

**FOTOGRAMETRİ BİLİMİNDE SON GELİŞMELERE  
GENEL BAKIŞ**

Yazan :Yük.Müh.Alb.İlhan  
ÖZDİLEK

Bugün haritacılık mesleğinin en genç temel bilim dallarından biri, "Fotogrametri"dir. Başlangıcını, fotoğrafının bulunuşuna dayayabileceğimiz bu bilim; birbuçuk asırlık uygulanış sürési içinde, bilindiği gibi devre devre büyük aşamalar göstermiştir. Bu aşamaları; matematik, fizik, kimya gibi temel bilimlerde kaydedilen gelişmelerin fotogrametriye uygulanması, araç gereç malzeme yapımındaki teknik gelişim, sosyal ekonomik-politik şartların zorlaması ve bizzat fotogrametri bilimi teorisindeki gelişmeler gibi, gerçekte birbirinden kesin olarak ayrılama-yacak nedenlerin tümüne bağlayabiliriz.

Bu bilim dalının kapsamına giren değişik çalışma alanlarının birinde meydana gelen aşama, diğer alanları etkilemekte ve bu etki "Teori, alet-malzeme yapımı, uygulama alanı, ihtiyaçlar" zinciri üzerinde dönüp durmaktadır. Biz yöntem, kullanılma alanı ve alet malzeme bakımından bu aşamaları, fotogrametri biliminin uygulanışındaki doğal sıraya uygun olarak :

- Resimlerin alınışı,
- Kıymetlendirme,
- Harita çizimi.

bölmülerinde inceleyebiliriz.

**RESİMLERİN ALINIŞINDAKİ GELİŞMELER :**

"Uzay Çağı" olarak adlandırılan bu çağda, pozitif bilimlerde kaydedilen en önemli aşama şüphesiz; uzayın insana açılmasıdır. Bu aşamanın etkisi, diğer bilim dallarında olduğu gibi, fotogrametride de kendisini göstermiş ve "Remote Sensing" kavramı doğmuştur. "Uzaktan Duyarlama-Algılama" gibi karşılıklarla dilimize çevrilen bu deyim; 40 000 - 60 000 feet yükseklikte uçabilen uçaklardan ve özellikle 500-900 Km.gibi çok yüksek irtifalardan yapma uydularla, yeryüzünün görüntülerinin alınmasını kapsamaktadır. 20 000 - 30 000 feet'te sınırlı olan uçuş yüksekliklerinin yüzlerce kilometreye ulaşması; yeryüzünün çok yüksekten aynı zamanda çok hassas resimlerinin alınabilmesi, harita yapımı, harita revizyonu, yeryüzünün çeşitli özelliklerinin incelenmesi ve doğal kaynaklarının araştırılması gibi konularda büyük olanaklar sağlamıştır.

Özellikle ERTS-1 gibi (Şekil 1) çok uzun süre uzayda kalan yapma uydulardan klâsik fotoğraf kameraları kullanmak suretiyle film çekmek ve bu filimleri elde etmek mümkün olamayacağı için, yeryüzüne ait görüntülerin başka bir yöntemle elde edilmeleri sözkonusu olmuştur. Yapma uydulardan "Scanner" denilen tarayıcılar arayıcılığıyla (Şekil 2) yeryüzüne ait ayrıntılar elektromanyetik dalgalarla tesbit edilmekte ve bu görüntüler uydudan radyo dalgaları şeklinde dünyaya gönderilmekte ve alıcı istasyonlar tarafından alınmaktadır, (Şekil 3)

Bu şekilde tesbit edilen görüntüler "Viever" denilen göstericiler aracılığıyla fotoğraf görüntüsü haline getirilerek görülmekte ve resim baskıları yapılabilmektedir. (Şekil 4) Fotoğraf alımının yanısıra, yeryüzüne ait görüntülerin radyo dalgaları şeklinde dünyaya gönderilmeleri, uzay fotoğrafisinde kaydedilen büyük aşamalardan diğer biridir.

Cisimlerden yayılan ışınların dalga boyları, bilindiği gibi, o cisim meydana getiren maddenin cinsine, nem, ısı ve renk gibi fiziksel özelliklerine bağlıdır. (Şekil 5) den, geniş elektromanyetik spektrumda, gözle görülebilen ışığın düştüğü 360-780 nanometrelik bantın yeri ve darlığı görülmektedir. Bu bantın darlığı, aynı zamanda ışınların yayılmaları sırasında, nem, sis, pus, bulut ve toz gibi atmosferik şartlara bağlı olması, gerek çıplak gözle bakışta gerek bu bant içindeki ışığa hassas filmlerle resim çekiminde büyük zorluklar ortaya koymaktadır. Cisimlerin resimlerinin veya elektromanyetik yöntemle görüntülerinin alınması sırasında değişik dalga boylu bantlar ve bunlara hassas filmler kullanıldığında, normal gözle veya tek bant üzerinden çekilmiş resimlerde hiç görülemeyen yada iyi ayırt edilemeyen özelliklerin saptanması mümkün olabilmektedir. "Multi-Spectral-Çok bantlı" olarak adlandırılan bu yöntem, "Multi-Spectral-Camera" larla fotoğraf alımında kullanıldığı gibi, "Multi-Spectral-Scanner"ler aracılığıyla yapma uydulardan görüntü alımında da uygulanmaktadır. (Şekil 6)

Değişik bantlardan resimlerin veya görüntülerin alınması ve bunların ayrı ayrı olduğu gibi, hepsinin bir arada tek resim halinde incelenmeleri, yeryüzünün değişik özellikleri ve doğal kaynaklarının araştırılmasında büyük olanak sağlayan bir aşamadır.

Resim alımında kullanılan en önemli malzeme filmdir. Yapılacak çalışmanın istenen nitelikte olması, filmlerin isteneni verebilmesine bağlıdır. Ölçme amacıyla kullanılan filmlerde üç özellik aranmaktadır. Bunlar; yüksek duyarlılık ve ayırma gücüyle, boyut değiştirmeme özelliğidir.

Bugün görülen ışığa duyarlı siyah-beyaz filmler ucuzluğu ve banyolarının kolaylığı nedeniyle çok kullanılmaktadır. Renkli resimler, siyah-beyaz filmlere karşılık daha fazla bilgi taşımakta ancak kullanılmaları, çok masraflı olduklarından kısıtlanmaktadır. Infrared filmler, 900 nanometreye kadar olan bant içindeki ışığa duyarlı olup, önceden belirtilmiş olan sis, pus gibi atmosferik şartlardan etkilenmezler. Bu özellikleri, kötü hava şartlarında ve özellikle yüksek irtifalardan resim çekiminde kullanılmalarını sağlamaktadır. Infrared filmlerin siyah-beyazlarının yanında renkli olanları da vardır. Renkli infrared filmde doğadaki renkler olduklarından çok başka göründükleri için bu tür filmlere "False Color" yanlış değişik renkli film denilmektedir. Infrared filmin özellikle yeşil renk tonlarına karşı duyarlılığı çok fazladır. Bu nedenle tarım ve ormancılık çalışmalarında ve bir de askerlikte, doğal renkler boyaları çok kesin şekilde ayırt ettiği için, kamufle edilen nesnelerin tanımlanmasında başarıyla kullanılır.

Filmlerdeki gelişmelerden bir diğer önemlisi de, sabit bazlı filmlerin yapılmasıdır. Poliester bazlı filmlerde büzülme, pratik olarak sıfır kabul edilecek dereceye inmiştir.

Multi-Spectral-Scanner ve Camera'ların yanı sıra, klâsik hava kameralarında da büyük gelişmeler olmuştur. Objektif yapımındaki aşamaların sonucu olarak, normal, geniş, çok geniş açılı (değişik odak uzaklıklı) kameralar imal edilmiştir. (Şekil 7) Resim çekimi sırasında kullanılan yardımcı araçlarda da gelişmeler olmuş, pozlamanın daha hassas yapılabilmesi için kameralara pozometreler monte edilmiş; bindirme ayarlayıcısı, navigasyon teleskobu gibi araçlara elektronik ve otomasyon girmiştir.

Havadan çekilmiş resimlerin kullanılacak hale getirilmelerine kadar yapılan laboratuvar çalışmalarında, karşılaşılan üç önemli problemin çözümlenmesine çalışılmıştır. Banyoların, filmin boyutlarını ve diğer özelliklerini değiştirmeyecek şekilde ve otomatik olarak yapılması, resimlerde ayrıntıların en iyi şekilde görülebileceği ton dengellemelerinin elektronik olarak yapılması en ince grâhle resimlerin basılmalarıyla ayırma gücünün yükseltilmesi bu konuda kaydedilen aşamaların en önemlisidir.

#### KIYMETLENDİRME ALANINDAKİ GELİŞMELER

Fotogrametri biliminin uygulanmasıyla ilgili en ilginç aşamalar, kıymetlendirme yöntemlerinde ve kullanılan araç-gereçlerde olmuştur. Bu bölümdeki gelişmeleri destekleyen olay, bilgi sayarların yaygın şekilde kullanılmaya başlanmalarıdır.

Genel olarak amacı, ölçme ve çizme işlemini kolay, iyi şartlarda hızlı ve ekonomik yapmak olan fotogrametri biliminin, harita yapımındaki uygulanması sırasında, klâsik yöntemlerle yerye ölçülen pas-kontrol-nirengi noktaları gerekmektedir. Bu şart, fotogrametrik yöntemi ağırlaştırır ve amacından uzaklaştıran bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bilgi sayarların kullanılmaya başlanmasıyla, "Hava Nirengisi" adı verilen ve fotogrametrik olarak ölçülüp elektronik olarak hesaplanan noktalardan pas noktası olarak yararlanma olanağı doğmuştur.

Yine bilgi sayarların kullanılmaya başlanmasıyla, önceleri yalnız analog (çizen) aletlerde yapılabilen harita çizim çalışmaları (Şekil 8) hassas komparatorlar gibi analitik (sayan) aletlerde de yapılmaya başlanmıştır (Şekil 9) böylece çizgisel kıymetlendirmenin yanında sayısal kıymetlendirme ve otomatik harita çizimi gerçekleştirilmiştir. Önceleri yalnız çizilerek saklanan yereye ait bilgiler, belirtilen bu aşamaların sonunda bilgi sayarların istendiğinde, istenilen biçimlerden birinde (çizgi, sayısal değer v. s. gibi) verilebileceği şekilde sayısal değerler olarak saklanabilmektedir. "Sayısal yerey modeli" adı verilen bu tür çalışma, otomatik harita çiziminin birinci basamağını teşkil etmektedir. (Şekil 10)

Foto kameralarıyla çekilen resimler, yereyin merkezsel izdüşümü oldukları için, afin ve perspektif bozulmalara uğramaktadırlar. Özellikle dalgalı yereye ve eğik olarak alınan resimlerde bu bozulmalar büyük değerlere ulaşmakta ve yereye ait ayrıntılar, paralel dik izdüşüme göre bulunmaları gereken yerlerinden başka yerlere kaymaktadırlar. Bunun sonucu, çekilmiş resimlerin değişmez bir ölçekleri bulunmamakta ve bu resimler üzerinde doğrudan doğruya ölçüm yapılamayıp harita gibi kullanılamamaktadır. Resimlerin kullanılmasını çok geniş çapta etkileyen bu sa-

kinca, "Orto-Fotografi" tekniğinin bulunmasıyla ortadan kaldırılmış ve hızlı harita yapım tekniğinde yeni bir çıkır açmıştır. (Şekil 11)

Resimlerin çok küçük parçacıklar halinde düzeltilip (rektifiye edilip), bir bütün (tek resim) halinde basılmasıyla, yereyin harita özelliğinde paralel dik izdüşümü elde edilmektedir. Ortofotolara, pozlanmaları sırasında otomatik olarak elde edilen düzeç eğrileri ve sonradan hazırlanacak "isimler, kotlar, kitabe dışı bilgiler, ölçek şebeke hatları gibi harita bilgileri de eklendiğinde "Orto-foto harita"lar elde edilmektedir.

Çok hızlı, ekonomik olan ve çizgi harita yapımındaki ağır kartoğrafik çalışmaları ortadan kaldıran bu teknik, topoğrafik haritaların revizyonu, ormancılık, tarım, karayolu yapımı ve benzerleri çalışmalarda büyük uygulama alanları bulmuştur.

Son yıllarda, stereoskopik görüş sağlayan orto-foto çiftlerinin yapılmasıyla da üzerlerinde harita gibi hassas ölçü yapılabilecek resimlerin aynı zamanda stereoskopik olarak foto interpretasyon-Resim değerlendirme çalışmalarında kullanılma olanağı sağlanmıştır.

Buraya kadar özetlenen çeşitli gelişmelere paralel olarak, kıymetlendirme amacıyla kullanılan aletlerde de büyük gelişmeler olmuştur. Kullanmada kolaylık sağlayacak, genel alet yapım tekniğindeki gelişmelerin dışında, çizgi harita yapımında kullanılan (analog) aletlerde, değişik (8,5 cm.den 60 cm.ye kadar) odak uzaklıklı hava kameralarının çektiği resimlerin kıymetlendirilme olanağı sağlanmıştır. Yine bu cins aletlerde, harita çiziminin yanı sıra, hava nirengisi yapımı, otomatik çizim gibi diğer amaçlarda kullanılmak üzere, noktaların koordinatlarının okunma ve elektronik cihazlarda kullanılacak şekilde delikli kartlara veya şeritlere kayıt düzenleri ön görülmektedir. (Şekil 12)

Orto-Projektörlerin çalışabilmeleri için, bilindiği gibi önce bir analog alette profil izlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle bazı kıymetlendirme aletleri orto-projektörle çalışacak özellikte yapılmakta, ayrıca böyle kıymetlendirme aletleriyle orto-projektörlerin istendiğinde birbirinden ayrı, bağımsız şekilde çalışabilmeleri için de, profil kaydetme ve profil okuma cihazları gibi aracı elektronik cihazlar imal edilmektedir. (Şekil 13)

Daha önce de belirtildiği gibi, haritacılıkta karşılaşılan geniş çaplı hesaplama sorununun, elektronik bilgi sayarlar aracılığı ile çözümlenebilmesi, analitik yöntemle çalışma olanağı hazırlamış ve bu amaçla hassas stereo komparatorlar yapılmıştır. Analog aletlerdeki; ayar, odak uzaklığı bağlamadüzeltilme plâkası-objektif değiştirme gibi sorunları ortadan kaldıran bu sistem, özellikle yüksek doğruluk isteyen büyük ölçekli çalışmalarda ve hava nirengisi yapımında başarıyla kullanılmaktadır.

Analog ve analitik kıymetlendirme aletlerinin dışında, fotoğrametrinin değişik uygulamaları sırasında kullanılan başka yeni aletler de yapılmıştır. Bu tür aletlere, özellikle haritaların revizyonlarında kullanılan, stereoskopik model ve haritayı aynı anda üst üste gösterebilen ve aralarındaki ölçek farklılığını "Zoom" objektif sistemiyle elemine edebilen stereoskop düzenlerini ve hava nirengisi yapımı sıra-

sında, değişik zamanlarda çekilmiş ve değişik ölçekli resimlerden (filim veya çam) stereoskopik görüğe dayanarak yeni resimlere nokta taşımaya yarayan aletleri örnek olarak verebiliriz. (Şekil 14)

#### HARİTA ÇİZİMİNDEKİ GELİŞMELER :

Harita çiziminde yöntem, araç-gereç ve malzeme bakımından olan gelişmelerin başında, şüphesiz otomatik harita çizim yönteminin uygulanışı gelmektedir. Haritaya işlenecek bilgiler, ya daha kıymetlendirme sırasında, ya da daha sonra, çizilmiş orijinallerden sayısal değerler olarak bilgi sayarlar tarafından alınırlar ve elektronik çizim masalarında harita olarak çizilirler. (Şekil 15) de bu maksatla kullanılan cihazlardan örnekler görülmektedir. Harita çiziminde otomasyon; çalışmaların hızlandırılmasının yanında, orijinallerin saklanması istendiğinde yeniden çizilmesi gibi arşiv sorunlarıyla, kartoğrafik çalışmalar sırasında olan kişisel yanlışların ortadan kalkması, revizyon gibi çeşitli zaman aralıklarında tekrarlanan işlerde büyük kolaylık sağlaması bakımından da önem ve anlam taşımaktadır.

Harita çiziminde kaydedilen gelişmelerin diğer kısmı, kullanılan alet ve malzemede olanlardır. Bugün çalışmalarda eski maplar yerine sabit bazlı folyeler kullanılmakta ve çizimler istendiğinde kazınabilen malzemeler üzerine, doğrudan doğruya negatif kalıp olarak kullanılacak şekilde yapılabilmektedir.

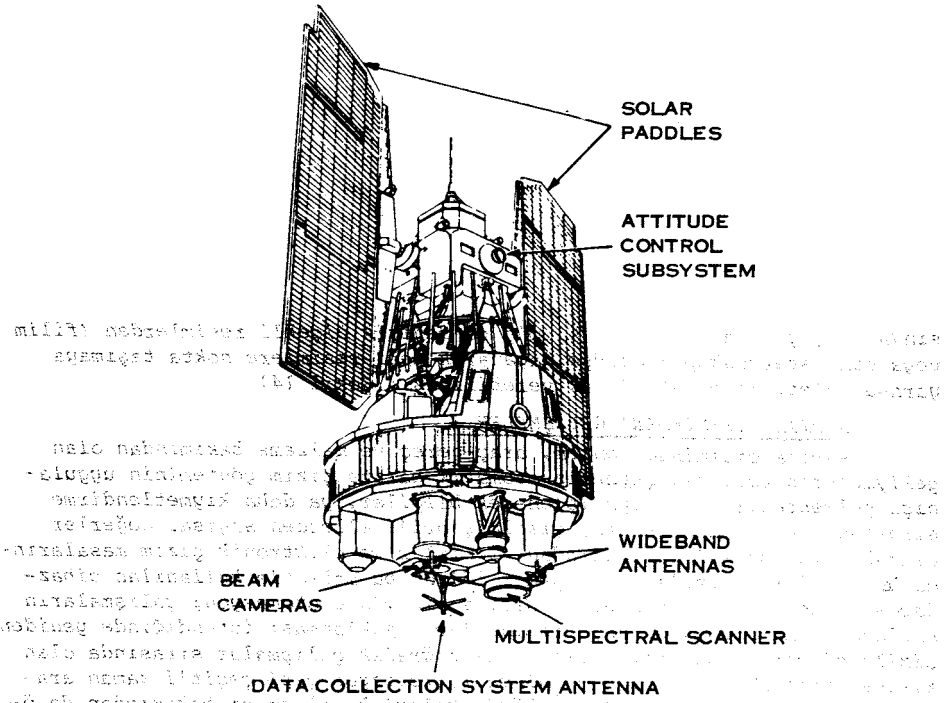
Özellikle revizyon çalışmaları gibi, çizilmiş haritanın başka kaynaklarla karşılaştırılmasını sağlamak bakımından, bunların boyut değiştirme ve geçirgen altlıklara alınması, en uygun yol olmaktadır. Bu amaçla kullanılmak üzere, değişik malzemeler hazırlanmıştır.

İnsan yaşantısını sürdürdüğü müddetçe, ihtiyaçları artacak ve bunların karşılanması için durmadan yeni yollar, kaynaklar aranacaktır.

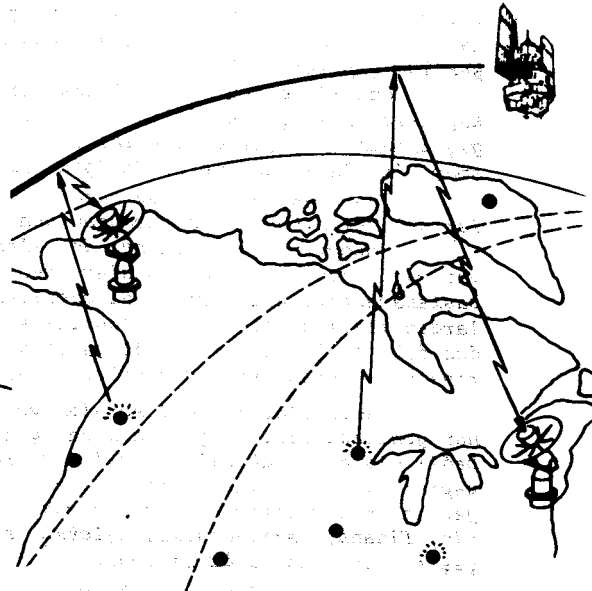
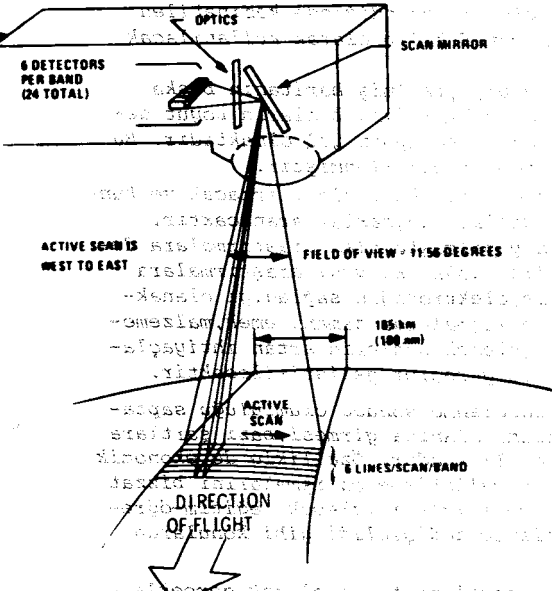
Fotogrametri biliminde de halen yapılmakta olan araştırmalara devam edilirken daha yeni konular, teoriler doğacak, yeni araştırmalara başlanacaktır. Araştırmalarda özellikle, elektroniğin sağladığı olanaklardan ileri derecede yararlanılarak, çalışmalarda zaman, emek, malzemeden daha fazla tasarruf sağlayacak ve gelecek günlerin artan ihtiyaçlarına cevap verebilecek yöntemler, araç ve gereçler geliştirilecektir.

Teori olarak ileri sürülen ve incelenme sonucu olumluluğu saptanan yeniliklerin, gerçek anlamda uygulama alanına girmesi, bazı şartlara bağlı olarak ancak belli süreler sonra olmaktadır. Özellikle de ekonomik yapısı güçlü olmayan ve böyle araştırma geliştirme çalışmalarını bizzat yapamayan ülkelerde bu süre artmakta, yenilikleri izlemek, eğitim-öğretim, finans, bakım-onarım, işletme sistem değişikliği gibi konularda çeşitli sorunlar doğurmaktadır.

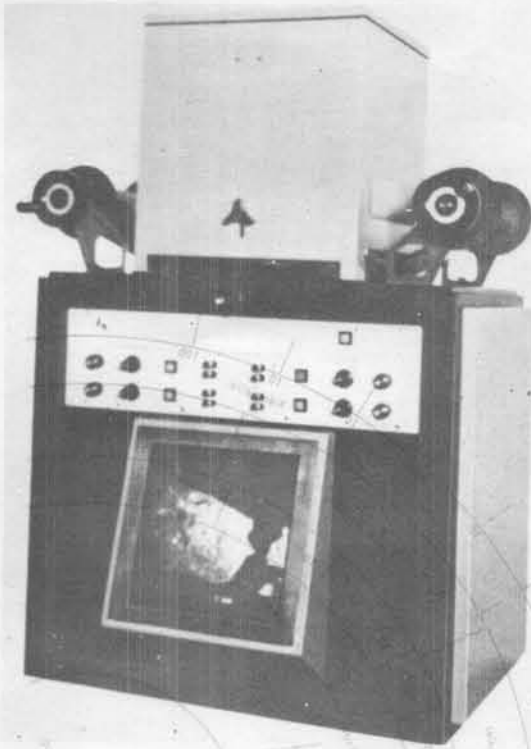
Uygulama alanlarına konması yan şartlara bağlı olarak gerçekleşmeyecek durumda bile olsa, bilim dünyasındaki gelişmelerin teori olarak izlenmesi, özelliklerinin yakından tanınması ve bilinmesi yaşanan çağdan kopmamak ve onun dışına düşmemek için kaçınılmaz olmaktadır.



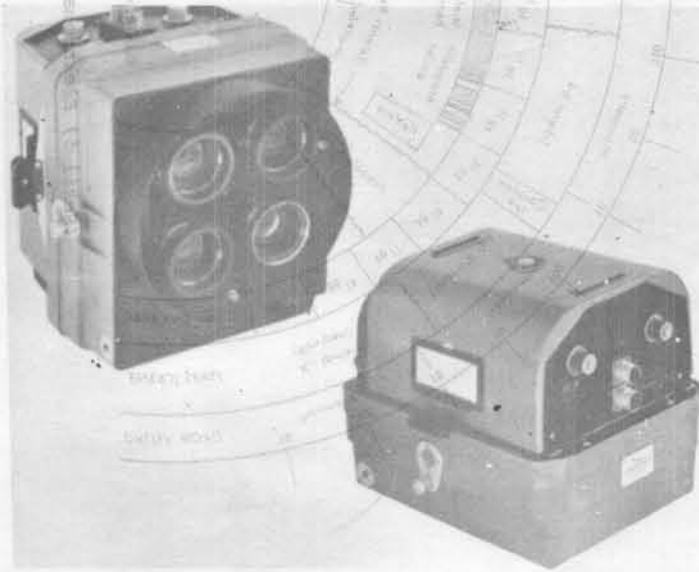
(Şekil 1) ERTS-1 Yapma Uydusu



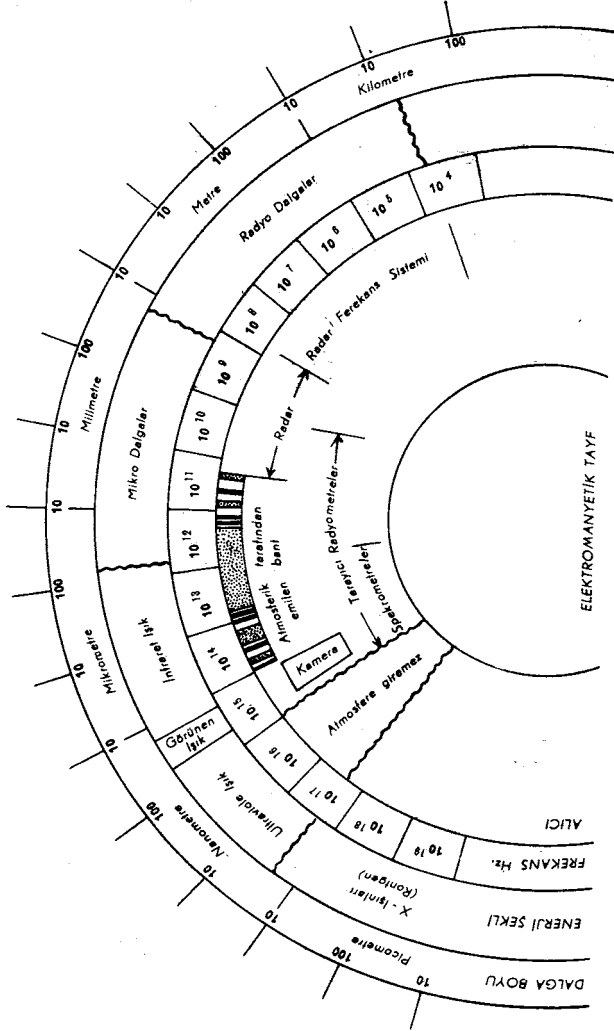
(Şekil 2-3) Yapma uydulardan "Scanner" denilen tarayıcılar aracılığıyla yeryüzüne ait ayrıntılar elektro manyetik dalgalarla tesbit edilerek uydudan radyo dalgaları şeklinde dünyaya gönderilmektedir.



(Şekil 4) Çok bantlı fotoğrafların incelenmesinde kullanılan bir gösterici "Viewer"

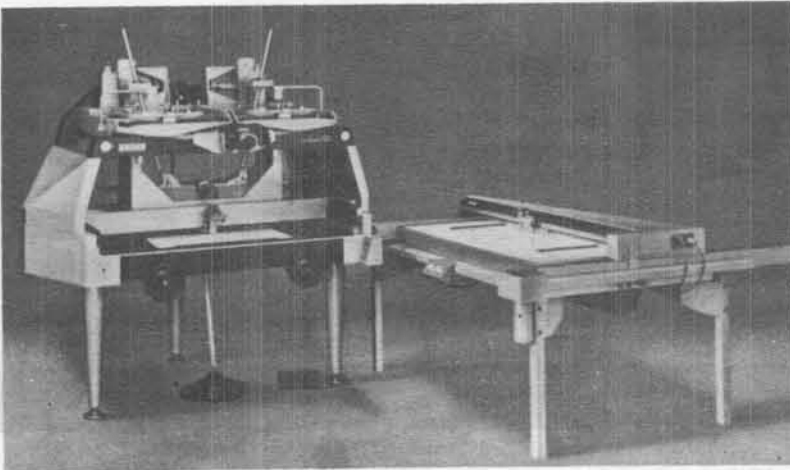
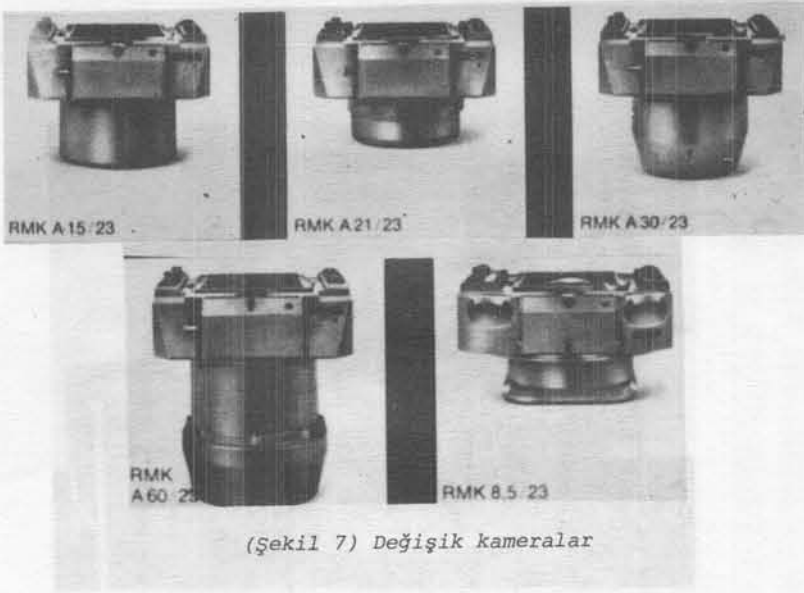


(Şekil 6) Multi-Spektral-Kamera



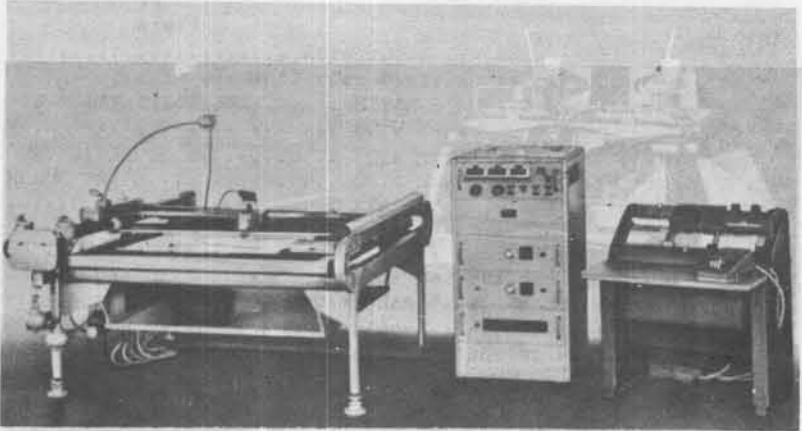
(Şekil 5) Elektromanyetik dalgaların spektrumu



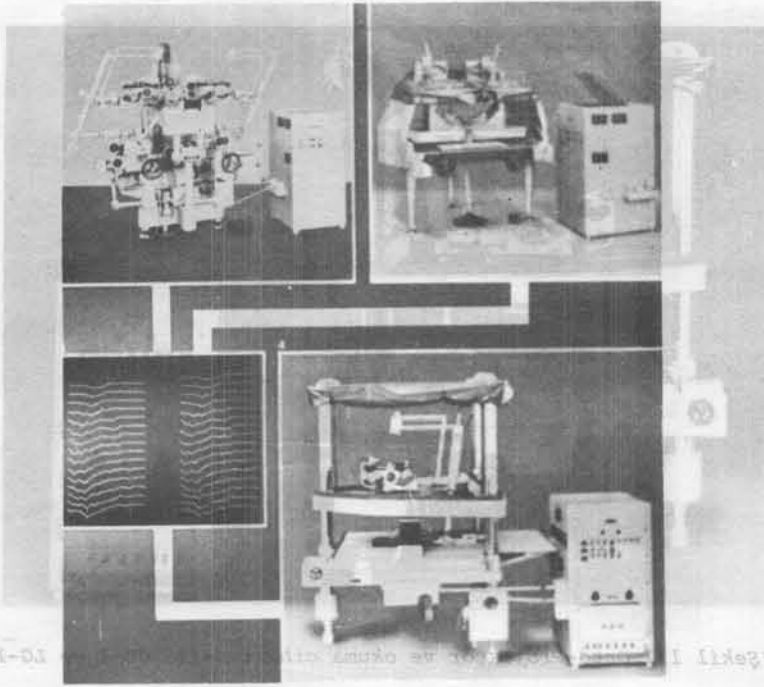




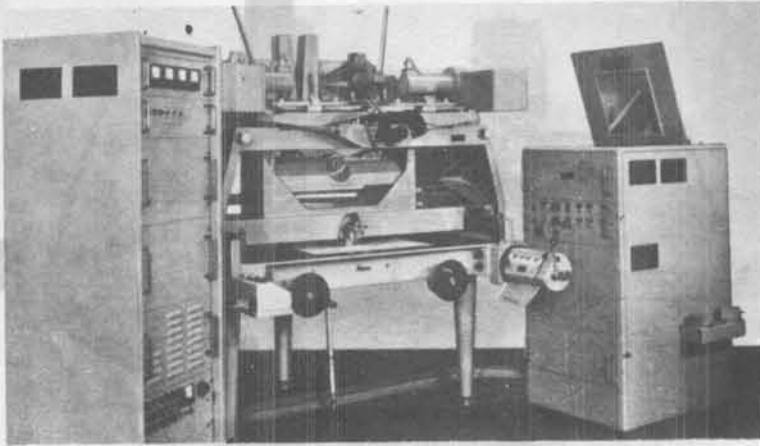
(Şekil 9) Bir Analitik ölçü aleti Zeiss PSK-2 Stereokomparator'u.



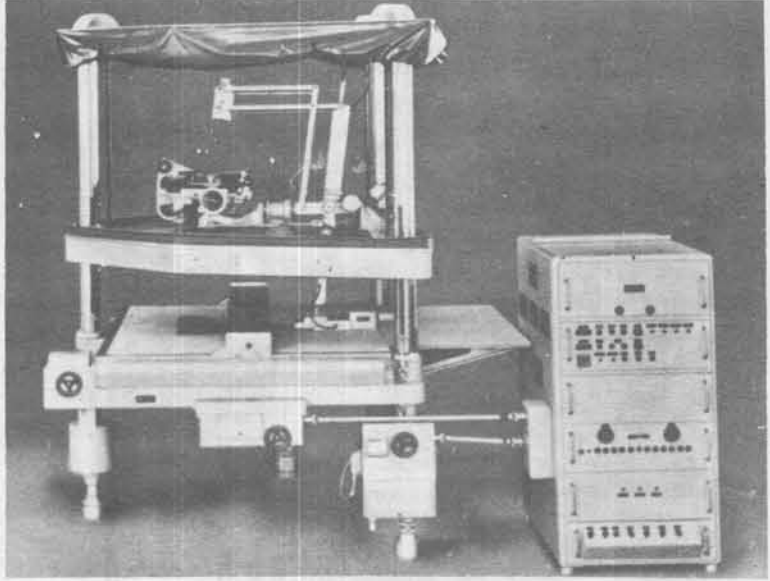
(Şekil 10) Deliklikartla harita çiziminde kullanılan düzen.  
Zeiss COORDIMAT.



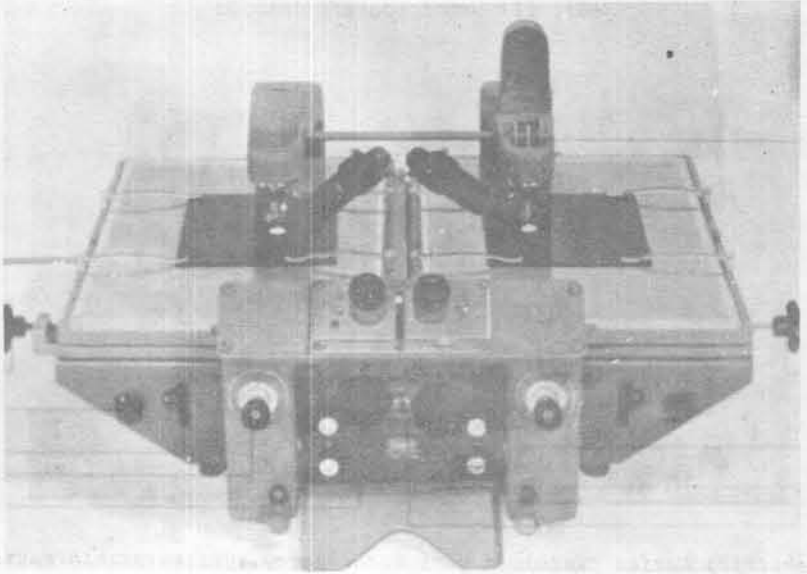
(Şekil 11) Ortofotografi Tekniği



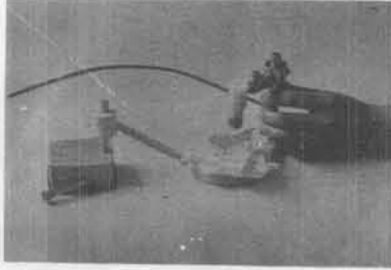
(Şekil 12) Harita çiziminin yanı sıra, yerel ayrıntılarının sayısal değer olarak kaydedildiği düzen  
Zeiss PLANIMAT ile İTEK EC-5 ve SG-1



(Şekil 13) Orto-Projektör ve okuma cihazı Zeiss GZ-1 ve LG-1



(Şekil 14) Nokta aktarma aleti Wild PUG3



(Şekil 15) Çizilmiş haritayı, sayısal değer olarak kaydetmede kullanılan Digitizer.