

SERİ B

CİLT XVII

SAYI 2

1967

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
ORMAN FAKÜLTESİ  
DERGİSİ



# MÜHENDİSLİKLE İLGİLİ PROJELERİN ÇEŞİTLİ SAFHALARINDA FOTOĞRAF ENTERPRETASYONUNUN SAĞLADIĞI FAYDALAR<sup>1)</sup>

Y a z a n:

Doç. Dr. Tahsin Tokmanoğlu

## GİRİŞ

Fotoğraf Enterpretasyonu konusunda yazılan kitapların ve makalelerin çokluğu bu konunun ne kadar genişlediğini ve büyüdüğünü ispat etmektedir. Jeoloji, Morfoloji, ve Toprak İlimi fotoğraf enterpretasyonunun gelişmesine yardımcı olmuş ve ondan faydalanmışlardır. Bu ilimler fotoğraf enterpretasyonu sayesinde mühendislikle ilgili projelere yardımcı olmaktadır. Projelerde fotoğrafların sağlayabildikleri bilgilerden daha fazlasına ihtiyaç duyulduğu takdirde arazide çalışmalar yapmak gerekmektedir. Bu çalışmalarda hem detaya ait bilgiler elde edilir, hemde fotoğraf enterpretasyonu ile elde edilen bilgilerin kontrolü yapılır. Meselâ toprakların ve kayaların fiziki yapısı ve buna benzer daha başka faktörler sahanın jeografik ve coğrafik özelliklerini belirtmektedirler. Projenin çeşitli safhalarında yapılan işler için bu bilgilere ihtiyaç vardır. Bunlar sadece fotoğraf üzerinde çalışılarak elde edilemezler. Zaman zaman arazide kontroller yapmak gerekir.

Liman inşaatı, sahilde yapılacak herhangi bir tesis, baraj, köprü, yol, kanal ve hava alanı inşaatları mühendisliği ilgilendiren birer projedir. Bu projelerin her birinde sağlanması istenilen bilgiler birbirlerinden çok farklıdır. Bu proelerin herbirisi için yapılacak istikşaf çalışmalarında da büyük farklar bulunur. İstikşaf çalışmalarında ilk görülen şartlara dayanılarak çeşitli projelerin envanterleri yapılır ve uygulama imkânlarının bulunup bulunmadığı araştırılır. Bu düşünce ve çalışmaların sonucu olarak «Avant proje» ortaya çıkar. «Avant proje» de çalışmaları etkiliyecek çeşitli faktörlerin herbirinin analizi yapılır ve maliyet üzerindeki etkileri araştırılır. Daha sonra yapılan detaylı etüdlere tesbit edilen detaylara ait bilgiler de maliyeti etkiler ve hakikate daha uygun maliyet hesaplarının yapılmasını sağlar. Bazan tabii şartların çok

1) 1964 yılında Lizbon'da toplanan Uluslararası Fotogrametri Kongresine sunulan raporlardan derlenen bilgilerin enteresan olanları bu makaleye alınmıştır.

itinalı bir şekilde etüd edilmesine ihtiyaç duyulur, bu durumda incele-  
necek konu ile ilgili mütehassıs davet edilir ve iş ona yaptırılır. Böyle  
yapılmakla büyük masraflara sebep olacak bir çok çalışmalardan tama-  
men veya kısmen kurtulmak imkânı elde edilmiş olur.

Bu sebepten ötürü bu yazımızda fotoğraf enterpretasyonunun tekni-  
ğinden veyahut tarihi gelişiminden bahsetmiyeceğiz. Fakat mühendislik-  
le ilgili bir işin çeşitli safhalarında fotoğraf enterpretasyonundan nasıl  
faydalanıldığını açıklamaya gayret edeceğiz. Bir projenin çeşitli safha-  
larının her zaman birbirinden kolaylıkla ayırtedilmeyeceği bilinen bir ger-  
çektir. Etüdü ilerledikçe projede gelişir ve safhalara ayrılır. Genel ola-  
rak projeler, büyük çapta bazı faktörlerin etkisinde kalırlar ve bu fak-  
törlere göre değişirler. Bazı projelerde ise yapılacak işin bütün safhası  
başlangıçta tamamen görülebilmektedir. Bu tip projelerde düşünülen  
plânın uygulanma imkânının bulunup bulunmadığı karara bağlanabilir.  
Hangi tipe ait bulunursa bulunsun her projede işin genel karakterini tes-  
bit etmek için bir ön çalışmanın yapılmasına ihtiyaç vardır. Bu ön çalış-  
ma büyük veya küçük çapta olur, daha sonra yapılan detay çalışmaları-  
yla proje gelişir.

### İstikşaf Çalışmaları

İstikşaf işleri genel olarak çok kısa bir zamanda yapılmaktadır, böy-  
le olması gayet tabiidir. Masrafların mümkün olduğu kadar az yapılması  
arzu edilir, bunun için de arazi çalışmalarının asgari miktarda olması  
gerekir. Hava fotoğrafları genel olarak projenin ana çizgilerini ortaya  
koymaktadırlar. Fotoğraflar projenin her safhasında faydalı olmakta-  
dırlar, ilk safhada küçük bir çalışma ihtiyacı karşılamaktadır.

Fotoğraf enterpretasyonu sayesinde arazinin jeolojik ve morfolojik  
özellikleri genel olarak tesbit edilebilmektedir. Fotoğrafları üzerinde ça-  
lışılarak, büyük farklar gösteren arazi parçalarını birbirinden ayırtet-  
mek mümkündür. Bundan sonra arazide yapılacak çalışmaların plânı  
da fotoğraflar yardımı ile yapılır. Meselâ etüd edilmeye degecek önemli  
arazi parçalarının nereler olduğu ve haritası yapılması gerekli mıntaka-  
ların hangi yerler olduğu fotoğraflar üzerinde kararlaştırılır. Eğer proje-  
nin uygulanacağı sahaya girmek ve içinde dolaşmak zorsa, aynı karak-  
terde olan yerlerden mümkün olanlarına gidilir ve diğerleri hakkında  
da hüküm verilir. Bu durumlarda fotoğraf sayesinde iş çok kolaylaşmış  
olur. Fotoğraf enterpretasyonunun ilk safhasında aynı karakterde olan  
yerler işaretlenir ve bunların içinden gidilmesi mümkün olanlar tayin  
edilir, böylelikle arazi çalışmalarının plânı hazırlanır.

Yapılacak haritanın ölçeği uygulanacak projenin önemine ve kapsayacağı alanın büyüklüğüne göre değişir. Ekseriya 1/100 000 ve 1/25 000 ölçekli haritalar kullanılmaktadır. Bazen de 1/10 000 ölçeğine ihtiyaç duyulmaktadır. Morfolojik ve jeolojik durumun belirtilmesinin önemli olduğu yerlerde yapılan haritalar tesviye eğrili olarak yapılmaktadırlar. Veyahut arazinin topoğrafik durumunu belirten diğer metodlardan faydalanılmaktadır.

Ekseriya projenin ilk safhasındaki istikşaf ihtiyaçlarını karşılayan fotoğrafların özellikleriyle, diğer safhalarda kullanılacak fotoğrafların özellikleri birbirine uymaktadırlar. Bu sebeple değişik iki seri fotoğraf alınmaktadır. Bu iki seri fotoğraf arasında en büyük fark ölçeklerde bulunmaktadır. İstikşaf gayesiyle alınan fotoğrafların ölçekleri ekseriya 1/40 000 ile 1/25 000 arasında olmaktadır. Bazen, bu fotoğrafların 1/15 000 ölçekli olması arzu edilmektedir. Fotoğrafların, projenin gayesine etki yapabilecek faktörleri birarada gösterebilecek büyüklükte olması istenir.

### MİSALLER :

Irak'ta Tartar Vadisi çevresinde takriben 20.000 Klm<sup>2</sup> büyüklüğündeki arazi üzerinde jeolojik ölçmeleri yapılmıştır. Çalışmalara 1956 yılında başlanmış evvelâ iş programlarına ve kontratlara temel teşkil eden istikşaf çalışmaları yapılmış ve çok kısa zamanda bitirilmişdir. Tartar Vadisi Fırat ve Dicle ırmaklarının arasında bulunmaktadır, takriben 20.000 Klm<sup>2</sup> büyüklüğünde, jeolojik bir çökme sonucunda meydana gelmiş bir arazi parçasıdır. Fırat ve Dicle ırmaklarından alınacak suların bu vadiye depo edilmesi ve lâzım olduğu zaman sulama işlerinde kullanılması ayrıca sel baskınlarını kontrol altına almak için gene bu vadiden faydalanılması düşünülmüştür. Evvelâ bu vadinin suyu tutma, suyu sızdırmama kabiliyetinin tayini gerekmektedir. Ayrıca vadi ile ırmaklar arasında bulunan ve üzerinden kanallar geçecek arazinin de suyu sızdırmama kabiliyetinin tesbiti lâzımdır. Bu da birincisi kadar önemlidir.

Vadinin alt kısmı Miosen ve Pliosen devirlerinde teşekkül etmiş tortul kütlelerden meydana gelmiş bulunuyordu. Bazı kısımlarında kil tabakaları mevcuttur, fakat genel olarak deniz diplerinde veya ırmak kenarlarında görülen tortul kütleler bütün alanı kaplıyordu. Arazinin en alt tabakası genel olarak Marn ve killerden meydana gelmişti, fakat sık sık alçıtaşı ve kireçtaşı yataklarına da rastlanıyordu. Yukarı tabakalara doğru çıkıldıkça kumlara ve siltasyon yolu ile meydana gelmiş kütlelere rastlanıyordu. Genel olarak Pliosen devrine ait tanecikli yapıdaki

tortul kütleler ekseriyeti teşkil ediyordu. Topoğrafik yapı çok basitti, yüksekliği gayet az olan bir kaç tane sırt uzanıyordu. Arazinin eğimi genel olarak bir dereceden daha azdı. Çok ender olarak fazla meyilli kısımlar görülüyorsa da bunlar hiç bir zaman 20 m. den fazla devam etmiyordu. Kurak mevsimde sahadaki bütün sular tamamen kurumaktadır. Eski devirlerde arazinin orta kısmına doğru akmış bulunan lavların izleri ve diğer erozyon yarınları tetkik edilerek sahanın eski devirlerde geçirdiği değişiklikler meydana çıkarılmıştır.

1956 yılında Hunting Technical Service tarafından arazinin hava fotoğrafları alınmış ve İngiltere'ye götürülmüştür. Çöllerle kaplı arazilerde çalışarak tecrube sahibi olmuş jeologların bilgilerinden de faydalanmak suretiyle fotoğrafların enterpretasyonu yapılmıştır. Alınan bu fotoğraflar 1/23.000 ve 1/15.000 ölçeğinde idiler.

Yapılan bu enterpretasyonlara dayanılarak sahanın 1/250 000 ve 1/100 000 ölçekli jeolojik haritaları yapılmıştır. Bu haritalar daha sonra arazide yapılan sondaj yerlerinin tesbitinde kullanılmıştır. Bu arazi-deki suların Dicle ve Fırat ırmaklarına gitmediği, benzerine Irak'ta çok rastlanan kapalı araziler (Basen) gibi bir arazi olduğu sonucuna varılmıştır.

Aynı sene Nijerya'da Nijer ve Benul ırmakları havzasında başka bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada çok çeşitli ölçeklerde hava fotoğrafları kullanılmış ve ikisi Benue vadisinde, üç tanesi Gongola ırmağında, bir tanesi Taraba ırmağında olmak üzere inşa edilecek altı barajın birlikte edüdü yapılmıştır. Çekilen hava fotoğrafları Holanda'da kısa bir müddet incelendikten sonra, Nijerya'ya gidilmiş ve bu altı baraj yerinden dört tanesinde dört hafta süren edüdü yapılmıştır. Bu arazilerde dolaşmak bir hayli zor olmasına rağmen etüdler kısa bir zamanda tamamlanmıştır. İki tanesine hiç gidilmemiş sadece fotoğraflardan elde edilen bilgilerle yetinilmiş, iki tanesine ise bir veya iki günlük incelemeler kâfi gelmiştir. «Yola» şehri yakınında, Benue ırmağında bulunan baraj yeri için daha fazla bilgiye ihtiyaç hasıl olmuş ve detaylı etüdler yapılmış, derinliği az olan sondaj delikleri açılmıştır. Bu şekildeki çalışmalar baraj sahasından bir hayli uzakta olan, içersinde bir çok fosiller bulunan bir vadiye kadar uzatılmıştır. Barajların her biri için değişik ölçeklerde fotoğraflar alınmış ve bunların sistematik bir şekilde analizleri yapılarak çeşitli ölçeklerde jeolojik haritaları yapılmıştır.

Baraj sahalarından üç tanesinin aşağı kısımlarında tortul kütleler bulunmakta idi (ekseriya kum taşları ve şistler), arazi çok az dalgalı

bulunuyordu, Barajlardan iki tanesinde küçük çapta volkanik olaylar ceryan etmişti, izleri kolaylıkla ayırdelebiliyordu. «Yola» mıntıkasında yapılan edütlerle volkanik hareketler tesbit edilmiş ve bu olayların bir kısmının en son jeolojik devirlerde ceryan ettiği kanaatine varılmıştır. Taraba ırmağı üzerindeki baraj granit ve matemorfik kaya kütleleri üzerine oturmuş bulunuyordu. Etrafındaki tepeler ise Kretase devrinde teşekkül etmiş kumtaşlarından ibaret idiler.

Yukardakilere benzeyen bir jeolojik çalışma da 1961 yılında Guatemala'da yapılmıştır. Guatemala'nın orta kısmında bulunan çeşitli ziraat arazilerinin verimini arttırmak gayesiyle, mümkün olan yerlerde barajlar yapmak ve yeraltı sularından faydalanmak imkânları araştırılmıştır. İlk istikşaf devresinde çeşitli ölçeklerdeki hava fotoğraflarından faydalanılmış, fakat daha sonra yapılan deneme çukurları açma ve toprağa delik delme işlerinde fotoğraflardan hiç bir fayda temin edilememiştir. Nijerya'da yapılan çalışmalarla, Guatemala'da yapılan çalışmalar arasındaki fark Gutemalada volkanik olayların ceryan etmiş olmasından ibarettir. Guatemala'da toprak içinde çeşitli lav kütleleri ve çok sayıda kül yatakları bulunmakta, volkanik tepecikler görülmektedir. Bazı kesimlerde volkanik olaylar en son jeolojik devrin sonlarına kadar ceryan etmiştir.

Morako'nun kuzeyinde bulunan «Cap de Leau» Limanı inşası için yapılan etüdler dördüncü misâli teşkil etmekte ve diğerlerinden tamamiyle farklı bir durum göstermektedir. Bu sahada alt tabakayı Mezozoik ve aşağı tersiyor devirlerinde teşekkül etmiş olan tortul kütleler teşkil etmekte ve çok arızalı bir yapıya sahip bulunmaktadır. Üst tabakada ise yukarı Miosen, Pliosen ve en son jeolojik devirde teşekkül etmiş olan kütleler bulunmaktadır ve az arızalı bir yapıya sahiptir. Diğer projelerin tersine olarak burada jeolojik gaye ile istikşaf çalışmaları yapılmamıştır. Fakat Fransız ve İspanyol jeologları tarafından evvelce sahanın jeolojik haritası yapılmış ve bu konuya ait bazı broşürler yayınlanmış bulunuyordu.

1959 yılında arazinin 1/50 000 ölçekli fotoğrafları alınmış ve aynı ölçekte bir jeolojik haritası yapılmış bulunuyordu. Bu harita yapılacak sondajlar ve toprakların mekanik etüdlerinin plânlanmasına imkân verecek nitelikte idi. Ayrıca sahile yakın birikintilerin nerelerde bulunduğu, limanda yapılacak işleri etkileyip etkileyemeyeceği, erozyan sebebiyle aşınan ve aşınmıyan yerler de bu haritada tesbit edilmiş bulunuyordu. Limanın güney kısmında kumullarla kaplı bir saha bulunmaktadır. Bu sahada bol miktarda fosile rastlanmakta ve buradan su temin etme imkânları da mevcut bulunmaktaydı. Bu sahada haritanın içine alınmıştı.

### Yapılması Mümkün Olan İşlerin Tesbiti

Nelerin yapılabileceğini tesbit etmek için geniş sahaları etüd etmek gerekmektedir. Çok zaman istikşaf deyimi ile bağdaşmıyacak şekilde detaylı çalışmalar yapılmış sondaj gayesiyle delik delmek, çukur açmak, toprakları etüd etmek, laboratuvarlarda toprakların fiziksel ve kimyasal analizlerini yapmak, topografik durumu tesbit etmek, çeşitli mühendislik işlerinden hangilerine uygun özellikte bulunduğunu incelemek gibi işlere girişilmiştir. Problemlerin çeşitli çözüm yolları ayrı ayrı incelenmiş ve her birinin sağlayacağı faydalar ve maliyet durumu gözönünde bulundurularak uygulanması en makul olan şeklin tayinine çalışılmıştır.

Bu düşüncelere uyularak, yapılan jeolojik ve morfolojik etüdülerin mühendislik problemlerine faydalı olmasının teminine çalışılmıştır. Büyük ve komplike projeler için incelemeler yapılırken, yüksek masraflara katlanılmış ve arazide uzun zaman alan çalışmalar yapılmıştır. Bu durumlarda dahi hava fotoğraflarının sağladığı faydalar, istikşaf işlerinde sağladığı faydalardan daha az olmamıştır.

Fotoğraf üzerinde yapılan çalışmaların ilk safalarında arazide yapılacak etüdülerin ve sondajların plânları yapılmıştır. Daha sonra fotoğraflardan harita yapmak, jeolojik ve morfolojik yapıyı tesbit etmek için alınacak deneme alanlarının yerlerini tesbit etmek gayesiyle faydalanılmıştır. Böylelikle arazi çalışmaları süratlenmiş ve tekniğine daha uygun bir şekilde yapılmıştır. Hava fotoğrafları itinalı bir şekilde tetkik edildiği takdirde, proje için büyük önemi olan bazı arazi şekilleri görülebilmekte ve tesbit edilebilmektedir. Halbuki sadece arazi üzerinde yapılan inceleme ve sondajlarla aynı arazi şeklini tesbit etmeye imkân yoktur. Bu durumlara göre fotoğraf enterprestasyonunun arazi etüdülerinin sondajların ve laboratuvar çalışmalarının Birlikte ve birbirlerini tamamlayacak şekilde yapılması gerekmektedir.

Çalışmalar sonunda yapılan haritaların ve projenin gayesine uygun şekilde çizilen arazi kesitlerinin 1/100 000 ile 1/10 000 ölçekleri arasında olması gerekmektedir. Fazla önemli olan kısımların haritaları ise daha büyük ölçekli meselâ 1/5 000 ve 1/1 000 olarak yapılmaktadır. Bu haritalar genel olarak fotogrametrik yoldan yapılmaktadır, üzerlerinde tesviye eğrileri bulunmaktadır, arazide kontrol edilmektedir. Topoğrafik haritadan başka aynı ölçekte jeolojik, hidrolojik ve arazi sınıflarını gösteren haritalar yapılmakta ve üzerlerinde çeşitli faktörlerin proje üzerindeki etkileri incelenmektedir.

Eğer hava fotoğrafları projenin uygulanacağı sahanın çevresini de gösteriyorlarsa, hem bu çevrenin fotogrametrik yoldan topoğrafik hari-

tası yapılmalı hem de çevrede önemli görülen kısımlara ait fotoğrafların enterpretasyonu yapılmalı. Bu haritalar normal olarak 1/30 000 ilâ 1/12 500 ölçekleri arasında yapılmaktadırlar. Bazen önemli olan sahaların enterpretasyonu için 1/6 300 ölçekli fotoğraflardan fevkâlade sonuçlar alınmaktadır.

### MİSALLER :

Yukarda açıklanmış olan Tartar Vadisi projesi bir çok enterasan özelliklere sahip bulunmaktadır. Sahanın genel karakterleri ve alt tabakalarının suyu tutma kabiliyetinin tesbitinden sonra, suyun depo edileceği kısım ile Dicle ve Fırat ırmakları arasında yapılacak kanalların geçecekleri arazi üzerinde çok durulmuş ve bu yerlerin özellikleri araştırılmıştır. Su, depo edileceği yere gelirken ve buradan tekrar ırmaklara giderken daima yokuş aşağıya akması prensip olarak kabul edilmiş ve proje buna göre yapılmıştır. Bu gavelerle 1/100 000, 1/50 000, 1/20 000 ölçekli jeolojik haritalar yapılmış, fotoğraf enterpretasyonundan, arazi etüdlerinden, sondajlardan ve jeolojik çalışmalardan faydalanılmıştır.

Üzerinde durulan önemli bir problemde ; bu vadide depo edilecek suyun bir müddet sonra tuzluluk derecesinin ne olacağını tesbiti olmuştur. Bu gayelerle çalışmalar yapılmıştır, depo edilecek suyun tuzluluk derecesi üzerinde şu faktörler etki yapmaktadır. Dicle ve Fırat ırmaklarında akan suyun tuzluluk derecesi, yağış mevsimlerinde vadide akan suyun tuzluluk derecesi, vadinin derinliklerinde bulunan tuz tabakasının kalınlık derecesi, arazideki buharlaşma derecesi, depodan ayrılıp tekrar ırmaklara gidecek olan suyun tuzluluk derecesi, vadiyi çevreleyen arazinin tuzluluk derecesi fotoğraflardan faydalanmak suretiyle barajdan taşacak suların kaplıvacağı arzivi gösteren 1/200 000 ölçekli bir harita yapılmıştır. Arazide 2.5 m. derinliğinde cukurlar açılmış ve bunlara toplanan suların tuzluluk derecesinden topraktaki tuz oranının tavinine ve topraktaki tuzun hareket kabiliyetinin tesbitine çalışılmıştır. Bu denemelerden elde edilen sonuçlara dayanılarak depo edilecek suya ait tuz oranının tavinine gayret edilmiştir.

Bağdat - Musul yolu üzerinde Baiji - Qayarak mıntıkasında enterasan bir proje daha uygulanmıştır. Takriben 110 Klm. boyunda ve 30 m. genişliğinde bulunan bu arazinin 1957 yılında 1/30 000 ölçekli fotoğrafları alınmış ve 1/100 000 ölçekli topografik ve jeolojik haritaları yapılmıştır. İki mühendis ve biri jeolog olmak üzere üç kişilik bir heyet arazide bir haftalık bir etüd yapmış ve sonunda yol boyunca uzanan tak-



riben 100 Klm. boyundaki araziye toprak mekaniği bakımından karakterize eden faktörleri ortaya koymuşlardır.

Miosen devrindeki çökelti materyalinden meydana gelen bu saha genel olarak düzdür. Materyalin ekseriyetini kumtaşı, kiltası, kireçtaşı ve alçıtası yatakları teşkil etmektedir. Aarazi üzerinde intizamsız bir şekilde serpilmiş Pliosen devrine ve son jeolojik devirlere ait kum ve çakıltası depolarıyla, kumullara rastlanmaktadır. Bu arazinin ekseri kısımları üzerinde inşa edilecek yola herhangi bir güçlük çıkaracak karkterde bulunmamaktadır. Bazı kısımlarda bulunan killeri ve sarımsak toprakları tesbit etmek gayesiyle mekanik yolla toprak etüdüleri yapılmıştır. Bazı kısımlarda da arazideki drenaj şebekesinin tesbitine çalışılmıştır. Böylelikle hangi cins oyuntuya sahip arazilerde devamlı ve kuvvetli erozyonun olduğu ve yağış mevsimlerinde gelen birikinti materyalinin nelerde toplandığı tesbit edilmiştir. Bir mıntakadaki kumullar fotoğraflar yardımı ile teşhis edilmiş, sonra da içinde fosil bulunup bulunmadığına göre hareketli kumul ve sabit kumul olarak iki gruba ayrılmıştır. Hareketli kumulların ilerledikleri istikametler de fotoğraflar üzerinde tesbit edilmiştir. Bütün bu tesbitler yol boyunca sırayla yapılmış ve haritalara işlenmiştir.

Afrika'nın orta kısmında bulunan «Nyawarango» vadisinin ıslahı için bir tünelin yapılması ve bir drenaj kanalının açılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Evvelâ arazinin topoğrafik durumunu gösteren basit haritaların yapılması için 1/20 000 ölçekli fotoğraflar alınmış. Fotoğraflar etüd edilince arazide tünel açmaya elverişsiz, gevşek bir kısmın bulunduğu ve bu kısmın tünelin geçeceği arazi şeritini enine katettiği görülmüştür. Bunun üzerine bir jeoloğun tavsiyelerine uyularak tünelin yeri değiştirilmiş ve üzerinde dik yamaçlar ve tepeler bulunan bir arazide açılması düşünülmüştür. İçersinde mikasistler ve kuvars yatakları bulunan yeni arazinin etüdü için evvelce çekilen fotoğraflar faydalı olamamıştır. Eski arazinin şistik karakterdeki yapısı, fotoğraflarda çizgiler halinde görülmekte ve tanınmaktaydı. Yeni sahada arazi yüzeyi kalın bir toprak tabakası ile kaplı bulunduğu için aynı çizgiler görülememiştir. Bu sebepten 1961 ve 1962 yıllarında sahada çok sayıda sondajlar yapılmış, böylelikle lüzumlu bilgiler elde edilmiştir.

### AVANT PROJELER

Avant projelerin yapılması için uygulanan çalışma şekli prensip itibariyle yapılması mümkün olan işlerin tesbiti için uygulanan çalışma tarzının aynıdır. Avant projenin hazırlanması için yapılan çalışmaları

ayırteden en önemli fark, mühendislik bakımından önemli bulunan bir veya iki faktörün diğer faktörlerden ayırtilmesi ve bu faktörlerin daha detaylı olarak incelenmesinden ibarettir. Bu sebeple ilk iştikşaf çalışmaları sahanın detaylı etüdüne gidilmektedir.

### MİSALLER :

Avant projenin hazırlanmasında fotoğraflardan faydalanma şekli ile istikşaf sahasındaki faydalanma şekli arasındaki fark aşağıda misâl olarak açıklanmış bulunan üç projede mükemmel bir şekilde belirlemektedir.

1952 - 1953 yıllarında Suriye'de Orantes vadisindeki bataklıkların ıslahı için «Avant Proje el Ghab» ismiyle bir avant proje hazırlanmıştır. Bu projede önemli olan hususlardan birisi de şudur : Hollanda'da fotoğraf enterpretasyonu yolu ile toprak, hidroloji ve bilhassa mühendisliği ilgilendiren jeoloji ilimlerinin geliştirilmesine çalışılmaktadır. Suriye'deki proje bu çalışmaya faydalı olmuş ilmî gelişmeyi hızlandırmıştır.

Bugün verimli bir ziraat arazisi haline gelmiş bulunan Ghab mıntakası evvelce bir bataklıktan ibaretti. Arazinin batısında kireç taşlarından meydana gelmiş Djebel Ansoriek dağı doğusunda gene kireç taşlarından meydana gelmiş fakat üzeri bir Marn tabakası ile kaplı bulunan Djebel zawayeh dağı bulunmaktadır. Arazinin kuzevindeki ve doğusundaki mıntakalarda, son jeolojik devirlerde bazı volkanik olaylar husule gelmiştir. Dağların tepelerin eteklerinde Aluviyal topraklardan meydana gelmiş büyük birikinti konileri bulunmaktadır. Son jeolojik devirdeki volkanik olaylar dolayısıyla Orantes ırmağı vadisinde bir çok küçük göller teşekkül etmiştir, bu göllerde ve çevresinde fosillere rastlanmaktadır. Tersiyer devrinde başlayan ve son jeolojik devrin sonunda biten bir çok jeolojik olayların sonuçlarına burada rastlanmaktadır. Eskiden bir bataklık bugün ise kıymetli bir arazi olan bu yerin çevresinde bir çok su kaynakları bulunmaktadır. Bunlar kireç taşlarından meydana gelmiş etraftaki dağlardan sızan sularla beslenmektedir.

Projeye bataklık sahanın drenajı ve kazanılacak arazilerin sulanması hususları da dahil edilmiştir. Ayrıca yağmur mevsimlerinde sahanın sel sularıyla kaplanmasına mani olmak için tedbirler alınması da düşünölmüştür. Arazide bulunması istenilen taban suyunun seviyesi için bir sınır kararlaştırılmış ve buna göre de drenaj kanalları, sulama kanalları, barajlar, bir sedde ve bir tünel yapılmıştır. Bu işlerin yapılabilmesi için devamlı olarak 1/20 000 ölçekli fotoğraflar kullanılmış ve arazinin jeoloji, hidroloji toprak ve mühendislik bakımlarından etüdüleri

yapılmıştır. Fotoğraflar yardımıyla de ölçekleri 1/50 000 ile 1/10 000 arasında değişen çeşitli haritalar yapılmış ve arazi kesitleri çizilmiştir.

İkinci misâli Nijerya'da yapılan Nijer isimli barajlar teşkil etmektedir. Bu çalışmada fotoğraflardan çok değişik şekillerde faydalanılmıştır. Nijer ırmağı üzerinde bir büyük baraj yapılmış ve büyük bir su kitlesi toplanmıştır. Baraj Benue şehrinin yakınında ırmakların birleştiği yerde yapılmıştır. Bu baraj bir çok gayeyi birden gerçekleştirmek gayesiyle yapılmıştır.

Bu gayeler : İrmakta akan suyun regülasyonu (disiplin altına alınması), elektrik enerjisi üretimi, biriktirilen su üzerinde ve kanallarda çeşitli araçlar yücürerek ucuz ve sür'atli transport imkânı sağlamak şeklinde özetlenebilir.

Arazinin alt kısmı volkanik kristaller ve metamorfik kayalardan meydana gelmiş bulunuyordu, en çok bulunan kuvarıslar, gnays çeşitleri ve ezilmiş granitlerdir. Bir çok kısımlarda küçük çatlaklara ve kırıklara rastlanmaktadır. İrmak bir çok yerlerinde çok derindir, bazı kısımları ise kumla dolmuştur.

İngiltere'de bulunan «Balfour, Beatty Co» ile Hollanda'da bulunan «Nedeco» firmaları bu işi birlikte almışlar ve 1958 yılında etüdlere başlamışlardır. Arazi çalışmaları 1961 yılına kadar devam etmiştir. İngiliz firması jeolojik durumu tesbit edebilmek için arazide bir çok delikler açmış ve çukurlar kazmıştır, ayrıca titreşim ve elektrik motorlarından da faydalanmıştır. 1958 yılında 1/40 000 ölçekli fotoğraflar çekilmiştir. Bu hava fotoğraflarından yalnız fotoğrafik haritaların yapılması için faydalanılmıştır. 1959 yılında baraj yerini tam olarak tesbit edebilmek için 1/6 300 ölçekli fotoğraflar çekilmiştir.

Kaya cinslerini tesbit etmek için bu fotoğraflardan faydalanılmıştır. Evellâ harita üzerinde deneme alanı olarak kullanılacak yerler tesbit edilmiş, sonra fotoğrafa geçirilmiş ve bu yerlerdeki kaya cinsleri fotoğraf üzerinde teşhis edilmiştir. Bu çalışmalar sonunda cesit ölçeklerde jeolojik haritalar yapılmıştır. Önemli kısımlarda jeolojik haritaların ölçeği 1/5 000 e kadar yükseltilmiştir. Kontrol gayesiyle bütün arazinin bir de genel jeolojik haritası yapılmıştır, bunun ölçeği 1/50 000 olmuştur. Hollanda'lı şirket su ile transportun yapılabilmesi için inşası gerekli kanalların güzergâhlarını tesbitle vazifeli idi, bu sebeple mühendislik gayelerine uygun jeolojik etüdlere yapması gerekiyordu. Bunun için 1/6 300 ölçekli fotoğrafların enterpretasyonunu yaptı, arazide de sondaj burgularıyla delikler açtı ve incelemelerde bulundu.

Mısır'da Nil vadisinde bulunan Philae mabedini korumak gayesiyle

1961 yılında bir çok çalışmalar yapılmıştır, bu çalışmalarda da hava fotoğraflarından faydalanılmıştır. Mabedin bulunduğu mıntakada ırmak içinde bir kaç tane ada bulunmaktadır. Aralarında toprak sedler yapmak suretiyle bu adalar birbirine ve ırmağın sağ kenarına bağlanmak istenmiştir. Böylelikle adaların arasında bir göl meydana gelecek, mabedin bulunduğu Philae adası bu gölün içinde kalacak ve Nil nehrinde su seviyesi yükseldiği zaman gölün seviyesi yükselmeyecek mabed de korunmuş olacaktır. Bu mıntakadaki arazinin alt kısmını granit ve metamorfik kayalar meydana getirmektedir, daha altında ise kumtaşı formasyonları bulunmaktadır. Son jeolojik devirlerde Nil nehrine bu mıntakada derin bir vadi açılmış bulunmaktadır. Daha sonraki zamanlarda vadi dolmuştur. Sadece bir kısımda ırmak, Fosillerle dolu olan bu vadinin dışında başka bir güzergâh takip etmiştir.

Nil vadisinin arkeolojik etüdünde ve vadinin sıhhatli topoğrafik haritasının yapılmasında kullanılmak gayesiyle 1/15 000 ölçekli hava fotoğrafları alınmıştır. Bu fotoğraflardan, fotoğrafın alındığı tarihte «Aswan» barajındaki su seviyesini tesbit etmek için de faydalanılmıştır. Aynı fotoğraflardan sahanın detaylı jeolojik haritalarının yapılması için de istifade edilmiştir. Philae gölünün istikbalde alacağı durumun tesbiti ve bugün artistik bir görünüşe sahip olmasının temini için fotoğraflardan faydalanılmıştır.

### **Detayların Etüdü ve İşlerin Plânlanması**

Ekseriya mühendislik işleri için lüzumlu olan detayların etüdü yapılırken arazinin genel haritası da yapılmaktadır. Bu safhada arazi etüdüleri, arazide ve laboratuvarda yapılması gereken denemeler, toprağın su geçirme kapasitesi, yamaçların stabilitesi, uygulanacak kazma metodları ve mühendisliği ilgilendiren diğer hususların tesbiti birlikte yürütülmüştür.

İlk bakışta çözülmesi için yüksek ihtisasa ihtiyaç duyulan bu problemlerin hava fotoğraflarından elde edilecek bilgilerle çözülmeyeceği zannedilir. Fakat hava fotoğraflarının bu işler için büyük faydalar sağladığı ispat edilmiştir. Hava fotoğrafları sayesinde mütahasıslar evvelâ geniş arazilerin hepsine birden kuşbakışı bakmak imkanına sahip olurlar. Daha sonra yapılan dikkatli bir inceleme sayesinde arazide gezilerek görülemeyecek küçük topoğrafik şekiller ve diğer metodlarla tesbit edilemiyen mühendislik gayelerine uygun jeolojik özellikler fotoğraflar üzerinde tesbit edilirler. Meselâ, üzeri çeşitli taşıntı metaryali ile örtülmüş kaya kütlelerini birbirlerine birleştiren bağların meydana getirdikleri şekiller ile, kayalar üzerindeki çatlak ve yarıkların meydana getir-

dikleri şekilleri arazide görmeye imkân yoktur, fakat fotoğraf üzerinde tesbit edilebilirler. Bu gaye ile kullanılan fotoğraflar büyük ölçekli fotoğraflardır, ölçekleri genel olarak 1/15 000 ile 1/6 300 arasında değişmektedir.

### MİSALLER

«Avant Proje» kısmında açıklanan Nijerya barajları çalışmaları bu konuya karakteristik bir misal teşkil etmektedir. Arazide yapılan etüdümler ve sondajlar bu kapalı havzadaki kırıntılı bünyenin özelleklerini tam manasiyle tesbit etmek için sarfedilen gayretlerin çokluğunu göstermektedir. Çalışmaları en iyi şekilde plânlıyabilmek için sağlanan bilgilerin hepsi bir harita üzerine işlenmiş ve arazideki çatlakları gösteren 1/6 300 ölçekli fotoğraflarla bu harita karşılaştırılmıştır. Arazideki çatlaklardan bir çokları kalın bir toprak tabakası ile örtüldükleri için arazide görülememekte fakat fotoğraflar üzerinde teşhis edilebilmektedir. Kayaların birbirleriyle bağlantısını sağlayan kolların birçokları fotoğraflar üzerinde teşhis edilebildikleri halde arazide görülememektedirler. Çeşitli granit kütleleri arasındaki bağıntılar fotoğraflar üzerinde tesbit edilmiştir.

Jeolojik olaylar sonunda husule gelen acaip formasyonlar ve fay hatları arazide teşhis edilemediği halde fotoğraf üzerinde teşhis edilebilmişlerdir. Böylelikle kütlelerin yatay hareketleri de meydana çıkarılabilmektedir. Fotoğraf üzerinde tesbit edilen fay hattı boyunca arazide sondajlar yapılmış ve fay hattının daha detaylı etüdü yapılabilmiştir. Arazide yapılan etüdümler, açılan sondaj delikleri ve fotoğraf üzerindeki incelemeler sonunda elde edilen bilgiler bir harita üzerine işlenmiştir. Bu haritaya tektonik harita denilmiştir, ayrı haritada üzerinde büyük çatlaklar bulunan kayaların meydana getirdikleri kuşakta görünmekteydi. Böylelikle jeolojik olaylardan en az etkilenmiş, diğer bir söyleyişle yapılacak inşaatlar için optimal şartlara malik kısımlar meydana çıkmış bulunuyordu.

### Proje Uygulanırken Yapılan Etüdümler

Bazen uzun çalışmalar sonunda hazırlanan proje uygulanırken, bazı önemli faktörlerin özden kaçmış olduğu görülür ve bundan dolayı da umulmadık güçlüklerle karşılaşılır. Meselâ ilk safhada farkedilmemiş jeolojik formasyonlarla karşılaşılabilir. Bunların yeniden incelenmesi ve ölçülmesi çok pahalıya mal olabilir, bazen de yeniden komplike bir proje yapmak mecburiyeti ortaya çıkabilir. Meselâ büyük kaya kütlelerinin stabilite dereceleri, yamacın eğim yüzdesi ve kazılmaya karşı mukavemet derecesi inşaata etki yapan ve bir çok problemlerin ortaya çıkmasına sebep olan faktörlerdir. Bu durumlarda hava fotoğrafları tekrar yardıma

hazırdırlar. Mütchassıslar fotoğraflar üzerinde sahayı tekrar etüd ederler ve ortaya çıkan yeni faktöre göre yeni kararlara varırlar.

Bu gayeler için kullanılacak hava fotoğrafları büyük ölçekli (1/15 000 ilâ 1/6 300) olması zaruridir, fakat bazı şartlar altında daha küçük ölçekli fotoğraflardan faydalanılır.

### MİSÂL :

Irak'ta «Zagros» dağlarının arasından geçen ve «Süleymaniye» ile «Derben-i Khan» i birleştiren yolun inşası yukarda açıklanan duruma tipik bir misâl teşkil etmektedir. Yolun inşası esnasında büyük çapta ve çok sayıda kaymalar ve göçmeler husule gelmiştir. Bu mintakanın jeolojik etüdüleri 1957 ve 1959 yılında yapılmıştı. 1/40000 ölçekli fotoğraflar çekilmiş, arazide delikler delinmiş ve çukurlar açılmıştı.

Irak'ın teknil arazisi yukarı tebeşir ve tersiyer devirlerinde husule gelmiş tortul kütlelerden ibaret bulunmaktadır, genel olarak az dalgalı bir arazidir. Bu kütlelerin ekseriyetini kireçtaşları, marn'lar, kumtaşları, konglomera'lar ve şistik kütleler meydana getirmiştir. Yolun yapıldığı vâdinin iki tarafındaki yamaçların takriben orta kısmından büyük bir fay hattı geçmektedir. Bu fay hattının arazideki bir çok büyük çaptaki kaymalarla bağlantısı bulunduğu tesbit edilmiştir. Son jeolojik devirde husule gelen bu olaylar arazinin bugünkü şeklini almasına sebep olmuştur. Diğer taraftan çeşitli toprak erozyonlarının etkisiyle arazi yüzeyinde erozyon yarıntıları ve oyuntular meydana gelmiştir. Bu durumda projeyi değiştirmek ve yol güzergâhını başka yerden geçirmek mümkündür. Çünkü projenin değiştirilmesinden herhangi bir zarar husule gelmiyordu, bu sebepten güzergâh değiştirildi.

### SONUÇ :

1 — Mühendisliği ilgilendiren büyük çaptaki projelerin başından sonuna kadar fotoğraf enterpretasyonunun faydalanılabileceği açık bir hakikattir. Yapılacak işlerin çeşidinin fotoğraflar üzerinden tesbiti ve fotoğraflardan daha faydalı bilgiler elde etme metodları el'an gelişme yolundadır.

2 — Arazinin istikşafı ve tamamının gözönüne getirilmesi gibi projelerin ilk safhalarını teşkil eden işlerde hava fotoğraflarından çok faydalanılmaktadır. Fotoğraflar sayesinde arazinin haritası yapılır ve arazide yapılacak işler plânlanır. Böylelikle arazide harcanacak zamandan ve paradan iktisat edilmiş olur.

3 — Projenin uygulanmasının son safhalarında, detaylara ait bilgilerin toplanmasında veyahut evvelden hatıra gelmiyen herhangi bir güçlükle karşılaşılması hallerinde de fotoğraflardan faydalanılmaktadır. Fotoğraf enterpretasyonunun asıl gayesi kritik pozisyonlara sahip bulunan sahaların tamamını birarada görme imkânını elde etmek ve diğer metodlarla çok güçlükle elde edilebilen bilgileri kolaylıkla temin etmektir.

4 — Fotoğraf enterpretasyonu sayesinde projenin ilk safhasında ileri safhalar gözler önüne serilir ve iş plânlanır. Böylelikle arazi çalışmalarından ve masraftan büyük çapta ekonomi sağlanır. Proje ilerledikçe arazi etüdüleri ve sondajlar yapılır, fakat özel gayeler için fotoğraf enterpretasyonundan faydalanma devam eder, dolayısıyla de fotoğraflar önemlerini daima muhafaza ederler.

### Ö Z E T :

Mühendislikle ilgili projelerin bütün safhalarında fotoğraf enterpretasyonunun faydalar sağladığı bugün herkesçe kabul edilmiş bulunmaktadır. İlk safha olan istikşaf ve uygulanabilecek projenin araştırılması safhasında, en ziyade fotoğraflar üzerinde çalışılır ve fotogrametrik yoldan arazinin haritası yapılır. Fotoğraf enterpretasyonu sayesinde ilk safhaya ait masraflar büyük çapta azalmaktadır. Avant projenin çeşitli safhalarında, işlerin plânlanması ve yapılması bakımından, fotoğraf enterpretasyonu sayesinde çok kıymetli özel bilgiler elde edilir. Bu bilgileri başka metodlarla elde etmiye imkân yoktur.