

# Ertsve Erep Programı ve Uzay Görüntüleri Üzerinde Yapılan İncelemelerde Jeoloji İlimine Getirilecek Katkılar

Tuncer İPLİKÇİ (\*)

## ABSTRACT:

The first Earth Resources Technology Satellite (ERST — 1) was launched on July 23, 1972. In the seven months since it was activated, over 34.000 scenes of the earth have been obtained, covering all major land masses and about 75 percent of the world's land area.

The purpose of the ERTS program is to provide an assessment of remote sensing from a satellite as a technique for inventorying and monitoring the earth's resources to provide for better management of these sources.

## GİRİŞ -

Bu konular ileri teknolojinin en son yenilikleri olup 3 yıldan beri yurdumuzda da ilgi ile izlenmektedir.

Bu süre içinde bende çeşitli vesilelerle direkt olarak konu ile ilgilendim. Bankamızın ilgisi açısından konunun sadece maden yatakları (mineral kaynakları) ve jeolojik yapıların araştırılmalarına dönük disiplini incelenmiş ve bu hususta günümüze kadar yapılan uzay çalışmalarını ile arz kaynakları potansiyelini tesbit yolunda öncülük yapan A.B.D. Uzay ve Havacılık Millî Teşkilâtının (NASA) en son yayınlarından aktarmalar yapılmıştır.

Yaptığım derleme genellikle jeoloji bilim dalını kapsayacağından "konunun daha ziyade jeologlar için ilginç olacağı varsayımı ile Sayın Dr. Ferit TOKTAŞ'la istişare ederek jeolojik ifadelerde muhtemel yanlışları peşin olarak önlemeyi ve konuya daha çok yaklaşmayı uygun buldum. Daha sonra konuyu, uzun zaman alacak olan ayrıntılardan mümkün mertebe kaçarak kısa süre içinde benim için yeterli olmadığını kabul ettiğim bir redaksiyona tâbi tutmağa ve çeşitli informasyon kaynakları ile, ilgili çevrelerde yaygınlaşan fakat ayrıntıları ile henüz tüm anlaşılmayan bu konularda doğru bir bilgi aktarması yapmağa çalıştım.

## KRONOLOJİK BİLGİ :

Bugün hava fotoğrafı kullanışı olmaksızın elde edilen ciddi bir jeolojik saha çalışması yok gibidir. Remote-sensing (uzaktan algılama) teknikleri II. Dünya Harbi esnasında askeri maksatlar için hızlı bir gelişme göstermiş. Harpten sonra ibü teknikler süratle araştırma jeofiziğine tatbik edilmiştir. Bunun tipik bir misali Airborne mariyetometresidir. 1960 dan bu yana gerek remote sensing gerekse uzay teknolojisinde hızlı gelişmeler olmuştur.

## UZAYDA İLK GELİŞMELER

### A — Yörüngesel jeolojik fotoğraf tekniği

Yörüngesel bir yükseltiden arzın ilk fotoğrafları ilk defa II. Dünya Savaşından sonra, roketlerle 100-200 mil yüksekliğe taşınan küçük otomatik kameralarla çekilmiştir. Bu görüntüler daha ziyade meteorolojik ve askeri istikşaf amacı ile kullanılmış; ancak 1963 den sonra jeolojik gayelere hizmet etmiştir. Tecrübelerle daha sonra Gemini 4 uzay aracı ile devam edilmiş ve jeoloji için faydalı kalitede 100 den fazla fotoğraf çekilmiştir. Bu fotoğrafların çoğu, haritası yapılmamış yapılandırılmış, kumul sahalarını hattâ Meksiko'daki tüm volkanik araziye kapsıyordu. Gemini programı sonunda 1200, daha sonraki Apolla grubunda da bir o kadar renkli yeryüzü fotoğrafı elde edildi. Gemini programı geliştirilirken, Apollodan sistematik arz kaynakları fotoğrafları çekimi planlanmağa başlamıştı. Multy spectral (çok görüntülü) kapsam için ihtiyaçlar tesbit edildi ve 4 kamera plânlandı. Böylece ilk uzay istasyonu kuruldu. Skylab bugün bu temel üzerine oturtulmuş başarılı bir programdır. Multy spectral ve renkli fotoğraflardan elde edilen verilerden rejyonel yapı çalışmaları dahil jeolojide başlıca jeolojik harita alma, jeomorfoloji ve sedimantasyon konularında yararlanma olanağı bulunmuştur.

Nasanın arz kaynakları programı: Geological-Survey, Tarım sektörü ve Deniz Kuvvetleri Oseonograf! Ünitesinin yakın işbirliği ile 1963

(\*) Jeofizikçi, Etibank — Ankara

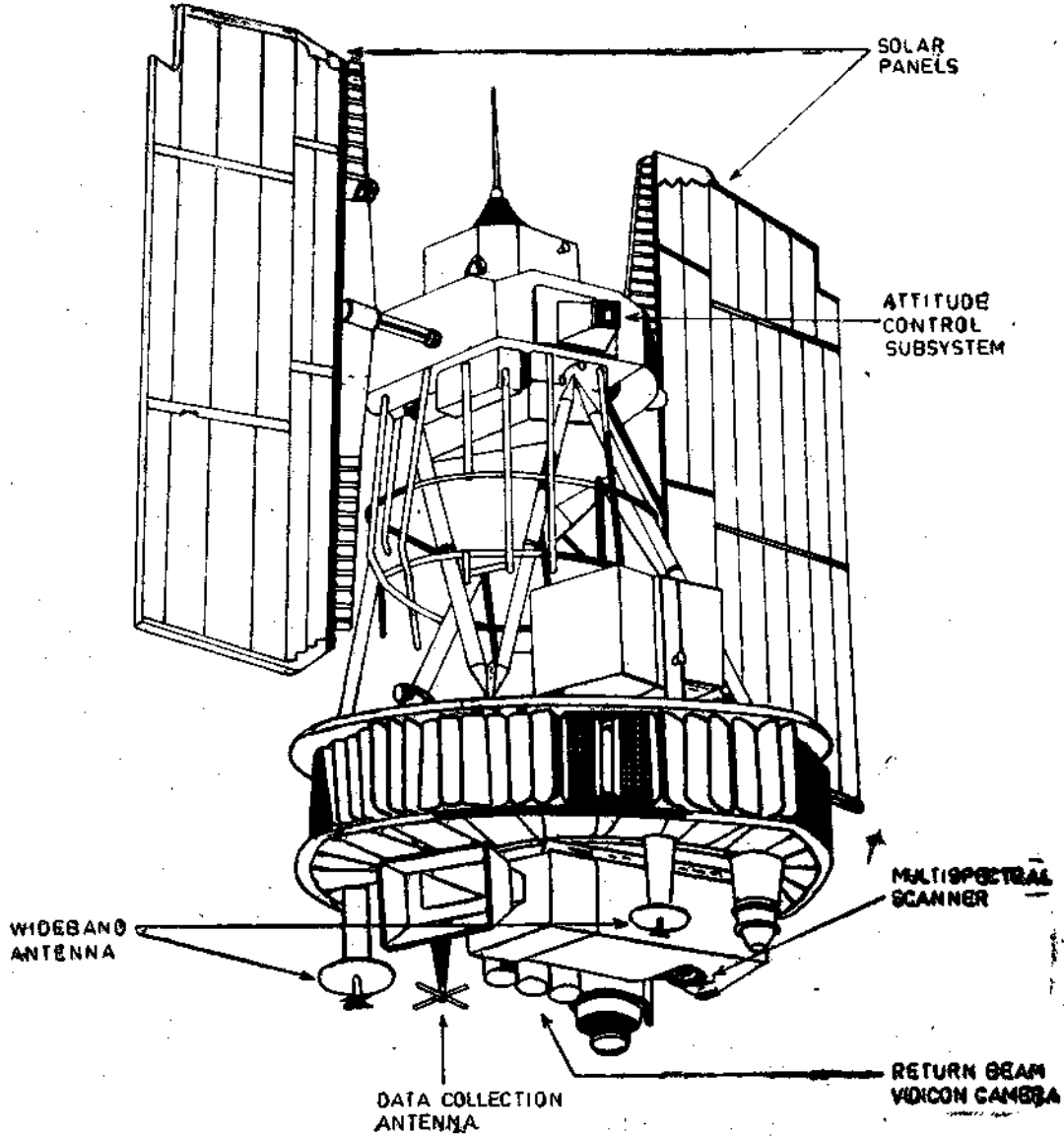
yılında başladı. Bu program çevresinde bir seri yaygın airborne remote sensing tecrübeleri yapıldı. Bu tecrübelerde daha sonraları uzayda uygulanan sensorlar (duyargalar) kullanıldı.

Bu çalışmalarda üniversitelerin, özel endüstri kollarının ve diğer ünitelerin remote-sensing gelişimi ile ilgili önemli katkıları olmuştur. Çeşitli gelişimlerin en üst noktaya gelmesi sonucu NASA, bugünkü adı ERTS olan (Earth Resources Technology Satellite) programı tertip ederek A.B.D. lerinin ilk uzay istas-

yonunu kurmuştur.

#### ERTS PROGRAMLARI

Birincisi ERTS — 1 veya A diye adlandırılan ilk uzay platformu olup özellikle sensorlar vasıtası ile arzin defalarca gözetlenmesi sağlanmış, optimum randıman, çok bantlı görüntü ve digital data elde edilmiştir. ERTS—1'e ait uzay aracı 23 Temmuz 1972 NASA'nın batı Kaliforniya'daki istasyonunda hazırlanmıştır. (Şekil: 1).



ŞEKİL: — 1

- 1 — Güneş ışınlarına dönük paneller
- 2 — Yerdeğisürme kontrol sistemi
- 3 — Geniş bantlı anten

- 4 — Data toplayıcı anten
- 5 — RBV (Return Beam Vidicon) kamera
- 6 — M.S.S. (Multy spectral scanner) tara-yıcı kamera

## İSTATİSTİK BİLGİLER

Ağırlığı 950 kg. olup roket yardımı ile yörüngeye fırlatılır. Dünyadan yüksekliği 910 km. olup her 103 dakikada bir yörüngesel devrini tamamlayarak günde 14 defa dairesel hareket te bulunur. Bu yörüngelerden yeryüzünün her tarafı, sadece kutuplardaki küçük bölgeler hariç, görülebilmektedir. Her 18 günde bir aynı noktayı aynı lokal zamanda tekrar tesbit edebilmektedir. Her bir satelit yeryüzünü bir uydu gibi görüp 185 km. genişlik ve uzunlukta kuzey-güney doğrultusunda bir alanı tarayabilmektedir. Uzay aracında TV kamerası ve Radyometrik tarayıcılar kırmızı, mavi veya yeşil renk ışıklı görünür spektral bantlarda görüntü elde etmektedir. Bu imkân daha önce insanlı Apollo 9 uzay aracında da denenmişti. Elde edilecek data şu bilgileri sağlayacaktır:

- £ Mahsul özellikleri ve sıhhati
  - O Jeolojik yapı ve kayaç türleri
  - 0 Toprak türleri ve yüzeydeki nem muhtevası
  - % Kıyı prosesleri
  - £ Yüzey su dağılımı ve su kirlenmeleri
- Buna ilâveten eklenen cihazlarla :
- £ Göllerdeki su seviyeleri, dereler ve rezervuarlar
- Kar kalınlığı, buzul basınçları
- £ Yüzey temperaturü
  - £ Okyanus tuzluluğu ve akıntıları
  - # Asmosferik kirlenmeler



**2 (a) = Bu resim bir ERTS kırmızı bant görüntüsü olup Batı Avustralya'nın bir bölge, si görülmektedir. Port Hedland kıyılarına yakın tam kuzeybatısının güneyinde yer alır. Metamorfik kayaçları kateden büyük bir kaç magmatik plütonları göstermektedir.**

Uzay araçlarında RBV (Return Beam Vidicon) kameralarla arz yüzeyinin, 90 m den çekilen randımanda, 185x185 km<sup>a</sup> lik fotoğrafları tesbit edilir. Bu ebaddaki görüntüler 3 kamera ile aynı anda fakat farklı spektral bantlarda

olup spektrumun görünür ve yakın infrared (kı-zıl ötesi) kısımlarında yer alır.

Satelit yer yüzünü 185x185 km<sup>m</sup> ile M.S.S. (Multy Spectral Scanner) kameralarla da devamlı olarak tarayıp data toplar. Bu taranan

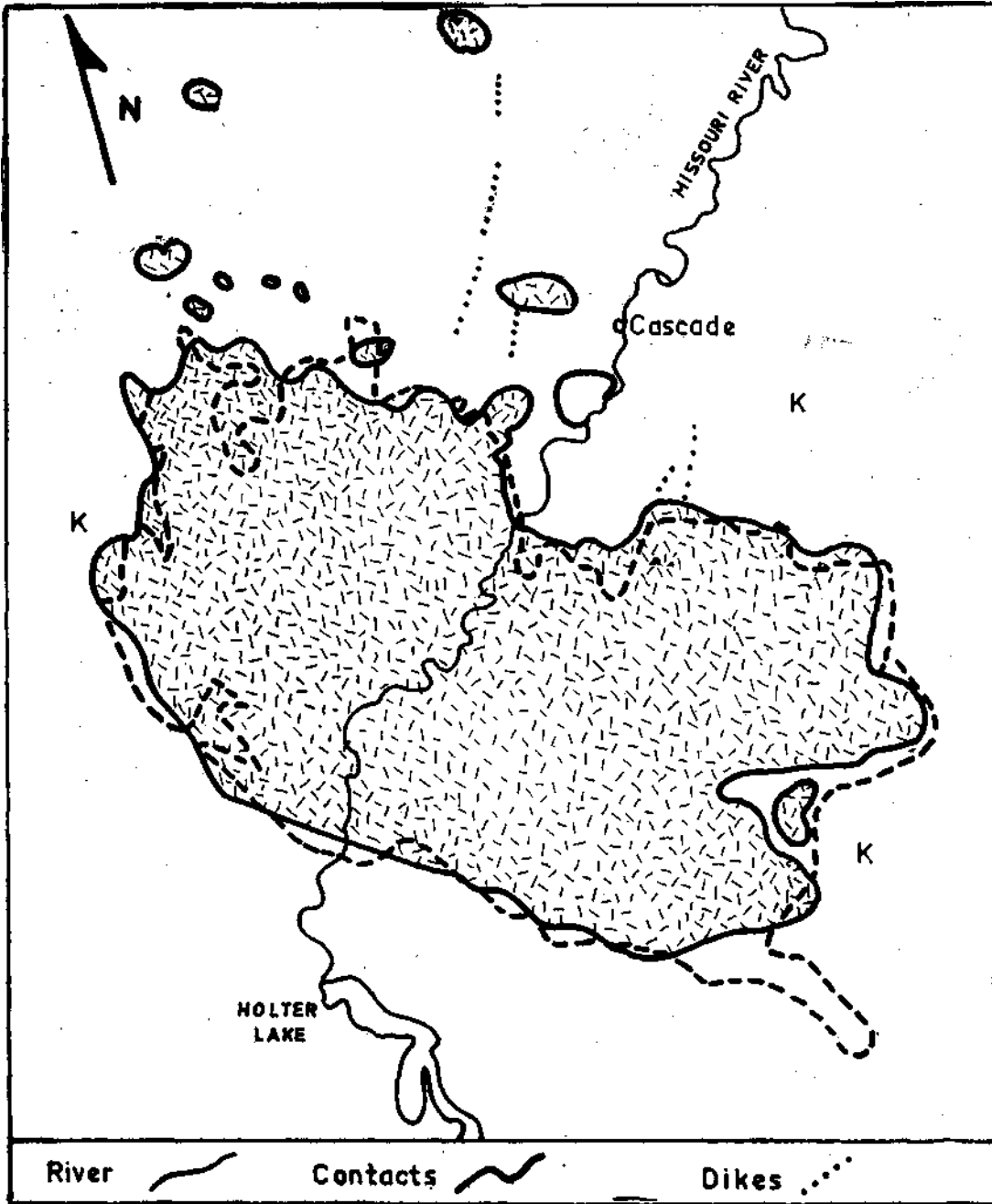


2 (b) = Bu.resimde Avustralya'nın bir kısım tektonik haritası görülmektedir. 2(a) daki görüntüyü tamamen içine almaktadır. Ag, As, ve A lar arkeen granitik kayalarla metamorfik üniteleri, P'ler metasedimentleri, CZ ler konsolide olmayan sedimentleri ifade etmektedir. Resmin boyu yaklaşık olarak 100 mildir. Önceki şekil 2 (a) ERTS görüntüsü ile haritası görülen bu şekil arasındaki yakm mukayese ERTS imajından yapılan haritadaki hudutların kesin lokasyonlarını izah eder.

şeritler bir ewelki RBV kameralarla taranan şeritlerin aynısıdır. ERTS sistemi ile haftada 10.000 görüntü tesbit edilebilmekte ve 161 milyon km<sup>2</sup> lik harita alımı imkânı doğmaktadır. 185 km. lik şeritler bir sene içinde 20 defa günün aynı zamanlarında taranarak tekrarlanır.

Gerek (RBV) gerekse (MSS) kameralar 26 Temmuz 1972 de ilk görüntüleri göndermeye

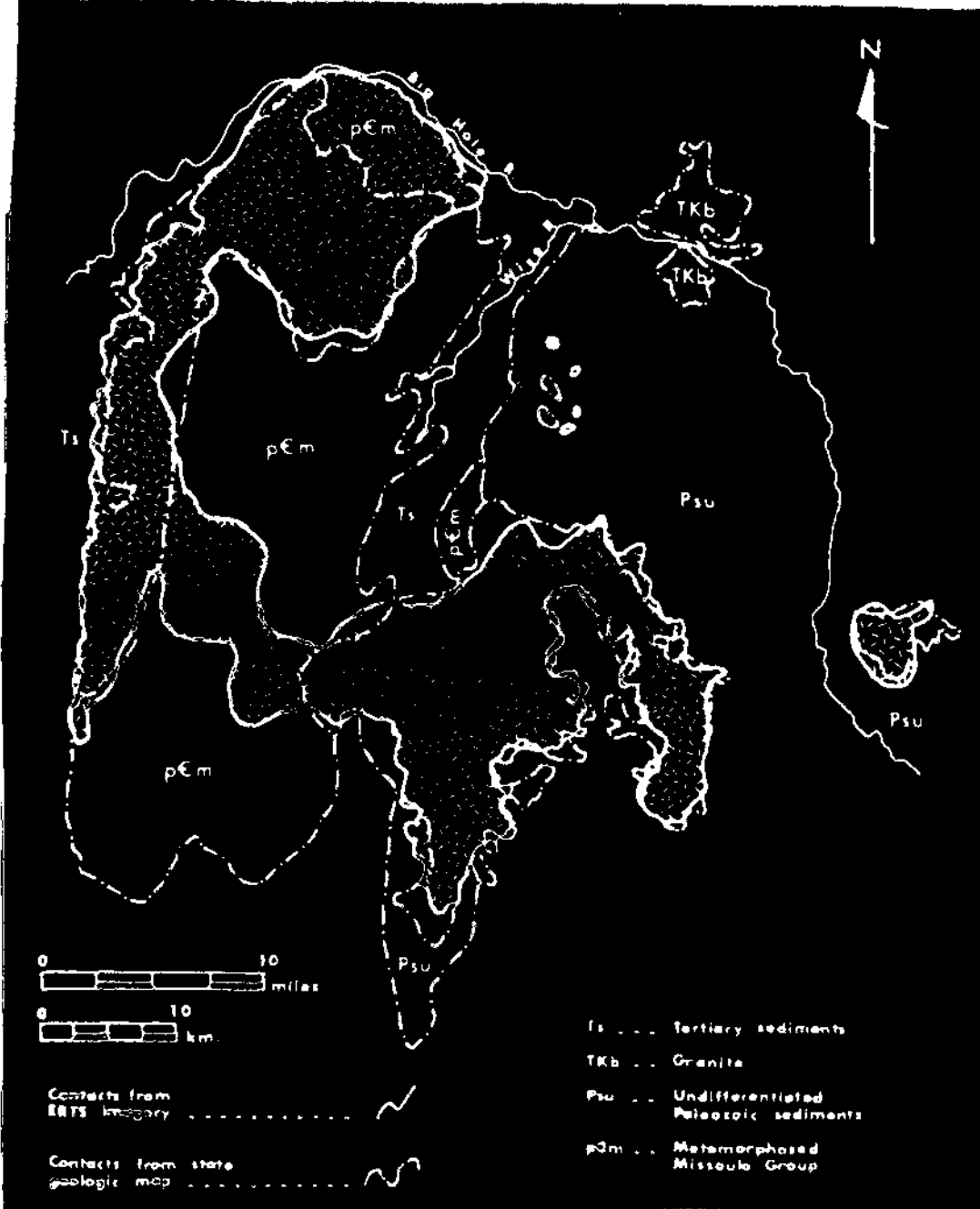
başladılar. 1 Ekim 1973'ten itibaren (MSS) le arz yüzeyinin % 80 nini kapsayan 65000 görüntü elde edildi. Ortalama olarak bu görüntülerin % 30'u tamamen bulutsuz ve aydınlıktır. Kuzey Amerika'nın büyük bir kısmı 1973 eylülüne kadar tamamlanmış ancak band rekorlarında ki güçlükler nedeni ile diğer kıt'alar 1973 mar-tından beri oldukça kısıtlı kalmıştır.



Şekil 3 (a) : Batı Montana'da adal volkanik dağının iyi uyumlu bir haritası verilmektedir. ERTS görüntüsünden tayin edilen kontaklar kesiksiz çizgi ile, Devletin Jeolojik haritasından alınan kontaklar İse kesik çizgilerle gösteriliyor.

Şurası unutulmamalıdır ki, esas itibarı ile, ERTS projesi, uzay fotoğraflarından büyük sahaların hastalanmasının geliştirilmesidir. Önceki yıllarda hava fotoğrafları, başlıca, jeolojilere yardım gayesi ile kullanılmış ve çeşitli jeolojik haritaların hazırlanması, revize edilmesinde yararlanılmıştır. Böylece, belirli bazı işler halâ uçaklardan gereği gibi yürütülmekte ise de uzay platformundan daha geniş kapsamlı ve da-

ha mükemmel verilerle yapılmaktadır. ERTS görüntülerinin daha acil bir tatbikatı da harita derleme veya küçük ölçekli haritaların revizyonudur. Dünyanın, kayaç zuhurlarının daha kesinlikle tanımlandığı bölgelerinde (başlıca çöllerde veya diğer bitki örtüsünün çok seyrek olduğu yerlerde) ilk haritalardaki yüzey patterninin ERTS'den alınan görüntüsünün karşılığı hemen hemen aynıdır. (Şekil 2)



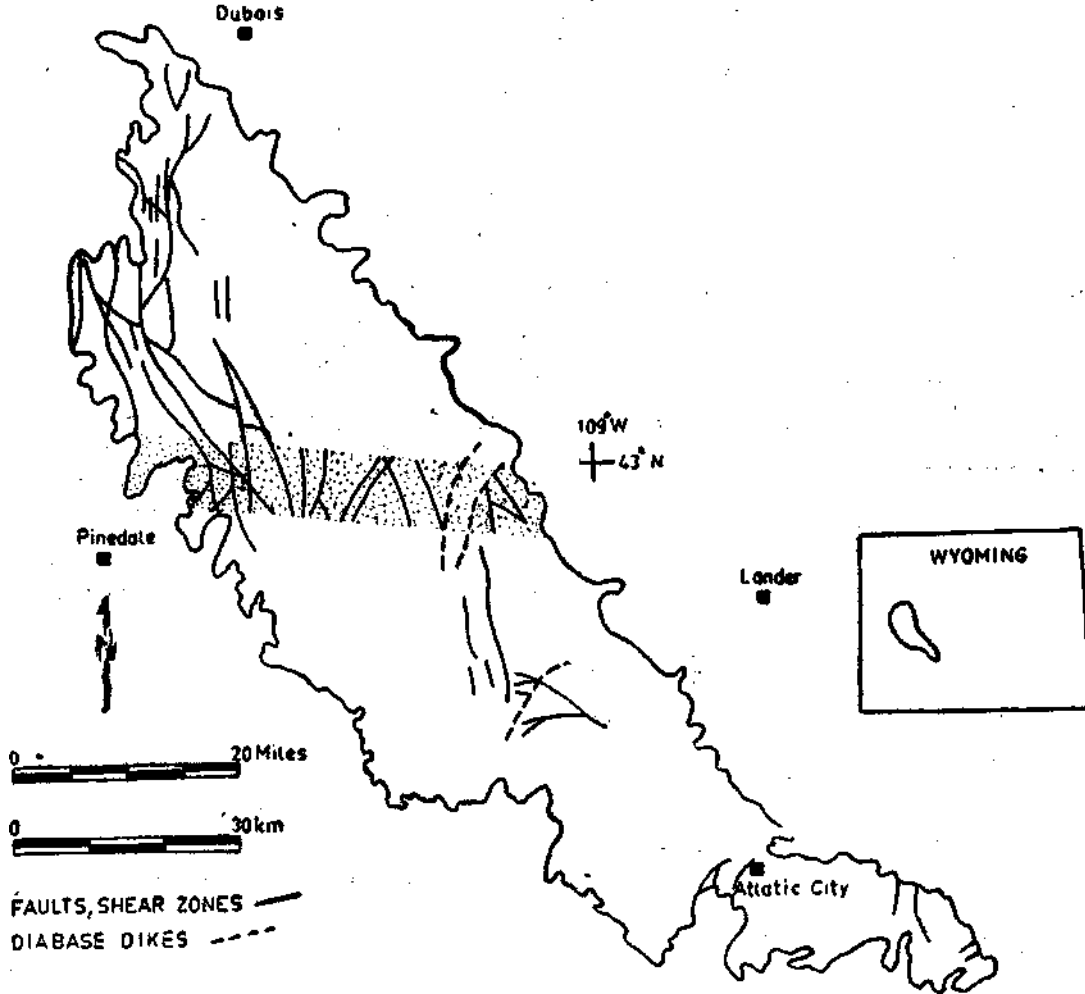
Şekil 3 (ta) : Batı Montana'da Poiner dağlarındaki granitik (TKb) ve metamorfik (pEm) üniteler görülmektedir. Ancak ERTS imajından alınan kesiksiz çizgilerle, jeolojik haritadaki kesikli çizgilerin büyük bir çoğunlukla çakışmadığı görülmektedir.

Harita yapımçıları muhtemelen küçük ölçekli haritalarda yüzey dağılımı ve formasyon hudutlarını genellemek veya düzgünlemek eğiliminde olmuşlardır. Ancak ERTS görüntüsü ile karşılaştırılarak kolay bir düzeltme yapılabilir. Jeolojik haritalarda yanlış değerlendirilen veya tanıtılmamış jeolojik özelliklerin görüldüğü yerlerde ERTS görüntüleri ile bir çok tanımlamalar yapılmıştır.

Örneğin: Bazalt akıntıları bazen haritalarda mükemmel gösterilemediği gibi bazen yer dahi almayabiliyorlar; oysa ERTS görüntülerinden seçilmiş hudutlar çok kesin olmamakla beraber daha iyi tespit edilebilmektedir. (Şe-

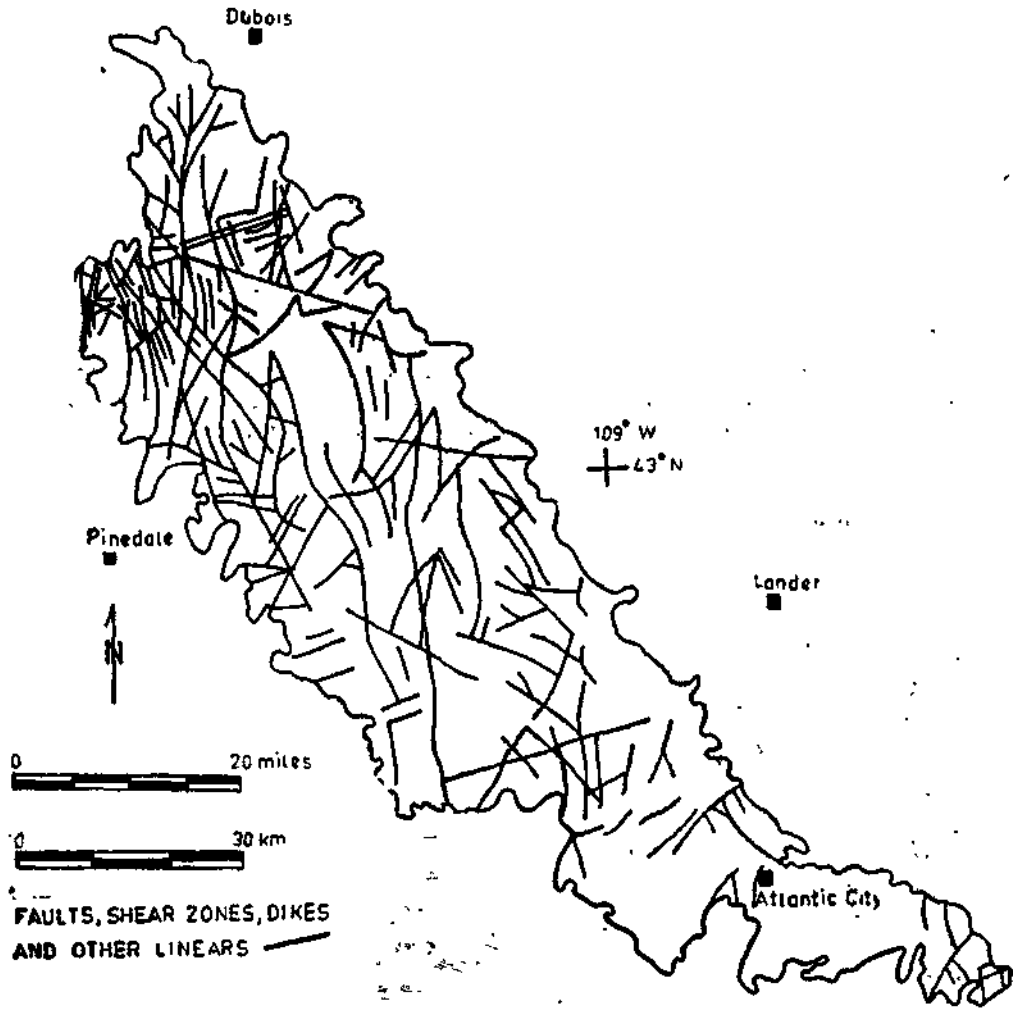
kil: 3 a.b). Şurasını belirtmekte fayda vardır ki yer yüzünden alınmış herhangi bir görünümün kullanışı gibi ERTS görüntülerinde foto interpretasyonlarından geliştirilmiş ilişkiler daha sonra tekrar düzeltmeye ve saha kontroluna tabi tutulmalıdır. Yapısal jeoloji yönünden; ilk uzay görüntü tecrübeleri ile, yaygın strüktürel elemanlardan:

£ Gömülü antiklinaller, domlar, intrüsifler, kıvrılmış dağ kuşakları, fay zonları, ve diğer kırık sistemlerin teşhiri için istisnai (Synoptic) değerlerden yararlanılmıştır. Kurak bölgelerde, özellikle kabuğun yapısal olarak bozulmuş kısımlarındaki yüzeyler ERTS imajları ile aynı



## MAPPED PRIOR TO ERTS-1

Saldi 3 (c) : 1. resimde ERTS <— 1 den evvel 2. resimde ERTS — 1 den sonraki gözlem. 1er belirtilmektedir.



## OBSERVED BY ERTS-1

yerin haritasında olduğundan daha iyi açıklanmıştır.

Böyle bir ayırım için şu indikatörler sayılabilir :

1. Değişken uzunluk, doğrultu ve devamlılık gösteren hatlar için ton kontrast ayırımı (Genellikle açık arka plana karşılık koyu, bilhassa infrared band görüntülerinde görülen hatlar boyunca konsantre olmuş su bölgelerinde)

2. Ton süreksizlikleri : Genellikle zıt açık ve koyu bölgeler arası, hudutlar olarak yer alır.

3. Topoğrafik şekillerin ayırım çizgileri, sık sık gölge ile ifade edilir.

4. Drenaj patern çizgileri ve lineer temayüller boyunca bitki toplulukları.

Bundan başka ERTS imkânları ile yeni ve büyük çaplı kraterlerin keşfi düşünülmüştür. ERTS görüntülerinde birçok bilinen yapılar açıkça görüldüğü gibi bilinmeyen yüzey şekillerine de rastlanmaktadır. Bu yıl Brezilya'nın 400 mil güney batısında bir krater ERTS görüntülerinden tesbit edilmiştir. Sarsıntıya maruz kalmış kayaç materyalleri, kraterin eski olduğuna delildir. (Şekil 3 c) Şekil 4 de görüldüğü gibi krater takriben 13 mil çaplı olarak bilinen: «ARAGUAINHA DOME» dur. Ancak ERTS görüntülerinden yapılan hesaplar sonucu yaklaşık 25 mil çapında olduğu, etrafında 2 koyu halka ihtiva ettiği, bu halkalarında bir kısım kayaç ihtiva





ŞEKİL : — 4

ERTS imajından büyütülmüş Brezilya'nın batısındaki bir sahayı göstermektedir. Burada çift halka strüktürlü Araguinha Dome adı verilen ve daha sonraları metamorfiklerle dolu bir krater olarak tanımlanan krater görülmektedir.

ettikleri, bu kayaların ise sık ağaçlı ormanlara ait ağaç kalıntılarının haiz oldukları tesbit edilmiştir.

Bu konuda bir başka avantajda ERTS görüntülerinden mozaik yapımıdır. Arz kabuğunun

büyük havza tektonik çalışmalarında bir perspektif elde etmek için fotomozaikler idealdir. Böylece 100'lerce mil devam eden hatlar integre edilerek bir ağ (Network) şebekesi yapılır.

En son «Plate tektonic» hareketlerinden geliştirilmiş sistemlerin neticeleri veya en eski

arz içi katlarında vuku bulan kırıkların tesirleri bu şebekeler yardımı ile yansıtılmış olur.

**LİTOLOJİK TANITMA:** Kayaç tiplerinin gerek hava gerekse uzay platformlarından sağlanan görüntülerle tanımlanabilmesi öteden beri amaç olmuştur da halen bilinmezlikleri devam etmektedir. En azından, majör kayaç gruplarının uzak algılarla tanımlanabilmesindeki ümitler meyanında çeşitli başarılar sağlanmıştır.

Yorumcu olarak, tecrübelerini ve görüntüdeki mevcut kayaç tipleri hakkındaki bilgilerine dayanarak fotojeologlar genellikle **BAZALT LARI, GRANTİK KAYAÇ LARI**, bazı **METAMORFİK** tipleri, **KALKERLERİ**, shalleri ve kumtaşlarını tanımlamada yetenekli olmuşlardır. Görüntülerde bulunan karakteristik ip ucu tonlar hakkında yorumcunun şuur altında yatan davranışları belirlidir. Bu tonları topoğrafik ifadeler, strüktürel ilişkiler, mostra patemleri olarak sıralayabiliriz.

Buradan hareketle kesin ünitelerin tanımlanmasına ait kararlar verilebilir. Bu prosesin işleminde yorumcunun sübjektif kararlarının etkisi olmamıştır.

Kayaçlar normal olarak, mineral topluluğu tekstüleri ve arazi ilişkilerine dayanılarak tanımlanırlar.

Başlangıç olarak genel bir terim sıralamasında umumiyetle sahadaki tabikatlardan yararlanılır. Örneğin kum taşı, kalker v.s. gibi, fakat kloritşist, grovak v.s. gibi hassas bir sıralama elde etmek için sık sık petrografik ve kimyasal detaya ihtiyaç vardır.

Doğru bir litolojik tayin için, örneğin stratigrafik üniteler, en basitinden gerek laboratuvarlarda gerekse sahada itinalı ve detaylı bir inceleme gerekir. Kayaç ayırımında bugün için **REMOTE SENSİNG**'i bir araç olarak kullandığımızda karşılaşılan güçlükleri kabul etmek gerekir. Nasıl ki, örneğin **X — RAY** difraksiyonla mineral tayinindeki çözüm sadece farklı atomik struktur bazına dayanıyorsa, **REMOTE SENSİNG** aracı, verilen bir kayaç tipini çok geniş anlamda tayin eder. Ancak **ERTS MSS.** ile taranan bir spektral bantta direkt olarak ölçülen kayaç özelliği **RENK** ve **PARLAKLIK**'tir.

İndirekt olarak yan özelliklerden söz edilir ki bunlar :

- £ İzafi Weathering (aşınma prosesi)
- £ Yüzey lekeleri (demir şapka v.s. gibi)
- % Toprak topluluğu
- % Bitki (preference)leri gibi cevaplardır.

Bütün bunlar ayırımında göz önüne alınır. Mamafih kayaçları tipik renkler ve İzafi par-

laklıklara dayanarak güvenilir bir tasnife tabi tutmakta imkânsızdır.

Böylece **GRANİT** ve **ŞİSTLER**, **KUMTAŞI**, **VE KALKERLER**, **SHALE**'ler ve **SLATE**'ler ve diğer, litolojik olarak benzer olmayan, kayaç çiftleri, kabaca aynı renk ve parlaklıklara sahip olabilirler.

Örneğin : Yeşil, kırmızı, gri, bej ve siyah **SHALE**'ler veya beyaz, koyu gri, bej ve kırmızı **KALKERLER** gibi.

**ERTS** görüntülerinden, radyometrik data kullanarak, güvenilir bir kayaç tipi tanıtımı yapma olanağı henüz yoktur. Ancak inceleme safhasındadır. Yalnız bu hususta Mart 1973 **ERTS** simpozyumunda Mr. **VINCENT** tarafından ortaya bir iddia atılmış ve kayaç tipi ayırımında **MSS 7** ve **5** nolu bantların oranının interpretasyonundan da olumlu neticeler alındığı söylenmiştir. (Şekil 5) (Ref. Tebliği = Paper 16,pp, 379-386 Mart 1973) (Michigan) Robert. K. Vincent)

#### **MİNERAL ARAŞTIRILMASI (Mineral exploration)**

Remote-sensing çalışmalarından jeolojiye aktarılan yararlar büyük olup, bunlardan maden ve petrol yataklarının bulunması ve diğer mineral üretimi (payoff) büyük kazançlar vadeden konulardır. Ancak böylesine değerli bir hedefin nasıl elde edileceğinin izahı da bu konunun can alıcı noktasıdır.

Yeni bir cevher veya petrol yatağı bulmak için; çok hassas haritalar yapan, çok değerli jeofizik tekniklerin yardımı Ve bol miktarda sondajdan istifade ederek yıllarca mücadele eden explorasyon jeologları bugün bu gaye ile kullanılacak Remote Sensing tekniklerine müteaddit bakan şüphecilerin tümünü aşmışlar ve uzaydan algı ile yeni bir mineral yatağı bulmadaki başarı oranının çok düşük olabileceğini göstermişlerdir. Ancak kısaca belirtmek gerekir ki, iki faydalı kullanışla **ERTS** datası bir metal konsantrasyonunun ideal şartlarını lokalize etmekte yardımcı olabilir.

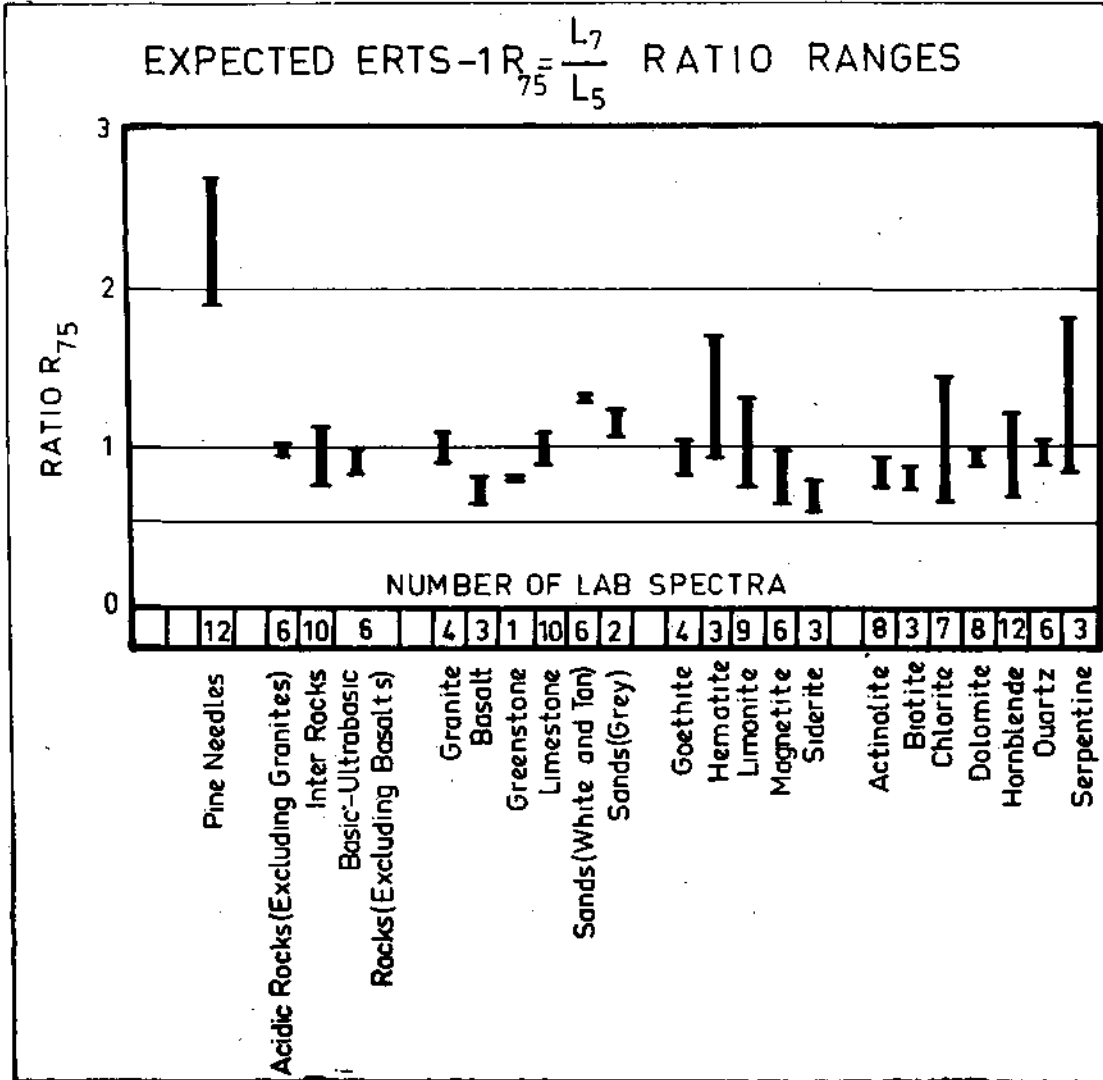
**A —** İlk olarak yer kabuğuna ait kırıkların tanınması; özellikle çizgisel sistemlerdeki birbirini kesmeler (intersection) yani bunları kesen kırık sistemleri tanımanız halinde, şayet inanıyorsanız ki bu gibi kırıklar mineral solüsyon (arını kontrol altında tutuyor cevher bulmadaki ihtimalin oralarda yoğunlaşacağı ortaya konmuş olur. Herbir yeni kırık veya bunları kesen kırıklar araştırma için yeni bir potansiyel yaratır. Bu kesim noktaları özellikle konsantrasyon vadeden zonları mühim ölçüde daraltır. Böylece geniş bir sahanın eksplorasyonu büyük ölçüde daraltılmış olur.

B — İkincisi alterasyon veya sekonder bir zenginleşmenin satıhta yarattığı lekeler, ki bunlar demir şapka ve evaporasyon mahsulü çiçeklenmelerdir, sığ mineral yataklarının varlığına işaret eder. Eğer kâfi büyüklükteki satih lekeleri renk-parlaklık anomalisi olarak keşfedilebilirse litolojik tanımlamada önemli ikazlarda bulunur. Bu konuda basit bir test ERTS görüntülerine bakılarak yapılabilir. Bilinen bir maden yatağını etraftan ayıran görünür ton farkları aşikârdır. Ancak bu konuda dikkat edilmesi gereken bir husus vardır. Aktivitesi devam eden maden ocaklarında herhangi bir karışıklığa meydan vermemek için insan eli ile

yapılan çalışmalar (istihsal v.s. işlemler) ve işletmeden önceki tabii leekleri gözönünde tutarak yüzey şartları ayırdecilmelidir.

1 Eylül 1973'e kadar ERTS kanalı ile keşfedilmiş dörtbaşı mamur bir cevher yatağına ait elde hiç bir rapor yoktur. Bazı yenilikler olmamıştır, denemez. Bu hususta en iyi misal 1973 Mart ERTS simpozyumunda VILJOEN tarafından sunulan tebliğde belirmiştir.

(Tebliğ G 26, pp 483-492 March 1973) Yazar Güney Batı Afrika'da da Nikel ve Bakır taşıdığı bazı çevrelerce bilinen GABROİK intrüzyon sütununu belirlemiştir. Önceleri bu intrüsf-



ŞEKİL — 5

Bu şekilde ERTS M.S.S. 7 ve 5 bandlarında yer alan ve apsis ekseninde sayılan ile verilen numunelerin kapsadığı bölgelerdeki laboratuvar ölçülerinin spektraya karşı çizilmiş oran değerleri görülmektedir.

lerin bütün hatları ile (exact) doğru ve kati uzanımı bilinmediği için sadece çok kabaca haritalanmıştı. Bunun gibi ERTS yardımı ile Brezilya'da uranyuma ait püskürük kompleksler, Avustralyada uranyum ve bakırca zengin-strüktürler ve Kanada da nikel taşıyan intrüsilifler tespit edilmiştir.

1973 Martı ERTS simpozyumunda VINCENT, MSS 7 ve 5 no.lu bandların oranını kullanarak demir oksitin tanınmasındaki muhtemel başarının aşikâr olacağını iddia etmiştir. (Şekil 5) Vincent limonit ve hematitin aldığı bu oran değerinin diğer adı mineral ve kayaç tiplerinden değişik skalada olduğunu bulmuştur. Ancak bu orana yakın olarak serpantini de tespit etmiştir. (Bu konuda VINCENT'in 2 nci bir denemesi de Atlantik City madenindeki metamorfik kayalar içinde büyük demir yataklarının olup olmadığını tayin etmektir. Petrol aramaları için de bir çok ERTS araştırmaları yapılmış ve indirekt olarak kıymetli bilgiler elde edilmiştir. Petrol jeologları bunlardan hiçbirisini özellikle yeni bir teknik olarak kullanmamışlardır. Ancak bir kısmının yararlı olduğu ortaya konmuştur. Çıkarılan neticeye göre; haritası yapılmış bir antiklinalin görülebileceğini veya bir tuz domunun tanınmasına yardımcı yüzeysel ifadelerle sahip olduğu veya bazı kırık temayüllerin petrol sahalarından geçerek onları muhtemelen kontrolü altına aldığını söyleyebilmek mümkün olmaktadır. ERTS görüntülerinin, petrol yataklarının bulunmasındaki başarısı halâ münakaşa safhasında olduğu halde faydasının da olmadığı söylenemez.

Bunun başlıca sebepleri harita alma kabiliyeti ile izah bulurlar. Dünyanın daha önceleri yetersiz haritalanan bölgelerinde yeni datanın bulunması, geniş bir yapıda strüktürel ilişkilerin kesinlik kazanması en basit anlamı ile ERTS görüntülerinin, geniş havza etüdlерinde, hava fotoğraflarına, büyük katkılarda bulunduğunu ifade eder.

NETİCE : Özet olarak diyebiliriz ki birinci yılın sonunda araştırmalardan araştırmacıların elde ettikleri ERTS ürünü satelitlerin, jeolojik uygulamada 40 senede hava fotoğrafları ile yapılan başlıca işlerin çoğunu, aynen yapabileceği neticesine götürmüştür.

Yalnız büyük ölçekli detay işlerin elde edilmesi, stratigrafik ve strüktürel jeolojik haritaların yapılmasında hava fotoğraflarının hâlâ bariz bir üstünlüğü vardır. Bunun nedeni de alçak uçuşlarda kullanılan film kameralarının elde ettiği yetenek (resolution) daha yüksek seviyeli olmaktadır.

Rejyonel ve özel karakter arzeden geniş sahaların etüdleri bahis konusu edilirse ERTS

MSS. m çok daha iyi bir sistem olduğunu da kabul etmek gerekir. Bu tip sahalar, arz kabuğunun majör strüktürel elemanları dağılımının şimdiye kadar elde edilemeyen görüntüleri ve bazı belirli dinamik prosesleri olarak tanımlanabilir. Bunlar da farklı sezonlarda geniş sahalar olarak etüd edilmelidirler. ERTS görüntülerinin burada sıralanmaya değer avantajları :

- £ Yıl boyunca alçak güneş açıları, karla örtülü sahaların vereceği kontrast
- 0 Çıplak ağaç şartları
- £ Bitki toplulukları
- £ Rutubet konsantrasyon tesirleridir.

#### SKYLAB = EREP PROGRAMI

Skylab A.B.D. ilk uzay laboratuvarı olup hedefi arz ve güneşi etüd etmek, insanlığın uzaydaki sorunlarına cevap aramak ve uzay teknolojisidir. Daha sonra EREP (Earth Resources Experiment Package) programında bir tim tarafından bazı operasyonlar gerçekleştirilmiştir. (Tablo 3) (Şekil 6)

EREP başlıca 5 aletten ibarettir. Sahaların görüntüleri bir aletten ötekine değişir. SKYLAB'ın yörüngesi 50° eğimli olduğundan global bir kapsam için müsait değilse de birbirine komşu bütün A.B.D. eyaletlerini kapsadığı gibi batı Avuranında büyük bir kısmını içine alır. SKYLAB deki çeşitli aletler nümerik tecrübe değerlerini haiz iseler de (S 190 gibi) bunlar esas itibarı ile tecrübe değil her-biri için bir araştırmacı görevli olup muayyen bir tecrübeyi, tedrici olarak, yaygın data kullanarak, yürütmektedir. (S 190 A ve B) kameraları ile alınan 2 örnek Şekil 7, 8 de gösterilmiştir. Mamafih mürettebatın seçtiği yerlerden 70 mm lik el kameraları ile alınan birkaç resim - resmi tecrübelerin bir parçası değilse de - EREP'in başarısı hakkında bir fikir verecek ölçüdedir.

Tecrübeli ve iyi yetişmiş EREP personelinin çektikleri şahsi maksatlı resimler, insan değerini gereğinde karar verme, inisiyatif ve hüner açısından en mükemmel şekilde tarifeder. SKYLAB 1. bir kaç yüz 70, ve 35 mm lik ejle çekilmiş renkli fotoğrafla döndü. Bunlardan 2 tanesi aşağıda sunulmaktadır.

#### A — SL 2—5—469 S CALİF :

Bu alçak oblik görünüş (Şekil 9) Mojave çölü ve civarını kapsamaktadır. Bu bölgenin ilgi çekici özelliklerinden SANANDREAS fayı ve ilgili faylarının strüktürünü, kar örtüsünü ve LOS ANSGELES basenindeki duman teşekülünü bu resimden izlemek mümkündür. Gösterilen sahada esas olarak MOJAVE çölü yer alır.



ŞEKİL — 7

**Skylab 2 ye ait bir renkli fotoğraftır. S. 190 A M.S.S. kamera Ue çekilmiş Utah'daki Antiklinal domu göstermektedir.**

Renk farkları başlıca kayaç ve toprak karakterlerine bağlıdır. Çoğunlukla vadiler ve dağlarda açık renkler hakimdir. Buralardaki çıplak kayalar ise koyu görünümündedir. Bazı vazih kayalar yakın geçmişe ait volkan koni külleri ve lâv akıntılarını gösterir.

Mamafih koyu tonlu Sierra Nevada, San Bernadino dağları yoğun bitki örtüsü gösterir. Sierre Nevada'nın, kuzey kısmı karla kaplıdır. Los Angeles baseninin batı kısımları bulut örtüsü ile kaplı olmasına rağmen doğuda duman (sis) dağılımı açıkça görülmektedir, index haritada belli başlı bir kaç fay yer alıyorsa da «Physiographic» gelişmede faylanmanın önemi aşikârdır. Birçok vadi fay kontrolü altındadır. Burada (Şekil 9 a) özellikle iki struktur iyi gö-

rülmektedir. Birincisi LAS VEGAS shear sonu kuzey tabakalanmalarının lateral yer değiştirmesini açıkça göstermekte ve bir şariyajdan bahsedilmektedir.

#### SONUÇ:

SKYLAB — EREP tecrübesinden sıhhatli bir netice çıkarmak için zaman hiç şüphe yok ki erkendir. Ancak bazı bilgilerde edinilmiştir. Bu an için şurası açıklığa kavuşmuştur ki uzay istasyonu veya insanla mücehez uzay araçlarından yer kaynakları için faydalı ve etkili işler yapmak mümkündür. Burada yükseklik kontrolü, gerekli yakıt ve arzın eksoz gazlarının yarıttığı kirletme .problem olmaktadır. Avantajları da şöyle sıralıyabiliriz :



**ŞEKİL: 8**

**Skylab 2 ye alt siyah-beyaz bir fotoğraftır. S. 190 B metrik kamera ile çekilmiş Güney MAYOWORTH ile kuzey BUFFOLD arasında yer alan Big Horn dağlarını gösteriyor.**

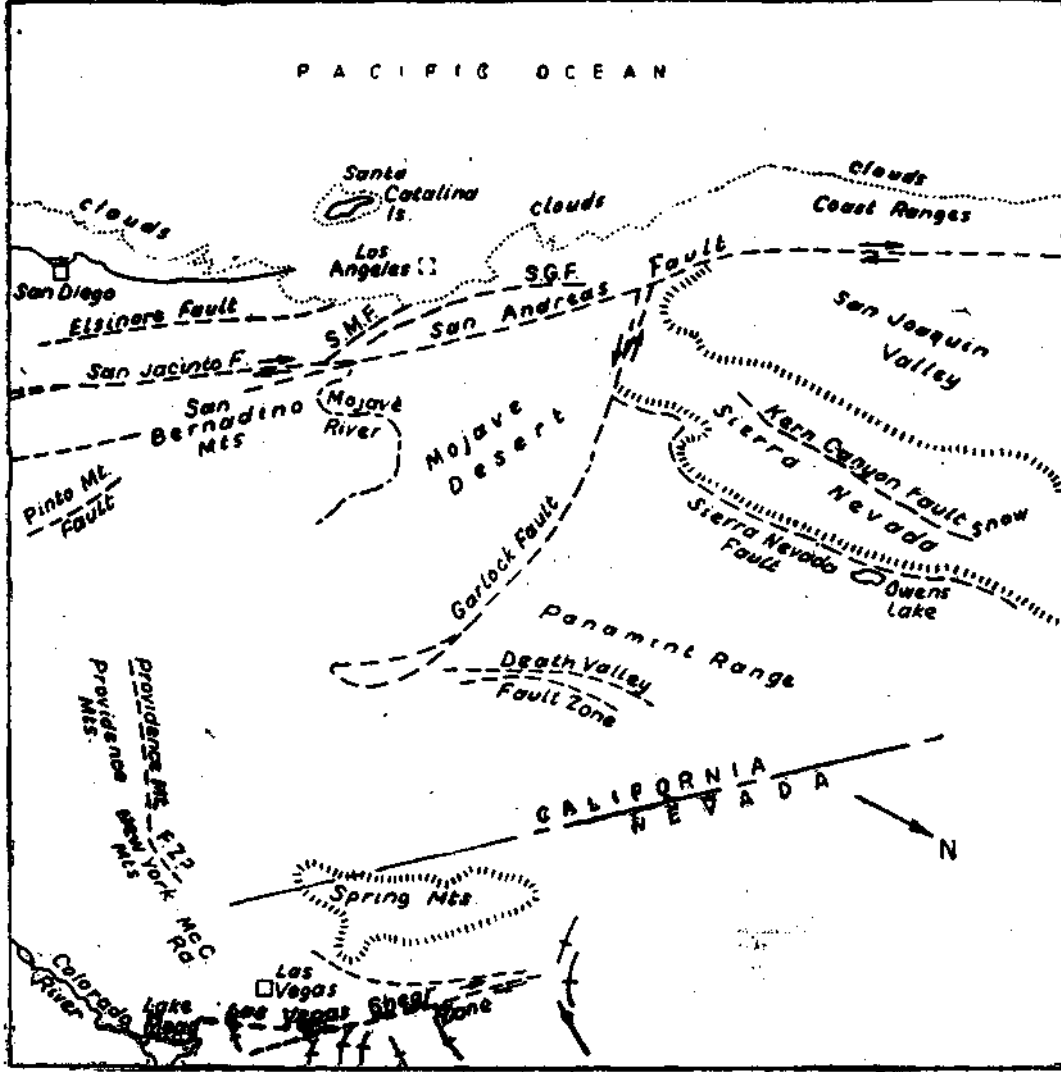
1 — ERTS — 1 deki otomasyonun büyük başarısına rağmen arz kaynakları etüdlerinde beşerin çok yönlülüğe dönüşü ve karar verme meselesi SKYLAB de başlıca avantaj olmuştur. 2 nci olarak aslında birkaç fırsatlardan en önemlisi, ihtiyaçları ve uğraş zamanını tesbit etmektir. Ancak yapılan mukayeselerde insanlı satelitlerdeki alet bozulmaları içerdeki personele düzeltileceğinden en azından insansız u-zay araçlarındaki kadar komplekstir.

Teçrübeler neticesi beliren temayüle göre serbest uçan remote - sensing modüllerinin kullanılması zorlanmaktadır. Genellikle insanla mücehhez araçların önemini vurgulamak yerin-

dedir. Ancak ERTS — 1 deki vasi çeşitteki obzervasyon, özellikle mükerrer kapsamlar, bu işin insansız satelitlerle, daha küçük ölçekte olmasına rağmen, yapılabileceğini belirtmektedir.

#### **MEVCUT ARZ OBZERVASYON PROGRAMLARININ KRİTİĞİ**

Gemini ile Apollo da olduğu gibi ERTS ile EREP yani SKYLAB de halef selef olarak araştırma programları için gerekli testlere vücut vermiş ve ilk şekilleri ile ortaya koymuşlardır. Uzaydan arz obzervasyon sistemlerine ilerde yapılacak katkılar bugünkü programların



INDEX MAP

SKYLAB I PHOTOGRAPH SL 2-5-669

Scale variable Owens Lake - San Diego  
distance 400 km. (250 mil)etj

S G F - San Gabriel Fault

S. M F - Sierra Madré Fault

ŞEKİL : - 9

Skylap 2 Personelinin elle çekilmiş 70 mm oblik bir fotoğrafı olup güney Kaliforniya'da MOJAVE çölünü göstermektedir. Bununla ilgili Index harita Şekil 9 (a) da verilmiştir.

etkinliğinin geliştirilmesine dayalı olacaktır. Mart 1973 ERTS simpozyumunda bir jeoloji çalışma grubu arz kaynakları ile ilgili programların jeolojiye tatbikinde zuhur eden bazı aşikâr kusurları raporlarla ortaya koymuşlardır. (İlgilenenler için III cilt 30 - 42 sahifelere müracaat)

Bunların neticesine bazı eksikliklerde ilâve edilince denilebilirki SKYLAB neticeleri henüz son derece başlangıç seviyesindedir.

A - RESOLUTION : (ideal yeteneklilik) = ERTS görüntü ve digital datasında yer alan jeolojik informasyondaki yeterlik normal hava fo-

toğraflarından 10 ile 100 defa az olduğu söylenebilir. Mamafih satelit plâtıformlarından alınan neticeler şayet muayyen jeolojik aplikasyonlar için bahis konusu edilirse bu faktör 2 ile 10 defa arasında değişebilir. Böylesine bir yeterlik artışı :

- Mineral endüstrisindeki işletmeciliğe
- Kıyı şevleri veya arz yüzeyinin dinamik proseslerle halen modifiye edilmesi
- Yüzey mineral alterasyonu
- Düşük seviyede tanımlanabilen faydalanma ve kırıklanmalar
- Litolojik stratigrafik haritalanmalar ve tanımlamalarına önemli sonuçlar getirmiştir.

#### B — AYDINLATMANIN YÖNÜ :

ERTS uydularının sabah 9.30 — 10 lokal zaman geçişleri, güneş aydınlatma açıları itibari ile max. seviyede olup, jeolojik aplikasyonlar için ideal saatlerdir. 10 — 20° lik güneş açılarında, diferansiyel erozyonla oyulmuş kıvrımlı tabakalar, ortadan yükseğe röliyefli şekillenen yeryüzü daha iyi aydınlatılmalıdır.

Güneşle-yörünge arasındaki bu senkronizasyon optimum olarak sadece sabah çok erken ve öğleden sonra geç saatlerde olmakta ve bu tip özellikler en iyi bu saatlerde görülmektedir. Ancak alçak dereceli açılarda kayaçlar arasındaki parlaklık ve renk farkları azalır. Böylece minerallerin ve litolojinin tanımlanabilmesi öğlene yakın zamanlarda kolaylaşır.

C — STEREOSKOPIK GÖRÜŞ : Diğer disiplinlere nazaran jeoloji, satelitlerden elde edilen tüm stereo kapsamdan geniş ölçüde yararlanmaktadır. Bazı jeolojik harita alma konuları, struktur eğimlerinin ölçülmesi ve yeryüzünü şekillenmesi analizlerinde topoğrafik informasyon değıersizdir. Satelitin görüntülerinde stereo görünüş standartlaşınca kadar, strüktürel jeolojiyi kapsayan tatbikatlarda hava fotoğraflarının avantajı devam edecektir.

D — Spektral Ayırım : Spektral kapsam skalasını büyültmenin ve/veya band genişliklerini düşünmenin ve/veya kanal veya band sayısını arttırmanın kayaç tipi veya kompozisyonunu tanımda materyal olarak getireceğı katkı henüz açıklığa kavuşmuş değildir. Hassas bir renk determinasyonu dahi genellikle bir kayaç tipini belirtmede kifayetsizdir.

Bunun ötesinde, tipik bir özellik olarak bitki örtüsü ve yüzey alterasyonuna, parlaklık çok daha hassastır. Fakat diğer Informasyonla birlikte renk ve parlaklık için birçok inceleme-

lerinde yapılması kayaçların tanınmasına yeterlidir. ERTS renkli kompozisyonlarında yeniden işlenen yüzeye ait renk özellikleri, gözle veya normal filmle gözlenen görüntülerden farklıdır. ERTS alıcılarına mavi bant ilâvesi ile bu renkler değiştirilir ve hakiki veya naturel renklere yaklaşılr. (Tabî bu olay atmosferik interferans halinde kısıtlıdır.) Spektral skalasının daha dar bandlara bölünmesi yani daha çok kanallı olması görünüm içinde özel renklerin ayrılmasını sağlar. Ancak kayaçların klasifikasyonu yalancı\* veya «false colour» dediğimiz renklerin çeşitli kombinasyonlarına dayanır. Kayaçlarda parlaklık: unsuru için sadece bir index değeri gereklidir. (MSS 6 band kameralarda 0,7 — 0,8 m spektral aralığında toplanan enerji hassas bir indikatör olarak belirir.)

#### E — RADYOMETRİ :

Kayaç tipi tanımlanmasında, bir MSS kamera ya bağlı çok etkin bir radyometri kabiliyetinin renk-parlaklık yaklaşımında bir korelasyonun unsuru olarak ileri bir yardımı vardır. Litolojik ünitelerin ERTS gözlemleri ile bilinmesinde majör kayaç tiplerinin spektral işaretlerine ait data teşkil edilebilir. Bu husus ERTS spektral cevap eğrileri ve uygun spektrometreler radyometrelerle birlikte alınarak laboratuvar ve yer ölçüleri ile tamamlanmalıdır.

#### F — DİĞER SPEKTRAL BÖLGELER :

Elektromagnetik spektrumun diğer bölgelelerinden toplanan data son zamanlarda bazı muayyen-jeolojik problemlerin çözümünde katkılı olmuştur: Termal atalet veya parlaklıktaki temperatür varyasyonlarından sağlanan hassas parametreler kayaç tipi tanımlanmasında etkin olmuştur. 9 — 12m bölgesindeki termal radyasyon oranı gözlenen kayaçlardaki silis muhtevasına göre değışir. Böylece uzay alıcıları kullanılarak silikat kompozisyonunu tayin etmek için yarı kantitatif jeokimya tekniğı teessüs etmiştir. Halihazırda struktur jeologlarına büyük ölçüde yararlı bir remote-sensing aleti olduğu kabul edilen Radar, prensip itibarı ile uydularda olduğu kadar uçaklarda da bulundurulmaktadır.

#### G — PROSES TEKNİKLERİ :

Uzay gözlemlerinden oluşturulan jeolojik aplikasyonlardaki yeni ve çok önemli gelişmeler belkide henüz ispatlanmamış veya geliştirilmemiş digital data proses teknikleri veya yani? görüntülerle kaim olacaktır.

Elektronik büyültme ve geliştirme aletleri veya renklendirici «Viwer» ların kullanılmalarından jeolojik çalışmalar için az da olsa şu ana



kadar pozitif değerler ortaya konmuştur. Bu aletler gri ve yoğunluk gösteren tonları siyah ve beyaz görüntülere çevirerek televizyon ekranında kodlandırılmış renk skalaları olarak vermektedirler.

#### SONUÇLAR :

Uzay plâformlarından remote • sensing uygulamaları ne her derde deva bir ilâçtır, ne de kapalı bir kutudur. Şurası muhakkakki jeoloji ilmi için bir reformdur. Gemini, Apollo, Nimbus, ERTS — EREP (ŞKYLAB) tecrübelerinden kâfi miktarda öğrendik ki jeoloji için büyük başarılar listelenmiştir. Bunları şöyle sıralayabiliriz :

1 r- Rejyonel Struktur - Tektonik ilişkileri ve bunlara ait önemli hususlar analiz edilmiştir.

2 — Rejyonel bir muhteva (Contex) içindeki jeomorfik ünitelerin sıralanması,

3 — Kontaktların modifiye edildiği, kırık sistemlerin yeniden tanımlandığı ve yeni ünitelerin tanıtıldığı küçük ölçekli haritaların derlenmesi,

4 — Uzun zaman çerçevesi içinde mükerrer kapsamlarla uygulanabilen bazı dinamik jeolojik proseslerin gözlenimi (Sedman taşınması, Buzul hareketleri Rüzgâr aşındırması ile ilgili aktivite)

5 — Bir kompozisyondaki değişmeler ve litolojik tiplerin özellikleri,

Prencip itibarı ile tabiatta tatbik edilen başarılar da şöyle sıralanabilir :

a — Çevresel girişimler ve mühendislikle ilgili jeolojik olayın gözlemini örneğin = Yüzey erozyonu, kumulların göçü, kıyı sedimanlarının değişimi, buzul morenlerinin dağılımı, mineral istihsalinden doğan tesirler, maden bölgelerinde kırık sistemleri (ki bunlar yüksek sismisiteyi haiz zonlarda yeni keşfedilmiş faylardır).

b — Mineral konsantrasyonları için en ideal indikatif şartları haiz yüzey özelliklerinin tamamlanmam fkl bunlar çizgisel doğrultular ve strüktürel paternlerdir). Bundan başka az yaygın weathering (aşınma prosesi) ve mineral dekompozisyonu ile bağımlı lekelenmeler.

e — 'Muhtemel tehlike arzeden volkanik aktivite indikasyonları ve jeotermal kuvvetlerin kaynakları olarak karmaşık durumların termal dedeksyonu.

d — Araştırma maksatları için harita hazırlığında fotojeoloğlara yardım konusunda ha-

ya fotoğraflarına ilâve olarak uzay fotoğraflarının kullanılması,

Konuyu kapatırken kısaca bazı uyarılar da yarar vardır. Şöyleki bu başarıları yaygınlaştırmak ve tümü ile daha fazla elde edebilmede jeologlar için geniş bir mücadele gerekliliği hâlâ variddir. Şurası biliniyorki Remote - Sensing aletleri gelişmekte olup daha fazla güvenilirlik için, elektro-optik ve kompütere dayalı proses ve yeni değerlendirme sistemleri getirmek lâzımdır. Yeni metodoloğlar aranmalı yeni tatbikatlar düşünölmelidir. Aynı zamanda jeologlar otomatik data toplama ve proses etmedeki bağımlılıktan kaçınmalı ve unutulmamasıdaki değerlendirme neticeleri arazide devamlı kontrol edilme ihtiyacındadır. Bütün bunların üstünde Remote-sensingden yararlanan jeologlar yüzeyi karış-karış geliştirmeyi öğrenme zorunda olduklarını realize etmelidirler. özellikle uzay yüksekliğinde randımanının düşüğü bileşik paternlerde bir çok yüzey özelliklerinin bulanıklaştığı gerçektir. Organik veya 'inorganik, tabii veya insan yapısı bütün komponentlerin mevcut informasyona katkısı olduğu gerçektir.

Bu nedenle hava ve uzay gözlem sistemlerini kullanacak olan jeologlar için diğer sahalardaki kullanıcılar ve uzmanlarla ekip çalışmaları bulunmaları salık verilir.

Remote sensinge çok yönlü bir yaklaşım bir jeoloji timini gerektirir. Eğer bir jeolog arzin etüd ve araştırmasında kendi remote-sensing bilgi ve hünerlerini tatbik etmeye devam etmek istiyorsa bir jeolog olarak tecrübelerine itimad etmek ve farklı uzmanlık konularındaki yakın mesai arkadaşlarına danışma ihtiyacını her zaman duyacaktır.

U.S.A. için ERTS'den beklenen hedefler:

1 — U.S.A toprak ve jeolojik gelişiminin ilerde haritalanması,

2 — U.S.A.'nın geliştirilmiş tarım haritasının yapılması,

3 — MAINE'deki otoban inşaatından doğacak bitkisel hasarın incelenmesi,

4 — LOUISIANA'daki Pontchartrain gölünün dinamik prosesinden bilgi edinme.

5 — Boston, Massachussts, Richmond, Virginia arasında geniş şehircilik etüdü.

6 — Ormancılık etüdü v.s.

ERTS'den beklenen hedeflerde yabancı teklifler :

1 — Suudi Arabistan'daki çekirge tahribatının potansiyelini tesbft.

2 — Norveç'teki kar sonrası ilkbahar taşkınlarının tetkik?.

3 — Guatemala toprak erozyonu.

4 — Peru Santa nehri baseninin hidrolojik periyodu.

5 — Japonya'da kış muson bulutlanmaları ve kar örtüsü.

6 — Hindistan'da çeşitli kaynakların etüdüleri.

Bu konuda Türkiye'miz için çeşitli disiplinlerdeki problemlerimizi içeren bir proje ERTS - 2 için sunulmuştur.

#### KAYNAKLAR

- Colwell, R.H., and others, Monitoring earth resources from aircraft and spacecraft, SP-275, National Aeronautics and Space Administration Washington, D.C. 170 p., 1971.
- Dellwig, L.F., An evaluation of multifrequency radar imagery of the Pisgah crater area, California, Modern Geology, 1, 65-73, 1969.
- Fischer, W. A., R. M. Moxham, F. Polcyn, and G. H. Landis, Infrared surveys of Hasaiian volcanoes, Science, 146, 3645, 733-742, 1964.
- Fischer, W. A., D. A. Davis, and T. M. Sousa, Fresh-water springs of Hasaii from infrared images, Hydrologie Investigations Atlas HA-218, U.S. Geological Survey, Washington, D. C., 1966.
- Katz, A. H., Observation satellited, p. 217-245 in New Space Handbook, R, W Buchetm, editor. Random House, New York, 351 p., 1963.
- Lathram, E. H., Nimbus IV view of the major structural features of Alaska, Science, 175, 1423-1427, 1972.
- Lowman, P. D., Jr., Space photography - a review, Photogrammetric Engineering, XXXI, 1, 76-86, 1965.
- Lowman, P. D., Jr., Apollo 9 multispectral photography;, geologic analysis, X-644-69-423, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md., 53 p., 1969.
- Lowman, P. D., Jr., The Third Planet, Weltflug-bild, Zurich, 172 p., 1972.
- Lowman, P. D., Jr., and H. A. Tiedemann, Terrain photography from Gemini spacecraft : final geologic report, X-644-71-15, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Md., 75 p., 1971.
- Merifield, P. M., and others. Satellite imagery of the earth, Photogrammetric Engineering, XXXV, 7, 654-668, 1969.
- Merifield, P. M., Some aspects of hyperaltitude photography, Report No. 1, Contract No. NAS 5-3390, Lockheed-California Company, Burbank, California, 1964.
- Sabatini, R. R., G. A. Rabchevsky, and J. E. Sissala, Nimbus Earth Resources Observations, Technical Report No. 2, Contract NAS 5-21617, Allied Research Associates, Concord, Mass., 256 p., Nov. 1971.

**E R E P**

TECRÜBE WO.	A D 1	M A K S A T
S 190 A	M.S.S. Fotoğrafik Kamera (6)	Dönüslü film kullanarak görünür ve yakın görünür skalada hassas çok görüntülü fotoğraf temin etmek.
3 190 B	Arz yüzeyi kamerası (1)	S 190 A kamera görüntü sahalarında yüksek yetenekli renkli fotoğraf temin etmek.
S 191	Kızıl ötesi Spektrometre	0,4-2,4 ve 6,2 - 15,5 mikrometre skalasında arz yüzeyindeki spektral datayı temin etmek.
S 192	M.S.S.	0,4-12,5 ile 74 genişlikten 13 bantta tarama çizgili görüntü temin etmek.
,S 193	Mikrodalga Radyometresi - Scatterometre ve Altimetre	Yeryüzünde ve Okyanus sahalarında neşredici ve yansıtıcı mikro dalganın denizsel çalışmalar için Okyanus üzerindeki yükseltiden alınan data ile aynı anda ölçülendirilmesini temin etmek.
S 194	L - Bantradyometresi	1.43 GHz. frekansında arz temperatürünün ölçüsünü ve harita parlaklığını temin etmek.

Earth Resources Experiment Package

Experiment No.	Name	Purpose
S 190 A	Multispectral Photographic Cameras (6)	Obtain precision multispectral photography in visual and near visual range, using returned film.
£ 190 B	Earth Terrain Camera (1)	Obtain high.-resolution color photography in the field of view of the S 190 A cameras.
S 191	Infrared Spectrometer	Provide spectral data on earth's surface in 0.4-2.4 and 6.2-15.5 micrometer region.
« 192	Multispectral Scanner	Obtain line-scan images in 13 bands, from 0.4-12.5 micrometers, with a 74 km. swath width.
S 193	Microwave Radiometer/ Scatterometer and Altimeter	Provide simultaneous measurement of microwave reflectivity and emissivity of land and ocean areas; obtain altimetry data over ocean areas for sea state studies.
S 194	L-Band Radiometer	Measure and map brightness temperature of earth's surface at 1.43 GHz frequency.