
SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES	B	VOLUME	32	NUMBER	2	1982
SERIE		BAND		HEFT		
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



REMOTE SENSİNG TEKNİĞİNİN SAPTIYABİLDİĞİ EN KÜÇÜK BOYUT

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU¹

GİRİŞ

Remote Sensing veya Uzaktan Algılama tekniği, objeler ve arazi yüzeyine ait bilgilerin uzaktan toplanması ve yorumlanması şeklinde tanımlanmaktadır. Buradaki uzaklık sözcüğü dünya yüzeyinde ölçülebilen uzaklıkların hepsinden daha büyük bir uzaklığı belirtmektedir. Bu sebeplede, Remote Sensing uçaklardan veya uydulardan yapılmaktadır. Dünya yüzeyinin ve bu yüzey üzerindeki objelerin incelenmesi, sıhhatli şekilde ölçülmesi konuları, Remote Sensing tekniğinin konusuna girmektedir. Yeryüzeyinden gelen ışınlar önce saptanır, sonra ışınların çeşitli özellikleri araştırılarak, gönderen obje hakkında bilgi edinilmeye çalışılır.

Remote Sensing tekniği, 2 amacın gerçekleşmesini sağlayan bir araç olarak kabul edilebilir. Bu amaçların birincisi ölçme ikincisi de çevre düzenlemedir. Ölçme sözcüğünün kapsamına, durağan objelerin envanterleri ve haritalarının yapılması girmektedir. İkinci amacın, yani çevre düzenleme sözcüğünün kapsamına, objelerdeki değişimler girmektedir. İnsanların içinde yaşadıkları çevreyi nasıl etkiledikleri ve ne gibi değişimlere sebep oldukları, saptanması gereken çok önemli bir konudur. Çevrenin insanların yaşamına olumlu etkiler yapacak hale getirilmesi, son derece önemlidir. Bu konuya çevrenin düzenlenmesi denilmektedir. Çevre düzenleme amacıyla yapılan çalışmaların başarı derecesi de, Remote Sensing sayesinde, süratli ve sağlıklı şekilde saptanabilmektedir. Remote Sensing tekniğinin ikinci amacı, çevre düzenleme çalışmalarının, hangi yönde geliştiğini ve hangi aşamada olduğunu saptamaktır. Remote Sensing çalışmalarının kısa zamanda geniş alanları kapsıyacak şekilde yapılması zorunludur. Bu sebeplede, uçaklara veya uydulara yerleştirilen aygıtlarla yapılması gereklidir. Bir il vey ilçe büyüklüğündeki araziye incelemek için, Remote Sensing aletlerinin bir uçağa yerleştirilmesi uygun olur. Deniz dibinin incelenmesi için aynı aletlerin, bir deniz altına yerleştirilmesi, bir ülkede ve bir anakara parçasında inceleme yapma için de roketlere veya uydulara yerleştirilmesi uygun bulunmaktadır.

Uydular çok yüksekten uçtuklarından, yeryüzeyinde bulunan objelerden seçebildiklerinin boyutları, bir hayli büyük olmaktadır. Bu kural çekilen fotoğraflar için geçerli olduğu gibi, uydulara yerleştirilen Remote Sensing sistemleri içinde geçerlidir. Toplanan bilginin ayrıntılara inme derecesi, seçilebilen en küçük boyuta bağlı olarak artmaktadır. Seçilebilen en küçük boyutun çok daha küçük değerlere indirilebilmesi için, büyük çapta çalışmalar yapılmaktadır. İleri ülkeler bu konuda birbirleriyle yarış halindedirler. Gazetelerde bu konu ile ilgili olarak şöyle haberler yayınlanmaktadır.

¹ I. O. Orman Fakültesi Gaeodezi ve Fotogrametri Bilim Dalı Öğretim Üyesi, Bahçeköy, İstanbul.

Uzaydaki bir uydu, parkta gazete okuyan bir insanın okuduklarını tamamen saptayabilmektedir.

Bu şekildeki haberler, katıldığımız uluslararası teknik kongrelerde hiçbir zaman söylenmemiştir. Elimize geçen bilimsel yayınlarda da bulunmamaktadır. 981 ve 982 yıllarına ait teknik yayınlardan, bu konuyla ilgili olarak toplayabildiğimiz bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

REMOTE SENSİNG TEKNİĞİNİN KAPSAMI GENİŞLİYOR

Remote Sensing tekniğinin hem barışta hem de savaşta büyük faydalar sağlaması, büyük gelişmelerin sağlanmasına neden olmaktadır. Bu büyük ilginin doğal sonucu olarak, Remote Sensing tekniği baş döndürücü bir hızla ilerlemektedir. Ülkemizin yararını düşünerek bu tekniğin süratle ülkemize gelmesini ve uygulama alanına girmesini sağlamak zorundayız. Yeni bulgular Remote Sensing tekniğine ilave oldukça, kapsamı genişlemekte ayrıca sözcüklerin anlamında da değişimler olmaktadır.

Remote Sensing tekniği uçaklardan, uydulardan veya deniz altılardan uygulanacak demek, incelemeyi yapan aygıtla, incelenen obje veya arazi arasındaki uzaklığı sıhhatli bir şekilde ölçme olanağı yok demektir. Remote Sensing sözcüklerinin anlamı, obje veya araziye dokunmadan, özelliklerini saptamak, ölçüstünü yapmak demektir. Özelliklerin saptanması, çok çeşitli şekillerde ve çeşitli aygıtlardan yararlanılarak yapılmaktadır. Zamanla yeni yöntemler geliştirilmekte ve Remote Sensing tekniğine ilave edilmektedir. Bu nedenle de Remote Sensing sözcüğünün kapsamı genişlemekte ve değişmektedir.

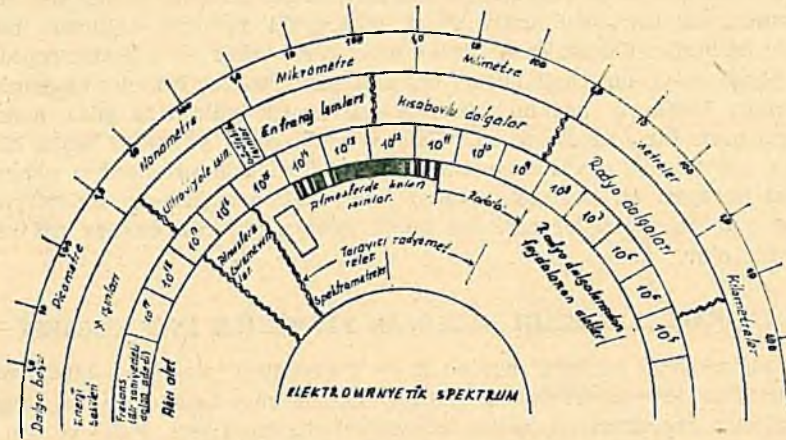
Örneğin; 5 yıl önce, fotoğrafların insan gözü ile yorumlanması, Remote Sensing ile ilişkisi olmayan bir yöntem olarak kabul edilirdi. Bu gün ise fotoğraf yorumlanmasının, Remote Sensing tekniği içinde olduğunun kabul edilip edilemeyeceği tartışılmaktadır. Havadan fotoğraf çekme veyahut uçaklara yerleştirilen mağnetometreler yardımıyla, mağnetik gücü olan arazi parçalarını saptama yöntemlerinin de, Remote Sensingden ayrı tutulmasını savunan uzmanlar çok azalmıştır. Bugün Uçuş Şeridinin Kenarlarını tarayan Radarlar (Side Looking Airborn Radar = SLAR), Remote Sensing tekniğinin bir aracı olarak kabul edilmekte fakat; deniz trafiğinde kullanılan radarlar, Remote Sensing tekniğinin araçları olarak kabul edilmemektedirler. Arazideki ısı farklarını, uzaktan saptayan Thermography isimli aygıtlar, bugün Remote Sensing tekniğinin birer aracı sayılmaktadırlar. Tıpta kullanılan Thermography'larda Remote Sensing tekniğine ilave edilmişlerdir. Astronomik amaçlarla yapılan gözlemler, örneğin Ay'ın özelliklerini saptamak amacıyla yapılan gözlemler, Remote Sensing tekniğinin bir dalı sayılmamaktadır. Çünkü Remote Sensing dünya yüzeyini incelemeye yönelik bir tekniktir.

REMOTE SENSİNG TEKNİĞİNİN KADEMELERE AYRILMASI

Remote Sensing tekniğinin uygulandığı uzaklıklar 6 kademeye ayrılmaktadır.

- 1 — 30 - 300 m . Gemilerden, denizaltılardan ve alçaktan uçan uçaklardan uygulanır.
- 2 — 300 - 3000 m . Küçük uçaklardan ve helikopterlerden uygulanır.

- 3 — 3-30 Km . Özel uçaklardan uygulanır. Bunlarda basınç ayarına çok önem verilir.
- 4 — 30-300 Km . Roketlerden uygulanır. 1980 yılından sonra uzay mekiklerinden uygulanmaya başlanmıştır.
- 5 — 300-3000 Km . Uzak bir yörüngeye yerleşmiş olan uydulardan uygulanır. 1981 yılından sonra uzay laboratuvarlarından uygulanmaya başlanmıştır.
- 6 — 3000-30000 Km . Jeodetik amaçlarla atılan ve ekvatorun çevresinde dönen uydulardan uygulanır. (bazen daha fazla)



Şekil No : 1

Doğadaki ışınların dalga boylarına ve frekanslarına göre sıralanışını gösteren şekil. En dıştaki dalrede, dalga boylarının ölçülmesinde kullanılan ölçü birimleri bulunmaktadır. Son yıllarda bulunan ışınların dalga boyları çok küçük olduğundan mikron veya mikrometre birimi çok büyük kalmaktadır. Mikronun 1/1000'ine millimikron veya Nanometre denilmektedir. Nanometrenin 1/1000'ine de Picometre denilmiştir.

İkinci halkada çeşitli enerjili veya ışın şekilleri, birinci dalredeki değerlerle bağlantılı olarak bulunmaktadır. Üçüncü halkada aynı ışınların frekansları yazılıdır. Bir saniyede oluşan dalga adedine, frekans denilmektedir. Işık hızı olan 300 000 Km, dalga boyuna bölünerek frekans elde edilmektedir. Dördüncü halkada, özellikler ilk 3 halkada açıklanan ışınlarla çalışan alotlerin önemlileri yazılmıştır.

Şekilde dalga boylarının 1 Picometreden bağladığı ve yüzlerce km. ye kadar büyüdüğü görülmektedir. Bu ışınların tamamına birden Elektromanyetik spektrum denilmektedir. Bazı aletler bu ışınların küçük bir bölümünden yararlanırlar, bazıları da birçok bölümünden birden yararlanırlar. Elektromanyetik spektrumun bir çok bölümünden birden yararlanan aletlere «Çok Bantlı Tarama Sistemi» (Multispectral Scanning) denilmektedir. Bazı sistemler doğadaki hazır ışınlardan yararlanırlar, bunlara «Pasif Sistemler» denir. Bazı sistemlerde kendi gönderdikleri ışından yararlanırlar, bunlara da «Aktif Sistemler» denir. Örneğin; radarlar böyledir.

Su altındaki arazileri incelemek amacıyla uygulanan Remote Sensing yöntemleri yukardaki kademelerden birinciye, uçaklardan ve uydulardan uygulananlar ise 2-5 inci kademelere girmektedirler.

Uçakların, roketlerin ve uyduların süratle gelişmesi, Ölçme yöntemlerinde de büyük atılımların olması, Remote Sensing tekniğinin de süratle gelişmesine sebep olmaktadır. 1970 li yıllarda bu konularda baş döndürücü gelişmeler olmuş ve bu gelişmeler birbirlerini destekliyerek çok büyük boyutlara ulaşmıştır.

PİXEL

Remote Sensing tekniğinin uygulandığı uzaklıklar yukarda açıklandı. Şimdi de bu tekniğin kalitesi üzerinde durmamız, yani ayrıntılara ne kadar inebildiği, dünyamızın yüzeyini ne kadar tanıtabildiği konusu üzerinde durmamız yerinde olacaktır. Bir fotoğraf büyüteçlerle veya mikroskoplarla incelenecek olursa, küçük küçük taneciklerden oluştuğu görülür. Bu taneciklere Pixel denilmektedir. Bir fotoğrafın ayrıntılı bilgi vermesi pixellerinin büyüklüğüne bağlıdır. Pixeller ne kadar küçük olursa, fotoğrafın ayrıntılara inme özelliği okadar fazla olur.

Pixelleri büyük olan bir fotoğraf 10 misline büyütülünce, hiç bir anlam taşımayan bir şekil ortaya çıkar. Pixelleri küçük olan bir fotoğraf 10 misline büyütülürse ayrıntılı bilgiler elde edilir. Pixel büyüklüğü fotoğraf kalitesini belirten önemli bir özelliktir. Küçük Pixelli fotoğraflar çekebilmek için, büyük çapta araştırmalar yapılmış ve bir hayli başarı sağlanmıştır. Pixeller bromür bileşimlerinin tanecikleridir. Pixellerin her biri, üzerine düşen ışık miktarına göre, açık veya koyu tonda olur. Bir pixelin yarısının başka tonda, diğer yarısının başka bir tonda olduğu görülmemiştir. Televizyonlardaki görüntülerde pixellerden oluşmaktadır. Verici istasyon pixelleri teker teker alıcıya göndermektedir. Televizyondaki görüntüyü oluşturan pixeller ne kadar küçük olursa, görüntü okadar net ve okadar ayrıntılı olur.

FOTOĞRAFLARIN BİLGİ SAYARLAR YARDIMİLE İNCELENMESİ

Bir fotoğraf veya görüntü üzerine X ve Y eksenleri çizmek ve bütün pixellerin bu eksenlere göre koordinat değerlerini ölçmek veya hesaplamak olanağı vardır. Bir pixelin koordinatları, resim içerisinde bulunduğu yeri, rengi ve ton derecesi de kalitesini gösterir. Büyüklüğü de gene kalitesini etkileyen bir özelliktir. Bir örgü nasıl çok sayıda ilmekten meydana gelirse, fotoğraf görüntüsünde aynı şekilde, pixellerden meydana gelir. İlmeklerin çeşitleri, şekilleri ve renkleri örgünün desenini oluşturur. Uydulardan çekilen bir fotoğrafta, birkaç milyon pixel bulunur. Her pixel arazideki bir alanı belirtir. Bu alanın 70×70 m. olduğu saptanmıştır. Demekki boyutları 70 m.den daha küçük olan bir obje veya bir parsel, uydudan çekilen fotoğraflarda görülemez. Gelecek yıllarda yapılacak araştırmalarla, pixellerin boyutları biraz daha küçültülebilirse, arazideki 70 m.den küçük parselleri de uydulardan fotoğraflarında görebilme ve inceliyebilme olanağı sağlanacaktır. Uydulardan uçarsa, uçak özelliği kazanmış olur. O zaman 70 m.lik boyutlar çok küçülür.

Uydulardan veya uçaklardan çekilen bir fotoğrafın pixellerini teker teker inceleyerek ve herbirinin koordinatlarını ölçtükten sonra, rengini ve tonunu saptamak. Tonunu mikrodensitometre denilen aletle ölçerek, rakkamla belirtmek, fotoğraf üzerindeki bütün bilgileri, rakkamlarla anlatma olanağını elde etmiş oluruz. Daha sonra bu rakkamları, fotoğrafa veya görüntüye çevirme olanağı vardır. Elektronik bilgisayarlar bu işleri süratli bir şekilde yapmaktadırlar. Elektronik bilgi sayarlara, daima fotoğrafların pozitif kopyaları verilmekte ve bunlar üzerindeki pixeller rakkamlara dönüştürülmektedir. Rakkamlardan fotoğraflara geçildiği zamanda da, pozitif kopyalar elde edilmektedir.

İyi bir hava fotoğrafının bir mm.sinde 40-50 tane pixel bulunur. Diğer bir deyişle 1 mm² da 1600-2500 tane pixel vardır. Bu değerlere göre bir pixelin bü-

yıllığı 20-25 mikron olmaktadır. 8-10 tane pixel bir araya getirilir ve 25 cm uzaklıktan bakılırsa iyi bir görüntü elde edilebilmektedir. Bu rakkamlara göre; 1 mm. sinde 40-50 tane pixel bulunan bir fotoğraf, 5 misline büyütülünce normal bir görüntü elde edilebilir. Daha fazla büyütülürse pixeller ortaya çıkar ve asil görüntü kaybolur.

PİXELLER YARDIMİLE SAPTANAN EN KÜÇÜK BOYUT

NASA'nın attığı LANSAT uydularından çekilen fotoğraflardaki bir pixelin, arazideki karşısı da 70 m. dir. Bu değer, uçuş yüksekliğine bağlı olarak değişir. Bu değeri küçültmek amacı ile, uydu alçaktan uçurulacak olursa, atmosfer içersine girer. Atmosferin direnci, uydunun yörüngesini bozmakta, hatta kızarak yanmasına dahi neden olmaktadır. Bu nedenlerle, uyduların atmosferin yukarsındaki bir yörüngeye yerleştirilmesi zorunludur. Uçaklar uydulara kıyasla daha alçaktan uçtuklarından, uçaklardan çekilen fotoğrafların pixellerinin arazideki karşılıkları 70 m. den çok daha küçüktür.

Odak uzaklığı 10 cm olan bir fotoğraf makinesile 4000 m. yüksekten uçulduğunu ve pixelleri 25 mikron olan fotoğraflar çekildiğini varsayalım.

Fotoğraf ölçeği

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H}$$

formülü gereğince

$$\frac{1}{m} = \frac{0,1}{4000} = \frac{1}{40\ 000}$$

olur. Bu ölçeğe göre fotoğraf üzerindeki 25 mikronluk uzunluğun arazideki karşısı 1 m. olur. Kısa bir deyimle, bir pixelin arazideki karşısı 1 m² büyüklüğünde bir alandır.

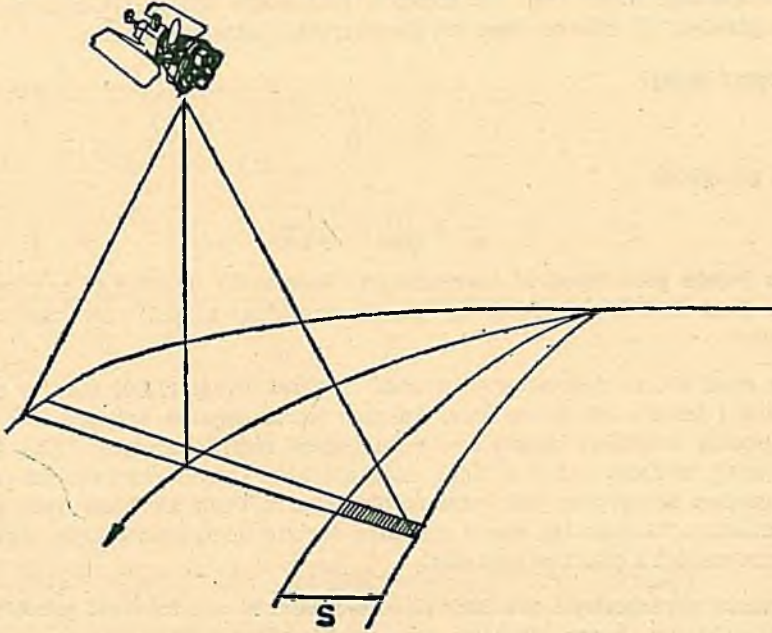
Aynı uçak 400 m. yükseklikten uçarsa, fotoğraf ölçeği 1/4000 olur ve bir pixelin arazideki karşısı 100 cm² ye iner. Bu güne kadar yapılan araştırmalar sayesinde, bir pixelin arazideki karşısı ancak bu değere indirilebilmiştir. Daha fazla indirme olanağı sağlanamamıştır. Uçak daha alçaktan uçularak fotoğraf çekilecek olursa, çekilen fotoğraflar çok bulanık olmaktadır. Uçak alçaktan uçunca, fotoğraf makinesinin karşısından geçen manzara süratle değişmektedir. Bu durum, fotoğrafların netliğini çok bozmaktadır.

Uydunun yörüngesinde çok hızlı dönmesi halinde, net fotoğraf çekebilmeğe zorlaşmaktadır. Aynen alçaktan uçan uçakta olduğu gibi, manzara süratle değişmekte ve resimlerin netliği bozulmaktadır. Uydunun yeryüzeyine indirgenmiş sürati saniyede 7 Km. kadardır. Bu değer alçaktan uçan uçağın, yeryüzüne indirgenmiş süratinin, yaklaşık olarak 100 katını bulmaktadır. Fotoğrafların netliği konusunda, uçuş yüksekliği nasıl önemli bir etkense, uçuş sürati de aynı şekilde önemli bir etkidir. Uydulardan çekilen fotoğrafların pixellerinin arazideki karşısı, bütün çabalara rağmen 100 m² den daha küçük olamamaktadır. Rusların yaptığı Salyut isimli uyduya yerleştirilen Zeiss Jena markalı fotoğraf makinesile çekilen fotoğrafların pixellerinin arazideki karşısı da 100 m² den aşağıya indirilememiştir. Yakın bir gelecekte atılmasına çalışılan Uzay Laboratuvarından çekilecek fotoğraflarda da, bu değerler daha küçük olmayacağı bilinmektedir.

ÇOK BANTLI TARAMA SİSTEMLERİNDEN YARARLANARAK ARAZİYİ İNCELEMEK (MULTISPECTRAL SCANNING)

(Şekil No. 2)

Uydulardaki Optik-elektronik aygıtlar, bu konuda bazı faydalar sağlamaktadır. Bunlar üzerinde de durmamız yararlı olacaktır. Herşeyden önce şu sorun üzerinde durmak yerinde olmaktadır. Uydulardan ve uçaklardan çekilen fotoğrafları birleştirerek, daha yararlı bilgiler elde edilemez mi? Diğer bir deyimle; uydular'dan çekilen fotoğraflarla, uçaklardan çekilen fotoğraflar arasında bir ilişki kurulamaz mı? Landsat uydusundan çekilen fotoğraflar, Multispectral Scanning tekniği uygulanarak çekilmektedir. Bunun anlamı, elektromanyetik dalgaların sadece bir bölümünden yararlanılmamakta, bir kaç bölümünden yararlanılmaktadır. Elektromanyetik dalgaların her bölümü, doğanın ayrı bir özelliğini gözler önüne serer. Yeryüzünden yansıyan ışınlar, Optik-Elektronik aygıtı girince, dalga boyuna göre kademelere ayrılır ve detektörlere gider. Her detektör kendine gelen ışınları inceler ve manyetik bantlar üzerine işler. Bu uyduları 1/30 saniyelik bir zaman içinde uçuş şeridinin 185 Km'lik kısmını taryayabilmektedir. Tarama 2 nolu



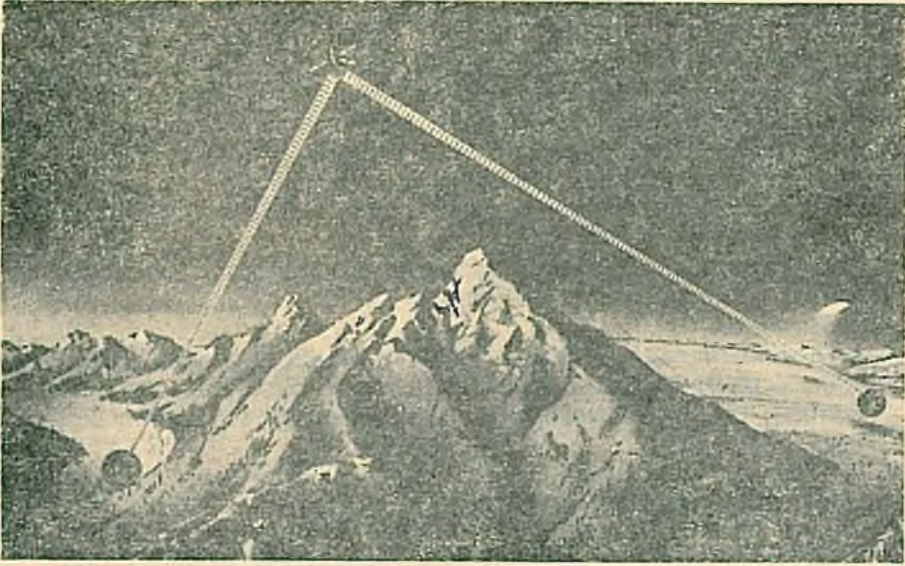
Şekil No : 2

Bir arazinin ince şeritler halinde taranmasını gösteren şekil. Uydunun geçtiği yolun tam altına isabet eden çizgiye «Uçuş Eksenli» denir, şekilde bu eksen bir okla gösterilmiştir. Uydunun bu eksenin 2 tarafında ve eşit genişlikteki bir alanı tarar, bu alana «Uçuş Şeridi» denir. Uçuş şeridinin içerisinde ve Uçuş Eksenine dik bir ince şerit görülmektedir. Uydunun içerisinde bulunan döner aynalar yardımıyla, ince şeritlerin içleri taranır. İnce şeritler yanyana gelerek, Uçuş Şeridinin tamamı kaplanır. Şekilde uçuş şeridinin sağ kenarında, ince şeridin başlangıcı görülmektedir. Genişliği S ile gösterilen bu alanın görüntüsü önce uyduya gitmekte, sonra bu alan, uçuş şeridinin diğer kenarına kadar giderek, ince şerit içerisindeki bütün objelerin görüntüsünü uyduya göndermektedir. Uçuş Şeridinin sol kenarının objelerin görüntüsünü uyduya göndermektedir. Uçuş Şeridinin sol kenarının görüntüsü de uyduya gönderildikten sonra, sağ kenarda ve biraz geride yeni bir ince şerit oluşur. Arazinin taranması işlemi bu şekilde devam eder. İnce şeritler uç uca eklenecek olursa, bir saniyede 7000 Km. yi bulmaktadır.

şekilde görüldüğü üzere; uçuş istikametine dik yönde ve ince şeritler halinde yapılmaktadır. Bu ince şeritler, uç uca eklenecek olursa saniyede 7000 Km yi bulmaktadır. Bazı aygıtlarda gelen ışınlar, fotoelektrik algılayıcılar üzerine işlenmektedir, yani normal fotoğraflar çekilebilmektedir. Uydunun, bundan daha az süreyle uçabilmesi halinde, bir avantaj sağlanmış olmakta ve daha net fotoğraflar çekilebilmektedir.

FRANSIZ NOKTALAR YÖNTEMİ (Şekil No. 3)

Yeni yapılan uydularda, araziyi şeritler halinde tarıyarak fotoğraf çekme yöntemi bırakılmakta, bunun yerine ,küçük parçalar halinde fotoğraf çekme yoluna gidilmektedir. Bunu bir levha üzerine ,boyalı fırçayı, birbirine yakın olacak şekilde vurarak birbirine yakın yuvarlaklar oluşturmaya benzetebiliriz. Bu yuvarlaklar fotoğraflarda noktalar şeklinde görünmektedir, adına da «Fransız Noktaları» denilmektedir. Bu yöntemle çalışan uydulara da «Fransız Noktası Uydusu» ismi verilmektedir. Bu yöntemle çalışan Optik-elektronik aygıtlarla elde edilen fotoğraflardaki bir pixelin arazideki karşısı 50-100 m² arasında olmaktadır. 3 nolu şekilde Fransız noktaları yöntemi ile çalışan bir uydu görülmektedir. Uydudan gönderilen ışınların içersindeki çizgilerin herbiri ayrı bir dalga katarını göstermektedir. Bu katarların herbiri ayrı bir noktanın fotoğrafını çekmektedir.



Şekil No : 3

«Fransız Noktaları» yönteminin uygulamasını gösteren şekil. Bu yöntemde arazi şeritler halinde taranmamakta, arazinin parçalar halinde fotoğrafları çekilmektedir. Burada «Aktif Sistem» uygulanmaktadır yeni uydudan gönderilen ışınlardan yararlanılarak fotoğraflar çekilmektedir. Şekilde uydudan gönderilen ışınların içersinde çizgiler görülmektedir. Bu çizgilerden herbiri bir ışın katarını göstermektedir. Katarların herbiri, ayrı bir fotoğrafın alınmasını sağlamaktadır.

Devamlı tarama yönteminde ışınlar hava tabakalarından geçerken kırılmakta ve bu sebeple netlikleri biraz bozulmaktadır. Fransız Noktaları yönteminde ise, her ışın katarı, bağımsız bir mermi gibi hava tabakalarını delerek gitmektedir. Bu özelliğin sonucu olarak da daha net fotoğraflar elde edilmekte ve görülebilen en küçük boyut 70 m. den 15.20 ye kadar inmektedir. Bu değerler, daha aşağılara indirmek amacıyla sisteme CCD isimli ikinci bir sistem ilave edilmektedir. Böylelikle, uzaydan yapılan incelemede, esptanabilen en küçük boyutun 1 m ye kadar indirilebildiği söylenmektedir. Henüz araştırma döneminde bulunan bu yeni yöntemin geniş çapta uygulama alanına çıkmadığı bildirilmektedir.

Devamlı tarama yönteminde, ışınların hava tabakalarını geçerken uğradıkları kırılmalar çekilen resimlerin netliğini bozmaktadır. Fransız Noktaları yönteminde ise bu bozulma çok daha az olmaktadır. Fransız Noktalarının çaplarıyla, kırılma arasında bir doğrusal ilişkinin bulunduğu saptanmıştır. Bu yöntemi uygulayan aygıtta, CCD isimli bir başka aygıt eklenmekte ve görüntüler bu aygıttan da geçirilerek, pixel boyutlarının 1/10 a indirilmesi sağlanmaktadır. Böylelikle uydulardan çekilen fotoğraflardaki bir pixelin arazideki karşılığı bir m² ye kadar inebilmektedir. Uydulardan çekilen fotoğraflar, bu kadar ayrıntılı bilgi vermelerine rağmen, genede sivil hizmetde büyük çapta yararlı olmuyabilirler. Uydular, çok yüksekte uçtuklarından çektikleri fotoğraflarla 3 boyutlu görüntü elde edilememektedir. Üçüncü boyut olan yükseklik, her çeşit arazi incelemesinde, özellikle harita yapımında çok önemlidir. Uçaklardan çekilen fotoğraflar, hem 3 boyutlu görüntü vermekte hemde uydulardan çekilen fotoğraflara kıyasla daha ucuz olmaktadır. Bu nedenle, sivil hizmetlerde, genellikle uçaklardan çekilen fotoğraflardan yararlanılmaktadır. L/100 000 ölçekli hava fotoğraflarındaki bir pixelin arazideki karşılığının 2.5-5 m olabileceği düşünülmekte ve bunun gerçekleştirilmesine çalışılmaktadır. Askeri amaçlarla kullanılan uydulardan çekilen fotoğraflardaki pixelerin arazideki karşılığı bu değerlerden 10 kat daha küçüktür.

UYDULARA YERLEŞTİRİLEN RADARLAR

Uydularda, yukarıda açıklananlardan ayrı olarak, 2 Remote Sensing tekniği daha uygulanmaktadır. Bunların birincisi, «Synthetic Aperture Radar» ismini taşımaktadır. Normal yöntemle bir pixelin arazideki karşılığının 625 m² olduğu yukarıda belirtilmiştir. Bu radar sayesinde, bu alan küçültülmekte ve 100 m² ye kadar inmektedir. İkinci teknik Thermography'den yararlanmakta ve arazideki karşılığı 10 000-100 000 m² olan pixellerin küçültülmesini sağlamaktadır. 10 yıl içerisinde, bu yöntem sayesinde, bu alanların 50 m² ye kadar ineceği kuvvetle ümit edilmektedir.

İnceleme, tanıma enterpretasyon ve harita yapma işlerinde pixel büyüklüğü çok önemli roller oynamaktadır. Bu rollerin neler olduğu, ana çizgileriyle şu şekilde açıklanabilir :

- Ayrıntıların saptanması: Toplu bir halde bulunan 1-4 pixel gözden kaçabilir. Bu durumda yapılan inceleme, bu pixellerin gösterdiği alan kadar hatalı olur. Buradaki değer, fotoğrafın niteliğine göre 1-4 arasında değişmektedir.
- Ayrıntıya ait karardan emin olmak: Kare şeklindeki arazi parçaları hakkında güvenli bir karar verebilmek için 9-25 pixelin bir arada bulunması gerekir. Arazi parçası dikdörtgen şeklinde ise 10-40 pixelin bir araya gelmesi gerekmektedir. Renk farklarından yararlanarak güvenli bir karar verebilmek için yeterli derecede kontrastın bulunması gerekir. Renk bakımından karışık Pixeller, genellikle parsellerin kenarlarında bulunurlar.
- Homojen renklerden oluşan vejetasyon örtüsünün parsellerini ayırtedebilmek için, 100-400 pixelden oluşan grupların bulunması gerekir. Bu gruplarda da, uzunluk genişliğin 3 katından fazla olmamalıdır.
- Dikdörtgen şeklindeki parselleri hatasız bir şekilde ayırtedebilmek için, parsellerin herbirinde 1000-4000 pixel bulunmalıdır. Dikdörtgen şeklindeki alanlar, fotoğrafın textüründen yararlanılarak ayırtedilirler.
- Tematik haritaları yapabilmek için, her parçada 10 000-40 000 pixelin bulunması gerekir. Bukadar pixel hava fotoğrafı üzerinde ancak 10 mm² bü-

yüklüğünde bir yer kaplar. Bu rakkamlar, fotoğrafların kalitesine bağlı olarak değişir. Belirli bir amacı örneğin çam ormanlarını göstermek amacıyla yapılan haritalara Tematik Harita denilmektedir. Aynı bölgedeki Kayın ormanlarını göstermek için ayrı bir Tematik harita yapmak gerekir.

Yukardaki bilgilerden şöyle bir sonuç çıkarılabilir: Uydulardan çekilen fotoğraflardaki bir alanın arazideki karşısı, uçaklardan çekilen fotoğraflarda bulunan aynı büyüklükteki alanın arazideki karşısının 10 katı kadardır. Bu durum uçaktan çekilen fotoğraflara büyük çapta üstünlük sağlamaktadır. Uçaktan renkli fotoğraf çekilebilmektedir, uydulardan ise çekilememektedir. Yeryüzünden yansıyan ışınlar, uyduya gelinceye kadar mavi renge dönüşmektedir. Uçaktan renkli fotoğraf çekilince, uydudan çekilen fotoğraflara kıyasla çok daha avantajlı bir sonuç elde edilmektedir. Özet olarak; uçaktan çekilen renkli fotoğraflar, uydulardan çekilenlere kıyasla çok daha ayrıntılı bilgi verebilmektedirler.

FOTOĞRAFLARIN İNCELENMESİ (YORUMLANMASI)

Üzerinde durulması gereken ikinci bir sorun da şudur: Fotoğrafların interpretasyonu insan gözü ile yapılmalı yoksa, bilgisayarlı yapılmalı?

Bugüne kadar bu konuda yapılan araştırmalar ve denemeler şu sonucu vermiştir :

İnterpretasyonun ilk kademeleri, bilgi sayarlarla yaptırılmalı, son kademelerini ise insan yapmalı, son kararı da gene insan vermeli. İnterpretörler fotoğrafların yorumlanmasında çok başarılı olmaktadırlar. Bilgi sayarlar küçük bir aksaklık olunca, çok hatalı sonuçlar verirler, insanlar ise böyle değildirler. Küçük aksaklıklar insanları etkilemez. Sayısal yöntemle çalışan bilgi sayarlar, doğrudan doğruya, manyetik bantlardaki bilgileri almakta ve onları işlemektedirler. Bu şekildeki çalışma yönteminde, çok karmaşık bir formülün kurulması ve hassas bir şekilde çözülmesi gereklidir. Çok zaman bu formülün kurulmasına ve çözülmesine olanak bulunmamaktadır. Bunun en önemli sebebi doğadaki olayların çok karmaşık olması, etken sayısının fazlalığı ve zamanla etkenlik derecelerinin çok değişmesidir. Örneğin bir ekin tarlasındaki renk tonunun değişmesi, tek bir etkenden ileri gelebileceği gibi, bir çok etkenin birlikte etki yapmasının sonucunda da meydana gelebilir. Bu nedenle, herhangi bir konuda kesin karar vermeden önce, bağımsız incelemeler ve ölçüler yapmanın gerekli olduğunu, kural olarak kabul etmek gerekir. Kolaylıkla kesin bir karara varılabileceği sanılan olaylar için de, bu kural geçerlidir.

Bu kural modern tekniğin amaçlarından biri olan sürat isteğine ters düşmekte ve tutucu bir fikir gibi görünmektedir. Aşağıda açıklanan 3 nedenden dolayı bu kuralı uygulamak yararlı olmaktadır.

- Uçaklara Multispectrol sistemler yerleştirilerek arazi şekillerini saptamak çok zor olmaktadır. Aynı sistemlerin uydulara yerleştirilmesi ve katarlar halinde dalgalar göndererek küçük alanların fotoğrafları çekildiği taktirde, daha küçük pixeller elde edilmektedir. Diğer taraftan, uydulardan çekilen her çeşit fotoğrafın insan gözü ile interpretasyonu ve bilgisayarlarla incelenmesi çok zor ve pahalı olmaktadır.
- Objelerin şekillerini hatasız olarak saptayabilmek için, pixellerin çok küçük olması gerekmektedir. Bunun için de pankromatik resimler çekilmiye çalışılmaktadır. Landsat 3 uydusundaki Vidikon Tüpüne gelen ışınlar ve

arazideki karşısı 10 m çapındaki daire olan pixellere ait bilgiler, bu düşünceyi doğrulamaktadır.

- Son yıllarda yapılan yayınlarda, Remote Sensing yöntemiyle elde edilen fotoğrafların, evvelce çekilmiş fotoğraflara ve yapılmış haritalara bilgi ile etme bakımından çok yararlı olduğu fakat bağımsız olarak kullanılması halinde pek yararlı olmadığı yazılmıştır. Eğer bu küçük ölçekli fotoğraflar, eşit zaman aralıklarıyla ve çok süratli bir şekilde çekilecek olurlarsa daha faydalı olmaktadırlar. Uydulara yerleştirilen Remote Sensing sistemlerinden yararlanarak küçük ölçekli fotoğraflar elde etmek ve bunlardan yararlanmak, yeni bir buluş değildir, fakat eskiden beri uygulanan yöntemlerin, daha başarılı sonuç vermesini sağlamaktadır.

Açıklanan bu nedenlerden dolayı, konulara çeşitli yönlerden yaklaşmanın zorunlu olduğu bu yaklaşımların da birbirlerini etkilememesi gerektiği görülmektedir.

TOPLUMLAR REMOTE SENSING TEKNİĞİNDEN NASIL YARARLANABİLİR?

Bugün uzaktan algılama tekniğinin en ileri sistemleri, uydulara yerleştirilmekte ve denenmektedir. Bu sistemlerin, hangi koşullarda ve ne şekilde çalıştırılması halinde daha başarılı sonuçların elde edileceği de araştırılmaktadır. Bu çalışmalara paralel olarak şu soruyada yanıt aranmaktadır: Dünyamızı incelemeye yarayan bu teknikten insanlık nasıl yararlanacaktır? Bu sorunun yanıtını saptarken, sadece bir tek ulusun yararlanması şeklinde düşünmek doğru değildir. Bunun yanı sıra, bütün ulusların birbirleriyle anlaşarak toplu şekilde yararlanma yoluna gitmeleri halinde, yararlanmanın nasıl olabileceği konusunda düşünülmelidir. Uydulardan çekilen fotoğrafların ve doldurulan manyetik bantların, yararlanmak isteyen ülkelerin hepsine verilmeside, bütün insanlığın yararlanmasını sağlayan bir yöntemdir. Dünya çevresinde dönen uydular, bütün ülkelerin üzerinden geçecek ve topladığı bilgileri sadece kendilerini yapan ülkeye gönderecek şekilde planlanabilir. Bu durumda, sadece uyduyu atan ülke, yararlanmış olur. Diğer ülkelere isterse verir.

Bütün ülkelerde uzay teknolojisi, vatandaşların ödediği vergilerden yararlanarak yürütülmektedir. Bu tekniğin geliştirilmesi için çalışanların kapasitelerinin ve parlamentoların gösterdiği ilginin de gelişmede büyük etkisi olmaktadır. 1950 li yıllarda, nükleer enerji ile ilgili çalışmalar yapılırken (Barış için atom) slogonları söyleniyordu. Daha sonra (Barış için uydular) şeklinde slogonlar söylenmeye başlandı, bugün de söylenmektedir. Bu slogonlar, insanların isteklerinin hangi yönde olduğunu göstermektedir. Otomatik olarak söylenmiş sözler değildir.

1975 yılında ilk Landsat uydusu atıldığında herkes sevinçliydi. Bu uydunun toplıyacağı bilgiler sayesinde, insanlığın yaşam düzeyi yükselecek ve fakirlik azalacak zannediliyordu. Fakat bugün bir çok ülkede, yöneticiler endişe içindedirler Çünkü; uyduları atanların eline, diğer ülkelere ait çok ayrıntılı bilgiler geçmiştir. Bu bilgilerden yararlanarak diğer ülkelere zarar verebilirler. Bu endişenin bir sonucu olarak, uzaya uydu atan ülkeler şu sorulara yanıt aramaktadırlar (Bugünkü teknoloji ile ne yapılabilir ve ne yapılmalıdır?). Bugünkü teknoloji insanlığın önünde gitmektedir, insanlığı ardından sürüklemektedir. Politikanın ve sosyal yasaların temelinde gene bugünkü teknoloji bulunmaktadır.

Bilim adamları, uygulama alanında, çalışanlar ,endüstride ve çok uluslu şirketlerde çalışanlar, kendi hükümetlerine baskı yaparak, bu konularla ilgili olarak birşeylerin yapılmasını istemektedirler fakat, konuya ilişkin yeterli bilgi genellikle bulunmadığından pek bir şey yapılamamaktadır. İnsanlık bu teknikten yararlanmak için gerekli olan ödemeleri yapacak ve üzerinde yaşadığı dünyayı daha iyi tanımaya yarıyacak uyduların atılmasını sağlayacaktır? 1978 ağustosunda, Birleşmiş Milletlerin bir kolu olan «Uzayın Barışçı Amaçlarla Kullanılması Komitesi» tarafından, dünyamızın daha iyi olanaklara kavuşturulması için çeşitli öneriler getirilmiştir. Bu öneriler, dünyamızın daha yakından incelenmesi amacıyla, çeşitli ülkeler veya organizasyonlar tarafından geliştirilmiş olan uzay projelerini kapsamaktadır.

UYDULARDAN ÇOK YÖNLÜ YARARLANMA OLANAĞI

Uydular ve bunlara yerleştirilen sistemler, sadece sosyal ve politik yöntemlerin gelişmesine yardımcı olmakla kalmamakta, uluslararası iletişimin daha etkili olmasınada yaramaktadır. Uydular aracılığı ile, uluslararası iletişimi gerçekleştirebilmek için geniş kapsamlı organizasyonlar kurmak, Teknik servisler oluşturmak ve haberlerin yazılı hale dönüşmesini sağlamak gereklidir. Bu organizasyonlar kurulmadığı takdirde, basit telefon aygıtları ile hiç bir şey yapılamaz.

Burada bir benzetme yapabiliriz: Televizyon bulunmadan önce, insanlar telefonda yararlanarak birbirleriyle haberleşiyorlardı. Telefon sadece özel kişilerin birbirleriyle haberleşmesini sağlıyordu, Televizyon ise haberlerin toplumun bütün bireylerine yayılmasını sağlamaktadır. Televizyon sayesinde iletişim çok daha büyük boyutlara ulaşmıştır. Uydular aracılığı ile yapılan iletişimde, ülkelerin ve bölgelerin birbirleriyle daha iyi bir şekilde haberleşmesini, birbirlerine daha fazla yaklaşmasını sağlamaktadır. Televizyon Telefona kıyasla ne kadar büyük faydalar sağladıysa, uydular aracı ile iletişimde, diğer iletişim araçlarına kıyasla aynı oranda büyük faydalar sağlamaktadır. Bütün ülkelerin yöneticileri ve aydınları, ülkelerinin özelliklerini ve olaylarını ayrıntılı bir şekilde öğrenmek ister. Ülkenin iyi bir şekilde yönetilebilmesi ve geliştirilmesi için, bu bilgilerin elde edilmesi zorunludur. Uydular bu bilgileri sıhhatli ve süratli bir şekilde sağlayacak özellikte araçlardır. Uydular bir ülkenin üzerinden geçerken, çok çeşitli bilgiler toplar ve ülke içersinde kurulan bir alıcı istasyona, eksiksiz ve hatasız olarak aktarırlar. Aynı uydulardan, iletişim amacıyla yararlanılması halinde, herhangi bir karışıklık olmamakta, arazi yüzeyine ait bilgiler gene aynı şekilde toplanmaya ve verilmiş devamlıdır.

Bu teknik sayesinde uzaydan yararlanma amacıyla yapılan uluslararası anlaşmalarla, devletlerin kendi ülkelerindeki hükümlerini haklarının birbirine karışması önlenmektedir. Çünkü her ülke, kendi arazisine ait bilgileri, örneğin resimleri önce kendisi elde etmekte ve diğer ülkelere daha sonra isterse vermektedir. Bu yöntemde, ülkelerin yöneticileri büyük çapta yetkili olmaktadır.

Dünyayı inceleyen uyduların oluşturduğu sistemin, başarılı olabilmesi ve büyük alanlar, örneğin anakara parçaları veya bütün dünyamız için sıhhatli bilgiler verebilmesi için, uluslararası bir işbirliğinin kurulması, her ülkenin elde ettiği bilgiyi diğerlerine vermesi veya bilgilerin bir merkezde toplanmasını kabul etmesi zorunludur. Dünyayı incelemek amacıyla, ulusların büyük çoğunluğunu kapsayan bir anlaşma yapılırsa bu sisteme Teledetection veya kısaca TD denilmesi düşünülmektedir. Aynen televizyon sistemine TV denilmesi gibi. Böyle bir sistem, yani TD kurulduktan sonra, Remote Sensing tekniğinin sağlayacağı faydalar, bugünkünden çok daha fazla olacaktır.