
SERİ	CİLT	SAYI		
SERIES	VOLUME	NUMBER	1	1978
SERIE	BAND	HEFT		
SERIE	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



LANDSAT UYDUSU VE TÜRKİYE

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU¹

1. GİRİŞ

Fotogrametri biliminin süratli gelişmesinin sonucu olarak, Remote Sensing (uzaktan Algılama = Uzaktan Duyarlama) isimli yeni bir bilim dalı doğmuştur. Uçaklardan standart şekilde fotoğraf çekmek, günümüzde modası geçmiş bir yöntem haline gelmiştir. Yeni yöntemde de bir çok zaman fotoğraf çekilmektedir. Fakat çekilen fotoğraflar, çok daha ayrıntılı bilgi verebilmektedir. Örneğin eski yöntemle çekilen bir fotoğraf 10 veya 20 misline büyütülürse, veya böyle bir fotoğrafa 10 - 20 misli büyüten bir büyüteçle bakılırsa, herhangi bir fayda sağlanamaz. Fakat yeni yöntemle çekilen fotoğrafa aynı işlemler uygulanırsa ayrıntılara ait bir çok bilgi elde edilir. Eski yöntemle çekilen fotoğrafların 1 mm sinde en fazla 40 - 50 çizgi görülebilmektedir. Çizgiler daha sık olurlarsa, birbirinden ayırt edilemezler, bir bütün halinde görünürler. Yeni yöntemle çekilen fotoğraflarda ise, 1 mm içersinde bulunan 200 çizgi birbirinden ayırt edilebilmektedir. Yeni fotoğraflar çok daha küçük taneciklerden oluşmaktadır.

Remote Sensing bilimi, uçaklara veya uydulara yerleştirilen Sensor (Algılama sistemi) yardımıyla uygulanmaktadır. Bu sistemin bir çok çeşitleri vardır. Bir kısmı doğrudan doğruya yukarıda açıklanan özellikte fotoğraf çekerler. Diğer bir kısmı fotoğraf çekmezler, gelen ışınları, detektörler yardımıyla dalga boylarına ayırır ve özel bantlara işlerler. Bunlara Slicer (Tarayıcı) denilmektedir.

Tarayıcıların bazılarında, Görüntü tüpü denilen bir aygıt bulunmaktadır. Elektron Tabancasının geliştirilmiş bir şekli olan görüntü tüpleri yardımıyla, fotoğraflar da elde edilebilmektedir. Böylelikle, uçakdaki veya uydudaki tarayıcı sisteme gelen ışınlar hem özel bantlara işlenmekte hem de fotoğraf filmi üzerine saptanmaktadır. Özel bantlardaki işaretler değerlendirilirken çekilen fotoğraflardan faydalanılır.

Yeni yöntemle çekilen fotoğraflar, ister doğrudan doğruya çekilsin isterse görüntü tüpü yardımıyla çekilsin, bildiğimiz klasik çerçeveli fotoğraf şeklinde olabileceği gibi, çerçevesiz uzun bir şerit halinde de olabilmektedir. Şerit halindeki fotoğraflar çeken makinelerde, klasik makinelerdeki objektifin yerinde bir yarık bulunmaktadır. Filim uçak süratine göre ayarlanmış bir hızla bu yarığın önünden geçmektedir. Araziden gelen ışınlar devamlı olarak bu filme işlenmekte ve sonunda filmin tamamı bir tek fotoğraf haline gelmektedir. Klasik yöntemle çekilen fotoğraflarla, uçuş şeridinin üzerindeki fotoğraflar, birbirini belirli bir oranda örterler. Bu örtme-

¹ I.Ü. Orman Fakültesi, Geodezi ve Fotogrametri Kürsüsü, İstanbul.

den yararlanılarak stereoskopik görüntüler elde edilir. Şerit halindeki fotoğraflar ancak birbirlerinin kenarlarını örttebilirler (Yan örtme) Yan örtme stereoskopik görüntüyü verebilir.

Uçaklara yerleştirilen tarayıcı sistemlerin doldurdukları bantlar ve çektikleri fotoğraflar, uçak yere indikten sonra merkeze veya laboratuvara verilir ve orada değerlendirilir. Uydulara yerleştirilen tarayıcı sistemlerin doldurdukları bantların ve çektikleri fotoğrafların, merkeze veya laboratuvara gönderilmesi, uçaktakilerden farklı şekilde yapılır. Uydular, uçaklar gibi kısa zamanda yere inmemektedir. Bu sebeple, uyduda toplanan bilginin, özel bir şekilde yerdeki merkeze ulaştırılması gerekmektedir. Bazı uydular çektikleri fotoğrafın bir örneğini yerdeki merkeze veya bu merkezin yardımcısı olan bir istasyona otomatik bir şekilde vermektedirler. Özellikle meteoroloji uyduları bu şekilde çalışmaktadır. Uydudaki fotoğrafı (görüntüyü) yerdeki istasyona taşımayı yarıyan sisteme «Automatik Picture Transmission» (otomatik resim taşıyıcı) denilmekte ve isminin baş harfleri alınarak APT şeklinde gösterilmektedir. Türkiye üzerinden geçen NO AA 3 isimli uydudan Meteoroloji Genel Müdürlüğümüz faydalanmaktadır. Ankara ve İstanbul'da kurulan istasyonlara, bu uydu çektiği fotoğrafları APT sistemi yardımıyla ulaştırmaktadır. Bu fotoğraflar doğu Avrupa'yı, Türkiye'nin tamamını Kıbrıs'ı, Kızıldeniz'i ve Arap yarımadasının bir kısmını kapsamakta, bulutların durumunu göstermektedir. Eşit zaman aralıklarıyla çekilen bir kaç fotoğraf birbirile karşılaştırılarak, bulutların hareketleri meydana çıkarılabilmektedir. Bu fotoğraflarda, bulutsuz yerlerde görülmektedir. Bulutsuz zamanlarda çekilen meteoroloji fotoğrafları araziyi net bir şekilde göstermektedir. Bu fotoğraflardan Ormanlık gayesile ve diğer çeşitli işler için faydalanılabılır.

Meteoroloji uydusundan ayrı olarak, Türkiye üzerinden devamlı şekilde geçen ve içindeki sistem yardımıyla ülkemizi sürekli şekilde tarayan bir uydu daha bulunmaktadır. Lansat ismini taşıyan bu uydu, yazımızın asıl konusunu oluşturmaktadır. Bu iki uydunun dışında askeri amaçlarla kullanılan bir çok uydu daha bulunmaktadır. Bir kaç yıl önce Avrupa'da yapılan bir bilim kongresinde 200 uydunun dünya çevresinde dönmekte olduğu ve bir mil kare büyüklüğündeki arazi parçalarının herbiri üzerinden, günde en az bir uydunun geçtiği ve araziyi taradığı açıklanmıştır. Bugün dünya çevresinde kaç uydunun döndüğünü bilmemize olanak yok. Özelliklerinin bir kısmını öğrenebildiğimiz Landsat isimli uydu, diğerlerine de biraz ışık tutmaktadır.

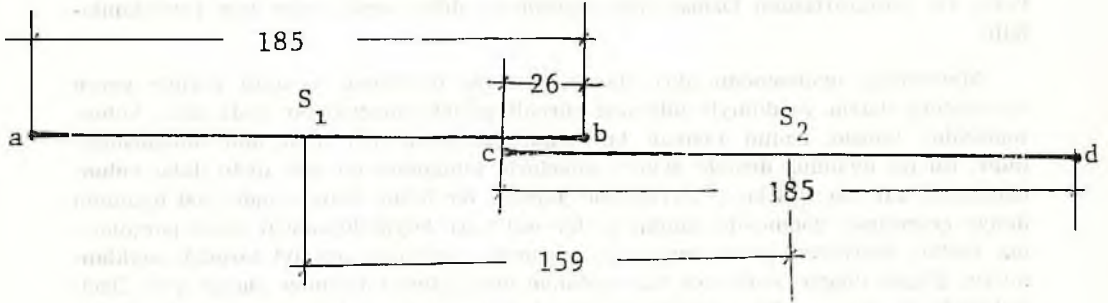
2. LANDSAT UYDUSUNUN GÖREVİ

Landsat uydusu, Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan NASA (National Aeronautics and Space Administration = Ulusal Havaçılık ve Uzay Araştırmaları Merkezi) tarafından atılmıştır ve aynı kurum tarafından yönetilmektedir. İsminden de anlaşıldığı üzere NASA uzayla ilgili herçeşit çalışma yapmakta ve çok sayıda uydu fırlatmaktadır. Uyduların bir çoğu dünyanın çevresinde dönmekte, bir kısmında diğer gezegenlere ve yıldızlara gitmektedir. Landsat uydusu, dünya üzerindeki doğal kaynakları incelemek ve özelliklerini meydana çıkartmak gayesile atılmıştır. Bu uydunun Planları hazırlanırken, NASA ile İçişleri Bakanlığı'na bağlı olan Jeolojik Ölçme Bürosu arasında işbirliği kurulmuştur. Bu güne kadar 2 tane Landsat uydusu atılmıştır. Birincisi 23 Temmuz 1972 de atılmıştır. Bu uyduya evvela ERTS (Earth Resources Teknoloji Satellite = Dünyadaki Doğal Kaynakların Teknolojisine Ait Uydu = Dünyadaki Doğal Kaynakları İnceleyen Uydu) ismi verilmiştir. Daha sonra bu isim

değiştirilmiş Land (Arazi) ve Satellite (Uydu) sözlerinin ilk hecelerinin birleştirilmesiyle elde edilen Landsat sözcüğü isim olarak kabul edilmiştir. 1972 den beri ülkemizde ve dışülkelerde yapılan yayınlarda Erts sözü çok kullanılmıştır. Erts ve Landsat, aynı uyduya verilen isimlerdir.

22 Ocak 1975 de ikinci uydu, yani Erts B veya Landsat 2 isimli uydu atılmıştır. 1978 yılı sonunda Landsat 3 uydusu atılmıştır. Dördüncü Landsat uydusunun atılması için çalışmalar yapılmakta ve programlar hazırlanmaktadır. İlk atılan gücünü yitirmiş ve verimsiz hale gelmiştir.

Landsat uydularının atılması yoğun çalışmalarla ve büyük masraflarla yapılabilmektedir. Bir uydu, Amerika Birleşik Devletleri'ne olduğu kadar, dünyadaki diğer ülkelere de fayda sağlayabilecek güçtedir. Bu sebeple, bütün ülkelerin katılacağı büyük bir projenin yapılmasının daha ekonomik ve etkili olacağı düşünülmüştür. Amerika'nın dışında da meteoroloji uydularında olduğu gibi, Landsat uydusu ile bağlantı kuracak istasyonların yapılması kararlaştırılmış ve bir çokları yapılmıştır. Landsat uydusu, daha doğrusu uyduları yer istasyonlarına, eşit zaman aralıklarıyla bilgi vermektedirler. Verilen bilgi uydunun yapılış gayesine uygun olarak, dünyadaki doğal kaynakların özelliklerine aittir. Denizlerin ve karaların yüzeylerine ait bilgiler verdiği gibi, denizlerin derinliklerine ve karalarda ceryan eden olaylara ait devamlı bilgi vermektedir. Tarım alanlarında yetiştirilen bitkilerin cinsleri, büyüme süratleri, Ormanlardaki servetlerin durumları ve zamanla meydana gelen değişiklikler bu bilgiler arasında bulunmaktadır.



Landsat uydusunun Taradığı iki komşu şeridin, ekvator üzerinde birbirlini örtme durumunu gösteren şekil. Bir şeridin dünya üzerindeki durumu 2 nolu şekilde gösterilmektedir. Birinci şeridin eksenli S1 den kenarları a ve b noktalarından geçmektedir. İkinci şeridin eksenli S2 den, kenarları c ve d noktalarından geçmektedir. Şerit eksenleri arasındaki S1 S2 mesafesi 158 Klm dir. b c alanı her iki şeridin ortak alanıdır. Diğer bir deyimle, şeritler arasındaki yan örtme alanıdır. Şeritler arasındaki yan örtme oranı $26/185 = \% 14,1$ dir. Ekvatörden kutuplara doğru gidildikçe, şerit eksenleri arasındaki S1 S2 mesafesi azalmakta, ortak alan b c ise artmaktadır. Buna göre de yan örtme oranı büyümektedir.

3. LANDSAT UYDUSUNUN YÖRÜNGESİ VE DÜNYA YÜZEYİNİ TARAYIŞ ŞEKLİ

Landsat uydusunun yörüngesi, dünya ekseninden geçen bir düzlemin içinde bulunmaktadır. Dünya eksenini Güney - Kuzey istikametinde uzandığından, yörünge düzleminde Güney - Kuzey istikametinde durmaktadır ve dünya ekvatorüne diktir. Landsat uydusunun yörüngesi ile dünya yüzeyi arasındaki mesafe 900 ile 950 Klm arasında değişmektedir. Ortalama 930 Klm dir. Uydu bu yörünge üzerindeki bir turunu

103 dakikada tamamlamaktadır. Dünyanın yarı çapı ekvatorde 6377,4 kutuplarda 6356,1 ortalama 6367 Klm dir. Bu değerlere göre, Landsat uydusu, yarı çapı $6367 + 930 = 7297$ yaklaşık olarak 7300 Klm olan bir dairenin çemberinde dönmektedir (Şekil No. 2).

Çemberin uzunluğu $2 \pi R = 2 \times 3,14159 \times 7300 = 45867,3$ Klm dir.

Uydu bu mesafeyi 103 dakikada aldığına göre sürati $\frac{45867,3}{103} = 445,3$ Klm dir.

veya $\frac{445,3}{60} = 7,42$ Klm/sn dir.

Uydu 103 dakikada bir tur yaptığına göre bir günde

$$\frac{24 \times 60}{103} = 13,98$$

yaklaşık olarak 14 tur yapmaktadır.

Uydu yörüngesinin içinde bulunduğu düzlem, durumunu hiç değiştirmese, dünya kendi ekseni etrafında döndüğünden, uydunun altına isabet eden yerler devamlı olarak değişecektir.

Uydunun ekvatordeki bir noktanın tam üzerinden (düşeyinden) geçtiği anı, başlangıç olarak alalım 103 dakika sonra uydu aynı yere gelecektir, fakat ekvatordeki nokta doğuya gitmiş olacaktır. 103 dakikada ekvatordeki noktanın alacağı mesafe, ekvatorun uzunluğu 40 000 Klm olduğuna göre

$$\frac{40000 \times 103}{24 \times 60} = 2861 \text{ Klm dir.}$$

Ekvator üzerindeki bu uzunluğu gören merkez açısı şu şekilde hesaplanabilir.

24×60 dakikalık zamanda 360 derecelik dönüş olduğuna göre 103 dakikalık zamanda

$$\frac{360 \times 103}{24 \times 60} = 25,75$$

derecelik bir dönüş olur. Buna göre, ekvatordeki 2861 Klm uzunluğu gören merkez açısı, diğer bir deyimle boylam derecesi 25,75 dir.

Uydu ancak 185 Klm genişliğinde bir şeriti tarıyabilmektedir. Bu sebeple, ikinci turda, bir evvelki turda gördüğü noktanın çok uzağına düşecektir.

Taranan şeritler arasında boşluk kalmaması için uydunun çok daha süratli dönmesi gerekmektedir. Buna olanak bulunamadığından, uydu yörüngesinin içinde bulunduğu düzlem dünya ekseni etrafında döndürülmektedir. Bu dönüş dünyanın ekseni etrafındaki dönüşünden daha azdır, arada 1,43 derecelik bir fark bulunmaktadır. 1,43 derecelik yayın ekvatordeki karşılığı

$$\frac{40000}{360} \times 1,43 = 159 \text{ Klm dir.}$$

Demek ki, Landsat uydusunun ekvatorun üzerinden 2 geçişi arasında, dünya üzerindeki ölçülere göre, 159 Klm mesafe bulunmaktadır. Diğer bir deyimle, uydunun

ekvatoru kestiği 2 nokta arasında 159 Klm mesafe vardır. Uydu 185 Klm genişliğinde bir şeridi taradığına göre, iki komşu şeridin ekvatordaki ortak alanının genişliği, diğer bir deyimle, ekvatorda şeritler arasındaki yan örtme miktarı

$$185 - 159 = 26 \text{ Klm dir.}$$

Yan örtme oranı ise $26/185 = \% 14,1$ dir (Şekil No. 1).

Ekvatordan kutuplara doğru gidilince, uçuş eksenleri birbirine yaklaşır ve ortak alan büyür. Buna göre de yan örtme oranı büyür.

Uydunun ekvatoru kestiği 2 nokta arasında 159 Klm mesafe bulunduğu, ekvatorun uzunluğu da 40 000 Klm olduğuna göre, uydunun ekvatorun tamamını görebilmesi için dünya çevresinde $40\ 000 / 159 = 251,6$ veya 252 tur yapması gerekmektedir. Bir günde 14 tur yaptığı yukarıda açıklanmıştı. Buna göre, Landsat uydusunun dünya yüzeyinin tamamını bir defa taraması için 18 güne ihtiyaç vardır. Diğer bir deyimle, Landsat uydusu, dünya üzerindeki herhangi bir noktayı 18 er günlük aralarla taramaktadır veya gözlemektedir.

Uydu dünya çevresinde bir tur yaptığı zaman, ekvatoru 2 defa kesmektedir. Birinci keşiş noktası, sıfırıncı boylam dairesi ile ekvatorun kesiştiği nokta ise, ikinci nokta 180 inci boylam dairesi ile ekvatorun kesiştiği noktadır. Sıfır ve 180 inci boylam daireleri aynı dairenin iki yarısıdır. Uydu bir tur yaptığı zaman, bu iki yarım daireyi birden taramaktadır. Bu sebeple, bulduğumuz bu 18 rakamının yarısını almamız gerekmektedir. Şu halde, Landsat uydusu, dünya üzerindeki herhangi bir noktayı 9 günlük aralarla taramaktadır, diyebiliriz. Fakat, ikinci yarı karanlık bölgeye isabet ettiğinden fayda sağlamaz. Her nokta 18 günde bir taramır.

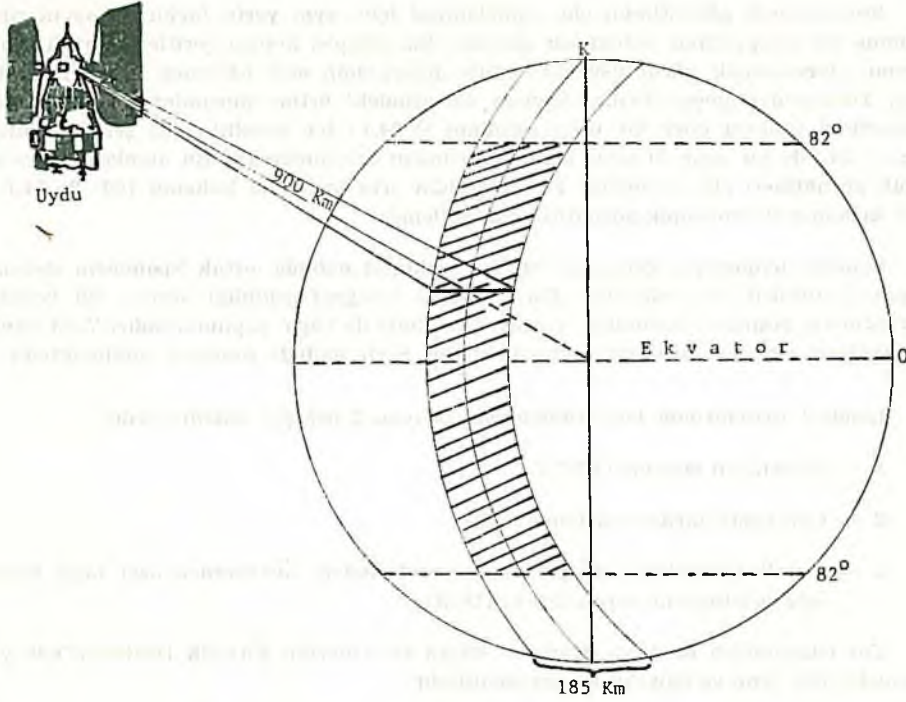
Bu hesap şu şekilde de yapılabilir : Uydunun ekvatoru kestiği 2 nokta arasındaki yay 1,43 derece olduğuna göre, uydunun ekvatorun tamamını görebilmesi için $360/1,43 = 251,7$ veya 252 tur bulunur. Günde 14 tur yaptığına göre 18 günde bütün dünyayı tarar. Bunun da yarısını alarak 9 gün diyeceğiz.

Uydunun ekvatoru kestiği 2 komşu nokta arasındaki yay 1,43 derece olduğu gibi, diğer enlem dairelerini kestiği noktalar arasındaki yaylar da 1,43 derecedir. Örneğin Türkiye'den geçen 40'ncü enlem dairesini kestiği 2 nokta arasındaki yay da 1,43 derecedir. Bu yayın uzunluğunu bulmak için evvela yarıçapını ve çevresini hesaplamak gerekir.

Landsat uydularından birisi, dünya üzerindeki bir noktanın tam üzerinden geçtikten 18 gün sonra, tekrar aynı noktaya gelmemektedir, bir miktar kaymaktadır. 37 Klm enine ve 30 boyuna bir değişim olmaktadır. Uçuş bu prensibe göre ayarlanmıştır.

4. LANDSAT UYDUSUNUN TOPLADIĞI BİLGİLERİN ÖZELLİKLERİ

2 No.lu şekilde Landsat uydusunun taradığı şeritlerden bir tanesinin durumu görülmektedir. Uçuş şeritlerinin eksenleri daima kutup noktalarından geçmektedir. Güney 82 ve kuzey 32 enlem dairelerinin arasında tarama yapılmakta, bunun dışında yapılmamaktadır. Diğer bir deyimle kutuplara yakın yerlerde tarama yapılmamaktadır. Yukarıda belirtildiği ve 1 No.lu şekilde de görüldüğü üzere, ekvatorda kom-



Şekil No : 2

Landsat uydusunun dünya çevresindeki dönüşünü ve taradığı şeritlerden bir tanesinin durumunu gösterir şekil, dünya eksenini daima, uydu yörüngesinin düzlemi içinde kalmaktadır. Diğer bir deyimle uydu, yaklaşık olarak, boylam dairelerini izliyerek uçmaktadır. Bir uçuşta 185 Km genişliğinde bir şeridi taramaktadır. Taranan şerit kutuplara kadar uzanmamaktadır. Güney 82 ve kuzey 82 derecelerden geçen enlem daireleri arasında kalmaktadır. Yukarıdaki şekilde bir şeridin kapladığı alan taranarak belirtilmiştir. Dünya eksenini, şerit eksenini ve uydu daima aynı düzlemin içerisinde bulunur. Şeritler daima birbirlerinin yan taraflarını örtmekte ve aralarında boşluk bırakmamaktadırlar. Ekvatörde şeritlerin birbirini örtme oranı % 14,1 dir, kutuplara gidildikçe bu oran büyümektedir.

Şu 2 şeridin birbirini örtme oranı % 14,1 dir. Kutuplara gidildikçe bu oran artmaktadır. Aşağıdaki tabloda, çeşitli enlem derecelerinde, şeritlerin birbirlerini örtme oranının % kaç olduğu görülmektedir.

Enlem derecesi	Landsat uydusunun taradığı şeritlerin birbirlerini örtme oranı
0	14,1
10	15,4
20	19,1
30	25,6
40	34,1
50	44,3
60	57,0
70	70,6
80	85,6

Stereoskopik görüntünün elde edilebilmesi için, aynı yerin farklı istasyonlardan alınmış iki fotoğrafının bulunması gerekir. Bu sebeple, komşu şeritlerin ortak alanlarının stereoskopik görüntüsü elde edilir diğerlerinin elde edilemez. Bir örnek olarak, Türkiye'den geçen 40'ncü boylam dairesindeki örtme durumlarını inceliyelim: Yukarıdaki tabloya göre bir uçuş şeridinin % 34,1 i bir evvelki uçuş şeridi tarafından % 34,1 de bir sonraki uçuş şeridi tarafından örtülmektedir. Bu alanların stereoskopik görüntüleri elde edilebilir. Fakat şeridin orta kısmında bulunan $100-2 \times 34,1 = 31,8$ kısmının stereoskopik görüntüsü elde edilemez.

Landsat uydusunun çerçeveli fotoğraf çekmesi halinde, ortak kısımların stereoskopik görüntüsü elde edilebilir. Şerit halinde fotoğraf çekildiği sürece, iki boyutlu görüntülerle yetinmek zorunluğu vardır. Genellikle de böyle yapılmaktadır. Yani Landsat uydusu çerçeveli fotoğraf çekmemektedir. Şerit halinde fotoğraf çekilmektedir.

Landsat uydularında bilgi toplamaya yarayan 3 değişik sistem vardır.

1 — Televizyon sistemi (RBV)

2 — Çok bantlı tarayıcı sistem (MSS)

3 — Çeşitli yerlerdeki istasyonların çevrelerindeki arazilerden özel bilgi toplayan ve istasyona veren sistem (DCS)

Yer istasyonları Brezilya, Kanada, İtalya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılmıştır. Şili, İran ve Zaire'de de yapılmaktadır.

Bu 3 sistemin içersinde en çok fayda sağlayan «Çok Bantlı Tarayıcı Sistem» dir. Bu sistemin özel bantlara doldurduğu bilgiler Amerika Birleşik Devletleri'ndeki merkezde, fotoğraflara dönüştürülmekte, isteyen ülkeye de gönderilmektedir. Tarayıcı sistemde 4 tane bant bulunmaktadır. Araziden gelen ışınlar dalga boylarına göre kademelere ayrılmakta ve her kademe ayrı bir bantta işlenmektedir. Bantların numaraları saptadıkları ışınların dalga boyları ve hangi renge ait oldukları aşağıda gösterilmiştir.

Band No.	Saptadığı ışının dalga boyu (Mikron)	Işının gösterdiği Renk
4	0,5 - 0,6	Yeşil
5	0,6 - 0,7	Kırmızı
6	0,7 - 0,8	Yakın kızılötesi
7	0,8 - 1,1	Yakın kızılötesi

Bu bantlardan herbiri, diğerlerinden farklı özelliklere sahiptir. Birinin en iyi şekilde verdiği bilgiyi, diğerleri aynı derecede verememektedir. Örneğin 4 No.lu bant, durgun suyun derinliklerinde bulunan maddeleri, diğer bantlardan çok daha sıhhatli bir şekilde verebilmektedir. Bir göle veya denize dökülen çamurlu suyun, nerele-re kadar yayıldığını saptamak için bu bantdan faydalanmak gerekir.

5 No.lu band, arazideki dranj şekillerini yolların ve şehirlerin özelliklerini, diğer bandlardan daha iyi göstermektedir.

6 No.lu band, araziden faydalanma şekillerini, örneğin tarım çeşitlerini en iyi şekilde vermektedir. Tarım ve orman alanlarındaki renk ve ton farklarını bu bant en iyi şekilde yansıtmaktadır.

7 No.lu band karalarla sular arasındaki sınırları en iyi şekilde göstermektedir. Örneğin bir bataklık arazide, taramanın yapıldığı tarihte su altında kalan ve kalman yerleri saptamak için 7 No.lu banddan faydalanmak gerekir.

Geniş bir arazi hakkında yeterli bilgi elde edebilmek için 4 banddan da faydalanmak gerekir. Tek banddan faydalanarak, çeşitli bilgi elde edilmek istendiğinde 5 No.lu band üzerinde çalışmak uygun olur. En fazla bilgiyi bu band verebilmektedir. 4, 5, 7 No.lu bandların verdiği görüntüler bir araya getirilerek, zengin renk kombinasyonları elde edilebilmektedir.

5. TÜRKİYE'NİN LANDSAT UYDUSUNUN TARADIĞI ŞERİTLER İÇİNDEKİ YERİ

Türkiye 36 ve 42 nolu dairelerinin arasında bulunmaktadır. Bu değerlerin ortalaması 39 derece tutmaktadır. Yukarıda çeşitli enlem derecelerinde, Landsat uydusunun taradığı şeritlerin birbirlerini hangi oranda örttüğü cetvel halinde verilmişti, o cetvele göre 40'ncü enlem dairesinde şeritler birbirini % 34,1 oranında örtmektedir. Bu değer Türkiye'nin her yeri için şeritler arasındaki örtme oranı olarak kabul edilebilirse de, 39'uncu enlem derecesine ait örtme oranını burada hesaplamayı uygun bulmaktayız. Böylelikle adı geçen cetveldeki örtme oranlarının nasıl hesaplandığı açıklanmış olacaktır.

3 nolu şekilde, Landsat uydusu 39'uncu enlem dairesinin Türkiye'den geçen bir parçasının düzeyinde olarak görülmektedir. 39'uncu enlem dairesinin yarı çapı r dünyanın yarı çapı R ile gösterilirse 3 nolu şekle göre

$$r = R \cos 39^\circ$$

yazılabilir. Değerler yerlerine konularak $r = 6367 \times = 0,77714 = 4948$ Klm bulunur.

Landsat uydusunun 39'uncu enlem dairesini kestiği 2 komşu nokta arasındaki yayın, ekvatordeki gibi 1,43 derece olduğu yukarıda belirtilmişti.

39'uncu enlem dairesi üzerinde 1,43 derece yayın uzunluğu

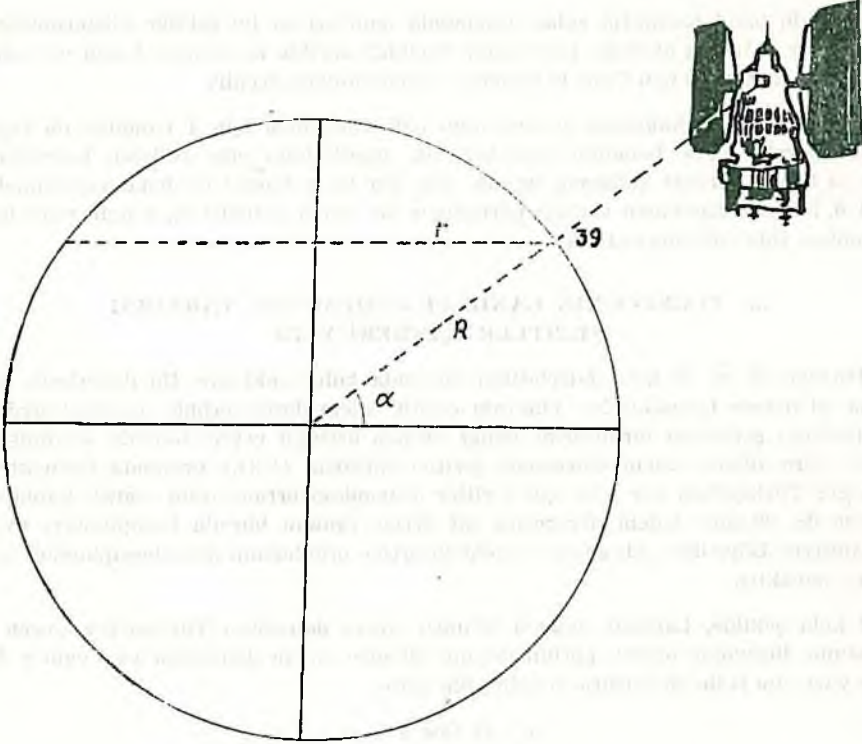
$$\frac{2 \cdot \pi \cdot 4948}{360} \cdot 1,43 = 123,5 \text{ Klm.}$$

olarak bulunur.

Demekki, 39'uncu enlem dairesini kesen, uçuş şeritlerinin eksenleri arasındaki mesafeler 123,5 Klm dir.

Uçuş şeritlerinin genişliği 2 nolu şekilde görüldüğü üzere 185 Klm dir. Şu halde 39'uncu enlem dairesinin üzerinde, diğer bir deyimle Türkiye üzerinde, şeritler birbirini $185 - 123,5 = 56,5$ Klm örtmektedirler. Buna göre örtme oranı $56,5/185 = 0,305$ veya % 30,5 bulunur. Yukarıda 40'ncü enlem derecesi için örtme oranı % 34,1 verilmiştir. Yaklaşık değerlere dayanarak hesap yaptığımızdan bulduğumuz sonuç fazla sıhhatli değildir. Gayemiz hesabın yapılış şeklini açıklamaktır.

4 nolu şekilde, birbirine komşu 5 uçuş şeridinin kuzey yarım küresindeki durumu ve Türkiye'nin bu şeritler içerisindeki yeri görülmektedir. Şeritlerin birbirlerini örtme oranları ekvatorde % 14,0 dır. Kuzeye gidildikçe bu oran artmaktadır. 80 inci enlem dairesinde % 85,6 yı bulmaktadır.



Şekil No : 3

Türkiye 36 ve 42 inci enlem dairelerinin arasında bulunmaktadır. Bu değerlerin ortalaması 39 derecedir. Yukarıdaki şekilde 39 uncu enlem dairesinin yarıçapı r ile Dünyanın yarıçapı R arasındaki bağıntı görülmektedir. $r = R \cos \alpha$ dir. Değerler yerlerine konulunca $r = 4948$ Km bulunur. Buna göre 39 uncu enlem dairesinin uzunluğu 31 089 Km çıkmaktadır. Bu değer 1,43/360 ile çarpılınca, Landsat uydusunun 39 uncu enlem dairesini kestiği noktalar arasındaki mesafeler, 123,5 Km olarak bulunur.

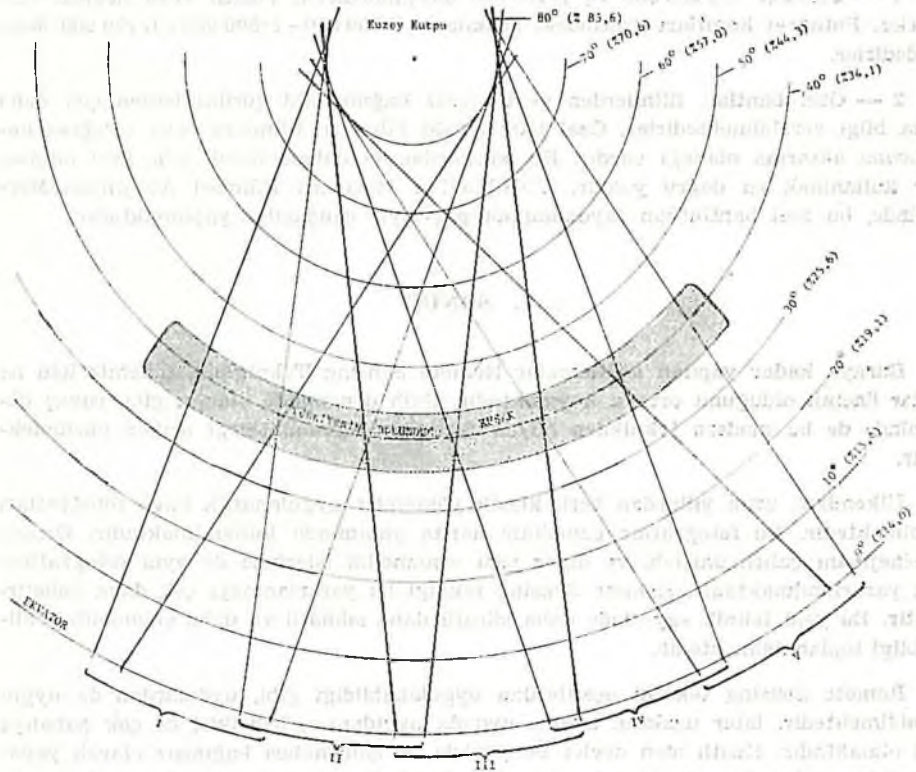
6. LANDSAT UYDUSUNUN TOPLADIĞI BİLGİLERDEN TÜRKİYE'NİN FAYDALANMA OLANAĞI

Landsat uydusunun şeritler halinde fotoğraflar aldığı bu sebeple, uçuş şeritlerinin içerisinde boyuna örtmenin bulunmadığı yukarıda açıklanmıştı. Boyuna örtmenin olmaması nedeniyle, Landsat uydusunun verdiği fotoğrafları stereoskopik olarak incelemek ve arazideki yükseklik farklarını saptamak olanağı çok sınırlıdır. Uçuş yüksekliğinin fazla oluşu da sınırlamayı artırmaktadır. 8 defa büyüten aynılı stereoskop kullanıldığı takdirde arazideki 110 m den daha büyük yükseklik farkları seçilebilir.

mektedir. Bu fotoğrafların tek olarak incelenmesi ve renk tonlarından faydalanarak enterpretasyon yapılması çok daha faydalı olmaktadır. MTA, Amerika Birleşik Devletleri'nden devamlı şekilde, Landsat uydusunun çektiği fotoğrafları getirtmekte ve çoğaltmaktadır. Türkiye'deki bütün kamu kuruluşları MTA dan bu fotoğrafları alabilmektedirler.

DSİ, 1975 yılında, «çok spektrumlu fotoğraf çeken» bir makine almış ve Harita Genel Müdürlüğü'nün uçaklarına yerleştirilmiştir. Bu makine ile, aynı arazinin çeşitli fotoğrafları çekilmektedir. Fotoğrafların herbiri ayrı dalga boyundaki ışınlardan yararlanmaktadır. DSİ bu fotoğrafların bir ekranda gösterilmesini sağlıyan özel bir aygıtta almış ve kurmuştur. Bu özel aygıtın verdiği görüntüler, çeşitli renklerde olabilmektedir. DSİ de bu renkli görüntülerin fotoğraflarını çekmeye yarayan ikinci bir aygıt daha bulunmaktadır. Landsat uydusunun fotoğraflarını DSİ de bulunan aygıtlar yardımıyla inceleme olanağımız vardır.

MTA, 1977 yılında, fotoğraf taramaya yarayan bir aygıt satın almıştır. Bu aygıt siyah - beyaz fotoğraflardaki gri renkleri, otomatik olarak tonlarına ayırmakta



Şekil No : 4

Landsat uydusunun taradığı şeritlerden 5 tanesini ve Türkiye'nin bu şeritler içerisindeki yerini gösteren şekil. Şeritlerin birbirlerini örtme oranları ekvatorunda % 14,0'dır. Kuzeye gidildikçe bu oran artmakta % 85,6'yı bulmaktadır. Çeşitli enlem dairelerinde, bu oranın kaç olduğunu parantez içerisinde gösterilmiştir.

ve herbirinin bulunduğu yerleri belirtmektedir. Örneğin bir sahil fotoğrafında, taşıdığı materyellerinin, deniz içinde nerelere biriktiği ve ne kadar biriktiği, bu tarayıcı sistem yardımıyla kolaylıkla saptanabilmektedir. Jeolojik çalışmalarda, bu tarayıcı sistem büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Aynı cins kayalar veya topraklar, fotoğraflarda aynı renk tonunda görünürler. Bu özelliklerden faydalanarak, bu fotoğrafta, aynı cins kayaların veya toprakların nerelerde bulunduğu, tarayıcı sistem sayesinde kolaylıkla saptanabilmektedir. İnsan gözü bu işi, bu tarayıcı sistem kadar sıhhatli ve süratli yapamamaktadır. Landsat uydusunun fotoğraflarını MTA'nın tarayıcı sisteminden yararlanarak inceleme olanağımız vardır. Aynı tarayıcı sistemden yararlanarak, Orman ve tarım arazilerini ayırt etme ve bazı mescereleri saptama olanağımız vardır.

Landsat uydusunun Amerika'daki merkeze gönderdiği bilgiler, buradan diğer ülkelere 2 şekilde gönderilmektedir.

1 — Filimler veya fotoğraf kağıtları üzerindeki görüntüler.

2 — Bilgisayarlara uygun özel bantlar

1 — Filimler 1/3 369 000 ve 1/100 000 ölçeğindedirler. Pozitif veya negatif olabilirler. Fotoğraf kağıtları üzerindeki baskılar 1/1 000 000 - 1/500 000 - 1/250 000 ölçeğindedirler.

2 — Özel bantlar, filimlerden ve fotoğraf kağıdındaki görüntülerden çok daha fazla bilgi verebilmektedirler. Özel bantlardaki bilgileri, filimlere veya fotoğraf kağıtlarına aktarma olanağı vardır. Bu bantlardan faydalanabilmek için, özel bilgisayar kullanmak en doğru yoldur. TÜBİTAK'ın Marmara Bilimsel Araştırma Merkezinde, bu özel bantlardan faydalanmak gayesiyle çalışmalar yapılmaktadır.

7. SONUÇ

Buraya kadar yapılan açıklamalar Remote Sensing Tekniğinin, ülkemiz için ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Sulh döneminde olduğu gibi, savaş döneminde de bu modern teknikden büyük faydalar sağlanabileceği açıkça görülmektedir.

Ülkemizde uzun yıllardan beri, klasik yöntemler uygulanarak hava fotoğrafları çekilmektedir. Bu fotoğraflar genellikle harita yapımında kullanılmaktadır. Orman Amenejmanı çalışmalarında ve diğer bazı ormancılık işlerinde de aynı fotoğraflardan yararlanılmaktadır. Remote Sensing tekniği bu yararlanmayı çok daha geliştirmiştir. Bu yeni teknik sayesinde daha süratli daha sıhhatli ve daha ekonomik şekilde bilgi toplanabilmektedir.

Remote Sensing tekniği uçaklardan uygulanabildiği gibi, uydulardan da uygulanabilmektedir. İster uçaktan isterse uyduda uygulansın, her ikisi de çok pahalıya mal olmaktadır. Kısıtlı olan devlet bütçemizle bu çalışmalarını bağımsız olarak yapabileceğimiz düşünülemez. Fakat, ülkemizin üzerinden devamlı olarak geçen ve bütün arazilerimizi tarayan, Landsat uydularının topladığı bu bilgileri elde etmemiz ve bunlardan yararlanmaya çalışmamız, hakkımız ve görevimizdir.

MTA'nın Landsat uydusunun çektiği fotoğrafları ve doldurduğu özel bantları getirmesi, ilgilenen kamu kuruluşlarına vermesi çok yerinde bir harekettir.

DSI nin çok spektrumlu fotoğraf çeken bir makine getirtmesi ve bununla fotoğraflar çekilmesini sağlaması, ayrıca fotoğraflardaki gri renk tonlarını tarayan bir aygıt alması ve bununla çalışmalar yapmaya başlaması ülkemiz için ögünülecek gelişmelerdir. Gri renk tonlarını tarayan bu aygıt sayesinde, Landsat uydusunun çektiği fotoğraflar süratli ve sıhhatli bir şekilde inceleme olanağı doğmuştur. Deniz ve göllerimizin içersinde biriken tortu materyellerinin, nerelerde ve hangi süratle toplandığı bu yöntem sayesinde meydana çıkarılabilmektedir. Landsat uydusundaki 4 nolu kanal, dalgaboyu 0,5 - 0,6 mikron olan ışınlarla çalışmaktadır. Bu ışınlar, su birikintilerinin belirli derinliklerine kadar inmekte ve tabandaki araziye çarptıktan sonra geriye dönmektedir. Bu ışınlarla çekilen fotoğraflardan yararlanılarak, deniz dibinin yatay eğrili haritası yapılabilmektedir. Değişik tonlarda çekilen fotoğraflardan yararlanılarak yapılan, aynı yere ait su altı haritaları arasındaki fark, su altındaki değişimleri ortaya çıkarmaktadır.

İstanbul Teknik Üniversitesinde, araştırma gayesiyle, bu şekil çalışmalar yapılmaktadır. İzmir körfezinin denizaltıharitası yapılmış ayrıca Karadeniz'e dökülen Sakarya nehri ile Kızılırmak ve Yeşilırmağın getirerek deniz dibine biriktirdikleri materyalin yeri ve miktarı meydana çıkarılmıştır.

Tuzgölündeki, tuz miktarının ve Keban barajındaki su alanının mevsimlere göre değişimi de, aynı üniversite tarafından saptanmıştır.

Geleceğe yönelik büyük umutlar taşıyan bu çalışmalara, yakın ilgi göstermemiz bu bilgilerin süratle ülkemize gelmesine ve yayılmasına katkıda bulunmamız, hepimiz için bir görevidir.

NOT : Son gelen yayınlardan aşağıdaki bilgileri elde ettik.

Landsat C uydusu 17 Şubat 1978 günü atılmış ve kararlaştırılan yörüngeye yerleştirilmiştir. Uydu silindirik şeklindedir boyu 3,04 m, çapı 1,52 m dir, ağırlığı 960 Kg. dir. Güneş enerjisini toplayan kanatların meydana getirdiği dairenin çapı 3,96 m dir. Landsat A ve B uydularında bulunan kanallardan 4 tanesi aynen bu uyduda bulunmaktadır. Bu 4 kanalın kullandığı ışınların dalga boyları 0,5 - 1,1 mikron arasındadırlar. Landsat C uydusunda, evvelki uydulardan farklı olarak, dalga boyu 10,4 - 12,6 mikron olan ışınlardan faydalanan yeni bir kanal bulunmaktadır. Bu ışınlar, ısı taşıyan enfraruj ışınlardır. Bunlar yardımcı arazideki ısı farklılıklarını ölçülebilecektir. Landsat A ve B uydularının seçebildiği en küçük boyut 80 m idi, Landsat C ninki ise 40 m dir.