

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>



UZAKTAN ALGILAMA

COĞRAFYALİSANS PROGRAMI

DOÇ. DR. HASAN ÖZDEMİR

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ AÇIK VE UZAKTAN EĞİTİM FAKÜLTESİ

COĞRAFYA LİSANS PROGRAMI



UZAKTAN ALGILAMA

Doç. Dr. Hasan ÖZDEMİR

ÖNSÖZ

Gelişen bilgisayar teknolojilerine bağlı olarak coğrafyanın da bu dijital dünyada yerini alması ve adaptasyonunun sağlanması Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) sayesinde gerçekleştirilmiştir. CBS'ye veri sağlayan önemli başlıklardan birisi de Uzaktan Algılama'dır (UZAL). UZAL ile anlık ve arşiv uydu görüntüleri ile mekânlar hakkında bilgi sahibi olunabilir, doğru bilgiye ulaşılabilir. Uyduların her geçen gün gelişmesi ile uydu görüntülerinden elde edilebilecek verilerin niteliği de o oranda artış göstermektedir. Bütün bunların yanında bir coğrafyacı olarak bu uydu görüntülerinden nerede ve nasıl yararlanabileceğimizi bilmemizde fayda vardır.

14 bölümden oluşan ders notları UZAL ile ilgili temel düzeydeki konularının anlaşılması açısından önem arz etmektedir. Bu ders notlarında UZAL'ın ne olduğu, temel bileşenleri ve bunların çalışma şekli, uydu görüntüleri ve özellikleri ile analiz konuları ve son olarak da bazı uygulama alanlarına yer verilmiştir. Dersi alan bütün öğrenci arkadaşlara faydası olacağı kanaatindeyim

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
İÇİNDEKİLER.....	2
KISALTMALAR	6
YAZAR NOTU	8
1. UZAKTAN ALGILAMA'YA GİRİŞ.....	9
1.1. Mekânsal Veri ve Önemi.....	15
1.2. Mekânsal Verinin Üretilmesi	16
1.3. Uzaktan Algılamanın Tanımı	17
1.4. Uzaktan Algılamanın Tarihi.....	18
1.5. Uzaktan Algılamanın Bileşenleri	19
1.6. Uzaktan Algılamanın Avantajları.....	20
2. ELEKTROMANYETİK ENERJİ ve UZAL I	27
2.1. Dalga ve Özellikleri	33
2.2. Elektromanyetik Enerjinin Kaynağı	34
2.3. Elektromanyetik (EM) Spektrum (Tayf).....	35
3. ELEKTROMANYETİK ENERJİ ve UZAL II.....	45
3.1. Atmosferle Etkileşim.....	50
3.2. Yüzeyle Etkileşim	54
4. ALGILAYICILAR (PASİF)	64
4.1. Pasif Algılayıcılar.....	70
4.1.1. Gama Işını Spektrometre	70
4.1.2. Hava Kameraları	71
4.1.3. Video Kamera	72
4.1.4. Çok Bantlı Tarayıcılar (MSS)	73
4.1.5. Hiperspektral Görüntüleyici (Görüntü spektrometre)	73
4.1.6. Termal Tarayıcılar.....	74
4.1.7. Mikrodalga Radyometre.....	75
5. ALGILAYICILAR (AKTİF)	81
5.1. Aktif Algılayıcılar	86
5.1.1. Lazer Tarayıcılar	87

5.1.2. Radar (Radio Detection and Ranging)	88
5.1.3. Radar Altimetre	90
5.1.5. Sonar (Sound Navigation Ranging)	91
6. PLATFORMLAR I	98
6.1. Platform ve Özellikleri	104
6.2. Yörünge ve Özellikleri	105
6.3. Yeryüzü Görüntüleme Sistemleri	106
6.3.1. Düşük Çözünürlüklü Sistemler	107
6.3.2. Orta Çözünürlüklü Sistemler	109
7. PLATFORMLAR II	117
7.1. Yeryüzü Görüntüleme Sistemleri	122
7.1.1. Yüksek Çözünürlüklü Sistemler	123
8. PLATFORMLAR III	134
8.1. Yeryüzü Görüntüleme Sistemleri	139
8.1.1. Hiperspektrometre Sistemler	140
8.1.2. Radar Sistemler	143
9. GÖRÜNTÜ ve ÖZELLİKLERİ	151
9.1. Çözünürlük	158
9.1.1. Spektral Çözünürlük	158
9.1.2. Radyometrik Çözünürlük	159
9.1.3. Mekânsal Çözünürlük	160
9.1.4. Zamansal Çözünürlük	161
9.2. Görüntü Türleri ve Özellikleri	162
10. GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ I	171
10.1. Görüntü Düzeltme	177
10.1.1. Radyometrik Düzeltme	177
10.1.2. Geometrik Düzeltme	181
11. GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ II	191
11.1. Görüntü İyileştirme	196
11.1.1. Kontrast Arttırımı	197
11.1.2. Fitreleme	198
11.1.3. Bant Oranlama	200

11.2. Görsel Yorumlama	202
11.2.1. Yorumlama Elemanları	203
12. GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ III.....	212
12.1. Görüntü Sınıflama	218
12.1.1. Sınıflama Algoritmaları	220
12.1.2. Kontrollü Sınıflama	224
13. GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ IV	233
13.1. Görüntü Sınıflama	238
13.1.1. Kontrolsüz Sınıflama	239
13.1.2. Doğruluk Belirleme	240
14. UZAKTAN ALGILAMA UYGULAMALARI.....	249
14.1. Kara Uygulamaları	255
14.2. Atmosfer ve Hava Uygulamaları.....	258
14.3. Su Uygulamaları.....	259

KISALTMALAR

- UZAL: Uzaktan Algılama
- CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri
- EM: Elektromanyetik
- μm : Mikrometre
- RADAR: Radio Detection and Ranging
- LIDAR: Light Detection and Ranging
- SONAR: Sound Navigation Ranging
- SAM: Sayısal Arazi Modeli
- RAR: Real Aperture Radar
- SAR: Synthetic Aperture Radar
- INSAR: Interferometrik SAR
- PAN: Pankromatik
- NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration
- MSS: Multi Spektral Scanner
- TM: Thematic Mapper
- ETM: Enhanced Thematic Mapper
- EOS: Earth Observation System
- MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectrometer
- ASTER: Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflectance Radiometer
- SRTM: Shuttle Radar Topography Mission
- DN: Digital Number
- GCP: Ground Control Points

- RMSE: Root Mean Square Error
- NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

YAZAR NOTU

Uzaktan Algılama dersinde bir dönem boyunca incelenecek olan konular genel olarak şunlardır: Uzaktan Algılama'ya giriş (mekânsal veri, uzaktan algılamanın tanımı, tarihi, bileşenleri, avantajları), elektromanyetik enerji ve uzaktan algılama, algılayıcılar (aktif ve pasif), platformlar, görüntü ve özellikleri, görüntü analizleri (görüntü düzeltme, görüntü iyileştirme, görüntü yorumlama, görüntü sınıflama, doğruluk belirleme) ve bazı uzaktan algılama uygulamaları.

Bu ders içerisinde uzaktan algılama ilgili yukarıdaki kavramlara ait konular 14 haftalık 14 bölüm içerisinde sunulmuştur. Her bir bölümün öncesinde bölüm içerisindeki konulara ait ilgi uyandıran sorular, bu bölümden elde edilecek kazanımlar ve konulara ait anahtar kavramlar verilmiştir. Bölüm sonlarında da yine konuyla ilgili yapılabilecek uygulamalar ve bu uygulamalara ait sorularla birlikte, bölümün kısa özeti ve örnek sorular verilmiştir. Bölüm sonundaki çoktan seçmeli ve boşluk doldurma soruları, bölümdeki konuların anlaşılıp anlaşılmadığını kavramanız için hazırlanmış olup, sınavlara da hazırlık olması bakımından çözmeniz tavsiye edilmektedir.

1. UZAKTAN ALGILAMA'YA GİRİŞ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

- 1.1.** Mekânsal Veri ve Önemi
- 1.2.** Mekânsal Verinin Üretilmesi
- 1.3.** Uzaktan Algılamanın Tanımı
- 1.4.** Uzaktan Algılamanın Tarihi
- 1.5.** Uzaktan Algılamanın Bileşenleri
- 1.6.** Uzaktan Algılamanın Avantajları

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Mekânsal veri ile UZAL arasındaki nasıl bir ilişki söz konusudur?
- 2- Uzaktan Algılama nedir ve temel bileşenleri nelerdir?
- 3- Uzaktan Algılama'nın nasıl bir tarihi gelişim vardır?
4. Uzaktan Algılama'yı kullanmanın avantajları nelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Uzaktan algılamanın tanımı Uzaktan algılamanın tarihi	UZAL'ın ortaya çıkışı, tarihsel gelişimi ve günümüzdeki tanımını kavrayabilmek.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Mekânsal veri ve önemi	Mekânsal veri ve UZAL arasındaki ilişkiyi anlamak.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Uzaktan algılamanın bileşenleri	UZAL'ı oluşturan bileşenleri ve arasındaki ilişkiyi anlamak.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Uzaktan algılamanın avantajları	UZAL'ın kullanılmasının avantajlarının neler olabileceği hakkında bilgi sahibi olmak	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Uzaktan algılama
- Mekânsal veri
- UZAL bileşenleri
- UZAL avantajları

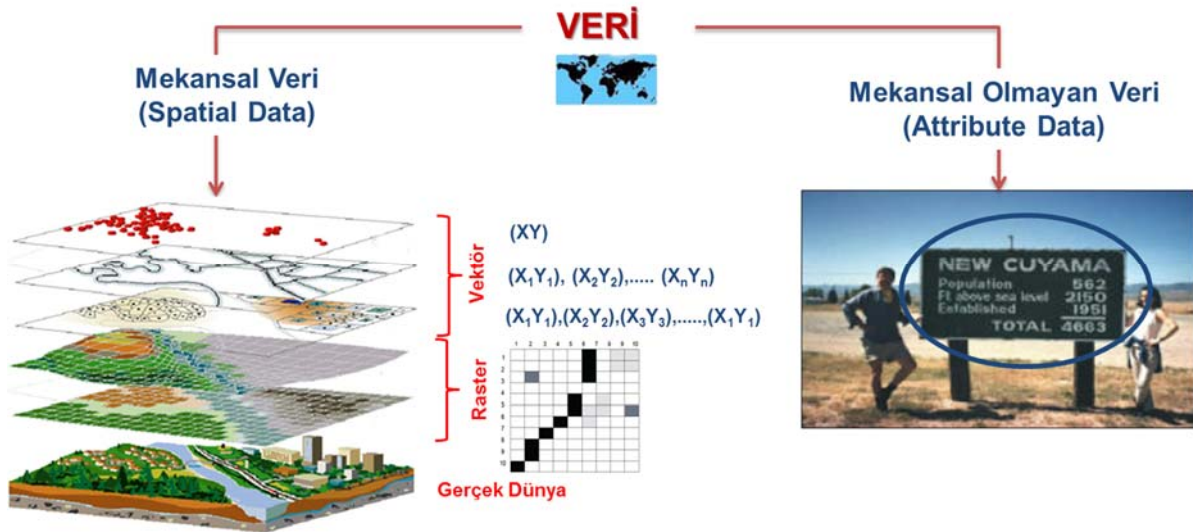
Giriş

Gelişen uzay ve bilgisayar teknolojilerine bağlı olarak uydu görüntülerinden özellikle veri elde etme açısından önem arz eden UZAL öncelikle ne olduğu, çalışma mantığı ve avantajları gibi konularda birtakım bilgilere sahip olmak gerekmektedir. Bundan dolayı bu bölümdeki uzaktan algılamaya giriş dersinde uzaktan algılamanın gerekliliği, mekânsal veri üretmedeki önemi, uzaktan algılamanın tanımı, kısa tarihçesi, uzaktan algılamanın temel bileşenleri ve kullanılmasının avantajları üzerinde durulacaktır.

1.1. Mekânsal Veri ve Önemi

Coğrafi bilgi ile çalışan bütün disiplinler jeoreferanslanmış (koordinatlanmış) veriye ihtiyaç duyarlar. Bu disiplinler verinin toplanmasında, işlenmesinde, analizinde veya genel olarak veriyi kullanarak karar verme mekanizmasında görev alıyor olabilir. Sonuç olarak, verinin yönetim amaçlı olarak bilgi haline dönüştürülmesi söz konusudur. Bu derste, jeoreferanslanmış veya mekânsal verinin elde edilmesindeki uzaktan algılama metodu üzerinde durulacaktır. Dolayısıyla uzaktan algılama, daha çok referanslandırılmış mekânsal verinin elde edilme yöntemi olarak karşımıza çıkar.

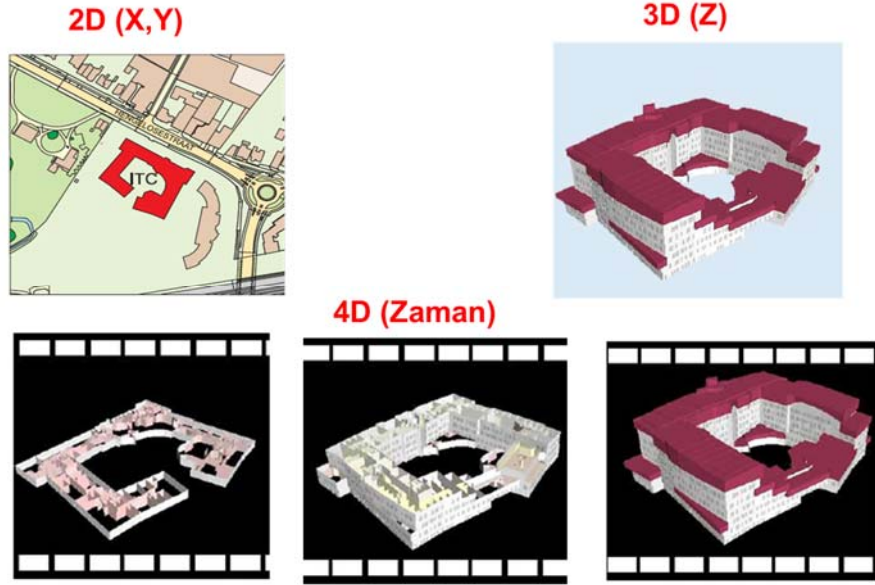
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) dersinden hatırlanacağı üzere, CBS'nin altı önemli bileşeni bulunmaktadır. Bunlar; yazılım, donanım, insan, veri, metot ve ağ (network) dır. Bu bileşenlerden veri bileşeni CBS'nin en önemli bileşenidir. CBS'de veri, gerçek dünyadaki coğrafi olayların raster ve/ya vektör formatta depolanması olarak tanımlanabilir. Raster veriler hücrelerden oluşurken, vektör veriler x,y koordinat çiftlerinin bir araya gelmesiyle oluşur ve nokta, çizgi ve alan olarak temsil edilirler (Şekil 1.1). Aynı zamanda veriler, mekânsal olmayan sözel nitelikte de CBS de depolanabilirler. CBS'deki mekânsal veriler, verinin temsil ettiği coğrafi olayın doğası gereği 2 boyutlu (x,y) ve 3 boyutlu (z) olabildikleri gibi 4 boyutlu da olabilmektedir. Burada 4. boyut özelliği, verinin zaman içindeki değişimidir. Dolayısıyla 4. boyut zamandır (Şekil 1.2).



Şekil 1.1. CBS’de veri ve türleri

Yukarıda bahsi geçen CBS’deki mekânsal verilerle ilgili bütün özellikleri, uzaktan algılama metodlarıyla elde edebilir ve kolaylıkla CBS’ye veri aktarımını gerçekleştirebiliriz. Uzaktan algılama metoduyla 2 boyutlu, 3 boyutlu ve hatta 4 boyutlu verileri üretmek mümkündür. Uzaktan algılamanın bu özelliklerini ilerleyen derslerimizde ayrıntılı bir şekilde işleyeceğiz.

Dünya üzerindeki coğrafi olaylarla çalışan bütün disiplinler gibi, coğrafyacılar da bir şekilde gerek fiziki gerekse beşeri coğrafya konularında referanslandırılmış mekânsal veriye ihtiyaç duyar. Bu verileri elde etmek için de kullandıkları metotlardan birisi de uzaktan algılamadır. Bu nedenle, uzaktan algılamanın ne olduğu ve nasıl işlediğinin anlaşılması coğrafyacılar için önem arz eder.

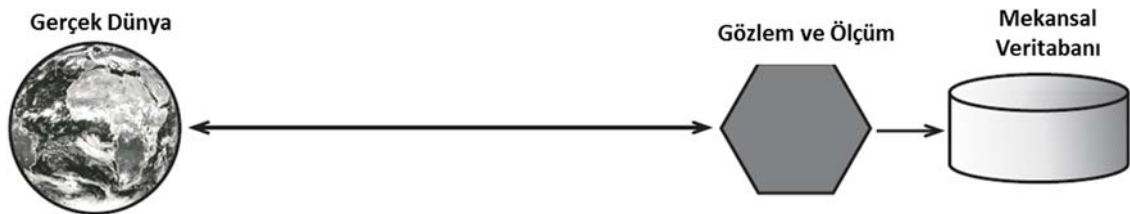


Şekil 1.2. Mekânsal verinin boyutları.

1.2. Mekânsal Verinin Üretilmesi

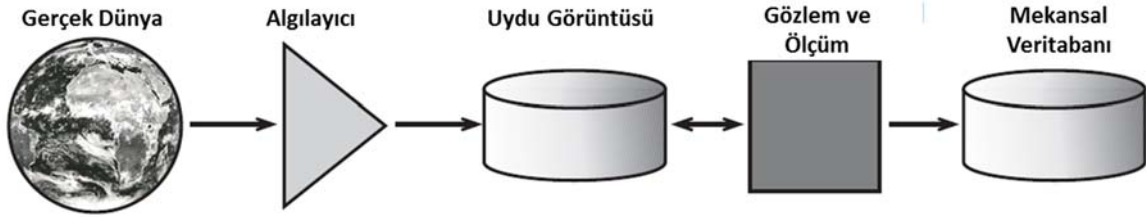
Temelde mekânsal verinin üretilmesinde iki önemli yöntem vardır. Bunlar; Yer/arazi temelli metot ve uzaktan algılama metodudur.

Arazi temelli metotta; arazi gözlemleri, arazi çalışmaları yaparak yerinde ölçümle gerçekleştirilir. Dolayısıyla gerçek dünyada ilgili lokaliteye gidilip bizzat ölçüm ve gözlem yapmak bu metodun temelini oluşturur (Şekil 1.3). Arazide yapılacak gözlem ve ölçümler kullanılarak mekânsal veritabanı oluşturulur.



Şekil 1.3. Arazi temelli yaklaşım.

Uzaktan algılama metodunda; hava kameraları, tarayıcılar veya radarlar gibi algılayıcılar tarafından elde edilen görüntülerin kullanımıyla mekânsal veri tabanının oluşturulması gerçekleşir (Şekil 1.4). Uzaktan algılama metodunun kullanılmasının anlamı, dünyanın belirli bir alanını içeren görüntülerden bilgiyi üretmek demektir. Bunun arazi temelli yaklaşımdan farkını ise sadece uydu görüntülerinden elde edilen bilgilerin kontrolü için araziye gidilmesi şeklinde özetleyebiliriz. Arazi temelli metotta her bir lokasyon için araziye gidilip ölçüm veya gözlem yapmak gerekirken, uzaktan algılama metodunda buna gerek olmayıp, sadece uydu görüntülerinin işlenmesi neticesinde sonuçların kontrolü ve doğrulanması amaçlı olarak belirli lokalitelere gidilir. Böylelikle arazi temelli yaklaşımın iş ve maliyet yükünü azaltmış olur.



Şekil 1.4. Uzaktan Algılama metodu.

1.3. Uzaktan Algılamanın Tanımı

Uzaktan algılama ile değişik birbirine yakın tanımlamalar mevcuttur. Bunlardan bazıları şu şekildedir;

- Herhangi bir temas olmadan bir obje hakkında bir şeyler söyleme sanatı veya bilimidir (Fischer vd. 1976).
- Dünya üzerindeki belirli objelerden anlamlı bilgiler üretmek üzere elde edilmiş görüntüleri yorumlayabilmek ve dünyayı belirli bir uzaklıktan izlemeyi sağlayan araç, teknik ve metotlardır (Buiten ve Clevers, 1993).
- Elektromanyetik enerji ve cisimler arasındaki etkileşimi kaydeden görüntülerin elde edilmesi, işlenmesi ve yorumlanması bilimidir (Sabins, 1996).

Bu tanımlamalar yanında bizim dersimizde kullanacağımız tanımlama Lillesand vd. (2004) tarafından verilen tanımlamadır. Buna göre uzaktan algılama; “yeryüzündeki coğrafi varlıklarla herhangi bir fiziksel temasa geçmeksizin, algılayıcılar ile elde edilen görüntülerin analiziyle coğrafi varlıklar hakkında bilgi sahibi olma bilimi, tekniği ve sanatıdır”.

Bütün bu tanımlamaların ortak yanı, dünya üzerindeki verinin sağlanabileceği herhangi bir objeyle fiziksel bir temasa geçmeksizin, uydular tarafından elde edilen görüntüler üzerinde birtakım analizler yaparak o obje hakkında bilgi sahibi olma özelliklerini barındırmasıdır. Buna en basit örnek olarak, yaz tatilini geçirmek için gittiğiniz çok güzel bir

lokasyondan çekmiş olduğunuz fotoğrafları arkadaşlarınızla paylaşarak, o lokasyon hakkında arkadaşlarınızda bir fikir oluşmasını sağlamanız verilebilir. Burada sizin tatil için gittiğiniz lokasyonda hiç bulunmamış (fiziksel temasa geçmemiş) kişiler, fotoğraflara bakarak tatil yeri hakkında bilgi sahibi olabilir. Uzaktan algılama biliminin tam olarak vermek istediği de budur. Güneşten gelen elektromanyetik spektrumların yeryüzü ve nesnelerle etkileşimi sonucu ortaya çıkan yansımaların algılayıcı aletler tarafından kaydedilmesi ile ortaya çıkan uydu görüntülerinin, o yüzey ve nesnelere temas etmeden bazı bilgilerin üretilmek istenmesidir.

Uzaktan algılama ile gerçek dünyadan mekânsal verilerin üretilmesine kadarki süreçte, bilinmesi gereken bazı başlıklar; Elektromanyetik (EM) enerji, algılayıcılar ve özellikleri, platformlar ve özellikleri, uydu görüntüleri, uydu görüntülerinin radyometrik ve geometrik düzeltmeleri, görüntü zenginleştirme, yorumlama ve sınıflamadır. Dolayısıyla temelde, görüntünün temeli enerji, görüntüyü kaydediciler ve görüntü üzerindeki işlemler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu dersin temel içeriği de bu başlıklar üzerinden oluşturulmuştur.

1.4. Uzaktan Algılamanın Tarihi

Uzaktan algılama her ne kadar insanın var oluşundan buyana var ola gelmişse de, literatürdeki ilk başlangıcı fotoğrafların ortaya çıktığı 1800'lü yıllara dayandırılır (Tablo 1.1). 1800'lü yılların ikinci yarısında ve 1900'lü yılların başlarında fotoğraf makineleri balon, güvercin ve uçaklara monte edilerek birtakım veriler elde edilmeye çalışılmıştır. Özellikle 1. Dünya savaşında uçaklarla çekilen fotoğraflar askeri amaçlı olarak kullanılmıştır. I. ve II. Dünya savaşları arasında hava fotolarının ve renkli fotoğrafların ortaya çıkması uzaktan algılama tarihinde yeni bir dönemi başlatır. Özellikle de II. Dünya savaşında hava fotolarının yoğun kullanımını görmek mümkündür. Görünür dalga boylarının ötesinde insan gözünün göremediği spektrumlarda birtakım çalışmaların yapılmış ve tecrübelerin kazanılmış olması, savaş sonrasında askeri amaçlarla yapılan bu çalışmaların sivil çalışmalarda kullanılması için yoğun bir bilgi transferi gerçekleştirilir. Dolayısıyla 1950- 1970'li yıllar arasında uzaktan algılamanın temelleri atılmış ve uzaktan algılama kavramı ilk defa kullanılmaya başlanmıştır. Amerikalı bilimci Evelyn Pruitt, hava fotosu teriminin görünür dalga boylarının ötesindeki spektrumları kaydeden görüntüleri tanımlamada yetersiz kaldığını görünce uzaktan algılama tanımlamasının temelinin atmıştır (Campbell ve Wynne, 2011).

1970 ve 80'li yıllarda uzaktan algılama ile ilgili olarak ilk defa Amerika Birleşik Devletleri Landsat uydusunu fırlatmış ve uzaktan algılamada yeni bir dönem başlamıştır. Hava araçlarından uzay araçlarına doğru olan bu sıçrayış daha sonra birçok devlet tarafından takip edilmiştir. 1990'lı yıllarda RADAR görüntüleri ve hiperspektral görüntülerin de elde edilmeye başlanmasıyla uzaktan algılama kapsamı genişlemiştir. Günümüzde birçok devletin farklı çözünürlükte, farklı spektral aralıkta ve farklı zamansal çözünürlükte uydulara sahip olduğu bir konuma gelinmiştir.

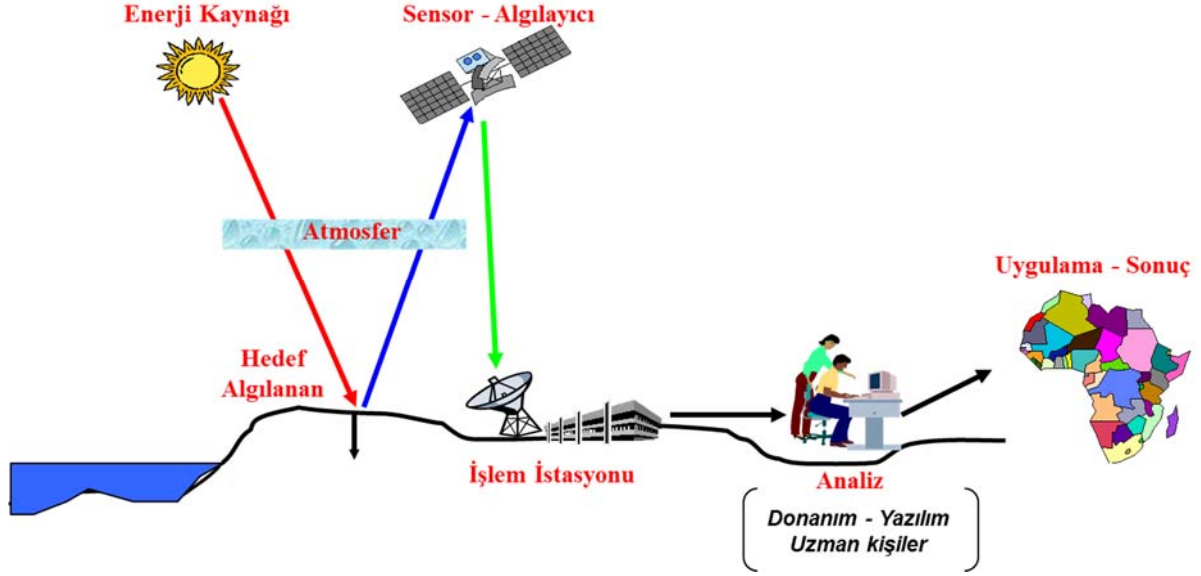
1.5. Uzaktan Algılamanın Bileşenleri

Uzaktan algılamayı, görüntünün üretilmesinden uygulamaya kadarki aşamaları ayırdığımızda temel bileşenlerine ulaşmış oluruz. Bunlar; enerji, atmosfer, algılanan, algılayıcı ve analiz-uygulama şeklindedir (Şekil 1.5).

Uzaktan algılamada enerjinin kaynağı güneştir. Güneşten gelen elektromanyetik (EM) spektrumların dünya ile etkileşime girmesi ile canlı yaşamı başladığı gibi uzaktan algılamanın da başlamasına neden olur. Kendi enerjisini üreten sistemler bunun dışındadır. Dolayısıyla güneşin ürettiği EM spektrumlar uzaktan algılamanın başlangıç bileşenidir.

Tabo 1.1. Uzaktan algılama ile ilgili tarihi gelişmeler.

1839	Fotoğrafların ortaya çıkması
1909	Uçaklar fotoğraf çekmek için kullanılmıştır.
1910-20	I. Dünya savaşı sırasında fotoğraflardan faydalanılmıştır.
1920	Hava fotoları ortaya çıkmıştır.
1940	Renkli fotoğrafçılık
1950-70	Uydu algılaması kavramı bu tarihler arasında ortaya çıkmıştır. VHRR (Very High Resolution Radiometer) meteorolojik amaçlı uydular kullanılmıştır.
1962	Uzaktan Algılama kavramı ortaya çıkmıştır.
1972	Kara parçasını araştırmak amaçlı LANDSAT 1 uydusu kullanılmıştır. 30×30 m çözünürlüğünde.
1982	LANDSAT 1 içine Thematic Mapper lar yerleştirildi.
1986	SPOT uydusunun (Fransız) kullanımı. Çözünürlük 10 × 10 m. Tarım, orman, sulak alanlar, madencilikte o tarihlerde kullanılmıştır.
1980-1990	Hindistan, Rusya ve Japonya uydu sahibi oldu.
1990	Radar görüntülerinin kullanılmaya başlanması
Günümüz	Farklı spektral, mekânsal ve zamansal çözünürlükte birçok uydu mevcuttur.



Şekil 1.5. Uzaktan algılamanın temel bileşenleri.

EM spektrumlar yeryüzü ile etkileşime girmeden önce atmosferden geçerler. Güneş ile yüzey arasındaki bu geçiş esnasında, atmosferin sahip olduğu özelliklerden dolayı EM spektrumlarda birtakım değişiklik ortaya çıkar. Bu değişim, ayrıca hedef-algılanan yüzeylerden sonra yansıyan spektrumların algılayıcılara ulaşmaya kadar tekrar atmosferi geçmelerinden dolayı devam eder. Bundan dolayı atmosfer hem gelen enerjide hem de yüzeyden yansıyan enerjide birtakım değişiklikler yaptığı için uzaktan algılamanın bileşenlerinden birisidir.

Uzaktan algılamanın diğer bir bileşeni algılanandır. Yeryüzündeki bütün nesneler ve olaylar bu gruba girerler. Yeryüzü üzerindeki bütün nesneler, kimyasal bileşikler, fiziksel özellikleri ve şekilsel büyüklükleri itibarıyla birbirinden farklılık gösterdiği için, yüzeylerine ulaşan EM spektrumlarına karşı farklı tepkime verirler. Dolayısıyla algılayıcılar tarafından bu farklı tepkimeler farklı kaydedilir. Sonuç ürünleri değiştirmesi bakımından algılanan-hedef uzaktan algılamanın temel bileşenlerindendir.

Yeryüzündeki bütün yukarıda bahsi geçen olayların kaydedildiği aletlere algılayıcı (sensör) denir. Algılayıcılar ve bunların içinde taşındığı platformlar (araçlar) uzaktan algılamanın diğer önemli bileşenidir ve olmazsa olmazdır. Çünkü uzaktan algılamada gerekli olan uydu görüntülerini üreten araçlar bunlardır. Üretilen veriler yer istasyonları sayesinde analizciye ulaştırılır. Bu araçlar, sahip oldukları teknik özelliklere bağlı olarak değişik çözünürlükte, değişik spektral aralıkta verileri kaydedebilirler.

1.6. Uzaktan Algılamanın Avantajları

Coğrafi verinin elde edilmesinde önemli yöntemlerden birisi olan uzaktan algılama sahip olduğu avantajlar neticesinde diğer yöntem ve tekniklerin üstüne çıkmıştır. Bu

avantajları sayısallık, hızlılık, ucuzluğu, küreselliği, güncellenebilirliği, ayrıntılı olma, güvenilirliği ve esnekliği olarak sıralayabiliriz.

- **Sayısaldır:** Uydu görüntüleri dijital verilerdir. Sahip olduğu bu sayısallık neticesinde birçok uzaktan algılama yazılımında işlenebilir ve diğer CBS'deki altlık sayısal verilerle değerlendirilebilir.
- **Hızlıdır:** Uzaktan algılama ile dünyanın birçok yerindeki lokasyonlar için uydu görüntüsü siparişi verilebilir ve çalışmalar yapılabilir. Bu lokasyonlara gidilerek harcanacak zaman ile uydu görüntüsünün siparişi ile temini arasındaki geçen zaman kıyaslandığında sürenin ne kadar kısaldığı görülecektir. Aynı zamanda dünyanın belirli bir yerinde meydana gelen bir olay için uydular o alanlara yönlendirilebilir ve anlık görüntüler temin edilebilir.
- **Ucuzdur:** Arazi temelli veri üretme metotlarında arazide yapılacak çalışmalara bağlı olarak taşınan ekip ve ekipmanın maliyetleri ile uydu görüntülerinin temininde harcanan maliyet karşılaştırıldığında uydu görüntülerinin temini daha avantajlı bir konumdadır. Ayrıca uydu görüntülerinin temininde güncel görüntüler yanında arşiv görüntüler de seçenek olarak sunulmaktadır.
- **Globaldir:** Uydularla çok küçük alanların çekimleri yapılabildiği gibi bütün dünyayı kapsayan çekimler de yapılabilir. Dolayısıyla uzaktan algılamada çalışılacak alanın sınırına bağlı olarak her büyüklükte görüntü temin etmek mümkündür.
- **Güncellenebilir:** Mekâna ait görüntüler uyduların zamansal çözünürlüklerine bağlı olarak (kaç günde aynı lokasyona geldikleri) güncellenebilir. Böylece mekânlara ait değişimler (orman örtüsü, yerleşme, kıyı, tarım vb.) değişik zamanlarda elde edilen görüntülerle izlenebilir ve geleceğe yönelik senaryolar üretilebilir.
- **Ayrıntılıdır:** Yapılan çalışmaların içeriğine bağlı olarak çok küçük alanların yüksek çözünürlüklü görüntüleri temin edilebilir. Piksel boyutları 0.50 m ye kadar inen uydular mevcuttur. Bu uydularda, caddeler, sokaklar, binalar, araçlar, insan vb. unsurlar kolay bir şekilde ayırt edilebilir.
- **Güvenilir:** Uydu görüntüleri yerden yansıyan ışınların kaydedilmesi olduğu için yeryüzündeki mevcut durumu olduğu gibi objektif olarak yansıtırlar. Bundan dolayı görüntüler üzerinde herhangi bir hile söz konusu olmaz.
- **Esnektir:** Elde edilen uydu görüntüleri belirli bir amaç için kullanıldıktan sonra kullanımı sona ermez. Başka bir zaman başka bir amaç için de kullanılabilir veya aynı amaç için farklı zamanlardaki değişimi ortaya koymak için kullanıma sahiptir.

Uygulamalar

- 1- Coğrafya ile UZAL arasında nasıl bir ilişki söz konusudur, araştırınız?
- 2- UZAL'ın CBS'de nasıl kullanıldığı hakkında araştırma yapınız?
3. Ülkemizdeki UZAL ile ilgili çalışma yapan kamu kurumları hangileridir?

Uygulama Soruları

1. Arazi temelli ve uzaktan algılama temelli veri üretme yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları nelerdir?
2. Yerleşim alanı ile kaplı bir alanın uydu görüntüsü, esneklik avantajını kullanarak nasıl değerlendirilir?
3. Yeryüzündeki temel unsurlar olan su, toprak ve bitkinin EM spektruma karşı tepkileri nasıl olurdu?
4. Uzaktan Algılama ile CBS arasındaki nasıl bir ilişki vardır?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde özellikle 2, 3 ve 4 boyutlu mekânsal verinin uzaktan algılama ile elde edilmesindeki önemi, uzaktan algılamanın tanımını, uzaktan algılamanın temel bileşenleri ve bunlara göre çalışma prensipleri, kısa tarihçesi ve uzaktan algılamanın kullanılmasıyla yapılacak çalışmalara sağladığı avantajlar üzerinde durulmuştur.

Uzaktan algılama CBS için önemli olan 2, 3 ve 4 boyutlu mekânsal verinin üretilmesinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca uzaktan algılamanın sunmuş olduğu olanaklar ile arazi temelli yaklaşıma göre birçok analiz ve işlemi kolaylaştırdığı ve farklı çalışmaların yapılmasına imkân sunduğu ortaya konmuştur. Uzaktan algılamanın “yeryüzündeki coğrafi varlıklarla herhangi bir fiziksel temasa geçmeksizin, algılayıcılar ile elde edilen görüntülerin analiziyle coğrafi varlıklar hakkında bilgi sahibi olma bilimi, tekniği ve sanatı” olarak tanımlaması yapılmıştır. Yine uzaktan algılamanın 1839 yılında ilk fotoğraf çekimi ile başlayan tarihsel geçmişi günümüze gelinceye kadar birçok gelişme ve evreden geçmiştir. Günümüz itibariyle de farklı spektral, mekânsal, radyometrik ve zamansal çözünürlükte uyduların ve görüntülerin olduğu bir konuma sahip olmuştur. Uzaktan algılamayı oluşturan bileşenlere yine bu bölüm altında değinilmiş, buna göre enerji, atmosfer, algılanan, algılayıcı ve analiz-uygulama şeklindeki bileşenleri üzerinde durulmuştur. Son olarak da uzaktan algılamanın kullanımının avantajları değişik başlıklar altında ele alınmıştır.

Bölüm Soruları

1. Aşağıdakilerden hangisi Uzaktan Algılama'nın tanımındaki özelliklerden değildir?

- a) Yeryüzünü incelemesi
- b) Verinin kopyalanması
- c) Fiziksel temasın olmaması
- d) Görüntü analizinin yapılması
- e) Bilim, teknik ve sanatsal özelliğinin olması

2. Aşağıdakilerden hangisi sadece uzaktan algılamanın bileşenlerinden birisidir?

- a) Veri
- b) İnsan
- c) Donanım
- d) Yazılım
- e) Algılayıcı

3. “Uzaktan algılama verileri sahip oldukları bu özelliğe bağlı olarak birçok uzaktan algılama yazılımında işlenebilir ve CBS'deki diğer verilerle değerlendirilebilir.”

Yukarıda bahsi geçen özellik uzaktan algılamanın aşağıdaki hangi avantajı ile ilgilidir?

- a) Hızlı olması
- b) Global olması
- c) Sayısal olması
- d) Güncellenebilir olması
- e) Ucuz olması

4. Aşağıdakilerden hangisi mekânsal veri üretiminde uzaktan algılama metodunun aşamalarından değildir?

- a) Gerçek dünya
- b) Mekânsal veritabanı

c) Gözlem ve ölçüm

d) Uydu görüntüsü

e) Donanım

5. Aşağıda verilen uydu görüntülerinin avantajlarına ait açıklamalardan hangisi yanlıştır?

a) Ucuzdur: Arazide yapılacak çalışmalara bağlı olarak taşınan ekip ve ekipmanın maliyetleri ile uydu görüntülerinin temininde harcanan maliyete göre.

b) Güncellenebilir: Uyduların zamansal çözünürlükleri bağlı olarak güncellenmesi.

c) Güvenilir: Yeryüzündeki mevcut durumu vermesinden dolayı.

d) Hızlıdır: Kullanılan uydu başka çalışmada da kullanılabilir.

e) Globaldir: Çok küçük alanların ve bütün dünyanın çekimi yapılabilir.

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. Temelde mekânsal verinin üretilmesinde iki önemli yöntem vardır. Bunlar; ve metodudur.

7. 1970 ve 80 li yıllarda uzaktan algılama ile ilgili olarak ilk defa Amerika Birleşik Devletleri uydusunu fırlatmış ve uzaktan algılamada yeni bir dönem başlamıştır.

8. Uydu görüntüleri sahip oldukları..... neticesinde birçok uzaktan algılama yazılımında işlenebilir ve diğer CBS'deki altlık sayısal verilerle değerlendirilebilir.

9. CBS'de....., gerçek dünyadaki coğrafi olayların raster ve/ya vektör formatta depolanması olarak tanımlanabilir.

10. Burada 4. boyut özelliği, verinin içindeki değişimidir

Cevaplar

1)b, 2)e, 3)c, 4)e, 5)d, 6) Yer/arazi temelli metot- uzaktan algılama, 7) Landsat, 8) sayısallık, 9) veri, 10) zaman.

2. ELEKTROMANYETİK ENERJİ ve UZAL I

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

- 2.1.** Dalga ve Özellikleri
- 2.2.** Elektromanyetik Enerjinin Kaynağı
- 2.3.** Elektromanyetik (EM) Spektrum (Tayf)

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- UZAL'ın çalışmasında Güneş'ten gelen EM dalgalarının önemi nedir?
- 2- EM enerjinin kaç tür kaynağı vardır?
- 3- EM spektrumun özellikleri nelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Dalga ve özellikleri Elektromanyetik enerjinin kaynağı	EM dalga boyları hakkında bilgi sahibi olur	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Elektromanyetik spektrum	UZAL'ın çalıştığı EM spektrum ve özelliklerinin kavrar.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Elektromanyetik spektrum	Görünür ve kızıl ötesi dalga boyları hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

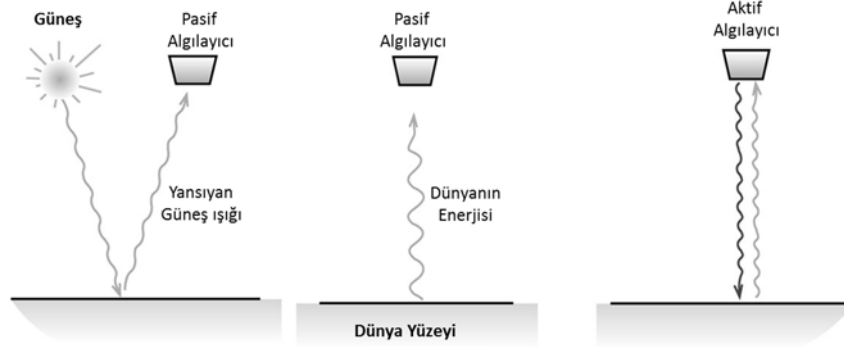
- Elektromanyetik spektrum
- EM enerjinin kaynağı
- Optik bölge
- Görünür dalga boyu
- RGB kombinasyon

Giriş

Bu bölümde uzaktan algılamada önemli olan elektromanyetik (EM) enerji, kaynakları, EM spektrumun değişik kısımları ele alınacaktır. Uzaktan algılamanın temelini oluşturan bu kısmın anlaşılması büyük önem arz etmektedir. Özellikle uydu görüntülerinin doğru bir şekilde yorumlanmasında elektromanyetik spektrum ve dalga boyları önemlidir.

Birinci haftadaki uzaktan algılama tanımının içeriğini tekrar hatırlayacak olursak, yeryüzü üzerindeki coğrafi olaylarla fiziksel bir temas olmaksızın onlar hakkında bilgi sahibi olma özelliğine sahipti. Bunun mümkün olabilmesi için coğrafi olayları olduğu şekliyle algılayan bir nesnenin ve bu nesnenin olayları algılayabilmesi için de olayların görülebilir olması gerekmektedir. İşte bu görülebilirliği sağlayan en büyük enerji kaynağı güneştir. Güneşten gelen elektromanyetik (EM) enerji ile algılayıcılar yeryüzünde meydana gelen coğrafi olayları kolay bir şekilde algılar ve kaydederler. Tıpkı insan olarak bizlerin gündüzleri çevremizi kolay algılamamız ve geceleri algılayamamamız gibi. Uzaktan algılama işte bu EM enerjinin ölçülmesi ve analiz edilmesi üzerine çalışır.

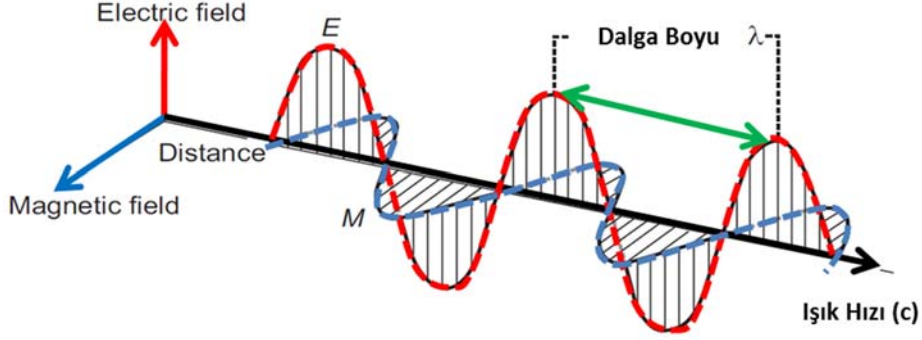
En büyük enerji kaynağı güneş, görünür ışıkları, hissedebildiğimiz ısıyı ve cildimiz için zararlı olan ultraviyole ışınları üretir. Algılayıcıların birçoğu (pasif algılayıcılar) güneşten gelen ve yüzeyden yansıyan ışınları kullanır. Bu algılayıcılardan bazıları dünyanın kendisinin dışarıya yaydığı enerjiyi algılar, bazıları da kendi enerjisini kendisi üretir (aktif algılayıcı) ve kaydeder (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Uzaktan algılamada kullanılan değişik algılayıcılar.

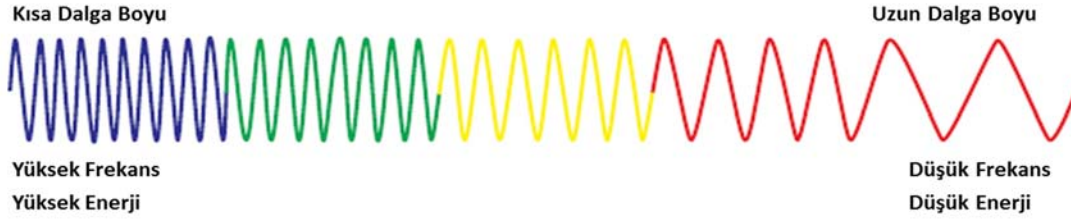
2.1. Dalga ve Özellikleri

Elektromanyetik (EM) enerji, dalga ve foton olmak üzere iki şekilde modellenebilir. Dalga modelinde ki bu derste bu model üzerinde durulacaktır, EM enerji uzayda sinüs dalgası formunu verir. Bu dalga birbirine dik olan elektrik (E) ve manyetik (M) alandan oluşur (Şekil 2.2). Bu nedenle *elektromanyetik* ismi kullanılır. İki alanın hareketi, dalganın hareket ettiği yöne diktir. İki alan uzayda yaklaşık 299.790.000 m/s ($\sim 3 \cdot 10^8$) olan ışık hızını (c) üretir.



Şekil 2.2. Bir EM dalgadaki elektrik ve manyetik vektörler.

EM dalganın bir karakteristiği olan Dalga Boyu (λ) uzaktan algılamanın anlaşılmasında büyük önem arz eder. Dalga boyu, iki dalga tepesi arasındaki mesafeyi ifade eder (Şekil 7). Dalga boyu birim olarak metre (m), mikrometre ($\mu\text{m}=10^{-6}$) veya nanometre ($\text{nm}=10^{-9}$) ile ifade edilir. Frekans (ν) ise belirli bir zaman periyodunda bir noktadan geçen dalga sayısıdır ve Hertz (Hz) ile ifade edilir. Dolayısıyla ışık hızı (c) dalga boyu (λ) ile frekansının (ν) çarpına eşittir. Burada ışık hızı yaklaşık bir değer olarak $3 \cdot 10^8$ m/s eşitken dalga boyu ile frekans arasında ters bir ilişki söz konusudur. Çünkü kısa dalga boylarının frekansları daha yüksek iken uzun dalga boylarının frekansları daha düşüktür (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Dalga boyu, frekans ve enerji arasındaki ilişki.

2.2. Elektromanyetik Enerjinin Kaynağı

Elektromanyetik enerjinin temel kaynağı güneştir. Bunun yanında bütün mutlak sıfır üstü sıcaklığa sahip (0 K veya -273 °C) maddeler içlerindeki moleküllerin hareketlerinden dolayı enerji yayarlar. Bu tür bütün dalga boylarındaki elektromanyetik enerjiyi absorbe edebilen ve yayabilen maddeler “Kara Cisim” (black body) olarak nitelendirilir. Farklı sıcaklıklarda bulunan güneş ve dünyanın yaymış olduğu enerji miktarları da farklılık göstermektedir. Güneşten gelen görünür dalga boylarındaki enerji miktarı diğer dalga boylarına göre daha fazladır. Maddelerin ne kadar enerji yaydıklarını bulmak için değişik kanunlar ortaya atılmıştır. Bunlar; Stefan-Boltzmann Kanunu, Wien Kanunu ve Planck Kanunu dur. Bu ders kapsamında bu kanunların detayına girilmeyecektir, ayrıntılı bilgilere Lillesand vd. (2004) ve Campbell ve Wynne (2011) den ulaşılabilir.

Yukarıdaki verildiği şekliyle enerjinin kaynağı güneş veya cisimlerin kendisi olduğunda algılayıcılar mevcut olan bu enerjileri kullanırlar. Bundan dolayı bu tür

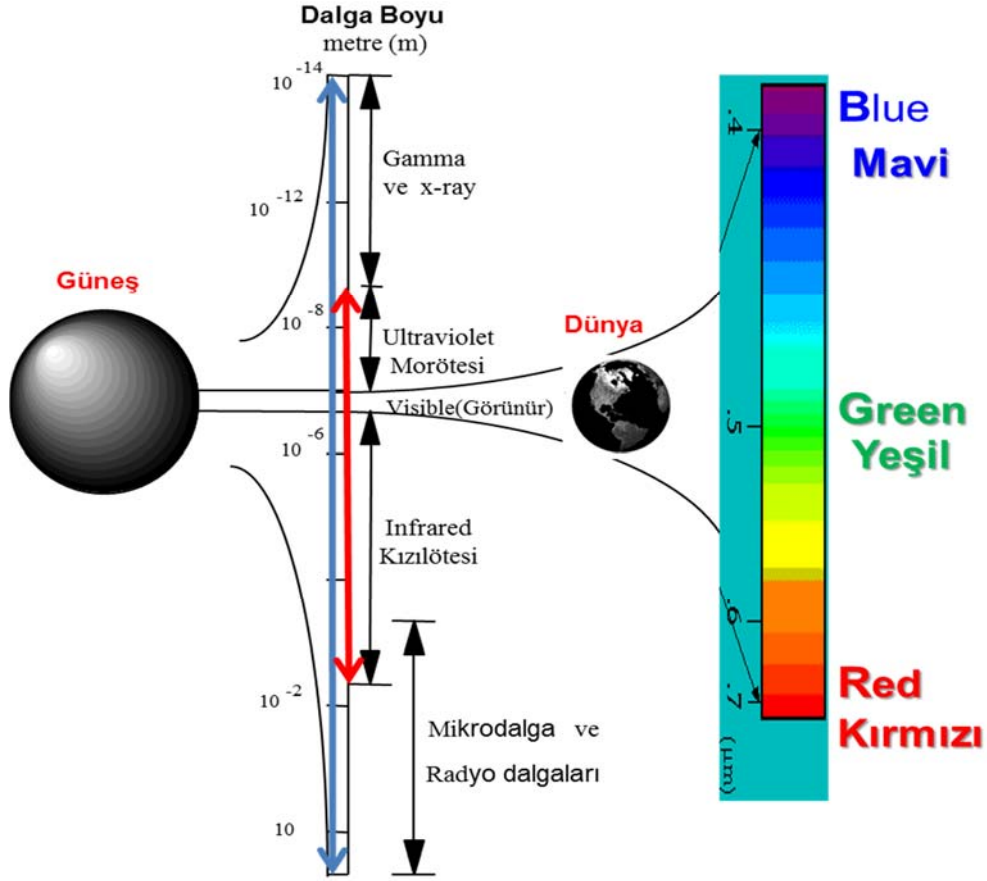
algılayıcılara pasif algılayıcılar ismi verilir. Enerji kaynağı güneş olan pasif algılayıcılar sadece gün içinde algılama yapabilirler. Enerji kaynağı daha uzun dalga boylarıyla dünyanın yaydığı ısı olan pasif algılayıcılar güneşe bağlı olmaksızın günün bütün saatinde algılama yapabilirler. Radar ve lazer gibi bazı algılayıcılar kendi enerjilerini kendileri üretirler ve aktif sistem olarak isimlendirilirler. Enerji kaynakları kendileri oldukları için gece-gündüz bütün hava koşullarında algılama yapabilirler.

2.3. Elektromanyetik (EM) Spektrum (Tayf)

Mutlak sıfırın üstünden sıcaklığa sahip olan bütün maddeler, değişik dalga boylarında elektromanyetik dalga üretirler. Bu dalga boylarının aralığı da elektromanyetik spektrum olarak tanımlanır. Bu aralığın sınırlarını gama ışınlarından radyo dalgaları oluşturur. En büyük EM spektrum kaynağı olan güneş, gama ışınlarından radyo dalgalarına kadarki aralıkta enerji spektrumları üretir.

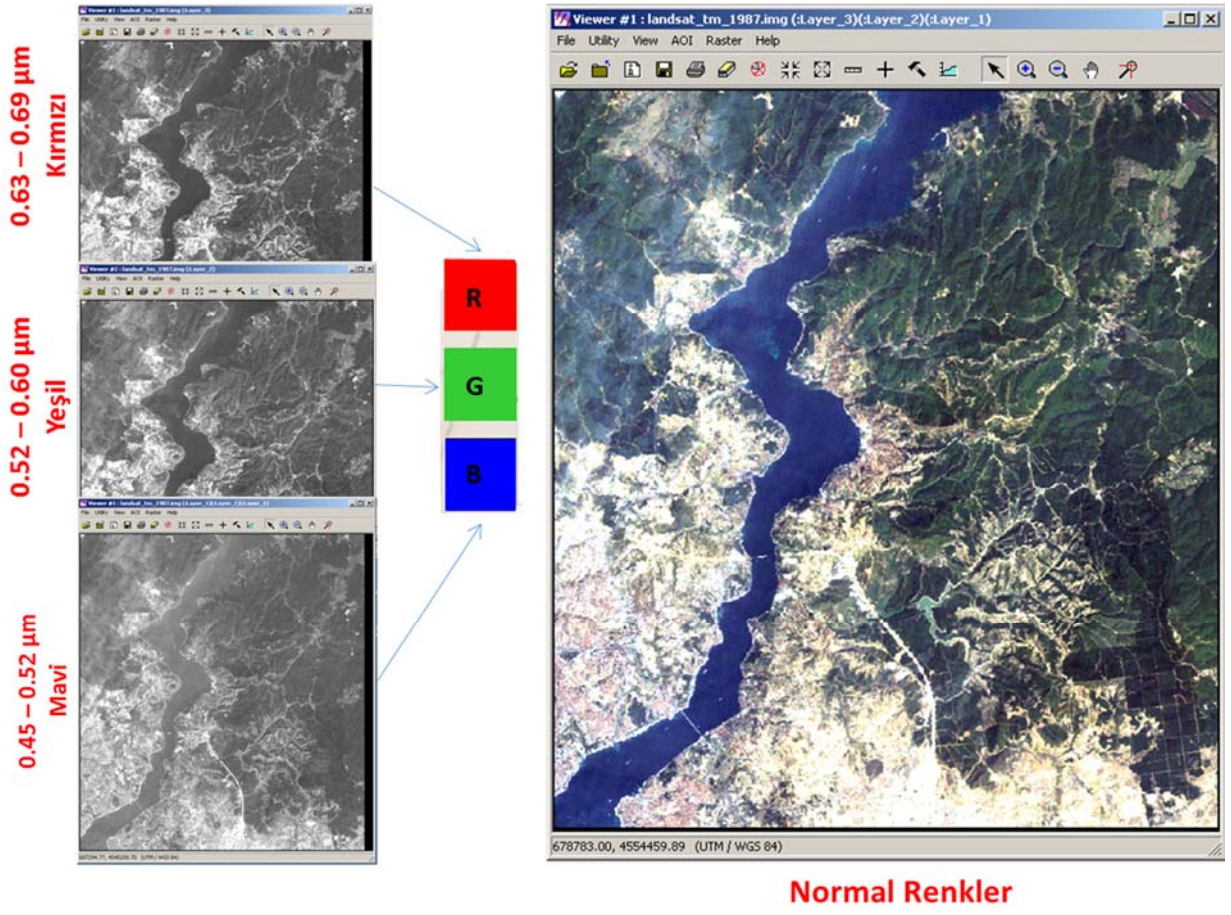
Uzaktan algılama EM spektrumun birkaç bölgesinde çalışır. EM spektrumun optik kısmı X-ışınından ($0.02 \mu\text{m}$) başlar, görünür dalga boylarını da içine alarak termal kızılötesinin sonuna kadar devam eder (Şekil 9). Optik bölge arasında kalan kısımlardan birincisi Ultraviyole ışınlarını içeren kısımdır. Bu ışınlar en kısa dalga boylarına sahip ışınlardır ve uzaktan algılamada kullanılırlar. Ultraviyole ışınlarından sonra spektrumun görünür (visible) bölgesi $0.4 - 0.7 \mu\text{m}$ arasında yer alır ve genellikle “ışık” olarak bilinir. Bu aralık renklerin oluştuğu tek aralık olup dünya üzerindeki bütün renkleri bu spektrum aralığı ile algılarız. Temel renkler olarak bilinen mavi, yeşil, kırmızı renkler bu aralıkta yer alır. $0.4-0.5 \mu\text{m}$ arası mavi, $0.5-0.6 \mu\text{m}$ arası yeşil ve $0.6-0.7 \mu\text{m}$ arası kırmızı dalga boylarından meydana gelir (Şekil 2.4). Diğer bütün renkler de bu üç rengin ve tonlarının kombinasyonu ile oluşmaktadır. Görünür dalga boylarından sonra da kızılötesi bölgeye geçilir. Bu bölge kendi arasında yakın, orta ve termal kızılötesi olarak üç gruba ayrılır ve $0.7 - 15 \mu\text{m}$ arasındaki dalga boylarını kapsar. Termal kızılötesi yüzey sıcaklıkları hakkında bilgi verir. Yüzey sıcaklıkları da kayaçların mineral özellikleri ve bitki şartlarıyla ilgili olabilir.

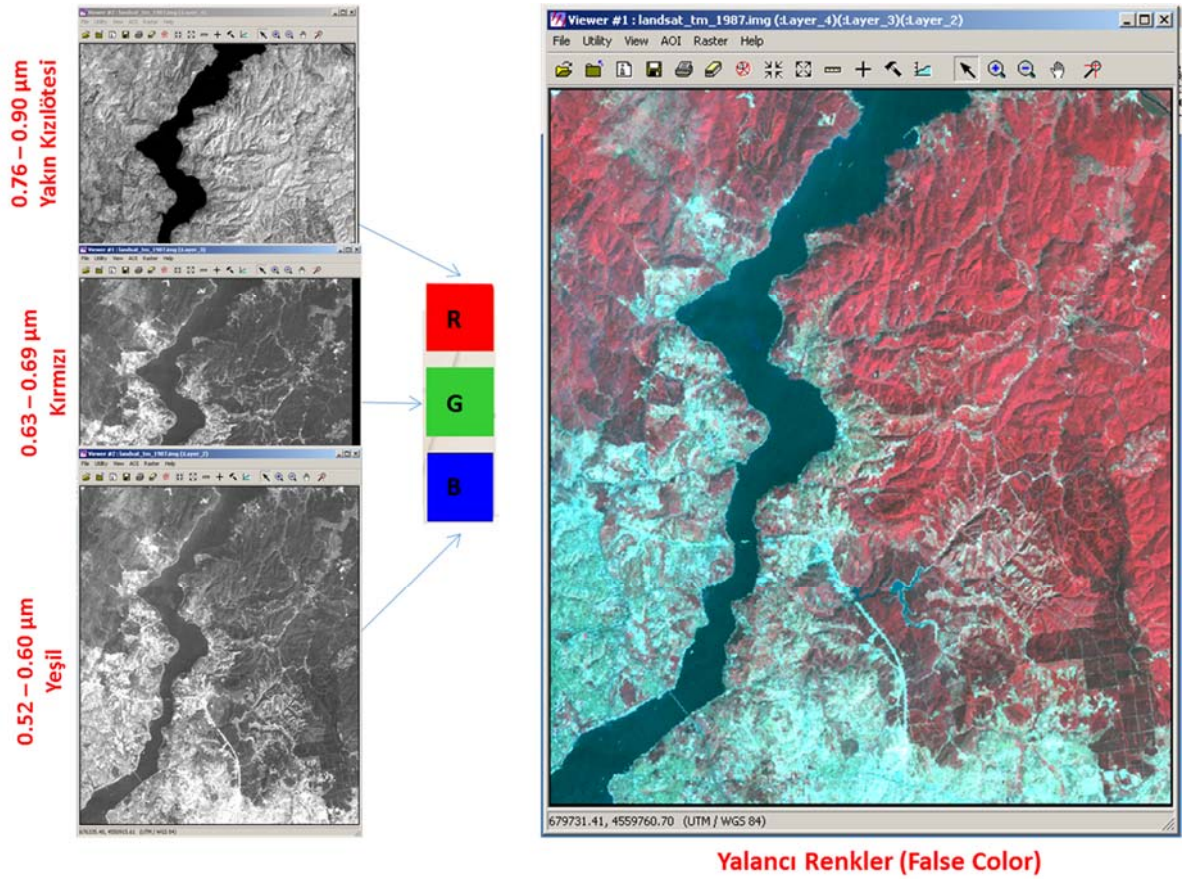
Optik bölgeden sonra daha uzun dalga boylarına geçilir ve bunlar mikrodalga ve radyo dalgalarıdır. Mikrodalgalar yüzey pürüzlülüğü ve yüzeyin su içeriği hakkında bilgi sahibi olmayı sağlar.



Şekil 2.4. Elektromanyetik spektrum.

Optik aralıkta çalışan algılayıcılar, yerden yansıyan ışınları belirli dalga boyu aralığında kaydeder. Burada kayıt işlemi, her bir pikselin dalga boylarının yerden yansıma değerlerine bağlı olarak rakamsal değer atamasıyla gerçekleştirilir. Örneğin 8 bitlik (2^8) bir görüntüde 256 gri renk tonu kullanılır. Bu renk tonlarında kaydedilen dalga boyu aralıkları R-G-B (Red-Green-Blue, Kırmızı-Yeşil-Mavi) kombinasyonuna getirildiğinde gri renkten anlamlı renklere dönüşürler. Şekil 10'da buna ait örnek verilmiştir. Görünür dalga boyları olan 0.4-0.5 μm mavi, 0.5-0.6 μm yeşil ve 0.6-0.7 μm kırmızı, R-G-B kombinasyonuna alındığında görünür normal renkler oluşur (Şekil 10). Görünür dalga boyları dışında kalan kızılötesi dalga boyları da R-G-B kombinasyonuna alındıklarında yüzeydeki cisimlerin dalga boylarını yansıtma özelliklerine bağlı olarak anlamlı renkler haline dönüşürler. Şekil 2.5'te yakın kızıl ötesi, kırmızı ve yeşil dalga boyları R-G-B kombinasyonuna alındığında yalancı renklerin oluştuğu görülür. Yalancı denmesinin nedeni, gerçek görünen renklerinden farklı görülmesidir. Örnekte orman alanları yeşil olması gerekirken kırmızı olarak gözükmektedir. Bunun gerçekte nedeni bitkilerin kızılötesi ışınları daha fazla yansıtmasındandır. Bu konuyla ilgili detaylı bilgi ileriki haftalarda verilecektir.





Şekil 2.5. Değişik dalga boylarının R-G-B kombinasyonları ve oluşan renkler.

Uygulamalar

- 1- Yeryüzündeki cisimlerin EM enerjiyi yansıtma ve renk özellikleriyle ilgili araştırma yapınız.
- 2- Daha önce çekilmiş bir fotoğrafınızı alıp renk özelliklerini inceleyiniz.

Uygulama Soruları

- 1- Dalga modeliyle elektromanyetik enerjiyi açıklayınız?
- 2- Dalga boyu ve frekansı arasında nasıl bir ilişki vardır. Formül vererek açıklayınız?
- 3- Elektromanyetik spektrumu tanımlayınız ve uzaktan algılama için önemini açıklayınız?
- 4- Şekil 2.5'te verilen örnekler (doğal renk-yalancı renk) arasındaki

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde uzaktan algılamada önemli olan elektromanyetik (EM) enerji, kaynakları, EM spektrumun değişik kısımları ele alınmıştır.

Elektromanyetik (EM) enerji, dalga ve foton olmak üzere iki şekilde modellenenebilir. Dalga modelinde ki bu derste bu model üzerinde durulacaktır, EM enerji uzayda sinüs dalgası formunu verir. Bu dalga birbirine dik olan elektrik (E) ve manyetik (M) alandan oluşur. Enerjinin temel kaynağı ise güneştir. Bunun yanında bütün mutlak sıfır üstü sıcaklığa sahip (0 K veya -273 °C) maddeler içlerindeki moleküllerin hareketlerinden dolayı enerji yayarlar. Bu tür bütün dalga boylarındaki elektromanyetik enerjiyi absorbe edebilen ve yayabilen maddeler “Kara Cisim” (black body) olarak nitelendirilir. Farklı sıcaklıklarda bulunan güneş ve dünyanın yaymış olduğu enerji miktarları da farklılık göstermektedir.

Uzaktan algılama EM spektrumun birkaç bölgesinde çalışır. EM spektrumun optik kısmı X-ışınından (0.02 μm) başlar, görünür dalga boylarını da içine alarak termal kızılötesinin sonuna kadar devam eder. Bu bölge içerisinde görünür dalga boyları (0.4-07 μm) ve kızılötesi dalga boyları bulunur. Özellikle görünür dalga boyları RGB kombinasyonuna alınarak gözümüzle görünen görünür normal renkler elde edilir. Kızıl ötesi bandın bu kombinasyonu alınmasıyla da yalancı renkler elde edilir. Bu şekilde farklı dalga boyları RGB kombinasyonuna alınarak uzaktan algılamada farklı yersel özelliklerin ayrıntıları yakalanır.

Bölüm Soruları

1. Aşağıdakilerden hangisi pasif algılayıcıların özelliklerinden değildir?

- a) Güneşten gelen ışınları kullanırlar
- b) Yüzeyden yansıyan ışınları kullanırlar
- c) Yüzeyden yayılan enerjiyi kaydederler
- d) Harici enerjiye ihtiyaç duyarlar
- e) Kendi enerjisini üretirler

2. Aşağıdakilerden hangisi optik bölge arasında değildir?

- a) Radyo dalgaları
- b) Görünür dalgalar
- c) Morötesi dalgalar
- d) Kızılötesi dalgalar
- e) Termal dalgalar

3.



(a)



(b)

Yukarıda verilen a ve b görüntüleri ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) a görüntüsü normal görüntüdür

- b)** b görüntüsü yalancı renkli görüntüdür
- c)** b görüntüsü gözle görülebilir dalga boylarını gösterir
- d)** a görüntüsü 04-0.7 μm dalga arasını gösterir
- e)** a ve b görüntüsü R-G-B kombinasyonundadır

4. Aşağıda dalga boyu ve frekans arasındaki ilişkilerden hangisi doğrudur?

- a)** Kısa dalga boylarının frekansı düşüktür
- b)** Uzun dalga boylarının frekansı yüksektir
- c)** Dalga boyu ile frekansa arasında ters ilişki vardır
- d)** Dalga boyu ile frekans birbirine eşittir
- e)** Dalga boylarının frekansı yoktur

5. Aşağıdakilerden hangisi yansıma dalga boyunda değildir?

- a)** 0.3 – 0.4 μm
- b)** 0.4 – 0.5 μm
- c)** 0.5 – 0.6 μm
- d)** 0.6 – 0.7 μm
- e)** 10 – 15 μm

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. Optik bölge arasında kalan kısımlardan birincisi ışınlarını içeren kısımdır. Bu ışınlar en kısa dalga boylarına sahip ışınlardır ve uzaktan algılamada kullanılırlar.

7. Elektromanyetik bir dalga birbirine dik olan ve alandan oluşur

8. Dalga boyu ile frekans arasında ters bir ilişki söz konusudur. Çünkü kısa dalga boylarının frekansları daha iken uzun dalga boylarının frekansları daha

9. Elektromanyetik enerjinin temel kaynağı

10. Bütün dalga boylarındaki elektromanyetik enerjiyi absorbe edebilen ve yayabilen maddeler olarak nitelendirilir.

Cevaplar

1)e, 2)a, 3)c, 4)c, 5)e, 6) Ultraviyole, 7)elektrik – manyetik 8) yüksek - düşüktür, 9) güneştir 10) Kara Cisim.

3. ELEKTROMANYETİK ENERJİ ve UZAL II

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

- 3.1.** Atmosferle Etkileşim
- 3.2.** Yüzeyle Etkileşim

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- EM dalgalar Güneş'ten çıktığı şekilde mi yüzeye ulaşır yoksa bir takım kayıplara uğrar mı?
- 2- EM dalgalar atmosferde ne tür kayıplara uğrarlar?
- 3- Gökyüzünün mavi, kırmızı gibi renklerde görülmesinin nedenleri nedir?
- 4- Yüzeydeki su, toprak ve bitkinin EM dalgalarla etkileşimi nasıldır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Atmosferle etkileşim	EM enerjinin atmosferdeki etkileşimi hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Atmosferle etkileşim	EM enerjinin atmosferdeki dağılımı hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Yüzeyle etkileşim	EM dalgaların yüzeydeki bitki, toprak ve su ile etkileşimi hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Emilme
- Soğrulma
- Yayılma- dağılma
- Rayligh dağılma
- Mie dağılma
- Seçici olmayan dağılma
- EM Enerjinin yüzeyle etkileşimi

Giriş

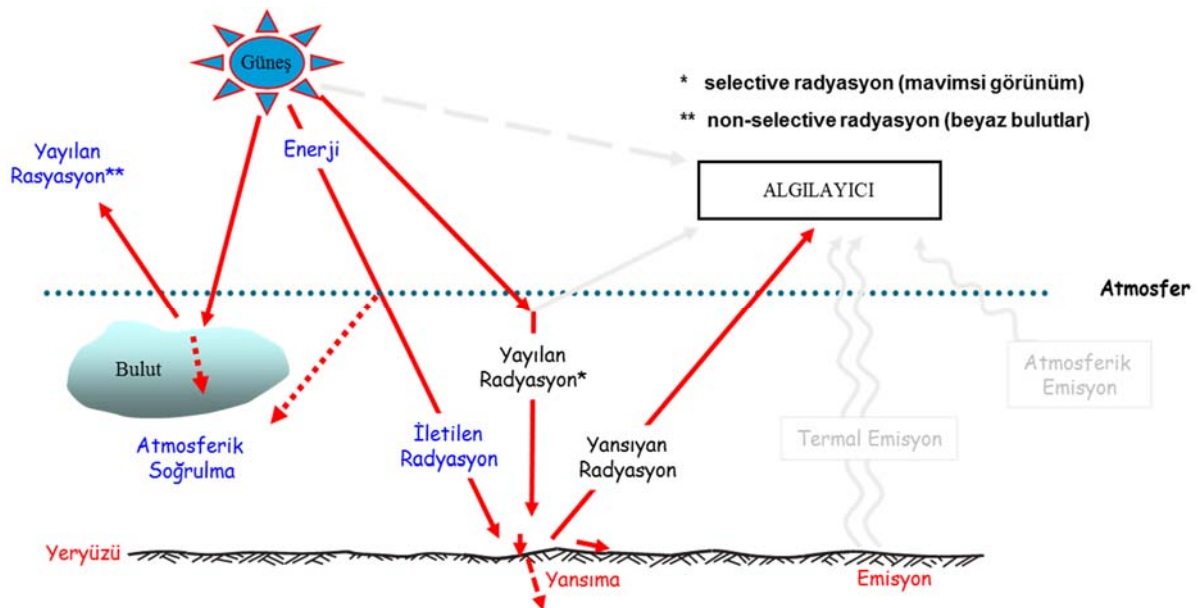
Bu bölümde, Güneş'ten çıkan EM spektrumları, Güneş ten çıktığı şekliyle yeryüzünü ulaşmaz ve cisimlerle temasa geçmez. Atmosferden geçerken, atmosferde birtakım etkileşimlere uğrar. Bunlar; emilme-soğrulma, iletme ve dağılma şeklinde karşımıza çıkar. Bu etkileşim özellikleriyle, EM dalgaların yüzeye ulaşan kısımlarının bitki, toprak ve su ile etkileşimleri ve yansıma özellikleri hakkında bilgi verilecektir.

3.1. Atmosferle Etkileşim

En önemli enerji kaynağı Güneş'tir. Güneş ışınları algılayıcılara ulaşınca kadar atmosferi iki kez kat etmek zorundadırlar. Bunlardan ilki güneşten yeryüzüne ulaşınca kadar atmosferi kat etmesi, diğeri yüzeyden yansdıktan sonra atmosferi kat ederek algılayıcılara ulaşmasıdır. Bunun yanında dünyanın yaymış olduğu termal dalga boylarını kaydeden algılayıcılara ulaşan dalgalar, atmosferi sadece bir kez geçtikleri için güneşten gelenlere göre daha az kayba uğrarlar. Güneş enerjisi atmosferi kat ederken üç önemli etkileşime uğrar;

- Emilme-soğrulma,
- İletme,
- Yayılma-dağılma şeklindedir (Şekil 3.1).

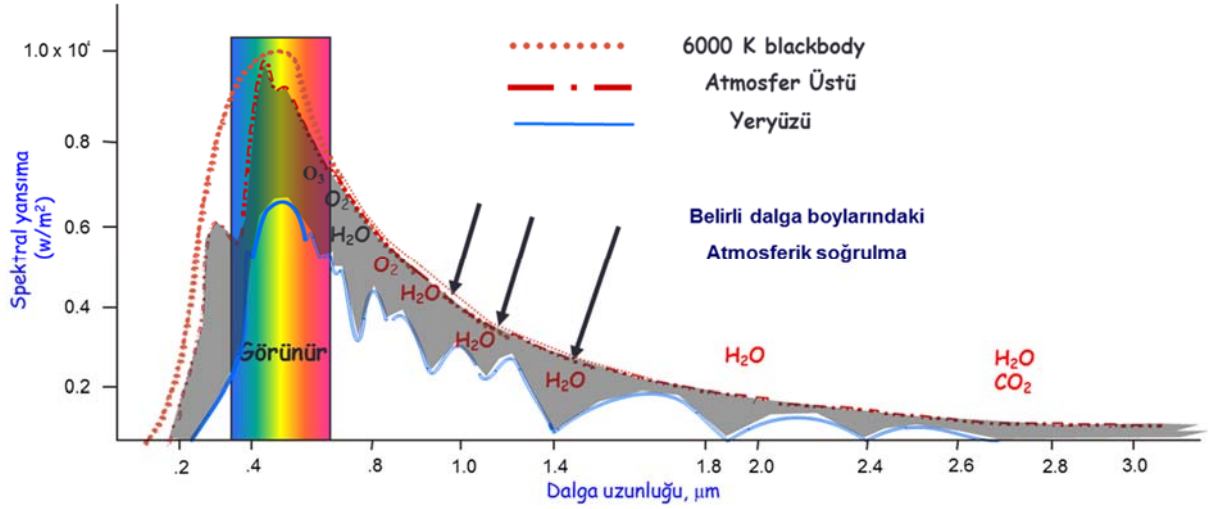
Bütün bu etkileşimler, atmosferin sahip olduğu özelliklere, EM spektrumun özelliklerine ve dünyanın özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir.



Şekil 3.1. Atmosferdeki ve yüzeydeki enerji etkileşimi.

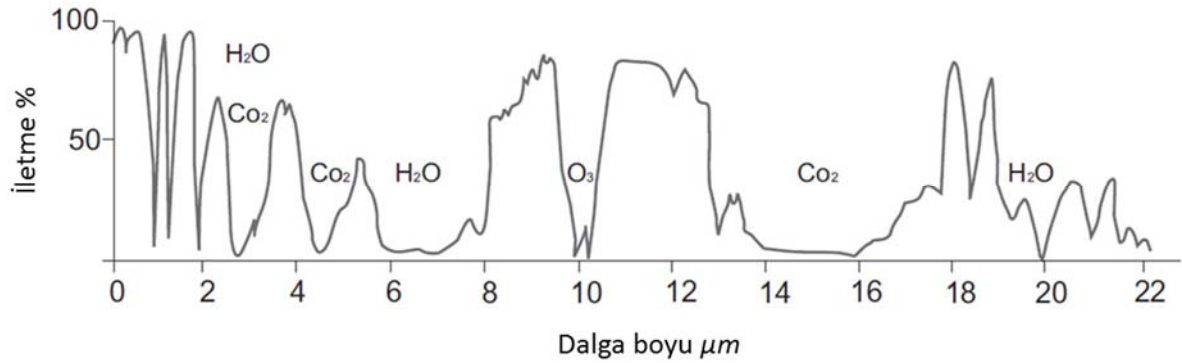
- a) **Soğrulma:** EM enerji atmosfer içerisinde geçerken, birtakım moleküller tarafından kısmen soğrulur. Atmosferde güneş ışığını soğuranlar ozon (O_3), su buharı (H_2O) ve karbondioksit (CO_2). Şekil 3.2 güneş spektrumlarının güneş, atmosfer üstü ve yeryüzündeki yansıma grafiklerini göstermektedir. Güneşten ilk çıkan spektrum ile atmosferi geçtikten sonra yeryüzünde yansıyan spektrum grafiği arasındaki fark, atmosfer içerisindeki moleküllerden kaynaklanmaktadır. Burada ozonun daha kısa dalga

boylarına, su buharının orta dalga boylarına ve karbondioksitin de uzun dalga boylarını soğurduğu görülmektedir.



Şekil 3.2: EM spektrumunun atmosfer öncesi ve sonrasındaki farkları.

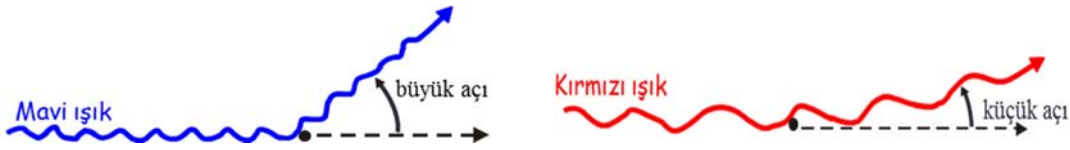
- b) İletme:** 0-22 µm aralığındaki EM spektrumun hemen hemen yarısı dünya yüzeyinin uzaktan algılaması için kullanışsızdır. Çünkü spektrumun büyük bir kısmı atmosferi geçemez. Sadece atmosferik gazların soğurmasının mümkün olmadığı bölgelerden geçen dalga boyları uzaktan algılamada kullanılır. Bu bölgelere “Atmosferik Pencere” ismi verilir. Bu pencereler (Şekil 3.3); optik algılayıcıların da kullandığı görünür ve kızılötesi bölgede 0.4-2 µm arası ve termal kızılötesi bölgesinde 3-5 µm ve 8-14 µm arası bölgede yer alırlar. Atmosferin nem içeriğinden dolayı çok uzun dalga boyları yüksek derecede soğurulmaya maruz kalırlar ve hatta 22 µm ile 1 mm arası enerji iletimi yok gibidir.



Şekil 3.3: Yüzde olarak farklı dalga boylarındaki atmosferik iletilme.

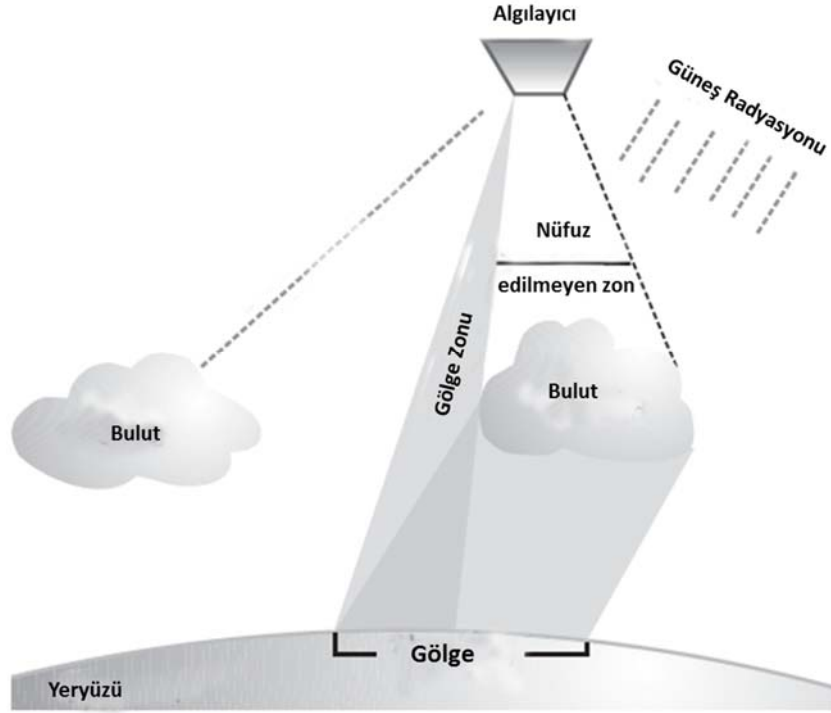
- c) Dağılma:** Atmosfer içerisindeki partikül ve gaz moleküllerinin EM dalgaların gerçek istikametlerinden saptırmalarıyla oluşur. Dağılma miktarı dalga boyuna, atmosferdeki gaz ve partikül miktarına ve ışığın atmosferdeki kat ettiği mesafeye bağlı olarak değişiklik gösterir. Üç tür dağılma vardır; Rayleigh, Mie ve Non-selective dağılma.

- **Rayleigh Dağılma:** Bu dağılma partiküllerin dalga boylarından küçük olduğu yerlerde meydana gelir. Bu partiküllere toz lekeleri, nitrojen ve oksijen molekülleri örnek olarak verilebilir. Rayleigh dağılmada kısa dalga boyları uzun dalga boylarına göre daha fazla dağılmaya uğrar (Şekil 3.4). Atmosferdeki partiküllerin ve dolayısıyla dağılmanın olmaması durumunda gökyüzü tamamen siyah görünürdü. Gün içinde güneş ışınları geliş açılarına bağlı olarak atmosferi daha kısa mesafede kat eder. Mavi ışığın diğer uzun dalgalı ışınlara kıyasla daha fazla dağılmaya uğramasından dolayı gökyüzü mavi renkte görülür. Gün doğumu ve batımında ise yine güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olarak atmosferde kat edilen mesafe fazla olduğundan kısa dalgalar kayba uğrar ve ancak uzun dalgalar yeryüzüne ulaşır ve gökyüzü kırmızı ve turuncu renklerde görülür.



Şekil 3.4: Farklı dalga boylarındaki Rayleigh dağılma.

- **Mie Dağılma:** Bu dağılma dalga boylarının büyüklüğü ile partiküllerin büyüklüklerinin eşit olduğu durumlarda gerçekleşir. Mie dağılımının en nedeni, atmosferdeki gaz, su buharı ve toz karışımından oluşan aerosollerdir. Mie dağılma, yakın morötesinden başlayıp kızılötesine kadarki hemen hemen bütün spektral bölgeleri etkiler. Uzun dalga boylarına etkisi ise Rayleigh dağılma göre daha fazladır.
- **Non-selective (Seçici Olmayan) Dağılma:** Seçici olmayan bu dağılma, atmosferdeki partiküllerin büyüklükleri dalga boylarından çok daha büyük olduğu durumlarda meydana gelir. Bu dağılıma su damlacıkları ve çok büyük toz parçacıkları neden olur. Adından da anlaşılacağı üzere seçici olmayan bu dağılım da dalga boyları uzun veya kısalığına bakılmaksızın eşit düzeyde dağılıma maruz kalır. Bunun en güzel örneğini bulutların etkisi ortaya koyar. Bulutlar bilindiği üzere su damlacıklarından oluşurlar. Bulut, bütün dalga boylarını eşit miktarda dağıttığı için rengi beyaz gözükür. Bundan dolayı optik uzaktan algılama bulutlara nüfuz edemez. Ayrıca bulutlar dünya yüzeyi üzerinde gölgelerinin oluşmasıyla ikincil etkiye de sahiptirler (Şekil 3.5).



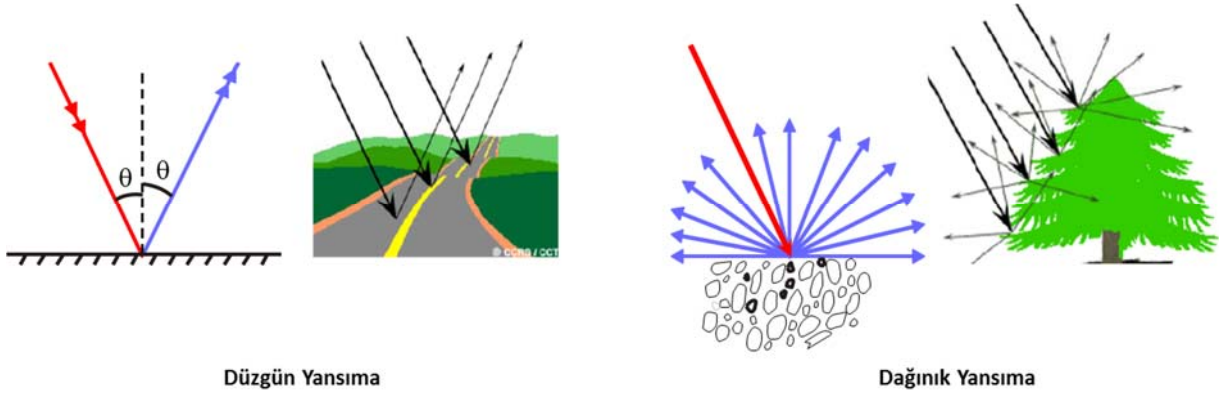
Şekil 3.5: Optik uzaktan algılamada bulutların doğrudan ve dolaylı etkisi.

3.2.Yüzeyle Etkileşim

Atmosferi geçen güneş ışınları yüzeye ulaştıklarında yüzeye üç şekilde etkileşime girerler. Bunlar; yansıma, soğrulma ve iletmedir. Uzaktan algılamada, arazi ve su uygulamalarında en çok üzerinde durulan konu yüzey karakteristikleri hakkında bilgi vermesi bakımından yansıyan ışıdır. Dolayısıyla burada yüzeye ulaşan ışının soğrulması ve iletilmesinden çok yansıma özellikleri üzerinde durulacaktır.

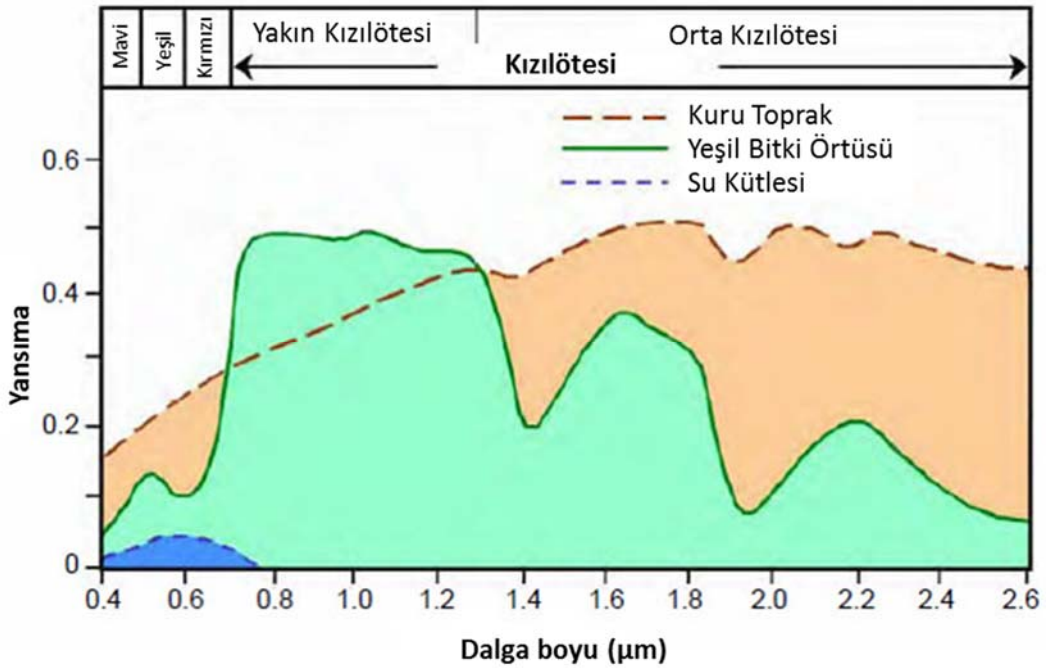
Işınların yüzeye ulaştıktan sonra hedefin ışınların yansıtması genel olarak iki şekilde gerçekleşir. Bunlar;

- a) **Düzgün Yansıma:** Işınların ulaştığı yüzey pürüzsüz ve dolayısıyla gelen enerji direkt olarak tek yönde yansırsa meydana gelir. Bu yansıma daha çok güneş gökyüzünde yükseldiğinde öğle vakitlerinde meydana gelir (Şekil 3.6).
- b) **Dağınık Yansıma:** Işınların ulaştığı yüzey pürüzlü-engebeli ise ışınlar bütün yönlere doğru dağılırlar (Şekil 3.6). Bu tür yansıma dağınık yansıma olarak adlandırılır.



Şekil 3.6: Düzgün ve dağınık yansımaların şematik gösterimi.

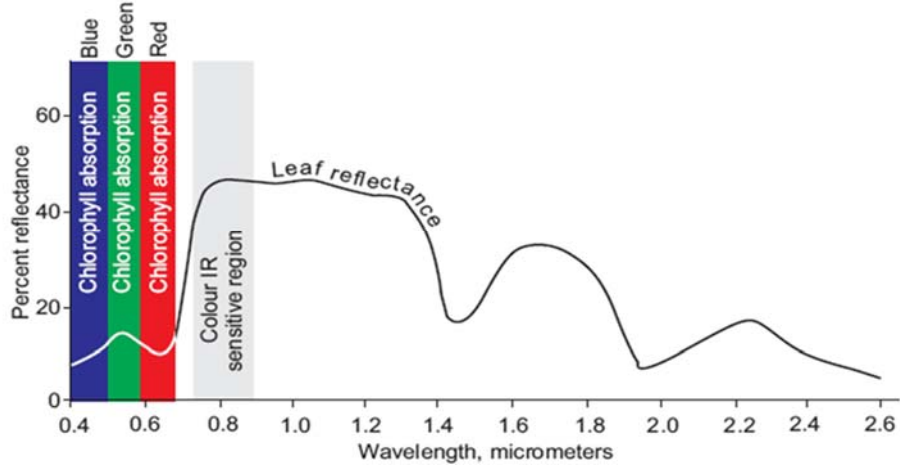
Yeryüzündeki cisimlerin tür ve özellikleri değişiklik göstermektedir. Bu farklı türdeki cisimlerin yüzeylerine gelen ışınlarının yansımaya özellikleri gösterir spektral yansımaya eğrileri üretilebilir. Şekil 3.7’de genel arazi örtüleri olan toprak, bitki ve suyun spektral yansımaya özellikleri verilmiştir. Bunlar laboratuvar ortamlarında veya arazide spektrometrelerle üretilmiştir. Güneş ışınlarının yüzeyle etkileşimini genel arazi örtüleri olan bitki, toprak ve su üzerinde açıklanacaktır.



Şekil 3.7: Toprak, bitki ve suya ait spektral yansımaya eğrileri.

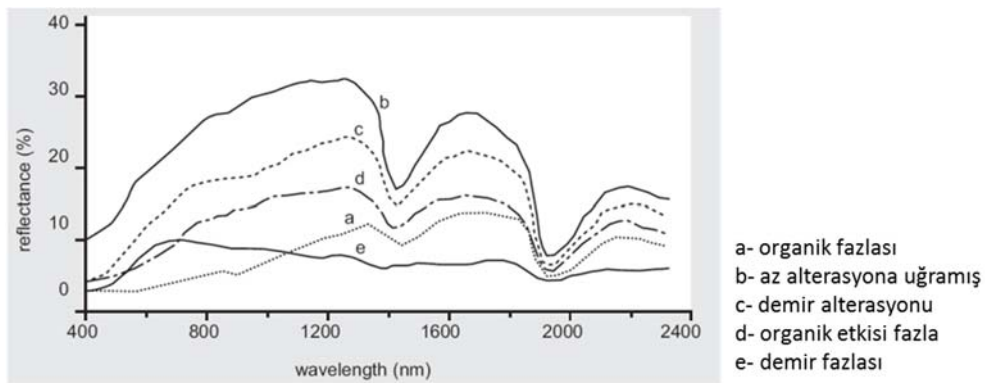
- **Bitki:** Bitkilerdeki yansımaya karakteristiği, bitki yapraklarının özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Farklı spektrumlardaki yansıyan ışının oranını, yaprak pigmentleri, kalınlığı hücre yapısı gibi özellikler belirler. Şekil 3.8’de sağlıklı bir bitkinin yansımaya eğrisini göstermektedir. Bitkilerdeki klorofil görünür dalga boylarından mavi ve kırmızı dalga boyunu yeşil dalga boyuna göre daha fazla absorbe ettiği (soğurduğu)

için bitkilerin renklerini yeşil olarak görürüz. Yakın kızılötesi dalga boyunu ise bitkiler daha fazla yansıtırlar. Ancak bu dalga boyları insanın görebildiği aralığın dışında olduğu için bitkileri kırmızı renkte görmeyiz. Sonbahar ve kış aylarında ise bitkilerdeki klorofil miktarında azalma meydana geldiği için kırmızı dalga boylarını daha fazla yansıtırlar. Bundan dolayı bitkiler sarımsı kırmızı renkte görülür.



Şekil 3.8: Sağlıklı bir bitkinin farklı dalga boylarındaki yansıma eğrisi.

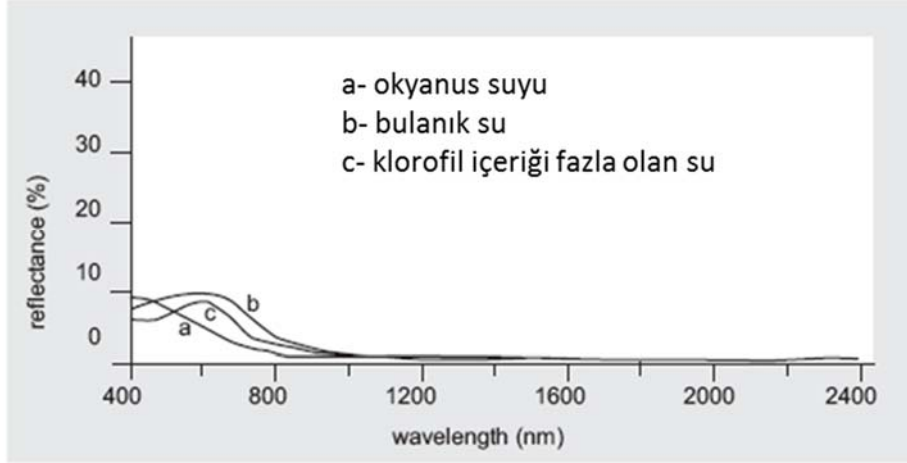
- **Toprak:** Topraklara ait yansıma özellikleri, toprağın birçok parametresine bağlı olduğu için tek tip bir yansıma eğrisi vermek mümkün olmamaktadır. Topraklarda ışığın yansıma özelliklerine yön veren özellikleri toprağın rengi, nem içeriği, karbonat varlığı ve demir oksit içeriği gibi özellikleridir. Şekil 3.9’da farklı özelliklere sahip toprakların yansıma eğrilerini göstermektedir. Bu yansıma eğrilerinden a, b, c ve d topraklarının yansıma eğrilerinin genel trendi aynı iken e toprak tipinde (demir fazlası toprak) yansıma eğrisi farklılık göstermektedir. Bunun nedeni demir ağırlıklı toprakların uzun dalga boylarını daha fazla absorbe etmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.9: Farklı özellikteki toprakların yansıma eğrileri.

- **Su:** Su yüzeyleri bitki ve toprakla karşılaştırıldığında sahip oldukları özellik bakımından gelen ışınları daha az yansıtır. Bu yansıtma oranları genel olarak bitki de %50, toprakta %30-40 iken suda %10 civarındadır. Su, EM enerjinin yakın

kızılötesine kadarki görünür dalga boylarını yansıtır. Buna göre suyun rengi değişik şekillerde gözükür. 1.2 μm sonrasındaki dalga boylarını ise su absorbe eder. Bazı su türlerinin yansıma eğrileri Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Buna göre, okyanus suyunun (a) yansıma eğrisine baktığımızda yansımanın daha fazla mavi dalga boyunda olduğu görülür. Bundan dolayı okyanusları biz mavi olarak görürüz. Bulanık suyun (b) yansıma eğrisine baktığımızda yeşil ve kırmızı dalga boylarında yansıma daha fazladır. Klorofil içeriği fazla olan suyun (c) yansıma eğrisinde yeşil dalga boyunun fazla olduğu görülür. Bu nedenle bu tür sular yeşil renkte görülürler.



Şekil 3.10: Farklı su türlerine ait yansıma eğrileri.

Uygulamalar

- 1- Yeryüzündeki cisimlerin EM enerjiyi yansıtma ve renk özellikleriyle ilgili araştırma yapınız.
- 2- Göllerin bazen mavi, bazen yeşil bazen de bulanık renkte olmalarının nedenlerini araştırınız.
- 3- Bitkilerin farklı mevsimlerde farklı renklerde olmasının nedenlerini araştırınız?

Uygulama Soruları

- 1- Güneşten çıkan EM spektrumlar atmosferden geçerken neden kayıplara uğrar, açıklayınız?
- 2- Gökyüzünün farklı renklerde gözükmesinin nedenlerini açıklayınız?
- 3- Bitkilerin yeşil renginin sebebini açıklayınız?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Ayrıca bu bölümde EM spektrumun atmosfer ve atmosferi geçtikten sonra da yüzeyle etkileşimi ve bunların uzaktan algılamadaki önemi üzerinde durulmuştur. EM spektrumun atmosferde soğrulma, iletme ve dağılma gibi etkileşimlerinin olduğu, dağılmanın da kendi içerisi Rayleigh, Mie ve Non-selective dağılma olarak üç şekilde ortaya çıktığı vurgulanmıştır. Atmosferden yeryüzüne iletilen EM spektrumun yüzeyle teması sonrasında yansıma, iletme ve soğrulma gibi etkileşime girdiği özellikle yüzeyden yansıyan ışınların uzaktan algılama çalışmalarındaki önemi vurgulanmıştır. Bununla ilgili olarak da yüzeyde genel örtüye sahip olan bitki, toprak ve suyun yansıma özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Buna göre bitkiler görünür dalga boylarından özellikle yeşil dalga boyunu yansıttıkları için yeşil renk hâkim olarak gözükmetedir. Toprak da içindeki farklı minerallere bağlı olarak farklı renklerde gözükür. Örneğin demir mineraline sahip toprakların kırmızı renkte gözükmesi gibi. Su ise, uzun dalga boylarını soğurur kısa dalga boylarını yansıtır. Bundan dolayı sular özellikle okyanus suları mavi renkte gözükürler. Sular bünyesinde barındırdıkları materyallere bağlı olarak da farklı renklerde yansıma verirler. Örneğin bünyesinde yosun-bitki olan sular kısmen yeşil renkte yansıma verirler, içinde asılı materyal olan sular kırmızımsı renge sahiptirler.

Bölüm Soruları

1. “Atmosferik Pencere” ile ilgili olarak aşağıdaki tanımlamalardan hangisi yanlıştır?

- a) Atmosferik gazların soğurmasının mümkün olmadığı bölgelerdir
- b) Bu bölgelerden dalga boyları kolaylıkla geçebilir
- c) En fazla görüldüğü bölge 22 μm – 1mm arasındadır
- d) Görünür dalga boylarında 0.4-2 μm arasındadır
- e) Termal kızılötesi bölgesinde 3-5 ve 8-14 μm arasındadır

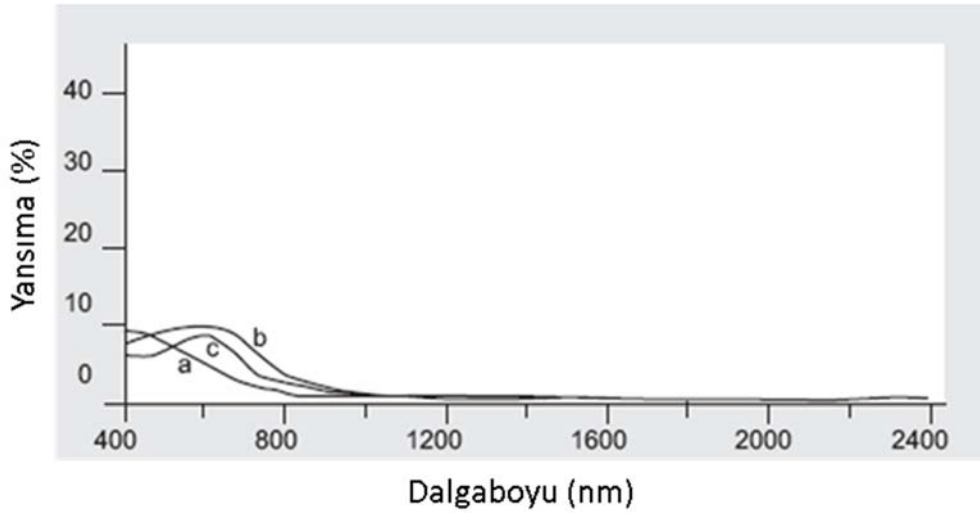
2. Elektromanyetik dalgaların atmosferdeki dağılımıyla ilgili olarak aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur?

- a) Mie dağılmada partikül büyüklükleri dalga boyundan büyüktür
- b) Seçici olmayan dağılımda partikül büyüklükleri dalga boyundan küçüktür
- c) Mie dağılım sadece görünür dalga boylarında gerçekleşir
- d) Bulutlarda seçici olmayan dağılımın gerçekleşir
- e) Atmosferde dağılma miktarı sadece partiküllerin büyüklüklerine bağlılık gösterir

3. Elektromanyetik enerjinin atmosferden geçişi sırasında birtakım moleküller tarafından kayba uğratılması işlemine ne ad verilir?

- a) Yansıma
- b) Soğrulma
- c) Yayılma
- d) İletme
- e) Dağılma

4.



Yukarıda üç farklı su türünün yansırma özellikleri verilmiştir. Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) a suyunun rengi mavidir
- b) c suunda klorofil içeriğı fazladır
- c) c suyunun rengi yeşildir
- d) b suyu saf-temiz sudur
- e) a-b ve c suları uzun dalga boylarını yansıtmaz

5. Bitkilerin doğada ve normal renkli uydu görüntülerinde yeşil gözükmesinin nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Mavi dalga boyunu absorbe etmesi
- b) Kırmızı dalga boyunu absorbe etmesi
- c) Yeşil dalga boyunu yansıtmaması
- d) Yakın kızılötesini daha fazla yansıtmaması
- e) Uzun dalga boylarını yansıtmaması

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. EM enerji atmosfer içerisinden geçerken, birtakım moleküller tarafından kısmensoğrulur. Atmosferde güneş ışığını soğuranlar, ... ve tir.

7. Sadece atmosferik gazların soğurmasının mümkün olmadığı bölgelerden geçen dalga boyları uzaktan algılamada kullanılır. Bu bölgelere ismi verilir.

8. Atmosfer içerisindeki partikül ve gaz moleküllerinin EM dalgaların gerçek istikametlerinden saptırmalarına denir.

9. Dalga boylarının büyüklüğü ile partiküllerin büyüklüklerinin eşit olduğu durumlarda dağılma gerçekleşir.

10. Bitkiler dalga boyunu en fazla yansıtırlar.

Cevaplar

1)c, 2)d, 3)b, 4)d, 5)c, 6) ozon-su buharı- karbondioksit, 7) Atmosferik Pencere, 8) Dağılma, 9) Mie, 10) Yakın kızılötesi

4. ALGILAYICILAR (PASİF)

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

4.1. Pasif Algılayıcılar

4.1.1. Gama Işını Spektrometre

4.1.2. Hava Kameraları

4.1.3. Video Kamera

4.1.4. Çok Batlı Tarayıcıları

4.1.5. Hiperspektral Görüntüleyici

4.1.6. Termal Tarayıcılar

4.1.7. Mikrodalga Radyometre

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Pasif algılama ne demektir?
- 2- Başlıca pasif algılama sensörleri nelerdir?
- 3- Çok bantlı tarayıcıları nedir ve nasıl çalışır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Pasif algılayıcılar	Uzaktan algılamanın kullanılan pasif algılayıcıların neler olduğunu hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Pasif algılayıcılar	Uzaktan algılamada kullanılan pasif algılayıcıların özellikleri ve bunların kullanım alanları ile bilgi sahibi olmak.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Pasif algılayıcılar
- Çok bantlı tarayıcı
- Gama ışını spektrometre
- Hava kamerası
- Hiperspektral görüntüleyici
- Termal tarayıcı
- Mikrodalga radyometre

Giriş

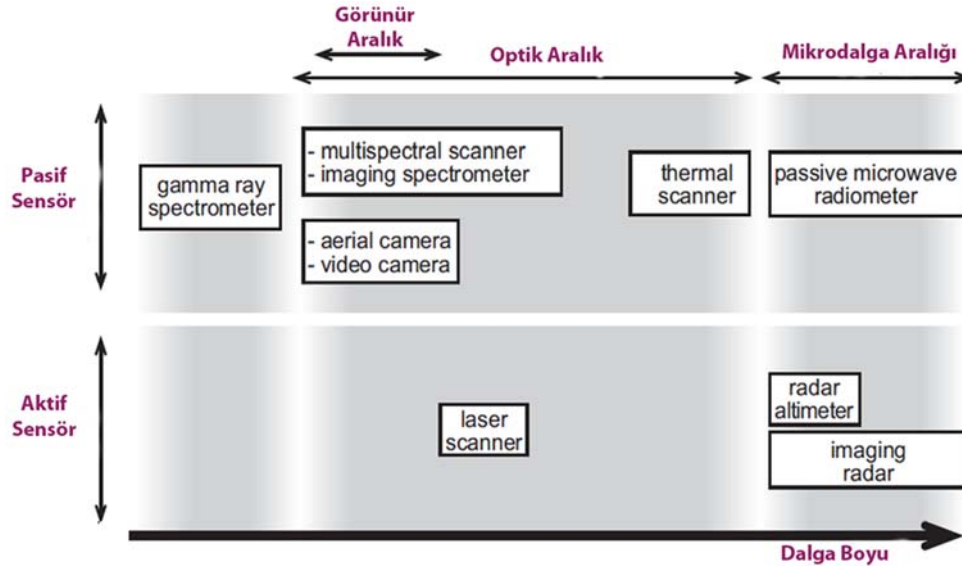
Bu bölümde uzaktan algılamada kullanılan algılayıcı türleri olan pasif algılayıcıların tanımları ve özellikleri üzerinde durulacaktır. Pasif algılayıcılardan; gama ışını spektrometre, hava kameraları, video kameralar, çok bantlı tarayıcılar, hiperspektral görüntüleyici, termal tarayıcılar ve mikrodalga radyometre genel özellikleri hakkında bilgi verilecektir. Uzaktan algılama uygulamalarının büyük bir kısmının bu algılayıcıların ürettiği görüntüler ile yapılmasından dolayı konunun anlaşılmasında fayda vardır.

Elektromanyetik enerjiyi ölçen ve kaydeden alete algılayıcı (sensör) denir. Algılayıcılar iki grupta incelenir;

Pasif Algılayıcılar: Harici bir enerji kaynağına ihtiyaç duyar ve kendileri enerji üretemezler. Pasif algılayıcıların kullandığı enerji genellikle güneş, bazen de dünyanın kendisidir. Pasif sensörlerin EM spektrumundaki algıladığı aralık Gama ışınları ile mikrodalgalara kadarki aralıktır. En eski ve en fazla kullanılan pasif algılayıcı örneği fotoğraf makineleridir.

Aktif Algılayıcılar: Bu algılayıcılar harici enerjiye ihtiyaç duymayıp kendi enerjilerine sahiptirler. Pasif sensörlere kıyasla dış etkenlerden daha az etkilenirler. Aktif algılama metotları Radar (Radio detection and Ranging), Lidar (Light Detection and Ranging) ve Sonar'ı (Sound Navigation Ranging) içine alır.

Şekil 4.1. bu bölümde üzerinde durulacak olan algılayıcılar hakkında genel bir fikir vermektedir. Aşağıda bu sensörlerle ilgili bilgiler verilmiştir.



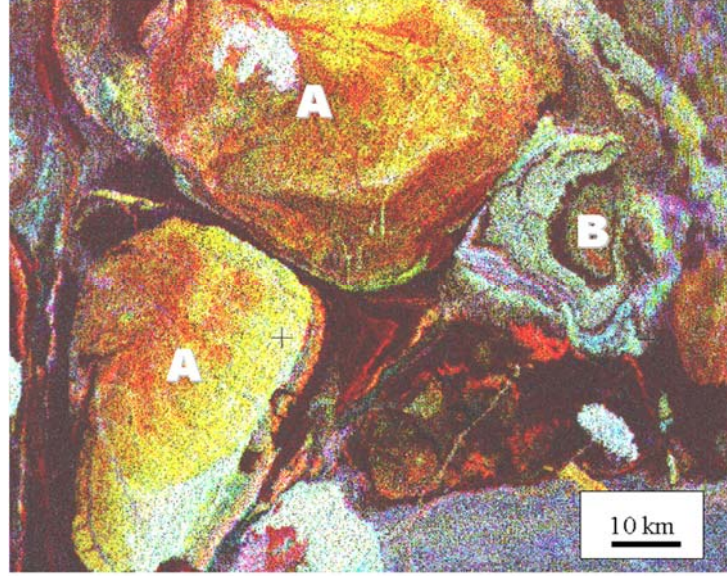
Şekil 4.1. Bu bölümde değinilen sensör tipleri.

4.1. Pasif Algılayıcılar

4.1.1. Gama Işını Spektrometre

Gama ışını spektrometresi, toprak veya kayaların yüzeyleri tarafından yayılan gama ışınlarını ölçer. Böylelikle yüzeydeki belirli mineraller hakkında bilgi sahibi olunur. Bu nedenle özellikle mineroloji çalışmalarında büyük önemi vardır. Gama ışınları çok kısa dalga boylarına sahip olduklarından dolayı atmosferik soğrulmaya çok fazla uğrarlar. Yerden birkaç yüz metre yukarıda, alçaktan uçan uçaklar ile bu dalga boyları ölçülebilir. Gama ışınlarını yayması bakımından Potasyum (K), Toryum (Th) ve Uranyum (U) minerallerinin belirlenmesinde daha çok kullanılırlar. Şekil 4.2'de Kuzeybatı Avustralya'daki bir Akeen

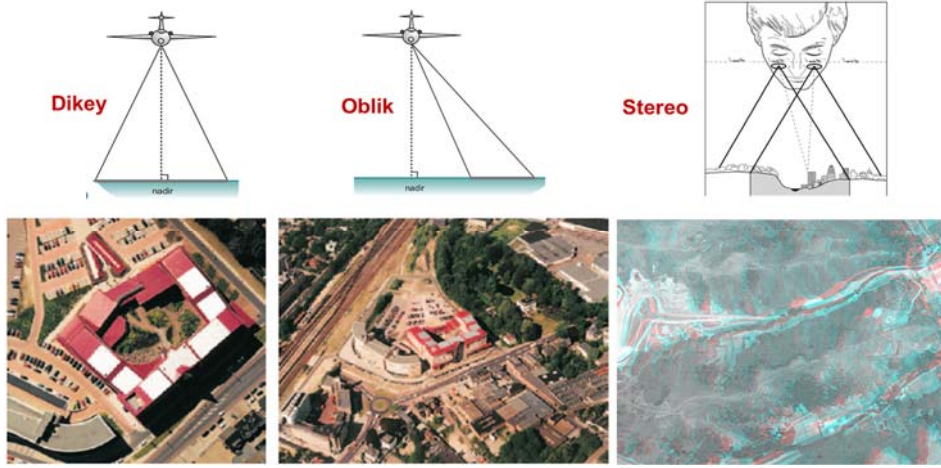
jeolojik alana ait görüntü mevcuttur. Görüntüde potasyum kırmızı, toryum yeşil ve uranyum mavi renktedir. Şekilde A metamorfik domları temsil ederken B ise senklinal çöküntü alanları göstermektedir.



Şekil 4.2: Potasyum, toryum ve uranyumu gösteren üçlü görüntü.

4.1.2. Hava Kameraları

Daha çok uçaklarda bulunan lens ve film gibi dijital kamera sistemleri ile hava fotolarının çekimi yapılır. Kameralardaki film tiplerinin kaydettikleri elektromanyetik spektrum aralığı 0.4-0.9 μm arasındır. Hava fotoları stereo hava fotolarıyla birlikte çok fazla kullanım alanına sahiptir. Bunlardan en önemlisi, orta ve büyük ölçekli topografik ve kadastral haritalamalardaki kullanımındır. Hava fotolarının kullanımı 20. yüzyılın başlarına kadar gitmektedir. Bundan dolayı uzaktan algılamanın en eski ve halen en yaygın olarak kullanılan bir tekniğidir. Hava fotoları ormancılar, jeologlar, jeomorfologlar ve şehir plancıları için kullanışlı bir kaynaktır. Hava fotoları iki ana kategoriye ayrılmıştır. Bunlar **dikey** ve **oblik** hava fotolarıdır (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Dikey, oblik ve stereo hava fotoları.

Haritalama uygulamalarının çoğunda dikey hava fotoları kullanılır. Dikey hava fotoları bazen iki farklı bakış açısına bağlı olarak ve belirli bir bindirme oranına sahip olan stereo şeklinde de elde edilir. Bu da algılanan yüzeyin üç boyutlu görüntüsünün elde edilmesi ve yorumlanmasında kullanılır. Kamera eksenin dikey olmadığı durumlarda ise oblik fotolar üretilir. Haritalamada fotoda meydana gelen bozulmadan dolayı kullanılmaz. Ancak oblik fotolar binaların yan yüzeylerinin görülmesinde önemlidirler.

4.1.3. Video Kamera

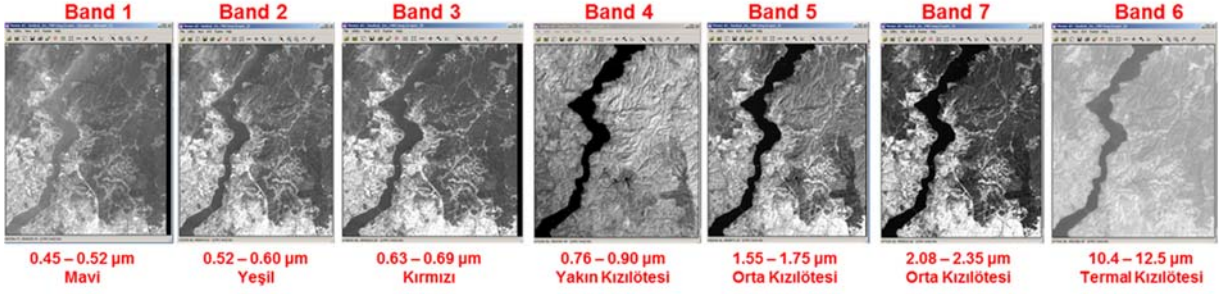
Video kameralar daha çok verileri kaydetmek için kullanılır. Video algılayıcılarının birçoğu görünür dalga boylarına duyarlıdır ancak yakın kızılötesini de kaydeden video kameralar da mevcuttur (Şekil 4.4.). Bunun yanında termal kızılötesini de kaydeden video kameralar geliştirilmiştir. Geçmişte analog video kameralar yaygın iken günümüzde dijital video kameralar daha fazla kullanılmaktadır. Video görüntüler diğer sensörlerin çekim yaptığı alanlara ait ekstra bilgilerin elde edilmesinde kullanılırlar ve daha ekonomiktirler.



Şekil 4.4. Analog yalancı renkli görüntü.

4.1.4. Çok Bantlı Tarayıcılar (MSS)

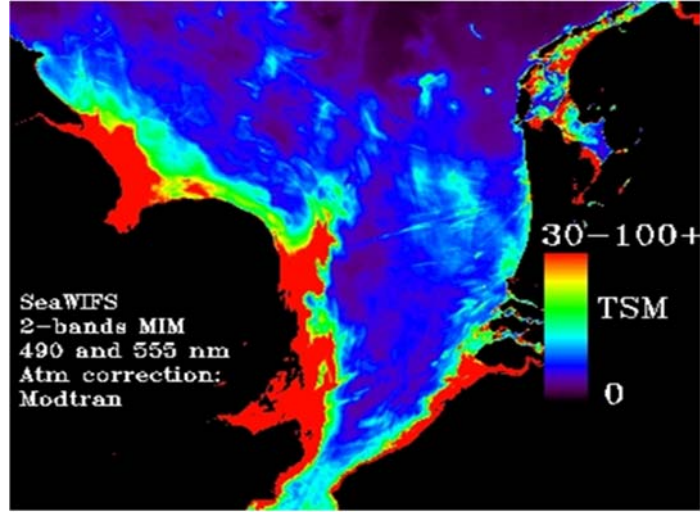
Bu aletler, yerden yansıyan EM spektrumu tarayarak ölçerler. Ölçülen dalga boyu aralığı görünür ve kızılötesi bölgedir. Bu algılayıcı yüzeyden yansıyan enerjiyi sistematik olarak ve aynı anda birden çok dalga boyu aralığı şeklinde tarar ve kaydeder. Bundan dolayı çok bantlı tarayıcı (Multi Spectral Scanner-MSS) ismi verilmiştir. Bu algılayıcıda her bir bant, dalga boyunun belirli bir aralığını içerir ve yeryüzünün farklı karakteristikleri hakkında bilgi verir (Şekil 4.5). Çizgi ve iterek tarama olarak iki türlü MSS vardır. Çizgi taramada tarama nokta nokta gerçekleşir ve sensörün algıladığı aralık bir çizgi olarak tarandıktan sonra diğer çizgiye geçilir. NOAA, AVHRR, Landsat-TM algılayıcıları bu şekilde çalışır. İterek taramada ise sensörün algıladığı aralıktaki çizgi bütünüyle aynı anda taranır ve diğer çizgiye geçilir. İkonos ve Orbview 3 gibi algılayıcılar bu şekilde tarama yaparlar. Dolayısıyla en düşük çözünürlükten en yüksek çözünürlüğe kadar MSS görüntüler mevcuttur.



Şekil 4.5: Landsat TM bantları ve kaydettikleri spektral aralıklar.

4.1.5. Hiperspektral Görüntüleyici (Görüntü spektrometre)

Bu algılayıcının çalışma şekli MSS ile benzerlik göstermektedir. Tek farklı yanı birkaç tane bantla sınırlı olmayıp 64-256 bant aralığında ve çok dar spektral aralıkta (5 – 10 nm) ölçüm yapar. Örneğin Şekil 4.5 te verilen bant 1, 0.45 – 0.54 µm aralığını kaydetmişken, hiperspektral görüntüleyici bu aralığı 50 bantta gösterir. Böylece neredeyse sürekli bir yansıma eğrisi üretilmiş ve yüzey cisimlerine ait en küçük yansıma detayları kaydedilmiş olur. Bundan dolayı kaydedilmiş spektral yansıma eğrisi ölçülen materyalin kimyasal bileşimi ve mikroskobik yapısına bağlı olarak değişiklik gösterir. Hiperspektral görüntüleyici verileri yüzeyin mineral içeriği, yüzey sularının klorofil içeriği veya asılı yük miktarlarının belirlenmesinde kullanılabilir. Şekil 4.6 Kuzey denizindeki asılı yük miktarını gösterir bir görüntüdür. Bu görüntüde deniz içerisindeki çok küçük unsurlardan oluşan asılı yükler hiperspektrometre görüntüleyici ile kolay bir şekilde tespit edilebilmektedir. Kırmızı renkler asılı yükün fazla olduğu alanları gösterirken mavi renk asılı yükün olmadığı alanları göstermektedir.



Şekil 4.6: Kuzey Denizi asılı yük miktarının gösterir görüntü.

4.1.6. Termal Tarayıcılar

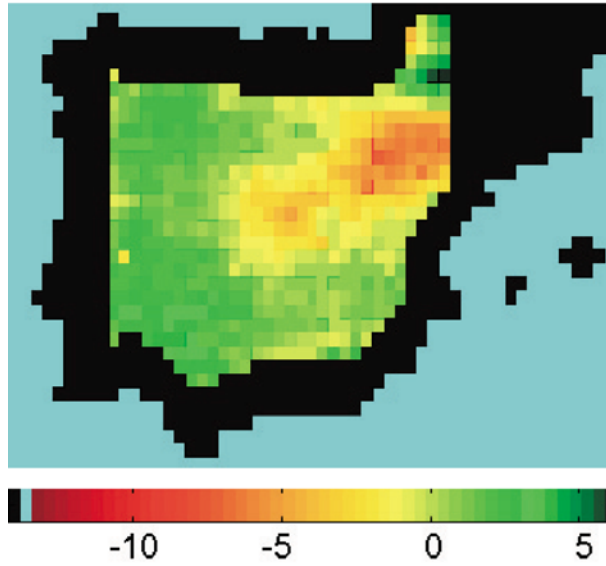
Bu tarayıcılar 8 – 14 μ m aralığındaki termal verileri ölçer. Bu aralıktaki dalga boyu direkt olarak objelerin sıcaklıkları ile ilişkilidir. Örneğin hava tahminlerinde bulut, kara ve deniz yüzeyi sıcaklık verilerinin bilinmesi gerekmektedir. Bundan dolayı meteoroloji için tasarlanmış uzaktan algılama sistemlerinin çoğunda termal tarayıcılar mevcuttur. Termal tarayıcılar ayrıca tarımsal kuraklık takibi, termik santrallerin soğutma su atıklarına ait sıcaklıkların takibi veya yeraltı kömür yangınlarının belirlenmesi gibi çalışmalarda kullanılabilmektedir. Şekil 4.7 gece vakti yeraltındaki kömür yangınlarını göstermektedir. Siyah olan alanlar soğuk yüzeyleri temsil ederken açık renkler ise sıcak yüzeyleri gösterir. Beyaz alanların çoğu yeraltındaki kömür yangınlarını gösterirken, kırmızı çember içindeki büyük beyaz alan kömür yangını göstermez. Bu beyazlık bir göl alanını gösterir. Bunun nedeni de suyun geceleri karalara göre daha sıcak olmasından kaynaklanır. Dolayısıyla böyle bir görüntünün doğru yorumlanmasında saha hakkında bilgi sahibi olunmasının büyük önemi vardır.



Şekil 4.7. Yeraltındaki kömür yangılarını gösterir görüntü.

4.1.7. Mikrodalga Radyometre

Yeryüzündeki obje yüzeylerinden yayılan ve EM spektrumun uzun dalga boyları olan 1 – 100 cm aralığını kaydeder. 0 Kelvin (-273 °C) üzerindeki ısıya sahip objeler enerji yayarlar. Bu enerji değeri oldukça az olduğu için geniş alanların ölçümü yapılır ve dolayısıyla mikrodalga radyometrenin mekânsal çözünürlüğü oldukça düşüktür. Pasif mikrodalga radyometre mineral çalışmalarında, toprak haritalamalarda, toprak nemliliği tahminlerinde ve kar ve buzul örtüsü belirlemelerinde kullanılabilir. Şekil 4.8 İber Yarımadasında, 10 yıllık süre içerisindeki toprak nemliliği değişim eğilimini göstermektedir. Kırmızı alanlar topraktaki nem oranını %5-10 arasındaki azalmayı göstermektedir. Görüntü çok büyük alanı kapladığı için çözünürlüğü oldukça düşüktür.



Şekil 4.8. İber yarımadasındaki toprak nemliliği değişimi.

Uygulamalar

- 1-** Elinizde mevcut fotoğraf makinesi ile bir yerin görüntüsünü çekiniz, hangi EM spektrumların algılandığı hakkında yorum yapınız.
- 2-** Pasif algılayıcıların üretmiş olduğu görüntülerin kullanım alanlarını araştırınız.

Uygulama Soruları

- 1- Hiperspektral görüntüleyici ile çok bantlı tarayıcıların benzer ve farklı yanları hakkında bilgi veriniz?
- 2- Termal tarayıcıların değişik kullanım alanlarına örnekler vererek nedenleri hakkında bilgi veriniz?
- 3- Pasif algılayıcıları enerji kaynaklarına göre güneş ve objelerin sıcaklığıyla çalışanlarını sınıflayınız?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde notunda uzaktan algılamada kullanılan algılayıcı türleri olan pasif ve aktif algılayıcıların tanımları ve özellikleri üzerinde durulmuştur. Pasif algılayıcılardan; gama ışını spektrometre, hava kameraları, video kameralar, çok bantlı tarayıcılar, hiperspektral görüntüleyici, termal tarayıcılar ve mikrodalga radyometre genel özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Uzaktan algılama uygulamalarının büyük bir kısmının bu algılayıcıların ürettiği görüntüler ile yapılmaktadır.

Pasif algılayıcıların her biri ile üretilen görüntülerin değişik uygulama alanları bulunmaktadır. Örneğin gama ışını spektrometresi ile özellikle gama ışını yansıtan potasyum, toryum ve uranyum gibi minerallerin tespitinde, hiperspektral görüntüleyicileri ile yüzeyin mineral içeriği, yüzey sularının klorofil içeriği veya asılı yük miktarlarının belirlenmesi, termal tarayıcılar ile de bünyesinde sıcaklık bulunduran özelliklerin tespiti, mikro dalga radyometre ile mineral çalışmaları, toprak haritalamaları, toprak nemliliği tahminleri ve kar-buzul örtüsü belirlemelerinde kullanılabilmektedirler. Özellikle çok bantlı tarayıcılar ile elde edilen MSS görüntüler ile uydu görüntülerinin değişik alanlara uygulamaları artış göstermektedir.

Bölüm Soruları

1. Aşağıdakilerden hangisi çok bantlı tarayıcı ile hiperspektral tarayıcıların benzer özelliklerinden değildir?

- a) Yerden yansıyan elektromanyetik spektrumu tarayarak ölçer
- b) Birden çok bant bulunur
- c) Değişik dalga boylarını algırlar
- d) Spektral bant aralıkları çok fazla sıktır (5-10 nm)
- e) Kullanım alanları değişiktir

2. Aşağıdakilerden hangisi çok bantlı tarayıcıların (MSS) özelliklerinden değildir?

- a) Dalga boyu aralığı görünür ve kızılötesi bölgedir
- b) Birçok spektral aralıkta bant özelliğine sahiptir
- c) Çizgi ve iterek tarama şeklinde iki türdür
- d) Kendi enerjisini kendisi üretir
- e) Landsat TM çok bantlı tarayıcı örneğidir

3. Aşağıdakilerden hangisi pasif algılayıcılardan birisidir?

- a) Lazer tarayıcılar
- b) LiDAR
- c) Radar altimetre
- d) Görüntü radar
- e) Hiperspektral görüntüleyici

4. Mineroloji çalışmalarında büyük önemi vardır.

- Yerden birkaç yüz metre yukarıdan uçaklarla çekim yapılır
- Çok kısa dalga boyları ölçüldüğü için atmosferik soğrulmaya uğrarlar

Yukarıda özellikleri verilen algılayıcı aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Gamma ışını spektrometre
- b) Hava kamerası

- c) Video kamera
- d) Çok bantlı tarayıcı
- e) Termal tarayıcılar

5. Aktif ve pasif algılayıcıların temel farkı aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Çok bantlı olmaları
- b) Birçok dalga boyunu ölçebilmeleri
- c) Uygulama alanlarının çok geniş olması
- d) Değişik çözünürlüğe sahip olmaları
- e) Enerjilerini farklı kaynaklardan sağlamaları

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. Harici bir enerji kaynağına ihtiyaç duyar ve kendileri enerji üretemeyen algılayıcılara denir.

7. Elektromanyetik enerjiyi ölçen ve kaydeden alete denir.

8. Gama ışınlarını yayması bakımından, ... ve minerallerinin belirlenmesinde daha çok kullanılırlar.

9. Birkaç tane bantla sınırlı olmayıp 64-256 bant aralığında ve çok dar spektral aralıkta (5 – 10 nm) ölçüm yapan algılayıcılara Denir.

10. Termal tarayıcılar µm aralığındaki termal verileri ölçerler.

Cevaplar

1)d, 2)d, 3)e, 4)a, 5)e, 6)Pasif algılayıcı, 7) algılayıcı (sensör), 8) Potasyum (K)-Toryum (Th)- Uranyum (U) 9)Hiperspektral görüntüleyici, 10) 8 – 14.

5. ALGILAYICILAR (AKTİF)

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

- 5.1. Aktif Algılayıcılar**
 - 5.1.1. Lazer Tarayıcılar**
 - 5.1.2. RADAR**
 - 5.1.3. Radar Altimetre**
 - 5.1.4. Sonar**

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Aktif algılama ne demektir?
- 2- Başlıca aktif algılama sensörleri nelerdir?
- 3- Neden aktif sensörler kullanılır?
- 4- Aktif sensörlerin kullanım alanları nelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Aktif algılayıcılar	Uzaktan algılamanın kullanılan aktif algılayıcıların neler olduğunu bunların özellikleri hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Aktif algılayıcılar	Uzaktan algılamada kullanılan aktif algılayıcıların nerelerde kullanıldığı hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Aktif algılayıcılar
- RADAR
- Lazer tarayıcı
- Radar altimetre
- Sonar

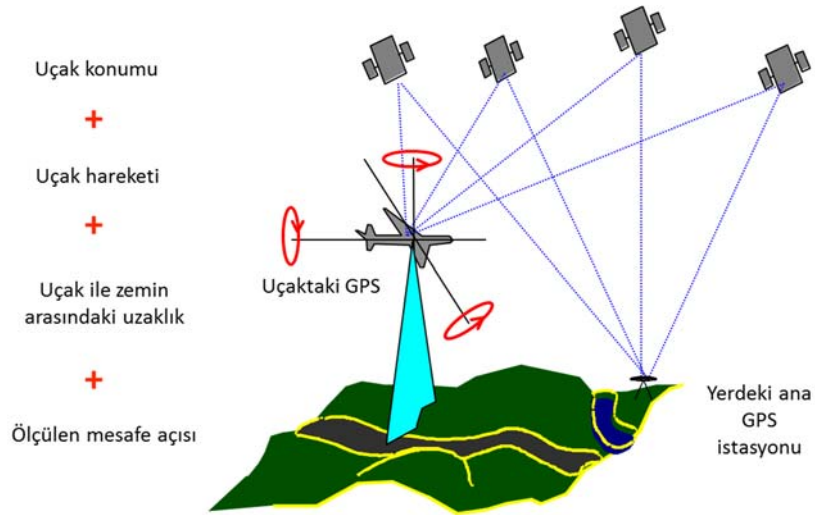
Giriş

Bu bölümde uzaktan algılamada kullanılan algılayıcı türlerinden aktif algılayıcılardan lazer tarayıcılar, radarlar, radar altimetre ve sonarlar incelenecektir. Bir önceki bölümde değinildiği üzere, aktif sensörler dış bir kaynaktan enerjiye ihtiyaç duymazlar. Kendi enerjilerini kendileri üretirler. Bu nedenle bu bölüm altında incelenecek olan sensörlerin tamamı kendi enerjilerini kendileri üretmektedir. Dolayısıyla hava şartlarından minimum derecede etkilenmektedirler. Gece-gündüz algılama yapabilme kapasiteleri vardır. Bu nedenler pasif algılayıcıların yanında bu algılayıcıların da öğrenilmesinde yarar vardır.

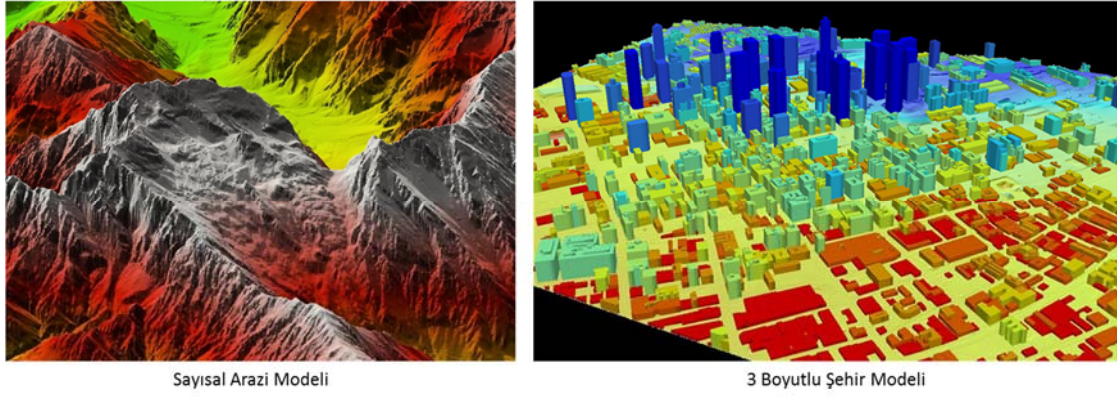
5.1. Aktif Algılayıcılar

5.1.1. Lazer Tarayıcılar

Bazı yönlerden radara benzeyen farklı bir aktif sensördür en güzel örneği Lidar'dır (Light Detection and Ranging). Lidar görünür ve yakın kızılötesi dalga boylarındaki lazer ışınlarını saniyede binlerce olacak şekilde yüzeye gönderir. Bu ışınlardan bazıları geri yansır. Geri yansıyan ışınların geri dönüş zamanları ve yoğunlukları ölçüm parametresi olarak kullanılır. Lidar aleti uzay ve hava platformlarında kullanılır ve gece ve gündüz çalışabilir. Lidar ile yükseklik belirlenebilir, hedeflerin içine nüfuz etmesiyle ağaç yükseklikleri, dış yüzey özellikleri ve fazla derin olmayan suların derinlikleri belirlenebilir. Lazer tarayıcılar, genel olarak uçak ve helikoptere monte edilir ve sensör ile zemin arasındaki mesafeyi ölçmek amaçlı olarak lazer ışınları kullanılır. Bu mesafe ölçümü daha sonra uydu sistemleri kullanılarak sensörün gerçek konumu ile birlikte değerlendirilir ve böylece arazinin yüksekliği hesaplanmış olur (Şekil 5.1). Lazer tarayıcılar ile çok yüksek çözünürlükte Sayısal Arazi Modelleri (SAM) ve 3 boyutlu şehir modelleri üretilebilmektedir (Şekil 5.2). Lazer tarayıcıların taşınabilir olan yersel lazer tarayıcıları da araçlara veya zemine monte edilerek oblik ve enine ölçümler yapılabilir.



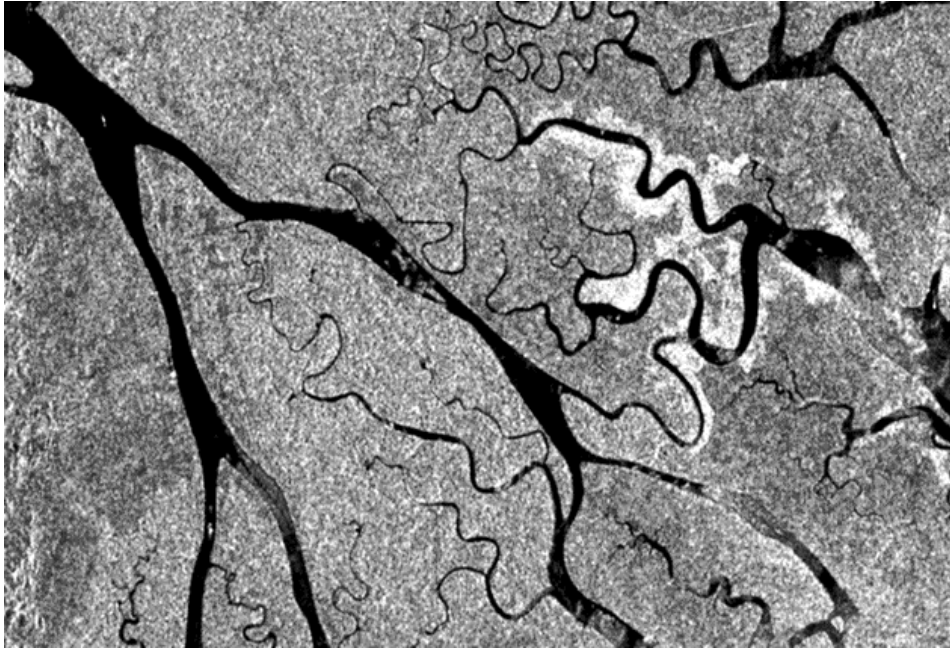
Şekil 5.1: Lazer tarayıcıların çalışma prensibi.



Şekil 5.2: Lazer tarayıcılarla üretilmiş SAM ve 3 boyutlu şehir modeli.

5.1.2. Radar (Radio Detection and Ranging)

Radar enstrümanları 1 – 100cm aralığındaki dalga boylarıyla çalışırlar. Farklı dalga boyu bantlarının kullanılması yüzeyin farklı fiziksel karakteristiklere sahip olmasından dolayıdır. Radar, aktif algılayıcı sistem olduğu için kullanılan dalga boyları bulutları geçebilir ve gece – gündüz ve bütün hava şartlarında görüntü alımı yapabilir. Radarların çalışma prensipleri lazer tarayıcılara benzer ve sensörden gönderilen dalgaların yeryüzündeki objelere çarptıktan sonra geri dönüş yoğunluğu ve zamanına bağlı olarak görüntüler elde edilir. Radar algılayıcılarının ürettiği görüntüler pasif algılayıcılarına pek benzerlik göstermez. Bu görüntülerde her bir bant siyah ile beyaz arasında gri tonlarda ve daha pürüzlü olarak gözükmetedir (Şekil 5.3). Radar görüntülerde su ve yerleşmeler diğer arazi örtülerine göre daha kolay ayırt edilebilirler.



Şekil 5.3: Radar görüntüsü örneği.

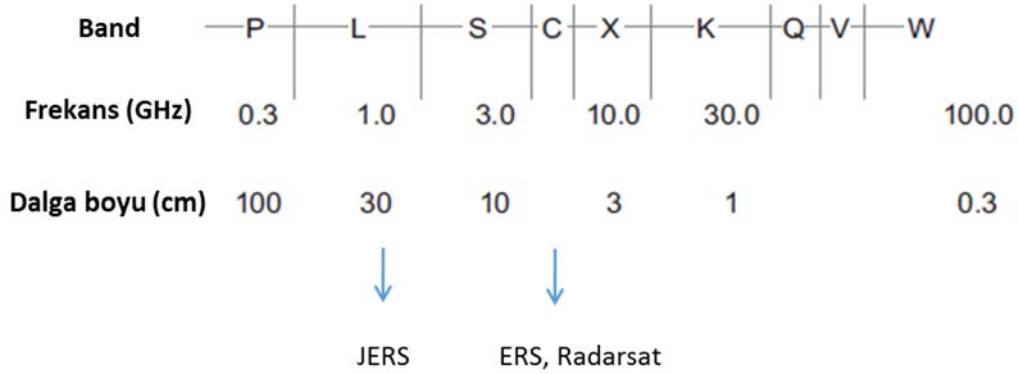
Şekil 5.3 incelendiğinde su radar dalgalarını soğurduğu ve geriye sinyal göndermediği için siyah renkte, yerleşmeler de yapısal özelliklerine bağlı olarak gelen dalgaların her yöne saçılması ve yüksek miktarda geri sinyal dönüşünden dolayı beyaz olarak görülür. Günümüzde iki türlü Radar sistemi vardır. Bunlar;

- **RAR (Real Aerture Radar) Sistemleri:** Sinyalleri gönderen ve kaydeden anten uzunluğu azdır ve buna bağlı olarak çözünürlük düşüktür.
- **SAR (Synthetic Aerture Radar) Sistemleri:** Anten uzunluğu fazladır buna bağlı olarak da çözünürlüğü yüksektir. Günümüzde birçok hava ve uzay radar sistemleri bu tip radarı kullanmaktadır.

Radarlar meteoroloji, hidroloji ve oşinografi çalışmalarında yoğun olarak kullanılırlar. Radarlar aktif sistemler oldukları için iki önemli avantajı vardır. Bunlar;

- Veri elde etme herhangi bir zamanda (gece dâhil) mümkündür.
- Dalga boyları aktif olarak üretildiği için sinyal karakterleri (dalga boyu, polarizasyon, geliş açısı vb.) tamamen kontrol edilebilmektedir.

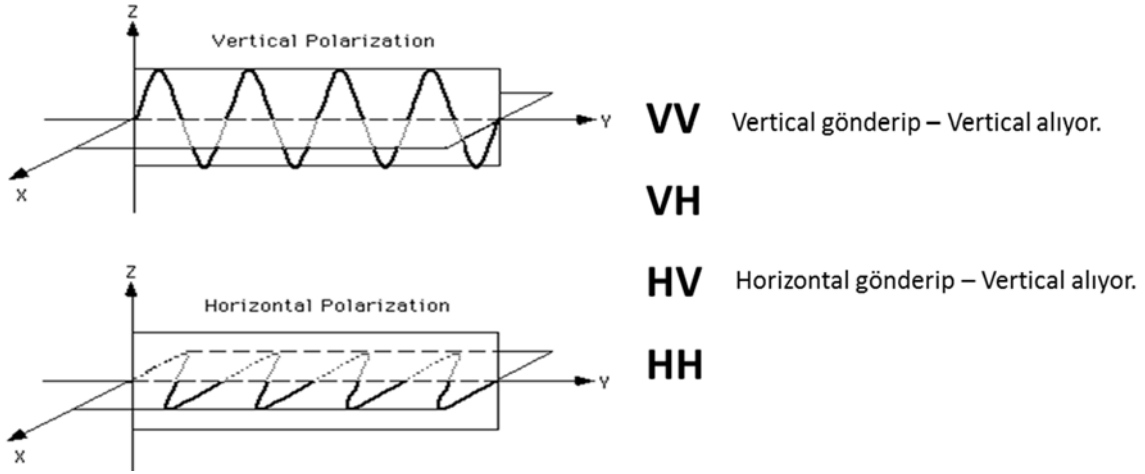
Radarlar optik uzaktan algılama gibi bir veya birden fazla bantla çalışır. Bu bantlar harflerle ifade edilir (Şekil 5.4). Multi spektral bantlar gibi farklı radar bantları da objelerin farklı karakterleri hakkında bilgi verir.



Şekil 5.4: Radarların dalga boyları ve bant özellikleri.

Radar uzaktan algılamada önemli olan konulardan birisi de Polarizasyon dur. Radarların dalga boyunu gönderme ve alma şeklindeki farklılıklar, farklı görüntülerin oluşmasını ve değişik bilgilerin elde edilmesini sağlar. Gönderilen ve alınan dalgalar dikey (vertical) veya yatay (horizontal) ya da bunların kombinasyonu şeklinde olabilmektedir (Şekil 5.5). Buna bağlı olarak dört şekil polarizasyon orataya çıkar. VV (vertical-vertical), dikey dalgayı gönderip dikey geri alır; VH (vertical-horizontal), dikey gönderip yatay geri alır; HV

(horizontal-vertical), yatay gönderip dikey geri alır; HH (horizontal-horizontal), yatay gönderip yatay geri alır. Farklı polarizasyonlu ve farklı bandların kullanımıyla değişik ve spesifik konularda uygulamalar yapılabilmektedir. Örneğin tarım alanlarını sınıflamak gibi.

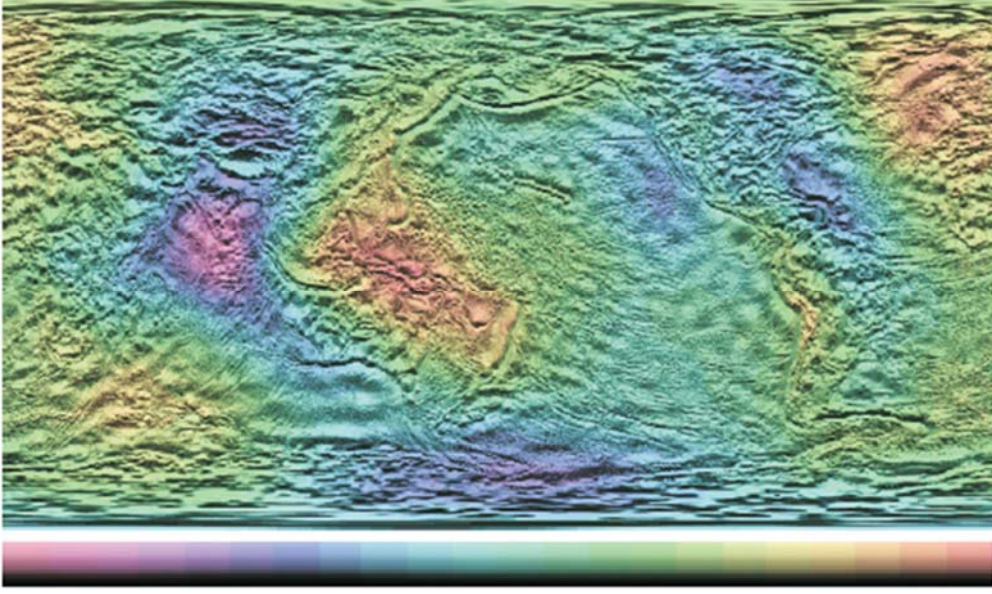


Şekil 5.5: Farklı polarizasyon şekilleri.

Radarlar yan bakış (side looking) geometriye sahip olduklarından radar görüntüleri birçok geometrik ve radyometrik bozulmalara maruz kalır. Arazinin yükseltisine bağlı olarak foreshortening, layover ve shadow problemleriyle karşılaşılır. Bunun yanında aynı alanın iki stereo radar görüntüsüyle arazi yükseklik verisi elde edilebilir. Benzer şekilde SAR Interferometri (INSAR) hemen hemen aynı yerin iki görüntüsünü elde eder. Çalışması, farklı zamanda aynı yerin görüntüsü şeklinde veya aynı anda iki farklı sensörün görüntü elde etmesi esasına dayanır. Böylelikle yüzeyin yükseltisi, yüzeydeki deformasyonların hassas olarak (5 cm ve altı) belirlenmesinde kullanılmaktadır.

5.1.3. Radar Altimetre

Radar altimetre, uydu yörüngesine paralel olarak topografik profil üretmede kullanılır. Profiller görüntü şeklinden ziyade tek bir çizgi ölçümü şeklindedirler. Radar altimetreler 1 – 6 cm dalga boylarıyla çalışır ve 2 – 5 cm hassasiyette yükseklik verisi üretirler. Radar altimetreler okyanus yüzeyi gibi daha pürüzsüz yüzeyleri (Şekil 5.6) ve kıtasal arazi modellerinin küresel ölçekli haritalanmasında kullanışlıdır.



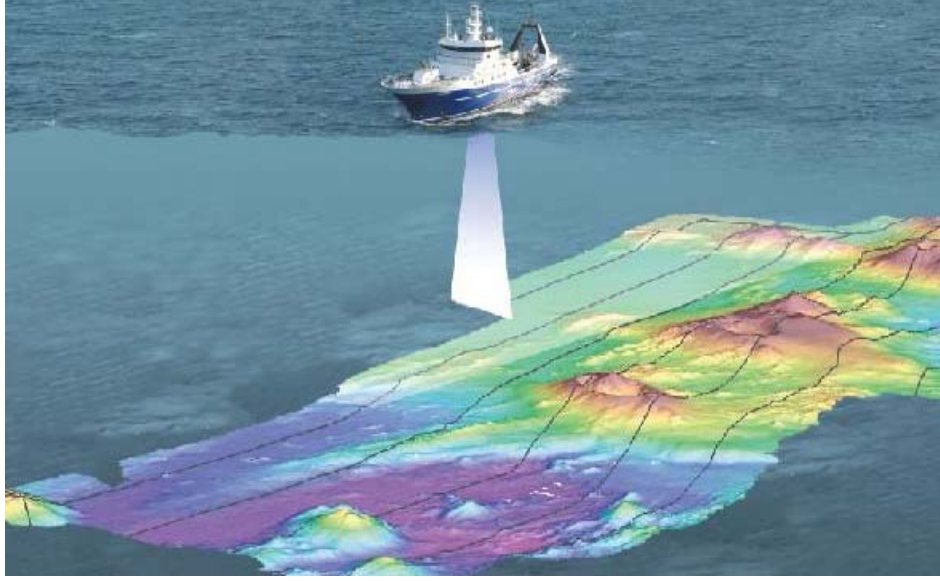
Şekil 5.6: Okyanus tabanlarına bağlı deniz yüzeyi yükseltileri.

5.1.5. Sonar (Sound Navigation Ranging)

Sonarlar aktif sistemler oldukları için bu kısım altında değinilmiştir. Bu sistemler, deniz tabanı topografyasını haritalamada ve su altındaki bazı pürüzlülükleri belirlemede kullanılır (Şekil 5.7). Sonar gemiden gönderilen ses dalgalarıyla çalışır. Bu dalgalar deniz tabanına değeri ve geri yansır. Geçen zamanın değerlendirilmesiyle su derinliği ve deniz dibi topografyasının çıkartılmasını sağlar. Daha gelişmiş sistemlerde gönderilen sinyallerin geri dönme sıklığı ile de deniz dibindeki materyal hakkında bilgi edinilmesi sağlanır.

En basit şekliyle gemiye monte edilmiş sonar düz bir şekilde deniz dibine bakar ve radar altimetre gibi çalışır. Deniz tabanını tarayan ve görüntü veren Yan Taramalı Sonar (Side Scan Sonar) ve Çok Dalgalı Ekosounder (Multi-beam Echosounder) olmak üzere iki türlü sonar mevcuttur. Okyanus tabanlarının geniş alanlarını en doğru şekliyle görüntüye dönüştüren sistem yan taramalı sonarlardır. Bu doğruluklarına bağlı olarak 1 cm altındaki küçük objelerin belirlenmesi bile bu sistemle mümkündür. Yan taramada dalga'nın şekli sonuç görüntünün oluşturulmasında esastır. Temelde, yan taramalı sonarda akustik dalga yatay yönde çok küçük (yaklaşık 0.1 derece), dikey yönde ise çok geniştir (40-60 derece).

Sonar verileri kullanılarak su kütlelerinin tabanlarını eşderinlik haritaları üretilebilir. Böylelikle batimetri haritaları üretilmiş olur.



Şekil 5.7: Sonar ile deniz tabanı topografyasının çıkartımı.

Uygulamalar

- 1-** Lazer tarayıcılarla üretilen Sayısal Arazi Modellerinin kullanım alanları nereler olabilir, araştırınız.
- 2-** Pasif ve aktif algılayıcıların üretmiş olduğu görüntülerin kullanım alanlarını araştırınız?

Uygulama Soruları

- 1- Pasif ve aktif algılayıcıları tanımlayınız ve çalışma prensipleri hakkında bilgi veriniz?
- 2- Radar görüntülerin pasif algılayıcıların ürettiği görüntülerden farklı olmasının nedenleri nelerdir?
- 3- SAM üretmede kullanılan aktif ve pasif algılayıcıları hangileridir?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde notunda uzaktan algılamada kullanılan algılayıcı türü olan aktif algılayıcılardan lazer tarayıcılar, radarlar, radar altimetre ve sonarlar hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Buna göre aktif sistemler, pasiflere göre kendi enerjilerini kendileri üretmesi bakımından ayrılırlar. Dolayısıyla dalga boyu ve özellikleri kolay bir şekilde ayarlanabilir. Bu sistemlerin en önemli özelliklerinden birisinin de gece-gündüz görüntü elde edebilmeleridir.

Lazer tarayıcılar, genel olarak uçak ve helikoptere monte edilir ve sensör ile zemin arasındaki mesafeyi ölçmek amaçlı olarak lazer ışınları kullanılır. Bu mesafe ölçümü daha sonra uydu sistemleri kullanılarak sensörün gerçek konumu ile birlikte değerlendirilir ve böylece arazinin yüksekliği hesaplanmış olur. Lazer tarayıcılar ile çok yüksek çözünürlükte Sayısal Arazi Modelleri (SAM) ve 3 boyutlu şehir modelleri üretilebilmektedir. Radar enstrümanları 1 – 100cm aralığındaki dalga boylarıyla çalışırlar. Farklı dalga boyu bantlarının kullanılması yüzeyin farklı fiziksel karakteristiklere sahip olmasından dolayıdır. Radar görüntülerde su ve yerleşmeler diğer arazi örtülerine göre daha kolay ayırt edilebilirler. Radarlar meteoroloji, hidroloji ve oşinografi çalışmalarında yoğun olarak kullanılırlar. Radar altimetre, uydu yörüngesine paralel olarak topografik profil üretmede kullanılır. Radar altimetreler 1 – 6 cm dalga boylarıyla çalışır ve 2 – 5 cm hassasiyette yükseklik verisi üretirler. Sonarlar deniz tabanı topografyasını haritalamada ve su altındaki bazı pürüzlülükleri belirlemede kullanılır. Sonar gemiden gönderilen ses dalgalarıyla çalışır. Bu dalgalar deniz tabanına değer ve geri yansır. Geçen zamanın değerlendirilmesiyle su derinliği ve deniz dibi topografyasının çıkartılmasını sağlar.

Bölüm Soruları

1. Aşağıdakilerden hangisi aktif algılayıcılardan birisidir?

- a) Lazer tarayıcılar**
- b) Çok bantlı tarayıcılar**
- c) Termal tarayıcılar**
- d) Gamma ışını spektrometre**
- e) Video kameralar**

2. Aşağıdaki algılayıcılardan hangisi kendi enerjisini kendisi üretmez?

- a) SONAR**
- b) LiDAR**
- c) RADAR**
- d) RADAR ALTiMETRE**
- e) LANDSAT**

3. - Uydu yörüngesine paralel topografik profil üretilir

- 1-6 cm arası dalga boylarıyla çalışır**
- Okyanus yüzeyleri ve kıtasal arazi modelleri üretilebilir**

Yukarıda özellikleri verilen algılayıcı aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Radar altimetre**
- b) Radar**
- c) Sonar**
- d) Lazer tarayıcı**
- e) Hiperspektral tarayıcı**

4. Aşağıdakilerden hangisi Radarlardaki mevcut polarizasyonlardan değildir?

- a) Dikey- dikey (VV)**
- b) Yatay-yatay (HH)**
- c) Yatay-dikey (HV)**

d) Dikey-yatay (VH)

e) Oblik-yatay (OY)

5. Gece vakti gerçekleşmiş olan taşkın afetini çalışacak olan bir kişi aşağıdaki algılayıcılardan hangisinin görüntüsünü kullanabilir?

a) Lazer tarayıcı

b) Radar altimetre

c) Radar

d) Sonar

e) Hiperspektral tarayıcı

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. Lazer tarayıcılar ile çok yüksek çözünürlükte ve üretilabilmektedir

7. anten uzunluğu fazladır buna bağı olarak da çözünürlüğü yüksektir. Günümüzde birçok hava ve uzay radar sistemleri bu tip radarı kullanmaktadır.

8. Radarlarda dalga boyları aktif olarak üretildiğı için tamamen kontrol edilebilmektedir..

9. alışması farklı zamanda aynı yerin görüntüsü şeklinde veya aynı anda iki farklı sensörün görüntü elde etmesi esasına dayanana tekniğe denir.

10. Radar uzaktan algılamada önemli olan konulardan birisi de dur. Radarların dalga boyunu gönderme ve alma şeklindeki farklılıklar, farklı görüntülerin oluşmasını ve değışik bilgilerin elde edilmesini sağlar.

Cevaplar

1)a, 2)e, 3)a, 4)e, 5)c, 6)Sayısal Arazi Modelleri - 3 boyutlu şehir modelleri 7)SAR, 8) sinyal karakterleri, 9)InSAR, 10) Polarizasyon.

6. PLATFORMLAR I

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

- 6.1.** Platform ve Özellikleri
- 6.2.** Yörünge ve Özellikleri
- 6.3.** Yeryüzü Görüntüleme Sistemleri
 - 6.3.1.** Düşük Çözünürlüklü Sistemler
 - 6.3.2.** Orta Çözünürlüklü Sistemler

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Kaç tür platform vardır, özellikleri nelerdir?
- 2- Uyduların kullandıkları yörüngeler ve özellikleri nelerdir?
- 3- Yeryüzü görüntüleme sistemleri kaç çeşittir, örnek veriniz?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Platform ve özellikleri	Sensörleri taşıyan platformalar hakkında bilgi sahibi olur	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Yörünge ve özellikleri	Uyduların kullandıkları yörüngeleri ve özelliklerinin neler olduğunun kavranması.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Düşük çözünürlüklü sistemler Orta çözünürlüklü sistemler	Değişik yeryüzü görüntüleme sistemlerinden düşük ve orta çözünürlüklü sistemlerin neler olduğu, bunların genel özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

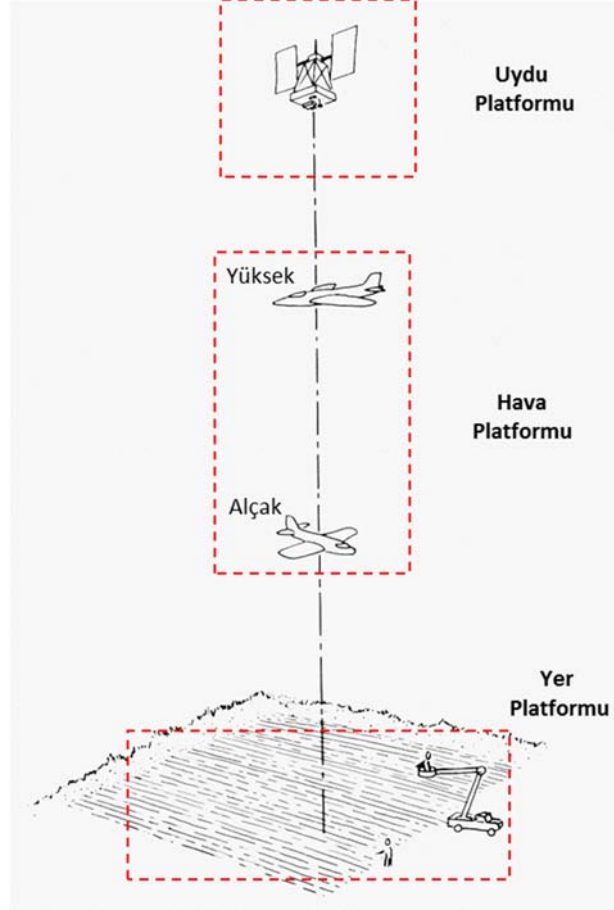
- Platformalar
- Yörüngeler
- Düşük çözünürlüklü sistem
- Orta çözünürlüklü sistem

Giriş

Bu bölümde, bir önceki bölümde işlenen algılayıcıları taşıyan araçlar olan platformlar (uzay, hava ve yer) ve özellikleri, yörünge (kutupsal, güneş eşlemeli ve geostationary) ve özellikleri ile yeryüzü algılama sistemlerinden düşük ve orta çözünürlüklü sistemler üzerinde durulacaktır. Uzaktan algılama ile yapılacak çalışmalarda hangi uydunun verisinin kullanılacağı bu bölüm ve gelecek bölümlerdeki platformlarla ilgili konulardan öğrenilecektir.

6.1. Platform ve Özellikleri

Platform, uydu ve uçak gibi bir araç olup belirli bir amaç doğrultusunda ekipman ve sensörleri taşımak için kullanılır. Uzaktan algılamada kullanılan sensörleri taşıyan araçlar, yerden birkaç santimetre yükseklikte olabildiği gibi uzayda 36000 km uzaklıkta veya ötesinde olabilmektedir. Dolayısıyla platformları 3 alt başlıkta incelemek mümkündür. Bunlar; uzay platformları, hava platformları ve yer platformlarıdır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Değişik yükseklikteki platformlar.

a) Uzay Platformları: Bu platformlar uzayda bulunurlar ve taşıdıkları sensörlerle uydu görüntüleri elde edilir. Uydular uzaya roketlerle fırlatılır. Dünyayı gözlemleyen uydular 150 km ile 36000 km arasında değişen bir yüksekliğe sahiptir. Buna bağlı olarak geniş alanları algılama yapabilirler (Şekil 6.1). Bu platformların yörüngeleri sabit ve sürekli. Uydularla elde edilen veriler bantlar üzerine kaydedilir veya telemetri ile yeryüzü istasyonlarına gönderilir. Uzay platformlarının yörünge seçimi uydunun amacına göre değişiklik gösterir. Örneğin büyük alanların devalı olarak veya daha küçük alanların detaylı gözetlenmek istenmesi gibi farklı amaçlar için farklı yörünge seçimi gerçekleştirilir. Son zamanlarda nispeten küçük ve ağırlığı fazla olmayan (1 – 100 kg) ve aynı zamanda da çok daha düşük maliyetli uydular geliştirilmiştir.

b) Hava Platformları: Sensörleri taşımak için özel olarak tasarlanmış hava araçlarıdır. Bir hava aracının algılayıcı veya tarayıcıyı taşıyabilmesi için tabanda bir delik veya özel uzaktan algılama alanına ihtiyaç duyar. Bu platformlar balon, helikopter ve uçaklardan oluşur. Platform ve sensörlere bağlı olarak hava gözlemleri 100 m altından başlayıp 40 km yukarıya kadar çıkabilir. Böylece farklı ölçek ve çözünürlükte algılama yaparlar. Uydu platformlarına göre hava platformlarının algılama alanı bulundukları yüksekliklere bağlı olarak daha küçüktür ve aynı zamanda hava koşullarından etkilenirler (Şekil 6.1). Dolayısıyla hava araçlarının uçuşuna engel olabilecek hava şartlarında kullanılamazlar. Hava platformlarıyla hava fotoları elde edilir ve fotogrametri çalışmaları yapılır.

c) Yer Platformları: Bu platformlar genellikle yersel doğrulama ve simülasyonlar için kullanılırlar. Daha detaylı ve güvenilir veri sağlarlar. Algılama alanları bulundukları konum itibarıyla çok daha küçüktür (Şekil 6.1). Yersel radar ve lazer tarayıcılar örnek olarak verilebilir.

6.2. Yörünge ve Özellikleri

Uzay uzaktan algılama sistemlerinde, uyduların Dünya etrafında kat ettikleri yoluna yörünge ismi verilir. Uydular sahip oldukları yörünge özelliklerine göre yeryüzünü algılama kapasiteleri ve özellikleri değişiklik gösterir. Dolayısıyla dünya üzerinde meteorolojide olduğu gibi sürekli gözlemlemenin ve arazi örtüsü haritalamasının küresel ölçekte yapılabilmesi gibi değişik olaylar için değişik yörüngeli uydulara ihtiyaç duyulur. Uzaktan algılama kapsamında aşağıda belirtilen yörünge özelliklerinin bilinmesinde fayda vardır.

- **Yörünge Yüksekliği:** Yörünge yüksekliği, uydu ile dünya yüzeyi arasındaki mesafeyi (km) temsil eder. Farklı yüksekliklere bağlı olarak yörünge alçak seviyeli ve yüksek seviyeli yörünge olmak üzere iki ayrılır. Alçak seviyeli yörünge yüksekliği aralığı 150-1000 km arasında yer alırken, yüksek seviyeli (Geostationary) yörünge ise yerden 36000 km'de yer alır. Bu yükseklik farklılığı algılanan alanın genişliğine ve görüntünün çözünürlüğüne etki eder.
- **Yörünge Eğikliği:** Yörünge çizgisi ile ekvator çizgisi arasındaki derece cinsinden açıya verilen isimdir. Yörünge eğiklik açısı, sensörün görme alanı ile birlikte hangi paralele kadar gözlemleyebileceğini belirler. Örneğin yörünge eğiklik açısı 60° ise, uydu 60° kuzey ve 60° güney paralelleri arasında uçar. Bu durumda eğer uydunun yörünge yüksekliği alçak seviyeli ise 60° paralellerinin üst paralelindeki alanları gözlemleyemez.
- **Yörünge Periyodu:** Uydunun dakika olarak bir tam yörüngesini tamamlama zamanıdır. Örneğin, 806 km yüksekliğe sahip kutup yörüngeli bir uydu 101 dk. Turunu tamamlar. Uydunun hızı ise 23700 km/saattir. Bu hız normal uçak hızı olan

400 km/s yaklaşık 60 kat daha hızlı demektir. Platformun hızı görüntü tipi üzerinde etkiye sahiptir.

- **Tekrarlama Aralığı:** Uydunun gün olarak aynı lokasyonu ikinci kez çekebilmesi ve aynı yörüngeye gelebilmesi için geçen zamandır. Her uydunun farklı yörünge özelliklerine bağlı olarak tekrarlama aralığı farklılık gösterir. Örneğin Landsat-7 uydusunun tekrarlama aralığı 16 gündür. Yani Landsat-7 uydusu dünya üzerindeki bir lokasyonun görüntüsünü 16 günde bir tekrar çeker.

Uzaktan algılama araçlarında yaygın olarak kullanılan yörünge tipleri aşağıdaki gibidir;

a) Kutupsal Yörünge: Yörünge eğiklik açısı 80° - 90° arasında olan yörünge'dir. Yörünge açısının 90° üstünde olması demek, uydunun hareketinin batı yönünde olduğunu gösterir. Uydunun hareketinin doğu yönlü olması daha az enerji kullanmasına neden olur. Bunun sebebi, dünyanın hareketinin doğuya doğru olmasındandır. Kutupsal yörüngeli uydular 600 – 1000 km yükseklikte olup hemen hemen bütün dünyayı gözlemleyebilirler.

b) Güneş Eşlemeli Yörünge: Kutuplara yakın yörünge'dir. Bunun tercih nedeni, uydunun her zaman tepe noktasından aynı zamanda geçmesidir. Bunu başarmak için yörünge eğikliğinin 98° – 99° arasında iyi ayarlanması gerekmektedir. Bir çok güneş eşlemeli yörüngeye sahip uydular ekvatoru yerel saate göre 10:30'da geçerler. Bu zamanda Güneş'in açısı düşük olup oluşan gölgeler arazi rölyefini ortaya çıkarırlar. Ayrıca, bu yörüngeye sahip uydular dünyanın karanlık yüzünde gece vakti görüntü kaydedebilirler (termal ve radarlar için). Polar ve güneş eşlemeli uydulara örnek Landsat, Spot ve IRS verilebilir.

c) Geostationary Yörünge: Ekvatorun tam üzerinde konumlanan uydulara ait yörünge'dir. Dolayısıyla yörünge eğikliği 0° dir. Yörünge yükseklikleri ise yaklaşık 36000 km dir. Bu uzaklığa bağlı olarak uydunun yörünge periyodu dünyanın dönme periyoduna eşittir. Geostationary yörüngeleri meteoroloji ve haberleşme uyduları için kullanılır. Günümüzde meteoroloji uyduları hem geostationary hem de polar yörüngeyi kullanırlar. Geostationary uydular dünyanın hemen hemen yarısının sürekli görüntüsünü alırlar, polar uydular ise yüksek çözünürlüklü görüntü sunarlar.

6.3. Yeryüzü Görüntüleme Sistemleri

Yeryüzü görüntüleme sistemlerini kendi içerisinde 5 grupta toplayabiliriz. Bunlar;

- Düşük çözünürlüklü sistemler (çözünürlük 1-5 km arası),
- Orta çözünürlüklü sistemler (çözünürlük 10 - 100 m arası),
- Yüksek çözünürlüklü sistemler (çözünürlük 10 m altında),

- Hiperspektrometre sistemleri (yüksek spektral çözünürlüklü),
- Radar sistemleridir.

Aşağıda bu sistemlerde mevcut olan ve yaygın olarak kullanılan bazı uydular hakkında bilgi verilecektir.

6.3.1. Düşük Çözünürlüklü Sistemler

Meteosat: Meteosat Geostationary bir uydu olup, Dünya Meteoroloji Organizasyonuna ait uzay programı çerçevesinde kullanılmaktadır. Bu programın tamamı 30-40 arası kutupsal ve geostationary yörüngeye sahip uyduyu kapsamaktadır. Meteosat uyduları Avrupa organizasyonu olan Eumetsat'a aittir. İlk Meteosat uydusu 1977'de yörüngesine yerleştirilmiştir. Meteosat 8 ise 2002'de uzaya fırlatılmıştır. Meteosat ikinci jenerasyonun ilk uydusu olması dolayısıyla spektral, mekânsal, radyometrik ve zamansal çözünürlükleri oldukça gelişmiştir (Tablo 6.1.). Günümüz itibarıyla Meteosat 9- 10'da aktif durumdadır. Bu uydularla yağış tahminleri, yüzey sıcaklıkları, deniz yüzeyi sıcaklıkları, orman yangınları, volkanik aktiviteler gibi konularda bilgi elde edilir.

Tablo 6.1. Meteosat-8 uydusuna ait bazı özellikler.

Sistem	Meteosat-8
Sensör	SEVIRI (Spinning Enhanced VIS and IR Imager)
Swath genişliği	Tüm Dünya (FOV: 18°)
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	15 dk.
Spektral bantlar (Spektral Çözünürlük - μm)	0.5-0.9 (PAN - Pankromatik) 0.6, 0.8 (VIS – Visible) 1.6, 3.9 (IR – Infrared) 6.2, 7.3 (WV- Water Vapour) 8.7, 9.7, 10.8, 12.0, 13.4 (TIR- Thermal Infrared)
Piksel büyüklüğü (Mekansal Çözünürlük)	1 km PAN , 3 km (Diğer bantlar)

SEVIRI sensörüne ait spektral bantlar meteorologlar açısından önemli olan olayların incelenmesi için tercih edilir. Bu bantlar; Pankromatik (siyah-beyaz -PAN) bant, orta-kızılötesi bantları ki bunlar atmosfer içerisindeki su buharı (WV) hakkında bilgi verir ve Termal bantlardır (TIR). Termal verilerle bulutlu günlerde bulutların üst kısmına ait sıcaklıklar elde edilir, bu da yağış tahmini için önemlidir. Bulutsuz havalarda termal verilerle kara ve deniz sıcaklıkları izlenip anomaliler ortaya konabilmektedir.

NOAA: NOAA'nın açılımı National Oceanic and Atmospheric Administration olup ABD'ye ait bir uydudur. NOAA uydusu üzerinde yeryüzünü gözlemlemek için AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) sensörü mevcuttur. İlk TIROS uydusuyla başlayan (1978) ve NOAA (1981) serisi ile devam eden uydulardan oluşmaktadır. Günümüzde NOAA serilerinin en sonuncusu NOAA-19 2009 da fırlatılmış ve aktif durumdadır. Ayrıca NOAA, hem GOES (Geosataionary Operational Environmental Satellites) hem de POES (Polar Orbiting Environmental Satellites) bünyesinde barındırır. NOAA uydusunda bulunan AVHRR sensörü (Tablo 6.2) geniş görüş açısı ve çizgi tarama tekniğine bağlı olarak bir tarama çizgisi üzerindeki zemin hücrelerinde büyük farklılıklar gibi özelliklere sahiptir. AVHRR verisi Meteosat'tan daha detaylı bilgi verdiği için meteorolojik tahminlerde her gün kullanılır. Ayrıca deniz yüzeyi sıcaklıkları ve bitki örtüsü çalışmalarından kullanılmak üzere NDVI haritalarının oluşturulmasında kullanılır. Tablo 6.2 NAOO uydusundaki spektral bantlara ait kullanım alanlarını daha detaylı bir şekilde vermektedir.

Tablo 6.2. NOAA-17 uydusuna ait bazı özellikler.

Sistem	NOAA-17	
Sensör	AVHRR-3 (Advanced Very High Resolution Radiometer)	
Swath genişliği	2800 km (FOV=110°)	
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	2-14 kez/günde. (enleme bağlı olarak)	
Spektral bandlar (Spektral Çözünürlük - µm)	0.58-0.68 (1) 0.73- 1.0 (2) 1.58- 1.64 (3A gündüz) 3.55-3.93 (3B gece) 10.3-11.3 (4) 11.5-12.5 (5)	(Gün içi bulutluluk ve yüzey haritalaması) (Kara içi su alanlarının sınır çalışmalarında) (Kar ve buz belirlemede) (Gecede bulut haritalamada, deniz yüzeyi sıcaklıkları) (Gecede bulut haritalamada, deniz yüzeyi sıcaklıkları) (Deniz yüzeyi sıcaklıklarını belirlemede)
Piksel büyüklüğü (Mekansal Çözünürlük)	1 km x 1 km	

6.3.2. Orta Çözünürlüklü Sistemler

Landsat: Landsat programı sivil olarak en eski dünya gözlemleme programıdır. 1972 yılında MSS sensörü taşıyan Landsat-1 ile başlamış, 1982’de MSS yerine TM (Thematic Mapper) sensörü yerini almıştır. Her iki sensör de çizgi tarama tekniği ile taramasını gerçekleştirir. 1999’da ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) sensörünü taşıyan Landsat-7 fırlatılmış ve halen aktiftir. Ayrıca 2013 yılında Landsat-8 fırlatılmış ve Nisan ayı itibarıyla görüntüler alınmaya başlanmıştır. Landsat 8, diğer Landsat serisine göre OLI (Operational Land Imager) sensörüne sahiptir ve spektral aralığı ve bant sayısı da arttırılmıştır (11 Bant) (Tablo 6.3). Landsat TM ve ETM+ verileriyle birçok arazi örtüsü ve kullanımları, toprak haritalaması, jeoloji uygulamaları ve deniz yüzeyi sıcaklıklarının haritalanması gibi birçok çalışma yapılmıştır.

Tablo 6.3. Landsat -8 uydusuna ait bazı özellikler.

Sistem	Landsat-8
Sensör	OLI (Operational Land Imager)
Swath genişliği	170 x 185 km
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	16 gün
Spektral bantlar (Spektral Çözünürlük - μm)	Band 1 Visible (0.43 - 0.45 μm) Band 2 Visible (0.450 - 0.51 μm) Band 3 Visible (0.53 - 0.59 μm) Band 4 Near-Infrared (0.64 - 0.67 μm) Band 5 Near-Infrared (0.85 - 0.88 μm) Band 6 SWIR 1 (1.57 - 1.65 μm) Band 7 SWIR 2 (2.11 - 2.29 μm) Band 8 Panchromatic (PAN) (0.50 - 0.68 μm) Band 9 Cirrus (1.36 - 1.38 μm) Band 10 TIRS 1 (10.6 - 11.19 μm) Band 11 TIRS 2 (11.5 - 12.51 μm)
Piksel büyüklüğü (Mekânsal Çözünürlük)	15 m (Bant 8 PAN), 30 m (Bant 1-7,9), 100 m (Bant 10-11)
Detay Bilgi	www Landsat.usgs.gov

Terra: EOS (Earth Observation System), sonradan ismi Terra olmuştur, NASA'nın yerbilimleri açısından önemli uydularından birisidir. 1999 yılından uzaya fırlatılmış olan Terra uydusu bünyesinde MODIS (Moderate Resoluiton Imaging Spectrometer) ve ASTER (Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflectance Raidometer) i de içine alan 5 uzaktan algılama enstrümanına sahiptir. ASTER enstrümanında (Tablo 6.4) üç bant 15 m çözünürlüğünde görünür ve yakın kızılötesi spektral aralığında, 6 bant 30 m çözünürlüğünde ve kısa dalga kızılötesinde, 5 bant 90 m çözünürlüklü ve termal kızılötesi aralığından algılama yapar. Ayrıca ASTER'de yer alan yakın kızılötesi (NIR) bantları (3 Nadir ve 3 Backward) 27.7° lik bir çakışmaya (overlay) sahip oldukları için yüksek kalitede SAM (Sayısal Arazi Modeli) üretmede kullanılırlar.

Tablo 6.4. Terra-ASTER uydusuna ait bazı özellikler.

Sistem	Terra
Sensör	ASTER
Swath genişliği	60 km
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	5 gün
Spektral bandlar (Spektral Çözünürlük - μm)	VIS (band 1-2) 0.56, 0.66 NIR 0.81 (3N nadir ve 3B backward 27.7) SWIR (band 4-9) 1.65, 2.17, 2.21, 2.26, 2.33, 2.40 TIR (band 10-14) 8.3, 8.65, 9.10, 10.6, 11.3
Piksel büyüklüğü (Mekânsal Çözünürlük)	15 m (VNIR), 30 m (SWIR), 90 m (TIR)
Detay Bilgi	http://terra.nasa.gov

Uygulamalar

- 1-** Düşük çözünürlüklü görüntü üreten başka uydular vardır, araştırınız.
- 2-** Orta çözünürlük görüntü üreten başka hangi uydular, araştırınız.

Uygulama Soruları

- 1- Yörünge özelliklerinden tekrarlama aralığı uzaktan algılama çalışmaları için önemini açıklayınız?
- 2- Uzaktan algılamada kullanılan kaç tür yörünge tipi vardır, bunlar arasındaki farklar nelerdir?
- 3- Bulduğunuz düşük çözünürlüklü uydular ile bu bölüm altında işlenen uyduları karşılaştırınız?
- 4- Bulduğunuz orta çözünürlüklü uydular ile bu bölüm altında işlenen uyduları karşılaştırınız?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde, uzaktan algılamada kullanılan platformlar ve özellikleri, yörünge ve özellikleri ile yeryüzü algılama sistemlerinden düşük, orta, yüksek çözünürlüklü sistemler üzerinde durulmuştur. Platformlardan uzay, hava ve yer platformlarının özelliklerine değinilmiştir. Yörünge ve özelliklerinde ise özellikle uzay platformlarına ait yörüngeler üzerinde durulmuş bunların da kendi içinde ayrıldığı kutupsal, güneş eşlemeli ve geostationary yörüngeler açıklanmıştır.

Yeryüzü görüntüleme sistemlerinden düşük çözünürlüklü sistemlere Meteosat ve NOAA uyduları, orta çözünürlüklü sistemlere ise Landsat ve Terra-ASTER uyduları örnek verilmiştir. Bu uyduların spektral, mekânsal ve zamansal çözünürlükleri hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

Bölüm Soruları

1. Aşağıdakilerden hangisi platform türlerinden değildir?

- a) Uzay platformu
- b) Yer platformu
- c) Yüksek hava platformu
- d) Alçak hava platformu
- e) Kutup platformu

2. Uzaktan algılamada kullanılan platformlar, algıladıkları alan büyüklüklerine göre sıralanmak istense aşağıdakilerden hangisi ortaya çıkar?

- a) Yer platformu > Uzay platformu > Hava platformu
- b) Hava platformu > Uzay platformu > Yer platformu
- c) Uzay platformu > Hava platformu > Yer platformu
- d) Uzay platformu > Yer platformu > Hava platformu
- e) Hava platformu > Yer platformu > Uzay platformu

3. - 3N ve 3B özelliğiyle yüksek kalitede SAM üretilir

- AVHRR sensörüne sahiptir
- SEVIRI sensörüne sahiptir

Yukarıda özellikleri verilen uydular yukarıdan aşağıya sırasıyla aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Aster – Noaa - Meteosat
- b) Landsat – Noaa – Aster
- c) Noaa – Aster – Landsat
- d) Meteosat – Noaa – Aster
- e) Aster – Noaa - Landsat

4. Aşağıda verilen uydu- ülke eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?

a) Rasat - Türkiye

b) Spot - Fransa

c) Quickbird - ABD

d) Resourcesat- Japonya

e) Worldview - ABD

5. - Landsat 7 ETM+ uydusu

- Earth Observing-1 uydusu

Aşağıdakilerden hangisi yukarıda verilen iki uydunun ortak özelliği değildir?

a) Uyduların tekrarlama aralıkları aynıdır

b) Optik uydu görüntüleridir

c) Görüntülerin piksel büyüklükleri benzerdir

d) Spektral bant sayısı benzerdir

e) İkisi de aynı yörüngeye sahiptir

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6....., uydu ve uçak gibi bir araç olup belirli bir amaç doğrultusunda ekipman ve sensörleri taşımak için kullanılır.

7. Yörüngeleri sabit ve sürekli olan ve taşıdıkları sensörlerle uydu görüntüleri elde edilen platformlara denir.

8. Genellikle yersel doğrulama ve simülasyonlar için kullanılan ve daha detaylı ve güvenilir veri sağlayan platformlar dır.

9. Yörünge çizgisi ile ekvator çizgisi arasındaki derece cinsinden açıya denir.

10., üç bant 15 m çözünürlüğünde görünür ve yakın kızılötesi spektral aralığında, 6 bant 30 m çözünürlüğünde ve kısa dalga kızılötesinde, 5 bant 90 m çözünürlüklü ve termal kızılötesi aralığından algılama yapar.

Cevaplar

1)e, 2)c, 3)a, 4)d, 5)d, 6) Platform, 7)Uzay platformu 8)Yersel platformlar, 9)Yörünge eğikliği, 10)ASTER

7. PLATFORMLAR II

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

7.1. Yeryüzü Görüntüleme Sistemleri

7.1.1. Yüksek Çözünürlüklü Sistemler

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- 10 m çözünürlüğün altında görüntü üreten uydular hangileridir?
- 2- Yüksek çözünürlüklü Türk uydu mevcut mudur?
- 3- Yüksek çözünürlüklü uyduların orta çözünürlüklülere göre farkı nedir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Yüksek çözünürlüklü sistemler	Yüksek çözünürlüklü uydulardan bazılarının teknik özellikleri hakkında bilgi sahibi olur	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Yüksek çözünürlüklü sistemler	Yüksek çözünürlüklü sistemler ile diğer sistemlerin farklarının karşılaştırmasını yapabilir.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Rasat
- Göktürk-2
- Spot 5-6
- Resourcesat 1-2
- Quickbird
- Worldview-2

Giriş

Bu bölümde, uzaktan algılamada kullanılan yüksek çözünürlüklü sistemler olan Rasat, Göktürk-2, Spot 5-6, Resourcesat 1-2, Quickbird -2, Woldview-2 uydularının çerçeve genişlikleri, tekrarlama aralıkları, spektral bant özellikleri, mekânsal çözünürlükleri gibi teknik özellikleri hakkında bilgi verilecektir.

7.1. Yeryüzü Görüntüleme Sistemleri

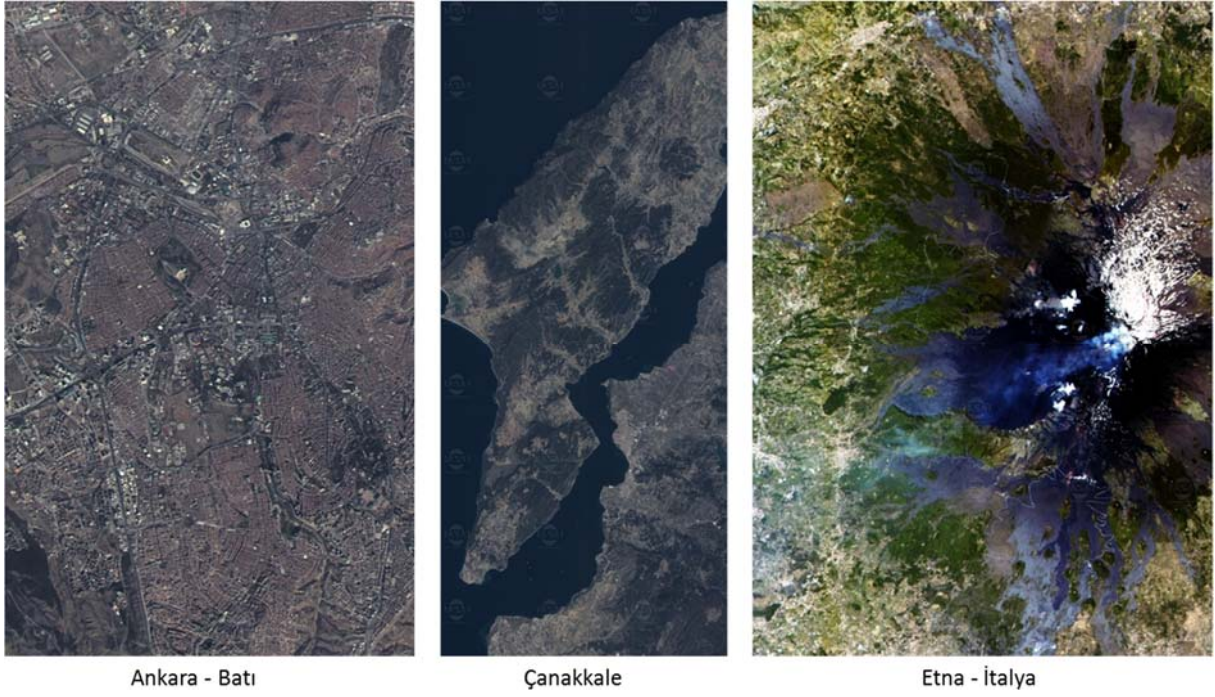
7.1.1. Yüksek Çözünürlüklü Sistemler

RASAT: RASAT uydusu, Türkiye'nin ilk yerli yapım uydusudur. 17 Ağustos 2012 tarihinde Rusya'dan uzaya gönderilmiş ve görev süresi 3 yıl olarak tasarlanmıştır. RASAT uydusunun sistem mühendisliği ve sistem tasarımı Türkiye'de yurtdışından alınmış herhangi bir danışmanlık olmadan veya yurtdışından mühendislik desteği almadan, TÜBİTAK UZAY'da görevli Türk mühendisler ve teknisyenler tarafından yapılmış olup tüm testleri Türkiye'de gerçekleştirilmiştir. RASAT'tan elde edilen uydu görüntülerinin şehir bölge planlama, ormancılık, tarım, afet yönetimi ve benzeri amaçlar da kullanılması planlanmaktadır. RASAT uydusunun bazı teknik özellikleri Tablo 7.1. de verilmiştir. Buna göre RASAT uydusunda kırmızı bandın üstü (kızılötesi) bulunmamaktadır. MSS'te 15m çözünürlükte olmasına rağmen pankromatikte 7.5 m olduğu için yüksek çözünürlüklü sistem altında incelenmiştir.

Tablo 7.1. RASAT uydusuna ait teknik özellikler.

Sensör	RASAT
Yörünge	Güneş Eş Zamanlı
Yörünge Yüksekliği	700 km
Swath genişliği	30 km
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	4 gün
Spektral bandlar (Spektral Çözünürlük - μm)	0.42 – 0.73 (Pankromatik) 1. Bant: 0.42 – 0.55 (Mavi) 2. Bant: 0.55 – 0.58 (Yeşil) 3. Bant: 0.58 – 0.73 (Kırmızı)
Piksel büyüklüğü (Mekansal Çözünürlük)	Pankromatik 7.5 m MSS: 15m
Detay Bilgi	http://rasat.uzay.tubitak.gov.tr

RASAT uydusu gerek ülkemizden gerekse diğer ülkelere ait ilk görüntülerini vermiştir (Şekil 7.2).



Şekil 7.2. RASAT uydusuna ait görüntüler.

GÖKTÜRK-2: TÜBİTAK UZAY tarafından tasarlanıp geliştirilen ve TAI ile entegrasyonu gerçekleştirilen keşif uydusudur. 18.12.2012 tarihinde Çin'den uzaya gönderilmiştir. 409 kg ağırlığındaki uydu 2.5 m. çözünürlüğe sahiptir. Göktürk-2 projesi Milli Savunma Bakanlığı, TÜBİTAK başkanlığı ve TÜBİTAK UZAY-TUSAŞ iş ortaklığı arasında 13 Nisan 2007'de imzalanmış ve 1 Mayıs 2007'de yürürlüğe girmiştir. TÜBİTAK UZAY mühendisliğinde ve tüm görev bilgisayarlarının yazılımı ile görev bilgisayarı tamamen Türkiye'de üretilmiştir. Göktürk-2'nin donanımlarının %80'ni yazılımlarının %100'ü Türk mühendisleri tarafından yapılmıştır. Göktürk-2 projesi kapsamında uzay ve uydu sistemlerine yönelik teknoloji, uzman insan gücü ve altyapı geliştirilmesi, kamu kurum ve kuruluşlarının gözlem ve araştırma ihtiyaçlarının milli imkân ve kabiliyetlerle karşılanması hedeflenmiştir.

Göktürk-2 uydusuna ait bazı teknik özellikler Tablo 7.2. de verilmiştir. Buna göre Göktürk-2 uydusu pankromatikte 2.5 m, renkli de 5 m olacak şekilde yüksek çözünürlüğe sahiptir. Renkli MSS spektral aralıkları henüz açıklanmamıştır. Göktürk-2'ye ait ilk görüntüler 2013 Ocak ayında alınmaya başlanmıştır (Şekil 7.3).

Tablo 7.2. Göktürk-2 uydusuna ait teknik özellikler.

Göktürk-2	
Yörünge	Güneş Eş Zamanlı
Yörünge Yüksekliği	~ 700 km
Swath genişliği	60 km

Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	2.5 gün
Piksel büyüklüğü (Mekânsal Çözünürlük)	Pankromatik : 2.5 m Renkli: 5 m
Detay Bilgi	http://www.tai.com.tr



Antalya



Yeni Zelanda

Şekil 7.3. Göktürk-2'ye ait ilk görüntüler.

SPOT-5-6: SPOT-5 ve devamındaki SPOT-6 yüksek çözünürlüklü yeryüzü gözetleme uydusudur. Fransız uzay ajansı tarafından başlatılan SPOT programının son ürünleri olan 5 ve 6 diğer serilere göre daha yüksek çözünürlüğe sahiptir. SPOT-5 2002 yılında yörüngesine oturtulmuştur. Uyduya eklenen HSG cihazıyla pankromatik görüntülerde 2.5 – 5 m, diğer renkli görüntülerde ise 10m çözünürlükte görüntü elde eder. SPOT-6 uydusu Eylül 2012'de uzaya gönderilmiştir. Uydunun pankromatik görüntü çözünürlüğü 1.5 m, multispektral çözünürlüğü ise 8 m olarak tasarlanmıştır. SPOT-5 uydusuna ait bazı teknik özellikler Tablo 7.3'te verilmiştir.

RESOURCESAT-1-2: Hindistan uzaktan algılama ve uydu sistemleri üzerine çok fazla efor harcamakta olup, gerek mevcutta gerekse planlanan birçok uyduya sahiptir. En önemli dünya gözlemleme programlarının en önemlisi IRS (Indian Remote Sensing) programıdır.

Tablo 7.3. Spot-5 uydusuna ait bazı teknik özellikler.

Sistem	SPOT-5
Sensör	HSG (High Resolution Geometric) HRS (High Resolution Stereoscopic)
Swath genişliği	60 km

Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	26 gün
Spektral bantlar (Spektral Çözünürlük - μm)	0.50-0.59 (Green) 0.61-0.68 (Red) 0.78-0.89 (NIR) 1.58-1.75 (SWIR) 0.48-0.70 (PAN)
Piksel büyüklüğü (Mekânsal Çözünürlük)	10 m, 5 m – 2.5 (PAN)
Detay Bilgi	http://www.spotimage.fr

1995 ve 1997 IRS-1C ve IRS-1D uzaya göndermiş değişik sensör özellikleriyle uzaktan algılama görüntü üretmeye başlamıştır. Bu uydulara ait görüntüler Landsat ve Spot görüntülerine ait görüntülere eş değer komundadır. 2003 te ise Resourcesat-1 uydusunu uzaya göndermiştir. Resourcesat-1 ISRO (Indian Space Research Organization) tarafından üretilen geliştirilmiş bir uydudur. Resourcesat-1 LISS4, LISS3 ve AWiFS ten oluşan 3 sensörü taşır (Tablo 7.4).Resourcesat-1 6 m ile 70 m arasında değişen mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Resourcesat-2 ise 2011 yılında yörüngesine oturtulmuştur. Resourcesat-1'in devamı olan bu sistemde çözünürlük 5.8 m ile 56m arasında değişmektedir. Kullanıcı ihtiyacına bağlı olarak da LISS4'ün multispektral bantına ait genişlik 23 km den 70 km ye çıkartılmıştır.

QUICKBIRD-2: 2001 yılında Amerika'dan fırlatılan uydu, Digital Globe adlı özel bir ABD şirketi tarafından çalıştırılmaktadır. Pankromatik görüntüler için 0.61 m, diğer multispektral bandlar için 2.5 m çözünürlükte görüntü elde edilmektedir. Bu çözünürlükle binalar ve diğer yapılar görüntü üzerinde çok rahat bir şekilde görülebilmektedir. Quickbird günümüzde 450 km lik bir yörünge yüksekliğine sahiptir. Bu yükseklik 300 km kadar dereceli olarak azaltılarak çözünürlük değerleri daha da arttırılacaktır. Quickbird-2 2003 yılından itibaren de stereo görüntü çekimine imkân sunmaktadır. Quickbird-2'ye ait genel teknik özellikler Tablo 7.5'te verilmiştir.

Tablo 7.4. Resourcesat-1 uydusuna ait bazı teknik özellikler.

Sistem	Resourcesat-1		
Sensör	LISS IV	LISS III	AWiFS
Swath genişliği	23.9 km	141 km	740 km
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	5 gün	24 gün	5 gün

Spektral bantlar (Spektral Çözünürlük - μm)	0.52 – 0.59 0.62 – 0.68 0.77 – 0.86	0.52 – 0.59 0.62 – 0.68 0.77 – 0.86 1.55 – 1.70	0.52 – 0.59 0.62 – 0.68 0.77 – 0.86 1.55 – 1.70
Piksel büyüklüğü (Mekânsal Çözünürlük)	5.8 m	23.5 m	56 m
Detay Bilgi	http://www.isro.org		

Tablo 7.5. Quickbird-2 uydusuna ait bazı teknik özellikler.

Sistem	Quickbird-2
Sensör	Quickbird
Swath genişliği	16.5 km
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	3.5 gün
Spektral bantlar (Spektral Çözünürlük - μm)	PAN 0.45-0.90 VNIR 0.45-0.52 0.52-0.60 0.63-0.69 0.76-0.89
Piksel büyüklüğü (Mekânsal Çözünürlük)	PAN 0.61 m , MSS 2.5 m
Detay Bilgi	http://www.digitalglobe.com

WOLRDVIEW-2: Ekim 2009 da yörüngeye yerleştirilmiştir ve yerleştirildikten 11 gün sonra ilk görüntülerini göndermiştir. Dünyanın en yüksek çözünürlüklü ve 8 bantlı uydusudur. Çözünürlük pankromatikte 0.46 m, multispektralde 1.8 m dir. ABD Digital Globe kendi kaynaklarından bu uyduyu üretmiştir. Coastal, Yellow, Red Edge ve NIR2 bandları mevcut bandlara eklenmiştir. Coastal bant, derin olmayan sulardaki su derinliğinin analiz edilmesi, klorofil içeriğine göre vejetasyon tanımlaması; Yellow bant, vejetasyon analizleri ve doğal renk elde edebilmek için; Red edge, vejetasyon analizleri, doğrudan bitkilerin sağlığına yönelik çalışmalar için; NIR2 bandı, NIR1 ile örtüşmekte fakat atmosferden daha az etkilenmekte, biomass ve vejetasyon analizleri için geliştirilmiştir. Worlview-2'ye ait genel teknik özellikler Tablo 7.6'da verilmiştir. Worldview-3 2014 te uzaya gönderilecek olup mekânsal çözünürlükleri oldukça geliştirilmiştir (0.31 m pan, 1.24 m multispektral).

Tablo 7.6. Woldview-2 uydusuna ait bazı teknik özellikler.

Sistem	WorldView-2
Swath genişliği	16.4 km
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	1-7 gün
Spektral bantlar (Spektral Çözünürlük - μm)	0.45-0.80 (PAN) 0.40-0.45 (Coastal) 0.45-0.51 (Blue) 0.51-0.58 (Green) 0.58-0.62 (Yellow) 0.63-0.69 (Red) 0.70-0.75 (Red Edge) 0.77-0.89 (NIR1) 0.86-1.04 (NIR2)
Piksel büyüklüğü (Mekânsal Çözünürlük)	PAN 0.46 m , MSS 1.8 m
Detay Bilgi	http://www.digitalglobe.com

Uygulamalar

- 1-** Yüksek çözünürlüklü sistemlere başka örnekler verilebilir mi araştırınız?
- 2-** Yüksek çözünürlüklü Türk uydularının çalışma alanları hakkında bilgi sahibi olunuz.
- 3-** Yüksek çözünürlüklü Türk uyduları ile diğer uydular arasındaki benzerlik ve farklılıkları araştırınız.

Uygulama Soruları

- 1-** Worldview-2 uydusunda spektral bantların fazlalığı uzaktan algılama çalışmaları açısından ne gibi avantajlar sağlar?
- 2-** İl bazında veya ülke bazında uzaktan algılama ile bir çalışma yapmak isteniz yüksek çözünürlük uydular tercihiniz olur mu, neden?
- 3-** Yüksek çözünürlük uydular arasındaki benzerlik ve farklılıkları belirleyiniz?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde, uzaktan algılamada kullanılan yüksek çözünürlüklü sistemlerden Rasat, Göktürk-2, Spot 5-6, Resourcesat 1-2, Quickbird -2, Worldview -2 gibi uydular ve özellikleri incelenmiştir. Buna göre bu uydulardan ilk ikisi Türk uydusu, Spot Fransız uydusu, Resourcesat Hindistan uydusu ve son olarak da Quickbird ve Wolrview uyduları Amerikan uydularıdır. Ülkemizin böyle bir listeye yüksek çözünürlüklü uydu sistemleriyle girmesi sevindiricidir.

Yüksek çözünürlüklü sistemler içerisinde mekânsal çözünürlüğü en fazla olan uydu Wolrdviw-2 uydusudur. Pankromatik 0.46 m ile ve MSS'te 1.8m çözünürlükle en yüksek değere sahiptir. Ayrıca içerdiği spektral band çeşitliliği ile farklı alanlardaki uygulama alanlarına da sahip olmuştur. 2014 yılında ise Worlview-3 uzaya fırlatılacak olup bu uydudaki mekânsal çözünürlük 0.31 m pankromatik ve 1.24 m ile MSS te olmak üzere çok fazla ayrıntının elde edilebileceği bir uydu olacaktır. Bu uydudan sonra sırasıyla Quickbird uydusu, Göktürk-2, Spot-5, Resourcesat 1 ve Rasat uyduları mekânsal çözünürlük özellikleri bakımından sıralanabilir.

Bölüm Soruları

1. Aşağıda verilen uydu- ülke eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?

- a) Rasat - Türkiye**
- b) Spot - Fransa**
- c) Quickbird - ABD**
- d) Resourcesat- Japonya**
- e) Worldview - ABD**

2.- İlk yerli yapım Türk uydusudur

- TÜBİTAK Uzay tarafından üretilmiştir

- Piksel büyüklüğü MSS'te 15 metredir

Yukarıda özellikleri verilmiş uydu aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Göktürk-2**
- b) Quickbird**
- c) Rasat**
- d) Landsat**
- e) Noaa**

3. Çalışmakta olduğu bir proje kapsamında 0.50 m altı piksel büyüklüğünde bir uydu görüntüsü alması gereken bir kişi aşağıdaki hangi uyduya ait görüntüyü tercih etmelidir?

- a) Göktürk -2**
- b) Worldview-2**
- c) Quickbird-2**
- d) Spot 5**
- e) Resourcesat-1**

4. Aşağıda verilen uydu- ülke eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?

a) Rasat - Türkiye

b) Spot - Fransa

c) Quickbird - ABD

d) Resourcesat- Japonya

e) Worldview - ABD

5. Aşağıda verilen uydu-piksel büyüklüğü eşleştirmelerinden hangisi doğrudur?

a) Resourcesat-1 LISS IV = 23.5 m

b) Quickbird-2 MSS = 1.5 m

c) Göktürk-2 Pankromatik= 2.5 m

d) Rasat MSS= 30 m

e) Spot 5 MSS= 20 m

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. Türkiye'nin ilk yerli yapım uydusu tır.

7. TÜBİTAK UZAY tarafından tasarlanıp geliştirilen ve TAI ile entegrasyonu gerçekleştirilen ve 18.12.2012 tarihinde Çin'den uzaya gönderilen uydumuz dir.

8. Worldview-2 uydusunda mekânsal çözünürlük pankromatikte m, multispektralde m dir..

9. LISS4, LISS3 ve AWiFS ten oluşan 3 sensörü taşır

10. Pankromatik görüntüler için 0.61 m, diğer multispektral bandlar için 2.5 m çözünürlükte görüntü elde eden uydu dir.

Cevaplar

1)d, 2)c, 3)b, 4)d, 5)c, 6)RASAT, 7)Göktürk-2, 8) 0.46-1.8, 9) Resourcesat-1, 10) Quickbird-2.

8. PLATFORMLAR III

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

8.1. Yeryüzü Görüntüleme Sistemleri

8.1.1. Hiperspektrometre Sistemler

8.1.2. Radar Sistemleri

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Başlıca hiperspektrometre sistemleri nelerdir?
- 2- Başlıca radar sistemleri nelerdir?
- 3- Hiperspektrometre sistemlerin genel özellikleri nelerdir?
- 4- Radar sistemlerin genel özellikleri nelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Hiperspektrometre sistemler	Hiperspektrometre sistemlerine örnekler ve teknik özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Radar sistemler	Radar sistemlerine örnekler ve teknik özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Earth observing
- Proba
- ERS
- Radarsat
- SRTM

Giriş

B1 bölümde, uzaktan algılamada kullanılan hiperspektral sistemlerden Erath Observing-1, Proba/Chris ile Radar sistemlerdeki ERS-2, Radarsat-2, SRTM uydularının çalışma prensipleri ve teknik özellikleri hakkında bilgi verilecektir. Bu ve önceki bölümlerde verilen uydular uzaktan algılamada kullanılan nihai uydular olmayıp genel olarak kullanılan uydular hakkında bilgi verilmiştir. Amaç, daha öncede belirtildiği gibi uzaktan algılamada yapılacak çalışmalar için doğru uydu görüntüsünün seçilmesidir.

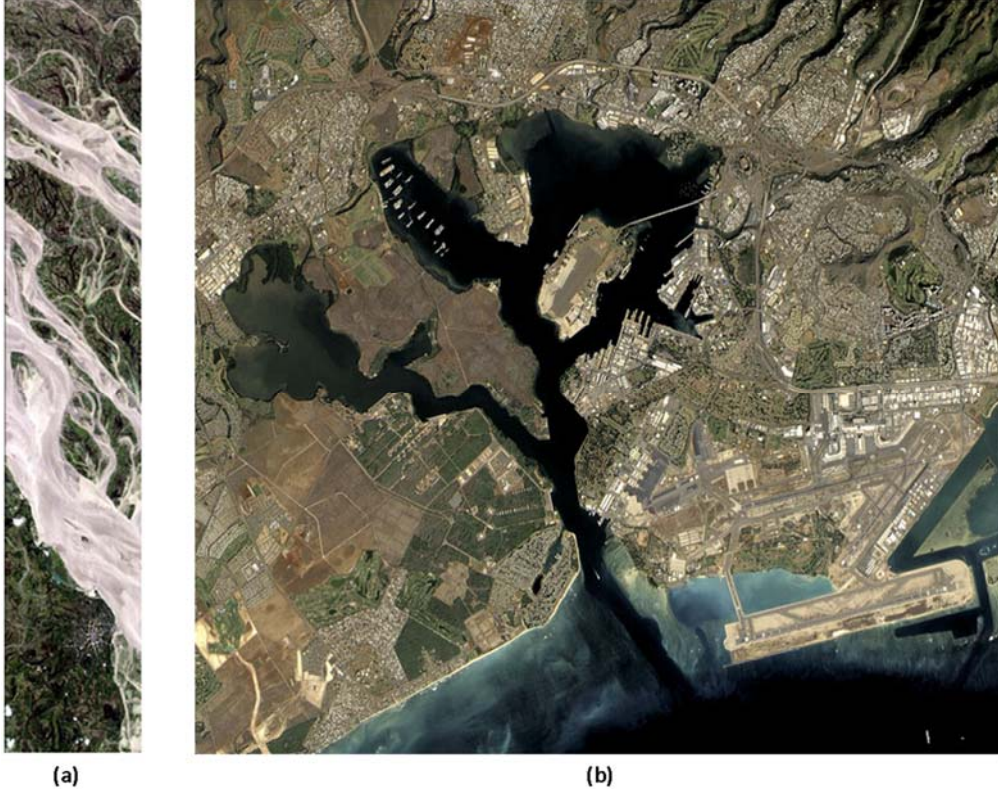
8.1. Yeryüzü Görüntüleme Sistemleri

8.1.1. Hiperspektrometre Sistemler

EARTH OBSERVING-1 (EO-1): Earth Observing-1 (EO-1), NASA'nın Landsat'ın masraflarını azaltmak için başlatmış olduğu Yeni Milenyum programlarından birisidir. EO-1 2000 yılından yörüngesine 1 yıllığına oturtulmuş ve daha sonra süre uzatılmıştır. Landsat 7 ile aynı yörüngeyi takip ediyor olup 1 dk gecikmeli olarak çekim yapar. EO-1 üç cihaza sahiptir. Bunlar; Hyperion, ALI (Advance Land Imager) ve LAC'tır (LEISA (Linear Etalon Imaging Spectrometer Array) Atmospheric Corrector). Hyperion, 220 bandlık görüntü spektrometre olup 30m çözünürlüklü 7.5 km genişlikte görüntüler üretir (Tablo 8.1). Görüntü aralığı 0.4-2.5 μm arası olup 10 nm aralıklardır. LAC, 0.9-1.6 μm arasını ölçen bir görüntü spektrometredir. Multispektral görüntüleyicilerdeki Atmosferik etkileri düzeltmek için kullanılmaktadır. ALI ise doğrulama cihazıdır. ALI Landsat'taki pankromatik ve multispektral band tarzı görüntü üretir. EO-1 uydusuna ait bazı teknik özellikler Tablo 8.1 de verilmiştir. Şekil 8.1'de ise EO-1 in Hyperion ve ALI enstrümanlarına ait görüntülere örnekler verilmiştir.

Tablo 8.1. EO-1 uydusuna ait bazı teknik özellikler.

Sistem	EO-1
Sensör	Hyperion
Swath genişliği	7.5 km
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	16 gün
Spektral bandlar (Spektral Çözünürlük - μm)	0.4 – 2.5 (220 band)
Piksel büyüklüğü (Mekansal Çözünürlük)	30 m
Detay Bilgi	http://eo1.gsfc.nasa.gov/



Şekil 8.1. (a) Hyperion Bant 50-23-16 taşkın alanlarını göstermektedir. (b) ALI Bant 3-2-1 görünür dalga boyu kombinasyonları.

PROBA/CHRIS: ESA ya ait mikro uydu olan Proba (Project for On-Board Autonomy) Ekim 2001 de uzaya fırlatılmıştır. Daha çok küçük bilimsel çalışmalar ve uygulamalar için tasarlanmıştır. Proba birkaç enstrümanı bünyesinde taşımaktadır. Bunlardan birisi olan CHRIS (Compact High Resolution Imaging Spectrometer) yüksek çözünürlüklü görüntü spektrometre özelliğiyle dikkat çeker. CHRIS arazi yüzeylerindeki yönlü spectral yansımaların ölçülmesinde kullanılır. Böylelikle arazi yüzeylerine ait yeni biyofiziksel ve biyokimyasal veriler ve bilgiler kolay bir şekilde elde edilebilmektedir. CHRIS enstrümanına ait bazı özellikler Tablo 8.2 de verilmiştir. Proba CHRIS enstrümanına ilaveten bir de 5 m mekânsal çözünürlüğünde pankromatik yüksek çözünürlüklü kamerayı (HRC) bünyesinde taşır. Şekil 8.2’de CHRIS enstrümanına ait İngiltere’deki Chichester limanına ait görüntü verilmiştir. Bu görüntü de CHRIS’in yönlü spektral yansımaları ölçme kabiliyeti net bir şekilde gösterilmektedir. Bu görüntü de uydunun kuzey-güney yönlü hareketi sırasında görüntünün çekildiği alan üzerine gelmeden değişik açılardan görüntü elde edilmiştir. Bunlar 55°’lik ilk açısı ile sol alt görüntü, 36°’lik açı ile sol üst görüntü, nadir konumunda (uydu sahanın tam üzerinde iken) orta görüntü, -36° açıda sağ üst görüntü ve son olarak -55° lik açıda sağ alt görüntü elde edilmiştir.

Proba bir yıllık bir teknoloji olarak üretilse de daha sonra kullanım ömrü uzatılmıştır. Proba 2 de 2009 Kasımında fırlatılmıştır. Proba 2, 1 e göre sahip olduğu enstrümanlar ve özellikleri attırılmıştır.

Tablo 8.2. Proba CHRIS’e ait bazı teknik özellikler.

Sistem	Proba micro-satellite (94 kg)
Sensör	CHRIS
Swath genişliği	14 km
Tekrarlama aralığı (Zamansal Çözünürlük)	2-3 gün
Spektral bandlar (Spektral Çözünürlük - μm)	0.41 – 1.05 (19 veya 63 bant)
Piksel büyüklüğü (Mekânsal Çözünürlük)	18 m
Detay Bilgi	www.chris-proba.org.uk



Şekil 8.2. Proba CHRIS sensörüne ait görüntü örneği.

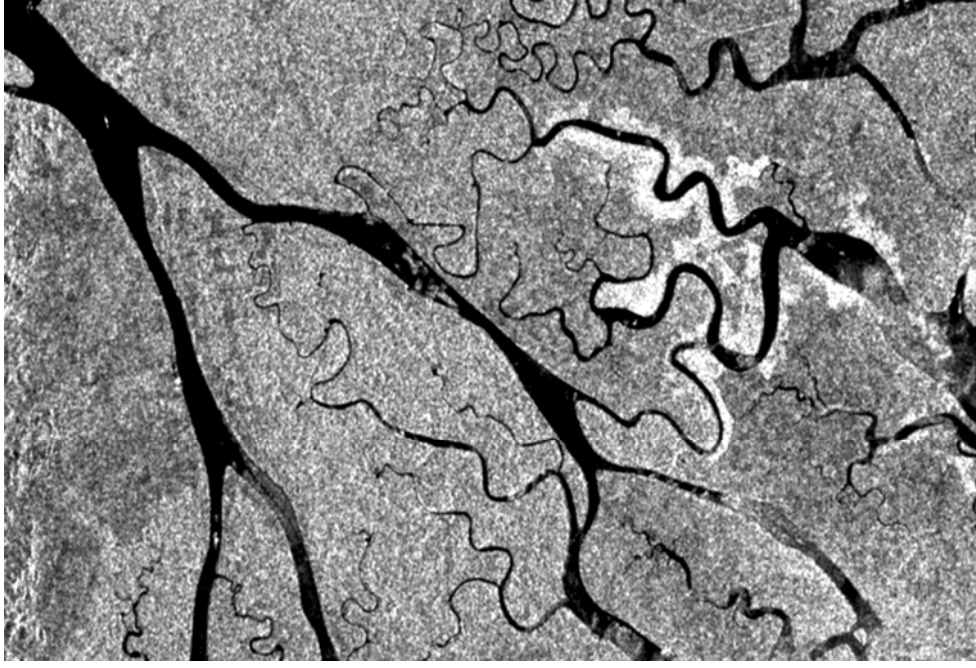
8.1.2.Radar Sistemler

ERS: The European Space Agency (ESA) 1991 yılında ilk olarak ERS-1'i fırlatmıştır. İkinci olarak ERS-2 1995'te fırlatılmıştır. ERS-1 2000 yılında çalışmasını durdurmuş fakat ERS-2 halen görüntü elde etmeye devam etmektedir. ERS-2'ye ait bazı teknik özellikler Tablo 8.3'te verilmiştir. ESA 2002 yılında da Envisat'ı yörüngeye yerleştirmiştir. Bu uydu bünyesinde okyanus izleme sistemi olan MERIS ve ileri düzeyde radar görüntüleme sistemini de kapsayan birçok cihazı bulundurmaktadır. ERS-1 ve 2, değişik ve farklı özellikteki sensörleri bünyesinde taşımaktadır. Bunlardan bazıları; 1) C-bant aktif mikrodalga cihazı 2) Ku- bant radar altimetre 3) iterek tarayan radyometre. ERS uydu görüntüleri kullanılarak; okyanus ve buzullar gözlenebilir, rüzgar ve dalga dinamiği, deniz yüzeyi sıcaklığı, global ısınma ve sera etkisi gibi birçok çalışma yapılabilir.

Radar görüntüler daha önceki derslerimizde belirtildiği gibi normal optik görüntülerden farklılık gösterir. Uzun dalga boylarının kullanılmasından dolayı daha karıncalı olarak ortaya çıkan bu görüntülerin yorumlaması da bir o kadar zordur. Ancak görüntüler üzerinde bazı detaylar net bir şekilde ortaya çıkar. Örneğin Şekil 8.3'te verilen ERS SAR görüntüsünde suyun radar dalgalarını soğurması ve geriye yansıtması nedeniyle rengi koyu siyah olarak gözükür. Yani yansıma yok anlamındadır. Ayrıca koyuluk suyun derinliği ile alakalıdır. Akarsu kenarındaki parlaklık ise yerleşmelere ait yapıların radar dalgalarını her yöne yansıtmasından dolayı geriye yansıma maksimum düzeyde olduğunu gösterir.

Tablo 8.3. ERS-2'ye ait bazı teknik özellikler.

Sistem	ERS-2
Sensör	SAR
Yükseklik	785 km
Spektral Band	C Band
Polarization	VV
Bakış Açısı	23°
Tarama Genişliği	100 km
Çözünürlük	30 m
Detay Bilgi	http://earth.esa.int/ers/



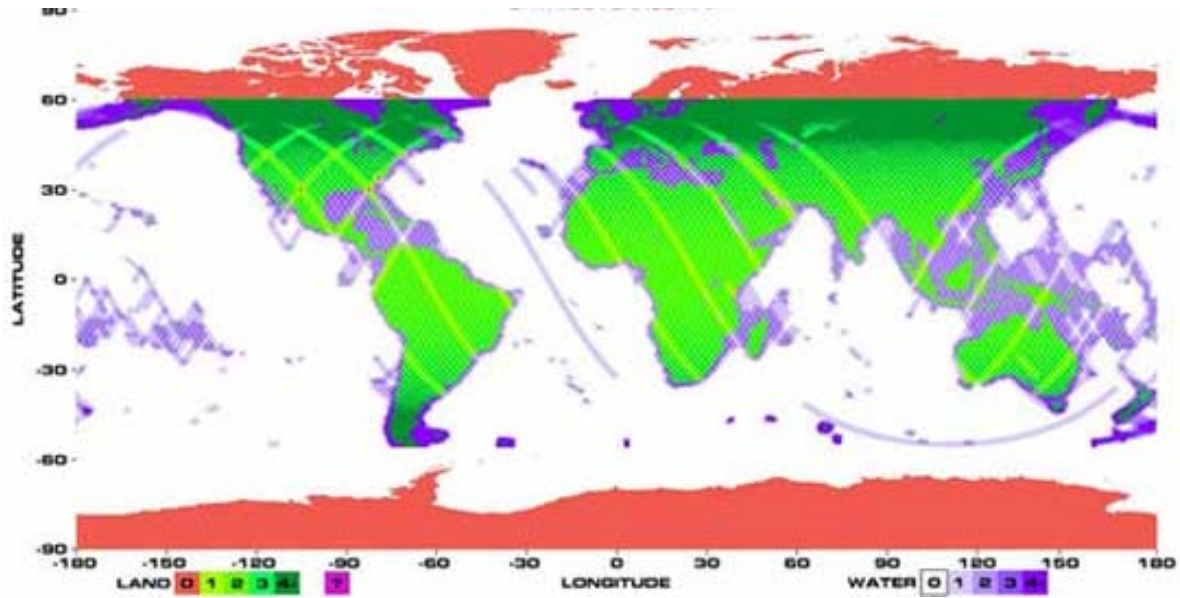
Şekil 8.3. ERS SAR görüntüsü örneği.

RADARSAT: Radarsat-1 1995’te fırlatılmış olup Kanada’nın ilk uydusudur. Radarsat-2 uydusu da 2007 de fırlatılmıştır. Radarsat sun-synchronous yörüngeye sahiptir. Radarsat-1 tek bir polarizasyona sahipken, Radarsat-2 multi-polarizasyona sahiptir. Radarsat-2’ye ait bazı teknik özellikler Tablo 8.4’te verilmiştir. Radarsat görüntülerinin kullanım amacı, kıyı çalışmaları, arazi örtüsü haritalaması, tarım ve orman gözlemleri, afetlerin izlenmesi (heyelan belirleme, taşkınları izleme vb.) kar örtüsünü dağılışını haritalama, toprak nemliliğini belirleme gibi birçok alanı kapsamaktadır.

Tablo 8.4. Radarsat-2’ye ait bazı teknik özellikler.

Sistem	Radarsat-2
Sensör	SAR
Yükseklik	798 km
Spektral Band	C Band
Polarization	HH, VV, HV, VH
Bakış Açısı	10-60°
Tarama Genişliği	10-500 km
Çözünürlük	3 – 100 m
Detay Bilgi	http://www.radarsat2.info/

SRTM(Shuttle Radar Topography Mission): Yeryüzünün topoğrafik haritasının çıkarılması amacıyla NASA tarafından yürütülen uluslararası bir projedir. Şubat 2000'de 10 günlük yörünge uçuşu gerçekleştiren uzay mekiği Endeavour, 60° kuzey ve güney enlemleri arasındaki kara parçalarının yapay açıklıklı radar (SAR) görüntülerini toplamıştır (Şekil 8.4). İki algılayıcı ile tek geçişli InSAR tekniğinin kullanıldığı bu yöntemle, yeryüzünün toplam kara parçalarının %80'inin sayısal yükseklik modeli üretilmiştir. Global olarak elde edilen 90*90 çözünürlüklü model (SRTM3), internet üzerinden ücretsiz olarak yayımlanmaktadır.



Şekil 8.4. Dünya üzerinde SRTM verilerinin kapladığı alan.

Bu bölümde işlendiği üzere uydu sistemleri ve bunların ürettiği görüntüler birbirinden farklı ve değişiktir. Dünya genelinden 0.50 m çözünürlüğe kadarki aralıkta görüntü temini mümkündür. Bu görüntülerin her biri farklı amaçlar için kullanıldığından birisinin diğerine üstünlüğü söz konusu değildir. Elbette daha yüksek çözünürlüklü görüntüler düşük çözünürlüklülere göre bazı avantajlara sahiptir. Ancak düşük çözünürlüklerin sahip olduğu spektral aralıklar, çerçeve büyüklükleri gibi bazı özellikler daha ekonomik olan bu görüntülerin tercih nedeni olabilmektedir. Bundan dolayı, uzaktan algılama çalışmaları yapılırken, çalışılacak konu, amaç ve kapsama göre uydu görüntüsünün seçiminde önemlidir. Yine çalışacak konu detaylarına göre hiperspektral ve radar sistemlere ait görüntü tercihleri de yapılabilir ve çalışmalar daha ileri boyutlara götürülebilir.

Uygulamalar

- 1-** SRTM'in verilen web sayfasından Türkiye ve çevresini içine alacak şekilde 90m çözünürlüklü DEM verisini indiriniz.
- 2-** Hiperspektrometre sistemlerine sahip değişik uyduları araştırınız.
- 3-** Radar sistemlerine ait farklı uyduları araştırınız.

Uygulama Soruları

- 1- Hiperspektral sistemlerin spektral özellikleri ile diğer optik sistemlerin spektral özelliklerinin farkını açıklayınız?
- 2- Radar sistemleri ile diğer optik sistemlerin teknik özelliklerini karşılaştırıp benzer ve farklılıklarını inceleyiniz?
- 3- Hiperspektral sistemlere ait görüntülerle ne gibi uzaktan algılama çalışmaları yapılabilir?
- 4- Radar sistemlerine ait görüntülerle ne gibi uzaktan algılama çalışmaları yapılabilir?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde, diğer yeryüzü görüntüleme sistemleri olan hiperspektral ve radar uyduları üzerinde durulmuştur. Normal optik görüntüleme sistemleri yanında farklı çalışmaların yapılabildiği hiperspektral ve radar sistemleri içerisindeki bazı uyduların özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Bunlardan EO-1 ve Proba CHRIS hiperspektral görüntüleme sistemleri içerisinde ERS, RADARSAT ve SRTM ise Radar sistemleri içerisinde incelenmiştir.

Hiperspektral sistemler band sayısı ve dolayısıyla spektral aralıkları fazla olan sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Optik uydularda normalde 3-10 arasında band sayısı varken bu sistemlerde 200 üzerinde band sayısı dikkat çekmektedir. Dolayısıyla yeryüzünde ne küçük yansıma veren özelliklerin belirlenmesinde öne çıkmaktadırlar. Radar sistemler de optik algılayıcılardan farklı olarak kendi enerjileri kendi ürettikleri için günün bütün saatinde görüntü elde etme imkânına sahiptir. Dolayısıyla çalışma alanları oldukça geniştir. Bu bölümde ERS, Radarsat uyduları örnek olarak verilmiştir. Bu sistem içerisinde küresel bazda topografik verinin üretildiği SRTM verileri de incelenmiştir.

Bölüm Soruları

1. Aşağıda verilen uydulardan hangisi hiperspektrometre sistemlerden birisidir?

- a) Quickbird-2**
- b) Görktürk-2**
- c) Spot-5**
- d) Resourcesat-1**
- e) Earth Observing-1**

2. Aşağıdaki uydulardan hangisinin görüntü özelliği diğerlerine göre farklılık gösterir?

- a) Landsat**
- b) Radarsat**
- c) Aster**
- d) Quickbird**
- e) Spot**

3. - ESA'ya ait mikro uydudur

- Bünyesinde CHRIS ve HRC isimli enstrümanları taşır

- Yönlü spektral yansımaların ölçümü yapılabilir

Yukarıda verilen özellikler aşağıdaki uydulardan hangisine aittir?

- a) Earth Observing-1**
- b) ERS**
- c) Proba**
- d) Radarsat**
- e) Worldview-2**

4. Aşağıdaki uydu görüntüsü özellik eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?

- a) Radarsat-2 = Polarizasyon HH, VV, HV, VH**

- b) ERS-2 = Spektral bantı C bant
- c) Proba = Piksel büyüklüğü 18m
- d) Earth Observing-1 = 8 spektral bant
- e) Radarsat-2 = Spektral bantı C bant

5. Aşağıda verilen yeryüzü görüntüleme sistemi uydu görüntüsü eşleştirmelerinden hangisi doğrudur?

- a) Yüksek çözünürlüklü sistemler= Göktürk-2
- b) Radar sistemler= Earth Observing-1
- c) Düşük çözünürlüklü sistemler= Landsat
- d) Orta çözünürlüklü sistemler= Noaa
- e) Hiperspektrometre sistemler= Radarsat

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. NASA'nın Landsat'ın masraflarını azaltmak için başlatmış olduğu Yeni Milenyum programlarından birisi dir

7....., 220 bandlık görüntü spektrometre olup 30m çözünürlüklü 7.5 km genişlikte görüntüler üretir

8. ESA ya ait mikro uydu olan Ekim 2001 de uzaya fırlatılmıştır. Daha çok küçük bilimsel çalışmalar ve uygulamalar için tasarlanmıştır.

9. Proba uydusuna ait enstrümanı arazi yüzeylerindeki yönlü spectral yansımaların ölçülmesinde kullanılır. Böylelikle arazi yüzeylerine ait yeni biyofiziksel ve biyokimyasal veriler ve bilgiler kolay bir şekilde elde edilebilmektedir.

10. Şubat 2000'de 10 günlük yörünge uçuşu gerçekleştiren uzay mekiği Endeavour, 60° kuzey ve güney enlemleri arasındaki kara parçalarının görüntülerini toplamıştır

Cevaplar

1)e, 2)b, 3)c, 4)d, 5)a, 6)Earth Observing-1, 7) Hyperion, 8) Proba, 9) CHRIS, 10) yapay açıklıklı radar (SAR)

9. GÖRÜNTÜ ve ÖZELLİKLERİ

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

9.1. Çözünürlük

9.1.1. Spektral Çözünürlük

9.1.2. Rayometrik Çözünürlük

9.1.3. Mekânsal Çözünürlük

9.1.4. Zamansal Çözünürlük

9.2. Görüntü Türleri ve Özellikleri

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Uzaktan Algılamada kaç tür çözünürlük vardır aralarındaki farklar nelerdir?
- 2- Mekânsal çözünürlük uzaktan algılama çalışmalarında neden önemlidir?
- Kaç tür uydu görüntüsü vardır? Farkları nelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Çözünürlük	Uzaktan algılamadaki spektral, radyometrik, mekânsal ve zamansal çözünürlükleri kavramlarının anlaşılması.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Görüntü türleri ve özellikleri	Uzaktan algılamadaki değişik görüntülerin ne olduğu ve bunlardan değişik örnekler vererek çıkarımların nasıl yapıldığının anlaşılması.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

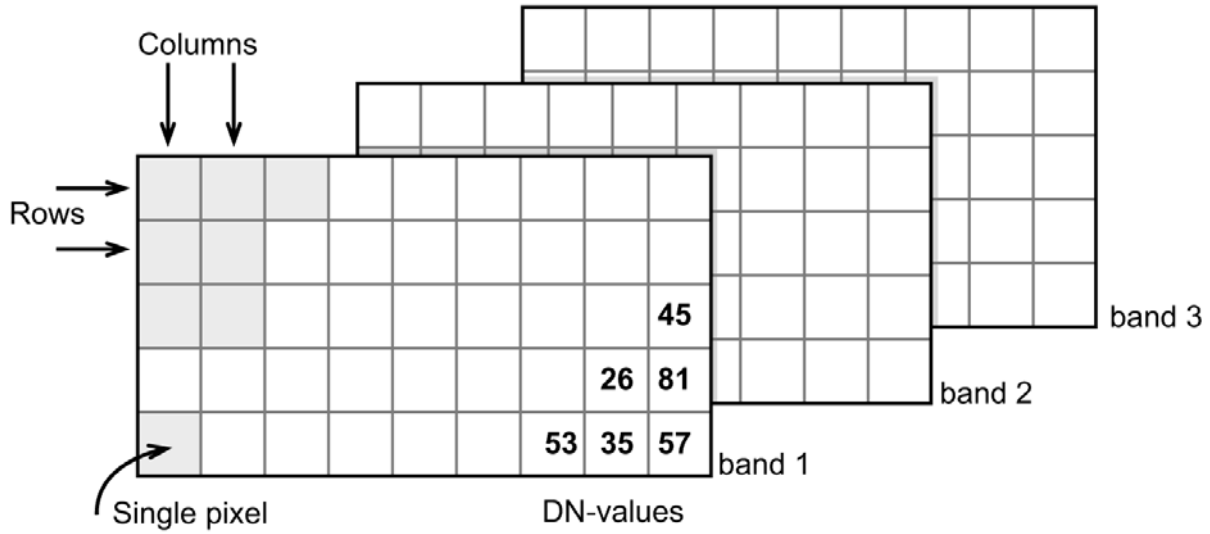
Anahtar Kavramlar

- Spektral çözünürlük
- Radyometrik çözünürlük
- Mekânsal çözünürlük
- Zamansal çözünürlük
- Görüntü türleri

Giriş

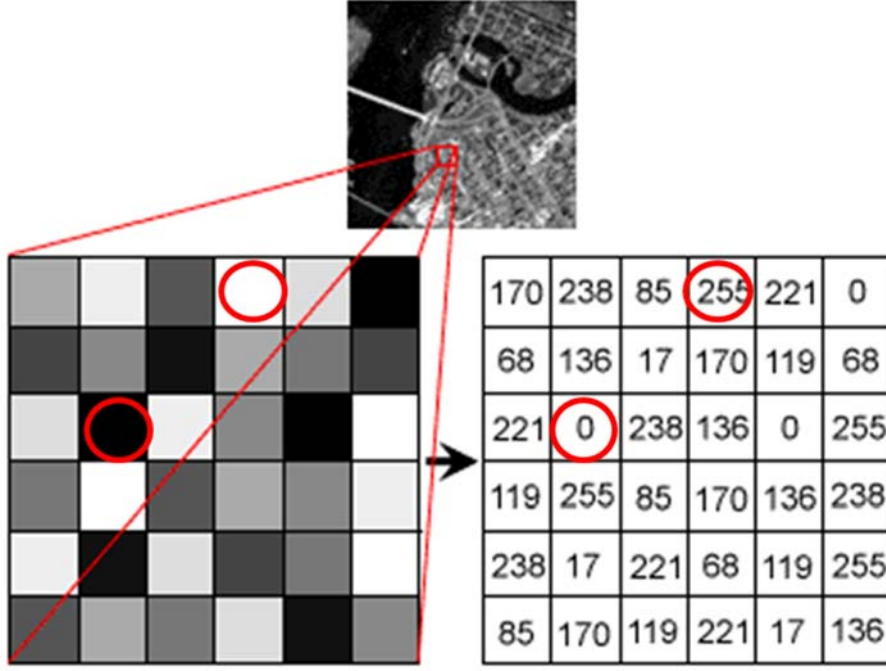
Bu bölümde, uzaktan algılamada kullanılan çözünürlük kavramı ve bunun altındaki spektral, radyometrik, mekânsal ve zamansal çözünürlüklerin ne olduğu üzerinde durulacaktır. Bunun yanında görüntü özelliklerinden normal renkli, yalancı renkli görüntüler, sınıflandırılmış görüntü, analog ve dijital görüntünün ne olduğu ve aralarındaki farklar işlenecektir. Son olarak da bazı uydu görüntülerinden örnekler verilecektir.

Uzaktan Algılamada fotoğraf ile görüntü ayırt edilmelidir. Fotoğraf, 0.3-0.9 μm dalga boylarında, görünen ve yakın kızıl ötesi bölgelerindeki elektromanyetik enerjinin bir fotoğraf filminin üzerine kaydedilmesidir. Görüntü ise, dalga boyu veya elektromanyetik enerjiyi kaydeden algılayıcı cihaz ne olursa olsun, resimsel sunumların hepsini içermektedir. Dolayısıyla her fotoğraf görüntüdür, fakat her görüntü fotoğraf değildir. Uzaktan algılama açısından görüntü, coğrafi bir sahayı temsil eden, sütun (column) ve satırların (row) grid tarzı düzenlenmesinden oluşan bir veridir (Şekil 9.1). Şekilde 9 sütun ve 5 satırdan meydana gelmiş bir bandı görmekteyiz. Görüntülerdeki bu satır ve sütunların büyüklükleri Uydulardaki sensörlerin çözünürlükleri ile ilgilidir.



Şekil 9.1. Çok bantlı bir görüntünün yapısı.

Gridlerde yer alan her piksel belirli bir konumdaki yeryüzü bölgesinden yansıyan elektromanyetik enerji değerini içerir. Bu değerler Dijital Numara (Digital Number- DN) olarak pikselde depolanır. Örneğin Şekil 9.1’de sağ alt köşede verilen numaralar her bir pikselin sahip olduğu değeri gösterir. Rakam değerinin artması, yansımanın daha fazla kaydedildiğini, azalması da daha az kaydedildiğini gösterir. Mesela 81 değeri maksimum yansımayı verirken, 26 değeri en az yansımayı verir. Her bir dalga boyu aralığı ise piksellerin bir araya gelmesiyle oluşan bantlarda kaydedilir. Şekil 9.2’de bir banttaki küçük bir kısmın kayıt özelliklerini göstermektedir. Değerler 0 ile 255 arasında değişmektedir. 0 en düşük yansıma değerini (hatta hiç yansıma yok) verir ve siyah renkle görüntü üzerinde temsil edilir. 255 ise maksimum yansıma değerini verir ve beyaz renkle görüntü üzerinde temsil edilir. 0-255 arasındaki değerler ise siyah ve beyaza yaklaşan ara renklerle bant üzerinde temsil edilirler. Sonuç olarak bir banttaki siyah-beyaz ve ara renklerin her birisinin arkasında rakamsal bir ifade yer alır. Uzaktan algılamada bu rakamsal ifadeler kullanılarak bir takım analizler gerçekleştirilir. Bantların bir araya gelmesiyle de görüntüler oluşur (görünür veya yalancı renkli görüntüler gibi).



Şekil 9.2. Tek bir bantta piksellerin depolanma özellikleri.

Tarama (Bant) genişliği, dünya üzerindeki yörüngelerini takip ederek uçan uydu sensörlerinin, yeryüzünde gördüğü ve algıladığı sahanın tam genişliğini ifade eder. Uyduların yörünge irtifaları farklı olduğu için yeryüzündeki kapladıkları genişliklerde farklıdır. Landsat TM de 185 x170 km, Spot ta ise 60x60 km olduğu gibi.

9.1. Çözünürlük

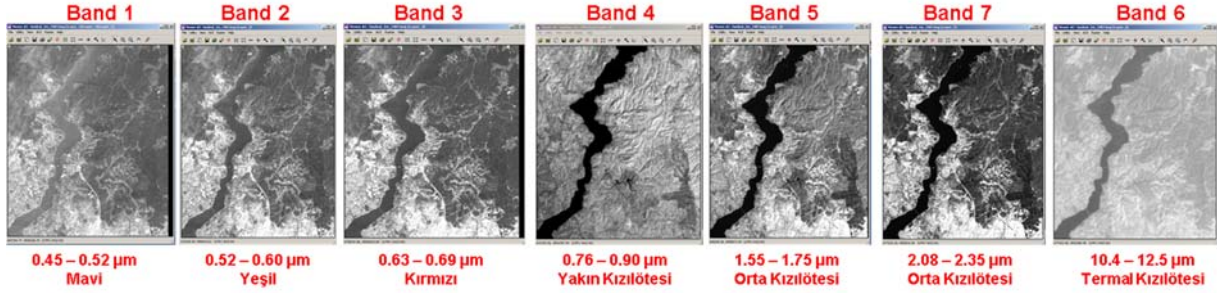
Ekranda görünen piksel sayısını veya görüntüdeki bir pikselin yeryüzündeki karşılığını ifade eder. Uzaktan Algılamada 4 farklı çözünürlük tipi vardır:

- Spektral Çözünürlük,
- Radyometrik Çözünürlük,
- Mekânsal Çözünürlük,
- Zamansal Çözünürlük.

9.1.1. Spektral Çözünürlük

Algılayıcının kaydedebileceği elektromanyetik spektrumun belirli dalga aralığını ifade eder. Bu özellik her bir uydu ve/ya sensör için farklılık gösterir. Örneğin, Landsat TM sensöründe 1. Banttan 7. Banda kadarki aralıkta her bir bant Şekil 9.3 te verildiği gibi değişik spektral aralıkları kaydeder. Hatırlanacağı üzere hiperspektral sistemlerde bant sayısı fazla olduğu için spektral çözünürlükler daha fazla olarak karşımıza çıkar. Landsat TM de 0.45-

0.52 μm arası tek bir bantta gösterilirken, bu aralık hiperspektral sistemde 10 veya 20 bantta gösterilebilmektedir.

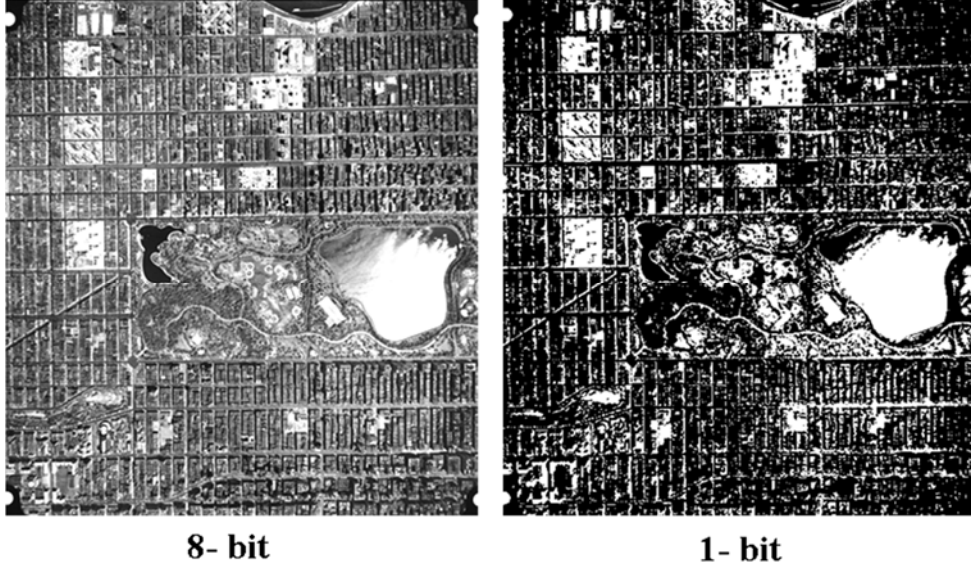


Şekil 9.3. Landsat TM sensörüne ait bantların spektral çözünürlükleri.

9.1.2. Radyometrik Çözünürlük

Radyometrik çözünürlük, her bir banttaki toplam olabilecek veri değerini ifade eder. Her bir pikseldeki ışımanın şiddetine bağlı olarak derecelendirilir. Bu da kaydedilen enerjinin bölünebileceği bit sayısı ile gösterilir. En karanlığa yani en düşük sinyal seviyesi “0” en parlak olan ise bit sayısına bağlı olarak (127, 255) değişir. Bit sayısı arttıkça ayrıntı artar. Örneğin 8 bitlik bir veride, her bir piksel 0'dan 255'e kadar (2^8) değişen 256 veri değeri alabilir. Bu çözünürlük 7 bitlik veri için 0'dan 127'ye (2^7) 128' kadar, 11 bitlik için (2^{11}) 0-2047'ye 2048 gri ton mevcuttur.

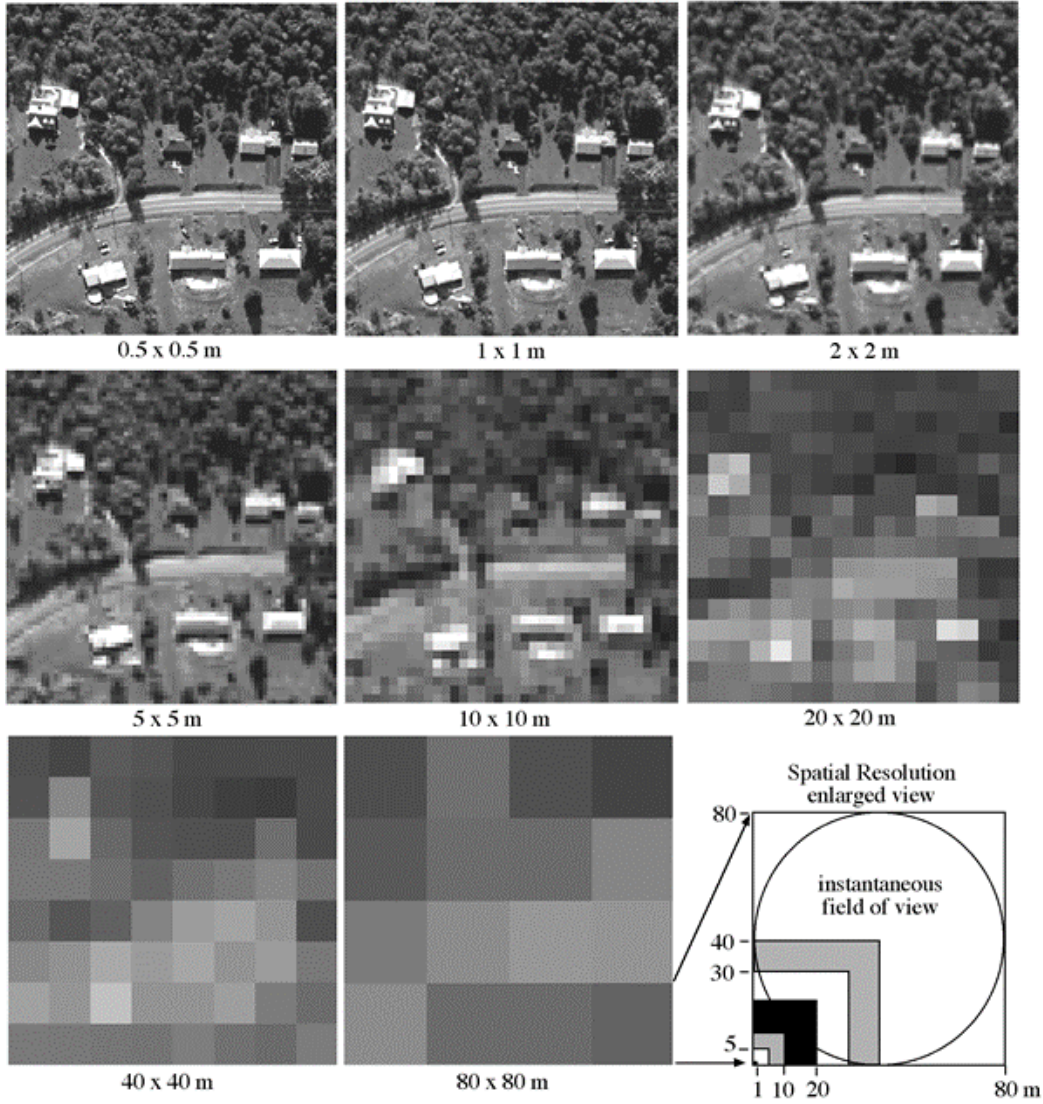
Örneğin şekil 9.4'te aynı yerin farklı radyometrik çözünürlüğe sahip iki görüntüsü verilmektedir. Bunlardan 8 bitlik (2^8) görüntüde 0 ve 255 renkleri dâhil toplamda 256 renk tonu kullanılmıştır. Dolayısıyla görüntü üzerinde daha fazla detay ayırt edilebilmektedir. 1 bitlik (2^1) görüntüde ise 0-2 arasında toplam 3 renk kullanılmıştır. Yani siyah (0) – gri (1) ve beyaz (2). Bundan dolayı görüntünün yüzeyi temsil kabiliyeti oldukça düşüktür ve yüzeydeki detaylar net bir şekilde ayırt edilememektedir.



Şekil 9.4. Aynı alanın farklı radyometrik çözünürlüğe sahip görüntüleri.

9.1.3. Mekânsal Çözünürlük

Mekânsal çözünürlük, her bir pikselin temsil ettiği arazideki alanı veya algılayıcının kaydedebileceği en küçük objenin ölçüsünü ifade eder. Mekânsal çözünürlüğe bağlı olarak görüntü üzerindeki objelerin algılanma düzeyleri de değişiklik gösterir. Düşük çözünürlüklü görüntülerde yüzey üzerindeki nesneler net bir şekilde algılanmazken, yüksek çözünürlüklü görüntülerde en ince detaylar bile görüntü üzerinde algılanabilir ve yorumlanabilir. Şekil 9.5. mekânsal çözünürlük ile görüntülerdeki detaylar arasındaki ilişkiyi net bir şekilde göstermektedir. Buna göre 0.5 m çözünürlüklü bir görüntüde evler, ana ve tali yollar, evlerin gölgeleri, ağaçlar vb. detaylar net bir şekilde ayırt edilebiliyorken, çözünürlük düştükçe bu detayların ayırt edilebilme oranları azalmaktadır. En nihayetinde mekânsal çözünürlüğün 80 m olduğu görüntüde hiçbir detay kalmamaktadır. Ancak unutulmamalıdır ki 80 m ve daha düşük çözünürlüklü görüntüler, çok küçük alanlar için değil daha büyük alanların (ülke, kıta ve dünya ölçeğinde) çalışılmasında kullanışlı olmaktadır.



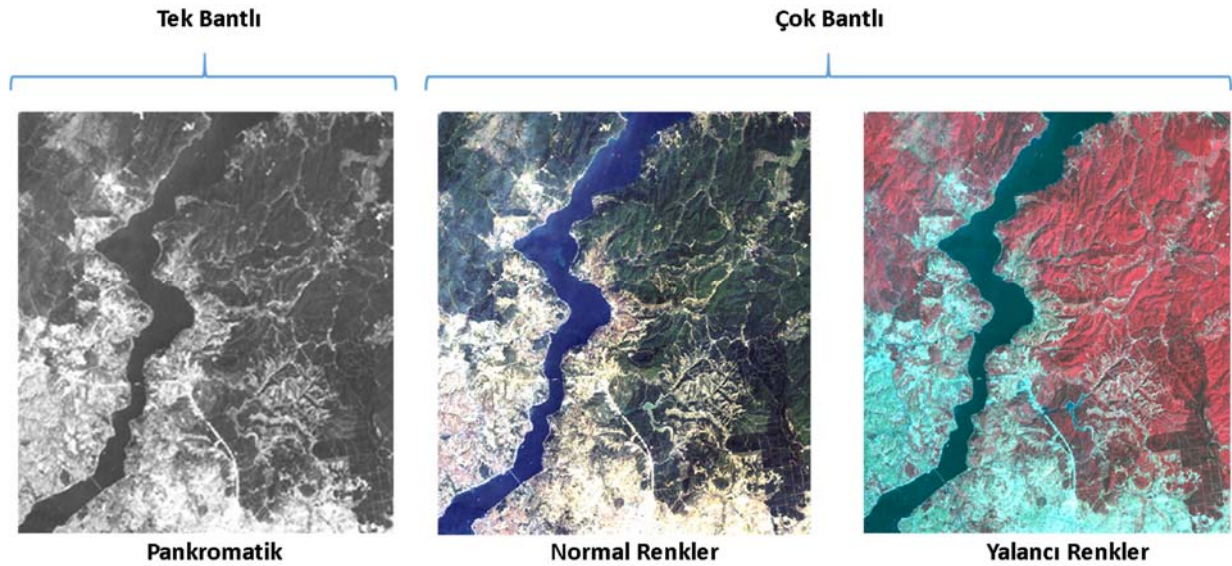
Şekil 9.5. Mekânsal çözünürlük ile görüntü detayı arasındaki ilişki.

9.1.4. Zamansal Çözünürlük

Zamansal çözünürlük belirli bir bölgenin hangi sıklıkta algılanacağını ifade eder. Zamansal çözünürlük uyduların yüksekliklerine ve yörünge eğikliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin Landsat uyduları aynı bölgeyi 16 günde, Spot 26 günde, NOAA uydusu 12 saatte algılayabilir. Uyduların yörünge özelliklerine bağlı olarak dünyada herhangi bir yer üzerinden ne zaman geçeceği bellidir. Dolayısıyla bir bölgedeki coğrafi olay veya olaylarla ilgili olarak zaman içerisindeki değişimler uydulara ait zamansal çözünürlüklerine bağlı olarak çalışılabilir. Ayrıca her bir uydunun zamansal çözünürlüğü farklılık gösterdiği için bir uydu ile yakalanamayan coğrafi olay diğer bir uydu ile yakalanabilir ve gerçek zamanlı veri uydu görüntülerinden elde edilebilir.

9.2. Görüntü Türleri ve Özellikleri

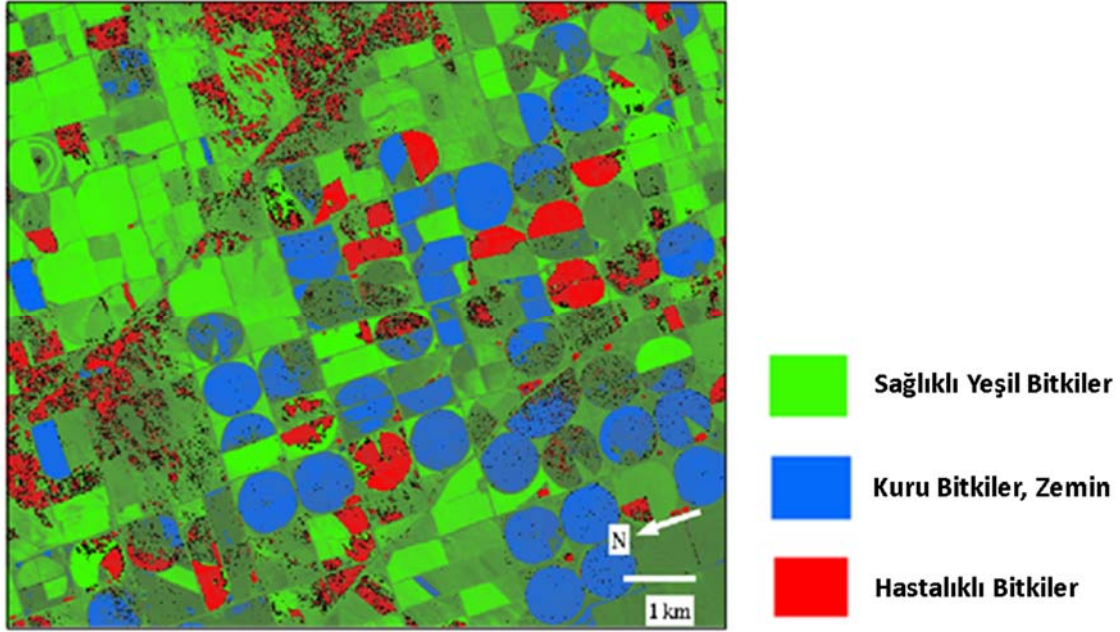
Uzaktan algılamada ham uydu görüntüleri, sürekli alan veri özelliği gösterir ve hücre verilerden oluşur. Yani hücreler arası boşluk ve süreksizlik mevcut değildir. Bu tür veriler de pankromatik (siyah-beyaz) tek bantlı olabildiği gibi çok bantlı (multi-spektral) da olabilmektedir. Çok bantlı görüntüler, eğer 0.4-0.7 μm aralığındaki bantlar R-G-B kombinasyonuna alınırlarsa normal renkler, 0.4 altı ve 0.7 üstü spektral aralıktaki bantlar ile R-G-B kombinasyonu alınırsa yüzeydeki objeler gerçekten farklı renklerde görülür ki buna yalancı renkli görüntü ismi verilir. Buna bir örnek Şekil 9.6'da verilmiştir. Şekilde İstanbul boğazı ve çevresini gösteren tek bantlı görüntü siyah beyaz olup pankromatik bir görüntü özelliği gösterir. Dolayısıyla bant hangi spektral aralığı temsil ediyorsa o spektral aralıktaki yüzey detaylarına biraz daha net bir şekilde görüntü üzerinde seçilebilir. Çok bantlı görüntüler ise iki türlü olarak karşımıza çıkar. Bunlar; görünür dalga boyları (0.4-0.7 μm) kullanılarak oluşturulan normal renkler ve görünür dalga boyları dışında kalan dalga boylarının kullanılmasıyla oluşturulan yalancı renklerden oluşan görüntüdür. Örneğin gerçekte orman örtüsü yeşil olması gerekirken yalancı renklerde orman kırmızı olarak gösterilmiştir.



Şekil 9.6. Tek, çok bantlı görüntüler ve renk özellikleri.

Uzaktan algılamanın ham görüntüsü amaca yönelik olarak eğer birtakım proseslerden geçer ve işlenirse sınıflandırılmış (Tematik) görüntü ismini alır. Sınıflandırılmış görüntüde pikseller artık yüzeyden yansıyan enerjinin değerini göstermez, bazı analizler sonucunda benzer piksellere atanan sınıf türünü yansıtır. Dolayısıyla artık görüntü olmaktan çıkmış tematik haritaya dönüşmüş olur. Şekil 9.7'de bir alana ait görüntünün sınıflandırılması sonucunda ortaya çıkan sonuç tematik harita verilmiştir. Bu haritada artık yeşil renkler, sağlıklı yeşil bitkileri, mavi renkler kurumuş bitkileri ve çıplak zeminleri (yaklaşık aynı yansıma değerlere sahip oldukları için) ve son olarak da kırmızı renk sağlıklı olmayan

hastalıklı bitkileri göstermektedir. Bu tematik haritada piksellerin değerleri normal yansıma değerlerinden ziyade bu üç sınıftan birisini temsil eder.

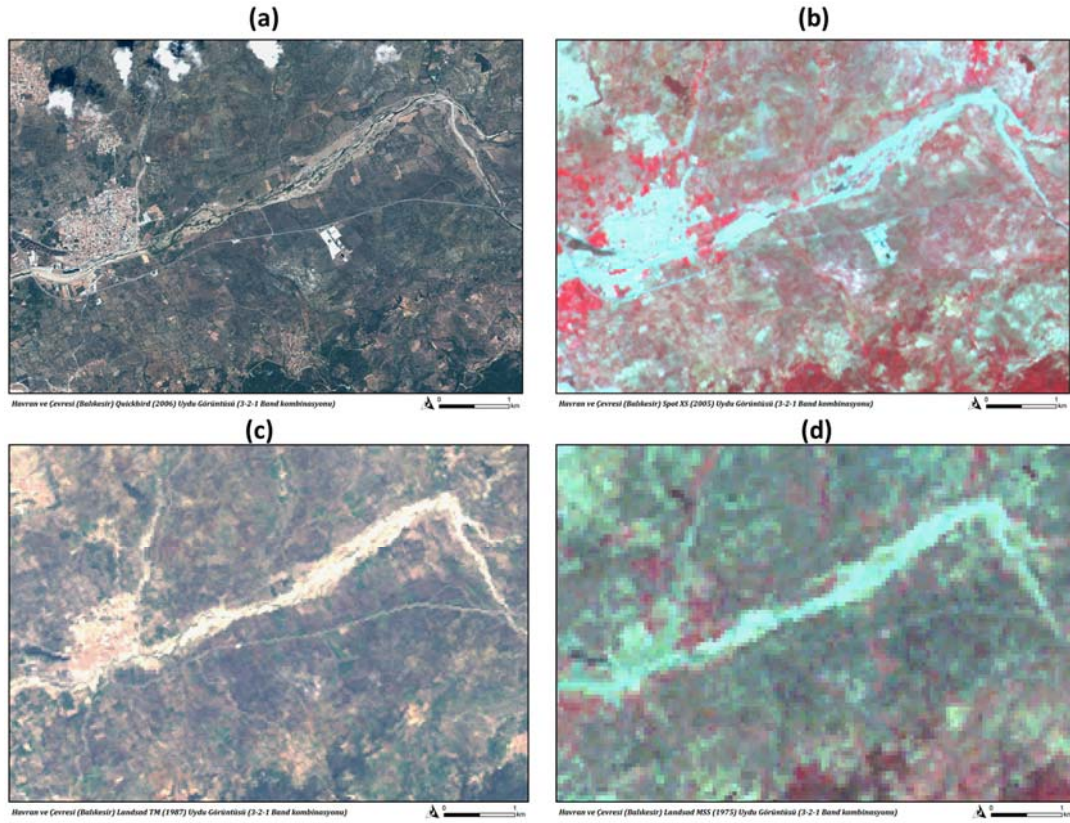


Şekil 9.7. Sınıflandırılmış tematik harita görüntüsü.

Uydu görüntüleri ham veya sınıflandırılmış olsun, iki şekilde bulundurulurlar. Bunlar; analog ve dijital görüntü şeklindedir. Kâğıt ortamındaki bütün görüntülere Analog görüntü ismi verilir. Bu görüntülerin yeryüzündeki objeleri gösterim zenginliği sınırlı olup, sadece kâğıt ortamına aktarıldığı dalga boylarını gösterebilirler. Dijital görüntü ise boyutları istenilen ölçüde olabilen, hücrelerden meydana gelmiş, her hücrenin bir sayısal ifadesi olan ve ortalama bir karakteristik özelliklerle tanımlanan ve hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşmuş görüntülerdir. Dijital görüntüler, analog görüntülerin tersine bütün dalga boylarını bünyelerinde barındırır ve istenilen bant kombinasyonu yapılarak istenen detayların ortaya çıkartılması sağlanır. Ayrıca dijital görüntülerin bir kimlik kartı (metadata) vardır. Bu kimlik kartında görüntü ile ilgili bütün bilgileri (koordinat bilgisi, sensör, bant özellikleri, görüntünün çekildiği gün vb.) bulmak mümkündür.

Aşağıda bazı uydu görüntülerine ait örnekler verilmiştir. Bunlardan Şekil 9.8'de Havran ilçesi (Balıkesir) ve çevresine ait farklı uydu görüntüleri gösterilmektedir. Bunlardan 5.8a'daki uydu görüntüsü normal renklerde Quickbird uydusundan elde edilmiş yüksek çözünürlüklü (0.60 m) bir uydu görüntüsüdür. Görüntü yaklaştırıldığı takdirde tarlaları, tarlalar arası sınırlar, yerleşme arasındaki sokak ve caddelerini ve hatta ağaçları görmek mümkündür. Dolayısıyla objelerin birbirinden ayırt edilebilmesi oldukça kolaydır. Şekil 9.8b de ise Spot XS uydu görüntüsü yer almaktadır. Bu görüntünün çözünürlüğü 20 m olup yalancı renkli bir görüntüdür. Daha önceki derslerimizde değinildiği üzere, Spot uydusunda mavi bant (0.4-0.5 μm) bulunmadığı için 3-2-1 bant kombinasyonu ile normal renkler değil yalancı

renkler elde edilmektedir. Bu görüntüde (a) görüntüsü gibi olmasa da yerleşme, tarım alanları, Havran çayı ve yatağı ve ağaçlık-ormanlık alanlar net bir şekilde görülebilmektedir. Dolayısıyla (b) görüntüsünde (a) görüntüsüne göre detayların biraz daha azaldığı net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Şekil 9.8c’de ise Landsat TM görüntüsü yer almaktadır. 30 m çözünürlüklü bu görüntü normal renklidir. (a) ve (b) görüntülerine göre çözünürlüğü iyice düşük olan bu görüntüde yerleşme, Havran çayı ve yatağı, yollar, tarım alanları ve ormanlık alanları belirli olmakla birlikte ayırt edilebilirlikleri iyice azalmıştır. Uydu görüntüsünün çekim tarihi olan 1987 yılı dikkate alındığında (a) ve (b) görüntülerinde doğu-batı istikametindeki yol üzerindeki açık alan (sanayi alanı) mevcut değildir. Ayrıca yerleşme alanının sınır özelliklerinin de kısmen daha küçük bir alanda olduğu dikkat çekmektedir. Şekil 9.8d ise Landsat MSS görüntüsü olup 60 m çözünürlüklü ve yalancı renkli bir görüntüdür. Landsat MSS’te mavi bant bulunmadığı için normal renkli görünüm elde edilememektedir. Bu görüntü de önceki 3 görüntüden farklı olarak ayrıntılar iyi azalmış ve objelerin ayırt edilebilirliği neredeyse kaybolmuştur. Buna rağmen yerleşme, akarsu yatağı ve ormanlık ve tarım alanı temel objeler olarak ayırt edilebilmektedir.



Şekil 9.8. Aynı alana ait farklı çözünürlük, sensör ve zamandaki uydu görüntüleri.

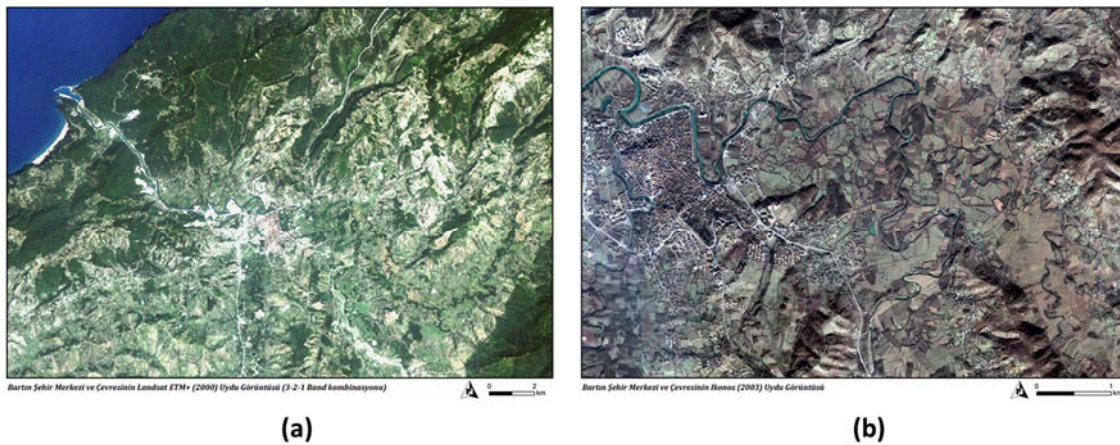
Şekil 9.9’da Havran Çayı (Balıkesir) Edremit körfezine döküldüğü mansap kısmına ait iki farklı görüntü verilmiştir. Bunlardan Şekil 9.9a 1976 yılına ait bir hava fotosu olup 1:35000 ölçeklidir. Pankromatik ve dikey olan hava fotosunda Havran Çayı’nın mansap kısmındaki arazi kullanım özellikleri (tarım alanları ve sınırları, boş alanlar) net bir şekilde

ayrıt edilebilmektedir. Şekil 9.9b’de ise aynı alana ait yüksek çözünürlüklü (0.60m) Quickbird uydu görüntüsü verilmiştir. Normal renkli bu görüntüde özellikle çayın mansap kısmındaki yerleşme artışını görmek mümkündür. Aynı zamanda tarım alanı sınırları daha ayrıntılı olarak görülebilmekte olup tarlalardaki ürün farklılıkları net bir şekilde ortaya çıkmaktadır.



Şekil 9.9. Aynı alana ait farklı çözünürlük, sensör ve tarihli uydu görüntüleri.

Şekil 9.10’da ise Bartın ili ve çevresine ait uydu görüntüleri verilmiştir. Bunlardan 9.10a’da Landsat ETM+ uydu görüntüsü olup normal renkler kullanılmıştır. Çözünürlüğü 30m olan bu uydu görüntüsünde deniz, ormanlık alan, yerleşme, Bartın Çayı ve kısmen tarım alanları görülebilmektedir. Şekil 9.10b’de ise Ikonos uydu görüntüsü verilmiştir ve normal renkler kullanılmıştır. 1 m çözünürlüklü bu uydu görüntüsünde Bartın il merkezi ve çevresindeki arazi kullanım özellikleri net bir şekilde ayrıt edilebilmektedir. Ayrıca Bartın Çayı’nın menderesli yatağı da gözlemlenebilen özellikler arasında yer alır. Dolayısıyla yüksek ve orta çözünürlüklü görüntülerdeki detay farkları ve bu görüntülerden çıkartılabilecek özellikler hakkında bu örnekler bize detaylı bilgi vermektedirler.



Şekil 9.10. Aynı alana ait farklı çözünürlüklü uydu görüntüleri.

Uygulamalar

1- Fotoğraf makineniz ile çekmiş olduğunuz resimlerin uzaktan algılama içerisindeki yerini irdeleyiniz?

2- Google Earth programını kullanarak, herhangi bir alana ait eski görüntülere ulaşım, değişim, çözünürlük gibi özelliklerini karşılaştırınız?

Uygulama Soruları

- 1- Uzaktan Algılama’da çözünürlük ne demektir, türleri hakkında bilgi veriniz?
- 2- Zamansal çözünürlük uzaktan algılama çalışmalarında neden önemlidir, açıklayınız?
- 3- Yalancı renkli görüntü ve normal renkli görüntü terimlerini açıklayınız?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde, uzaktan algılamada kullanılan uydu görüntülerinin özellikleri üzerinde durulmuştur. Özellikle uzaktan algılama önemli olan çözünürlük terimi, kaç türlü çözünürlüğün olduğu bu bölümde açıklanmıştır. Buna göre, spektral görüntülerdeki band özelliklerini, radyometrik piksellerin renk derinliğini, mekânsal piksellerin büyüklüklerini ve zamansal çözünürlükte uydu görüntülerin aynı alanı görüntüleme sıklığını ifade ettiği genel olarak vurgulanmıştır. Sonrasında görüntü özelliklerinden normal renkli, yalancı renkli görüntüler, sınıflandırılmış görüntü, analog ve dijital görüntünün ne olduğu ve aralarındaki farklar bu haftaki ders içerisinde işlenmiştir. Son olarak da bazı uydu görüntülerinden örnekler verilerek uydu görüntüleri arasındaki farklar üzerinde durulmuştur.

Bölüm Soruları

1. Aşağıdakilerden hangisi uzaktan algılamada kullanılan çözünürlük türlerinden değildir?

- a) Radyometrik çözünürlük
- b) Spektral çözünürlük
- c) Zamansal çözünürlük
- d) Mekânsal çözünürlük
- e) Yörünge çözünürlüğü

2. “Dijital Numara”nın tanımı aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Bantların sayısını ifade eder
- b) Görüntüde pikselin değerini ifade eder
- c) Uydu sayısını ifade eder
- d) Pikselin büyüklüğünü ifade eder
- e) Görüntünün büyüklüğünü ifade eder

3. “Uydu görüntüsünde her bir banttaki toplam olabilecek veri değerini ifade eder. Her bir pikseldeki ışımanın şiddetine bağlı olarak derecelendirilir.”

Yukarıda verilen özellik aşağıdakilerden hangisini tanımlar?

- a) Spektral çözünürlük
- b) Zamansal çözünürlük
- c) Radyometrik çözünürlük
- d) Mekânsal çözünürlük
- e) Piksel boyutu

4. Sadece siyah, beyaz ve gri ton olmak üzere 3 renkten oluşan uydu görüntüsünün radyometrik çözünürlüğü nedir?

- a) 3 bit
- b) 5 bit
- c) 2 bit

d) 1 bit

e) 8 bit

5. Aşağıdakilerden hangisi zamansal çözünürlüğü tanımlar?

a) Belirli bir bölgenin hangi sıklıkta algılanacağını ifade eder

b) Pikselin zaman içinde alabileceği değeri ifade eder

c) Pikselin gerçek arazide temsil ettiği alanı ifade eder

d) Pikselin rakamsal ifadesidir

e) Görüntünün kaç banttıan oluştuğunu ifade eder

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. 0.3-0.9 μm dalga boylarında, görünen ve yakın kızıl ötesi bölgelerindeki elektromanyetik enerjinin bir fotoğraf filminin üzerine kaydedilmesi olarak tanımlanır.

7. Uzaktan algılama açısından görüntü, coğrafi bir sahayı temsil eden, ... ve grid tarzı düzenlenmesinden oluşan bir veridir

8. Gridlerde yer alan her piksel belirli bir konumdaki yeryüzü bölgesinden yansıyan elektromanyetik enerji değerini içerir. Bu değerler olarak pikselde depolanır.

9..... , her bir banttaki toplam olabilecek veri değerini ifade eder. Her bir pikseldeki ışımının şiddetine bağlı olarak derecelendirilir. Bu da kaydedilen enerjinin bölünebileceği bit sayısıyla gösterilir.

10. Uzaktan algılamanın ham görüntüsü amaca yönelik olarak eğer bir takım proseslerden geçer ve işlenirse görüntü ismini alır.

Cevaplar

1)e, 2)b, 3)c, 4)d, 5)a, 6) Fotoğraf, 7)sütun-satırların, 8)Dijital Numara, 9) Radyometrik çözünürlük, 10) sınıflandırılmış (Tematik).

10. GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ I

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

10.1. Görüntü Düzeltme

10.1.1. Radyometrik Düzeltme

10.1.2. Geometrik Düzeltme

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Görüntü düzeltmede yapılan işlemler nelerdir?
- 2- Radyometrik düzeltme ne demektir, ne tür işlemler yapılır?
- Geometrik düzeltme nedir ve ne tür işlemler yapılır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Görüntü düzeltme	Görüntü düzeltme işleminin ne olduğu kavramak.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Radyometrik düzeltme	Radyometrik hataların nasıl giderildiğinin anlaşılması.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Geometrik düzeltme	Geometrik düzeltme işleminin önemi ve yapılacak işlemlerinin kavranması.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Görüntü düzeltme
- Radyometrik düzeltme
- Geometrik düzeltme
- Dönüşüm
- Yeniden örnekleme

Giriş

Bu bölümde, uydu görüntülerinin analiz edilmesi ve işlenmesi öncesinde uygulanması zorunlu olan ön işlemler üzerinde durulacaktır. Bu ön işlemler radyometrik ve geometrik düzeltme olarak iki başlık altında incelenecektir. Radyometrik ve geometrik düzeltmeler genellikle görüntü sağlayıcı firmalar tarafından ücreti ödenmek koşuluyla yapılmış olarak uydu görüntüleri sağlanır. Ancak burada bu adımda yapılan işlemler ve bu işlemlerin öneminin anlaşılması bakımından verilmiştir. Geometrik ve radyometrik düzeltilmesi yapılmamış görüntüler analiz için kullanılmamalıdır.

Bu bölüme kadarki olan kısımlarda uzaktan algılamanın genel işleyişi ve çalışma prensipleri üzerinde durulmuştur. Uzaktan algılama ile ilgili analiz işlemleri uydu görüntülerinin üretici veya satıcı firmasından elde edildikten sonraki aşamaları bu ve bundan sonraki haftalarda ele aldığımız konular olacaktır. Dijital görüntü analizleri olarak adlandırılan bu işlemler genel olarak 4 grup altında toplanır. Bunlar;

- Görüntü Düzeltme
- Görüntü İyileştirme
- Görüntü Yorumlama
- Görüntü Sınıflamadır.

10.1. Görüntü Düzeltme

Görüntü düzeltme işlemleri dijital görüntü analizleri içerisinde ilk halkayı oluşturur ve ön-işlemler olarak adlandırılır. Uydu görüntüleri temin edildikten sonra ilk uygulanacak işlemlerdir. Bu işlemler yapılmadan diğer analiz adımlarına geçilemez. Bu işlemler, satıcı veya üretici firma tarafından yapılabildiği gibi analizci tarafından da yapılabilmektedir.

Görüntü düzeltme işlemleri iki sınıfta gruplandırılır. Bunlar; Radyometrik düzeltme ve Geometrik düzeltmedir.

Radyometrik düzeltme; genel olarak görüntü alanındaki aydınlanma farklılıkları, görünüş geometrisi, atmosferik şartlar, sensörden kaynaklanan parazitler gibi bilgilerdeki düzensizlik ve yanlış algılamalara neden olan atmosferik etkilerin giderilmesi ve algılayıcılar tarafından algılanan radyasyondan objeleri tam olarak temsil etmeyen yansımaların düzeltilmesi ya da elimine edilmesini içerir.

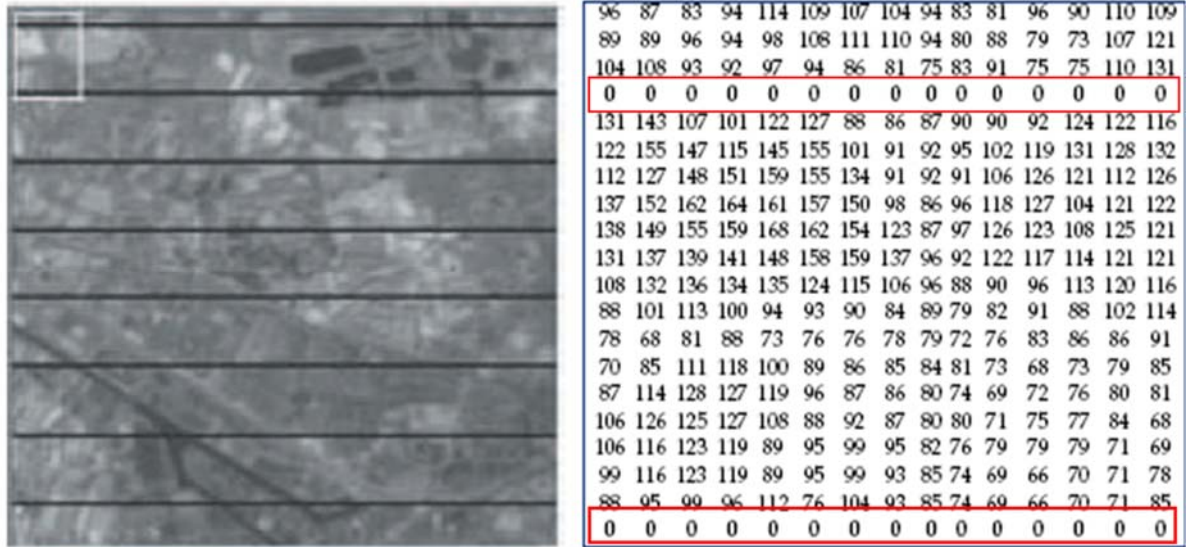
Sensörün konumu, tarama sistemi, platform yüksekliği, hızı, hareketi, arazinin eğriliği ve dünyanın rotasyonu gibi etkilerden dolayı görüntülerde geometrik bozulmalar meydana gelir. Geometrik düzeltme ise bu bozulmaları en aza indirir ve gerçek dünyaya yakın görüntüler elde edilmesini sağlar.

10.1.1. Radyometrik Düzeltme

Görüntüdeki radyometrik hatalar, detektör veya atmosferik nedenlerden olabilir. Radyometrik düzeltme ile görüntü üzerinde meydana gelen bu hatalar ortadan kaldırılır. Kozmetik düzeltme ile ortadan kaldırılabilen bu radyometrik hatalar birkaç şekilde ortaya çıkmaktadır:

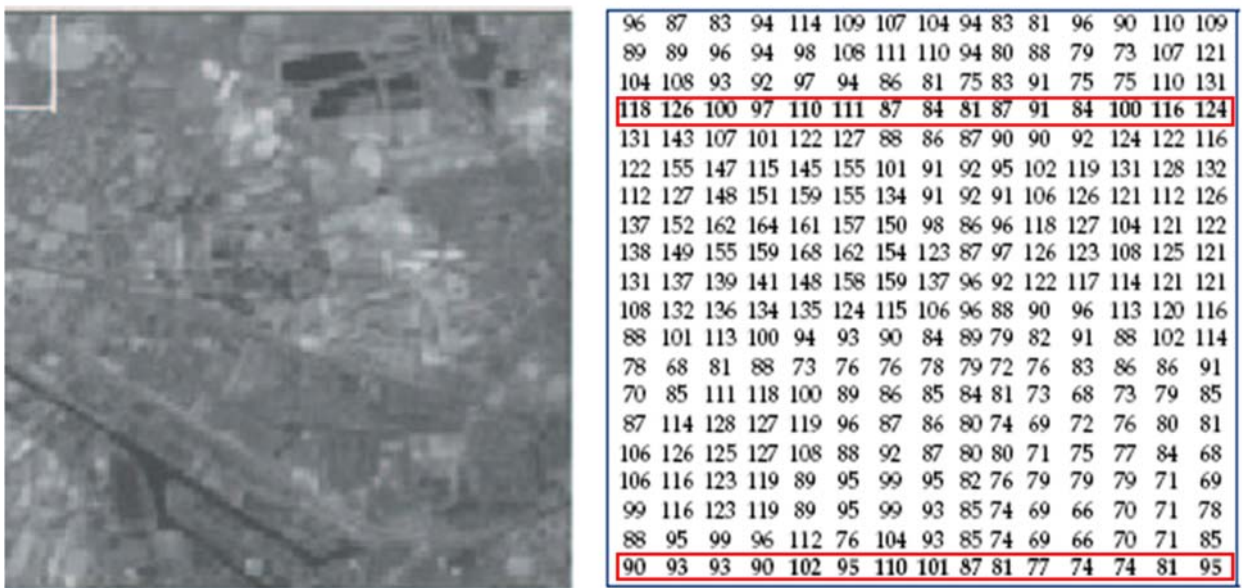
▪ **Çizgi Düşüşü:** Periyodik olarak meydana gelen bu çizgi düşüşleri, sensörde bulunan detektörlerden herhangi birisinde meydana gelen kayıt problemleri olup veri üretimi veya çalışmasını durdurmasıyla ortaya çıkarlar. Örneğin Landsat ETM termal bandı hariç bütün

bantları için 16 detektöre sahiptir. Detektörlerden birisinin arızalanması neticesinde her 16 satırda bir veri kaybı yaşanır “0” verisi olarak kaydedilir. Dolayısıyla renkte siyah çizgi olarak görüntü üzerinde gözükür (Şekil 10.1.)



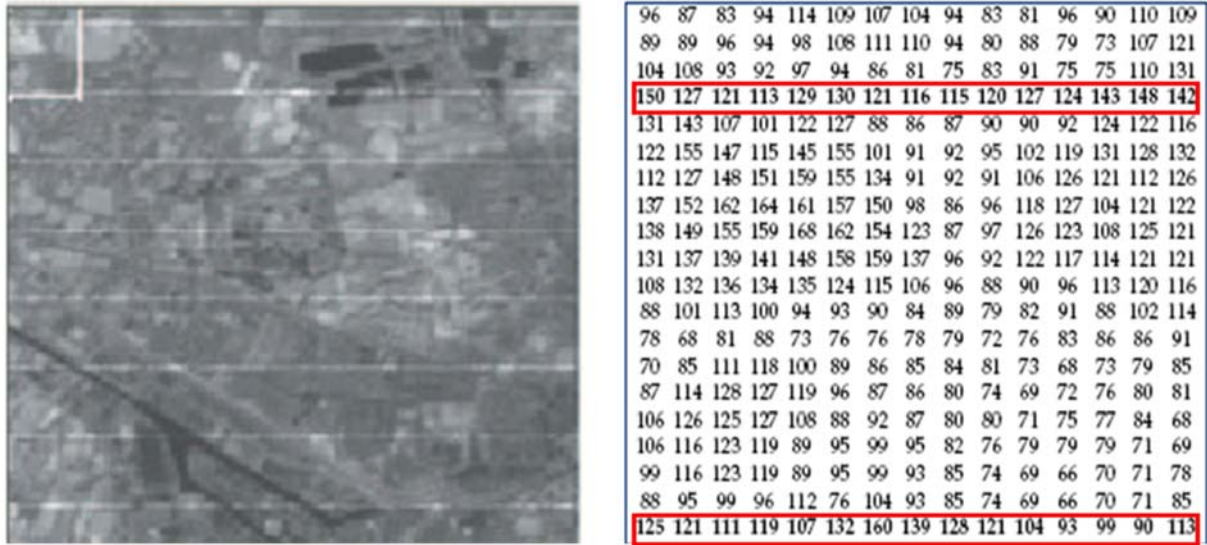
Şekil 10.1. Landsat ETM üzerinde meydana gelen çizgi düşüşlerine örnek.

Bu durumda yapılacak işlem eksik satırlar için bir önceki veya bir sonraki satırların değerleri kullanılır veya önceki ve sonraki satırların ortalaması alınarak boşluk satıra aktarılır. Böylelikle “0” değeriyle hatalara yol açarken iki çizgi arasındaki bu verisiz kısım daha problemsiz olarak halledilmiş olur. Bu düzeltme şekline göre Şekil 10.1’deki hataların düzeltilmiş hali Şekil 10.2’de verilmiştir. Verisiz satırın öncesi ve sonrasındaki satırların değerlerinin ortalaması alınarak yapılan bu düzeltmeyle görüntü bir önceki hatalı örneğine göre daha kullanışlı hale gelmiştir.



Şekil 10.2. Landsat ETM üzerinde meydana gelen çizgi düşüşlerinin düzeltilmiş haline örnek.

▪ **Çizgi Şeritleri:** Çizgi şeritleri, çizgi düşüşlerinden çok daha fazla yaygındır. Çizgi şeklindeki şeritler genellikle detektörün aynı şekilde işlem yapamamasından meydana gelir. Uydular yörüngelerine fırlatılmadan önce detektörleri dikkatli bir şekilde kalibre edilmesi ve eşleştirilmesine rağmen, zaman içinde bazen detektörlerden bazıları daha yüksek veya alçak düzeyde işlem yapabilmektedir. Bunun sonucunda detektör tarafından kaydedilen her bir çizgi diğerlerine göre daha parlak veya karanlık olabilmektedir. Şekil 10.3'te diğerlerine göre daha parlak olan dolayısıyla çizgi kayıt değerleri daha yüksek olan bir çizgi şerit örneği verilmiştir.



Şekil 10.3. Görüntüde oluşan çizgi şeritler ve bu şeritlere ait DN değerlerine örnek.

Görüntüler üzerindeki bu hataların ortadan kaldırılmasında birçok prosedür olmasına rağmen en yaygın olarak kullanılan düzeltme işlemi histogram eşleme yöntemidir. Bu yöntemde her bir detektörün ayrı ayrı histogramı üretilir ve eşleştirilir. Bunlardan birisinin standart olarak alınmasından sonra çizgi şeritlerdeki ortalamadan sapan DN değerleri hesaplanır ve yeni DN numaraları çizgilere aktarılır.

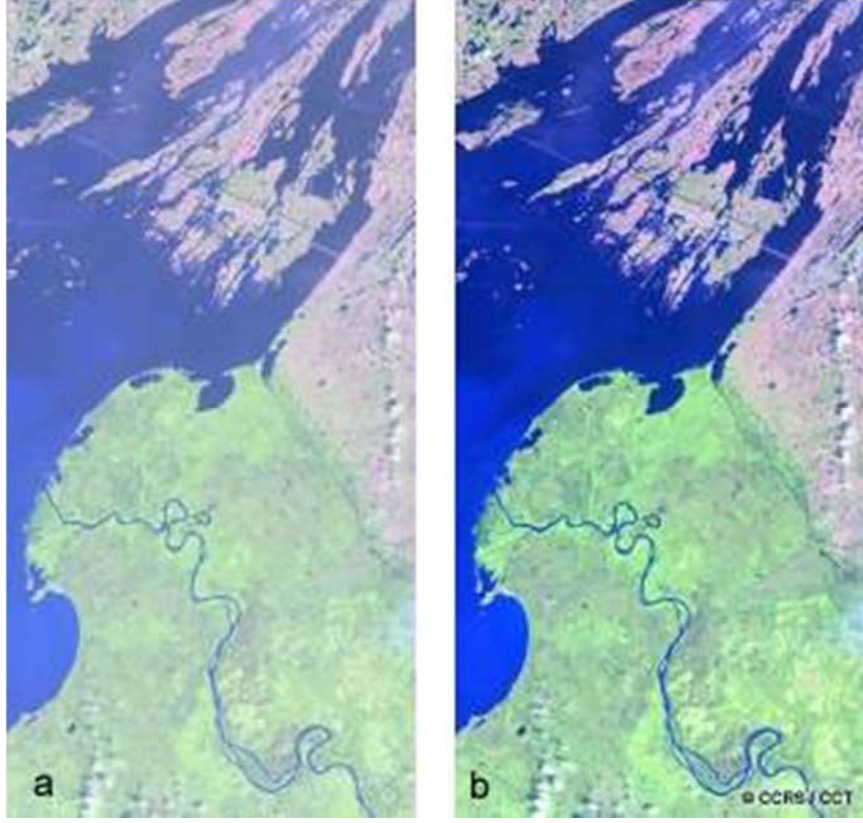
▪ **Nokta Parazitler:** Çizgi düşüşleri ve şeritleri görüntü üzerinde rastgele olarak gerçekleşmez ve bunlarında ortadan kaldırılmaları basit bir ortalama hesaplamasıyla gerçekleştirilir. Nokta veya rastgele parazitler ise daha sofistike bir yöntem olan dijital filtreleme yöntemi kullanılarak elimine edilirler. Nokta parazitler genellikle verinin akarımı sırasındaki hatalardan dolayı meydana gelebilmektedir. Buradaki hata bir pikseldeki DN değerinin çevre piksellere göre düşük veya yüksek değerde olmasıdır. Örneğin Şekil 10.4'te ilgili piksel değerleri çevre piksellere göre siyah veya beyaz spotlar üretmiştir. Bu tür nokta parazitler çevre piksellerle karşılaştırmalı olarak kolay bir şekilde belirlenebilir. Bu hataların giderilmesi çevre piksel değerleri kullanılarak enterpole edilmesiyle, bu piksellerin DN değerleri düzeltilmiş olur.



96	87	83	94	114	109	107	104	94	83	81	96	90	110	109
89	89	96	94	98	108	111	110	94	80	88	79	73	107	121
104	108	93	92	97	94	86	81	75	255	91	75	75	110	131
114	97	93	86	96	100	92	88	88	92	93	92	105	110	106
131	143	107	101	122	127	88	86	87	90	90	92	124	122	116
122	155	147	115	145	155	101	91	92	95	102	119	131	128	132
112	127	148	151	159	155	134	91	92	91	106	126	121	112	126
137	152	162	0	161	157	150	98	86	96	118	127	104	121	122
138	149	155	159	168	162	154	123	87	97	126	123	108	125	121
131	137	139	141	148	158	159	137	96	92	122	117	114	121	121
108	132	136	134	135	124	115	106	96	88	90	96	113	120	116
88	101	113	100	94	93	90	84	89	79	82	91	88	102	114
78	68	81	88	73	76	76	78	79	72	76	83	86	86	91
70	85	111	118	100	89	86	85	84	81	73	68	73	79	85
87	114	128	127	119	96	87	86	80	74	69	72	76	80	81
106	126	125	127	108	88	92	87	255	80	71	75	77	84	68
106	116	123	119	89	95	99	95	82	76	79	79	79	71	69
99	116	123	119	89	95	99	93	85	74	69	66	70	71	78
88	95	99	96	112	76	104	93	85	74	69	66	70	71	85
91	91	85	87	80	97	115	105	94	87	78	70	73	65	85

Şekil 10.4. Görüntüde oluşan nokta parazitler ve bu piksellere ait DN değerlerine örnek.

▪ **Atmosferik Hatalar:** Atmosferde bulunan partiküller (aerosoller) ve gazlar güneş radyasyonunun atmosferden geçişi sırasında onu soğurabilir, dağıtabilir veya yansıtabilir. Bunların içinden en önemlisi ise, özellikle görünür dalga boyunun atmosferdeki dağılımıdır. Atmosferik hataların düzeltilmesi genel olarak iki yolla gerçekleştirilir. Bunlar; Sis, pus, bulanıklılık (Haze) azaltımı ve Histogram Eşleme yöntemiyledir. Böylelikle görüntüler üzerindeki atmosfer kaynaklı hatalar ortadan kaldırılmış olur. Şekil 10.5'te buna ait bir örnek verilmiştir. Burada a görüntüsündeki bulanıklık b de ortadan kalkmış durumdadır.

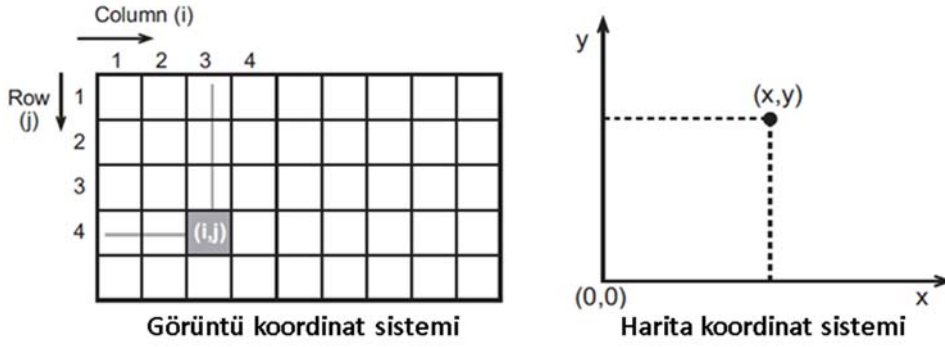


Şekil 10.5. Görüntüdeki bulanıklığın azaltılmasıyla görüntünün netleştirilmesi.

Sensörün konumu, tarama sistemi, platform yüksekliği, hızı, hareketi, arazinin eğriliği ve dünyanın rotasyonu gibi etkilerden dolayı görüntülerde geometrik bozulmalar meydana gelir. Geometrik düzeltme ise bu bozulmaları en aza indirir ve gerçek dünyaya yakın görüntüler elde edilmesini sağlar.

10.1.2.Geometrik Düzeltme

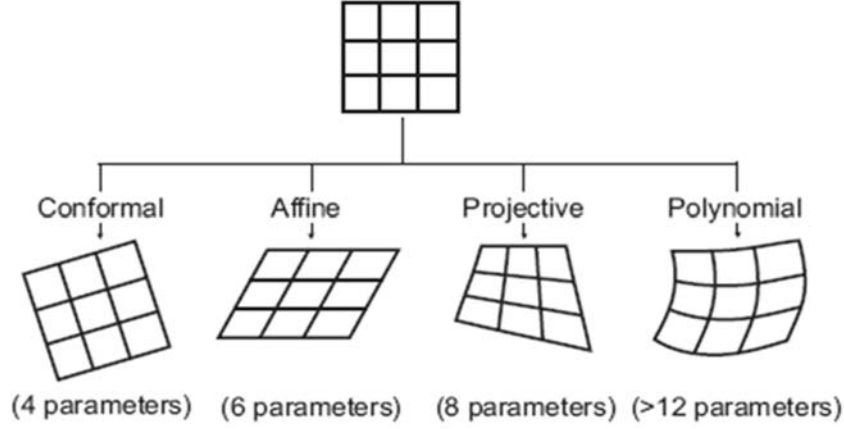
Bu başlık altında üzerinde durulacak geometrik düzeltme işlemleri 2 boyutlu yaklaşımla gerçekleştirilen işlemlerdir. 3 boyutlu yaklaşım bu dersin kapsamı dışındadır. Uydu görüntüleri harita değildir. Uzaydan çekilen görüntülerde veriler sütun (column)-satır (row) sisteminde depolanır ve i ve j harfleriyle temsil edilirler. Haritalarda ise noktalar x ve y koordinat sistemine göre tanımlanır ve konumlandırılır (Şekil 10.6). Uzaktan algılama görüntüsünün bir takım dönüşümler ile bir harita gibi ölçek ve projeksiyona sahip olması işlemine Geometrik düzeltme denir. Geometrik düzeltme *dönüşüm* ve *yeniden örnekleme* aşamalarından oluşmaktadır.



Şekil 10.6. Görüntü ve haritalara ait koordinat sistemleri.

Uydu görüntüsünün harita projeksiyon sistemine aktarılmasının en basit yolu geometrik dönüşümdür. Dönüşüm iki sisteme ait koordinatların ilişkilendirilmesi için uygulanan fonksiyondur. (x,y) koordinat sisteminin (i,j) koordinat sistemine ilişkilendirilmesini lineer formül olan $x = 3 + 5i$ ve $y = -2 + 2.5j$ ile yapılabilir. Bu dönüşüm kullanılarak Şekil 10.6'da verilen görüntü pozisyonu olan $(i=3, j=4)$ haritadaki karşılık koordinatları $(x=18, y=12)$ olarak bulunur. Yani görüntüde sütun 3, satır 4 teki piksel, harita koordinatında x 18, y 12 konumuna geçmiştir. Dönüşüm işlemi yapılmış görüntüler jeoreferanslanmış görüntü ismini alır. Yukarıda da verildiği üzere jeoreferanslama işlemi iki aşamadan oluşur: 1) Uygun dönüşüm tipinin seçilmesi 2) Dönüşüm parametrelerinin belirlenmesidir.

- 1) **Uygun Dönüşüm Tipinin Seçimi:** Dönüşüm tipi genellikle kullanılan sensör-platform sistemine bağlı olarak değişir. Uzaktan algılamada kullanılan 4 tip dönüşüm vardır. Bunlar; Conformal, Affine, Projective and Polynomial'dir (Şekil 10.7). Dönüşüm uygulanan orijinal raster görüntünün şekli değişir. Bu dönüşümlerdeki karmaşıklık parametre sayılarına bağlı olarak artış gösterir. Parametre sayısı da Conformal den Polynomial dönüşümüne artış gösterir (Şekil 10.7). Bunların seçimi yapılacak işlemle ilgili olarak değişiklik gösterir. Örneğin, x , y eksenindeki kayma, ölçek ve rotasyonu tanımlamak için 4 parametrenin olduğu Conformal dönüşüme ihtiyaç duyulurken, bir görüntüyü başka bir görüntüye veya haritaya oturtmak için daha fazla parametrenin olduğu Projective ve Polynomial dönüşümler tercih edilir. Uzaktan algılama çalışmalarında genel olarak kullanılan dönüşüm tipi Polynomial dönüşüm olup bu da kendi içinde birkaç dizin şeklinde olabilmektedir (1. Dizin, 2. Dizin.... n. Dizin). 1. Dizin Polynomial dönüşümün kullanımı genellikle yeterli olmaktadır.



Şekil 10.7. Görüntü dönüşüm tiplerinin şematik gösterimi ve ihtiyaç duyulan parametre sayısı.

2) Dönüşüm Parametrelerinin Belirlenmesi: Dönüşüm parametreleri Yer Kontrol Noktaları GCP (Ground Control Points) ile belirlenebilir. GCP'ler, nokta veriler olup, görüntü üzerinde net bir şekilde belirlenebilen yerlerden elde edilir. Örnek; yol kesişim noktaları, akarsu kıvrımları, tarla sınırları vb. GCP'ler, topografik haritalardan elde edilebildiği gibi, geometrik düzeltimi yapılmış aynı alanın başka bir uydu görüntüsünden de elde edilebilir veya arazide GPS ile yapılan ölçümlerle temin edilebilir. Fakat şunu belirtmek gerekir ki düşük çözünürlüklü uydu görüntülerinde GCP'lerin belirlenmesinde güçlükler vardır. Dönüşümlere ait formüllerin çözümü için en az 3 GCP noktasına ihtiyaç vardır. Ancak dönüşüm parametrelerinin hesaplanabilmesi için GCP'lerin 3'ten fazla olması her zaman tercih edilenidir. Ayrıca bu GCP'lerin belirlendiği lokasyonlar görüntünün üzerinde eşit dağıtılmalıdır.

Dönüşümler gerçekleştirildikten sonra, dönüşümün doğruluğunun ortaya konması gerekmektedir. Ortalama Karekök Hatası (RMSE) dönüşümün doğruluğunu gösteren sayısal bir metottur. Bu işlemde öncelikle x ve y yönündeki hatalar hesaplanır daha sonrada toplam hata oranı elde edilir (1).

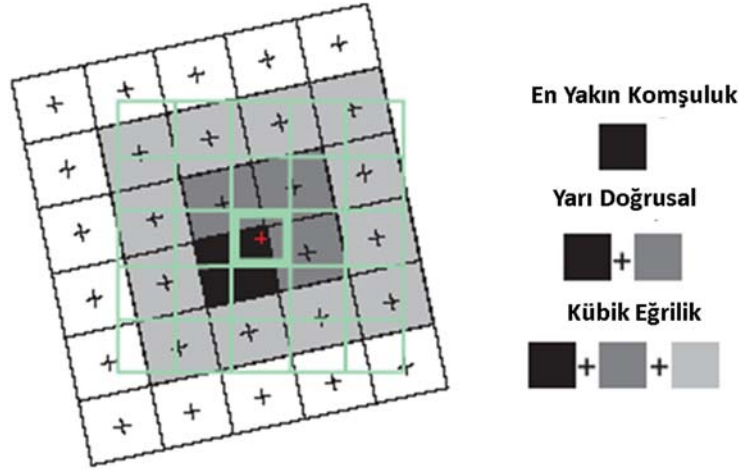
$$m_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta x_i^2}, \quad m_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta y_i^2}. \quad (1)$$

$$m_{total} = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}.$$

Fakat unutulmamalıdır ki RMS hatası GCP'lerin görüntü üzerindeki mekânsal dağılımını dikkate almaz. Bundan dolayı, bu işlem görüntünün hangi kısmının doğru bir

şekilde dönüşümünün yapıldığı hakkında bize bilgi vermez. Bu nedenle GCP'lerin görüntünün tamamında eşit düzeyde dağılış gösterdiğine dikkat edilmelidir.

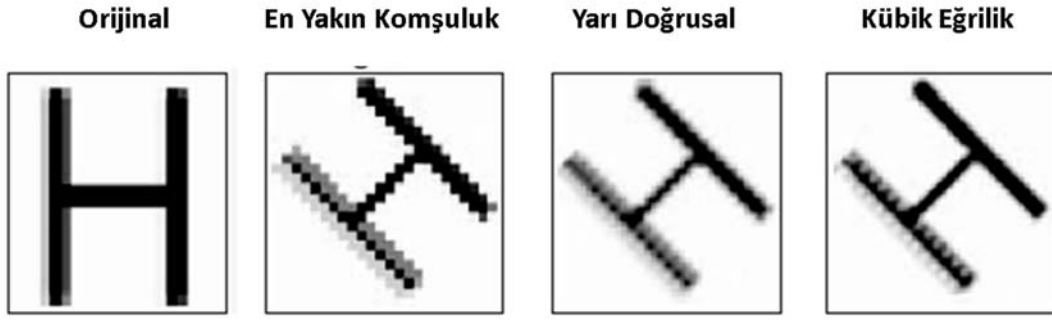
Geometrik düzeltmedeki ilk adım olan dönüşüm görüntüye uygulandıktan sonra Yeniden Örnekleme tabi tutulur. Orijinal girdi görüntünün büyüklük ve şekli ile çıktı görüntü aynı olmadıkları için çıktı görüntüdeki piksellere yeni değer ataması gerçekleştirilir (Şekil 10.8). Bundan dolayı da enterpolasyon metodu yeni piksellere değer atamada kullanılır. Yeniden örneklemede kullanılan 3 tür enterpolasyon metodu vardır. Bunlar; En yakın komşuluk, Yarı doğrusal ve Kübik Eğrilik enterpolasyon metotlarıdır (Şekil 10.8). Şekil 10.8'de yeniden örnekleme ve enterpolasyon tekniklerine güzel bir örnek verilmiştir. Burada alttaki gri renkli görüntü girdi, yeşil renkli görüntü de çıktı görüntü olarak kabul edilmiştir. Yeşil renkli çıktı görüntünün tam ortasındaki kalın çerçeveli piksel değerinin belirlenmesinde 3 enterpolasyon metodunun uygulama örneği verilmiştir. En yakın komşuluk metodu uygulanırsa yeşil pikselin çıktı değerine, bu pikselin içinde en fazla alanı bulunan koyu siyah pikselin değeri verilir. Yarı doğrusal enterpolasyon metodu uygulanırsa koyu yeşil pikselin çevresindeki 4 pikselin (siyah ve koyu gri pikseller) ağırlıklı ortalaması alınarak bu piksele çıktı değeri olarak atanır. Kübik eğrilik enterpolasyon metodu uygulanırsa da yine yeşil koyu pikselin çevresindeki 16 pikselin (siyah, koyu gri ve açık gri pikseller) ağırlıklı ortalaması alınır ve bu piksele çıktı değeri olarak atanır.



Şekil 10.8. Değişik enterpolasyon teknikleri ile yeniden örnekleme.

Yeniden örnekleme tekniğinin seçimi girdi ve çıktı piksel büyüklüklerinin oranına ve yeniden örnekleme yapılmış görüntünün kullanım amacına bağlılık gösterir. En yakın komşuluğa bağlı yeniden örneklemede orijinal görüntünün piksel değerlerinde çok büyük bir değişiklik olmaz sadece görüntünün kenar kısımlarında basamaklı bir görüntü ortaya çıkar (Şekil 10.9). Bundan dolayı bu tür yeniden örnekleme metodunun uygulandığı uydu görüntülerine sınıflama analizi uygulanabilir. Yarı doğrusal ve kübik eğrilik yeniden örnekleme metotları çıktının şekilsel özelliğini daha pürüzsüz olarak ortaya koymakla birlikte

çıktı görüntüdeki piksel değerleri, çalışma prensiplerine bağlı olarak büyük değişikliğe uğramaktadır (Şekil 10.9).



Şekil 10.9. Orijinal veriye 3 farklı yeniden örnekleme metodunun etkisi.

Sonuç olarak uydu görüntüleri temin edildikten sonra görüntü düzeltme işlemleri olan radyometrik ve geometrik düzeltme işlemlerinin yapılması daha sonra görüntü üzerinden birtakım analiz ve çıkarımlara gidilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde yapılan analiz ve işlemler CBS’de diğer katmanlar ile birleştirilemez ve daha sonraki analizler için kullanılamazlar.

Uygulamalar

1- Geometrik düzeltmenin, uydu görüntülerinin CBS’de kullanılmasında ne gibi etkileri vardır, araştırınız.

2- Radyometrik düzeltme ile ilgili başka ne gibi işlemler uydu görüntülerine uygulanmaktadır, araştırınız.

Uygulama Soruları

- 1- Görüntü düzeltme işlemi uzaktan algılamada sizce neden önemlidir, açıklayınız?
- 2- Radyometrik düzeltme işleminde gerçekte yapılmak istenen nedir, açıklayınız?
- 3- Görüntü düzeltme işlemi uydu görüntüleri için neden önemlidir, açıklayınız?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde öncelikle uydu görüntülerinin analiz edilmesi ve işlenmesi öncesinde uygulanması gereken ön işlemler üzerinde durulmuştur. Bu ön işlemler radyometrik ve geometrik düzeltme olarak iki başlık altında incelenmiştir. Radyometrik düzeltmede atmosfer veya uydunun kendisinden kaynaklı çizgi düşüşü, çizgi şeritler, nokta parazitler gibi bazı problemlerin düzeltilmesi üzerinde durulurken, geometrik düzeltmede uydu görüntülerinin jeoreferanslanması ve yeniden örneklenerek dünya üzerindeki konumuna oturtulması üzerinde durulmuştur. Bu ön işlemler görüntü analizlerinde ilk yapılması gereken işlemler olup konunun anlaşılması büyük önem taşımaktadır.

Bölüm Soruları

1. Görüntü düzeltme işlemleri aşağıdakiler hangisini içerir?
 - a) Radyometrik ve geometrik işlemler
 - b) Bant oranlaması
 - c) Filtreleme
 - d) Kontrollü sınıflama
 - e) Kontrast artırımı
2. Geometrik düzeltme aşağıdaki işlemlerden hangisini içerir?
 - a) Kontrast artırımı
 - b) Kontrollü ve kontrolsüz sınıflama
 - c) Filtreleme
 - d) Bant oranlaması
 - e) Dönüşüm ve yeniden örnekleme
3. Aşağıda verilen radyometrik hata ve çözüm yöntemi eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?
 - a) Çizgi düşüşü = ortalama alma
 - b) Çizgi şeritler= histogram eşleme
 - c) Nokta parazitler= filtreleme
 - d) Atmosferik hatalar= yeniden örnekleme
 - e) Çizgi düşüşü= önceki veya sonraki satır verisi girme
4. Aşağıdakilerden hangisi uzaktan algılamada kullanılan dönüşüm türlerinden değildir?
 - a) Conformal
 - b) Affine
 - c) Projective
 - d) GCP

e) Polynomial

5. Uydu görüntülerinin geometrik düzeltme işlemlerinde yeniden örnekleme aşamasında tercih edilmesi gerek enterpolasyon yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?

a) Yarı doğrusal

b) Kübik eğrilik

c) Doğrusal

d) Polynomial

e) En yakın komşuluk

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. , işlemleri dijital görüntü analizleri içerisinde ilk halkayı oluşturur ve ön-işlemler olarak adlandırılır.

7..... , genel olarak görüntü alanındaki aydınlanma farklılıkları, görünüş geometrisi, atmosferik şartlar, sensörden kaynaklanan parazitler gibi bilgilerdeki düzensizlik ve yanlış algılamalara neden olan atmosferik etkilerin giderilmesi ve algılayıcılar tarafından algılanan radyasyondan objeleri tam olarak temsil etmeyen yansımaların düzeltilmesi ya da elimine edilmesini içerir.

8. Periyodik olarak meydana gelen, sensörde bulunan detektörlerden herhangi birisinde meydana gelen kayıt problemleri olup veri üretimi veya çalışmasını durdurmasıyla ortaya çıkarlar.

9. Dönüşümlere ait formüllerin çözümü için en az noktasına ihtiyaç vardır.

10. Dönüşümler gerçekleştirildikten sonra, dönüşümün doğruluğunun ortaya konması gerekmektedir. dönüşümün doğruluğunu gösteren sayısal bir metottur.

Cevaplar

1)a, 2)e, 3)d, 4)d, 5)e, 6) Görüntü düzeltme, 7)Radyometrik düzeltme, 8) çizgi düşüşleri, 9) 3 GCP, 10) Ortalama Karekök Hatası (RMSE)

11. GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ II

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

11.1. Görüntü İyileştirme

11.1.1.Kontrast Artırımı

11.1.2. Filtreleme

11.1.3.Band Oranlaması

11.2. Görsel Yorumlama

11.2.1. Görsel Yorumlama Elemanları

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Görüntü iyileştirme neden uydu görüntülerine uygulanır?
- 2- Görüntü iyileştirmede yapılan başlıca işlemler nelerdir?
- 3- Görüntünün yorumlanması neden kullanılır?
- 4- Görüntü yorumlanırken hangi elemanlardan faydalanılır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Görüntü iyileştirme	Görüntü iyileştirmenin ne olduğu ve başlıca hangi işlemler yapıldığı hakkında bilgi sahibi olur	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Görüntü yorumlama	Görüntü yorumlamada kullanılan elemanların ne olduğu ve nasıl uydu görüntüleri üzerine uygulandığını kavrar.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Görüntü iyileştirme
- Kontrast artırımı
- Filtreleme
- Bant oranlaması
- Görüntü yorumlama elemanları

Giriş

Bu bölümde, görüntü düzeltme işlemlerinden sonra genellikle ilk aşamada uydu görüntülerine uygulanan ve analizi yapılan görüntü iyileştirme ve buna bağlı olarak görüntü yorumlama analizleri işlenecektir. Görüntü iyileştirme işlemleri oldukça geniş bir içeriğe sahip olmasına karşın burada sadece kontrast artırımı, filtreleme ve band oranlaması gibi konular üzerinde durulacaktır. Uydu görüntülerinin yorumlanmasında ve bazı çıkarımların yapılmasında etkin olarak kullanılan yorumlama elemanları olan ton, şekil, boyut, biçim, doku, konum ve ilişki üzerinde durulacak ve örnekler verilecektir.

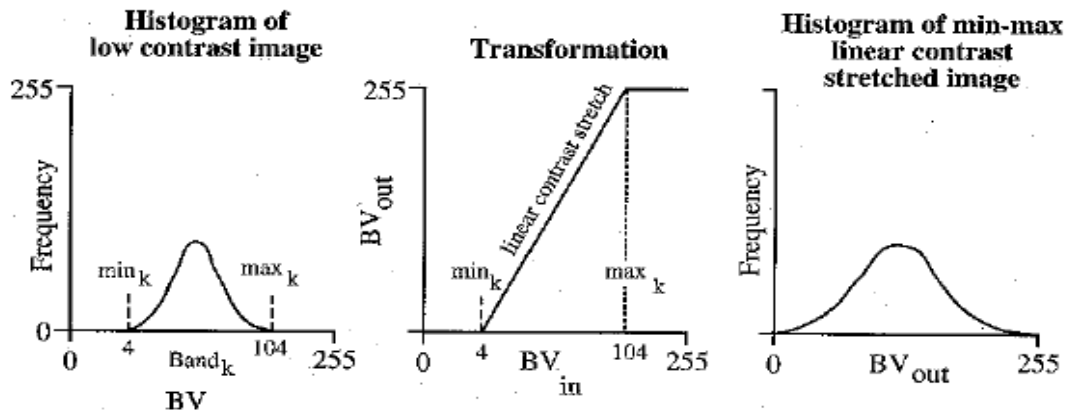
11.1. Görüntü İyileştirme

Görüntüleri görsel olarak yorumlama ve daha iyi anlama amacıyla uygulanır. Görüntü iyileştirmeyle, uydu görüntülerinin piksel değerleri değiştirilir, görüntü üzerindeki özelliklerin ayırt edilmesi sağlanır. Görüntü iyileştirme teknikleri; tek pikselin parlaklık değerleri üzerinde değişiklik yapma şeklinde olabildiği gibi (point operation), her bir pikselin yakın çevresindeki piksel değerlerine bağlı olarak değişiklik yapma (local operation) şeklinde de olabilir. Bunun yanında görüntü iyileştirme, görüntülerin tek bantlarına uygulanabildiği gibi, çok bantlı görüntülere de uygulanabilmektedir. Unutulmamalıdır ki, görüntü iyileştirme işlemleri bir uydu görüntüsüne uygulandığında görüntünün orijinal piksel değerleri değiştirildiği için artık bu görüntü kullanılarak sınıflama analizi yapılamaz. Sadece görüntünün yorumlanması amacıyla kullanılabilirler.

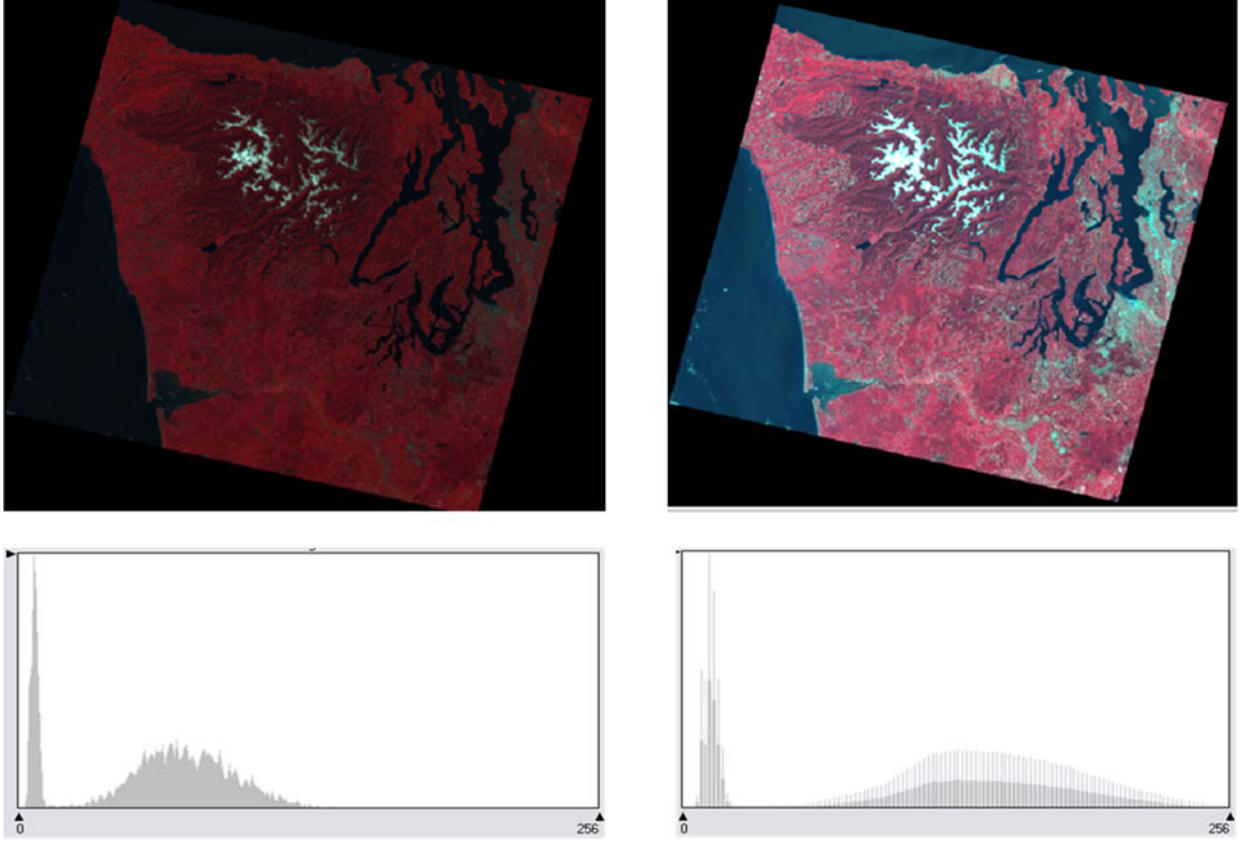
Görüntü iyileştirme yöntemleri oldukça fazla olup, bu başlık altında sadece üç farklı yöntem üzerinde durulacaktır. Bunlar; kontrast artırma, filtreleme ve bant oranlamasıdır.

11.1.1. Kontrast Artırımı

Kontrast artırımı, görüntülerin piksel değerlerinde değişiklik yapılması suretiyle gerçekleştirilir. Basit olarak görüntüye ait histogram üzerinde düşük piksel değeri “0” a, büyük piksel değeri “255” değerine getirilir. Tabi bu işlem 8 bitlik görüntüler üzerinde bu şekilde gerçekleştirilir. İşlem sonucunda görüntünün sahip olduğu histogramın ana şekli değişmez sadece piksellerin frekansları ve değerleri değişikliğe uğrar. Kontrast artırımına ait şematik bir örnek Şekil 11.1’de verilmiştir. Burada soldaki min ve max k değerleri olan 4 ve 104, lineer kontrast artırımı uygulanarak 0 ve 255 değerlerine getirilmiştir (sağdaki şekil). Görüldüğü gibi histogram şekli değişmemiş sadece piksellerin sıklık ve değerlerinde bir değişme olmuştur. Kontrast artırımının uydu görüntüsü üzerindeki görünümü ve etkisi ise Şekil 11.2’de gösterilmiştir. Şekildeki sol görüntü orijinal görüntü ve histogramı olup görüntüdeki matlık net bir şekilde gözükmemektedir. Sağ görüntüde ise lineer kontrastın uygulandığı şekli verilmiştir. Burada görüntü daha anlaşılabilir ve nettir. Dolayısıyla görsel yorumlama açısından kontrastın uygulandığı görüntü daha kullanışlı olacaktır. Ayrıca görüntü altındaki histogram incelendiğinde genel şeklinde bir bozulma olmadığı görülür.



Şekil 11.1. Kontrast artırımının şematik gösterimi.



Şekil 11.2. Landsat TM görüntü üzerinde lineer kontrast artırımı örneği.

11.1.2. Filtreleme

Filtreleme lokal işlem olup, piksel çevresindeki komşu piksellerle birlikte (3-5-7 piksel) değerlendirilerek yeni değerlerin atanması işlemidir. Filtreleme işlemleri, görüntü üzerindeki pusluğun, görüntü bozukluğunun giderilmesi veya bazı çizgisel unsurların net bir şekilde gösterilmesi için kullanılır. Filtrelemeyi tanımlamak için “Kernel” terimi kullanılır. Kernel, görüntüdeki girdi piksel değerlerinin yakın komşu piksellerle birlikte değerlendirilmesi sonucunda elde edilen yeni çıktı değerlerini ifade eder. Spesifik bir kernel, “gain” olarak isimlendirilir ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$gain = \frac{1}{\sum k_i} \quad (2)$$

Değişik kernel türleri bulunmaktadır. Bu farklı kernel özellikleri uydu görüntülerinden farklı özelliklerin çıkartımı ve görüntüler üzerinde bazı düzeltmelerin veya iyileştirilmelerin yapımında kullanılır. Şekil 11.3’te farklı (3x3) kernel türleri verilmiştir. Bu üç tür kernel bir

uydu görüntüsüne uygulandığında piksel üçünde de farklı değerlere sahip olur ve şekilde farklılıklar ortaya çıkar.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

(a)

1	2	1
2	4	2
1	2	1

(b)

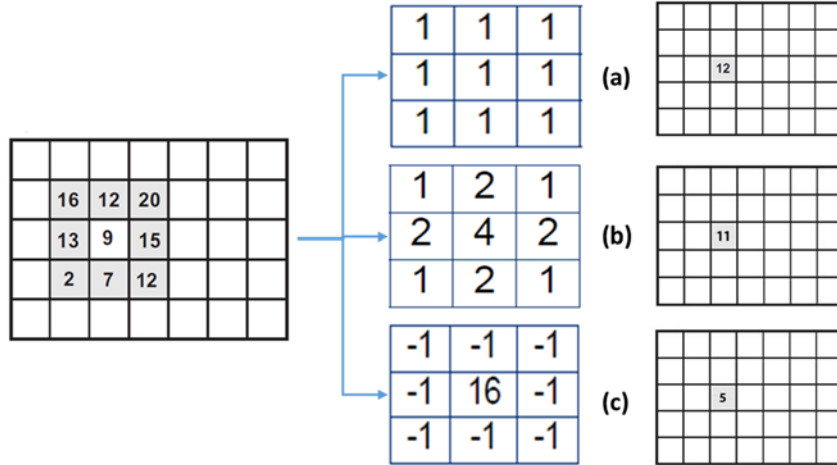
-1	-1	-1
-1	16	-1
-1	-1	-1

(c)

Şekil 11.3. (a) düzgünleştirme, (b) ağırlıklı düzgünleştirme, (c) kenar iyileştirme filtreleri.

Şekil 11.3'te verilen üç farklı kernelin bir uydu görüntüsüne uygulanmasında kullanılacak gain değerleri (2 numaralı formül dikkate alındığında) (a) için $1/9 = 0.11$, (b) için $1/16 = 0.0625$ ve (c) için $1/(16-8) = 1/8 = 0.125$ 'tir. Örneğin, Şekil 11.4'teki veriye Şekil 11.3'teki kerneller filtreler uygulandığında orta pikselin alacağı yeni değerler verilmiştir. Girdi olan 9 piksel değeri düzgünleştirme filtresinde (a) 12, ağırlık düzgünleştirme filtresinde (b) 11 ve kenar iyileştirme filtresinde (c) 5 değerini almıştır (Şekil 11.4).

Yapılan bu filtreleme işlemlerinin uydu görüntüsündeki görünümeleri ise şekil 11.5'te verilmiştir. Düzgünleştirme filtresi ile orijinal görüntü arasındaki fark çok az iken kenar iyileştirme filtresi ile orijinal görüntü arasında oldukça far vardır. Kenar iyileştirme filtresinde görüntü üzerindeki objelerin kenar özellikleri daha görünür hale gelmiştir.



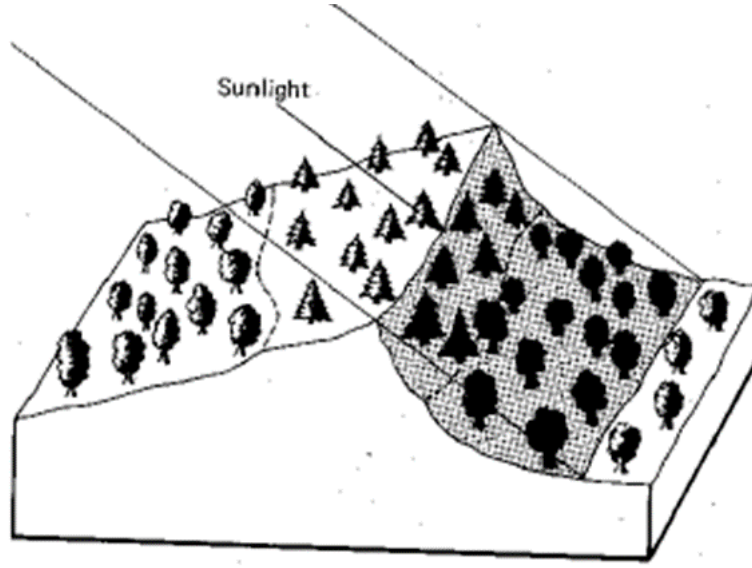
Şekil 11.4. Girdi piksel değerlerinin üç farklı kernelde aldığı değerler.



Şekil 11.5. Orijinal ve filtreleme uygulanmış uydu görüntüsü.

11.1.3. Bant Oranlama

Bir banda ait DN (Digital Number) değerlerinin diğer bir bandın DN'lerine bölünmesiyle Bant Oranlaması yapılmış olur. Bant oranlaması uygulamasının ana nedeni, topografyalardaki eğim, bakı, gölge ve güneş ışımasındaki mevsimsel değişimlerin etkilerini azaltmaktır. Örneğin Şekil 11.6'da iki yamaç üzerinde aynı bitki türleri bulunmaktadır. Bunlar altta yapraklarını döken yayvan yapraklı bitkiler, üstte de yapraklarını dökmeyene dikenli bitkilerdir. Bu iki yamaçtan güneş ışını gören kısım ile görmeyen karanlık kısımların güneşten gelen ışınları farklı yansıtma özelliklerinden dolayı uydu görüntülerinde farklı kaydedilecektir. Dolayısıyla uydu görüntüsü üzerinde yapılacak analizlerde farklı bitki türü olarak algılanmasına neden olacaktır. Ancak topografyadan kaynaklanan bu etkiyi bant oranlaması yapmak suretiyle ortadan kaldırabilmek mümkündür. Tablo 11.1 buna ait güzel bir örnek vermektedir. Burada iki farklı bant üzerinde topografyadan kaynaklı olarak yapraklı döken ve dökmeyen bitkilerin farklı yansıma özellikleri verilmiştir. Bu iki bant birbiriyle oranlandığında iki farklı türün güneş gören ve görmeyen yüzeylerdeki yansıma değerlerinin eşitlendiği belirlenmiştir. Böylelikle, topografya etkisi de olsa bant oranlaması ile aynı türler rahat bir şekilde belirlenebilmektedir.



Şekil 11.6. Topografya şekillerinin arazi örtüsünün algılanmasındaki etkisi.

Tablo 11.1. Bant oranlaması ile topografya etkisinin ortadan kaldırılması.

Arazi Örtüsü	Bant A DN	Bant B DN	Oran A/B
Yapraklarını döken bitkiler			
Aydınlık	48	50	0.96
Karanlık-Gölge	18	19	0.96
Yapraklarını dökmeyen bitkiler			
Aydınlık	31	45	0.69
Karanlık-Gölge	11	16	0.69

Literatürde en fazla kullanılan bant oranlaması türlerinden birisi de Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi'dir (NDVI). Bu indeks için kullanılan formül; $NDVI = (IR-R)/(IR+R)$ şeklindedir. Yani infrared (kızıl ötesi) bant ile red (kırmızı) bantın farklarının toplamına oranlanmasıyla elde edilir. Bu formül sonucunda elde edilen sayısal değerler -1 ile +1 arasında değişiklik gösterir. Bu değerlerden (-) olanlar su, kar örtüsü ve bulutları gösterirken, 0 değeri ve yakın çevresi kayalık ve çıplak toprak alanlarını ve (+) değerler ise bitki örtüsünün olduğu alanları gösterir. Böylelikle çalışacak bölge üzerinde bitki örtüsünün alansal dağılışı net bir şekilde ortaya konabilmektedir.

11.2. Görsel Yorumlama

Şimdiye kadar geçen bölümlerde görüntünün elde edilmesi ve hazırlanması ile ilgili bilgiler üzerine durulmuştur. Elde edilen uydu görüntülerinden veri çıkartımı için yorumlanmaya veya analiz edilmeye ihtiyacı vardır. Uydu görüntülerinden bilginin elde edilmesi genel olarak iki şekilde gerçekleştirilir;

- Verinin görsel olarak analiz edilmesi veya yorumlanmasıyla bilginin elde edilmesini sağlamaktır. Bu yaklaşımın tipik örnekleri arazi kullanımı ve toprak haritalaması için görsel yorumlamadır. Ayrıca topografik haritaların üretilmesi veya güncellenmesi de görsel yorumlamaya bağlı olarak yapılan işlemler arasındadır. Bu haftaki ders içerisinde işlenecektir.
- Bilgisayar yardımıyla yarı-otomatik olarak bilginin çıkarımı işlemidir. Sayısal Arazi Modellerinin otomatik olarak çıkartımı, görüntü sınıflama ve yüzey parametrelerine ait hesaplamalar buna örnek olarak verilebilir. Görüntü sınıflama konusu gelecek haftalarda işlenecektir.

Bu yöntemler içerisinde en sezgisel olanı uydu görüntüsünden bilgiyi görsel yorumlama ile çıkartmak ve elde etmektir. Bu işlem tamamen insanın bir görüntüdeki renk ve dokuları gerçek dünya ile bağlantı kurması ile ilgilidir. Burada insanın görüşü, renklerin algılanmasından öteye geçer ve tamamen insanın görsel gözlemlene ile sonuca ulaşma kabiliyeti ile ilgilidir. Bir fotoğrafın analizinde, insan iki durumdan birisiyle bu işi gerçekleştirir: direkt ve anlık tanımlama veya birçok ipucunu birleştirmek suretiyle mantıksal olarak sonuca ulaşmaktır.

Spontane anlık tanımlamada yorumlayıcı görüntüdeki olay veya objeyi ilk bakışta tanır. Bu özellikle daha çok kişinin geçmiş deneyimleri, tecrübesi, sahayı tanıması gibi özelliklere bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin, ikamet ettiğiniz eviniz veya evinizin çevresindeki bazı arazi kullanım özelliklerini Google Earth üzerinden görüntüden baktığınızda hemen tanımanız ve bilgiyi çıkartmanız gibi.

Mantıksal çıkarımda ise yorumlayıcının mantık uygulayarak görüntüyü anlama ve yorumlama yapmasıdır. Örneğin, 11.7’de verilen görüntüde dikdörtgen bir şeklin yüzme havuzu olduğunun çıkarımı, su yansıma özellikleri, eve ve bahçeye göre dikdörtgen şeklin konumu gibi özellikler yardımcı olacaktır. Fakat bazen çıkarım işe yaramaz sahada kontrolü gerekmektedir.



Şekil 11.7. Yerleşme ve ormanlık alanı gösteren bir hava fotosu.

11.2.1. Yorumlama Elemanları

Görüntü üzerindeki karakteristikleri tanımlamak için yorumlama elemanları kullanılmaktadır. Bu yorumlama elemanları veya yorumlama anahtarları, bize görüntü üzerindeki belirli bir objenin nasıl tanınacağı hakkında bilgi verirler. Bu yorumlama elemanları; ton, şekil, boyut, biçim, doku, konum ve ilişkidir. Bu 7 yorumlama elemanı aşağıda açıklanmıştır.

Ton: Siyah/beyaz görüntü üzerindeki göreceli parlaklık değerleri olarak tanımlanabilir. Tonal farklılık, görüntü yorumlamada önemli bir yorumlama elemanıdır. Görüntü üzerindeki bir objenin tonal ifadesi, yüzeyin enerjiyi yansıtma özelliğiyle ilgilidir. Dolayısıyla farklı kaya, toprak ve bitki türleri farklı tonlarda görüntüde gösterilir. Nem içeriğindeki farklılık da tonal farklılıklar ortaya çıkarır. Şekil 11.8’de yalancı renkli bir görüntü verilmiştir. Bu görüntüde kırmızı renkler bilindiği üzere bitki örtüsünü göstermektedir. Ancak bitki örtüsündeki tonal farklılık dikkat çekmektedir. Koyu ve açık kırmızı renklerin varlığı burada iki farklı bitki türünün olduğunu bize gösterir. Türlerin neler olduğu ile ilgili olarak arazi kontrolü gerekmektedir veya sahayı bilen analizeci tarafından kolay bir şekilde tanımlanabilir.



Şekil 11.8. Yalancı renkli uydu görüntüsü.

Şekil: Yeryüzündeki bütün objelerin kendine has şekilleri vardır. Bundan dolayı şekil özelliği görüntü yorumlamada önemlidir. Objelerin sahip olduğu şekiller, görüntü yorumlamada (örneğin; yerleşme alanlarının belirlenmesi, yollar, demiryolları, tarım alanları gibi) yardımcı olurlar. Görüntü üzerinde objelerin şekillerine bakarak birtakım çıkarımlarda bulunmak önceki tecrübeler ve kişinin objeleri algılama kabiliyetine göre değişiklik gösterir. Şekil 11.9’da şehrin içinden akan bir akarsu olduğu çevresinin kanal içine alınmasından anlaşılmaktadır. Kanal içine alındığı da akarsu yatak kenarında çizgisel uzanışa sahip bir şeklin olmasındadır. Ayrıca akarsu üzerinde bir yolun geçtiğini ve bunun da bir köprü ile gerçekleştiğini de şekilsel özelliklerden anlaşılır.



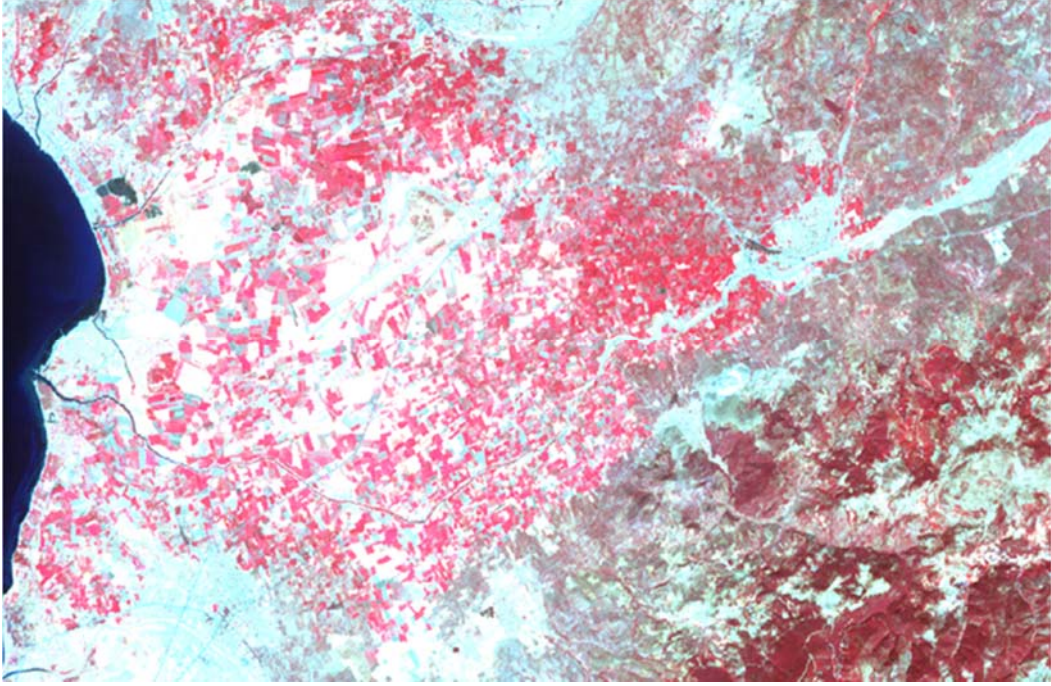
Şekil 11.9. Bir yerleşmeye ait pankromatik görüntü.

Boyut: Objelerin boyutları kesin veya göreceli olarak kullanılabilir. Yol genişliği, genel olarak bilinen araçların boyutlarına bakılarak tahmin edilebilir. Sonuç olarak bu şekilde bir yol genişliği çalışmasıyla, birincil yollar, tali yollar görüntü üzerinden belirlenebilir. Şekil 11.10'da verilen görüntüde yapının boyut ve şekil özelliğini de kullanarak bir sanayi alanı olduğu çıkarımına varabiliriz. Ayrıca kırmızı çerçeve içinde gösterilen yol üstündeki araçların boyut özelliklerinden birisinin otomobil diğerinin ise otobüs olduğu çıkarımını yapabiliriz.



Şekil 11.10. Yalancı renkli ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü.

Biçim: Objelerin mekânsal düzenini ifade eder ve belirli formların karakteristik tekrarlarını niteler. Biçim, orta merkezli, ışımsal veya kareli vb. olarak tanımlanabilir. Bazı arazi kullanım türleri kendisine ait biçimsel özelliğe sahiptir. Örneğin sulama sistemi olarak algılanan bir obje belki şehirsiz doku içinde yerleşmelere ait bir özellik olabilir. Şekil 11.11'de görüntü ortasındaki kırmızı-beyaz renklerin olduğu alandaki biçimsel özellik ve görüntünün kenar görünümünden farklılığın olması bize burada bir tarım alanı olduğu bilgisini verir. Aynı zamanda bu alanın sınır özelliklerini uydu görüntüsü üzerinden rahat bir şekilde çıkartmamız mümkündür. Bu alan deniz kenarında veya göl kenarında olduğu için muhtemelen düzlük-ovalık bir görünüme sahiptir diye bir bilgi çıkarımında bulunabiliriz.



Şekil 11.11. Yalancı renkli ve orta çözünürlüklü görüntü.

Doku: Tonal değişimin sıklığını ifade eder. Doku terimi kaba-iyi, düz-pürüzlü, benekli, tanecikli, çizgisel vb. terimlerle ifade edilir. Doku bazen arazi engebелiliği ile bazen de sensörün mekânsal çözünürlüğü ile ilişkilendirilir. Şekil 11.12. şekil, biçim ve doku özelliklerine bağlı olarak tarım alanına ait bir görüntü olduğu anlaşılır. Tarım alanı içinde her bir tarlanın farklı doku özelliklerine sahip olması burada yapılan tarımsal faaliyetin tür farklılığı, işlem zamanı farklılığı gibi bir takım çıkarımlarda bulunmamızı sağlar.



Şekil 11.12. Yalancı renkli ve yüksek çözünürlüklü görüntü.

Konum: Topografik veya coğrafi lokasyonu ifade eder. Tipik bir örneği, art bataklıklar şehir merkezlerinde değil, taşkın alanlarında görülürler. Demiryolu üzerindeki binalar hastane değil, tren istasyonudur. Dolayısıyla görüntü üzerindeki objeleri bulundukları konumlara göre ne olduklarının tahmin edilir. Örneğin şekil 11.13'te akarsu üzerinde geçişi sağlayan bir köprünün olmasını düşünmek veya yol altından geçen bir akarsuyun olduğunu tahmin etmek objelerin konumlarına göre çıkarımlarda bulunmaya örnek olarak verilebilir.

İlişki: Birkaç objenin birlikte değerlendirilmesiyle yeni bir objenin ne olduğu hakkında fikir üretmektir. Örneğin, yüksek baca, büyük yapılar, soğutma kuleleri, kömür yığınları ve taşıma kemerleri bize termik santrali ifade eder. Şekil 11.14'te yol kenarında üçgen şekilli bir tesisin olduğu, bu tesise araç giriş ve çıkışı için yolun olduğu, araçların yola paralel olarak sıralandığı ve hemen yanında kapalı bir alanın olduğu ve kapalı alanın kenarında binaların olduğunu görmekteyiz. Bu bilgiler ilişkilendirildiğinde burasının bir benzin istasyonu olduğu çıkarımını yapabiliriz.



Şekil 11.13. Yalancı renkli ve yüksek çözünürlüklü görüntü.



Şekil 11.14. Yalancı renkli ve yüksek çözünürlüklü görüntü.

Görsel yorumlama elemanları yukarıda da belirtildiği gibi tek başlarına görüntü üzerindeki objeleri veya olayları yorumlamada yeterli olabildikleri gibi bazen birkaç yorumlama elemanını kullanarak da görüntüyü yorumlama yoluna gidebiliriz. Böylelikle, görüntü üzerindeki obje veya olay hakkında daha kesin bir yargıya varmamız mümkün olur. Ancak unutulmamalıdır ki bazen yorumlamalar yanlış çıkarımlara neden olabilir. Bundan dolayı mutlaka arazi kontrollerinin yapılmasında fayda vardır.

Uygulamalar

- 1-** Google Earth'ı kullanarak görüntü yorumlama elemanlarıyla çıkarımlar yapınız.
- 2-** Herhangi bir fotoğraf veya resmi photoshop yazılımı veya başka grafik yazılımları kullanarak görüntü iyileştirme işlemlerinden kontrast artımını uygulayınız.

Uygulama Soruları

- 1- Görüntü iyileştirmesi yapılmış uydu görüntüsü niçin sınıflama analizinde kullanılamaz?
- 2- Görüntü iyileştirme ile görsel yorumlama arasındaki ilişkiyi açıklayınız?
- 3- Uydu görüntüsü üzerindeki bir yolu tanımlamak için gerekli olan yorumlama elemanları nelerdir, açıklayınız?
- 4- Kontrast artımı yaptığınız görüntünün önceki ve sonraki görüntü özellikleri arasındaki farkları açıklayınız?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde uydu görüntülerinin analiz işlemleri altında görüntü iyileştirme ve görsel yorumlama özellikleri ele alınmıştır. Görüntü iyileştirme uydu görüntüsünün orijinal yapısını her ne kadar değiştirse de görüntü üzerinde birtakım çıkarımların yapılmasında yardımcı olur. Görüntü iyileştirme yöntemleri oldukça fazla olmakla birlikte bu başlık altında kontrast artırımı, filtreleme ve bant oranlaması konuları üzerinde durulmuştur. Daha sonraki konu olan görsel yorumlama, uydu görüntülerinde bilgi çıkarımı yapmanın önemli adımlarındandır. Görüntülerin iyi yorumlanabilmesi için 7 önemli yorumlama elemanı olan ton, şekil, boyut, biçim, doku, konum ve ilişki özellikleri detaylı bir şekilde bu başlık altında ele alınmıştır.

Unutmamalıdır ki, görüntü iyileştirmeye tabi tutulan uydu görüntüleri gelecek bölümde gösterilecek olan sınıflamaya tabi tutulamaz. Bunun en önemli nedeni görüntü üzerindeki piksellerin orijinal yansıma değerlerinin değişikliğe uğramasıdır. Bu nedenle sınıflamaya tabi tutulacak görüntü iyileştirmeye tabi tutulamaz.

Bölüm Soruları

1.

2	6	4
1	8	6
3	10	5

(a)

1	1	1
1	1	1
1	1	1

(b)

Yukarıda (a) da verilen piksel değerlerine (b) de verilen filtreleme işlemi uygulandığında orta pikselin (8) alabileceği değer aşağıdakilerden hangisi olur?

- a) 10
- b) 5
- c) 12
- d) 45
- e) 9

2. Aşağıdakilerden hangisi NDVI ı tanımlar?

- a) Ortalama karekök hatası
- b) En yakın komşuluk
- c) Yer kontrol noktası
- d) Bitki indeksi
- e) Normalleştirilmiş fark bitki indeksi

3. Aşağıdakilerden hangisi görüntü iyileştirme yöntemlerinden birisidir?

- a) En yakın komşuluk
- b) Yeniden örnekleme
- c) Dönüşüm
- d) Geometrik düzeltme
- e) Filtreleme

4. Aşağıda kontrast artırımı ile ilgili verilen bilgilerden hangisi doğru değildir?

- a) Piksel değerlerinde değişiklik meydana gelir
- b) Görüntü iyileştirme yöntemlerinden birisidir
- c) Görüntüye ait histogramın ana şekli değişmez
- d) Görüntüdeki piksellerin sıklıklarında değişme olmaz
- e) Görsel yorumlama açısından kullanışlıdır

5. Aşağıda Normalleştirilmiş Fark bitki İndeksi ile ilgili verilmiş bilgilerden hangisi yanlıştır?

- a) Bant oranlama yöntemlerinden birisidir
- b) Kırmızı ve kızılötesi bantlara uygulanır
- c) Sonuçlar -1 ile +1 arasında değişir
- d) (+) değerler su, kar örtüsü ve bulutları gösterir
- e) Bitki örtüsünün alansal dağılışı hakkında bilgi verir

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. Görüntüleri görsel olarak yorumlama ve daha iyi anlama amacıyla uygulanır., uydu görüntülerinin piksel değerleri değiştirilir, görüntü üzerindeki özelliklerin ayırt edilmesi sağlanır.

7. Görüntüye ait histogram üzerinde düşük piksel değeri “0” a, büyük piksel değeri “255” değerine getirilerek gerçekleştirilen iyileştirme yöntemi dır.

8., lokal işlem olup, piksel çevresindeki komşu piksellerle birlikte (3-5-7 piksel) değerlendirilerek yeni değerlerin atanması işlemidir.

9. Bir banda ait DN (Digital Number) değerlerinin diğer bir bandın DN’lerine bölünmesiyle yapılmış olur

10. Objelerin mekânsal düzenini ifade eder ve belirli formların karakteristik tekrarlarını niteler., orta merkezli, ınsal veya kareli vb. olarak tanımlanabilir.

Cevaplar

1)b, 2)e, 3)e, 4)d, 5)d, 6) Görüntü iyileştirmeye, 7)Kontrast artırmı, 8) Filtreleme, 9) Bant Oranlaması, 10) Biçim.

12. GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ III

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

12.1. Görüntü Sınıflama

12.1.1. Sınıflama Algoritmaları

12.1.2. Kontrollü Sınıflama

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Görüntü sınıflama işlemi için gerekli olan adımlar nelerdir?
- 2- Kaç tür sınıflama algoritması vardır, özellikleri nelerdir?
- 3- Kontrollü sınıflama nedir, nasıl yapılır?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Görüntü sınıflama	Görüntü sınıflama adımları hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Sınıflama algoritmaları	Görüntü sınıflama algoritmalarının neler olduğu ve bunların özelliklerini kavrar.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Kontrollü sınıflama	Kontrollü sınıflamanın ne olduğu ve nasıl uydu görüntülerine uygulandığı hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Görüntü sınıflama
- Sınıflama algoritmaları
- Paralel kenar
- Minimum uzaklıktan ortalamaya
- Maksimum olasılık
- Kontrollü sınıflama

Giriş

Bu bölümde, görüntü analizlerinden sınıflama ile ilgili temel giriş dersi verilecektir. Görüntü sınıflamada uygulanacak adımlar neler olduğu bu başlık altında verilecektir. Ayrıca sınıflamalarda kullanılan genel üç tür algoritma olan paralel kenar, minimum uzaklıktan ortalama ve maksimum olasılık algoritmalarının ne olduğu ve çalışma prensipleri üzerinde durulacaktır. Son olarak da görüntü sınıflama şekillerinde kontrollü sınıflama ve genel çalışma prensipleri üzerinde durulacaktır.

12.1. Görüntü Sınıflama

Görüntü sınıflamada, görsel yorumlama gibi insan görüşü, bilgi ve tecrübelerinden ziyade insanın bilgisayara vermiş olduğu belirli şartlar dâhilinde görüntü üzerinde bir yorumlamayı gerçekleştirilir. Dolayısıyla görüntü sınıflamanın amacı; kantitatif yöntemler kullanılarak görsel olarak görüntü üzerinde algılanabilen özelliklerin otomatik olarak çıkartımını yapmaktır. Sınıflama, multi spektral görüntülerin analizini ve istatistik yöntemler kullanılarak görüntüdeki her bir pikselin ifade ettiği arazi örtüsünü belirlemeyi kapsamaktadır.

Görüntü sınıflama işlemi temel olarak 5 adımı içermektedir (Şekil 12.1). Bunlar;

- **Görüntünün seçimi ve hazırlanması:** Sınıflanacak olan arazi örtüsü tipine bağlı olarak en uygun sensör, en uygun çekim tarihi ve en uygun dalga boyları seçilmelidir.
- **Özellik uzayında (Feature space) kümelerin tanımlanması:** Burada iki yaklaşım vardır. Bunlar kontrollü ve kontrolsüzdür. Kontrollü sınıflamada, uzman kişi kümeleri alıştırma işlemleri sırasında tanımlar. Kontrolsüz sınıflamada ise kümeleme algoritması otomatik olarak kümeleri bulur ve tanımlar.
- **Sınıflama algoritmasının seçimi:** Spektral sınıfların özellik uzayında belirlendikten sonra, piksellerin sınıflara nasıl uygulanacağını karar verilmesidir. Bu da değişik kriterlere göre yapılmaktadır.
- **Sınıflamanın gerçekleştirilmesi:** Bu aşamada her bir pikselin daha önce tanımlanan sınıflamalara ataması yapılır.
- **Sonuçların test edilmesi:** Sınıflanan görüntünün, gerçek arazide alınan referans verileriyle doğruluk testi yapılır.



Şekil 12.1. Görüntü sınıflamadaki 5 adım.

Bu başlık altında yukarıda verilen beş adım detaylı olarak incelenecektir. Birinci adım olan görüntünün seçimi ve hazırlanması, uydu görüntülerinin çalışılacak konunun içeriğine bağlı olarak uygun görüntünün seçimi içerir. Burada sensör tipi, spektral bant aralıkları ve görüntünün elde edilme zamanları tamamen çalışılacak konunun içeriğine bağlı olarak uygun özelliklere sahip olmalıdır. Örneğin arazi örtüsü sınıflaması ile ilgili çalışmalarda uydu görüntüsünün çekilme zamanı önemlidir. Özellikle ürünlerin yetiştirme dönemlerinde

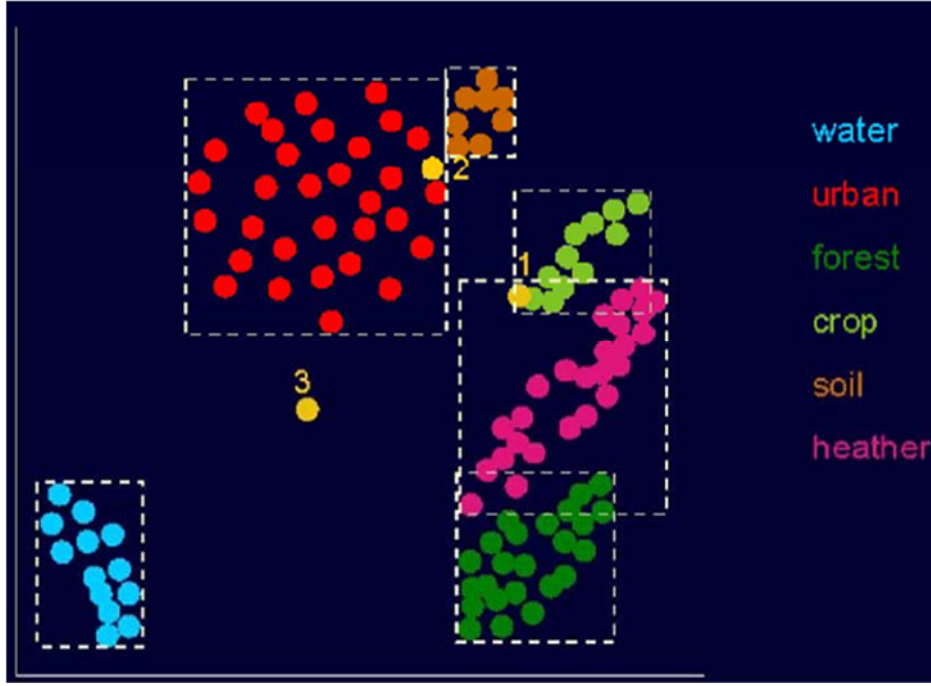
görüntünün çekilmiş olması tür belirleme açısından önemlidir. Bazen de çok zamanlı uydu görüntüleri ürünler veya başka çalışmalar için olayın izlenmesi açısından önemli olabilmektedir. Fakat şu unutulmamalıdır ki, uyduların zamansal çözünürlükleri veya görüntülerdeki bulutluluk oranları bu tür çalışmalarını sınırlandırıcı özelliklerle olabilmektedir.

12.1.1. Sınıflama Algoritmaları

Kontrollü ve kontrolsüz sınıflamada piksellere sınıf atamasını gerçekleştirmek için kullanılır. Birçok sınıflama algoritması mevcuttur. Bunlardan hangisinin seçileceği, çalışmanın amacına, görüntü ve alıştırma verisinin karakteristiğine bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu başlık altında sınıflama algoritmalarından en önemli üç tanesi üzerinde durulacaktır.

- **Paralel Kenar veya Kutu Sınıflayıcı:** En basit ve bilinen sınıflama algoritmasıdır. Her bir sınıf için en büyük ve en küçük piksel değeri sınır olarak alınır. Kutu sınıflaması olarak da bilinen algoritmada sınıflama sayısına bağlı olarak kutu sayısı vardır. Piksellere ait numaralar hangi kutu içindeki aralığa denk geliyorsa o sınıfa atanır. Hiçbir kutu içine dâhil olmayan piksel bilinmeyen “unknown” piksel olarak tanımlanır. Bu yöntemin dezavantajı, iki sınıfa ait kutuların üst üste gelmesiyle gerçekleşir. Bu durumda piksel ilk içine giren kutuya dâhil olur.

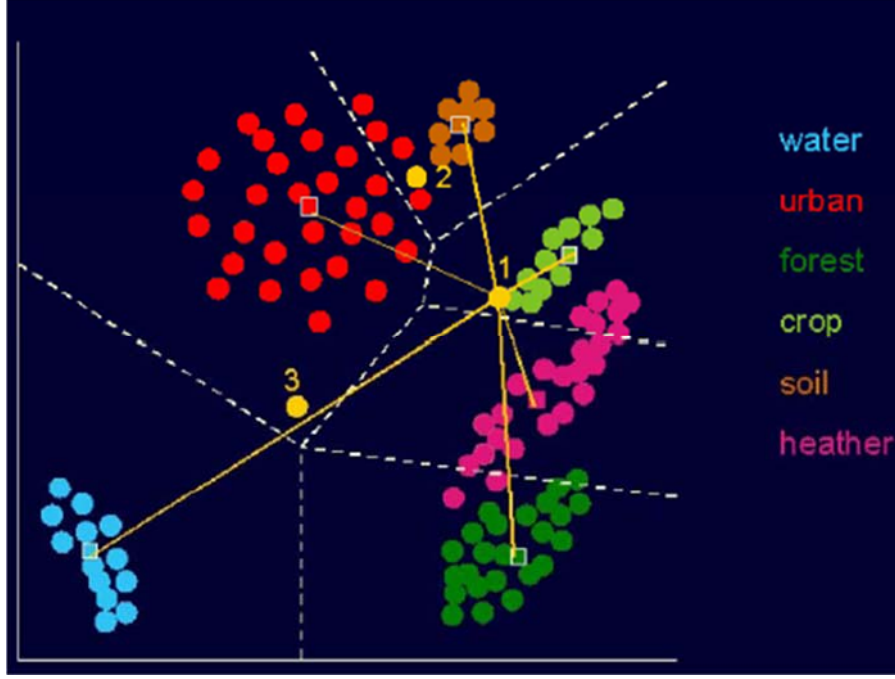
Paralel kenar algoritmasına ait örnek Şekil 12.2’de verilmiştir. Bu örnekte kutu içine alınmış 6 adet sınıf bulunmaktadır. Bunlar; su (water), şehir alanı (urban), orman alanı (forest), tarım alanı (crop), toprak (soil), fundalık alan (heather) dır. Bu farklı sınıflara ait kutular arasındaki 1, 2 ve 3 nolu piksellerin durumlarına bakacak olursak; öncelikle 2 numaralı piksel şehir alanına ait kutucuk içinde kaldığı için şehir alanı olarak tanımlanmıştır. 1 numaralı piksel ise hem tarım alanı hem de fundalık alan içinde kalmaktadır. Bu tür bir problemde yukarıda verilen ilk önce hangi sınıfta tanımlandıysa ona dahil edilir kuralına göre lejant sıralaması baz alınır, 1 numaralı piksel tarım alanı olarak tanımlanabilir. 3 numaralı piksel de belirlenen kutucukların hiç birisi içine girmediği için “unknown” piksel olarak tanımlanacaktır.



Şekil 12.2. Paralel Kenar algoritmasının şematik örneği.

▪ **Minimum Uzaklıktan Ortalamaya:** Bu algoritmanın temeli kümelerin merkezidir. Sınıflama sırasında bilinmeyen (unknown) pikselin sınıfını belirlemek için bilinmeyen piksel ile belirlenen kümeler arasındaki Öklid uzaklığı hesaplanır. Çıkan sonuca göre, bilinmeyen piksel hangi kümeye daha yakın ise o kümeye dâhil olur. Bu sınıflamanın bir eksikliği pikseller kümelerden oldukça uzakta olmasına rağmen bazen bu kümelere ait olarak tanımlanabilmektedirler. Bu problem, her bir kümenin arama mesafesine bir eşik değeri verilerek çözülebilir. Bu sınıflamanın diğer büyük dezavantajı ise, sık ve küçük bunun yanında dağınık ve büyük sınıflar gibi sınıf değişkenliklerine karşı duyarlı olmamasıdır. Bu probleme Olasılık algoritması duyarlıdır.

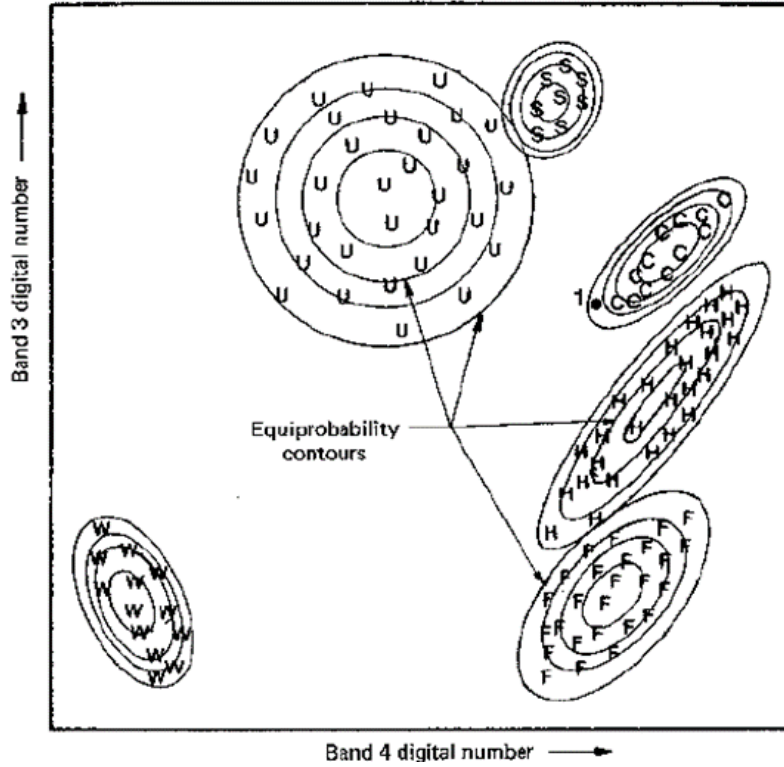
Şekil 12.3'te minimum uzaklıktan ortalamaya algoritmasına örnek verilmiştir. Burada unknown olarak belirlenmiş olan 1 numaralı pikselin küme merkezlerine olan mesafeleri belirlenmiştir. Buna göre en kısa mesafede olan tarım alanı muhtemel olarak 1 numaralı pikselin tanımlanacağı sınıf olarak gözükmektedir.



Şekil 12.3. Minimum uzaklıktan ortalamaya algoritmasının şematik örneği.

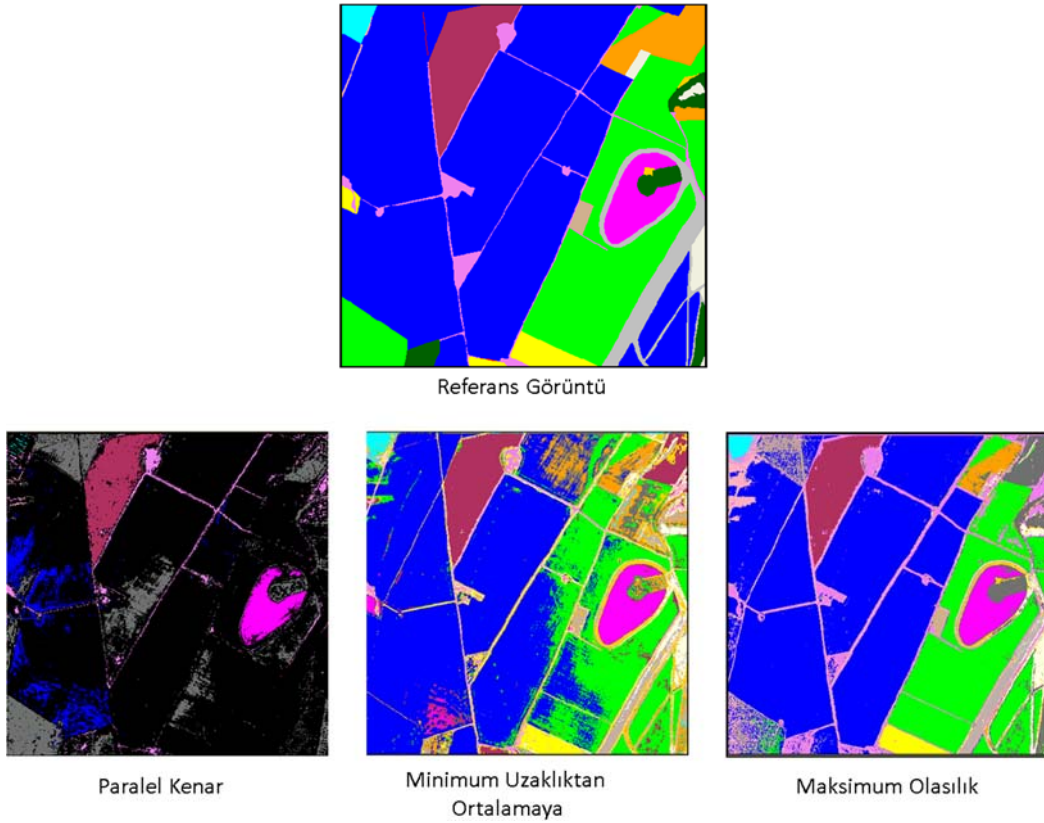
▪ **Maksimum Olasılık:** Bu algoritma, sadece kümelerin merkezini dikkate almakla kalmaz, kümelerin şekli, büyüklüğü ve yönünü de dikkate alır. Bu da birtakım istatistiksel analizler sonucunda gerçekleşir. Sonuçta bilinmeyen piksel, en yüksek olasılıkla hangi kümeye ait ise o sınıfa dâhil olur. Bu algoritmada, her bir küme için merkez çevresinde eş olasılık çizgileri çizilir. Merkezdeki en küçük çember, en yüksek olasılıklı üyelerin değerini, en geniş çember ise en düşük olasılıklı üyelerin değerini ifade eder.

Şekil 12.4'te maksimum olasılık algoritmasına ait bir örnek verilmiştir. Burada her kümeye eş olasılık çizgileri, kümelerin dağılış özelliklerine duyarlı olarak çizilmiştir. Buna göre 1 numaralı piksel tarım alanına ait eş olasılık çizgisi içerisinde kalmaktadır. Fakat bulunduğu konum itibarıyla tarım alanına girme olasılığı çemberin en dışında olduğu için oldukça düşüktür.



Şekil 12.4. Maksimum olasılık algoritmasının şematik örneği.

Yukarıda açıklanan üç tür algoritmanın bir uydu görüntüsü üzerine uygulanmış örneği Şekil 12.5'te verilmiştir. Bu şekilde referans görüntüye bağlı olarak üç farklı algoritmaya bağlı olarak üretilen görüntü sınıflamasını karşılaştırıldığımızda en kötü sınıflamanın paralel kenara ait olduğu görülmektedir. Referans görüntüye en fazla benzerlik gösteren ise maksimum olasılık algoritmasına ait sonuç görüntüdür. Minimum uzaklıktan ortalamaya algoritması ise paralel kenara göre iyi sonuçlar verirken maksimum olasılığa göre daha kötü sonuç vermiştir. Görüldüğü gibi sonuçların karşılaştırılması göreceli olarak gerçekleştirilmiştir. Uzaktan algılama çalışmalarında uydu görüntülerinin sınıflandırılmasından sonra sonuçlar bu şekilde göreceli ve görsel olarak doğrulukları tespit edilmeyip bir takım doğruluk analizlerine tabi tutulur. Doğruluk belirleme işlemi bu bölüm içerisinde ele alınacaktır.



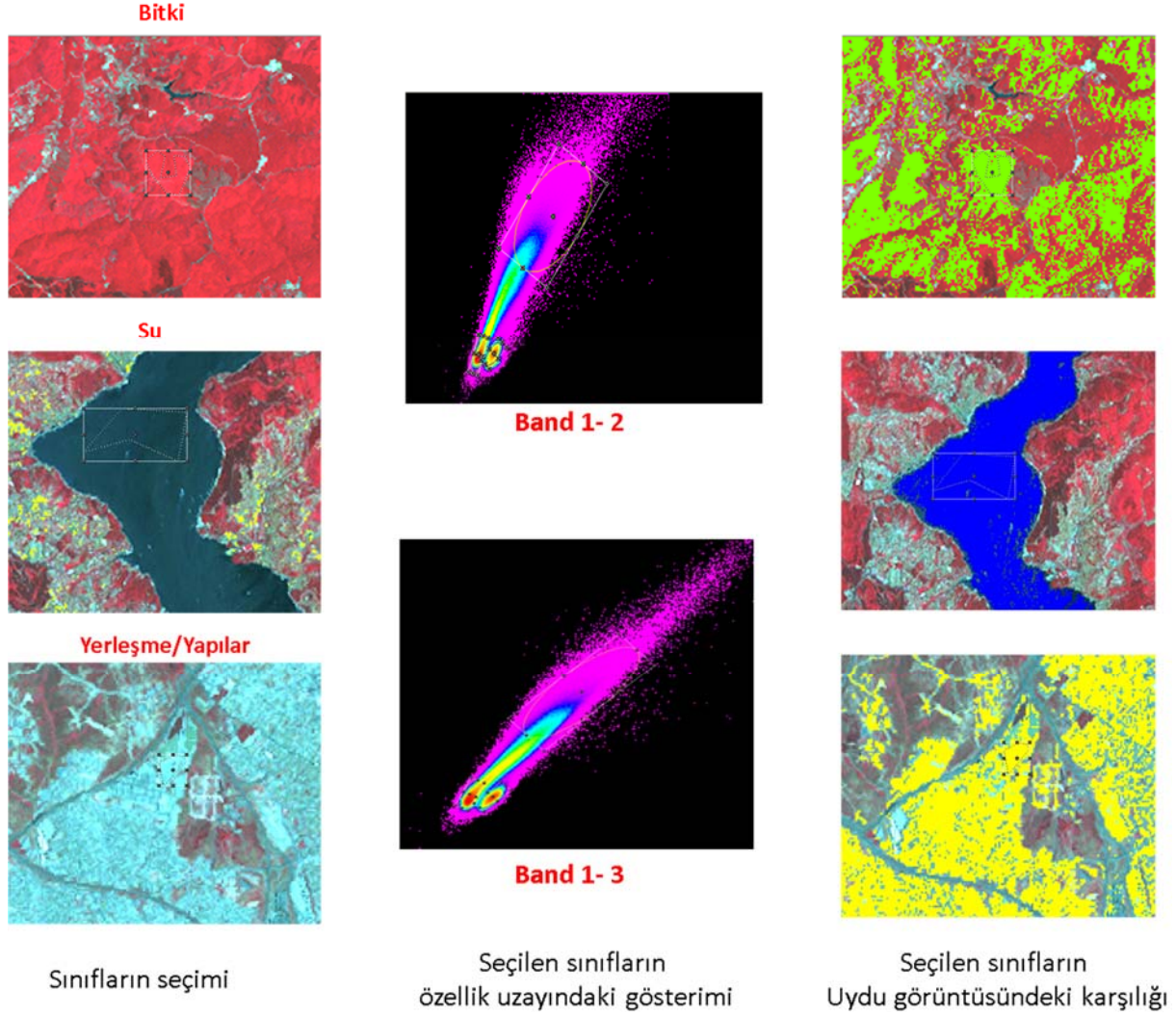
Şekil 12.5. Referans görüntü ile 3 farklı algoritmaya ait sonucun karşılaştırılması.

12.1.2. Kontrollü Sınıflama

Görüntü sınıflamanın en önemli aşamalarından birisi özellik uzayındaki bölümlenmedir. Kontrollü sınıflamada, özellik uzayındaki sınıfların ayrımı işlemi kullanıcı tarafından yapılır. Kullanıcı alıştırma kısmında spektral özelliklerine bağlı olarak sınıfları tanımlar. Kontrollü sınıflamada, analizcinin çalıştığı sahayı önceden bildiği kabul edilir. Dolayısıyla analizci, sınıfların nerelerde yayılış gösterdiğini bilmelidir. Seçilen kümeler, belirlenen sınıfları iyi tanımlamalıdır. Sınıflar için belirlenen kümeler, özellik uzayında üst üste çakışmamalıdır veya kısmen çakışmalıdır.

Şekil 12.6’da kontrollü sınıflama aşamalarına bir örnek verilmiştir. Burada uydu görüntüsü üzerindeki bitki, su ve yerleşmelere ait sınıfları kontrollü olarak belirlenmiştir. Bunun için öncelikle her bir sınıfa ait alıştırma verisinde belirleme işlemi yapılmış daha sonra belirlenen bu sınıfların özellik uzayında farklı bantlardaki dağılışları incelenmiştir. Sınıflara ait belirlenen alıştırma setlerinin uygun olduğu özellik uzayındaki kümelerin üst üste çakışmamasından anlaşılmaktadır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra seçilen alıştırma verilerine benzer olan piksel dağılışları uydu görüntüsü üzerinde gösterilmiştir. Şekil 12.6’da de gösterildiği üzere bitkide, suda ve yerleşmelere ait belirlenen alıştırma verileri yeterli gelmemiştir.

Bütün kırmızı renklerin yeşile, suda büyük koyu renklerin maviye ve yerleşmede bütün açık cyan renklerin sarıya dönmemesinden anlayabiliriz. Bunun anlamı 3 alıştırma verisi yanından boş kalan bu alanlarda da alıştırma verilerinin belirlenmesi ve işlemlerin tekrar edilmesi gerekmektedir. Böylelikle belirlenen sınıflar uydu görüntüsünde temsil edilinceye kadar işlem devam eder.



Şekil 12.6. Kontrollü sınıflamada uygulanan aşamalara örnekler.

Kontrollü sınıflamanın avantaj ve dezavantajları şu şekilde sıralanabilir;

Avantajları

- Analizci kontrole sahiptir.
- Sonuç haritadaki kategoriler ile alan bilgisi arasında eşleşmesinde bir problem yaşanmaz.

- Operatör, hataları yakalayıp ortadan kaldırabilir.
- İşlem bilinen bir özelliğin spesifik alanlarında yürütülür.

Dezavantajları

- Analizci verinin yapısı üzerinde işlem yapar ki bu bazen gerçekle uyuşmayabilir.
- Alıştırma sınıfları spektral özellikler üzerinde olmayıp genellikle saha tanımlamasına dayanır.
- Analizci tarafından seçilen alıştırma verisi, görüntüdeki aynı özellikteki unsurlar için tanımlayıcı olmayabilir.
- Alıştırma verisi zaman alıcı ve pahalıdır.
- Alıştırma verisinde gösterilmeyen özel veya eşsiz olan kategorilerin tanımlanması ve sunumu imkânsızdır.

Uygulamalar

- 1-** Görüntü sınıflamada kullanılan başka algoritmalar var mı araştırınız.
- 2-** Kontrollü sınıflama ile yapılmış görüntü sınıflama örneklerine internetten araştırma yaparak elde ediniz.

Uygulama Soruları

- 1-** Sınıflama algoritmalarının kullanım amacı nedir, açıklayınız?
- 2-** Kontrollü sınıflamada kullanılan uydu görüntüleri ve algoritmalar hakkında bilgi veriniz?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde uydu görüntülerinden bilgi elde etmenin yollarından birisi olan görüntü sınıflama üzerinde durulmuştur. Bu başlık altında sınıflamanın beş ana adımı olan görüntü seçimi ve hazırlanması, özellik uzayında kümelerin belirlenmesi, sınıflama algoritmasının seçimi, sınıflamanın gerçekleştirilmesi ve sonuçların test edilmesi açıklandıktan sonra kontrollü ve kontrolsüz sınıflamada kullanılan sınıflama algoritmaları üzerinde durulmuştur. Burada sınıflama algoritmalarında paralel kenar, minimum uzaklıktan ortalama ve maksimum olasılık algoritmaları açıklanmıştır. Bu algoritmalarından özellikle maksimum olasılık algoritmasının diğer türlere göre sınıflamada iyi sonuç verdiği vurgulanmıştır. Son olarak da görüntü sınıflama türlerinden kontrollü sınıflama hakkında bilgi verilmiş, özellikle analizcinin çalıştığı sahayı önceden bilmesi üzerinde dayalı olan bu sınıflamanın avantajları ve dezavantajları üzerinde durulmuştur.

Bölüm Soruları

1. Aşağıdakilerden hangisi kontrollü sınıflamanın dezavantajlarından değildir?

- a) Analizci verinin yapısı üzerinde işlem yapar ki bu bazen gerçekle uyuşmayabilir
- b) Alıştırma sınıfları spektral özellikler üzerinde olmayıp genellikle saha tanımlamasına dayanır
- c) Analizci tarafından seçilen alıştırma verisi, görüntüdeki aynı özellikteki unsurlar için tanımlayıcı olmayabilir
- d) Alıştırma verisinde gösterilmeyen özel veya eşsiz olan kategorilerin tanımlanması ve sunumu imkânsızdır
- e) Analizci kontrole sahiptir

2. Görüntü sınıflamada özellik uzayında kümeler içine girmeyen bilinmeyen (unknown) pikselin en iyi küme atamasının gerçekleştirildiği algoritma aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Maksimum olasılık
- b) Minimum uzaklıktan ortalamaya
- c) Paralel kenar
- d) Kutu sınıflayıcı
- e) Yeninden örnekleme

3. (a) Özellik uzayında kümelerin belirlenmesi

- (b) Sınıflamanın gerçekleştirilmesi
- (c) Görüntü seçimi ve hazırlanması
- (d) Sonuçların test edilmesi
- (e) Sınıflama algoritmasının seçimi

Yukarıda verilen görüntü sınıflama işlemlerinin doğru olarak sıralaması aşağıdakilerden hangisidir?

- a) a-b-c-d-e
- b) c-a-e-b-d
- c) b-d-a-c-e

d) b-c-d-e-a

e) c-d-e-a-b

4. Aşağıdakilerden hangisi görüntü sınıflamadaki temel adımlardan birisi değildir?

a) Sınıflama algoritmalarının seçimi

b) Özellik uzayında kümelerin tanımlanması

c) Görüntü seçimi ve hazırlanması

d) Sınıflamanın gerçekleştirilmesi

e) Görüntü yorumlama

5. - En basit ve bilinen sınıflama algoritmasıdır

- Her bir sınıf için en büyük ve en küçük piksel değeri sınır olarak alınır

- Piksellere ait numaralar hangi kutu içindeki aralığa denk geliyorsa o sınıfa atanır

Yukarıda verilen özellikler aşağıdaki sınıflama algoritmalarından hangisine aittir?

a) Maksimum olasılık

b) Paralel kenar

c) Minimum uzaklıktan ortalama

d) Fuzzy

e) Yapay sinir ağları

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. En basit ve bilinen sınıflama algoritmasıdır. olarak adlandırılan bu algorithmada bir sınıf için en büyük ve en küçük piksel değeri sınır olarak alınır.

7. Minimum uzaklıktan ortalama algoritmasının temeli kümelerin merkezidir. Sınıflama sırasında bilinmeyen (unknown) pikselin sınıfını belirlemek için bilinmeyen piksel ile belirlenen kümeler arasındaki hesaplanır.

8. Analizcinin sahayı önceden bildiği kabul edilen sınıflama türü dır.

9. Sınıflama sonucunda referans görüntüye en fazla benzerlik gösteren ait sonuç görüntüdür.

10. Sınıflanan görüntünün, gerçek arazide alınan referans verileriyle yapılır.

Cevaplar

1)e, 2)a, 3)b, 4)e, 5)b, 6)Paralel kenar, 7) Öklid uzaklığı, 8) Kontrollü sınıflama, 9) maksimum olasılık algoritmasına, 10) doğruluk testi.

13. GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ IV

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

13.1. Görüntü Sınıflama

13.1.1. Kontrolsüz Sınıflama

13.1.2. Doğruluk Belirleme

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- KontROLSÜZ sınıflama nedir, neden kullanılır?
- 2- KontROLSÜZ sınıflamanın avantaj ve dezavantajları nelerdir?
- 3- Doğruluk belirleme nedir?
- 4- Doğruluk belirlemede uygulanan istatistik yöntemler nelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Kontrolsüz sınıflama	Kontrolsüz sınıflamanın ne olduğu, nasıl uygulandığı, avantaj ve dezavantajları hakkında bilgi sahibi olur.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Doğruluk belirleme	Doğruluk belirlemenin ne olduğunu öğrenir.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Doğruluk belirleme	Doğruluk belirlemede kullanılan istatistik yöntemlerin ne olduğunu uygulamayla öğrenir.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Kontrolsüz sınıflama
- Doğruluk belirleme
- Hata matrisi
- Kappa istatistik

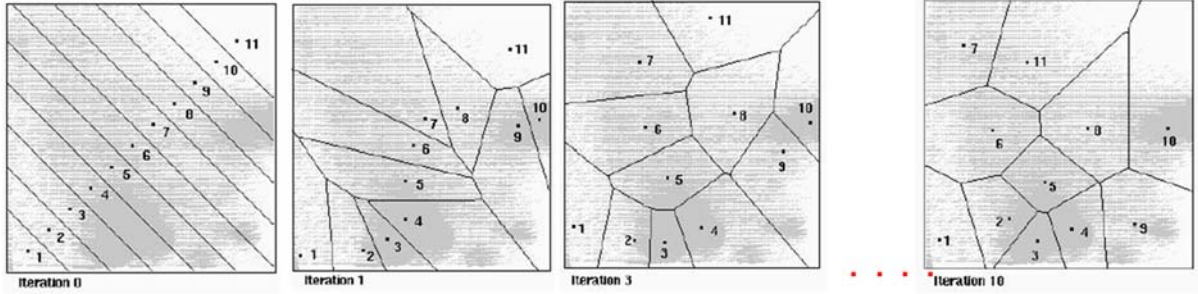
Giriş

Bu bölümde, görüntü analizlerinin son konusu olarak kontrolsüz sınıflamanın ne olduğu, bu sınıflama yöntemini kullanmanın avantaj ve dezavantajları hakkında bilgi verilecektir. Kontrolsüz sınıflama saha bilgisi olmayan alanlara ilk olarak uygulanan ve yoğun olarak kullanılan bir sınıflama türüdür. Bu nedenle çalışma prensibinin öğrenilmesi önemlidir. Son olarak da görüntü analizlerinden sınıflamanın yapıldığı görüntülere doğruluk belirleme işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu işlem için kullanılan istatistik yöntemlerden hata mariksi ve kappa istatistik konularına değinilmiş ve örnek uygulama gösterilecektir.

13.1. Görüntü Sınıflama

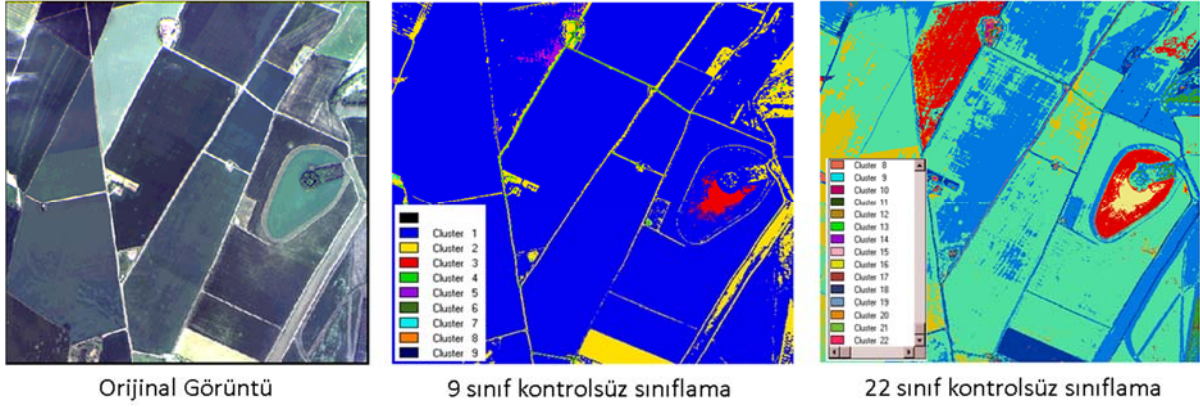
13.1.1. Kontrolsüz Sınıflama

Multispektral veri içerisinde doğal grupların veya yapıların belirlenmesi işlemidir. Kontrolsüz sınıflamada kontrollü sınıflama gibi alıştırma verisi kullanmaz. Görüntüye ait pikseller belirlenen sınıf sayısına bağlı olarak çok boyutlu uzayda doğal kümeleme temelinde işleme tabi tutulur (Şekil 13.1). Kontrollü sınıflamada saha bilgisi gerekliyken, kontrolsüz sınıflamada böyle bir bilgiye gerek yoktur. Eğer çalışılan saha ile ilgili bilgi yetersiz veya hangi sınıfların istendiği belli değilse kontrolsüz sınıflama uygulanır. Kontrolsüz sınıflamada esas olan, analizcinin belirlediği sınıf sayısına göre otomatik olarak spektral benzerliklerine bağlı kalmak suretiyle gruplamanın yapılmasıdır. Sınıf sayısına bağlı kalınarak, bilgisayar kümelerin merkez noktasını belirler. Merkez noktaya göre değişik tekrarlamalar (iteration) sonucunda en uygun küme merkezi bulunur ve sınıf adı kümeye etiketlenir (Şekil 13.1). Sınıflama sonunda aynı tür sınıflar tekrar kodlanır ve sınıflama tamamlanır.



Şekil 13.1. Örnek bir veri setinde sonuç kümeleme için yapılan tekrarlamalara örnek.

Kontrolsüz sınıflamada, analizcinin vereceği sınıf sayısına göre kümele yapıldığı için görüntü üzerinde kaç sınıf oluşabileceğine dikkat edilmelidir. Buda genelde çalışmanın amacına göre değişiklik gösterir. Şekil 13.2’de bir sahaya ait uydu görüntüsünün iki farklı sınıfta yapılmış kontrolsüz sınıflama örneği verilmiştir. Bunlardan 9 sınıf olan sınıflamada sahadaki bütün tarım alanları tekbir sınıf altında (Cluster 1) toplanmıştır. Böyle bir sınıflama eğer tarım alanlarını tekbir sınıf altında toplamayı amaçlayan bir çalışmada uygulanırsa yeterli olacaktır. Ancak tarım türlerini de ayrılmasının istendiği bir çalışmada bu sınıflama yetersiz olacak ve daha fazla sınıfa ihtiyaç duyulacaktır. Dolayısıyla 22 sınıfla yapılan kontrolsüz sınıflama tarım türlerini de kendi içinde ayırmaktadır. Bundan sonraki aşamada hangi kümenin hangi arazi kullanım türüne ait olduğunun etiketlemesinin yapılması ve aynı isimli olan türlerin birleştirilmesi aşamasıyla kontrolsüz sınıflama tamamlanacaktır.



Şekil 13.2. Farklı sınıf sayısı ile gerçekleştirilen kontrolsüz sınıflama örneği.

Kontrolsüz sınıflamanın avantaj ve dezavantajlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

Avantajları:

- Çalışma bölgesine ait yoğun ve detaylı saha bilgisine ihtiyaç yoktur. Saha hakkında sahip olunan bilgi kontrollü sınıflama kadar detaylı değildir.
- İnsandan kaynaklanabilecek hataları minimize eder. Analizci burada daha az karar verici konumdadır.
- Benzer sınıfların üretilmesini sağlar.
- Analizci tarafından pek fark edilemeyen ve veride var olan spektral olarak birbirinde ayrı olan sınıfların kolay bir şekilde ayırt edilmesini sağlar.

Dezavantajları:

- Sınıflama sonunda ortaya çıkan spektral gruplar, analizcinin ilgilendiği ve istediği sınıfları vermeyebilir.
- Oluşan sınıf menüleri üzerinde sınırlı kontrol imkânı vardır.
- Belirli bir sınıfa ait spektral özellikler zaman içerisinde değişiklik gösterecektir. Dolayısıyla spektral sınıf ile bilgi sınıfı arasındaki ilişki sabit değildir.

13.1.2. Doğruluk Belirleme

Görüntü sınıflama sonrasında sınıfların etiketlendiği yeni bir raster veri elde edilir. Fakat oluşturulan pikselleri sınıflandırılmış yeni raster verisinin doğruluğu ve ne derece gerçekte örtüştüğünün kontrol edilmesi gerekmektedir. Doğruluk belirleme işlemi, sınıflama işlemlerinden sonra, sınıfların doğruluğunun gerçek arazi verileriyle test edilmesi işlemidir. Bu karşılaştırma işlemi Hata Matrisleriyle (Error Matrix) gerçekleştirilir. Gerçek arazi

verileri ise, GPS ile toplanmış veriler veya çalışılan sahanın detaylı hava fotoları olabilmektedir. Hata matrisi için genel olarak her bir arazi kullanım türü için en az 50 örnek alınmalıdır. Fakat bu, sınıf sayısına ve saha büyüklüğüne göre değişebilmektedir. Çalışılan saha oldukça büyük ise ve çok fazla arazi kullanım türü var ise her bir sınıftan alınacak örnek sayısı da artırılır (75 – 100).

Sınıflama Verisi

Referans Veri

	Su	Kum	Orman	Yerleşme	Mısır	Otlak	Satır Toplam
Su	480	0	5	0	0	0	485
Kum	0	52	0	20	0	0	72
Orman	0	0	313	40	0	0	353
Yerleşme	0	16	0	126	0	0	142
Mısır	0	0	0	38	342	79	459
Otlak	0	0	38	24	60	359	481
Kolon Toplam	480	68	356	248	402	438	1992

Sütundaki doğruluk / Sütundaki hata

S= 480/480 = %100
K= 052/068 = %76
O= 313/356 = %88
Y= 126/248 = %51
M= 342/402 = %85
O= 359/438 = %82

%0
%24
%12
%49
%15
%18

Satırdaki doğruluk / Satırdaki hata

S= 480/485 = %99
K= 052/072 = %72
O= 313/353 = %87
Y= 126/142 = %89
M= 342/459 = %74
O= 359/481 = %75

%1
%28
%13
%11
%26
%25

$$\text{Toplam Doğruluk} = (480+52+313+126+342+359)/1992 = \%84$$

Şekil 13.3. Hata matrisi ve yüzdelik olarak hata ve doğruluk oranlarına örnek.

Şekil 13.3'te yapılan bir sınıflamanın hata matrisi verilmiştir. Burada görüntü sınıflaması sonrası oluşan sınıflar su, kum, orman, yerleşme, mısır ve otlak alandan oluşmak üzere 6 sınıftır. Bu altı sınıflama verisi için aynı alanlardan referans verisi alınmıştır. Referans verisi ile sınıflama verisinin örtüştüğü durumlarda kırmızı renkle gösterilmiştir. Örneğin, su sınıfında 480 örnek noktası suda, 5 örnek noktası orman sınıfında çıkmıştır. Kum sınıfında 52 örnek noktası kumda, 20 örnek noktası yerleşmede; orman sınıfında 313 örnek noktası ormanda, 40 örnek noktası yerleşmede; yerleşme sınıfında 126 örnek noktası yerleşmede, 16 örnek noktası kumda; mısır sınıfında 342 örnek noktası mısırdaki, 38'i yerleşmede ve 79'u otlakta ve son olarak otlak sınıfında, 359 örnek noktası otlakta, 38'i ormanda, 24'ü yerleşmede ve 60'ı mısırdaki çıkmıştır. Böylelikle elde edilen matriksten sütun ve satırdaki doğrulukları ve hataları elde edilebilir ve sınıflamaya ait toplam doğruluk baz alınan örneklem noktalarına bağlı olarak çıkartılabilir. Örneğin sütun doğruluklarına baktığımızda, suyun ortak değeri olan 480'den başka bir değeri olmadığı için 480'nin sütun toplamı olan 480'e bölünmesiyle %100'lük bir oran çıkar ki bu da %100 lük doğruluğu vermektedir. Dolayısıyla hata oranı da %0'dır. İkinci sütun olan kumdaki ortak değer olan 52'yi sütun toplamı olan 68'e böldüğümüzde %76 oranında bir doğruluk çıkmaktadır. Bu değer %100'e tamamlanabilmesi için %24'lük bir eksikliğe sahiptir, bu da kum referans verisinin hata oranı

olarak kabul edilir. Diğer sütunları da bu şekilde karşılaştırabilirsiniz. Satır doğrulukları da 480 örnek noktası su sınıfında çıkarken 5 örnek noktası da orman sınıfında çıkmıştır. Dolayısıyla ortak örnek noktası olan 480’i satır toplamı olan 485’e böldüğümüzde doğruluk oranının %99 hata oranının ise %1 olduğu görülür. Kum sınıfında 52’si gerçek dünyada kumda 20’si de yerleşmede çıkmıştır. Dolayısıyla 52’nin satır toplamı olan 72’ye bölünmesiyle doğruluk oranı %72, hata oranı ise %18 olarak belirlenmiştir. Diğer satırları da bu şekilde karşılaştırınız. Sonuç olarak satırdaki doğruluklar sınıflanan görüntüdeki yani analizcinin sınıflama doğruluğunu ve hatasını verirken, sütunlardaki sonuçlar da gerçek dünyadaki referans verilerin dağılışındaki doğruluk ve hata oranlarını vermektedir. Bu şekilde sınıfların doğruluk ve hata oranları bulunur ve hata oranı fazla olan sınıf üzerinde tekrar bir çalışma yapılabilir.

Hata matriksinden ayrıca sınıflamanın toplam doğruluğunu da öğrenebiliriz. Bu da referans ve sınıflama verisinde çıkan örnek noktaları sayısının toplamını toplam örnek sayısına oranladığımızda elde edilir. Şekil 13.3 örneğinde ortak örneklem nokta sayıları olan 480, 52, 313, 126, 342 ve 359 sayılarının toplamı, bu çalışmada kullanılan toplam 1992 örnek sayısına bölündüğünde %84 lük bir değer çıkmaktadır ki bu değer sınıflamanın doğruluğunu verir. Sınıflamanın hata oranı ise %100’e tamamlandığında çıkacak değer olan %16 dır. Toplam doğruluk değeri %80 ve üzeri değerler iyi olarak kabul edilir. Görüntü sınıflamada hiçbir zaman toplam doğruluk %100 lük bir değere ulaşamaz. Ulaşırsa bu işlemde bir hata var demektir.

Görüntü sınıflamasının doğruluğunu gösteren diğer bir yöntem de Kappa (KHAT) istatistiğidir. Bunun için kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$\hat{k} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}$$

Formülde yer alan;

- r = hata matriksindeki satır sayısı
- x_{ii} = satır i ve kolon i deki gözlem sayısı
- x_{i+} = satır i deki toplam gözlem
- x_{+i} = kolon i deki toplam gözlem
- N = matirksdeki toplam gözlem sayısıdır.

İstatistik sonucu 0 ile 1 arasında değişir. Sonuçların 1’e yaklaşması sınıflamanın doğruluğunu gösterir. Bu doğruluk analizinin uygulanmasının bir nedeni de farklı

kaynaklardan elde edilen görüntülerin ve metotların mekânsal veri üretimde değerlendirmesini yapabilmektedir.

Şekil 13.3'teki sınıflama sonucuna ait değerlerin Kappa istatistiğine alındığında;

$$\sum_{i=1}^r x_{ii} = 480 + 52 + 313 + 126 + 342 + 359 = 1672$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i}) &= (485 \times 480) + (72 \times 68) + (353 \times 356) + (142 \times 248) + (459 \times 402) \\ &\quad + (481 \times 438) = 793776 \end{aligned}$$

$$\hat{k} = \frac{1992(1672) - 793776}{(1992)^2 - 793776} = 0.80$$

elde edilir. Şekil 13.3'teki sınıflama Kappa istatistiğine göre yeterli düzeyde doğruluğa sahiptir diyebiliriz.

Gerek kontrollü gerekse kontrolsüz sınıflama gibi piksel tabanlı görüntü sınıflama işlemlerinde temel problemlerden birisi bir pikselin bir sınıfa etiketlenmesidir. Küçük pikselli görüntülerde bu çok fazla büyük bir problem olmazken, büyük pikselli görüntülerde (mekânsal çözünürlüğü düşük) büyük bir problemdir. Bunun nedeni, bir piksel gerçekte büyük bir alanı temsil ettiğinden dolayı, o alanda birçok arazi kullanım türü olmasına rağmen sadece bir tanesine etiketlemesinin yapılabilmesidir. Standart görüntü sınıflama başlığı altında açıklanan sınıflama tekniklerinde bu problemin çözümü maalesef bulunmamaktadır. Çünkü bu yöntemlerin yapısında bir piksel bir tek sınıfa etiketlenir. Ancak yapılacak çalışmalara uygun uydu görüntülerinin seçimi bu hatayı minimize edebilir. Fakat bu problemin çözümü için değişik yaklaşım vardır. Bunlardan birisi, bu şekilde olan piksele birden fazla sınıfın etiketlenmesi şeklindedir. Bu işlemlerde bulanık (fuzzy) sınıflama veya yapay sinir ağları (artificial neural network) kullanılabilir. Ancak bu sınıflama türleri dersimizin kapsamı dışında olup Lillesand vd. (2004) kitabına bakabilirsiniz.

Uygulamalar

- 1- Uydu görüntülerinin başka sınıflama yöntemleri var mıdır, araştırınız?
- 2- Bir hata matrisi düzenleyiniz.
- 3- Uydu görüntülerinin sınıflamalarına ait başka istatistiksel yöntemler var mıdır, araştırınız?

Uygulama Soruları

- 1- Kontrollü sınıflama ile kontrolsüz sınıflamanın temel farkı nedir?
- 2- Düzenlediğiniz hata matriksindeki doğruluk ve hata oranları ile ve kappa istatistiği sonucunu bulunuz?
- 3- Hata matriksinin çalışma prensibini açıklayınız?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Bu bölümde uydu görüntülerinden bilgi elde etmenin yollarından birisi olan görüntü sınıflamadaki kontrolsüz sınıflama üzerinde durulmuş, avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir. Buna göre kontrolsüz sınıflama multispektral veri içerisinde doğal grupların veya yapıların belirlenmesi işlemidir. Kontrolsüz sınıflamada kontrollü sınıflama gibi alıştırma verisi kullanılmaz. Görüntüye ait pikseller belirlenen sınıf sayısına bağlı olarak çok boyutlu uzayda doğal kümeleme temelinde işleme tabi tutulurlar. Kontrollü sınıflamada saha bilgisi gerekliyken, kontrolsüz sınıflamada böyle bir bilgiye gerek yoktur. Eğer çalışılan saha ile ilgili bilgi yetersiz veya hangi sınıfların istendiği belli değilse kontrolsüz sınıflama uygulanır.

Görüntü sınıflama işlemlerinin tamamlanmasından sonra gerekli olan doğruluk belirleme işlemleri de bu hafta içinde değiniline konular arasındadır. Görüntü sınıflama sonrasında sınıfların etiketlendiği yeni bir raster veri elde edilir. Fakat oluşturulan pikselleri sınıflandırılmış yeni raster verisinin doğruluğu ve ne derece gerçekte örtüştüğünün kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle doğruluk belirleme işlemi, sınıflama işlemlerinden sonra, sınıfların doğruluğunun gerçek arazi verileriyle test edilmesi işlemidir. Doğruluk belirlemede hata matrisleri ve Kappa istatistiği kullanılan istatistiksel yöntemler arasında yer alır.

Bölüm Soruları

1. Aşağıdakilerden hangisi kontrollü ve kontrolsüz sınıflamanın benzer özelliklerindendir?

- a) Alıştırma verisinin kullanımı
- b) Saha bilgisi olması
- c) Verilen sınıf sayısına bağlı sınıflamanın yapılması
- d) Sınıflama değişik tekrarlamalar sonucunda en uygun küme merkezinin bulunmasıyla elde edilir
- e) Yarı-otomatik olarak bilgisayar yardımı ile görüntüden bilgi elde edilir

2. Aşağıdakilerden hangisi sınıflama sonucunda kullanılan doğruluk belirleme analizlerinden birisidir?

- a) Ortalama karekök hatası
- b) GCP
- c) NDVI
- d) Kappa istatistik
- e) Maksimum olasılık

3. Aşağıdakilerden hangisi analizcinin kontrolsüz sınıflamayı tercih nedenlerinden birisi olamaz?

- a) Saha bilgisine ihtiyaç duymaması
- b) Başka sınıflama tekniğinin olmaması
- c) Uygulamasının kolay olması
- d) İsteğe bağlı sınıf sayısının verilebilmesi
- e) İnsandan kaynaklanabilecek hataları azaltması

4. Kappa istatistik veya Hata matrislerinin uzaktan algılamada kullanılmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Görüntü sınıflandıktan sonra gerçekte karşılaştırmasını yapmak
- b) Sınıflama yaparak görüntü üzerindeki objeleri belirlemek
- c) Görüntü üzerindeki yorumlama yapmak

d) Görüntülerdeki geometrik düzeltmeyi gerçekleştirmek

e) Görüntülerdeki atmosferik etkiyi azaltmak

5. Kontrollü veya kontrolsüz sınıflamada karşılaşılan temel problem aşağıdakilerden hangisidir?

a) Sınıf sayısı problemi

b) Çok fazla zaman alması

c) Bütün uydu görüntülerine uygulanamaması

d) Algoritmaların karmaşık olması

e) Bir pikselin sadece bir sınıfa etiketlenmesi

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. Multispektral veri içerisinde doğal grupların veya yapıların belirlenmesi işlemi dır.

7. Kontrolsüz sınıflamada esas olan, analizcinin belirlediği sınıf sayısına göre spektral benzerliklerine bağlı kalmak suretiyle gruplamanın yapılmasıdır.

8. İnsandan kaynaklanabilecek hataları minimize eder. Analizci burada daha az konumdadır.

9. Doğruluk belirleme işlemi, sınıflama işlemlerinden sonra, sınıfların doğruluğunun gerçek arazi verileriyle test edilmesi işlemidir. Bu karşılaştırma işlemi gerçekleştirilir.

10. Gerek kontrollü gerekse kontrolsüz sınıflama gibi piksel tabanlı görüntü sınıflama işlemlerinde temel problemlerden birisi etiketlenmesidir.

Cevaplar

1)e, 2)d, 3)b, 4)a, 5)e, 6) Kontrolsüz sınıflama, 7) otomatik olarak, 8) karar verici, 9) Hata Matrisleriyle, 10) bir pikselin bir sınıfa.

14. UZAKTAN ALGILAMA UYGULAMALARI

Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?

- 14.1** .Kara Uygulamaları
- 14.2.** Atmosfer ve Hava Uygulamaları
- 14.3.** Su Uygulamaları

Bölüm Hakkında İlgi Oluşturan Sorular

- 1- Uzaktan algılamanın kara uygulamaları nelerdir?
- 2- Uzaktan algılamanın atmosfer ve hava konusundaki uygulamaları nelerdir?
- 3- Uzaktan algılamanın su konusundaki uygulamaları nelerdir?

Bölümde Hedeflenen Kazanımlar ve Kazanım Yöntemleri

Konu	Kazanım	Kazanımın nasıl elde edileceği veya geliştirileceği
Kara uygulamaları	Uzaktan algılamanın karadaki bir takım uygulamaları olan tarım, orman, jeoloji, arazi kullanımı, hidroloji gibi alanlarda nasıl uygulamalar yapıldığının kavranması.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Atmosfer ve hava uygulamaları	Uzaktan algılamanın atmosfer ve hava konusundaki uygulamaları neler olduğunun kavranması.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak
Su uygulamaları	Uzaktan algılamanın su alanındaki bazı uygulamalarının neler olduğu hakkında bilgi sahibi olmak.	Okuyarak, fikir yürüterek, araştırarak ve uygulama yaparak

Anahtar Kavramlar

- Uzaktan algılamanın kara uygulamaları
- Uzaktan algılamanın atmosfer ve hava uygulamaları
- Uzaktan algılamanın su uygulamaları

Giriş

Uzaktan algılama dersinin son hafta konusu ise uzaktan algılamanın uygulama alanlarını oluşturmaktadır. Uzaktan algılama sahip olduğu ve sunduğu imkânlar bakımından uygulama alanları çok geniş olmasına karşın, bu başlık altında ancak belirli başlı uygulama alanlarından bahsedilmiştir. Burada uygulama alanları olarak kara (tarım, orman, hidroloji, jeoloji, afetler, arazi kullanımı ve haritalama), su ve atmosfer üzerindeki uygulamaları üzerinde durulacaktır.

Analiz ve değişik alanlara uzaktan algılama uygulamaları, uzaktan algılamanın bileşenlerinden sonuncusunu oluşturur. Yeryüzü üzerinde doğal kaynaklar, sonsuz değil sınırlıdır. Artan insan nüfusu ve bilinçsiz kullanılan teknoloji paralelinde bu sınırlı kaynaklar tüketilmekte, yeryüzü üzerinde ve biyosferde olumsuz birtakım değişimlere neden olmaktadır. Diğer bir deyişle dünyamızın enerji dengesi, iklimi, biyolojik çeşitliliği, kimyasal döngü süreçleri su kaynaklarının korunması ve yönetimi için global bir perspektife, bilimsel disiplinlerarası yardımlaşmaya ve yeni araştırma stratejilerine ihtiyaç vardır. Uzaktan algılama bilimi, sağladığı düşük maliyet, sinoptik görüş ve bilgi çeşitliliği avantajıyla bu amaca yönelik global bir bakış sağlamakta ve yeni araştırma strateji ve tekniklerinin geliştirilmesinde anahtar bir rol oynamaktadır.

Uzaktan algılama bilimi birçok uygulamasında aşağıda sıralanan özellikleri nedeniyle başarıyla kullanılmaktadır:

- Daha düşük maliyet,
- Kullanılan algılayıcıların (sensör) insan gözünün duyarlı olduğu alandan çok daha geniş bölgeleri algılaması,
- Sinoptik görüş imkânı nedeniyle büyük alanların hızlı ve doğru bir şekilde haritalanması,
- Erişilemeyen alanların izlenme olanağı,
- Periyodik gözleme olanağı ve değişim saptama analizi,
- Mevcut haritaların hızlı güncelleştirilebilmesi,
- Uzaktan algılama ile elde edilen dijital verilerin Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) diğer haritalarla entegrasyon olanağı.

Yeryüzünü gözleyen algılayıcı sistemlerini taşıyan uyduların son yıllardaki teknolojik gelişimi ile yer yüzeyi hakkında çok fazla analog ve/veya dijital formda veriler elde edilmekte ve buna paralel olarak da uzaktan algılama teknolojisinin kullanıldığı uygulama alanlarının sayısı artmaktadır. Genel olarak uygulama alanları a) kara, b) deniz ve c) atmosfer ve hava olarak gruplanmaktadır.

14.1. Kara Uygulamaları

Günümüzde nüfus artışı, sanayileşme, bilinçsiz kullanılan teknoloji vb. faktörler, doğal kaynakların hızla tüketilmesine neden olmaktadır. Doğal çevrenin önemli bir bölümünün dinamik nitelikte olması, mevcut doğal kaynakların ve ekosistemin sıklıkla izlenmesi ve korunmasına yönelik doğru ve uygulanabilir stratejilerin belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda gelişen uydu teknolojisi kapsamındaki uzaktan algılama verileri, gelecek kuşaklara verimli doğal kaynakların aktarılmasında önemli rol oynamaktadır.

Uzaktan algılama verilerinin kullanıldığı başlıca kara uygulamaları Şekil 14.1’de verilmiştir. Bunlardan bazılarını ait açıklamalar aşağıda verilmektedir:



Şekil 14.1. Uzaktan algılamaya ait bazı kara uygulamaları.

Tarım: Uzaktan algılama ile tarımla ilgili yapılan çalışmalar oldukça yoğundur. Bunlardan bazılarını örnekler verecek olursak;

- Bitki örtüsü dağılımı ve sınıflaması,
- Tarımsal amaçlı arazi kullanımı ve toprak haritalarının etüdü,
- Tarımsal ürün tipini ayırma,
- Ürün gelişimi izleme ve rekolte tahmini,
- Ürün ekim koşullarının araştırılması,
- Toprak nemi ve türünü belirleme ve haritalama,
- Tarımsal sigortalama-ürün hasar izleme ve tespiti (hastalık, böceklenme vb.).

Ormancılık: Uzaktan algılamanın orman ve ormancılık ile ilgili çalışmalarına örnekler;

- Orman kaynaklarının ön envanterinin yapımı ve haritalanması,
- Orman tür çeşitliliğinin tespiti ve haritalanması,
- Ağaç hastalık/böceklenme izleme ve önleme çalışmaları,
- Ağaçlandırma araştırma ve izleme çalışmaları,
- Orman yangını izleme ve hasar tespiti,
- Ormansızlaşma ve çölleşme izleme ve araştırılması,
- Kereste üretimi tahmini ve planlamasıdır.

Hidroloji: Uzaktan algılamanın hidroloji ile ilgili uygulamalı çalışmalarını;

- Sulak alanların haritalanması,
- Drenaj dağılımı incelemesi,
- Karlı yüzeylerin miktarının ve dağılımının belirlenmesi,
- Kar erime miktarının belirlenmesi,
- Buzul erime hareketlerinin izlenmesi,
- Yağış-akış ilişkilerinin incelenmesi gibi çalışmalar oluşturmaktadır.

Jeoloji: Uzaktan algılamanın jeoloji çalışmalarındaki kullanımı;

- Jeolojik yapı araştırmaları ve haritalanması,
- Fay, çizgisellik ve kırıkların tanımlanması,
- Delta ve yüzey kıyı şekillerinin analizi,
- Jeotermal araştırmalar,
- Maden ve mineral kaynak araştırmaları ve
- Kayaç tiplerinin tespiti gibi uygulamalardır.

Afet İzleme Çalışmaları: Uzaktan algılamanın kara üzerindeki afetlerle ilgili olarak uygulama alanları;

- Volkan araştırmaları ve izleme,
- Sel-taşkınlara izlenmesi ve haritalanması,
- Deprem araştırmaları,
- Orman yangınları,
- Erozyon araştırmaları vb. verilebilir.

Arazi Kullanımı: Uzaktan algılamanın arazi kullanımı çalışmalarındaki kullanımı;

- Arazi örtüsünün belirlenmesi,
- Arazi kullanımı araştırması ve haritalanması,
- Değişimlerin belirlenmesi,
- şehir bölge planlaması örnek olarak verilebilir.

Haritalama: Uzaktan algılamanın haritalama çalışmalarındaki kullanımı;

- Planimetre haritaları (uzunluk ve alan)
- Stereo uydu görüntülerinden etüt haritaları ve 3 boyutlu sayısal arazi modellerinin hazırlanması,
- Topografik harita üretimi ve topografyadaki değişimin analizi,
- Otoyol, demiryolu ve boru hattı koridor seçimleri, sulama, baraj vb. ön etüt çalışmaları örnek olarak verilebilir.

14.2. Atmosfer ve Hava Uygulamaları

Dünyanın çevresinde bulunan ve yoğunluğu yerden uzaklaştıka azalan atmosfer tabakasının alt katmanı (troposfer); azot, oksijen, karbondioksit ve çok az miktarda diğer gazlardan oluşmaktadır. Karbondioksit, su buharı, metan gibi bazı gazların, Güneş'ten gelen ışınının bir yandan dış uzaya yansımasını önleyerek diğer yandan da bu ışınımı soğurarak yeryüzünün daha fazla ısınmasına, diğer bir deyişle “küresel ısınmaya” yol açtığı bilinmektedir.

Diğer yandan atmosferin stratosfer katmanında yer alan ozon gazı tabakası Güneş'ten gelen zararlı ışınların çoğunu soğurarak yeryüzüne ulaşmasını engellemektedir. Ancak yeryüzünden atmosfere yayılan pek çok kaynak gaz (flor ve bromla bir arada bulunan karbon bileşikleri-kloroflorokarbonlar), ozon gazını yok eden bazı kimyasal maddelerin artmasına

neden olmakta ve bu maddeler de havanın oksijeni ile reaksiyona girerek ozon tabakasının incelmesine yol açmaktadır.

Her tabakasında farklı fiziksel ve kimyasal olayların olduğu atmosfer ekosisteminin ve doğal dengenin korunamaması nedeniyle oluşan hava kirliliği (örneğin asit yağmurları) ve çevreye olumsuz etkileri günümüzde etkin bir araç olarak kullanılan uydu teknolojisi ile izlenebilmektedir. Dolayısıyla uzaktan algılama bu alanda birçok uygulamada kullanım imkânı sunar. Bunlarla ilgili olarak bazı örnekler aşağıda sıralanmıştır;

- Atmosferik parçacık türü ve dağılımının izlenimi,
- Atmosferik geçirimsizlik,
- Yüzey ve atmosfer sıcaklığı,
- İklim değişimi araştırması,
- Ozon tabakası konsantrasyonu ve dağılımının incelenmesi,
- Bulut ve su buharı içeriğinin incelenmesi,
- Bulutlardaki yağış ve su içeriğinin analizi,
- Meteorolojik araştırma, hava analizi ve tahmini,
- Hava kirliliği araştırması ve tahmini'dir.

14.3.Su Uygulamaları

İnsanoğlu ve tüm canlıların vazgeçemeyeceği hayat unsuru olan su, kendini yenileyebilen ancak sınırlı olan doğal kaynaklardandır. Türkiye'nin akarsular, göller ve yeraltı sularından oluşan toplam kullanılabilir su potansiyeli brüt 243 milyar m³ dür. Ancak hızla artan plansız ve yoğun yerleşmeler, su toplama havzalarındaki kaçak yapılaşmalar, büyük şehirlerdeki hızlı nüfus artışları vb. beraberinde yetersiz altyapı su temini çalışmaları nedeniyle zaman zaman temiz su ihtiyacı temininde sıkıntılar yaşanmaktadır. Küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin yanı sıra ülkemizde mevcut akarsu akımlarının düzensizliği nedeniyle kış ve yaz mevsimleri arasında büyük akım değişikliklerinin oluşması, mevcut potansiyelin iyi değerlendirilememesine etki eden diğer önemli bir faktördür. Dolayısıyla ülkemizdeki su kaynaklarının tanınması, potansiyelinin bilinmesi ve korunması, gerek farklı kullanımları yönlendirilecek su miktarının belirlenmesi gerekse kalkınma stratejilerinin geliştirilebilmesi açısından oldukça önemlidir.

Günümüzde uzaktan algılama teknolojisi, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının izlenmesi, su kalitesinin incelenmesi, vb. gibi birçok hidroloji ve oşinografi uygulamalarında

etkin bir araç olarak kullanılmaktadır. Uzaktan algılama verilerinin kullanıldığı başlıca su uygulamaları aşağıda verilmiştir;

- Su kaynakları yönetimi,
- Su kalitesi (deniz, göl ve gölet) kirliliği izleme ve analizleri,
- Plankton ve gelgit araştırmaları,
- Yağ tabakası kirliliği araştırmaları,
- Deniz yüzeyi, rüzgâr ve dalga araştırmaları,
- Deniz yüzeyi sıcaklık dağılımı belirleme,
- Deniz yüzey suyu akıntısı izleme,
- Okyanus ve kıyı bilimleri araştırmaları'dır.

Uygulamalar

- 1-** Uzaktan algılamanın kara uygulamalarına farklı örnekler veriniz?
- 2-** Uzaktan algılamanın atmosfer ve hava uygulamalarına farklı örnek veriniz?
- 3-** Uzaktan algılamanın su uygulamalarına farklı örnekler veriniz?

Uygulama Soruları

- 1- Uzaktan algılamanın atmosfer uygulamaları ile ilgili bir makale okuyarak, öğrendiğiniz uzaktan algılama kavramlarıyla uygulanan metotları karşılaştırınız?
- 2- Uzaktan algılamanın su uygulamalarında hangi uydular ve/veya uydu görüntüleri kullanıldığını araştırınız?
- 3- Uzaktan algılamanın afet yönetiminde ne gibi uygulama alanına sahiptir araştırınız?
- 4- Uzaktan algılamanın tarımla ilgili uygulamalarına örnekler veriniz?

Bu Bölümde Ne Öğrendik Özeti

Uzaktan algılama dersinin son hafta konusu ise uzaktan algılamanın uygulama alanlarını oluşturmaktadır. Uzaktan algılama sahip olduğu ve sunduğu imkânlar bakımından uygulama alanları çok geniş olmasına karşın, bu başlık altında ancak belirli başlı uygulama alanlarından bahsedilmiştir. Burada uygulama alanları olarak kara (tarım, orman, hidroloji, jeoloji, afetler, arazi kullanımı ve haritalama), atmosfer ve hava ile su uygulamaları üzerinde durulmuştur. Görüldüğü üzere uzaktan algılamanın çok geniş bir uygulama alanı vardır. Bu nedenle uzaktan algılamanın çok iyi kavranması ve anlaşılması gerekmektedir.

Bölüm Soruları

1. Uzaktan algılamanın birçok alanda uygulamasının bulunması aşağıdaki hangi özelliğiyle açıklanamaz?

- a) Düşük maliyetler içermesi
- b) Erişilemeyen alanların izlenme olanağı
- c) Bir defa kullanılan görüntünün bir daha kullanılamaması
- d) Sinoptik görüş imkânı sağlaması
- e) Spektrumun insan gözünden daha geniş alanını algılaması

2. Aşağıdakilerden hangisi uzaktan algılamanın kara uygulamaları arasında yer almaz?

- a) Tarım
- b) İklim değişimi araştırmaları
- c) Ormancılık
- d) Hidroloji
- e) Jeoloji

3. - Planimetre haritaları

- Topografik harita üretimi ve topografya değişim analizi
- Stereo uydu görüntülerinden etüt haritaları ve 3 boyutlu sayısal arazi modellerinin hazırlanması

Yukarıda verilen çalışmalar, uzaktan algılamanın hangi alandaki uygulamalarına örnek olarak verilmiştir?

- a) Ormancılık
- b) Arazi kullanımı
- c) Haritalama
- d) Jeoloji
- e) Tarım

4. Aşağıdakilerden hangisi uzaktan algılamanın su uygulamalarına örnek olarak verilebilir?

- a) Deniz yüzeyi, rüzgâr ve dalga araştırmaları
- b) Ozon tabakası konsantrasyonu ve dağılımının incelenmesi
- c) Bulut ve su buharı içeriğinin incelenmesi
- d) Yüzey ve atmosfer sıcaklığı
- e) Atmosferik parçacık türü ve dağılımının izlenimi

5. Aşağıdakilerden hangisi uzaktan algılama ile jeoloji alanında yapılabilecek çalışmalardan değildir?

- a) Jeolojik yapı araştırmaları ve haritalanması
- b) Yağış-akış ilişkilerinin incelenmesi
- c) Fay, çizgisellik ve kırıkların tanımlanması
- d) Jeotermal araştırmalar
- e) Kayaç tiplerinin tespiti

Aşağıda verilen cümlelerdeki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz?

6. Uzaktan algılama ile elde edilen dijital verilerin de diğer haritalarla entegrasyon olanağı vardır.

7. Karbondioksit, su buharı, metan gibi bazı gazların, Güneş'ten gelen ışıının bir yandan dış uzaya yansımaları önleyerek diğer yandan da bu ışıını yeryüzünün daha fazla ısınmasına, diğer bir deyişle "küresel ısınmaya" yol açtığı bilinmektedir.

8. Günümüzde uzaktan algılama teknolojisi, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının izlenmesi, su kalitesinin incelenmesi, vb. gibi birçok ve uygulamalarında etkin bir araç olarak kullanılmaktadır.

9. Her tabakasında farklı fiziksel ve kimyasal olayların olduğu atmosfer ekosisteminin ve doğal dengenin korunamaması nedeniyle oluşan ve çevreye olumsuz etkileri günümüzde etkin bir araç olarak kullanılan uydu teknolojisi ile izlenebilmektedir.

10. Uzaktan algılamada kullanılan insan gözünün duyarlı olduğu alandan çok daha geniş bölgeleri algılamaktadır.

Cevaplar

1)c, 2)b, 3)c, 4)a, 5)b, 6) Coğrafi Bilgi Sistemleri, 7) soğurarak, 8)hidroloji-oşinografi, 9) hava kirliliği, 10) algılayıcıların (sensör).

KAYNAKÇA

- Buiten, H.J. and Clevers, JGPW. 1993. Land Observation by Remote Sensing: Theory and Applications, Vol. 3 of Current Topics in Remote Sensing. Gordon&Breach.
- Campbell, JB. And Wynne, RH. 2011. Introduction to Remote Sensing, fifth edition, The Guilford Press, New York.
- Fischer, WA., Hepmhill, WR. and Kover, A. 1976. Progress in Remote Sensing, Photogrammetria, Vol. 32, pp. 33-72.
- Kerle, N., Janssen, LLF., and Huurneman, GC. 2004. Principles of Remote Sensing, ITC, The Netherlands.
- Lillesand, TM., Kiefer, RW. And Chipman, JW. 2004. Remote Sensing and Image Interpretation, fifth ed. John Wiley & Sons, New York, NY.
- Sabins, FF. 1996. Remote Sensing: Principles and Interpretation, third ed. Freeman & Co., New York, NY.
- Sesören, A. 1999. Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar. Mart Matbaacılık Sanatları Ltd. Şti. İstanbul.

İnternet Kaynakları

www.digitalglobe.com

www.isro.org

www.spotimage.fr

<http://www.tai.com.tr>

<http://rasat.uzay.tubitak.gov.tr>

<http://www.radarsat2.info/>

<http://earth.esa.int/ers/>

www.chris-proba.org.uk

<http://eo1.gsfc.nasa.gov/>