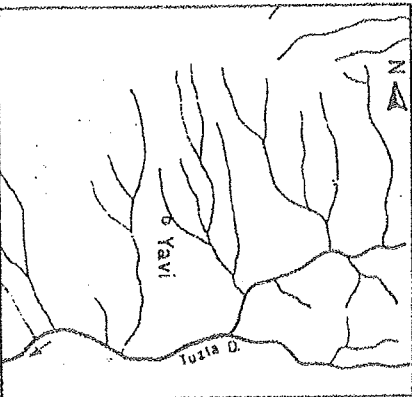
Şekil 30. İstikare özgülü İnce dendritik drenaj ağı (Ş. Akdere'den, 1969).



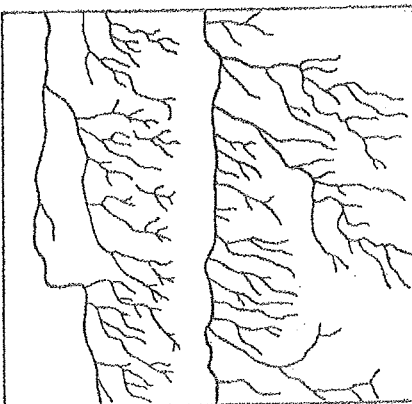
Şekil 31. Yeşilpazar beldesinin drenaj ağı. Erzincan, Refahiye ilçesi 20 km. kadar güneydoğusunda Tandırca tepesi kuzey eteği; peridotit masifi. Ölçek: 1/35.000.



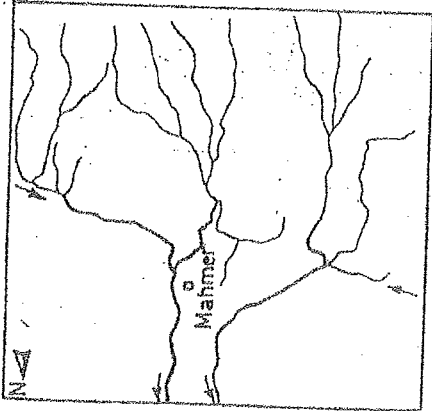
Şekil 32. Paralel drenaj ağı Sivastın 50 km. güneyi. Ölçek: 1/200.000.



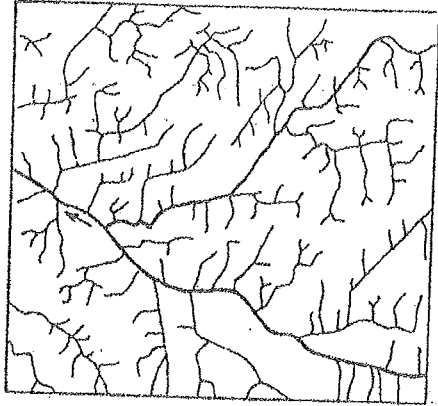
Şekil 33. Yarı paralel veya "subparalel" drenaj ağı. Erzincan, Ağkale ilçesi 35 km. güney - güneydoğusunda. Ölçek: 1/200.000.



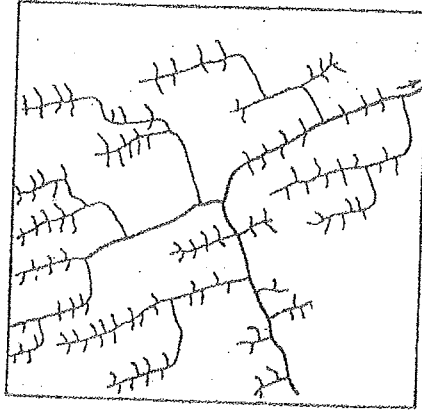
Şekil 34. Ağaç dalı şeklindeki drenaj ağı. Ölçek: 1/20.000 (P. Kronberg, 1967, Derz foto 16).



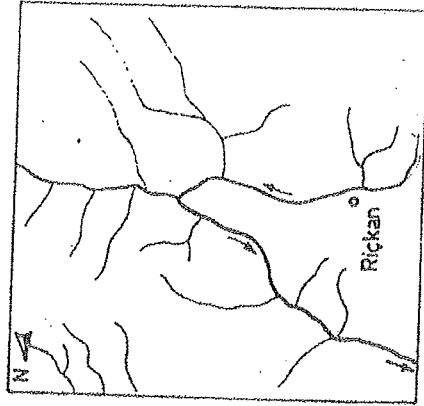
Şekil 35. Köşeli drenaj ağı. Erzincaan, Refahiye ilçesi 14 km. kuzeydoğusunda Kuzey Anadolu Fay Fonu. Oklar ana fayın yerini göstermektedir. 1/50.000.



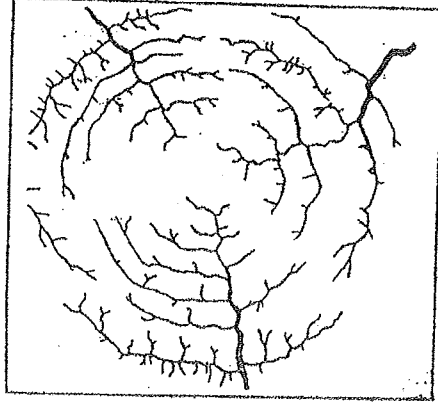
Şekil 36. Köşeli drenaj ağının başka bir örneği. Ölçek: 1/50.000; foto 80'a bakınız (P. Krouberg, 1967).



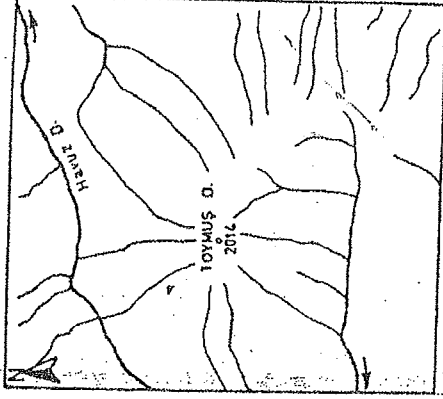
Şekil 37. Parmaklık şeklini drenaj ağı (C.H. Strandberg, 1967).



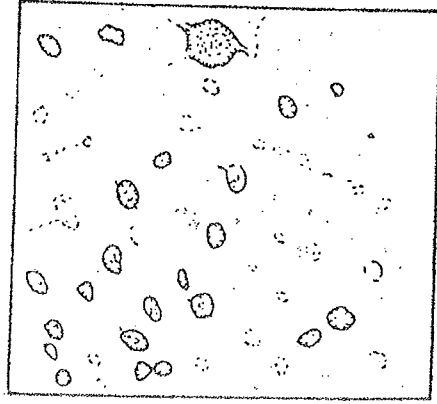
Şekil 38. Bükülmüş drenaj ağı. Erzincaan, Refahiye ilçesi 25 km. kadar doğu-kuzeydoğusu. Ölçek: 1/35.000.



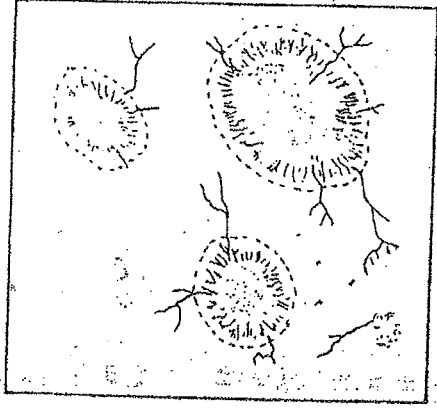
Şekil 39. Halkalı drenaj ağı. (S. Akdere'den, 1969).



Şekil 40. İçsyal drenaj ağı. Sivas'ın 65 km. güneyi. Ölçek: 1/200.000.



Şekil 41. Karstik drenaj ağı. (S. Akdere'den, 1969).



Şekil 42. Lagünel drenaj ağı. (S. Akdere'den, 1969).

işmesine elverişli doğal ortam hazırlamaktadır. Bu gibi hatların su tutmasını kolaylaştırarak bir etken de, özellikle az eğimli arazilerde, kırık hatları boyunca aşımın daha hızlı olması nedeniyle hendek şekilli çukurlukların oluşmasıdır.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere, hava fotoğrafları üzerinde görülen şizel belki anomali ya kırık hatlarının varlığına, ya da değişik petrografik özelliklere bağlı tabaka gruplarının ayrılmasına, işaret edilmektedir.

Aynı bir bölgede görülen farklı biki türlerinin arazideki dağılımı da rakım ve arazi yüzeyinin eğimi dışında, jeolojik yapıyla da ilişkili olabilir. Hava fotoğrafları üzerinde biki türlerini (ağaç türlerini) ayırt etmek özellikle jeologlar için çok güç, hatta çoğu halde olanaksızdır. Ayrıca biki türleri ile jeolojik yapı arasındaki ilişkiler, diğer etkenlerin çokluğu nedeniyle, oldukça zayıf olduğundan, jeolojik yorum için biki türlerinden yararlanılması ancak çok özel koşullarda ve bu daıda uzmanlaşmış araştırmacılar için sözkonusu olabilir.

Arazinin her tarafının sık biki örtüsüyle kaplanmış olması durumunda, jeolojik yorum için drenaj analizinin öneminde 15.3.'de değinilmiştir.

16. HAVA FOTOĞRAFLARI ÜZERİNDE PETROGRAFIK YORUM

Fotojeolojik çalışmaların esas amacı, genellikle bir bölgenin jeolojik haritasının yapılmasına yöneliktir. Bilindiği gibi jeolojik harita hazırlanmasında gerekli çalışmalar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

- a) Kayac birimlerinin birbirinden ayırılması; aralarındaki sınırların çizilmesi;
- b) Kayac türlerinin özelliklerinin ortaya çıkarılması;
- c) Yapısal unsurların (tabakalar, kırıklar, kıvrımlar, v.b.) haritaya işlenmesi ve bunların özelliklerinin incelenmesi.

Bir jeolojik haritanın hazırlanmasında fotojeolojik çalışmaların katkısı, arazi çalışmalarının katkısından daha fazla ise buna fotojeolojik harita denir. Genel olarak fotojeolojik çalışmalar jeolojik harita hazırlanmasında, arazi çalışmalarını destekleyen ve tamamlayan bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bazı durumlarda hiç araziyi tanımadan, veya sadece çok kısa süren arazi çalışmasından elde edilen bilgiler üzerine, hava fotoğraflarından yararlanarak jeolojik haritaların, doğrudan doğruya arazide yapılmış bir jeolojik haritaya göre, özellikle stratigrafik bakımdan, bir çok eksikleri bulunabilir. Bu konuya daha ilerde de değinilecektir.

Hava fotoğrafları üzerinde kayac türlerinin tanınması amacı ile yapılan çalışmalara petrografik yorum denir. S. de sıralanan özelliklerden yararlanarak, hava fotoğrafları üzerinde farklı kayac birimlerinin, daha doğrusu petrografik özellikleri bakımından farklı birimlerin birbiri-

lerinden ayırılması ve bunların arasındaki sınırların saptanması, aynı arazi kayac türlerinin tanınmasına göre daha geniş oranda mümkün olmaktadır (foto 13, 25, 36, ...). Kalker, kumtaşı, granit, gabbro, bazalt, andezit, yeşilist, v.b. gibi tek tek kayac türlerinin ayırılması ise ancak çok özel koşullarda ve nadir olarak mümkün olmaktadır. Örneğin göçünce kıyak renk tonları ve karsitik yüzey şekilleri kalkerler (foto 28, 29, 32, 33); tabaka şekilli bir volkan morfolojisi bazalt türünden volkanik lavlar (foto 38, 41, 42, 44) için gösterge durumundadır.

Hava fotoğrafları üzerinde görülen renk tonu, yüzey şekilleri, drenaj ağı ve biki örtüsü gibi veriler kayaların genel olarak tortul kayalar, pinitomik kayalar, volkanik kayalar ve nadir halde metamorfik kayalar olarak büyük gruplara ayrılacak derecede yeterli olmaktadır. Bu nedenle kayaların fotojeolojik açıdan aşağıda böyle büyük gruplara ayrılarak ele alınmıştır. Bir çok durumlarda, özellikle örtülü arazilerin hava fotoğraflarında, kayaların bu büyük gruplara yerleşecek ölçüde bile tanımlanması mümkün değildir.

Petrografik yorumun güçlüğü teknik koşullardan çok arazi koşullarından ve yorumcunun tecrübe noksanlığından heri gelir. Yorum en başarı olarak kırık ve yarı kırık bölgelerin fotoğrafları üzerinde; engel-benim fazla, toprak ve biki örtüsünün zayıf olduğu yerlerde yapılabılır (foto 13, 18, ...). Engelin az, toprak ve biki örtüsünün kalın olduğu durumlarda (foto 37) ise, özellikle petrografik yorum için yararlanılabilecek veriler bulunması güç olmaktadır. Bu koşulların iklim bölgelerine göre değiştiği gözönünde tutulursa, göçünce kısmı kırık iklimle sahip ülkemizin hava fotoğrafları üzerinde yapılacak fotojeolojik çalışmaların genellikle başarılı olacağı anlaşılmaktadır.

16.1. Tortul Kayalar

Hava fotoğrafları üzerinde tortul kayaların diğer kayalardan ayrılmaya yarayan en önemli özelliklerden biri, görüldüğü takdirde tabakaları yapısıdır. Yüzey şekilleri ve drenaj ağları, kayaların geçirimsizlik ve aşınma derecelerine bağlı olarak farklı biçimlerde gelişir. Tabakalasma kırık bölgelerin açık arazilerinde göçünce doğrudan doğruya görünür (foto 16, 18, 63, ...). Örtülü arazilerde ise bazen biki anomaliyi tabakalasmayı belli eden juncaları vermektedir (foto 34).

Gevsek yüzey tortuları ile tortul kayaların hava fotoğrafları üzerinde tanınmasına yarayan özellikler, aşağıda bu kayalar belirli alt gruplara ayrılarak, örneklerle açıklanmaya çalışılmıştır.

16.1.1. Gevsek Yüzey Tortuları

Akaruların meydana getirdiği alüvyonlar, taragalar, birikinti ve döküntü konileri, yamaç molozu birikintileri, kumullar, düzümle, esker ve

buzul birikintileri gibi gene tortul olusmlar yuzeyde meydana gelmiş ve nemli suyasına, tasasına geirmemiş olusmlardır. Diğer jeolojik birimlerin üzerinde, yeryüzeyinde birikmiş oluklarından, bunların kendilerine özgü şekilleri hava fotoğraflarından kolaylıkla görülmektedir (foto 11, 12, 32, 43, 69). Hatta sık bittki örtüsü bile, bu tür birikintilerin tipik şekillerini çoğu hallerde gizleyememektedir. Bazen de sık bittki örtüsü altında bulunan arazilerde yüzey şekilleriyle birlikte, drenaj ağundan da yararlanarak gevşek tortuların varlığı ortaya çıkarılabilmektedir (foto 37). Oldukça geniş alanlar kaplayan taraca ve benzeri gevşek birikintilerin üzerinde, çok yüksek geçirimsizliklerinden ötürü, genellikle göze batacak arakarı ağı gelişmez. Arazi şekillerinden başka renk tonu da bu tür birikintilerin malzemeleri hakkında fikir edinmemizi sağlayabilir. Açık renkli kum birikintileri çoğunlukla hava fotoğraflarında da zalk renkli olarak görünürler (foto 11, 12, 47). Buna karşılık kili, çamuru birikintiler, ya da taneleri kovu renkli kayalarından türemiş kumlar, kovu renk tonlarında görünürler (foto 14).

16.1.2. İnce Taneli Kırıntılı Tortul Kayalar (Pelitik Sedimenter Kayalar)

Bilindiği gibi eski kayas ve mineral kırıntılarının birikme havzalarında birikip diajez geçirmesiyle oluşan kayalara kırıntılı tortul kayalar (klastik sedimentler) denilmektedir. Kırıntılı tortul kayalar kırıntıların büyüklüğüne göre "ince taneli kırıntılı tortul kayalar" (pelitik sedimentler), "orta taneli kırıntılı tortul kayalar" (psammitik sedimentler), "kaba taneli kırıntılı tortul kayalar" (psöfetik sedimentler) şeklinde gruplandırılır. Birincilerde kırıntı çapı 0.02 mm. den küçük; ikincilerde 0.02 - 2 mm. arasında, sonuncularında ise 2 mm. den büyüktür. Pelitik kayaların tipik örneği kiltasları. Psammitik kayaların kumtaşları, psöfetik kayaların ise konglomera ve breşlerdir.

Kiltasların geçirimsizlik dereceleri ve aşınmaya karşı dayanıklılık dereceleri oldukça düşüktür. Bu nedenle sarp ve çok engebeli yeryüzü şekillerine ve çok eğimli büyük yamaçlara kiltaslarında pek rastlanmaz. Buna karşılık kiltasları üzerinde genellikle iyi gelişmiş, yoğunluğu yüksek, ince dendritik drene ağları görülmektedir (şek. 29., foto 21). Kili kayaların suda erime gibi bir özelliği de olmadıktan, genellikle erime ile oluşan karstik yüzey şekillerine de rastlanmaz. Ancak bazı arazilerde kiltasları arasında kayatuzu, tıps gibi kolay eriyebilen kayalar da bulunduğundan, böyle yerlerde karstik yüzey şekilleri görülebilir.

Yarı kurak ve kurak bölgelerde, arada sırada düşen şiddetli sağanak yağışların sel suları, kiltaslarından vapti arazilerde kolayca aşındırma yapabileceğinden; böyle bölgelerde aşınma ile çok sayıda karstik vadicek

ler; bunların arasında ufak, ters "v" şeklinli keskin sırtlar meydana gelir. Bu cesit araziler ekime, yol yapımına ve yerleşmeye çok elverişsiz olduğundan "kötlü arazi" (badland) olarak adlandırılırlar. Böyle yerlerde yer yer peri bacalarını andıran veya gerçek peri bacaları durumunda olan yüzey şekillerine de rastlanır.

Yağışlı bölgelerin bittki örtüsü altındaki kiltaslarından yapılmış arazilerde ise yuvarlak ve pek yüksek olmayan tepeliklerden meydana gelmiş arazi şekilleri görülmektedir. Bu tür arazilerde bittki örtüsü aşınmaya olabince yayılaşmış vadi yoğunluğu kurak bölgelerdekine göre daha düşük, vadi tabanları ile sırt üzerleri de yuvarlakmış olur.

Hava fotoğraflarında kiltasları genellikle açık gri - kovu gri renk tonlarında görünür. Kain, homojen kiltaslarında tabakalasmayı belli eden farklı renk tonunda seviyeler, yüzey şekilleri bittki anomalileri gibi ve yillere rastlanmaz. Yer yer gökme yüzeylerine paralel renk değişimleri; ya da kiltasları arasında kumtaşı, kireçtaşı gibi aşınmaya karşı daha dayanıklı tabakaların varlığı halinde, fotoğraflar üzerinde tabakalaşma tanımlanabilir. Kumtaşı ya da kireçtaşı tabakaları kiltaslarına göre daha yavaş aşındıktan, özellikle büyük ölçekli hava fotoğraflarında kolaylıkla tanınabilecektir "tabaka çıkıntıları" meydana getirirler (foto 18, 24). Aslında denizel kiltasları çoğunlukla homojen olmayıp kumtaşı ve kireçtaşı ile beraber bulunurlar. Bu bakımdan böyle arazilerde tabakalaşmayı belli eden yüzey şekilleri ve renk tonu farkları bulmak güç olmaz.

Kırıntı büyüklüklerine göre lösleri de (kırıntı çapı ortalama 0.01 - 0.005 mm arasında) bu grupta kabul etmek gerekir. Ancak löslerin malzemesi daha çok ince kum niteliğindedir. Önemli bir cimentolanma da olmadıktan, löslerin aşınmaya karşı oldukça düşük dirençleri vardır. Kiltasların tersine löslerin geçirimsizlik dereceleri yüksektir. Löslerde fazla sertleşmemiş, biraz kumlu kiltaslardakine benzer yarıvüzlü şekilleri, özellikle tipik kustlüvü şeklinli, ince dendritik drenaj ağları görülmektedir (şek. 30).

16.1.3. Orta ve Kaba Taneli Kırıntılı Tortul Kayalar

Çeşitli özellikteki kumtaşı türleriyle, konglomera ve breşleri içeren bu grupta birbirinden farklı birçok yüzey şekilleri oluşur ve renk tonları da çok değişiktir. Fakat çoğunlukta açık veya orta koyulukta gri renk tonları hakimdir.

Kumtaşları aşınmaya karşı dayanıklı olduklarından, engebeli arazi yüzeyleri meydana getirirler. Geçirimsizlikleri de yüksek olduğundan, drenaj ağları kiltaslarındakine göre daha kaba ve daha düşük vadi yoğunluğundadır. Genellikle tane boyutlarıyla birlikte geçirimsizlik de arttığından orta ve kaba taneli kumtaşlarında veya konglomeralardaki drenaj ağları, ince tanelilerdekinden daha seyreklerdir. Geçirimsizlik ayrıca tane biçimleri,

tanelerin paketlenme ve çimentolanma durumlarına ve kırık yoğunluğuna da bağlıdır. Drenaj ağları bakımından ince taneli kumtaşlarını hava fotoğrafları üzerinde kıltaşlarından ayırmak güç olmaktadır.

Kumtaşlarının yapısı özellikleri de arazi şekillerinin oluşumunda önemli bir etkindir. Masif ve kalın tabakalı kumtaşları renk tonu ve yer yüzü şekilleri bakımından, hava fotoğraflarında granitik kayalçalara benzerlik gösterirler (foto 17). Tabakalar yatay veya yataca yakın düzleşmiş ise yassı tepelikler dik ve basamaklı yamaçlar meydana gelir (foto 13, 34, 45). Tabakaların eğik duruşu olması halinde kumtaşı tabakaları genellikle aralarındaki diğer tabakalardan daha az aşınarak göze batacak şekilde tabaka sırtları düştürür ve bunlar kıvrımlı ve kırıklı yapıların oluşumunda da klavuz seviyeler niteliği taşırlar (foto 16, 18, 19, 24, 69, 75). Bazı bölgelerde görülen, kumtaşlarına özgü, sık ve iki belirgin doğrultuda gelişmiş kırıklar kumtaşlarının geçirimsizliğini artırarak iyi bir akarsu ağı drenaj ağları meydana gelir (foto 20, 60). Büyük kırıklar boyu kumtaşlarında da hendek şeklini çizgisel çukurluklar veya çizgisel bükü anormalleri meydana gelebilir.

16.1.4. Karbonat Kayalıkları (Genellikle Kalker ve Dolomitler)

Karbonat kayalıklarının en önemlisi kalkerlerdir. Bunlara göre dolomitler daha az yaygın gösterirler. Siderit, ankerit ve diğerleri çok daha az bulunurlar ve fotojeolojik açıdan bir önem taşınmazlar. Çünkü bunları hava fotoğraflarında diğer karbonat kayalıklarından ayırt etmek hemen hemen olanaksızdır.

Kalkerleri diğer tortul kayalardan ayıran en önemli özellikleri karsitik yüzey şekilleridir (şif. 22). Karsitik yüzey şekillerinin başlıcaları lapyeler, dolinler, uvalalar, polyeler, obruklar, düdenler ve karsitik konilerdir. Lapyeler özellikle yamaçlarda gelişen birbirine paralel uzun çukurluklardır (foto 28, A). Bunların oluşumunda yerüstü sularının etkisi fazladır. Genellikle kalkerlerdeki kırıklar koyu gelişirler. Dolinler, çapları birkaç metreden birkaç yüz metreye kadar olan yuvarlak karsitik çukurluklardır (foto 28, A). Derinlikleri en fazla 20 m kadar olabilir. Boyutları bir ölçülerden daha küçük olan karsitik çukurluklara da "mikrodolin" demek doğru olur. Dolinlerden bir kısmı daha çok yerüstü sularının kalkerleri eritmesiyle oluşmuş "erime dolinleri", bir kısmı da yeraltı sularının eritmesiyle meydana gelmiş olan, yeraltı boşluklarının tavan kısmının çökmesi sonucu oluşmuş "çökme dolinleridir". Dolinler genellikle düz arazilerde veya az eğimli yamaçlarda gelişir. Yamaçlardaki dolinler, uzun eksenleri yamaç doğrultusunda, oval biçimli olurlar. Çok eğimli yamaçlarda dolin meydana gelmez (foto 28, D). Dolinlerin tabanlarında

ayrışma ürüğü olarak kırmızmsı veya koyu renkli kili topraklar birikir ve açık renkli kalkerler üzerinde bunlar fotoğraflarda "benekler" şeklinde görülür. Bazı dolinlerin tabanlarında su birikintileri de meydana gelebilir.

Dolinlerden daha büyük fakat pek fazla derin olmayan karsitik çukurluklara da uvala adı verilir. Uvalaların çevresi genellikle dolinlerinki kadar düzün olmaz.

Polyeler çok büyük karsitik çukurluklardır; o kadar ki, bunlara karşılık orta derinliği bile doğru olur.

Obruklar dolinlere göre derinlikleri daha fazla olan karsitik çukurluklardır (foto 22; 33, A). Genellikle bunların derinlikleri çaplarından daha fazla olur ve yeraltı mağara sistemlerinin tavanlarının yer yer çökmesiyle meydana gelirler. Uvala ve polyelerin kenarlarında, ya da tabanlarında rastlanan, akarsuların yeraltına kayboldukları doğal kuyuların ve yeraltı nehirlerinin ağızlarına da düden denilir.

Karsitik aşınmanın heri safhalarında, özellikle eğimsiz arazilerde, karsitik çukurluklar genişleyip birbirleriyle birleşir; aralarında aşınmaya karşı daha dayanıklı kısmın genellikle koni biçimli yitkintiler halinde kalır. Bunlar da karsitik koni adı alır (foto 30, 31). Karsitik konilerin tepelikler şeklinde daha büyükçe olanlarına da "nun" denir.

Bir bölgede karsitik aşınmanın derecesi ile meydana gelen karsitik şekillerin biçim ve boyutları heri bölge iklimine, hem de kalkerli arazi kesimlerinin jeolojik yapısına bağlı olarak değişir. Tam kurak iklim bölgelerinde, sürekli don bölgelerinde suyun yokluğu nedeniyle karsilaşma meydana gelmez. Yarı kurak ve nemli kısımlar, özellikle tropik kısımlarda karsitik aşınma için elverişli koşullar bulunur. Karsitik aşınma şekillerinin meydana gelişmesi için kalkerlerin en az beş-on metre kalınlığa sahip olması gerekir. Sadece birkaç metre kalınlıktaki kalker örtüleri bunun için yetersiz kalır. Kalkerlerin bazı kısımlarının demirli ve magnezyumlu olması; tabakalı, ya da masif yapıları; tabaka ve topoğrafik yüzey eğimleri; kırıklı yapıların varlığı ve yoğunluğu karsitik şekillerin meydana gelişinde etkili olan jeolojik unsurlardır. Kimyasal bileşim bakımından homojen olmayan karbonat kayalıklarında saf kalker kısımları, dolomitli veasy sideritik kısımlara göre daha kolay ve daha hızlı aşınır.

Diğer tortul kayalarlara, özellikle kilitse, marl gibi kayalarlara birarada bulunduğu zaman kalkerler açık renkleriyle ve aşınmaya karşı daha dayanıklı olduklarını gösteren özellikleriyle tanımlanabilirler (foto 67).

Hümit iklim bölgelerindeki sık bükü örtüsü tüpük karsifikasyonuna şekillerinin oluşmasını kısmen engellediği gibi; varolan karsitik şekilleri de kapattır. Buna rağmen, açık arazilere oranla daha az da olsa, böyle bölgelerde de tanımlanmış karsitik şekillere, özellikle karsitik çukurluklara rastlanır.

Kalkerler üzerinde bitki örtüsünün gelişmesi önemli ölçüde iklimsel etkilere bağlıdır. Karstik bölgelerde genellikle az ve düzensiz yağışlar, ya da kırık hatları boyunca gelişmiş bitki toplulukları bulunur (foto 22, 30); yahut hiç bitkiye rastlanmaz (foto 28, 29, 32). Buna karşılık tronik nemli kuşaklarda kalkerlerin topraklaşması hızlıdır ve üzerlerinde sık bitki örtüsü bulunur (foto 31).

16.2. Magmatik Kayalar

16.2.1. Volkanik Kayalar

Hava fotoğrafları üzerinde volkanik kayaları tanıttı en önemli özellikler bunların volkan konisi, krater çukuruğu, kaldera, maar, lav akınısı gibi biçimsel morfolojileridir (foto 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44). Volkan morfolojisi genellikle volkanların bileşimleri hakkında da fikir verir. Bazaltik lavlar akıcı olduğundan tabla şekilli volkanlar meydana getirir (foto 38, 42, 44). Nötr ve asit lavlarla tüflerin karışık olarak yığılması sonucu yüksek volkan konileri oluşur (foto 39, 44, 56). Tene kısımları aşınmış volkan konilerini de yuvarek biçimlerinden yararlanarak tanımak olmaktadır (foto 47). Volkan konilerinin tepelerindeki geniş göküntü çukurlukları kaldera adını almaktadır. Maarlar volkanik arazilerde şiddetli gaz patlamalarıyla oluşan çukurluklardır ve genellikle çevrelerinde, gazla biriktelen çukurlukların malzemesinden oluşan bir set bulunur (foto 40; 42, B).

Kurak bölgelerde genç lav akıntılarının üzerinde, akıntı yönlerini de belli eden yizyey şekilleri görülür (foto 38, 41, 42). Hatta bazen sık bitki örtüsüne sahip arazilerde bile, bitki topluluğunun dağılımı akıntı şekillerini belli edebilir (foto 50, a).

Karışık malzemesinden meydana gelmiş volkan konilerinin üzerinde genellikle insansal drenaj ağı bulunur (foto 39). Buna karşılık tuf konileri üzerinde, tüflerin geçirimsizlikleri daha fazla olduğundan, dikkate değer bir akarsu ağı gelişmez (foto 38, c; 42, A). Tepesi aşınmış yassılaştırmış volkanların üzerinde de kısmen halkalı drenaj ağı meydana gelebilir (foto 47). Halbuki lav akıntılarının üzerinde, bunların geçirimsizlikleri yüksek olduğundan, iyi bir akarsu ağı gelişmez (foto 40, A). İnce taneli piroklastik malzeme üzerinde de, ince taneli kırıntılı tortul kayalardakine benzeyen, ince dendritik drenaj ağı meydana gelebilir (foto 40, B ve E). Kaba taneli piroklastik kayalarda, örneğin aglomeralarda ise kaba ve düşük yoğunlukta drenaj ağı gelişir (foto 45, C). Piroklastik kayaların tanınmasında aynı bölgede lav akınısı, volkan konisi, damarlar gibi unsurların varlığından da yararlanılır (foto 44, E; 45, 46, 47). Ödünceka düz arazilerde ve kurak bölgelerde ise, piroklastik kayalar üzerinde dikkat çekecek bir drenaj ağı gelişmez (foto 40). Genel olarak volkanik kayalar

ızın geçirimsizlikleri oldukça yüksek olduğundan, volkanik kayalar üzerindeki akarsu ağları çoğunca zayıftır.

Uygun koşullarda volkanik kayaların renk tonları da kimyasal nitelikleri hakkında ipucu verebilir. Bazık lavlar veya bazı piroklastik kayalar çoğunca, gerçekte oldukları gibi fotoğraflarda da koyu renkli görünürler (foto 25, B; 26, C). Ancak yüzey şekillerinin ve gölge durumlarının da renk tonunu etkilediği hatırlanmalıdır (15.2., foto 44). Asit volkanik kayalar da fotoğraflarda açık renklidirler.

Volkanik kayalarda birincil morfolojilerin zamanla aşınmış belirsizleşmesi ilerledikçe, volkanik faaliyetlere bağlı olarak meydana gelmiş damarlar da, morfolojik bakımdan çizgisel sirtlar oluşturacak tarzda daha belirgin olarak ortaya çıkarlar (foto 44, 45, 46, 47). Çünkü damarları oluşturan lavlar genellikle çevre kayalara göre aşınmaya karşı daha dayanıklı olurlar.

Tropik kuşaklarda, aşınmanın ileri safhalarında morfolojik özellikler kaybolduğundan, ayrıca kalın toprak ve sık bitki örtüsü bulunduğundan volkanik kayaların tanınması da güç olmaktadır.

16.2.2. Plutonik Kayalar

Burada plutonik kayalar kavramıyla hem derinlik (gerçek anlamda plutonik), hem de yarı derinlik (subvolkanik) kayalar kasdedilmiştir. Plutonik kayaların hava fotoğrafları üzerinde tanınması volkanik kayaların, özellikle genç volkanik kayaların tanınması kadar kolay olmaz. Çünkü bunları tanıttı verilerin sayısı daha azdır.

Plutonik kayaların önemli özelliklerinden biri stok, damar, sil, dom v.b. biçimleri (foto 25, 48); bir başkası da masif ve genellikle hem petrogrâfik, hem de yapısal bakımlardan az çok homojen oluşlarıdır.

Damar ve siller diğer diğer plutonik kayalardan farklı özelliklere sahiptir. Damarlar çizgisel sirtlar şeklindeki morfolojilerinden başka, genellikle çevre kayalara göre daha farklı renk tonlarıyla kolayca tanınabilirler (foto 44; 45). Renk tonu farkları sillerde daha da belirgin olabilir (foto 25). Çünkü sillerin yan kayaları genellikle tortul kayalardır. Sillerin koyu renkli bazaltik lavlardan oluşmasına karşılık; yan kayalar çoğunlukla kalker, kumtaşı ve benzeri, açık renkli kayalardır.

Batolit, lakolit, stok ve benzeri büyük plutonik gövdelerin tanınmasında kütle biçimi ve masif yapı ile, bu yapıya bağlı olarak meydana gelen yüzey şekilleri ve drenaj ağı gibi özelliklerden yararlanılabilir. Bunlarda yan kayalar genellikle tabakalı tortul kayalar (foto 48), veya sisti metamorfik kayalardır (foto 51). Eğer yan kayalar plutonlardan yaşı iseler, plutonlar çevrelerindeki tabakaları yukarı doğru iterek eğik-

loglanmış veya kesmiş olabilir; plutonların üzerinde yan kayaların ka-
lınlarına da rastlanabilir (foto 48, B).

Geniş alanlar kaplayan plutonik kayalarda genellikle kaba dendirlik
drenej ağıdır (foto 35, B). Vadiler arasındaki surlar da çoğunca
yuvarlak yüzeylidir. Ancak granit, diorit, gabro ve benzeri plutonik ka-
yaalarda kırıklar drenej ağı oluşumunu etkiler ve buna bağlı olarak kö-
seli drenej ağıları da oluşabilir. Demir bimsi plutonik gövdeler üzerinde
geniş drenej ağı ile, halkalı drenej ağının karışımı görülebilir (foto 48).

Plutonik kayaların fotoğraflardaki renk tonları da, normal optik ko-
şullarda onların gerçek renklerinin az çok yansıtır. Granit (foto 51), gra-
nodiorit gibi asit bileşimli, açık renkli kayaların fotoğraflarda açık renkli;
peridotit, gabro gibi bazik ve ultrabazik kayalar da koyu renkli görünür-
ler (foto 28, C). Granitlerin bazı durumlarda hava fotoğraflarında masif
kumtaşları ile karıştırmaya değeri 16.1.3.'de değinmiştik. Granitlerin için-
de bulunan apfit, pegmatit gibi açık renkli; lamprofir gibi koyu renkli da-
malar granitlerden daha farklı renk tonlarında olduklarından kolayca ta-
nınırlar (foto 51).

Değişik iklim bölgelerinde plutonik kayalar üzerinde meydana gelen
yeryüzü şekilleri birbirinden oldukça farklı olur. Kurak ve yarı kurak
bölgelerde, özellikle kimyasal ayrışma etkisi çok zayıf olduğundan, gra-
nitler değişik doğruluklardaki çalıkları boyu ayırıp aşınarak oldukça
"pürüzlü" yüzey şekilleri meydana getirirler. Halbuki tropik nemli ku-
saklarda kimyasal ayrışma çok etkili olduğundan, kısa zamanda kalın
toprak ve sık bitki örtüsü ile kaplanmış, yuvarlak morfolojik yüzeyler
ve dendirlik drenej ağıları bulunan yüzey şekilleri meydana gelir.

Plutonların az çok homojen oluşları, bunların üzerinde biki dağı-
lılığının da genellikle homojen olmasını sonuçlandırmıştır (foto 48).

16.3. Metamorfik Kayalar

Fotoğraflarda metamorfik kayaların tanınması tortul ve magmatik
kayaların tanınmasına göre daha güçtür. Çünkü bunların görünüşleri hem
mihnerolojik bileşimlerine, hem de iklim etkilerine bağlı olarak çok de-
ğişir. Tortul kayalardaki tabakalaşma, ya da volkanik kayalardaki gi-
bi, hava fotoğraflarında kolayca görülebilecek özellikleri de yoktur.

Bilinmediği gibi metamorfik kayalar kristalin sisitler ve kontaktmeta-
morfik felsler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Bunlardan felsler bir-
yüklü plutonların yan kayalarında kontaktlarında magmanın sıvı ve mag-
madan çıkan gaz ve eriyikler etkisiyle meydana gelir ve sadece pluton-
ların çevrelerinde az ve yerel yayılım gösterirler. Bu tür kontakt me-
tamorfik kayaların hava fotoğraflarında tanınması ancak çok elverişli
koşullarda, açık arazilerin büyük ölçekli fotoğraflarında sözkonusu ola-

bilir. Bu nedenle burada metamorfik kayaların kristalin sisitler
kastedilmiştir.

Kristalin sisitlerin bir kısmı tortul kayalardan (parametamorfikler),
bir kısmı da magmatik kayalardan (ortometamorfikler) türediğine göre,
bunlar metamorfizmanın şiddeti ile azalan ölçüde, tıhredikleri kayaların
özelliklerini de taşıyabilirler.

Tortul kayaların metamorfizma sonucu giderek homojenleşmiş ve asin-
maya karşı daha dayanıklı duruma gelmiş olurlar. O kadar ki, özellikle
katametamorfik koşullarda bunların tabakalı yapıları tamamen silinmiş,
yerini plutonik kayalardaki gibi masif bir yapı almış olabilir. Magmatik
kayaların masif yapısı da kısmen ve özellikle epi ve mezometamorfik
zonlarda bozulup, kayaların sisit bir yapı kazanır. Her iki durumda da
meydana gelen kayaların petrografik bakımından az çok homojen ve asin-
maya karşı dayanıklı olduklarından, bunların üzerinde oluşan yeryüzü şe-
killeri de belirli ölçüde bir homojenlik gösterir (foto 51, 90).

Elbette ki bütün metamorfik kayaların asınmaya karşı dayanıklılık
dereceeleri aynı değildir. Filitler genellikle en kolay; kuarsitler de en zor
aşınabilen metamorfik kayalardandır. Bu kayaların asınmaya karşı
gösterdikleri direnç iklim bölgelerine göre de değişir. Kuarsitler hemen
her çeşit iklim bölgesinde dayanıklı kayalar olduklarından, genellikle
keskin sırt ve sırtçuklar, veya yuvarlağını tepeler ve ayrıca açık renk
tonları ile kendilerini belli ederler. Filitler, yeşil sisitler, kloritlisitler ve
miksisitler üzerinde hümid iklim bölgelerindeki kimyasal ayrışma etken-
leri kolayca etkili olur ve bu kayaların kuarsit ve paragneyslara göre daha
hızlı aşınır; üzerlerinde daha yüksek yarı yoğunluğu olan drenej ağıları,
kalın toprak ve zengin bitki örtüsü meydana gelir. Buna karşılık kurak
ve yarıkurak bölgelerde kimyasal ayrışma zayıf olduğundan, bu tür ka-
yalarda keskin engereyi yüzey şekilleri oluşur. Uygun mostra koşulla-
rında ve kaliteli fotoğraflar üzerinde bunların sisitözitesini tanımak ola-
naktadır.

Sisitler genellikle koyu renk tonlarında görünürler, yalnız muskovit
sisitler açık renkli olurlar genellikle.

Mermirler hava fotoğraflarında çoğunca kalkerlere benzerlik gös-
terirler. Üzerlerinde karstik aşınma şekilleri de bulunabilir. Ancak kris-
talleşme sonucu renkleri kalkerlere göre daha açılmış olabilir (foto 27, C).

Graiyalar da genellikle açık renkli; miksisitlere göre daha yüksek,
kuarsitlere göre daha düşük aşınma derecesi olan kayalardır. Özellikle
ortogneyslarda sisitözite de az belirgin olduğundan, hava fotoğraflarında
bunları asit plutonik kayalardan ayırmak oldukça güçtür. Ancak parag-
neyslarda sisitözite veya bandlı yapı çok daha belirgin olarak gelişmiştir.
Ayrıca bunların arasında amfibolit, miksisit veya mermir seriyeleri de
bulunabilir ve bu seriyelerin yapının tanınmasını kolaylaştırırlar.

Serpantinler de koyu renk tonları, yuvatacak morfolojileri ve genellikle geniş aralıkli dendritik drenaj ağı; ayrıca çevreye göre daha az bitki barındırmaları gibi özelliklerine dayanılarak tanımlanabilir.

Kristalin şistlerde tabakalar, sistrozite yüzeyleri ve kıvrım eksenleri gibi yapısal unsurlar genellikle büyük eğimli olurlar. Çünkü metamorfizma sırasında bu kayalar aynı zamanda şiddetli deformasyona uğramıştır genelikle. Kıvrımlar da bu nedenle çoğunca basit değil, karışiktir. Metamorfik kayaların başka bir genel özelliği de geçirimsizliklerinin düşük olmasıdır. Buna bağlı olarak çoğu metamorfik kayaların üzerinde iyi gelişmiş akarsu ağlarına rastlanır. En çok görülen drenaj ağı dendritik ve köşeli ağların karşını şeklindedir. Vadi yoğunluğu aşınma direncine bağlı olarak değişir. Örneğin fillitlerde büyük, gnayslarda daha düşüktür.

Kristalin şistlerde farklı petrografik birimlerin, örneğin amfibolit, merner, gnays; ya da fillitler, yeşilistler gibi birimlerin ardalanmalı olarak bulunması, bu birimlere bağlı olarak çoğunca çizgisel ve bandlar halinde (foto 50) bitki anomalilerinin gelişmesine yolaçabilir. Bu tür bitki anomalileri metamorfik kayaların tanınması için bir ipucu olabileceği gibi, metamorfik kayalardaki kıvrım ve fay gibi yapıların varlığını da ortaya koyabilir.

17. HAVA FOTOĞRAFLARIN ÜZERİNDE TEKTONİK YORUM

Tektonik yorum hava fotoğraflarından tektonik bilgiler çıkarmak için yapılan fotojeolojik çalışmaları kapsar. Hava fotoğrafları üzerinde tektonik yapılar kendilerini genellikle belirli yüzey şekilleri ile gösterdiklerinden, tektonik yorum petrografik yoruma göre daha kolay ve daha başarılı olmaktadır. Tektonik yorum için yüzey şekillerinden başka drenaj ağı farkları, renk tonu ve bitki örtüsündeki farklılıklar da yararlı olmaktadır.

Tektonik yapılar aşağıda geometrik gruplara ayrılarak fotojeolojik açıdan örneklerle açıklanmıştır.

17.1. Tabaka Duruşları

Tortul kayalarda tabakalar genellikle az veya çok renk tonu farklarıyla kendilerini belli ederler (örneğin foto 13, 56, 71, 72). Ayrıca tabaka serilerinde tabakaların aşınmaya karşı dayanıklılık dereceleri arasındaki farklar da, tabakalı yapının tanınmasına yararlı yüzey şekilleri oluşturur. Aşınmaya karşı daha dayanıklı olan tabakalar; örneğin marl veya kilit taşları arasında kumtaşı, ya da kalker tabakaları; diğerlerine göre daha az aşınacaklarından bunlar tabaka çıkıntıları meydana getirirler ve kaliteli fotoğraflarda da tabaka çıkıntıları kolaylıkla görülebilir (foto 16, 18, 19, 24, 69).

Bazı durumlarda tabakaların veya aynı tür tabaka gruplarının üzerinde petrografik bileşime ve kısmen de morfolojiye bağlı olarak farklı yoğunlukta ve kısmen de farklı niteliklerde bitki toptulukları gelişip, tabakalara bağlı bitki anomalileri meydana getirirler. Bu tür bitki anomalileri de tabakalı yapının tanınmasında yararlı olur (foto 34).

Yukarıda belirtilen özellikler tabakaların hava fotoğrafları üzerinde tanınmasını sağlayan özelliklerdir. Tabakaların yeryüzeyi ile arakesitleri, yani tabakaların arazide görülen sınırlarına bakılarak da tabaka duruşları çıkarılabilir. Yatay duruşlu tabakalar topoğrafik yüzeyle, topoğrafik eşyükseklik eğrilerine benzer tarzda arakesitler meydana getirirler (foto 13, 14, 34, 35). Eğimli tabakalarda eğim yönü vadilerdeki tabaka sınırlarına bakılarak, V-kurak olarak bilinen bir kuraldan yararlanmak suretiyle bulunabilir. Bu kurala göre eğimli tabakaların vadilerde yeryüzeyi ile arakesitleri V şeklindedir ve V'lerin köşeleri eğim yönünü gösterir (foto 16, 20, 36, 71, 72). Uygun koşullarda, düşey abartmayı da dik-kate alarak (11.4.), eğim açısını tahmin etmek de olanaklıdır. Hava fotoğrafları üzerinde tabaka eğim açılarının ölçülmesi ise ayrı bir bölümde anlatılmıştır (22.1.). Düşey ya da düşeye yakın duruşlu tabakaların, veya damarların sınırları, topoğrafik yüzeyin biçiminden etkilenmeden, düz çizgi şeklinde uzanır (foto 44, 45, 46, 63). Ancak arazi yüzeyi dağınık değil de düzün ise, tabakalar eğimli de olsa sınırları düz çizgiler şeklinde olur (foto 16). Bu konudaki geometrik bilgiler için jeolojik haritalarla ilgili başka kitaplara bakılmalıdır (Y. Tatar, 1975 a).

Geometrik bakımdan tabaka yüzeyi ile sistrozite yüzeyleri, çatlak yüzeyler arasında bir fark olmadıktan, yukarıdaki açıklamalar bu sıralanan yüzeyler için de geçerlidir. Örneğin foto 25'deki silin yatay, foto 46'daki damarlarla foto 56'daki fayın düşey oldukları aynı kurallara dayanılarak çıkarılabilir.

Hava fotoğrafları üzerinde tabakaların ve eğim durumlarının görünmesi, kırıklı ve kıvrımlı diğer tektonik yapıların tanınması ve özelliklerinin çıkarılması bakımından da birinci derecede yararlı olmaktadır (örneğin foto 56, 69).

17.2. Kırıklı Yapılar

Fotojeolojik çalışmalarda kırıkları genellikle çatlaklar ve faylar olmak üzere iki gruba ayırmak yeterli olmaktadır. Hava fotoğraflarında geniş anlamda fotolineasyon (fotoğrafik çizgisellik) kırıkları gösteren en önemli belirtirdir (foto 59, 62, 63). Kırıkların öncelikle morfolojik belirtileri kolaylıkla görüldüğünden, hava fotoğrafları üzerinde en başarılı jeolojik çalışma konularından biri kırık analizidir. Kırıklı yapıların hava fotoğraflarında tanınmasına yararlı özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Bunların her birinin mutlaka tek başına görülmesi gerekmez. Örneğin hendek şeklindeki çizgisel bir çukurluk aynı zamanda çizgisel bir biki anomali şeklinde de görülebilir (foto 17, 49).

- Dik topografik seyler, ya da uçurumlar (foto 14, 65, 68),
 - Bloku yapı şekilleri (foto 14, 17, 20, 29),
 - Morfolojide ani kesilmeler (foto 37, 52, 53, 64, 84),
 - Kayag birimlerinde ani kesilmeler (foto 52, 53, 56, 64, 67, 68),
 - Köşeli drenaj ağları (foto 60, 63, 77),
 - Hendek şekilli uzun ve çizgisel çukurluklar (foto 17, 49, 58, 77),
 - Magmatik damarlar (foto 44, 45, 46, 51),
 - Çizgisel biki anomalleri (foto 17, 59),
 - Volkanların çizgisel sıralanışı,
 - Karstik çukurların çizgisel sıralanışı,
 - Kaynakların çizgisel sıralanışı (foto 66),
 - Düz çizgiler şeklinde uzanan vadiler (foto 26, 54, 77, 85).
- Yukarıda sıralanan verileri kırıklı yapı olarak değerlendirirken dik-kalı olmak gerekir. Çünkü bunlardan bazıları kırıklar dışında başka nedenlerle de oluşabilir. Örneğin dik topografik seyler aşınmaya karşı dayanıklı kumtaşı ve benzeri tortul kayalıklarda, kırıklara bağlı olmaksızın da meydana gelebilir; ancak bu tür seyler genellikle, kırıklara bağlı olanlar gibi, düz hatlar şeklinde uzanmaz (foto 35).

Bloku yapı şekilleri farklı doğrultularda, özellikle iki belirgin doğrultuda gelişmiş çok sayıda kırıklarla kayaların bloklara bölünmüş olması durumundan ortaya çıkar. Morfolojideki ani kesilmeler sık biki örtüsüyle kaplanmış arazilerde hava fotoğraflarında bile görülebilir (foto 37). Buna karşılık kayag birimindeki ani kesilmeler ancak çiplak, ya da yarı çiplak arazilerde görülebilir (foto 56, 64, 68).

Köşeli drenaj ağlarının kırıklara bağlı olarak geliştiklerine daha önce değinilmişti (Şk. 36). Hendek şekilli uzun çizgisel çukurlukların değerlendirilmesi sırasında, bunların farklı aşınma direnci olan tabaka serilerinde kolay aşınabilen tabakaların doğrultuları boyunca meydana gelebilecekleri de hatırlanmalıdır.

Magmatik damarların bir kısmı önceden varolan tektonik kökenli kırıkların magma ile dolması sonucu oluşmuştur; bir kısmı da magmanın yerleştiği içinde yukarı doğru yükselmesi sırasında, magma imişinin etkisiyle meydana gelmiş, magmatik kökenli kırıkları temsil edebilir.

Çizgisel biki anomalleri de kırıklardan başka, tabakalara bağlı olarak da meydana gelebilmektedir (foto 34).

Volkanların kırıklı yapılarla ilişkileri foto 43 ve 48'de örneklennmiştir. Bazı bölgelerde büyük tektonik kırıklar boyunca sıralanmış volkanlar bulunmaktadır. Örneğin Erzurum ovası ve Kelkit vadisindeki bazı geniş volkanlar Kuzey Anadolu Fay Zonuna bağlı volkanlardır. Karstik arazi-

lerde bir çizgi boyu sıralanmış köşeli, obruk gibi çukurlukları, birbirine paralel olarak sıralanmış layeler de tektonik kırıklara bağlı olarak gelişmiş olabilirler. Ancak gölme dolinlerinin yeraltı mağara sistemlerinin taraflarının yer yer çökmesiyle oluştukları düşünülmüşse, bir çizgi boyu sıralanmış karstik çukurlukların mutlaka bir kırık belirtilmesi olmayacaktır. Bir çizgi boyu sıralanmış kaynaklar da fay kaynakları olabilir gibi, tabaka kaynakları da olabilir (foto 68). Tabaka doğrultularına bağlı olmadan, uzunca mesafelerde düz çizgiler halinde uzanan vadiler de genellikle kırıklar boyu gelişmiştir. Bu tür vadiler kırıkların en azından olasılıkla varlığını gösterirler (foto 26).

Kırıkların geyik veya fay olarak atfedilmesinin için alın olup olmadığının da görülmesi anlaşılması gerekir. Fotoğraflarda bazı durumlarda herhangi bir atınım olmadığı anlaşılabilir (foto 14, 60). Atınım olduğundan doğruya, ya da dolaylı olarak görülmesi halinde kırıklı yapılar fay olarak nitelendirilir (foto 16, 52, 53, 56, 57, 67, 68, 75, 76, 79). Bu iki durumun dışında, yani atınım olup olmadığının anlaşılmasını halinde yapıyı "tektonik kırık" olarak adlandırmak zorunu olmaktadır. Uygun koşullarda fayların atınım gesitileri ve geometrik sınıflamadaki yeri de saptanabilir (foto 56, 57, 77).

Çok sayıda kırıkların birarada bulunması halinde, bunların birbirleriyle kesişme durumlarına bakılarak, hangisinin daha önce, hangisinin daha sonra meydana gelmiş olduğu anlaşılabilir (foto 49).

Hava fotoğraflarında görülen kırık izlerinin önce haritaya işlenmesi; sonra da haritada bunların doğrultularını ölçüp, diagramlar yardımıyla değerlendirilmesi kırık analizinin konusudur (F.K. List, 1968, 1969; P. Kronberg, 1970; Y. Tatlar, 1975 b).

Kırık analizi için hava fotoğrafları üzerinde yalnızca duruşu iyi ölçülebilen kırıkları değil; görülebilen bütün kırıkları dikkate almak gerekir. Böyle yapmak, ölçülen kırıkların özellikle deformasyon mekanizması açısından istatistiksel olarak değerlendirilmeye tabii tutulabilmesi bakımından zorunludur. Kırıkların gül diagramları veya başka diagramlar yardımıyla değerlendirilmesi ve buradan bölgede etkin olmuş tektonik kuvvetler hakkında yorum yapılabilmesi için ayrıca; öncelikle kırıkların aynı bir jeolojik zaman ve aynı tektonik olay birimine ait olmaları gerekir. Bu durum hakkında da gerekli jeolojik bilgileri elde etmek için gerekirse arazi çalışması yapılmalıdır.

Hava fotoğrafları üzerinde kırık analizinde üzerinde durulması gereken önemli bazı bilgiler, daha çok F.K. List'e (1968) göre, aşağıda özetlenmiştir.

Fotoğraflarda çizgisel kırık izi olarak görülen yapınası unsur göğün altında kırık yüzeyinin gerçek doğrultusunu vermez, aslında bu iz kırık yüzeyinin yeryüzeyi ile arakesiti olan çizginin yutay fotoğraf düzlemindeki

izdüşümüdür. Ancak bu izin doğrultusu ile gerçek doğrultu arasındaki fark yamaç eğimiyle doğru; kırık yüzeyinin eğimiyle ters orantılıdır. Düz arazilerde, veya eğimi 10° ye kadar olan yamaçlarda, kırık yüzeyinin eğimi ne olursa olsun, fotoğraftaki kırık izi doğrultusu aynı zamanda kırık yüzeyinin gerçek doğrultusu durumundadır. Yamaç eğimi 40°'ye kadar büyük de olsa, kırık yüzeyi düşey, veya hemen hemen düşey durumda ise, yine fotoğraftaki kırık izi doğrultusu kırık yüzeyinin doğrultusu durumundadır. Bu uç değerler arasında yamaç eğimi büyüdükçe, ve yüzeyin eğimi de küçüldükçe fotoğrafta ölçülen kırık izi doğrultusu ile kırık yüzeyinin gerçek doğrultusu arasındaki sapmanın (hatanın) değeri de büyür. Kırık yüzeyinin eğimi 60°, yamaç eğimi de 35-40° arasında iken bu hatanın değeri 15-25° kadar olur. Fotoğraflarda tanımlanabilecek kırıkların çoğunlukla 70-90° gibi yüksek eğimli olmaları; az eğimli kırıkların ise genellikle aşınma ile kendilerini belli edecek morfolojik özellik kazanmamaları, hava fotoğraflarında ölçülen kırık izi doğrultularının, ihmal edilebilecek kadar ufak hatalarla, gerçek doğrultu olarak kabul edilmelerini gerektirir.

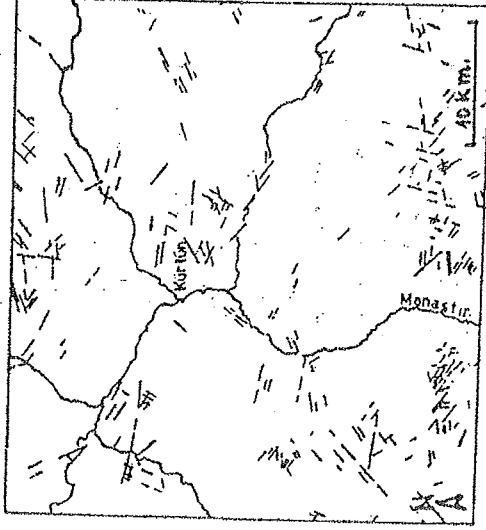
Hava fotoğraflarında kırık izi doğrultularını kırıkların gerçek doğrultularından saptaran bir başka etken de ışınal kaymadır (11.1.). Bu etkinin ortaya çıkardığı sapma duruma göre 30 dereceye kadar çıkabilir. Buna göre, merkezden itibaren ışınal olarak yerleşmiş kırıkların dışına kalan bütün kırıklarda ışınal kayma olur. Bu çeşit kırıkların doğrultularını hatasız olarak ölçülebilmek için, önce ışınal kaymadan doğan bozulmuş giderilmesi gerekir (11.1.).

Yukarıda açıklanan nedenlerle, fotoğraflar üzerinde görülen kırıkların doğrultusunu, doğrudan doğruya fotoğraflar üzerinde görülen kırık izlerinde ölçmek yanlış sonuçlara götürülebilir. Bu bakımdan "İşınal Çizgi Kaydedici" (Radial Line Plotter) veya basit "Stereo Harita Aleti" (Stereo Top) gibi özel aletler (P. Kronberg, 1967) yardımıyla kırıklar haritaya işlendikten sonra, ölçülerin bu kırık haritası üzerinde yapılması gerekir.

Eğer elde bölgemin hava fotoğraflarının ölçüğünde, veya ona yakın ölçekte topografik haritası varsa; kırık izlerinin önce arazi şekillerinden yararlanılarak bu haritaya işlenmesi, sonra da harita üzerinde açılı ölçülebilir doğrultuların ölçülmesi de, çoğu durumlarda yeterli doğrulukta sonuçla götürülecek, pratik bir yöntemdir.

Kırık haritası üzerinde açılı ölçülebilir kırık doğrultuları ölçülürken, aynı zamanda istatistiksel değerlendirmede dikkate alınması gereken "kırık deşerliliği" de bulunabilir. Bunun için kırık haritası üzerine kareli bir aydınlatma kağıdı konur. Kareli kağıda her kare kenarı, arazideki ortalama kırık uzunluğundan biraz daha büyükçe olacak şekilde seçilir. Her kare içine rastlayan kırıkların doğrultuları ve adimleri ölçülerek bir liste ha-

linde kaydedilir. Sonra da bu listedeki değerlere göre, kırık diagramları (genellikle gül diagramı) yapılır. Bu yöntemde büyük kırıkların yalnız adetleri değil, uzunlukları, ya da büyüklükleri de dikkate alınmış olur. Bu yöntem kırık haritası üzerinde, harita ölçeğine göre küçük sayılacak, çok sayıda kırık bulunması durumlarında uygulanmalıdır (ş.k. 43).



Şekil 43. Doğu Karadeniz bölgesinde Kürtün (Gümüşhane) çevresinin foto lineasyon (kırık izi) haritası. P. Kronberg (1970) tarafından hava fotoğraflarından yararlanılarak yapılmış kırık izi haritasından alınmıştır.

17.9. Kıvrımlı Yapılar

Kıvrımlı yapılar granit, gabbro, serpantin gibi masif kayalarda değil, tabakalı veya şistli kayalarda meydana gelir. Hava fotoğraflarında tabakalı veya şistli yapıların tanınması ile, varsa kıvrımlı yapılar da tanınmış olur (foto 69, 72). Tabakalaşma, ya da şistozitenin tanınmasında kayaların aşınma dirençlerine bağlı olarak meydana gelen yeryüzü şekillerinden, renk tonu ve bitki örtüsü farklarından yararlanma olanakları daha önce anlatıldığı gibi, burada aynı bilgiler tekrar edilmeyecektir. Ancak düşey abartma tabakaların eğim açılarını yanı sıra olarak gösterildiğinden (11.4.), gerçek eğimleri 40-45 derecesinin üstünde olan tabakalar düşeymiş gibi görülebilir; hatta doğrultuları belli olmakla beraber eğimlerinin hangi yöne olduğunu kestirmek bile güç olabilir (foto 69). Böyle durumlarda, varsa vadilerdeki tabaka sınırlarına bakıp, V-kurallından (17.1.) yararlanmak olumlu sonuçlara götürülebilir (foto 71, 72, 73).

Açık veya az örtülü arazilerin hava fotoğraflarında, geçili boyutlarıdaki makro kıvrımlar doğrudan doğruya gördüklerimize haritaya aktarılabilir (foto 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76). Bu iş için özellikle morfolojik olarak (foto 69) veya renk tonuyla (foto 71) göze batan klavuz seviyelerden yararlanılmalıdır. Klavuz seviyeler U veya V şeklinde iseler bir yöne doğru klavuz eksenleri sözkonusudur (foto 69, 70, 71,....). Böyle bir tarafta dalımlı antiklinal eksenlerinin uç kısımlarına yaslayan vadiler, genellikle burarlarda bükümlü bir şekli alırlar. Bu durum uç kısımlarda aşınmaya karşı dayanıklı tabakaların varlığından ileri gelir (foto 71).

Çok büyük kıvrımların tamamı tek fotoğraflar üzerinde değil, birden çok fotoğrafların bir araya getirilmesi ile elde edilen mozaiklere görülebilir. Uygun mostra koşullarında kıvrımların eğik ya da dik simetrik ya da asimetrik oldukları da hava fotoğraflarından çıkarılabilir. Bunun için kanatlarıdaki tabaka eğimlerinin birbirine karşılaştırılması; ayrıca eksen düzleminin eğiminin tahmin edilebilmesi gerekir. Örneğin foto 69 ve 70 deki antiklinallerin her iki kanadında tabakalar eksene göre simetrik; zıt yönlü ve eşit eğimli olduğundan, bunların dik simetrik antiklinaler olduğu anlaşılmaktadır. Foto 72'de güneş orta kısmındaki antiklinal ile foto 75'deki antiklinal ise asimetriklerdir.

174. Açık Diskordanslar

Açık diskordanslar (foto 10) uygun koşullarda hava fotoğrafları üzerinde tamamlanabilir. Bunun için diskordans yüzeyinin altında ve üstünde bulunan, birbirinden farklı durumlardaki kayalar birimlerinin görünür olması gerekir. Genel olarak diskordans yüzeylerinin eğim açıları küçük olduğundan, düşey hava fotoğraflarına göre, eğik hava fotoğrafları bu tür yapıları daha iyi gösterirler. Diskordans yüzeyinin altında ve üstündeki serilerin arasında renk tonu, aşınma derecesi, bitki örtüsü bakımından farklılıklar olması halinde, bu özellikler de diskordansların tanınmasını kolaylaştırır. Aşınma derecesi farklı birimler arasında, örneğin tortul kayalarla volkanik kayalar arasında, diskordansın varlığını gösteren yüzey şekillerine sık rastlanır (foto 7).

18. UYGULAMALI JEOLOJİ ALANINDA FOTOJEOLOJİNİN ÖNEMİ VE YARARARI

Uygulamalı jeolojinin gelişme dalıların geniş anlamda aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Jeolojik harita hazırlanması,
- Endüstriyel hammaddelerin araştırılması,
- Metallerin maden aramaları,

- Petrol ve doğal gaz aramaları,
- Mühendislik çalışmaları.

Bu dalların hepsinde de fotojeolojiden yararlanma olanakları vardır. Ancak fotojeoloji en fazla jeolojik haritaların hazırlanması ile ilgili çalışmalarda önem taşır. Daha önce de değindiğimiz gibi (2.), özellikle büyük ölçekli hava fotoğraflarının bu amaçla incelenmesi arazi çalışmalarının önemini ölçüde azaltmasını, tüm olarak harita hazırlanmasında sürenin kısıtlanmasını ve dolayısıyla personel ve para tasarrufu yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca yalnız arazi çalışmalarını değil, aynı zamanda hava fotoğraflarından da yararlanılarak yapılmış jeolojik haritalarda ayrıntı ve doğruluk derecesi daha yüksek olmaktadır. Fotoğrafların incelenmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan özel büyüteçli değerlendirme aletleri yardımıyla, özellikle açık arazilerin hava fotoğrafları üzerinde bir çok tektonik ve petrografik ayrıntıyı tanıyıp, haritaya işlemek mümkün olmaktadır.

Fotojeolojinin, jeolojik haritaların hazırlanmasındaki bu önemi dolaylı olarak yukarıda sıralanan diğer çalışma dalları için de geçerlidir. Metalik madenlerin; kaolin, magnezit, alüminyum, asbest, tuz v.s. gibi endüstriyel hammaddelerin; kum, çakıl, yapı taşı gibi doğal yapı malzemesinin; petrol, doğal gaz ve yeraltı sularının arama çalışmalarında, hava fotoğraflarından da yararlanılarak yapılmış iyi bir jeolojik harita temel taşı niteliğindedir. Bu şekilde hazırlanan jeolojik haritaların üzerinde veya doğrudan doğruya hava fotoğraflarının incelenmesi ile; önce gerek petrografik, gerekse yapısal özellikler bakımından belirli bölgelere saptanmış ve arazi çalışmalarını öncelikli bu bölgelere yönlendirilirse, çalışmalarda hem ekonomi ve sürat sağlanır, hem de başarı oranı artmıştır.

Arama çalışmalarında renkli hava fotoğraflarının ve özellikle renkli hava slaytlarının kullanılması daha da başarılı sonuçlara götürmektedir.

Genel maden aramalarında, gerekse diğer arama çalışmalarında hangi petrografik ve tektonik özelliklerin ne gibi anlamlar taşıdıkları konusunda, maden yatıkları, petrol jeolojisi, hidrojeoloji gibi diğer disiplinlerin konusudur ve bu disiplinlerle ilgili kitaplar da anlatılmıştır. Örneğin petrol aramasında tuz domları (foto 84), granit volkanları, kapalı antiklinaller (foto 74, 75, 77) gibi unsurların önemi petrol jeolojisi dersinde konu edilir. Petrol arama çalışmalarını inceleyen bu unsurlara dikkat edecek; bunların bulunduğu yerleri "ihtimal bölgeleri" olarak saptayıp, arazi çalışmalarını özellikle bu bölgelere yönlendirecektir. Maden arama çalışmalarında

fotojeolojik çalışmalarında, havadan yapılan jeolojik arama yöntemlerinin birleştirilmesi olumlu sonuçlara götürmektedir.

Mühendislik jeolojisi çalışmalarında fotojeoloji özellikle yol güzergâhlarının ve baraj yerlerinin saptanmasında; heyelanların ve sahil aşınmalarının incelenmesinde ve bunlara karşı önlemlerin aranmasında, kum, çakıl, taşı gibi doğal yapı malzemesinin bulunmasında yararlı olmaktadır. Amaca göre uygun ölçekteki hava fotoğraflarının özel stereo değerlendirme aletleriyle incelenmesi bu konularda gerekli pek çok ayrıntılı bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır.

Yukarıda sıralanan çalışmaya alanlarında hava fotoğraflarından tam anlamıyla yararlanabilmek için, yorumunun yapılmasına delilinde yeterli jeolojik bilgi ve tecrübeye sahip bulunması ve hava fotoğraflarının jeolojik yorumu konusunda da uzmanlaşmış olması gerekir.

19. FOTOJEOLOJİK HARİTA VE RAPORLARIN HAZIRLANMASI

Hava fotoğraflarından yararlanarak jeolojik harita yapmak için elimizde bölgenin, fotoğrafların ölçeğiyle aynı veya ona yakın ölçekte topografik haritası varsa; fotoğraflarda saptadığımız jeolojik verileri, özelikle yeryüzü şekillerinden faydalanarak haritaya işleyebiliriz. Stereoskop veya büyüteç dışında herhangi özel bir değerlendirme aletinden yararlanılmayı gerektirmeyen böyle bir çalışmaya yönteminde, fotoğraflar arazi nin maketi yerine kullanılmış olmaktadır.

Jeolojik verileri daha duyarlı ve doğru olarak fotoğraflardan haritaya aktarmak için tek prizmalı değerlendirme aleti (sketch master), ışın-sai değerlendirme aleti (radial line plotter) ve stereo değerlendirme aletleri (stereotop, stereopret) adı verilen özel fotogrametrik aletler kullanılır (P. Kronberg, 1967, s. 212-216). Bunlardan sketch master basit yapılı, jeologların da her zaman kullanabilecekleri kadar pratik nitelikte bir alettir. Bu aletle çalışırken fotoğraf aletin düşey duran fotoğraf tablasına, harita ise yatay duran masaya yerleştirilir. Aletin bir prizması vardır ve bu prizmadan bakınca fotoğraf harita üst üste çakışmış olarak görülür. Prizma kolunun harita ve fotoğrafa olan uzaklıkları ayarlanarak her serisinde fotoğrafın belirli bir kısmı ile, haritanın aynı alanı gösteren kısmı arasındaki ölçek farkları da giderilerek, fotoğraftaki jeolojik veriler doğrudan doğruya harita üzerine çizilir. Fotoğraftaki geometrik bozuklukların, örneğin eğiliktan doğan bozuklukların prizma ayarlaması ile giderilmesi olanaklıdır. Engebeden doğan ışınsal kaymanın yarattığı bozuklukları bu alette prizma ayarlaması ile gidererek, fotoğraf harita arasında tam bir çakışma sağlanmadığından, engebeli arazilerde ilgili çar-

ışmalarda sketch master aletinin kullanılması doğru olmaz. Bu tür arazilerin hava fotoğraflarındaki jeolojik verileri haritaya aktarmak için ışın-sai değerlendirme aleti daha uygundur. Çünkü ışın-sai değerlendirme aleti özel olarak ışınsal kaymadan doğan bozuklukları gidermek için yapılmıştır. Ancak bu alet ile de eğiliktan doğan geometrik bozukluklar düzeltilemediğinden, değerlendirme için eğikliği en fazla 3 dereceyi geçmeyen düşey hava fotoğraflarının kullanılması gerekir.

Engebeli arazilerin hava fotoğraflarında ışınsal kayma etkisi ile yön ve uzunluklarda bozukluk meydana geldiğinden, örneğin fotolineasyonların haritaya işlenmesinde bu bozuklukların ya 29' da anılan yöntemle, ya da ışın-sai değerlendirme aleti ile giderilmesi zorunludur. Engebeli, fakat açık arazilerde, büyük boyutlu çizgisel yapı unsurlarını hava fotoğraflarından haritaya aktarmak için yüzey şekillerinden yararlanılması genellikle yeterli olmaktadır (ş.k. 60, 62 ve foto 60, 67).

Fotojeolojik haritaların hazırlanmasında kullanılan harita işaretleri, bazı bakımlardan arazide yapılan jeolojik haritaların işaretlerinden farklıdır. Özellikle topografik haritası bulunmayan bölgelerle ilgili çalışmalarda, hazırlanan fotojeolojik haritalarda drenaj ağı, kaynaklar, bataklıklar, sahil çizgileri, bitki örtüsü, yaşama yerleri, yollar ve benzeri verilerin de belirli işaretlerle gösterilmesi gerekir. Ayrıca fotoğraflar üzerinde göze batan tabaka sınırları ve tabaka yüzeylerinin de gösterilmesi uygun olur. Değişik unsurlara ait işaretlerin birbirinden daha kolay ayırtılabilemesi için farklı renkler de kullanılabilir. Genellikle hidrografi için mavi, bitki örtüsü için yeşil, yaşama yerleri ve yollar için kırmızı, jeolojik unsurlar için siyah renkler seçilir.

Her haritada olduğu gibi fotojeolojik haritalarda da yön, ölçek, koordinatlar, belirtiş, haritanın yapılış tarihi ve haritayı yapanın adı kaydedilmelidir.

Normal jeolojik raporlarda olduğu gibi, hava fotoğraflarından yararlanılarak yapılmış bir jeolojik çalışmanın sonuçlarını içeren fotojeolojik raporların hazırlanmasında da, jeolojik rapor hazırlanması ile ilgili temel kurallara uyulması gerekir.

Hava fotoğrafları üzerinde elde edilen jeolojik veriler, arazide elde edilenlerden genellikle daha farklı ve daha eksik olduğundan, fotojeolojik raporlar da arazi çalışmasına dayanılarak hazırlanmış jeolojik raporlardan farklı olur. Aradaki farkların başlıcaları aşağıda sıralanmıştır:

a) Fotojeolojik haritalarda tahmini kayaç birimi sınırları, kesim sınırları göre daha çoktur.

b) Fotojeolojik harita ve raporlarda petrografik veriler genellikle daha eksik ve yetersizdir.

c) Yapısal verilerde (tabaka duruşları, kıvrım eksenlerinin durumu, fayların duruşları vb) sayısal değerler fotojeolojik haritalarda pek bulunmaz. Küçük kıvrım eksenleri de işaretlenmez. Ayrıca araziye yapılan haritalara göre, fotojeolojik haritalardaki yapısal veriler daha azdır.

e) Kayag birimlerinin kalınlıkları da fotojeolojik raporlardan eksiklii verilebilir, doğru halde hiç verilemez.

Ashında doğru zaman, özellikle arazinin örtülmüş olması durumunda, hiç araziye çıkmadan, sadece hava fotoğraflarından yararlanılarak jeolojik harita yapılması ve jeolojik rapor hazırlanması olanaklı değildir.

IV. BÖLÜM:

HAVA FOTOĞRAFLARI ÜZERİNDE UZUNLUK VE YÜKSEKLİK ÖLÇÜMÜ VE BUNUN JEOLÖJİDE UYGULAMALARI

20. İKİ NOKTA ARASINDAKİ YATAY UZAKLIĞIN ÖLÇÜLMESİ

İnceleme yapılan bir bölgenin elde uygun bir topoğrafik haritası varsa, bu haritadan herhangi iki nokta arasındaki yatay uzunluk veya yükseklik farkı kolaylıkla bulunabilir. Topografik haritası olmayan bir bölgenin hava fotoğrafları üzerinde fotojeolojik çalışmalar yapılırken yatay uzunluğun ve yükseklik farkı ölçümünün de doğrudan doğruya fotoğraflar üzerinde uygulanması gerekir.

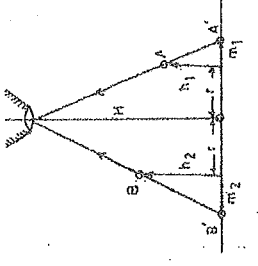
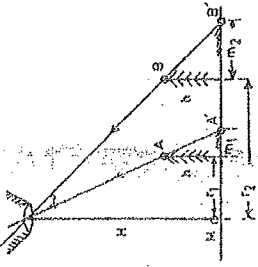
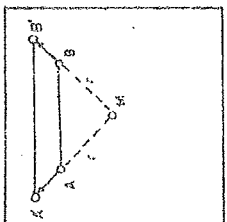
Dişey hava fotoğraflarında engelmeden doğan ımsal kaymadan ötürü yatay uzunlukların bulunması olacağı 11.1.'de anlatılmıştır. Buradan anlaşılacağı üzere, yatay uzunlukların doğru olarak ölçülebilmesi için ımsal kaymadan doğan geometrik bozukluğun düzeltilmesi gerekir. Bu bozukluğun düzeltilmesi demek, ımsal kaymaya uğramış bir noktanın, belirli bir referans noktasından geçen yatay düzleme göre haritasal yerinin (10.) bulunması demektir. Genellikle referans noktası olarak fotoğraf merkez noktası alınır ve diğer noktaların, merkez noktasından geçen yatay düzlem üzerindeki dik izdüşümleri, yani haritasal yerleri bulunur.

Merkez noktası referans olarak alındığında ımsal kayma $m = r \cdot h / H$ olduğuna göre (11.1.), merkez noktasından farklı noktalarda bulunan bütün noktalar ımsal kaymaya uğramış sayılırlar (şk. 44).

Herhangi iki arazi noktası arasındaki gerçek yatay uzaklığı bulmak için yapılması gereken işleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

a) Merkez noktasının seviyesine göre fotoğraf diğelinin bulunması.

Bu diğek ya fotoğrafın sağlandığı kurtından öğrenilir veya araziye merkez noktası ile aynı rakımda bazı noktalar sapılarak, bu noktalar ara-



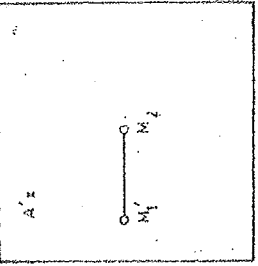
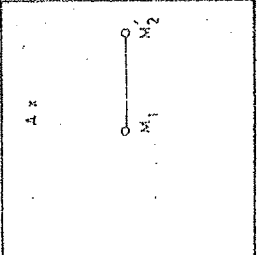
Şekil 44. Değişik durumlarda ışınal kayma. a: Merkezden eşit uzaklıkta (r_1), rakamları aynı iki a-zal noktasının (A, B) ışınal kayması. A ve B rakamları merkez noktasından daha yüksek olan arazi noktalarının haritasal yerleri; A' ve B' ise fotoğraftaki görüntülerini temsil etmektedir. b: Merkezden farklı uzaklıklarda (r_1, r_2), rakamları aynı ve merkez noktasından yüksekten bulunan iki arazi noktasının (A, B) ışınal kaymaları arasındaki farklar (m_1, m_2). c: Merkezden eşit uzaklıkta (r), merkez göre farklı yüksekliklerde (h_1, h_2) bulunan iki noktasının (A, B) ışınal kaymaları arasındaki farklar (m_1, m_2).

sındaki fotoğraf uzunluğu ile gerçek uzunluk (arazide ölçülür) oranlanır ve $S = l/L$ eşitliği ile ölçer hesaplanır.

b) Aralarındaki yatay uzunluğu ölçmek istediğimiz iki noktasının haritasal yerleri (10) bulunur. Herhangi iki noktasının merkez noktasına göre haritasal yerlerinin bulunması aşağıdaki yöntemle göze vaptabilir (P. Kronberg, 1967, s. 202).

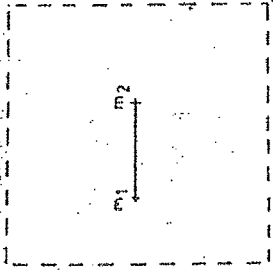
1. Stereoskopik model aynalı stereoskopa incelenenekmiş gibi doğru olarak yerleştirilir ve fotoğraflar köşelerinden masaya tutturulur. Merkez ve taşınmış merkez noktaları M_1, M_2, M_1', M_2' olarak gösterilir.

2. Haritasal yerleri bulunacak noktasının her iki fotoğraftaki görünüşü ince uçlu bir kalemle ve dikizle işaretlenir (Şk. 45'te A ve A' noktaları).

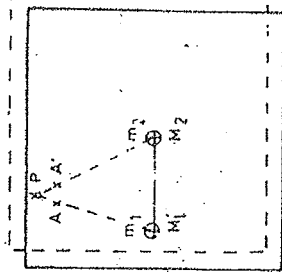
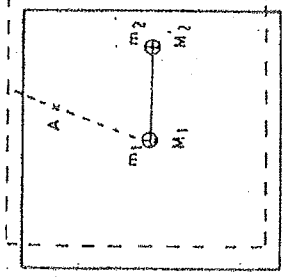


Şekil 45. Işınal kaymaya uğramış bir noktasının (A) haritasal yerinin bulunması için stereoskopik modelin hazırlanması. Açıklama için metne bakınız.

3. Bir aydıngeç kağıdı veya daha iyisi bir asetat kağıdı üzerine $m_1, m_2 = b_m$ (ortalama fotobaz) $= M_1 M_2 / 2 + M_2 M_1 / 2$ değerinde bir uzunluk çizilir (Şk. 46).



Şekil 46. Şekil 45'teki A noktasının haritasal yerini bulmak için hazırlanmış geçirgen kağıt. Açıklama için metne bakınız.



Şekil 47. Şekil 46'daki gibi hazırlanmış geçirgen kağıt üzerinde, Şekil 45'teki A noktasının haritasal yerinin bulunması. Fazla açıklama için metne bakınız.

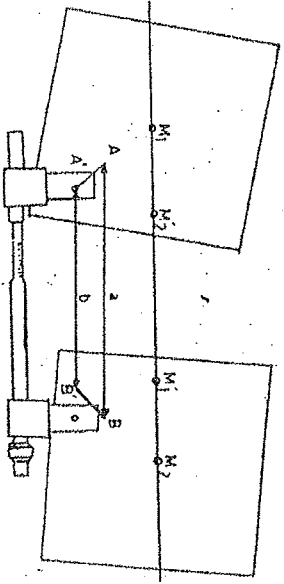
4. Hazırlanan geçirgen kağıt önce birinci fotoğrafın üzerine, b_m merkezleri birleştiren çizgiyle, m_1 ile M_1 ve m_2 ile M_2 arasındaki mesafeyi gösteren bir doğru çizilir. Daha sonra çizim kağıdı, yine b_m merkezleri birleştiren çizgiyle, m_1 ve M_1 ile m_2 ile M_2 arasındaki mesafeyi gösteren bir doğru çizilir. $m_1 A$ ve $m_2 A'$ doğrularının kesim noktası, A noktasının merkez noktaları düzlemine göre haritasal yeridir. Bu haritasal yeri geçirgen kağıttan fotoğraflar üzerine taşımak için, geçirgen kağıt yukarıda açıklanan tarzda sırayla fotoğraflar üzerine yerleştirilir ve bir toplu iğne kullanılarak fotoğraflara işaretlenir.

Yukarıda anlatılan işlem yardımıyla istenildiği kadar noktasının haritasal yeri bulunabilir. Fotoğrafların, merkez noktaları seviyesine göre

ölçekleri de bilinirse, bu noktalar arasındaki gerçek yatay uzunluklar $L = I/S$ formülüyle hesaplanabilir. Fotoğrafların merkez noktaları arasında önemli rakım farkı varsa, bu formülde kullanılacak ölçek ortalamaya bir ölçek alınacağından, hesaplanacak uzunluklar da ancak yaklaşık bir değer taşıyacaktır.

21. İKİ NOKTA ARASINDAKİ YÜKSEKLİK FARKININ ÖLÇÜMESİ

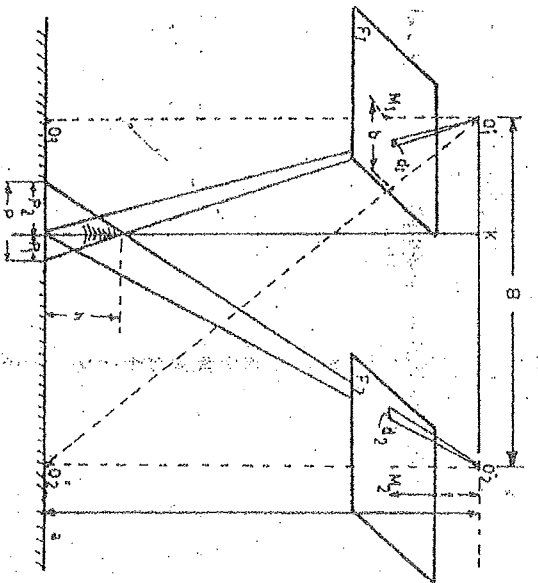
Hava fotoğrafları üzerinde herhangi iki nokta arasındaki yükseklik farkı, paralaks farkı ölçümü yoluyla, dolaylı olarak bulunmaktadır.



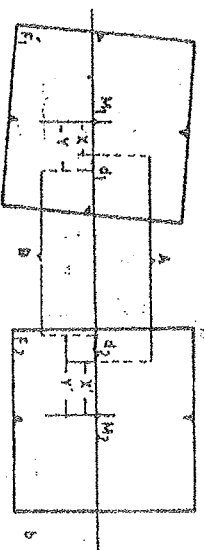
Şekil 48. Bir stereoskopik modelde paralaks farkı ölçmek için modelin ve paralaks çubuğunun yerleştirilmesi. Stereometre (paralaks çubuğu) ile a ve b uzunlukları farklı ölçülür. Aynı iki uzunluk arasındaki fark taban görüntüleri A ve B, tepe görüntüleri A' ve B' olan cisim paralaks farkıdır (Laitman & Ray'den değiştirilerek).

Paralaks (Yunanca değişme demektir), bakış noktasının değişmesi halinde bir cismin, bir referans noktasına göre görünüş yerinin değişmesi anlamını taşımaktadır. Hava fotoğraflarında da uçağın uçuş sırasındaki silireki olarak bakış noktası değiştiğinden, her fotoğrafta arazi noktaları değişik yerlerde görünürler (foto 80).

Yükseklik farkının hesabı için paralaks farkı önemlidir. Fotoğraflarında paralaks farkı, stereoskopiya incelemek üzere doğru olarak yerleştirilmiş bir stereoskopik modelde (Şk. 48 veya foto 39, 80) bir cismin, örneğin bir ağacın, bir binanın veya bir yamaçın taban noktalarının görüntüleri arasındaki uzunluk ile (Şk. 48, a); tepe noktalarının görüntüleri arasındaki uzunluğu (Şk. 48, b; foto 39, 80) mutlak farkına demir. Foto 80'de bu paralaks farkı paralaks çubuğu ile ölçülerek $2,06'' = 0,60'$ (inç) bulunmuştur.



Şekil 49. Hava fotoğraflarında paralaks ve paralaks farkı için açıklama için metne bakınız (Laitman & Ray, 1968)



Paralaks farkı (dp) ile yükseklik farkı (h) arasında aşağıda açıklanan bağıntılar bulunmaktadır.

Şk. 49'daki üçgen bağıntılarından $O', K/P, = O', K/P = (H-h)/h$; $O', K + O', K = B$ ile gösterilirse, $B/P (H-h)$; veya $P B h (H-h) (1)$ eşitliği bulunur.

O_1, O_2 üçgeninde $f/H = b/O_1, O_2 = b/B$, veya $B = H b/f$ yazılabilir. Bunun bu değeri (1) eşitliğinde yerine konulursa

$$P = H b h / f (H-h) \quad (2)$$

eşitliği çikarılması olur. Paralaks farkı dp'yi bulmak için $dp = A - B = d_1 + d_2$ (Şk. 49, b) ve $d_1 = f p_1 / H, d_2 = f p_2 / H$ bağıntılarından yararlanarak $dp = f (p_1 + p_2) / H = f p / H$ eşitliğini çikarabiliriz. p'nin (2)'deki değeri bu eşitlikte yerine konulursa $dp = b h / (H-h)$ olduğu görülür. Bu sonucun eşitliği h'ye göre çözersek

$$h = H dp / (b + dp) \quad (3)$$

bulunuz. (3) eşitliği paralaks farkı ile yükseklik farkı arasındaki bağıntıyı gösteren bir eşitliktir. Burada H uçuş yüksekliği, b fotobazdır.

Az eğimeli arazilerde (3) eşitliği basitleştirilerek

$$h = H \cdot dp / b \quad (4)$$

şeklinde kullanılır.

Fazla eğimeli arazilerde ise engelmeden doğan işsalsal kaymanın etkisini ortadan kaldırmak için ortalama fotobaz (b) yerine, ayarlanmış fotobaz (b') kullanılmaktadır.

Ayarlanmış fotobazı bulmak için stereoskopik model doğru olarak yerleştirilir (şk. 48, foto 39, 80). Bu durumda paralaks farkı ölçülecek cismin (eğaç, bina, yamaç, tepe, v.s.) tabanına göre ayarlanmış fotobaz $M_1 M_2$ — a tepesine göre ayarlanmış fotobaz da $M_1 M_2$ — b uzunluklarıdır (şk. 48). Eğer cismin tabanı fotoğraf merkez noktasından daha yüksekte ise, buna göre ayarlanmış fotobaz ortalama fotobazdan büyük; ters durumda ise küçüktür.

Çok eğimeli arazilerde yükseklik farkı ölçülecek yerin veya cismin taban noktasına göre uçuş yüksekliği de dikkate bulunmalıdır. Çünkü hava fotoğraflarında verilen uçuş yükseklikleri genellikle ortalama uçuş yükseklikleridir. Tabana ait uçuş yüksekliği H' olarak gösterilirse (3) eşitliği

$$h = H' \cdot dp / (b' - dp) \quad (5)$$

şeklini alır.

H' ve b' cismin taban noktasına göre alındığından, bu eşitlik paralaks farkının aşağıdan yukarıya doğru ölçülmesinde kullanılır. Eğer ölçme işlemi tepeden başlanıp tabana doğru yapılıyorsa

$$h = H' \cdot dp / (b' + dp) \quad (6)$$

eşitliği kullanılmaktadır. Buradaki b' tepe noktasına göre ayarlanmış fotobazdır.

Genel olarak ölçmeler tabandan tepeye doğru yapılır ve yükseklik farkı hesaplanmasında (3), (4) veya (5) eşitlikleri kullanılır.

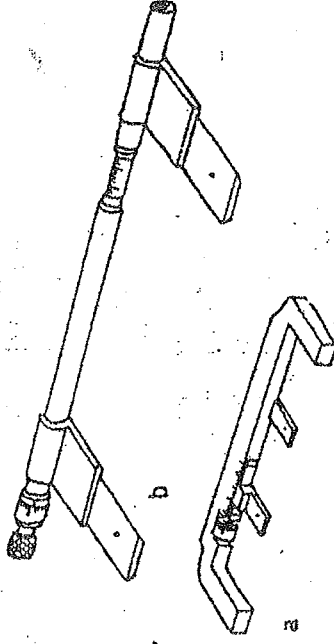
Paralaks farkları genellikle küçük hatalarla okunabilir. Yükseklik farkı hesaplanmasındaki hatalar daha çok uçuş yüksekliği ve ayarlanmış fotobazın hesaplanmasındaki hatalardan doğar. Bu nedenle H' ve b' değerleri dikkatle bulunmalıdır.

Eğer ne taban, ne de tepe noktaları ölçek ve uçuş yüksekliğini hesaplamaya elverişli olmayan bir tepenin yüksekliği bulunacaksa, bu takdirde ölçme için daha elverişli üçüncü bir nokta seçilir ve önce bu nokta ile tepenin taban noktası; sonra da bu nokta ile tepenin üst noktası arasındaki yükseklik farkları bulunur. İkisi arasındaki fark tepenin yüksekliğini verir.

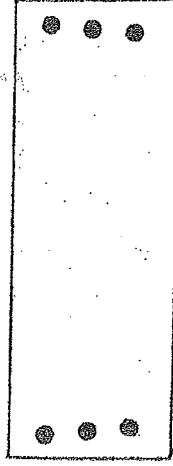
Paralaks Farkını Ölçme İşlemi

Paralaks farkı, paralaks çubuğu veya stereometre adı verilen bir aletle ölçülür. Şk. 50'de paralaks çubuğunun iki ayrı modeli görülmektedir. Çubuğun üzerinde birer nokta bulunan iki cam levhası (sol sabit, sağ hareketli) ve bir mikrometresi vardır.

Paralaks çubuğunun kullanılışı asma nokta ilkesine dayanır. Buna göre iki nokta stereoskopik olarak yerleştirilir ve bir stereoskopla bakılırsa, bundan elde edilen stereoskopik tek görüntü havada, askıdaymış gibi görünür. Bu görüntünün yerden yüksekliği, noktalar arasındaki uzun-



Şekil 50. Paralaks çubuğu modelleri (Lattman & Ray'den, 1963).
a: Cep Stereoskopu, b: Asmalı Stereoskopik için.



Şekil 51. Asma nokta ilkesi için hazırlanmış stereoskopik noktalar. Üstten alta doğru noktalar arasındaki uzunluklar büyümektedir (Lattman & Ray'den, 1965).

luğa bağlıdır ve onunla ters orantılıdır. Noktalar arasındaki uzunluk küçüldükçe bunların stereoskopik görüntüleri havada daha yukarıda, askıdaymış gibi görünür. Paralaks çubuğu yardımıyla bu (çubuğun cam levhaları arasındaki uzunluğun değiştirilmesi) uzunluk değiştirilerek noktaların stereoskopik görüntüsünün yerden yüksekliği sıfıra indirilebilir, yani nokta ölçülecek yerin üzerine konurabilir. Bu durumda paralaks çubuğu ölçülecek yere göre ayarlanmış olur ve ayarın değeri mikrometreden okunur. Hata oranını düşürmek için mikrometre ve tüm paralaks çu-

Jeolojik yüzeylerin doğrultu ve eğimlerinin bulunması için, uygun mostra vermiş yüzeylerde aynı doğrultu veya aynı seviyede bulunmayan üç nokta seçip, bu noktalara arasındaki yatay uzunlukları ve yükseklik farklarını bulmak ve sonra da "üç nokta problemi" ile çözüme gitmek gerekir (Y. Tatar, 1975 a, s. 71).

22.2. Jeolojik Kesitlerin Hazırlanması

Arazi noktaları arasındaki yatay ve düşey uzunlukların bulunabilmesi sayesinde, hem topografik, hem de jeolojik kesitleri, hava fotoğraf-larından yararlanarak hazırlamak teorik olarak olanaklıdır. Ancak bu tür bir çalışmada başları oranın arazinin morfolojisi, bitki örtüsü, mostra durumu ve başka birçok etkenlere bağlıdır ve hava fotoğrafları üzerinde çoğu zaman koşullar kesit çıkarmaya elverişli bulunmaz. Nâdir hallerde (foto 13, 16, 72, 73) noktalar arasındaki yatay ve düşey uzunluklardan başka, tabakaların duruşları da ölçülerek bazı geometrik hatalar ve eksik-lerde fotojeolojik kesitler yapılabilir.

22.3. Petrografik ve Yapısal Birimlerin Boyutlarının Bulunması

Fotoğraf üzerinde gösterilen bir kayaç biriminin stratigrafik kalınlığından başka, diğer mostra boyutları (uzunluk ve genişlik) de uy-gun koşullarda bulunabilir. Böylece örneğin bir volkanın büyüklüğü (foto 38, 39, 40, 44), bir damarın uzunluğu ve genişliği, bir kapalı antikli-nalin büyüklüğü (foto 75, 78), bir fayın atımı ve boyutları (foto 56, 57, 67, 77) fotojeolojik ölçülerden çıkarılmış olur. Yol güzergahlarının sap-tanması, baraj yerinin geometrik özelliklerinin çıkarılması, bir maden ya-tağının hiç değüise derinlik dışında kalan diğer boyutlarının bulunması da, amaca elverişli ölçek ve kalitedeki hava fotoğraflarının üzerinde bu yolla yapılabilir.

V. BÖLÜM:

UZAKTAN ALGI (REMOTE SENSING) TEKNİĞİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

Son yıllarda insanlı veya insansız uçuş yapan yapay uyduların yer-küresi çevresindeki yörengelere yerleştirilerek, bunlara konulan çeşitli ci-hazlarla yeryüzünün incelenmesi remote sensing veya Türkçe karşılığıyla uzaktan algı desilen yeni bir bilimsel kavramı ortaya çıkarmıştır.

Uzaktan algı çok geniş anlamda, cisimlerin buldukları yerlerden daha uzakta, onlara doğrudan doğruya dokunulmaksızın, çeşitli algıla-yıcı cihazlarla incelenmesi, özelliklerinin saptanması anlamını taşımakta-dır. Buna göre örneğin bir uçağa yerleştirilmiş fotoğraf makinesi, bir ast-ronomik teleskop, çeşitli radar cihazları, jeofiziksel prospeksiyon (arama) cihazları v.b. cihazlar hep birer uzaktan algı cihazlarıdır; bunlarla yapılan çalışmalar da geniş anlamda uzaktan algı teknoloji kapsamına girer. Ancak jeolojide uzaktan algı kavramının tanımını aşağıdaki gibi sınırlamak ye-rinde olur:

Uzaktan algı yeryüzünden yayılan ve yansıtılan mor ötesi (ultravi-olet), görünür, kızıl ötesi (infrared) ve mikro dalga ışınları (ş.k. 2) va-sıtasıyla cisimlerin özelliklerinin uzaktan incelenmesi teknolojisidir. Bu işin-larla, cisimlerin özelliklerinin incelenmesi genellikle fotoğraflara benzeyen görüntü (imagery) kaydedilerek yapıldığından, bu teknığe hava fotoğraf-ları teknolojinin ileri ve genişletilmiş bir kolu olarak bakmak olanaklı var-dır. Ancak uzaktan algı teknolojisinde fotoğrafcılıktan farklı olarak cisim-lerin bimsel ve renk özelliklerinden başka spektral ve zamana bağlı özelliklerini incelemek de söz konusudur. Yörüngeneye yerleştirilmiş uydu-lar sürekli olarak veri (bilgi) kaydettiklerinden uzaktan algı teknoloji gün-lük hava değişimleri, orman yangınları, buzul hareketleri ve benzeri kısa süreli değişiklikler hakkında bilgi elde etmeye de yaramaktadır.

Uzaktan algı tekniğinde kullanılan önemli yöntemler aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Fotoğrafik yöntemler,
- 2) Radar yöntemi,
- 3) Radyometre yöntemi,
- 4) Spektrometre yöntemi,
- 5) Multispektral kaydedici (multispektral scanner, kısaca MSS) yöntemi.

Bunlar arasında son yıllarda yapay uydular vasıtasıyla programlı olarak en fazla kullanılabildiği multispektral kaydedici yöntemi olduğundan; önce diğer yöntemlerin ilkeleeri hakkında kısa bilgi verilecek, daha sonra özel olarak multispektral kaydedici yöntemi üzerinde durulacaktır.

1. Fotoğrafik Yöntemler: Uzaktan algı tekniğinde fotoğrafik yöntemler denilince hava fotoğraflarını aklı gelmekte. Ancak uçaklardan çekilen klasik hava fotoğraflarının dışında, son yıllarda insanlı veya insansız uçuş yapan uzay araçlarından, örneğin Gemini, Apollo Serisi, Skylab gibi araçlardan çekilmiş yeryüzü fotoğrafları da geniş anlamda uzaktan algı tekniği kapsamına giren fotoğraflar olarak kabul edilebilir (foto 82, 83, 84).

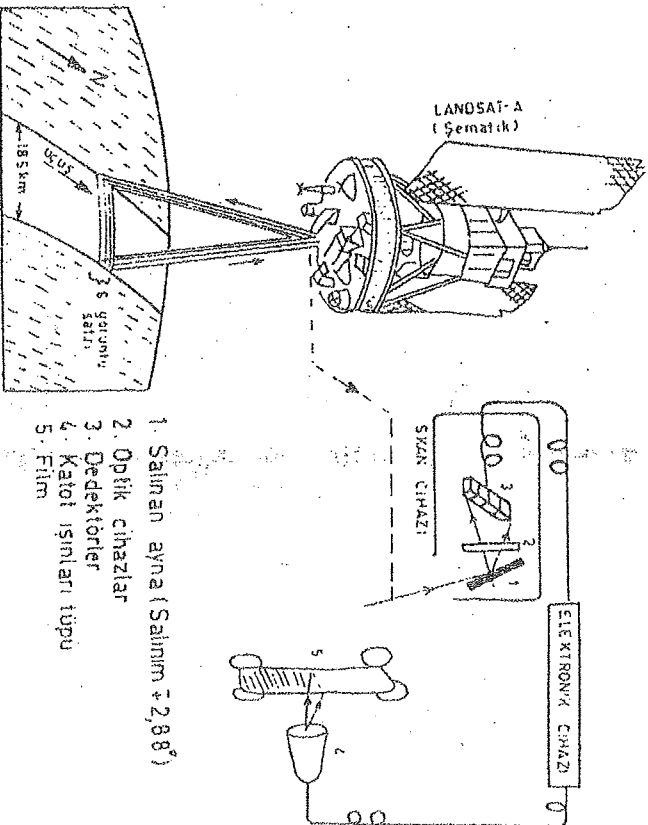
2) Radar Yöntemi: Radarlâr elektromanyetik spektrumunun mikro dalga ve radyo dalgaları ışınlarıyla çalışan aktif cihazlardır; yani bunlar kendileri cisimlerin üzerine antenleri vastasıyla elektromanyetik enerji gönderirler ve cisimlerden yansıyan tekrar gelen ışınları algırlar, kaydedebilirler. Cisimlerden yansıyan gelen mikro dalga veya radyo dalgaları ısımları bir katot ışınları tüpüne düşürülerek cisimlerin görüntüsü elde edilebilir; ya da kayıtlar bir bantta alınıp, daha sonra fotoğrafik görüntü haline getirilebilir (foto 81).

Radarlâr özellikle harp zamanlarında ve her türlü kötü hava koşullarında, arazi bilgileri elde etme gereksiniminden ötürü bulunmuş cihazlardır. Gerçekten radar sistemi aşağıda sıralanmış bazı önemli özelliklere sahiptir.

- a) Radar sinyalleri bitkilerden geçtiği için, bitkilerle örtülü arazilerde yüzeyde neler olduğu, örneğin düz bir arazide gayrimenkul altında su bulunup bulunmadığı ortay çıkarılabilir.
- b) Arazi yüzeyinin nemlilik derecesi bilinirse sıcaklığı; sıcaklığı bilinirse nemlilik derecesi bulunabilir.
- c) Arazi yüzeyinde veya az derinlerdeki metal kapağı ölçülebilir.
- d) Bir bölgedeki kar örtüsünün kalınlığı, veya bu örtü altındaki yeryüzü şekilleri saptanabilir.
- e) Toprak ve kayaların bileşimleri hakkında, bunların yutukları veya değişirerek yansıtıkları radar sinyalleri incelenerek bilgi edinilebilir.

Radar yöntemi ile elde edilmiş görüntüler özellikle geniş arazi kesimlerinin morfolojisini net olarak gösterirler (foto 81). Bu nedenle bunlar büyük ölçekli yapıların incelenmesinde, ayrıca bölgesel jeoloji çalışmalarının planlanmasında yararlı olmaktadır. Radar yöntemi ile arazi görüntüleri elde etmek için, cihazlar uçaklara yerleştirilerek kullanılır.

3) Radyometre Yöntemi: Radyometreler elektromanyetik spektrumunun görünür, kızıl ötesi, mikro dalga ve mor ötesi (ultraviyole) ışınlarıyla çalışan cihazların algıladıkları elektromanyetik sinyalleri, elektrik enerjisine dönüştürürler ve bu enerji de ya bir manyetik bantta döndürülür veya bir katot ışınları tüpü aracılığı ile filme alınır. Radyometreler de multispektral kaydediciler gibi fotoğraf makinelerinden farklı bir sistemle scan sistemiyle kayıt yaparlar. Fotoğraf makineleri belirli bir görüş alanının tamamını aynı anda kaydedtikleri halde scan sisteminde cihazlar görüş alanını uçuş yönüne dik olarak dönen bir optik tertibatla (ayna veya prizma) çizgi çizgi kaydederler. Ayna veya prizmanın dönmüş hareketi uçuş hareketi ile tam bir uyum halinde olmazsa, elde edilen



Şekil 54. Scan (sıran okuyunuz) sistemi ilkesi. Scan cihazının algıladığı sinyallerin güdөгündeki değışimler katot ışınları tüpü tarafından açık ve koyu tonlara dönüştürülür ve bunlar bir filme alınarak görüntü elde edilmiş olur (sağdaki kayınlardan yararlanılarak hazırlanmıştır).

görüntülerde çok fazla geometrik bozukluklar ortaya çıkar. Radyometreler elektromanyetik spektrumun çeşitli bandlarını ayrı ayrı kullanarak çalışabilirler.

4) Spektrometre Yöntemi: Bilindiği gibi spektrometreler doğal veya yapay cisimlerden gelen karakteristik ışınların tayfını (spektrumlarını) inceleyerek, bu cisimlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmaya yarayan cihazlardır. Cisimlerin çeşitli dalga boylarındaki ışınları yutma, yayma ve yansıtma yeteneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı oluşu spektrometrelerin çalışma ilkesini oluşturur.

Fotograf veya başka türlü görüntü kaydeden cihazlardan farklı olarak, uçaklara yerleştirilmiş spektrometreler yardımıyla yeryüzünde görülen mineral ve kayaçların kalitatif analizini gösteren grafikler elde edilir. Bu grafiklerin hangi kısımlarının arazinin neresine ait olduğu, uçuş zamanı ve uçuş çizgisi dikkate alınarak; ya da daha iyisi spektrometre çalışırken aynı anda fotoğraf veya radyometrik görüntüler kaydederek saptanmış olur. Spektrometrelerin tek kanallı veya çok kanallı türleri bulunmaktadır.

5) Multispektral Kaydedici Yöntemi

Multispektral kaydedici (multispectral scanner, kısaltılmış olarak MSS) cihazının çalışma ilkesi ş.k. 54'de görülmektedir. Buna göre cihazın osilasyon hareketi yapan bir scan aynası vardır ve bu ayna uçağın, ya da yapay uydunun hareketine dik yönde ve hız bakımından onun hareketiyle uyumlu olarak salınır. Her salınım hareketinde uçuş yönüne dik bir yeryüzü şartının görüntüsü kaydedilmiş olur. Böyle bir görüntü serisi için de, uzaktan algı tekniğinde görüntü satırı (scan line) adı verilen altı adet görüntü çizgisi-batasız.

Ardından da anlaşılacağı gibi, multispektral kaydediciler çok kanallı cihazlardır. Birleşik Amerika Devletleri tarafından 21.7.1972 tarihinde, dünya etrafında yüksekliği 912-920 km arasında değişen bir yörüngeye yerleştirilmiş ve ERTS adı verilen yapay uyduda çalışan multispektral kaydedici 6 ayrı kanala sahiptir. ERTS adı İngilizce Earth Resources Technology Satellite (Yer Kaynakları Teknoloji Uydusu) kelimesinin baş harflerinden çıkarılmıştır. Uluslararası düzeyde çalışan bu uydudan sonra, aynı amaçla ikinci bir uyu, ERTS-B, 1975 yılı başlarında yörüngeye yerleştirilmiştir. Her iki uydunun da isimleri 1975 yılında LANDSAT-A ve LANDSAT-B olarak değiştirilmiştir. (İngilizce land satelite yer uydusu, yer yüzünü inceleyen uyu anlamındadır).

LANDSAT-A'daki multispektral kaydedicinin 4, 5, 6 ve 7 rakamları ile numaralanmış kanalları vardır. Cihazın her kanalında yeryüzünden yansıtılan veya yansıtılan ışınların belli dalga boyları arasında olan bölümlü al-

glamp, doğrudan doğruya görüntü olarak kaydedilir veya daha sonra görüntü haline getirmek üzere manyetik bandlara doldurulur. Siyah-beyaz görüntü veren bu dört kanaldan başka, 8 ve 9 numaraları ile gösterilen iki de renkli kanal vardır. Her iki kanaldan da elde edilen sönük renkli görüntülerde cisimler gerçek renkleriyle değil, yani görüntü ışınları altındaki renkleriyle değil, daha farklı renklerde görünürler. Bu durum kanalların algıladığı ışınların dalga boylarıyla ilgili özelliklerinden doğmaktadır.

LANDSAT görüntülerinin, yeryüzünün ve yer kaynaklarının incelenmesinde yararlılık dereceleri hakkında aşağıda, kanal sırasına göre kısa bilgiler verilmiştir.

4. Kanal: Elektromanyetik spektrumun dalga uzunlukları 500-600 nanometre (1 nm. = 10^{-9} m.) olan ışınlarını algılar. Bu ışınlar görünür ışın tayfında mavi ve yeşil bölümlere karşılıktır. Bu kanalı kaydedtiği görüntüler durgun sulara kalitatif olarak derinlik ve bulanıklık derecelerini iyi gösterir.

5. Kanal: Spektrumun dalga uzunlukları 600-700 nm. arasında olan ışınlarını algılar. Bu dalga uzunluğundaki ışınlar ışık tayfındaki kırmızı ışığa karşılıktır. Bu kanalda kaydedilmiş görüntüler arazinin topografyasını ve kültürel eserleri iyi gösterir.

6. Kanal: Dalga uzunluğu 700-800 nm. arasında olan ışınları, yani elektromanyetik spektrumun küçük dalga boylu kızıl ötesi ışınlarını algılar. Tarım arazisi ve orman özellikleriyle ilgili renk tonu farklarını ve jeolojik yapıları oldukça iyi gösterir (foto 85, 87, 89).

7. Kanal: Dalga uzunluğu 800-1100 nm. arasındaki kızıl ötesi ışınları algılar. Bunlarda atmosfer sisinin etkisi son derece zayıftır. Bu kanalda kaydedilmiş görüntüler akarsuları, tarım arazisi özelliklerini ve durgun suların sınırlarını özellikle iyi gösterir (foto 88, 90).

8. Kanal: 4, 5, ve 7. kanal ışınlarının birlikte alınmasını sağlayan özellikleri, orman yangınları, yollar ve şehirler gibi yapıtlar bu görüntülerde oldukça iyi seçilir.

9. Kanal: 5, 6 ve 7. kanal ışınlarını üstüste alıyayan bir kanaldır. Bu kanaldan elde edilen renkli görüntüler de sönük renkler taşır ve bazı taklıkların, sularla karaların sınırlarını net olarak gösterirler.

LANDSAT uydularındaki multispektral kaydedicilerin kayıtları Birleşik Amerika Devletleri ve Kanada'da bulunan özel alıcı yer istasyonlarına iletilir ve bu istasyonlar aracılığı ile kayıtlar kullanılır hale getirilir. Bunlardan LANDSAT-A güneyden kuzeye doğru uçar ve dünya çevresindeki turunu 103 dakikada tamamlar. Böylece dünya çevresinde günde 14 adet göreceği yörünge çizerek dünyanın çeşitli kısımlarının görüntülerini kaydeder. Yeryüzünün 81° kuzey ve 81° güney enlemleri arasın-

da kalan her noktası 18 günde (251 dönuşte) bir yemiden uydununun görüŒ alanı içine girmiŒ olur. 18 gün süren her tam tur süresi içinde 9000 adet görintü kaydedilmiŒ olur. Her görintü 185x185 km. boyutlu bir yeryüzü kesiminin içine alır ve bunlar normal olarak 1/100.000 ölçeğinde basılır. Her görintüde uçuŒ doğrultusuna dik, yani yaklaşık doğru-batı doğrultulu 3470 görintü satırı (scan line); her satırda 55x75 km boyutlarında bir alan gösteren 3290 görintü noktası bulunur. Bu görintü noktalarının renk tonları 64 bölüneli bir koyuluk derecesi cetveli ile (tam siyah 64, beyaz 00) ölçülür.

Bazı bölgelere ait görintülerde belirli oranda aşınan alanlar bulunduğundan, bunlar psödostereoskopik çiftler şeklinde stereoskopla da incelenerek üç boyutlu görintü elde edilebilmektedir.

LANDSAT uydularından sağlanan görintüler ve genel olarak uzay araçlarından çekilmiŒ diğer fotoğrafların ve görintülerin fotojeolojik yöntemlerle incelenmesinin jeolojideki önemini aŒağıdaki noktalarda özetleyebiliriz:

- a) Çok geniş alanlar (30-40.000 km² kadar) aynı görintü veya fotoğraf üzerinde (foto 85, 89) istenildiği kadar tekrarlanarak incelenebilir.
- b) Geniş bölge jeolojisi ile, özellikle büyük ölçekli yapısal jeoloji ile ilgili veriler daha kolaylıkla saptanabilir (foto 85, 89). Bu yolla eski jeolojik haritalarda özellikle tektonik bakımdan düzeltilmeler yapılabilir.
- c) Yeraltı sızvelerinin bulunması bakımından önemli bölgelerin saptanması daha kısa süre içinde gerçekleştirilebilir.
- d) Jeolojik arazi çalıŒmalarının planlanması da bu büyük alan içeren görintüler sayesinde daha kolay ve daha sıhhatli olarak yapılabilir.

FOTOJEOLOJİK HARİTA İŞARETLERİ (s.) AÇIKLAMASI

Hydrografi İşaretleri

1. Nehir yatağı, 2. Kurunmuş nehir yatağı, 3. Nehir birikintisi ve biriktirme yeri, 4. Kurunmayan dere, 5. Kuru dere, 6. Çağlayanlı dere, 7. Akarsu kaynak yeri, 8. Akarsu biriktirme yeri, 9. Su bulunan noktalar (örneğin göllerde), 10. Kaynaklar, 11. Göl, 12. Barajlık, 13. Deniz sahili, 14. Gelgit sahili çizgileri, 15. Mercan resifi bulunan deniz sahili.

Biriki ÖrtüŒü İşaretleri

16. Geniş yapraklı ağaç veya genel olarak ağaç, 17. İne yapraklı ağaç, 18. Çalı maki, 19. Çayırılık, 20. Biriki örtüŒü sınırı, 21. Biriki geçidi sınırı, Yađama Yerleri, Yollar v.b. Yapılar
22. Şehir, kasaba veya köylerin kaplıdıkları alanları, 23. Binalar, 24. Ana yol, 25. Dar yol veya patika, 26. Demiryolu, 27. Baraj bendleri, 28. Köprü, 29. Boru hattı, 30. Taş ocağı, 31. Maden işletmesi, 32. TerkedilmiŒ maden işletmesi.

Morfoloji İşaretleri

33. Birikinti konisi, 34. Döküntü konisi ve döküntü molozu, 35. Heyelan, 36. Dađ kopması, 37. Yamaç eğimi, 38. Sırtların dönük çizgileri ve dönük noktaları, 39. Nehir gevelerinde alüvyal düzlükler, 40. Karstik çukurluklar, 41. Buzul dili ve ön moreni, 42. Barikan ve ritigar yönü, 43. Kumla örtüŒü yüzeyler, 44. Sabit kumulalar, 45. Volkan konisi ve lav akıntıları, 46. Maar, 47. Kaldere.

Yapısal Jeoloji İşaretleri

48. Mostra sınırı, 49. Tabaka kafası, 50. Yatay tabaka, 51. Az eğimli tabaka, 52. Orta eğimli tabaka, 53. Çok eğimli tabaka, 54. Dişey tabaka, 55. Az eğimli tabaka mostraları, 56. Orta eğimli tabaka mostraları, 57. Çok eğimli tabaka mostraları, 58. Tektonik kırık çizgileri (kesik çizgiler tahmini olanlar için kullanılır), 59. Küçük tektonik kırıklar (genellikle gatlaklar), 60. Eğim veya eğik atımlı normal fay, 61. Eğim veya eğik atımlı ters fay, 62. Doğrultu atımlı fay, 63. Biriktirme fayı, 64. Orjini bilinmeyen çizgisellik (fotoheseasyon), 65. Dik simetrik antiklinal eksenli, 66. Bir tarafta devrik antiklinal eksenli, 67. Dik asimetrik antiklinal eksenli, 68. Kapalı antiklinal eksenli, 69. Tahmini veya örtülü antiklinal eksenli, 70. Simetrik senklinal eksenli, 71. Asimetrik senklinal eksenli, 72. Tektonik pencere, 73. Tektonik klip.

(Boş karelere istenilen başka işaretler konulabilir).

Kayaçların petrografik özelliklerine veya yağama göre birimlere ayrılabilmesi halinde, bu birimler için kullanılmak üzere işaretleri için jeolojik haritalarda ilgili başka kitaplara bakılmaktadır (Y. Tatar, 1975 a).

FOTOJEOLÖJİK HARİTA İŞARETLERİ

VI. BÖLÜM

FOTOĞRAFLAR

