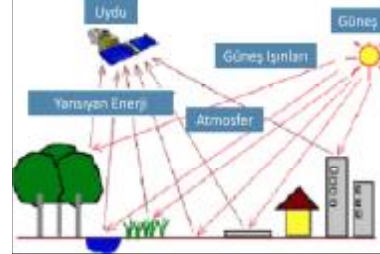


Uzaktan Algılamaya Giriş

Ünite 1 - Uzaktan Algılamaya Giriş

Uzaktan Algılama (UA) Nedir?

Uzaktan algılama, yeryüzünden belli uzaklıkta, atmosferde veya uzaydaki platformlara yerleştirilmiş ölçüm aletleri aracılığıyla, yeryüzü ve nesnelere hakkında bilgi alma ve bunları analiz etme tekniği, ya da nesnelere fiziksel temasta bulunmadan herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle nesnelere hakkında bilgi edinme bilim ve sanatı olarak ifade edilir.



Uzaktan Algılamanın Tarihçesi



- ◆ İlk bilinen hava fotoğrafı 1858'de Gaspard Felix Tournachon'un, 700-ft. Yukarıdan Paris'i çektiği fotoğrafıdır
- ◆ Amerikan iç savaşında birleşik kuvvetlerin balondan hava fotoğrafı çektiği bilinmektedir.

Kaynak: <http://vintageobscura.wordpress.com/2010/08/19/1859-aerial-view-of-paris-france-from-hot>

Uzaktan Algılamanın Tarihçesi



- ◆ 1903, Julius Neubronner posta güvercinlerinin göğsüne monte edilen 70 gr. Kameranın patentini almıştır.
- ◆ Kuşlar doğru bir hat boyunca uçup geri dönmek için eğitilip kameralar 30 sn.lik aralıklarla görüntüler almıştır.



Kaynak: <http://www.aerofotografie.com/history-of-aerial-photography.html>

Uzaktan Algılamanın Tarihçesi



1908'de, Wilbur Wright ve yolcusu L. P. Bonvillain uçaktan ilk hava fotoğrafını çekmişlerdir.



Kaynak: <http://www.rafmuseum.org.uk/milestones-of-flight/world/1908.cfm>

Uzaktan Algılamanın Tarihçesi

II. Dünya savaşının sonlarında uçaklardan çekilen hava fotoğraflarının keşif amaçlı kullanımı büyük önem kazandı. Bu yıllarda özel filmler geliştirildi (örnek: kızıl ötesine duyarlı filmler). Günümüzde hala hava fotoğrafları istihbarat ve keşif amaçlı kullanılmaktadır (örnek: IHA görüntüleri)



Kaynak: <http://www.lib.usa.ac.uk/lib/libof/find/archives/zuckerman/bau.htm>

Uzaktan Algılamanın Tarihçesi

- ◆ Soğuk savaş dönemleri uyduya dayalı uzaktan algılama çalışmalarını başlatmıştır.
- ◆ 1950'lerde ABD ve SSCB uydu görüntüleri elde etme çalışmalarına başlamıştır.
- ◆ 1960'larda sistemlerden sağlıklı görüntüler alınmaya başlamıştır.
- ◆ 1960-1972 US Corona Programı uyduya dayalı ilk keşif amaçlı görüntü elde edilmesi çalışmasıdır.

Uzaktan Algılamanın Tarihçesi

- ◆ 1972'de LANDSAT-1'in başarı ile çalışması uzaktan algılamayı ve kullanılan teknikleri tümünden gözden geçirmeye neden olmuştur.
- ◆ 1975'de LANDSAT-2'nin de başarıya ulaşması uydu görüntülerinin sivil uygulamalar için pazarlanmasını tetiklemiştir.
- ◆ LANDSAT'ların üstünde yer alan MSS (Multi spektral sensor) 80 m.'lik mekansal çözünürlüğe sahipken (futbol sahasından biraz daha küçük objelerin belirlenebilmesi) araştırma enstitüleri, üniversiteler, devlet kurumları gibi sınırlı kullanıcı kitlesine sahip olmuşlardır.

Uzaktan Algılamanın Tarihçesi

- ◆ 1980'lerde ABD ve Fransa Uydu görüntülerini pazarlayan en önemli aktörlerdi
- ◆ ABD-LANDSAT-4 (1982) ve LANDSAT-5 (1984): 7-Kanallı çokbandlı 30 m. lik ve 15 m. (mono-pan) mekansal çözünürlüklü görüntüler sağlamaya başladılar.
- ◆ Fransa-SPOT-1 (1986) ve SPOT-2 (1990): 20m çok bandlı ve 10 m. PAN (mono-pan) görüntüler sağlamaya başladılar

Uzaktan Algılamanın Tarihçesi

1990'larda Yüksek mekansal çözünürlüklü uydu görüntüleri ticari olarak sağlanabilir hale gelmiştir. Temel sağlayıcılar:

- ◆ Rusya
- ◆ ABD
- ◆ Fransa
- ◆ Hindistan

Uzaktan Algılamanın Tarihçesi

2000'lerde Yüksek mekansal ve spektral çözünürlüklü uydu görüntüleri her amaçlı kullanılabilir hale gelmiş, ve farklı sensör teknolojileri ile havadan UA tekniklerinde de ilerlemeler olmuştur.

- ◆ SPOT-5
- ◆ ENVISAT-1
- ◆ Ikonos
- ◆ Quickbird
- ◆ TerraSAR-X
- ◆ Lidar Teknolojileri
- ◆ Aster
- ◆ Hyperion
- ◆ Ve diğerleri...

Uzaktan Algılama Çeşitleri



Kullanılan Platformlara Göre UA Çeşitleri

UA teknikleri kullanılan platforma göre 3 temel başlıkta incelenebilir:

- Yer platformları
- Hava araçları
- Uydu platformları

UA Çeşitleri Yer Platformları

- ♦ Yer platformları çok ayrıntı gerektiren çalışmalarda kullanılırlar.
- ♦ Görüntü aldıkları alan oldukça küçüktür
- ♦ Mekansal çözünürlük ise yüksektir



http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter5/01_e.php

UA Çeşitleri: Hava Platformları

Uçaklara monte edilen uzaktan algılama sensörlerinden oluşan sistemlerdir.



http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter5/01_e.php

UA Çeşitleri: Uzay Platformları

Uzay Platformlarına monte edilen sensörlerden oluşmuştur.



LANDSAT

http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter5/01_e.php

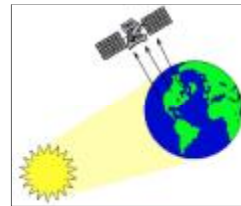
Kullanılan Enerjiye Göre UA Çeşitleri

İki temel gruba ayrılır:

1. Pasif UA sistemleri
2. Aktif UA sistemleri

Kullanılan Enerjiye Göre UA Çeşitleri

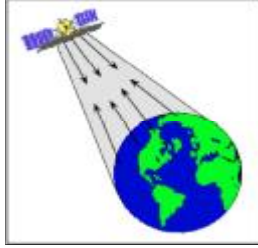
Pasif sistemler UA için herhangi bir enerji üretmezler ve güneş enerjisini kullanırlar.



http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter5/01_e.php

Kullanılan Enerjiye Göre UA Çeşitleri

Aktif sistemler kendi enerjilerini üretirler ve yansıttıkları enerjinin geriye dönüşünü toplayarak görüntü elde ederler.



http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/chapter5/01_e.php

UA Sistemlerinin Elemanları

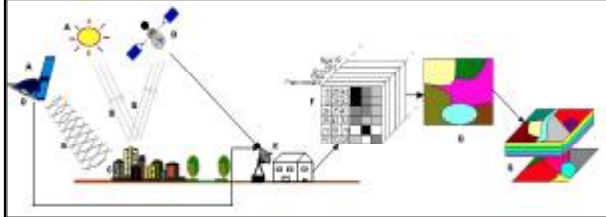
Tüm sınıflamalardan bağımsız olarak her uzaktan algılama sisteminin içerdiği/kapsadığı 7 temel aşama vardır.

1. Enerji kaynağı uzaktan algılamanın en temel elemanıdır ve bilgi toplanacak objelere gönderilmek üzere elektromanyetik enerji sağlar.
2. Kaynaktan çıkan enerji yeryüzündeki objelere ve geri yansırken sensörlere ulaşırken atmosferle devamlı etkileşim içindedir.
3. Elektromanyetik enerjinin yeryüzündeki objelerle girdiği etkileşim ve geri yansması sonucu elde edilen bilgiler bize objelerin yapısı hakkında bilgi sağlarlar.

UA Sistemlerinin Elemanları

4. Sensörler yeryüzündeki objelerden yansıma emilme ve iletme sonrasında geri yansıyan elektromanyetik enerjiyi kaydederler.
5. Kaydedilen veriler bir yer istasyonuna sayısal olarak işlenmek ve görüntüye dönüştürülmek üzere gönderilirler.
6. Elde edilen görüntüler belli bir amaç doğrultusunda bilgi elde etmek için görsel olarak veya bilgisayar destekli görüntü analiz yazılımlarıyla analiz edilir ve yorumlanırlar.
7. Son aşamada ise analizler ve yorumlamalar kullanılarak yeni bilgiler üretilmiş ve/veya bir sorun/problem çözüme kavuşturulmuş olur.

UA Sistemlerinin Elemanları



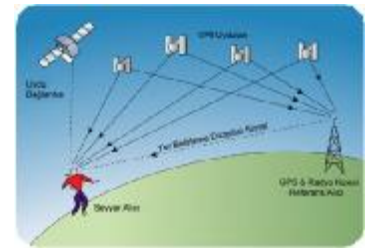
- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| A: Enerji Kaynağı | B: Radyasyon ve atmosfer |
| C: Radyasyon ve dünya yüzeyi | D: Radyasyon kayıt sensörü |
| E: Yer istasyonu | F: Veri analizi |
| G: UA uygulaması | |

Uydu Platformlu UA Sistemlerinin Avantajları

1. Yüksek çözünürlükte,
2. Çok geniş alanlara ait daha ucuz bilgi üretmesi,
3. CBS ile entegrasyonu,
4. Kaynakların çok daha verimli yönetilmesine olanak vermektedir.
5. Görüntü elde edilmesi hızlıdır.
6. Görüntüler sayısal formatta olduğu için gözün ayırt edemeyeceği ayrıntılar yakalanabilir.
7. Dünyanın her yeri için elde edilebilir.
8. Daha sık ve güncel görüntü elde edilebilir.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR enerjinin (ışık, radyo dalgaları,ısı, ultraviole ışınları ve X-ışınları) uzayda bir objeden diğer bir objeye transferini tanımlar. UA bu prensipler üzerine çalışmaktadır.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

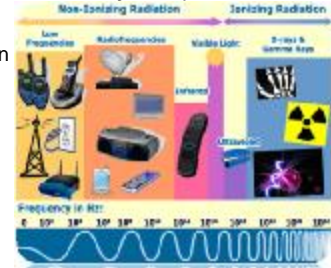
- Elektromanyetik ışınım=> elektromanyetik enerjinin bir kaynaktan dalgalar olarak gelmesi olarak tanımlanabilir.
- Tüm objeler belli oranda enerji yayarlar ve başka objelerden gelen enerjileri yansıtırlar. Uzaktan algılamanın temeli objelerin emdiği ve yansıttığı bu enerjilerin ölçümüne dayanmaktadır (ionizing=iyonlaştırıcı).



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- Uzaktan algılamayla yeryüzündeki objeler hakkında bilgi elde etme süreci=> elektromanyetik enerji ile yeryüzündeki objeler arası etkileşimin yorumlanmasına dayanmaktadır.

- Elektromanyetik enerjinin transferi elektromanyetik dalgalar tarafından belirlenirler.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Elektromanyetik dalgaların 3 temel özelliği vardır.

- Dalgaboyu (wavelength)
- Şiddet (amplitude)
- Frekans (frequency)



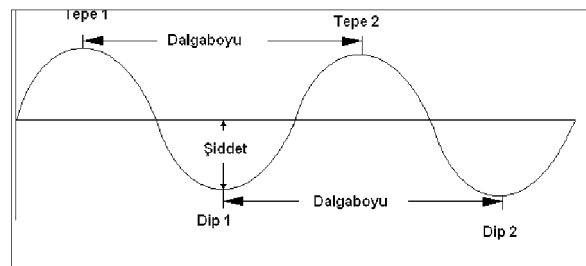
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

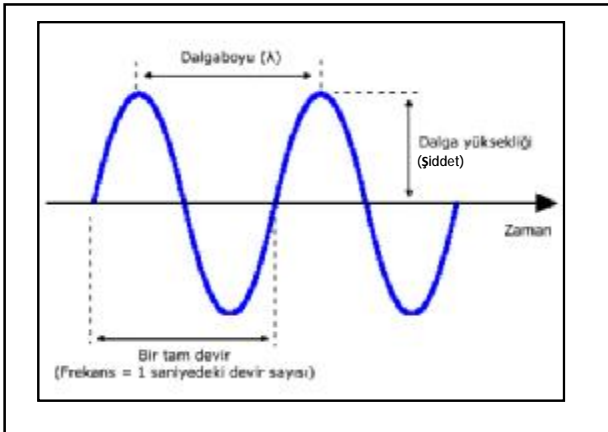
- Dalgaboyu(wavelength)=>bir dalga'nın 2 uç tepesi veya 2 dip noktası arasındaki mesafe olarak tanımlanır.
- Dalga boyunun birimi metrenin katları olarak tanımlanabilir. Örneğin
 - nanometre (nm, 10^{-9} meters)
 - micrometre (μm , 10^{-6} meters) ya da
 - santimetre (cm, 10^{-2} meters) olarak

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- Şiddet (amplitude) =>dalga'nın tepe veya dip noktasının eksenenden olan yüksekliğidir. Enerjinin dalga boyuna oranlı bir şiddet ölçüsüdür. Bu nedenle de birimi $\text{watts/m}^2/\mu\text{m}$ olarak tanımlanır.
- Frekans(frequency)=> belli bir noktadan belli bir süre içerisinde geçen tepe veya dip noktası sayısıdır. Frekansın birimi hertz dir ve 1 hertz =>1 döngü/saniye ye karşılık gelir.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)





Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)



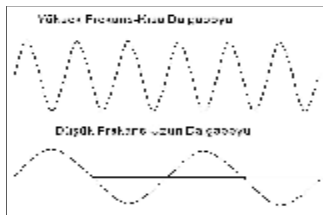
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Dalgaboyu(λ) ve frekans (ν) arasındaki ilişki şu eşitlikle tanımlanır:

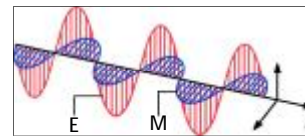
$$c = \lambda \nu$$

C [Işıkhızı (3×10^8 m/sec)] = dalgaboyu * frekans

Eşitlikten görüldüğü üzere elektromanyetik enerji sabit bir hıza eşittir ve dalgaboyu veya frekans cinsinden tanımlanabilir.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)



Elektro manyetik dalga, 1860'larda James Clerk Maxwell (1831-1879) tarafından tanımlanmıştır.

♦ Bu dalga modelinde elektrik (E) ve manyetik (M) vektörler birbirine diktirler.

♦ E & M hız vektörüne diktir ve C doğrultusunda hareket ederler.

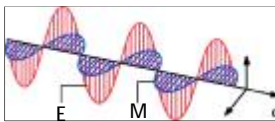
E = Elektrik vektörü
C = Işık hızı
M = Manyetik vektör

Kaynak: <http://picsicio.us/>

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

•Elektrik ve manyetik alanlar arasındaki değişimler elektrik ve manyetik dalgaların hareketine yol açmaktadır ve bu hareketin hızı da ışık hızına eşittir.

•Bu yüzden elektromanyetik bir enerji için elektrik ve manyetik alanların aynı anda var olması ve birbirlerini dalga hareketi için tetiklemeleri gerekmektedir.

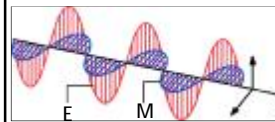


E = Elektrik vektörü
C = Işık hızı
M = Manyetik vektör

Kaynak: <http://picsicio.us/>

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

•Elektromanyetik enerji bir objeden diğerine elektrik ve manyetik alan dalgaları olarak sabit bir hıza (ışık hızı) iletilir.

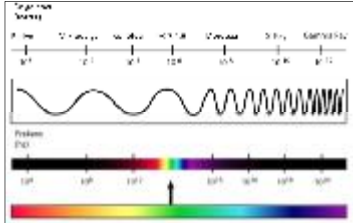


E = Elektrik vektörü
C = Işık hızı
M = Manyetik vektör

Kaynak: <http://picsicio.us/>

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Elektromanyetik spektrum (EMS) gamma ışınlarından radyo dalgalarına kadar olan geniş bir aralıkta tanımlıdır. UA'da, elektromanyetik dalgalar elektromanyetik spektrumdaki dalgaboyu yerlerine göre sıralanırlar.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- EMS'de keskin sınırlar yoktur.
- UA sensörleri bir ya da daha fazla spektrumda çalışırlar

Spektral Alan	Dalga boyu
Gamma Işınları	< 0.03 nm
X ışınları	0.03 – 300 nm
UV	0.30 – 0.38 nm
Görünür	0.38 – 0.72 nm
Yakın Kızılötesi	0.72 – 1.30 nm
Orta Kızılötesi	1.30 – 3.00 nm
Uzak Kızılötesi	7.0 – 1000 nm
Mikro dalga ve radyo dalgası	> 1000

Not: 1 nano metre 1 metrenin milyarda biridir (1 nm = 10⁻⁹ m veya 1nm = 10⁻⁶ mm).
Hücre zarı 12 nm(nanometre), insan tırnağının 1 saniyedeki uzama miktarı 1 nm'dir.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ♦ Elektromanyetik dalgaboyu serileri elektromanyetik aralıkları oluştururlar.
- ♦ Elektromanyetik aralıklar süreklilik gösteren dalgaboyu bölgeleriyle tanımlanırlar.
- ♦ Belirli dalgaboyları belirli özellikleri bünyelerinde barındırmalarına rağmen elektromanyetik sınıf aralıkları keskin hatlarla ayrılmamışlardır.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

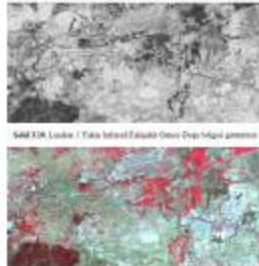
- ♦ Aralıkların bir ucunda uzun dalgaboyları (düşük enerjili radyo dalgaları), diğer ucunda ise kısa dalgaboyları (yüksek enerjili gamma ışınları) bulunmaktadır.
- ♦ Örneğin; 0.4-0.7 µm arası dalgaboyları görünür dalgaboylarıdır ve insan gözüyle, fotoğraf makinası/kamera vb. ile ayırtedilebilirler.
- ♦ Uzaktan algılama sensörlerinin yeryüzüne ilişkin bilgi toplamasında en çok mikrodalga, kızılötesi ve görünür dalgaboyu aralıkları kullanılırlar.

Not: 1 mikro metre, milimetrenin binde biridir (1 µm = 1/1000 mm, 10⁻³ mm, 10⁻⁴ m)

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ♦ Planck'ın elektromanyetik teorisine göre yüksek enerji seviyeleri uzun dalgaboylarında sağlanırlar.

Yeryüzündeki bir objeden yansıyan mikrodalga enerjisini ölçmek düşük enerji seviyeleri yüzünden göreceli olarak daha zordur. Öte taraftan görünür ve kızılötesi ışınlar yüksek enerji seviyeleri dolayısıyla daha kolay tespit edilirler.



Sekil 3.10. Landoon 5 Yakın İnfrared Etkileşim Güney-Doğu bölgesi görünümü



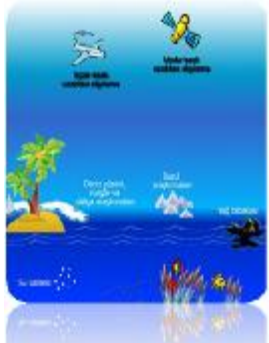
Sekil 3.10. Landoon 5 Yakın İnfrared Etkileşim Güney-Doğu bölgesi görünümü



Sekil 3.11. Mavi-Yeşil dalgaboyu ile İnfrared dalgaboyu Kompozit Etkileşim Güney-Doğu bölgesi görünümü

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ◆ Uzaktan algılama süreci yeryüzündeki objelerden yayılan/yansıyan elektromanyetik enerjinin ölçülmesine dayanmaktadır ve objelerin enerji kaynaklarıyla olan etkileşimlerinin ortaya çıkartılmasını içerir.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ◆ Güneş, yeryüzü için bir elektromanyetik enerji kaynağıdır. Yeryüzündeki objelerden yayılan elektromanyetik enerji miktarı, ilgili objenin dış ısı özellikleride kullanılarak kestirilebilir. Güneş elektromanyetik enerjisine dayalı bu sistemler uzaktan algılama terminolojisinde pasif uzaktan algılama sistemleri olarak adlandırılırlar. Pasif sistemlerin kendi enerjisi olmadığından çalışabilmesi güneş enerjisinin varlığına bağlıdır.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ◆ Güneş enerjisine ek olarak mikrodalga dalgaboyu aralığındaki radar sistemleri de uzaktan algılama amaçlı olarak kullanılmaktadır.
- ◆ Radar sistemlerinde enerji mikrodalga dalgaboylarında, pasif sistemlerden (güneş enerjisine dayalı sistemler) farklı olarak sistemin kendisi tarafından oluşturulmaktadır.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ◆ Sistem enerjisini belli bir hedefe gönderdikten sonra objelerden geri yansıyan enerji miktarı algılayıcılar tarafından ölçülmektedir.
- ◆ Sistem kendi enerjisini kendisi ürettiğinden bu tip sistemlere aktif uzaktan algılama sistemi de denmektedir.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR atmosfer boyunca ilerlerken genel yapısı şu faktörlere göre değişir:

- Saçılma (scattering)
- Emilme (absorbtion)
- İletilme (transmission)

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

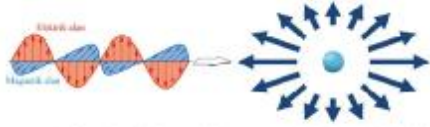
Saçılma (Scattering)=>enerjinin yönünün değişmesi durumuna denir. Bu yön değişmesi atmosferdeki duman, kir, su buharı vb. parçacıklar yüzünden olmaktadır Enerjinin içinde hareket ettiği atmosferin kalınlığı, parçacıkların yoğunluk ve büyüklüğü ve elektromanyetik enerjinin dalgaboyu vb. faktörler Saçılmanın derecesini doğrudan etkilerler.

Saçılma 3 farklı şekilde olmaktadır:

- Rayleigh Saçılması
- Mie Saçılması
- Seçimsiz Saçılma

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Rayleigh Saçılması (atmosferdeki parçacıkların çapının enerjinin dalgaboyundan küçük olduğu durum) => Rayleigh Saçılması atmosferin 9-10 km yükseklikteki kısmında ve atmosferde su buharı, polen, kir vb parçacıkların olmadığı yerlerde yoğun olarak görünür.



Şekil 4.2. Rayleigh Saçılması için parçacık boyutu, ışığın dalgaboyundan küçük olması

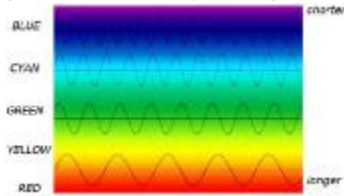
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Rayleigh Saçılmasının miktarı ile dalgaboyunun 4. dereceden kuvveti arasında ters bir orantı vardır. Bu nedenle kısa dalgaboyları uzun dalgaboylarına göre atmosferden geçerken çok daha fazla Saçılma eğilimine sahiptirler.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Örneğin mavi dalgaboyu kırmızıya göre 4 kat daha fazla dağılır. Ultraviyole dalgaboyu maviye göre 4 kat daha fazla, kırmızıya göre 16 kat daha fazla dağılır. Atmosferi mavi olarak algılamamızın temel sebebi budur. Güneşin yaydığı elektromanyetik enerji atmosferden geçerken görünür dalgaboylarından mavi diğerlerine göre daha fazla dağılıma uğrar.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Güneşin doğuşu ve batışı sırasında ise elektromanyetik enerjinin atmosferde daha uzun yol kat etmesi sonucu kırmızı ve turuncu atmosferde daha çok dağılıma uğrar ve atmosfer kızıl bir renk alır. Uzayda ise bu şekilde bir atmosfer-enerji etkileşimi olmadığı için yeryüzünün uzaydan çekilen fotoğraflarında gökyüzü siyah olarak görünür.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Mie Saçılması (atmosferdeki su buharı, polen, kir vb büyük parçacıkların çapının, görünür ve kızılötesi dalgaboylarına yakın veya aynı olduğu durum) => Mie Saçılması atmosferin alt kısımlarına yakın (0-5 km) kısımlarda gerçekleşir. Atmosferdeki parçacıkların yoğunluğu, boyutu ve şekli Mie Saçılmasını doğrudan etkileyebilirler.

Seçimsiz Saçılma (atmosferdeki parçacıkların çapının enerjinin dalgaboyundan büyük olduğu durumda olur)

Boyutu 5 ve 100 µm arasındaki su buharı parçacıkları atmosferdeki enerjinin eşit Saçılmasına yol açarlar ve bu yüzden bulut ve sis parçacıkları beyaz renge sahip olarak görülürler.

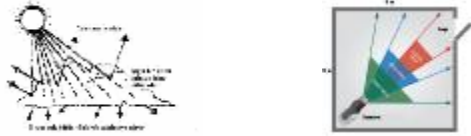
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Saçılma (Scattering) uzaktan algılamayı 3 farklı biçimde etkiler:

- ♦ Rayleigh dağılımından dolayı elektromanyetik aralıklarda mavi ve ultraviyole bölgeleri kullanışsız kabul edilmektedirler. Bunun nedeni yeryüzündeki objelerden yansıtıp gelen enerji parlaklığının gökyüzü parlaklığıyla farkının ayırt edilememesidir. Bu yüzden pek çok uzaktan algılama sensörü mavi ve ultraviyoleyi içine alan kısa dalgaboyları için sensör içermezler.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ◆ Enerjinin yönünün Saçılma etkisiyle değişmesi alıcıların kendi algılama sınırları içindeki objelerden gelen enerjiler dışındaki objelerden de enerji almalarına sebep olmaktadır. Bu yüzden sensörlerin algıladığı enerji, gerçekten görüş alanındaki objelerin enerji düzeyi olmayabilir. [Sensörün belli bir andaki görüş alanı=> instantaneous field of view of the sensor (IFOV)]



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ◆ Saçılma etkisi objelerin algılanan kontrastını bozucu etkiye sahip olabilir ve yeryüzündeki objeler kendi parlaklık değerlerinden daha az yada daha çok parlaklığa sahip olarak gözükübilirler ve bu da karar vericiler tarafından yanıltıcı olabilir.



Elektromagnetik dalganın cisim ile etkiletiğinde saçılması

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin atmosferle Etkileşimi: EMR atmosferden geçerken bir kısmı emilir bir kısmı da iletilerek yeryüzüne ulaşır

Emilme (absorption) Atmosferik gazların etkisiyle enerjinin kaybolmasına emilme denir.

Emilmeye neden olan 3 ana gaz vardır. Ozon(O₃), karbondioksit (CO₂) ve su buharı (H₂O).

- ◆ Ozon atmosferin stratosfer denilen bölgesinde (yeryüzünden yaklaşık 20-30 km mesafede) yoğun olarak bulunur. Ozon kısa dalgaboylarını (0.24 µm den küçük çoğunlukla ultraviyole dalgaboyları) emerek yeryüzünde canlılar için yaşanabilir bir ortam oluşmasına katkıda bulunur.

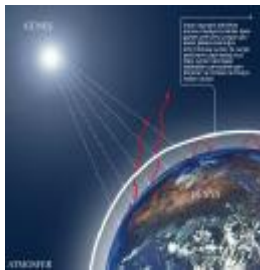
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ◆ Karbondioksit atmosferin alt kısımlarında bulunur ve orta ve uzak kızılötesi dalgaboylarını emer (en büyük emilebilen dalgaboyları 13 ile 18 µm arasındadır).



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- ◆ Su buharı atmosferin alt kısımlarında bulunur. Ozon ve karbondioksitin atmosferdeki konsantrasyon oranları yaklaşık olarak sabit olmakla birlikte su buharı konsantrasyonu zamana ve mekana bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yağmur ormanları vb. nemli alanlar en çok su buharı konsantrasyonu barındırırken , çöl vb. kuru alanlar en düşük su buharı konsantrasyonuna sahiptirler.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin atmosferle Etkileşimi: EMR atmosferden geçerken bir kısmı emilir bir kısmı da iletilerek yeryüzüne ulaşır.

İletilme (Transmission) Elektromanyetik enerjinin atmosferik pencereler aracılığıyla doğrudan atmosferden geçmesi işlemine iletilme denir.

- ◆ Belirli bir kalınlığı olan bir objenin elektromanyetik enerjiyi iletimi ise **geçirgenlik (transmittance)** olarak adlandırılır. Geçirgenlik, objeye gelen elektromanyetik enerjinin iletilen enerjiye olan oranı olarak tanımlanabilir. Bir objenin geçirgenliği, objenin kalınlığı ve gelen enerjinin dalgaboyuna bağlıdır.

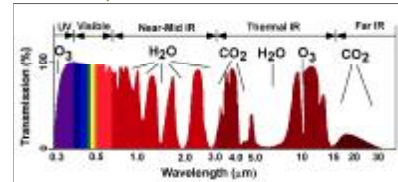
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

♦ Yeryüzündeki objeler tarafından emilen enerji tekrar yayılıma uğrar. Bu nedenle yeryüzüne gelen 100 birimlik bir enerji 113 birim olarak tekrar uzaya yayılıma uğrar.

Karbondioksit ve su buharı uzun dalgaboylarını emdikleri için yeryüzünden yayılan enerjinin büyük kısmı tekrar atmosferde hapsedilmiş olur. Bu durum 2 temel yeryüzü olayına yol açar. Birincisi alt atmosfer ısınarak soğuk havayla yer değiştirir. İkincisi de yeryüzündeki objelerde (su, toprak, bitki örtüsü vb.) buharlaşma olur. Elektromanyetik enerjinin kalan kısmı ise atmosferik pencere kanallarından geçerek tekrar uzaya ulaşır ve pasif uzaktan algılama sensörleri tarafından algılanır.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

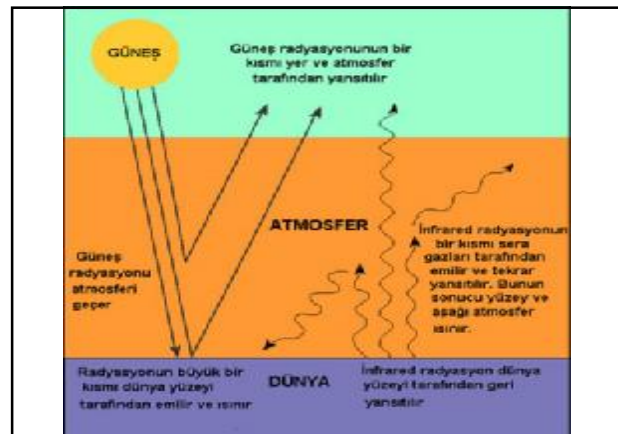
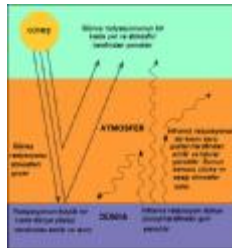
EMS'dan da görüleceği gibi UA için spektrumun yaklaşık % 50'si kullanılabilir (Dalga boyunun 0-22 μm aralığı) çünkü güneşten gelen enerjinin sadece bir kısmı atmosferden geçip yer yüzüne ulaşır. Sadece atmosferik gazların emme bantlarının dışında kalan dalga boyları UA'da kullanılır. Bu alanlara **atmosferik pencereler** denir.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi: Atmosferden geçerek yeryüzüne ulaşan enerji yeryüzündeki objelerle etkileşime girer. Bu etkileşim 3 olayla sonuçlanır:

- ♦ Yansımaya (reflection)
- ♦ Emilme (absorption)
- ♦ İletilme (transmission)



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi: Enerji korunumu kanununa göre yeryüzündeki bir obje yüzeyiyle etkileşime giren enerjinin toplamı yansıyan, emilen ve iletilen enerjiye eşittir.

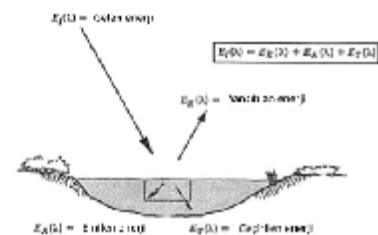
Bu 3 işlemin hangi düzeyde gerçekleştiği ise obje özelliklerine, enerjinin dalga boyuna ve obje yüzeyine hangi açıyla geldiğine bağlıdır.

Elektromanyetik enerjinin yeryüzünde emilen kısmı yüzey ısınmasına ve daha sonra bu ısının ısı enerjisi olarak iletilmesine yol açar.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR yer yüzüne ulaştığında üç işlemde geçer:

- ♦ yansıtılır
- ♦ emilir ve/veya
- ♦ geçirilir

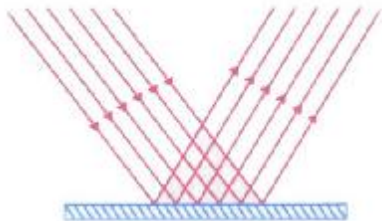


Lillesand and Meier (2000)
J. CLIMATE 13, 1011-1020 (2000)

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi:

Yansımaya=>enerjinin bir yüzeye çarparak yön değiştirmesi olayıdır
Yansımının derecesi yüzey pürüzlülüğü özelliklerine ve enerjinin dalgaboyuna bağlıdır.

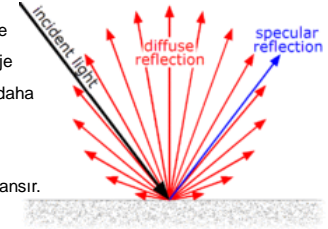


Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Yüzey pürüzlülüğü dalgaboyundan küçük yansımalar **aynsal olan**

yansımalar (specular reflection) olarak tanımlanır. Bu tip yansımalar yüzeyin neredeyse pürüzsüz olduğu ayna benzeri objeler, parlak metaller, su yüzeyleri vb. gerçekleşir

. Enerjinin objeye çarpma açısı ile yansımaya açısı birbirine eşittir. Objeye yüzeyi enerjinin dalgaboyundan daha pürüzsüz olduğu için bu tip yansımalarda gelen enerjinin neredeyse tamamı tek bir yöne yansır.

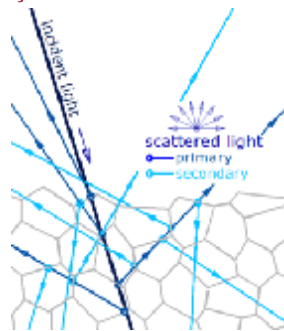


Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi:

Yansımaya->Yüzey pürüzlülüğünün dalgaboyundan büyük olduğu yansımalar ise **dağılan yansımalar (diffuse reflections)** olarak adlandırılır. Mükemmel bir dağılan yansımada enerji tüm yönlere eşit olarak dağılır.

Katı yüzeyinde oluşan dağınık yansımaların genel mekanizması



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

1728-1777 arasında yaşamış Johann Lambert'in dağılan yansımaların temellerini şekillendirdiği çalışmalarda dağılan yansımaya özelliği gösteren objeler Lamberte ait (Lambertian yüzeyler) olarak adlandırılmışlardır. Dağılan yansımalar uzaktan algılamada çok önemli bir yere sahiptir ve yüzeyin dağınık yansımaya özelliklerinin belirlenmesinde kullanılırlar.

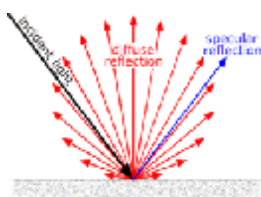
Düzensiz bir yüzeyde oluşan dağınık yansımaya



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi:

- ◆ Dünyadaki objelerin çoğu, hem aynaya özgü hem de dağılan yansımaya özelliğini gösterirler.
- ◆ Dağılan yansımalar yüzeyindeki objelerin yüzeylerinin spektral özelliklerini belirlerler.

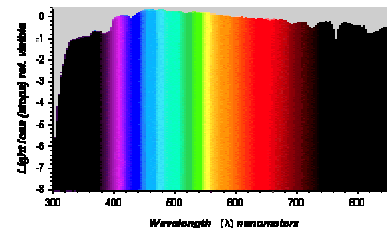


Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi:

- ◆ Elektromanyetik aralıkların görünür dalgaboyunda olan kısmında bu özellik çeşitlenmeleri "renk" olarak adlandırılır.

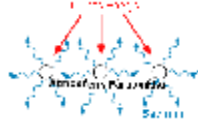
Örneğin görünür aralığın kırmızı dalgaboyunu yansıtan objeler (0.6-0.7 μm) kırmızı olarak görünürler.



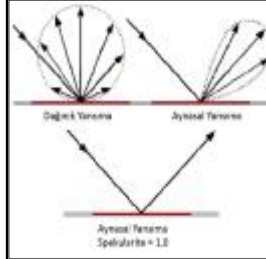
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi:

◆ Dağılan yansımalar aynı zamanda farklı dalgaboylarında objelerin nasıl görüldüğünü de belirlerler. Örneğin, Mikrodalga dalgaboylarında (1mm -1 m) düzgün tanecikli kumu olan bir kumsal pürüzsüz bir yüzey olarak gözükürken, aktif uzaktan algılamada aynı bölge görünür dalgaboylarında pürüzlü ve kaba bir yüzey olarak görünecektir.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)



- Aynasal yansıma (specular reflection) su kaynakları, ayna, parlak metaller gibi neredeyse pürüzsüz yüzeylerde oluşur
- Dağılık yansıma (diffuse reflection) farklı dalga boylarında izlenebilen nesnelerin belirlenmesi yolunu oluşturur.

Kaynak: http://naturalfrequency.com/wiki/incident_Solar_Radiation

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

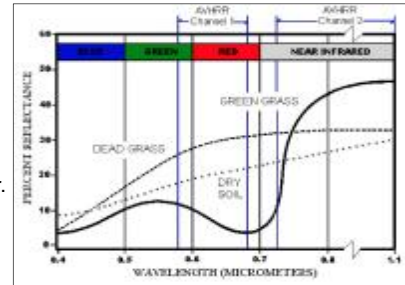


Aynasal yansıma sonucu limandaki deniz araçlarının ayrıntıları görülememektedir.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

UA sensörlerinin kaydettiği enerji atmosfer tarafından her zaman değişmektedir. UA'da en çok objelerce yansıtılan enerji önemlidir.

Yerküre üstündeki malzemelerin farklı yansıma özellikleri UA'da bunların algılanmasını sağlar.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi:

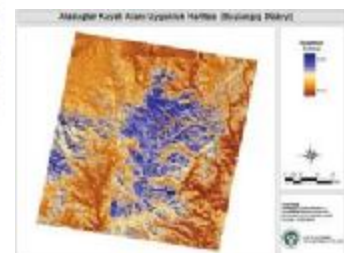
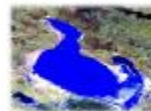
Objeye yüzeylerinin yansıma özellikleri aynı zamanda spektral yansıma özelliklerini belirler.

Farklı dalgaboyları için objeye yüzeylerinin yansıma özellik grafikleri sağlanabilir. Bu grafikler yeryüzündeki objelerin yansımaya ilişkin özel imzaları olarak belirlenir ve uzaktan algılama çalışmalarında yaygın olarak kullanılırlar.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Örneğin su, çöl, toprak, kar ve bitki örtüsünün farklı dalgaboylarındaki farklı yansıma özellikleri incelenebilir ve amaçlar doğrultusunda kullanılabilir.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

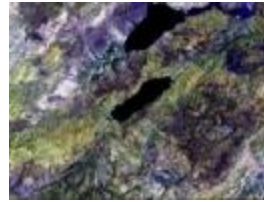
Örneğin, karın 0.3-1 μm dalgaboyunda en yüksek, 1.5 and 2.0 μm dalgaboyu aralığında en düşük yansımaya değerlerini verdiği, suyun 0.8 μm den büyük dalgaboyları için yansımaya vermediği vb. görülebilir.



Şekil 12.4. ABD'de farklı iklim şartlarında bir bölgenin NDVI görüntüleri ile analizi. (a) Normal iklim (yazlık ve sıcaklık) şartları (b) Daha kurak geçen yaz yazlık ve daha yüksek sıcaklık iklim şartları (© NASA - RST).

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Unutulmaması gereken nokta farklı dalgaboylarındaki bu yansımaya değerlerinin ideal özelliklerdeki objeler için geçerli olduğudur. Farklı saflıkta ve özelliklerdeki kar, su vb. objelerin yansımaya ilişkin imzaları farklılaşabilir.

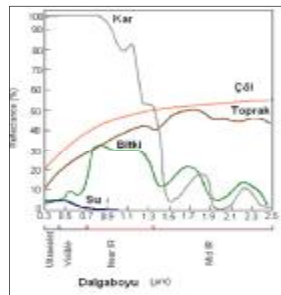


Şekil 12.5. ABD'de farklı iklim şartları (1950-1970 yılları arasında) (NASA - RST).

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi:

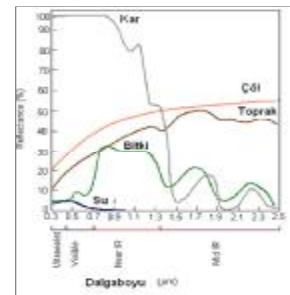
Örneğin su, çöl, toprak, kar ve bitki örtüsünün farklı dalgaboylarındaki farklı yansımaya özellikleri incelenebilir ve amaçlar doğrultusunda kullanılabilir. Örneğin, karın 0.3-1 μm dalgaboyunda en yüksek, 1.5 and 2.0 μm dalgaboyu aralığında en düşük yansımaya değerlerini verdiği, suyun 0.8 μm den büyük dalgaboyları için yansımaya vermediği vb. görülebilir.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

EMR'nin yeryüzü objeleri ile etkileşimi:

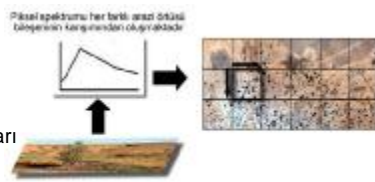
Unutulmaması gereken nokta farklı dalgaboylarındaki bu yansımaya değerlerinin ideal özelliklerdeki objeler için geçerli olduğudur. Farklı saflıkta ve özelliklerdeki kar, su vb. objelerin yansımaya ilişkin imzaları farklılaşabilir.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Toprağın yansımaya özelliklerini etkileyen faktörler:

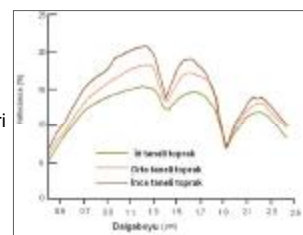
- Tane büyüklüğü
- Yüzey pürüzlülüğü
- Demiroksit miktarı
- Organik madde miktarı
- Nemlilik



Şekil 12.3. Spektral kavram ve örnek piksel.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- Kuru ve ince taneli topraklar iri tanelilere göre daha çok yansımaya verirler.
- Ancak toprak ıslak olduğunda iri taneli topraklar suyu daha çok geçirdiğinden ince taneli ıslak topraklara göre daha çok yansımaya verirler.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Bitkilerin yansımaya özelliklerini etkileyen faktörler:

- Bitkinin su içeriği
- Klorofil içeriği
- Hücre yapısı



(NDVI) : Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (The Normalized Difference Vegetation Index)

$$NDVI = \frac{YAKIN KIZIL ÖRTÜSÜ Bant + KIRMIZI Bant - YAKIN KIZIL ÖRTÜSÜ Bant - KIRMIZI Bant}{YAKIN KIZIL ÖRTÜSÜ Bant + KIRMIZI Bant}$$

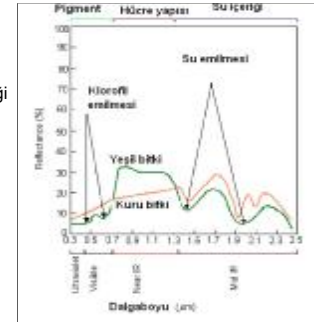
Farklı yaprak yansımaları için NDVI değerleri

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Görünür dalga boyları bitki pigmentleri hakkında bilgi verir

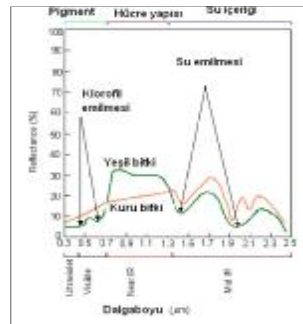
Hücre yapısı yakın IR ve su içeriği Mid-IR dalga boylarından elde edilebilir.

NIR (Near IR) bölgesinde EM enerjinin büyük bir bölümü (% 30-50) yansır ve geri kalanı iletilir. Çok az bir bölüm soğurulur.



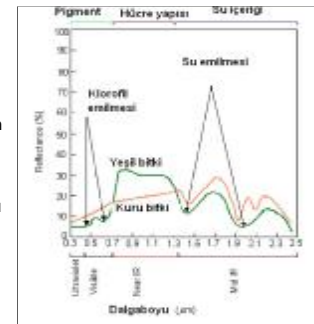
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

- Her bitkinin hücre yapısı farklılık gösterdiğinden NIR'da bitkilerin ayrılması mümkün olabilmektedir.
- Sağlıksız bitkilerin hücre yapısı değiştiğinden NIR bölgesi bitkinin sağlığı konusunda da bilgi vermektedir.



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

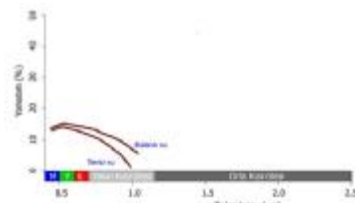
- Bitki örtüsünün farklı tabakalar halinde bulunması yansımaya ve iletilme özelliklerini değiştirdiğinden bitki örtüsü kalınlığı da yine NIR bölgesinden bulunabilir.
- Bitki örtüsü kalınlaştıkça kırımlı bölgedeki yansımaya azalır ve NIR'daki yansımaya artar. Bu özellik bitki indislerinin eldesinde kullanılır (NDVI).



Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Su kütlelerinin yansımaya özelliklerini etkileyen faktörler:

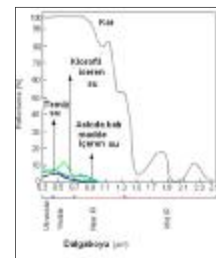
- Derinlik
- Safsızlıklar
- Yüzeyin durağanlığı



Şekil 5.2. Suyun spektral yansımaları.

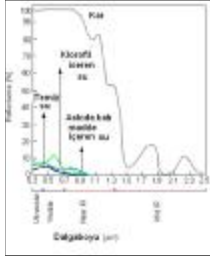
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Suyun spektral yansımaya grafiği incelendiğinde 0.7 µm den büyük dalgaboylarında (yakın kızılötesi, termal bantlar vb.) suyun çok az yansımaya verdiği veya yansımaya vermediği görülmektedir.



Elbette bu derin ve temiz su kaynakları için geçerlidir. Bulanık çok geçirgen olmayan bol klorofil sediment vb. içeren su kaynakları farklı yansımaya özellikleri gösterebilirler.

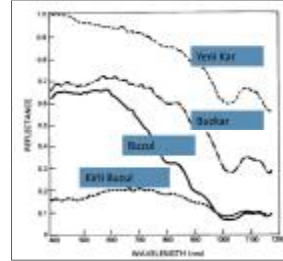
Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)



Bu tip su kaynakları görünür ve yakın kızılötesi dalgaboylarında yüksek yansımaya vermektedirler. Suda klorofilin varlığı mavi dalgaboylarının (0.4-0.5 µm) emilmesine ve yeşil dalgaboylarının (0.5-0.6 µm) yansımaya değerlerinin artmasına yol açmaktadır.

Optik UA'nın Temelleri- Electro Manyetik Radyasyon (EMR)

Temiz su, enerjiyi mavi ve yeşil dalgaboylarında yüksek oranda geçirmekte ve su altı özelliklerinin araştırılabilmesine olanak sağlamaktadır.



Sudaki diğer özelliklerin çözünmüş oksijen, pH vb. doğrudan uzaktan algılama ile saptanması zordur. Fakat yine de dolaylı olarak bu özelliklerin ortaya çıkartılması uzaktan algılama ile mümkün olabilmektedir.