

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Harita Mühendisliği Bölümü

JDZ-427 Uzaktan Algılama

Hafta - 3

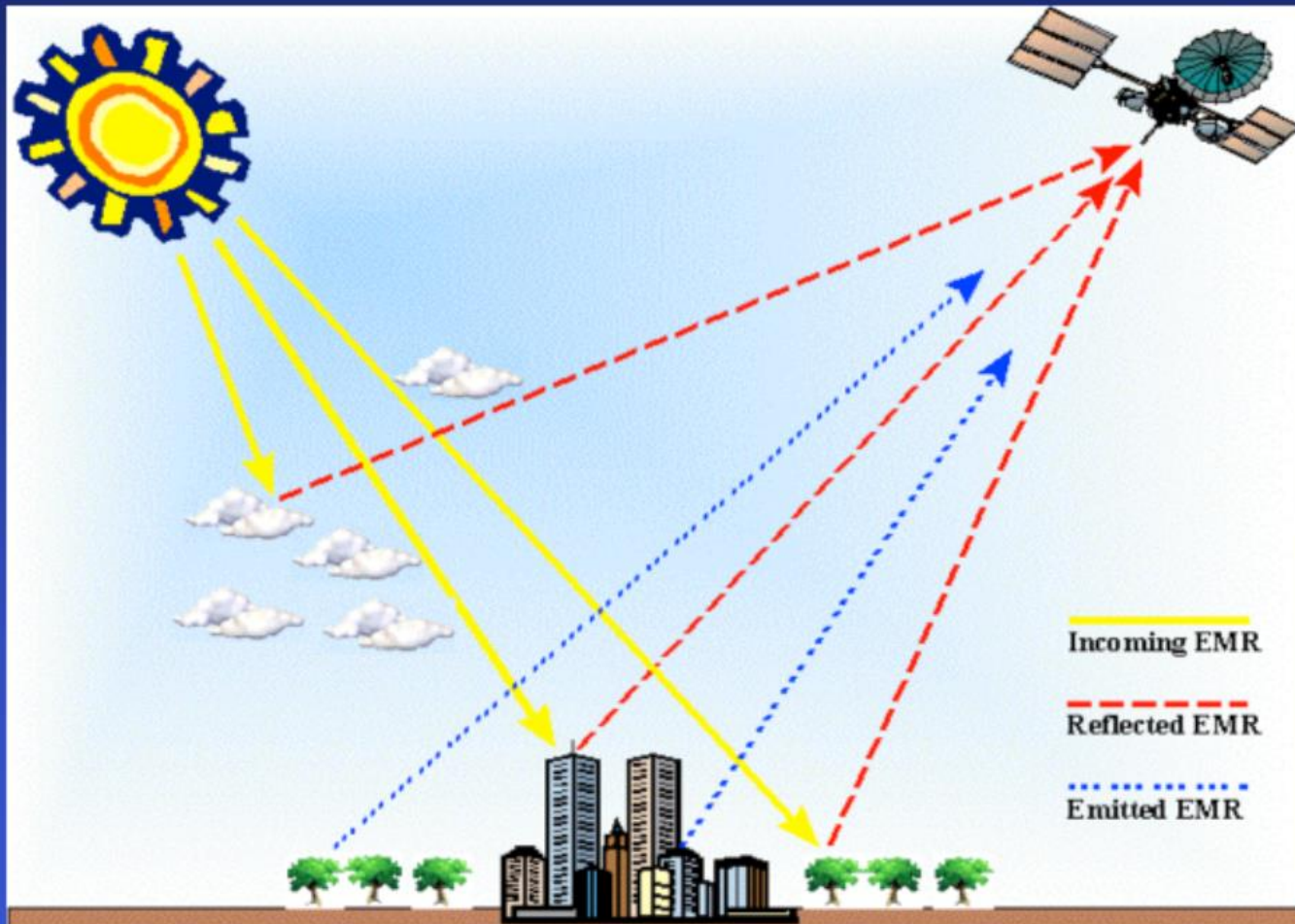
Prof. Dr. Oguz GUNGOR

İçerik

- **Uzaktan Algılamanın Fiziksel prensipleri**
- **Sayısal görüntü, piksel ve bant tanımları**
- **Pankromatik, çok bantlı ve hiper bantlı görüntü kavramları**

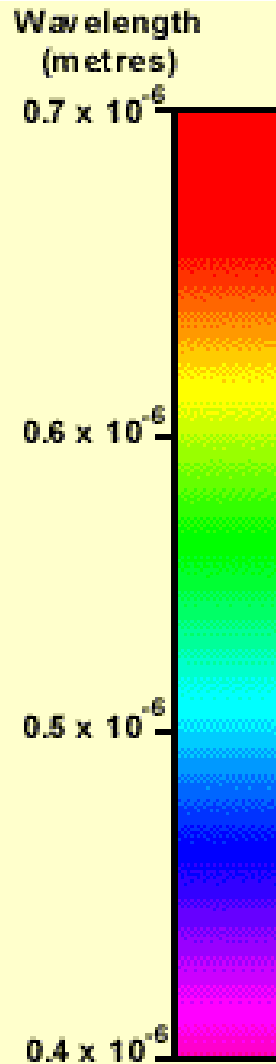
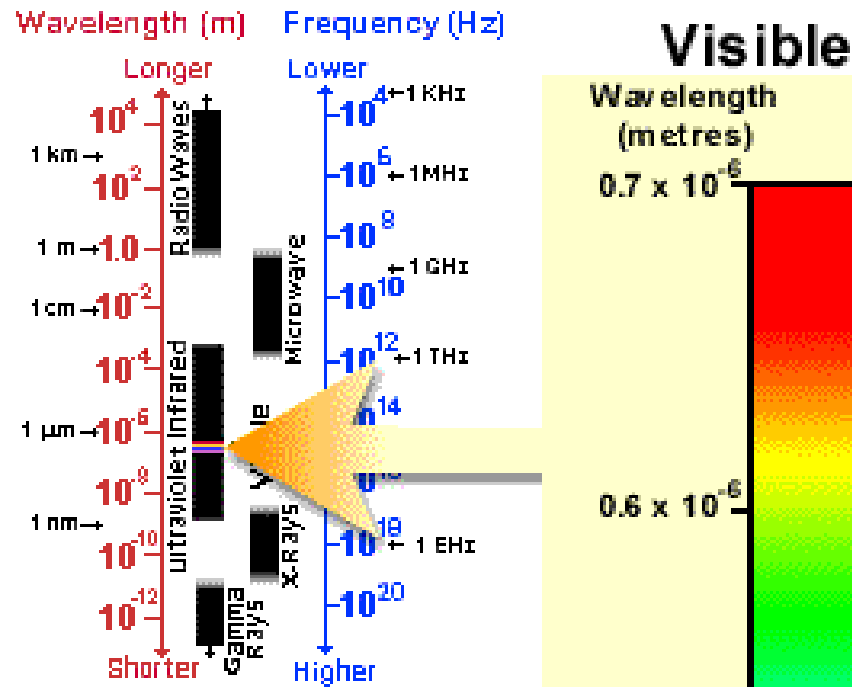
Uzaktan Algılama Nasıl Çalışır ?

How Remote Sensing Works



Source: Copyright © 1998 USC Remote Sensing Lab and the Board of Trustees of the University of South Carolina <http://www.cla.sc.edu/geog/rsrab/>





Elektromanyetik spektrum içinde bizlerin uzaktan algılayıcıları olan gözlerimizin görebildiği ışığa görülebilir spektrum denilmektedir.

Görülebilir ışığa ait dalga boyları yaklaşık olarak 0.4 ila $0.7 \mu\text{m}$ aralığını kapsar.

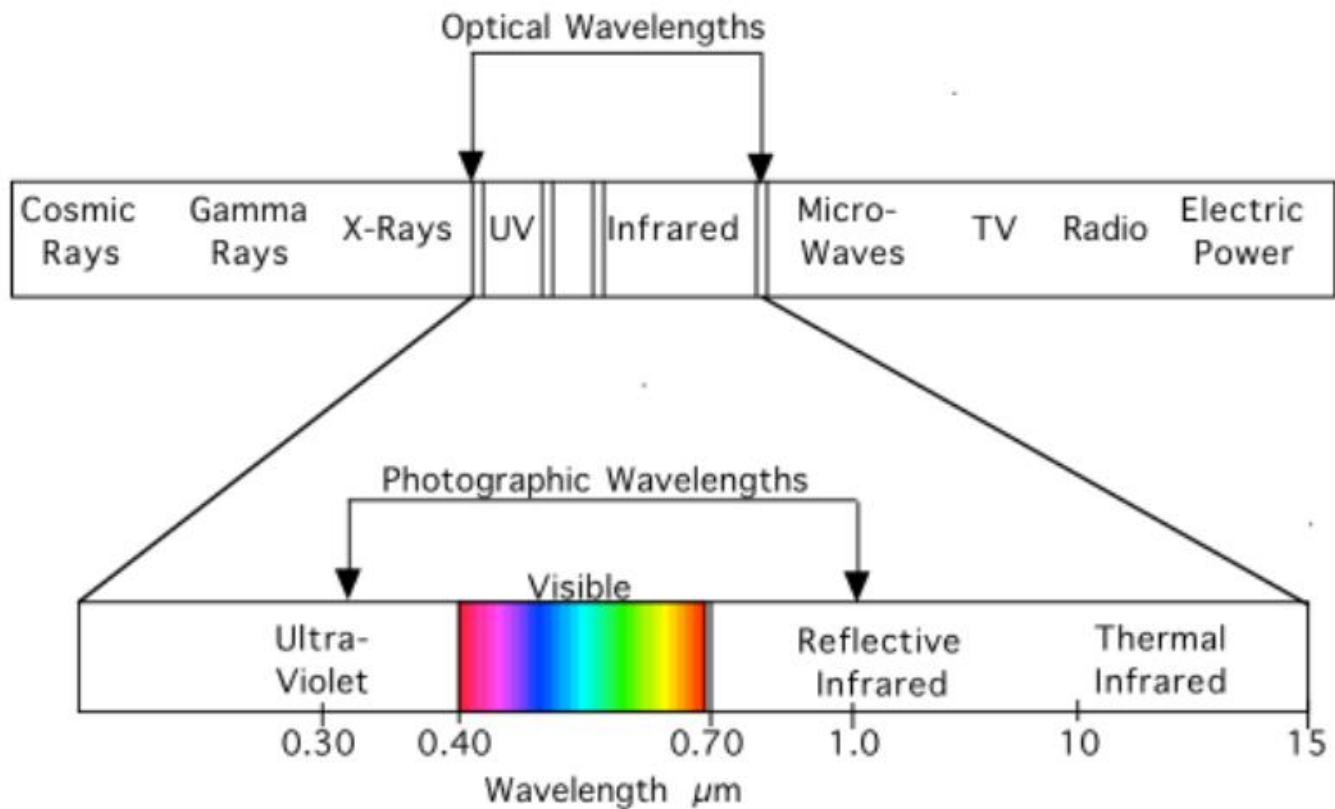
Görülebilir en uzun dalga boyuna ait ışık kırmızı en kısa ışık ise menekşe rengidir.

Elektromanyetik spektrum kısa dalga boylu enerji (gama, röntgen ışınları gibi) ile daha uzun dalga boylu enerjileri (mikro dalga, radyo ve televizyon dalgaları) arasındaki tüm dalga boylarını kapsar..

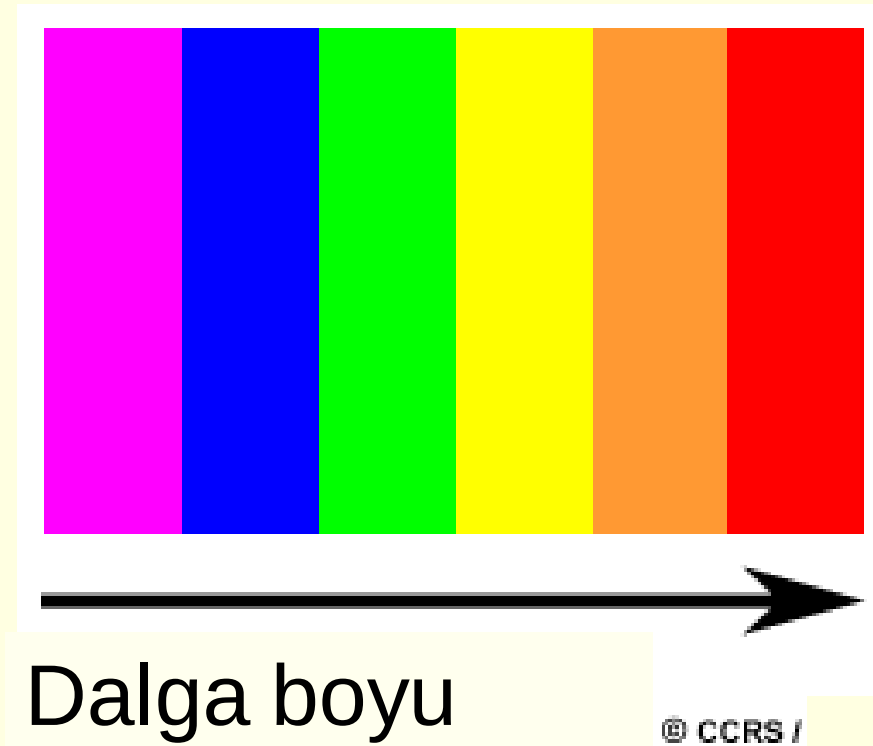
Elektromanyetik spektrum bir çok bölgeye ayrılmıştır.

Source: <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>

Elektromanyetik Spektrum



Görülebilir Spektrum



Menekşe: 0.4 - 0.446 μm

Mavi: 0.446 - 0.500 μm

Yeşil: 0.500 - 0.578 μm

Sarı: 0.578 - 0.592 μm

Portakal rengi: 0.592 - 0.620 μm

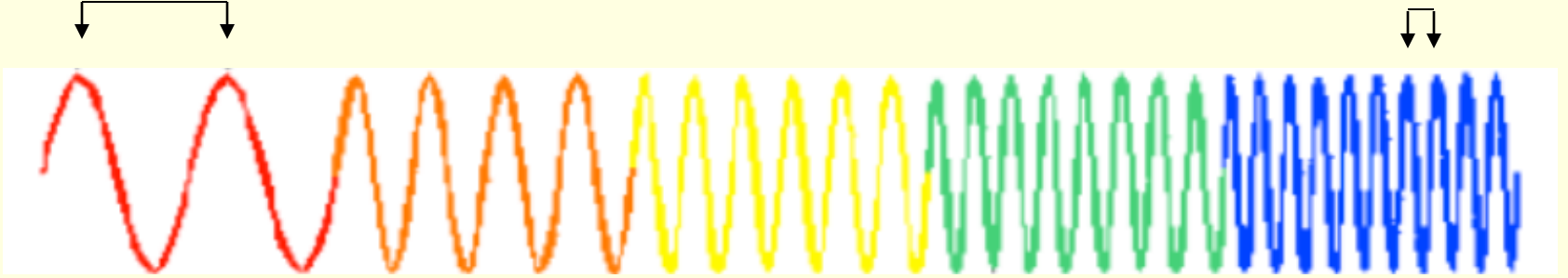
Kırmızı: 0.620 - 0.7 μm

Dalga Kavramı

Uzun dalga boyu

Farklı frekanslara sahip sinüs dalgası

Daha kısa dalga boyu



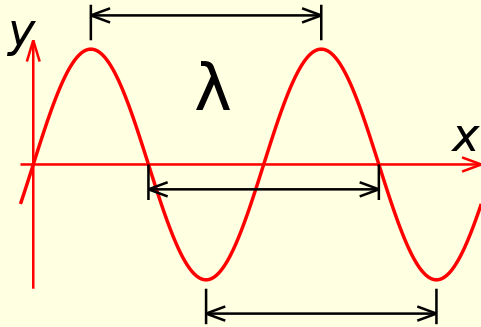
Daha düşük frekans

Daha düşük enerji

Daha yüksek frekans

Daha yüksek enerji

Frekans birim zamanda tekrar eden olayların sayısıdır



Bir sinüs dalgasının boyu olan, λ , aynı faza sahip iki nokta arasındaki mesafe olarak ölçülür. Mesela bu, iki pik noktası arası olabileceği gibi iki sıfır geçişi arası da olabilir.

Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wavelength>

Periyodik dalgalarda frekans dalga boyu ile ters orantılıdır.

Dalga'nın faz hızı olan C , frekans ν ile dalga boyu λ nın çarpımıdır.

$$C = \nu\lambda$$

C = faz hızı (3×10^8 m/sn)

ν = frekans

λ = dalga boyu

Dalga boyu için temel ölçü birimi mikrometre (μm) dir

Parçacık Modeli

Bir foton frekansı ile ilişkili olarak enerjiye (Q) sahiptir.

$$Q = h\nu$$

burada;

Q = Enerji (J)

h = Plank sabiti ($6,626 \times 10^{-34}$ J sn)

ν = frekans

Kuantum teorisinde fotonların enerjileri elektromanyetik radyasyon dalgasının frekansı ile doğru orantılıdır.

Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_radiation#Properties_of_EM_radiation

- $C = v\lambda$ eşitliğinde v çekilirse;

$$v = C/\lambda$$

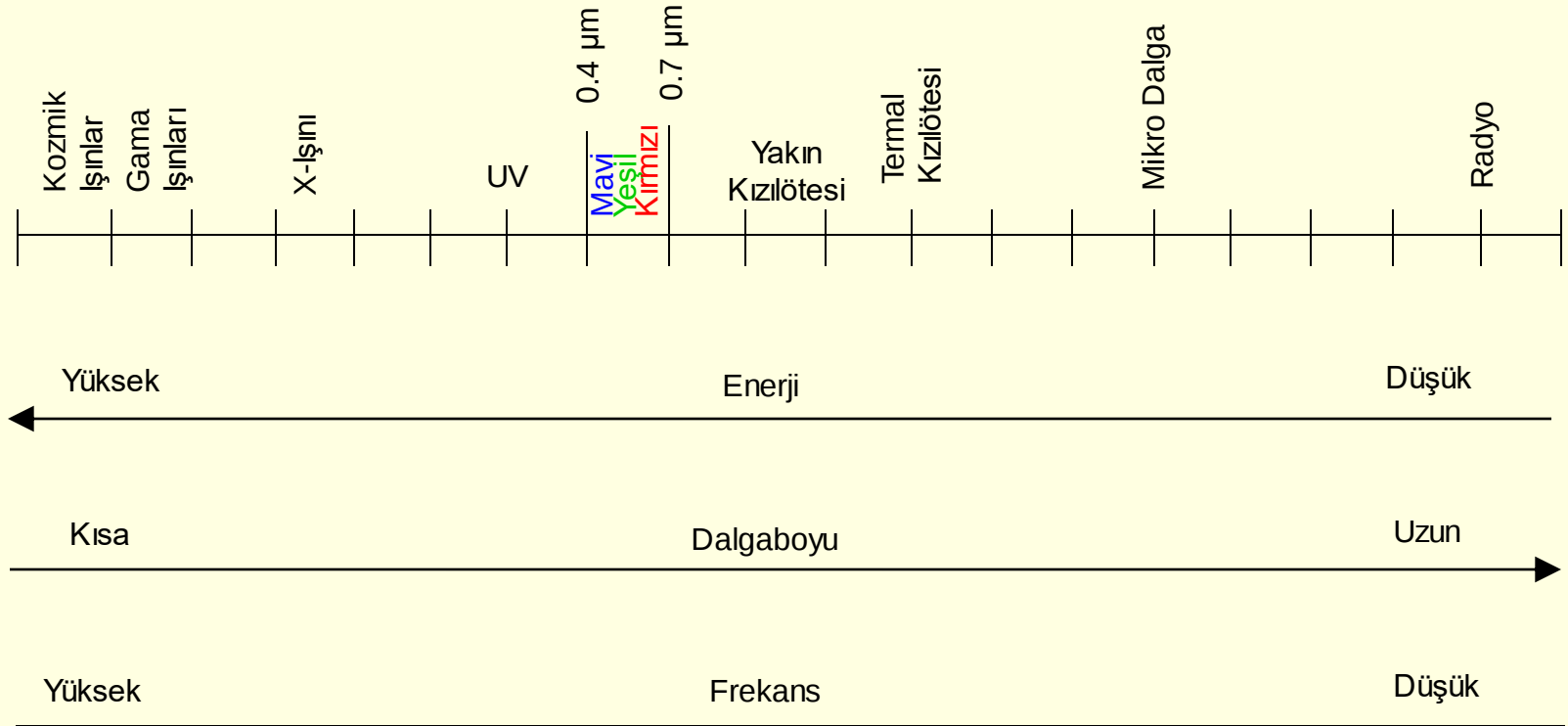
- $Q = hv$ eşitliğinde v yerine yazılırsa

$$Q = hc/\lambda$$

Yani;

Dalgaboyu arttıkça enerji azalır, dalgaboyu azaldıkça enerji artar

Buraya kadar gördüklerimizi toparlayacak olursak

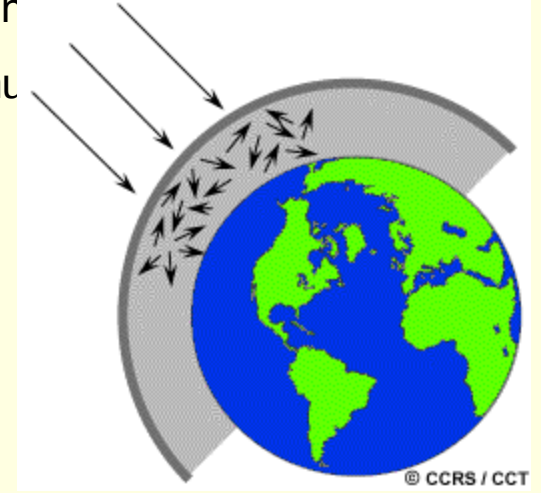


Işığın atmosferle etkileşimi

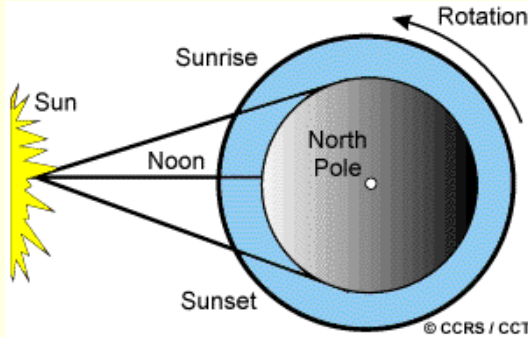
- Uzaktan algılamada kullanılan radyasyon Dünya yüzeyine ulaşmadan önce belli bir süre atmosferde seyahat eder.
- Atmosferdeki partiküller ve gazlar yeryüzüne doğru gelen ışığı ve radyasyonu etkileyebilir.
- Bu etkiler **saçılım** ve **soğurulma/emilme** tabir edilen mekanizmalar sonucunda oluşur.

Saçılım

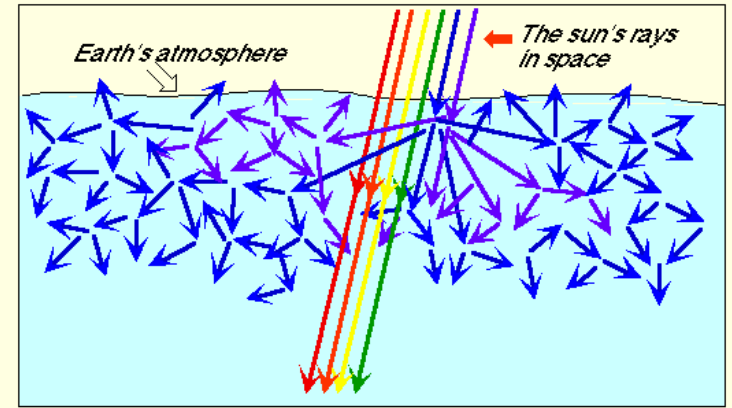
- Saçılım, atmosferdeki partiküllerin ve büyük gaz moleküllerinin gelen ışık ile etkileşime girerek elektromanyetik radyasyonu orjinal yolundan saptırması sonucu oluşur.
- Saçılımın ne boyutta olacağı gelen radyasyonun dalga boyu, atmosferdeki partiküllerin veya gaz moleküllerinin miktarı ve gelen ışığın atmosferde kat ettiği yol gibi pek çok faktöre bağlıdır.
- Üç değişik saçılım türü vardır.
 - Rayleigh saçılımı
 - Mie saçılımı
 - Seçici olmayan saçılım



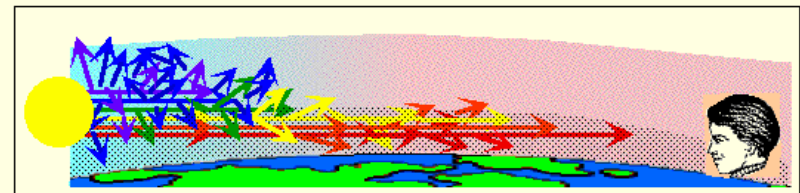
Rayleigh Saçınımı



- Atmosferde yüksek kesimler genellikle daha temiz ve bulutludur, aksine yeryüzüne yaklaştıkça atmosfer kirlenir ve bulutsuzlaşır.
- Saçınım atmosferdeki gazlar ve partiküller sebebiyle oluşur
- Atmosfere giren enerjinin dalga boyuna göre değişir
- Eğer atmosferdeki parçacıkların çapı gelen ışığın dalga boyundan küçükse oluşur
- Dalga boyu küçüldükçe saçınım artar
- Yeryüzünden 9-10 km yüksekte daha etkindir



- Atmosferdeki moleküller kısa dalga boylu enerjinin daha fazla saçınmasına sebep olur.
- Mavi ışık kırmızı ışıktan 4 kat daha fazla saçınır
- Bu yüzden gökyüzü öğle vakti mavi ve günbatımında kırmızı görülür
- Havadaki toz ve duman kısa dalga boylu enerjinin daha fazla saçınmasına sebep olur.
- Bu durumda saçınma ışığın gidiş yönünde daha etkindir
- Bu yüzden özellikle gün doğumu ve gün batımında atmosfer kırmızı görünür



Mie Saçınımı

- 0-5 km yükseklikte oluşur
- Sebebi toz, polenler, duman ve su zerrecileridir
- Eğer atmosferdeki parçacıkların çapı hemen hemen gelen ışığın dalga boyuna eşitse oluşur
- Etkileri genelde ışığın dalga boyuna bağlıdır ve genelde insan gözünün görebildiği dalga boylarında etkilidir
- Rayleigh saçınımından etkilenen ışıktan daha uzun dalga boyuna sahip ışıklarda görülür
- Bulutlu ve kapalı günlerde etkisi artar

Seçici olmayan Saçınım

- Yeryüzüne çok yakın mesafelerde oluşur
- Eğer atmosferdeki parçacıkların çapı gelen ışığın dalga boyundan çok büyükse oluşur
- Oluşumunun sebebi havadaki su zerrecikleri ve sistir
- Seçici olmayan saçınım adını tüm dalga boylarını eşit oranda yansıtmasından alır
- Bu yüzden sis ve bulutlar bize beyaz ya da gri gibi görünür, çünkü mavi, yeşil ve kırmızı ışıklar yaklaşık eşit miktarda saçınır.
- (Mavi + Yeşil + Kırmızı = Beyaz)



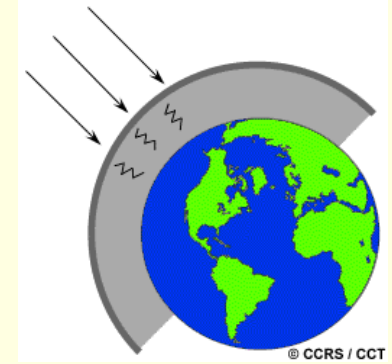
Saçınımın Genel Etkileri

- **Sensörleri fotoğrafı kaydederken hedefle birlikte atmosferdeki parlaklığı da kaydetmeye zorlar**
- **Yansıyan ışığın sensörün görüşünden kaçmasına sebep olarak fotoğrafta detay kaybına sebep olur**
- **Karanlık nesnelerin daha aydınlık, aydınlık nesnelerin ise daha karanlık çıkmasına sebep olabileceği için fotoğraftaki kontrastı düşürür**

Kırılma

- Işığın kırılmasıdır
- Işık yoğunluğu farklı iki ortamdan geçerken oluşur
(Atmosferdeki tabakalar)
- Sıcak yaz günlerinde serap oluşumunun sebebidir
- Sıcak ve nemli günlerde spektral çözünürlüğü düşürür

Soğrulma / Emilme



- Genelde atmosferdeki üç gaz sebebiyle oluşur
- Ozon UV yi emer (Bu yüzden delinirse UV insanlarda cilt kanseri yapar)
- Karbondioksit gazı yüzeye yakın bölgede uzak kızıl ötesi (13-17.5 mikrometre dalga boyundaki) enerjiyi emer. Bu bölge termal ısı bölgesini içermektedir, bu yüzden ısı hapsedilir ve karbondioksit sera gazı etkisi yapar.
- Su buharı. Yüzeye çok yakın kısımlarda etkilidir. Daha çok nemli bölgelerde etkilidir. Dalga boyu 5.5-7 mikrometre aralığında ve 27 mikrometrenin üzerinde etkindir

Güneş Işını ile Hedefin Etkileşimi

- **Atmosfer tarafından emilen veya saçınımına uğrayan enerji yeryüzüne ulaşır ve burada üzerine düştüğü nesnelerle etkileşime girer.**
- **Yüzeye çarpan ışık (I) veya enerji üç değişik etkileşime sebep olur.**
 - Emilme (A)
 - Yayılma (T)
 - Yansıma (R)

Güneş Işını ile Hedefin Etkileşimi

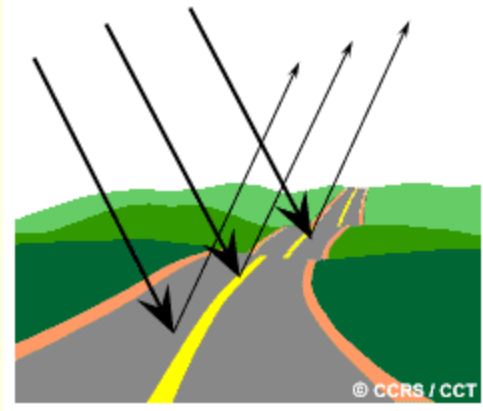
- Emilme, gelen ışığın hedef tarafından emilmesidir.
- Yayılma, gelen radyasyonun hedefin içinden geçmesidir
- Yansıma ise gelen ışığın hedef tarafından yansıtılması ve yolunun değiştirilmesidir



Uzaktan Algılamada biz, genellikle yansıyan ışıkla ilgilenmekteyiz.

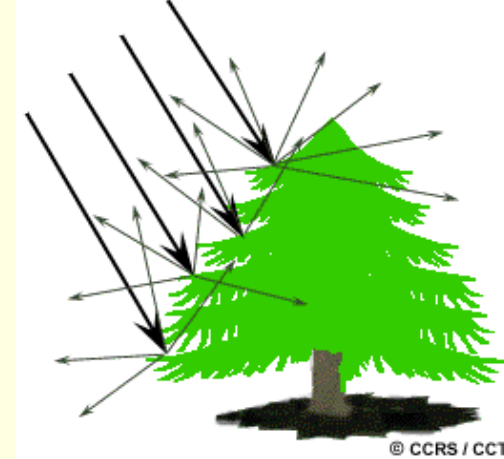
Düzgün ve Dağınık Yansım

Düzgün Yansım



- Yüzey pürüzsüz ise düzgün veya ayna gibi yansım oluşur. Bu durumda neredeyse gelen enerjinin tamamı aynı yönde yansıtılır.

Dağınık Yansım



- Dağınık yansım yüzey pürüzlü ise oluşur ve enerji çok farklı yönlerde yansıtılır.

Eğer dalga boyları yüzeydeki değişimlerden veya yüzeyi oluşturan partiküllerden çok daha küçükse dağınık yansım baskın olur. Örneğin, çok ince kum taneciklerinin oluşturduğu yüzey nispeten büyük dalga boylarına sahip mikrodalga ışınlar için oldukça düz bir yüzey gibi olurken, aynı yüzey görünür bölgedeki ışık için çok pürüzlü bir yüzey olmaktadır.

Ağaç Örneği

■ Bitkilerin yapraklarında bulunan klorofil maddesi mavi ve kırmızı ışığı emer, yeşil ışığı yansıtır.

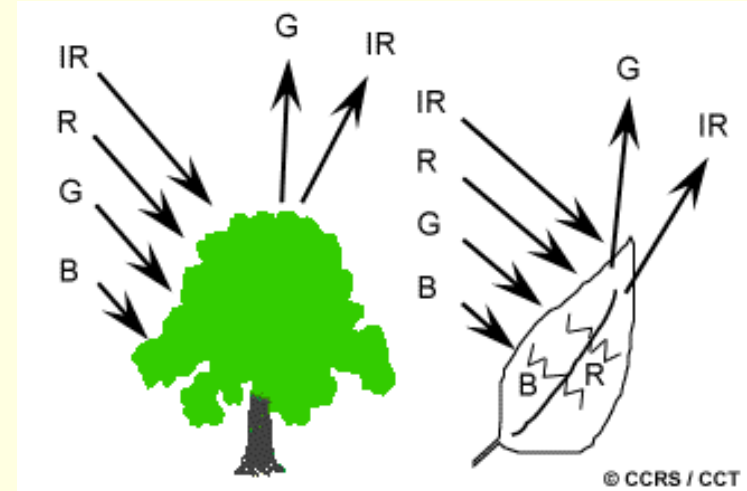
■ Bu yüzden klorofil miktarının maksimum olduğu yaz aylarında bitkiler bize yeşil görünür.

■ Sonbaharda yapraklardaki klorofil miktarı azalır, bu yüzden diğer renklerdeki soğurulma azalır, ve nispeten daha fazla kırmızı ışık yansıtılmaya başlanır. Bu yüzden sonbaharda yapraklar sarı ve kırmızımsı görünür. Sarı zaten yeşil ve kırmızının karışımıdır.

■ Sağlıklı bir yaprak en yüksek yansımayı aslında yakın kızıl ötesi bölgede yapar.

■ Eğer gözlerimiz yakın kızılötesi bölgesini algılayabilseydi ağaçlar bu dalga boylarında gözümüze çok parlak görünecekti.

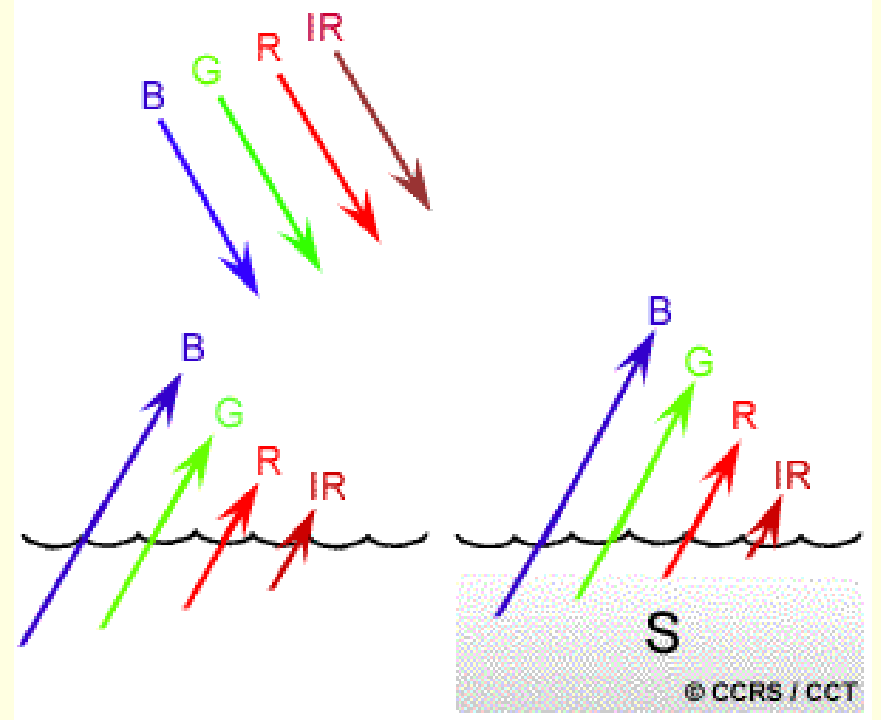
■ Bu yüzden bilim adamları sağlıklı bitkilerin belirlenmesi ve izlenmesinde kızılötesi bant kullanırlar



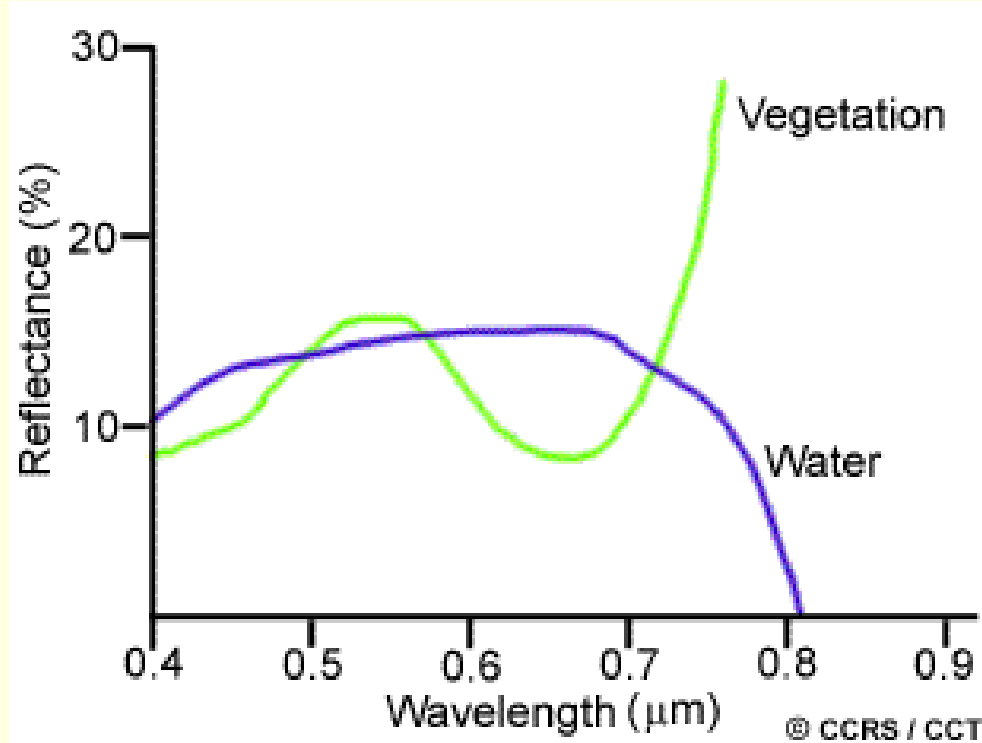
Su Örneği

Su uzun dalga boyu ve kızıl ötesi bölgedeki ışığı kısa dalga boylu ışığa göre daha fazla emer.

Bu yüzden deniz bize mavi olarak görünür.

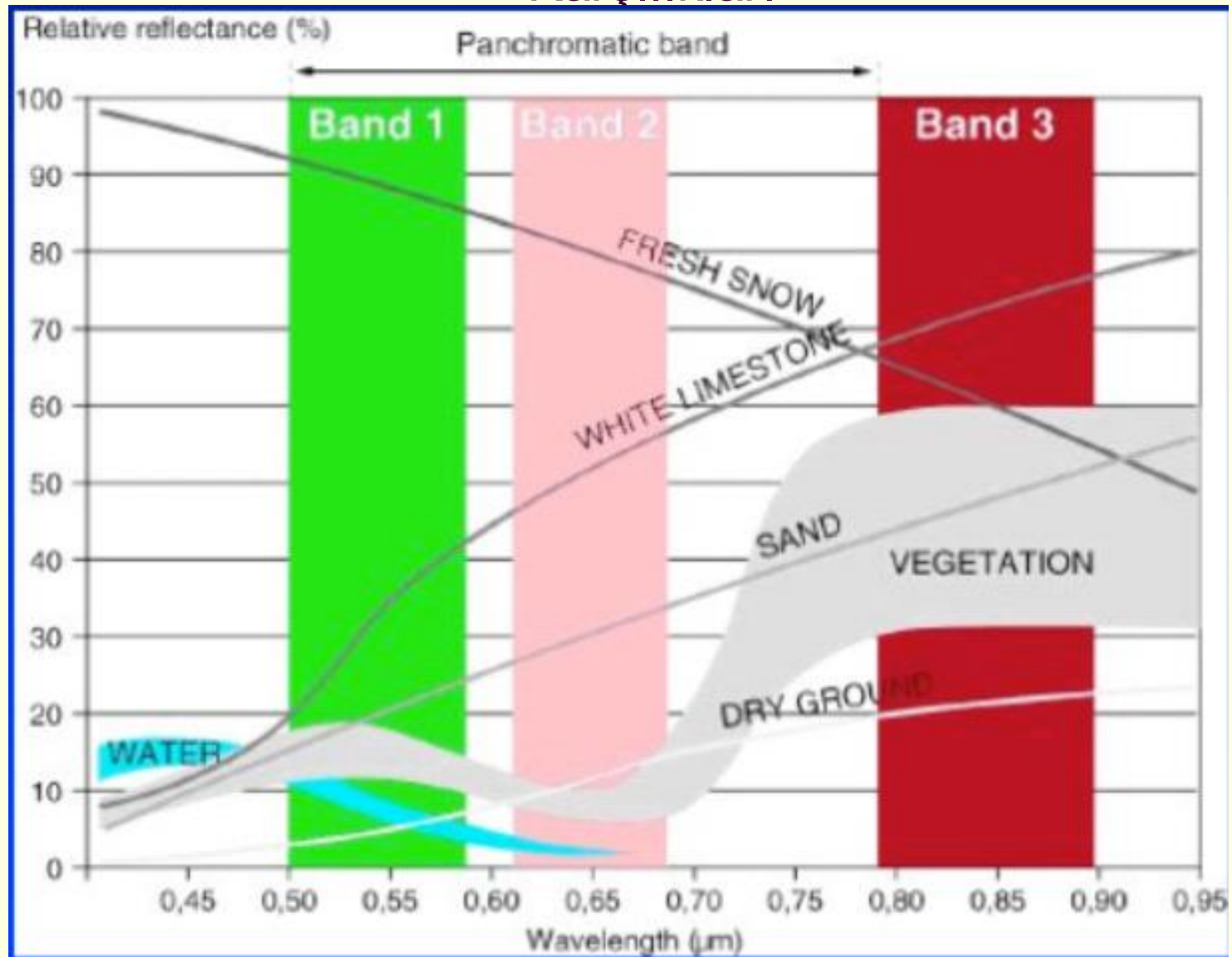


Spektral Karşılık



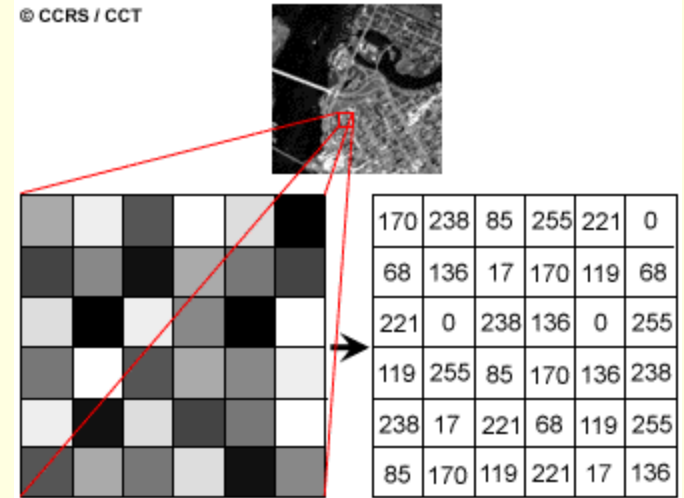
- Yeryüzünde hedeften yansıyan farklı dalga boyundaki enerjinin miktarının ölçülmesi o nesneye ait spektral karşılık elde edilmiş olur.

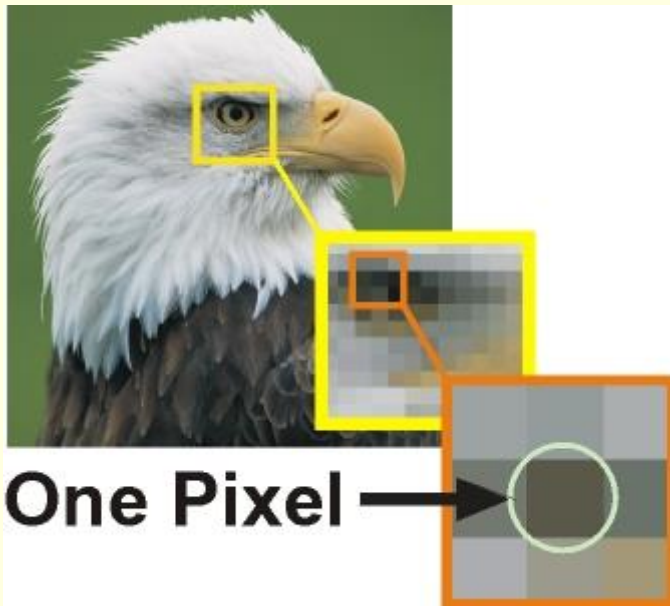
Değişik Nesnelerin Farklı Bantlardaki Spektral Karşılıkları



Sayısal Görüntü?

- Sayısal bir görüntüde görüntü, piksel denilen küçük, eşit alanlı karelere bölünmüştür.
- Her piksel, belli bir alandaki parlaklığı sayısal bir değerle veya gri değerle temsil eder.
- Bilgisayar her bir gri değeri farklı bir parlaklık seviyesi olarak gösterir.
- Elektromanyetik enerjiyi kaydeden algılayıcı enerjiyi sayısal formatta sayı dizileri şeklinde kaydeder.

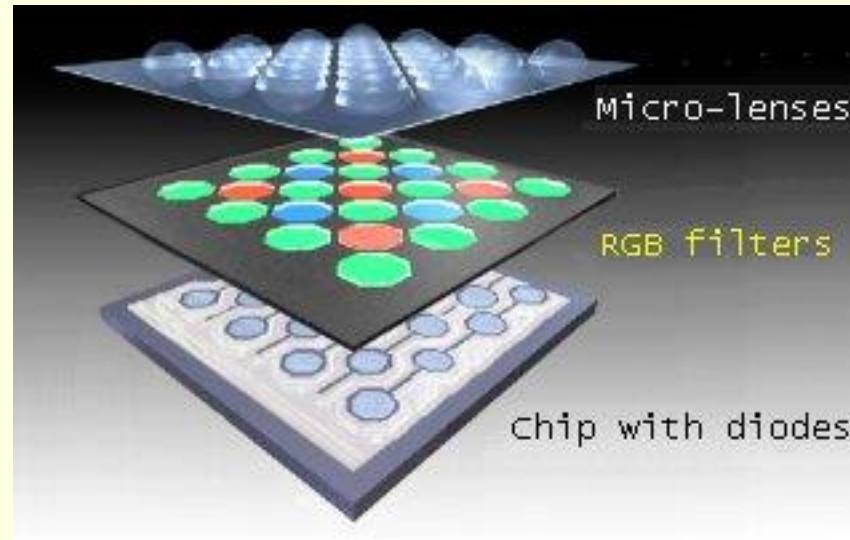




Peki bu sayılar
nasıl oluşuyor?

135	100	160
85	65	78
141	98	92

CCD çipler

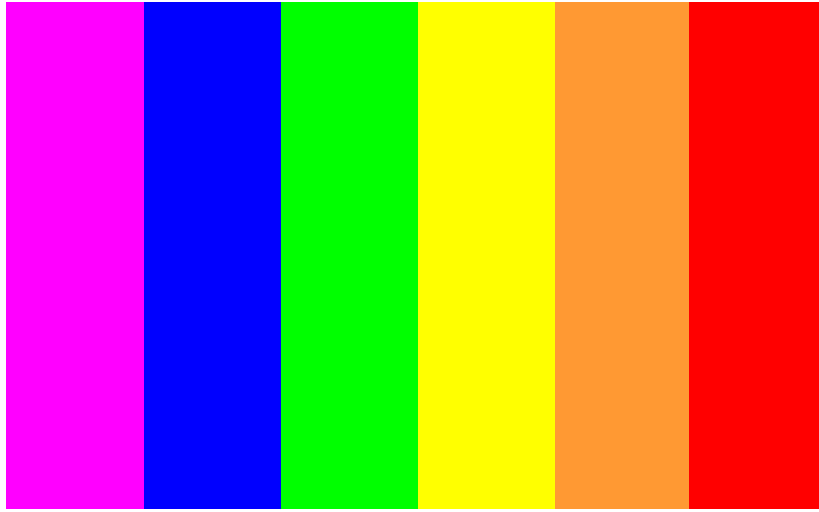


- ❑ CCD çipler yoğunluğuna bağlı olarak elektromanyetik enerjiyi 0 ila 2^n arasında tam sayılara dnstrr.
- ❑ 3 Megapiksel bir CCD kamerada 2048X1536 çok küçük hücre veya sensör veya algılayıcı var.
- ❑ (Başka bir deyişle 3145728 adet)

Bant veya Kanal Nedir?

- Önceki slaytlarda elektromanyetik spektrumda insan gözünün görebildiği aralığı ve renk kavramını anlatmıştık.
- İnsan gözü renkli görür çünkü görülebilir spektrumdaki bütün dalga boylarını gözlerimiz algılar ve beynimiz bunları işleyerek farklı dalga boylarını farklı renkler olarak algılar.
- Eğer çok daha dar bir dalga boyu aralığını görebilseydik veya çok daha az miktarda renk görebilseydik dünyayı nasıl algıladık acaba?
- Dar bir dalga boyu aralığındaki bilgi (ışık) algılanır ve bir kanal içerisinde depolanır. Fakat, genellikle kanal yerine bant tabiri daha yaygın olarak kullanılır.
- Sayısal olarak bantlar veya kanallar kombine edeilir ve görüntü üç ana renk olan mavi, yeşil ve kırmızının karışımı olarak gösterilir.
- Her bir bant bir ana renk olarak oluşturulur ve her pikseldeki parlaklık (yani gri değer) değerine bağlı olarak bu üç ana rengin belli oranlarda karışımı diğer renkleri elde etmede kullanılır.

Görülebilir Spektrum



Source: <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>

Wavelength

Violet: 0.4 - 0.446 μm

Blue: 0.446 - 0.500 μm

Green: 0.500 - 0.578 μm

Yellow: 0.578 - 0.592 μm

Orange: 0.592 - 0.620 μm

Red: 0.620 - 0.7 μm

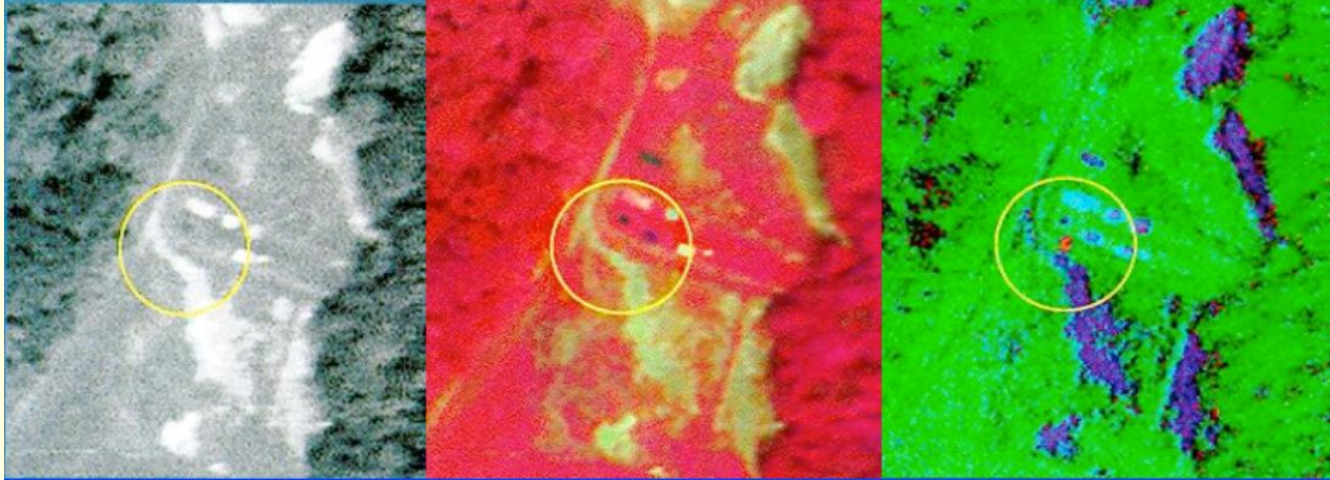
Eğer algılayıcı elektromanyetik spektrumun sadece mavi bölümünü algılıyorsa, oluşan siyah-beyaz görüntüye mavi bant veya mavi kanal denir

Siyah-Beyaz ve Renkli görüntü

- Biz tek bir bantı veya tek bir dalga boyu aralığını görüntülediğimizde aslında söz konusu bantı üç ana renkteki değerlerin üçü de aynı olarak gösteriyoruz.
- Her bir pikselin parlaklık değeri (gri değeri) üç ana renk için de aynı değer olduğu için bu gri değer siyah-beyaz görüntü oluşturur.
- Siyah-beyaz görüntüler siyah ve beyaz arasında çeşitli gri tonları gösterir.
- Eğer biz birden fazla bantı her bir bant ana renklerden birini temsil edecek şekilde gösterirsek, ve her bir banttaki gri değer farklı olursa, bu gri değerlerin kombinasyonu renkli görüntüyü oluşturur.

Pankromatik, Çok bantlı ve Hiper bantlı görüntü

- Eğer algılayıcı tüm görülebilir spektrumu ve bunun bir miktar dışını tek bant olarak algılayıp görüntüye dönüştürüyorsa bu görüntüye pankromatik görüntü denir.
- Diğer taraftan eğer algılayıcılar görülebilir spektrumun belli bölgelerini algılar ve bu şekilde farklı bantlar oluşursa, bu şekildeki görüntülere çok bantlı görüntü denir.
- Son olarak eğer algılayıcı yüzlerce bant oluşturursa, bu görüntüye hiper bantlı görüntü denir.



Pankromatik

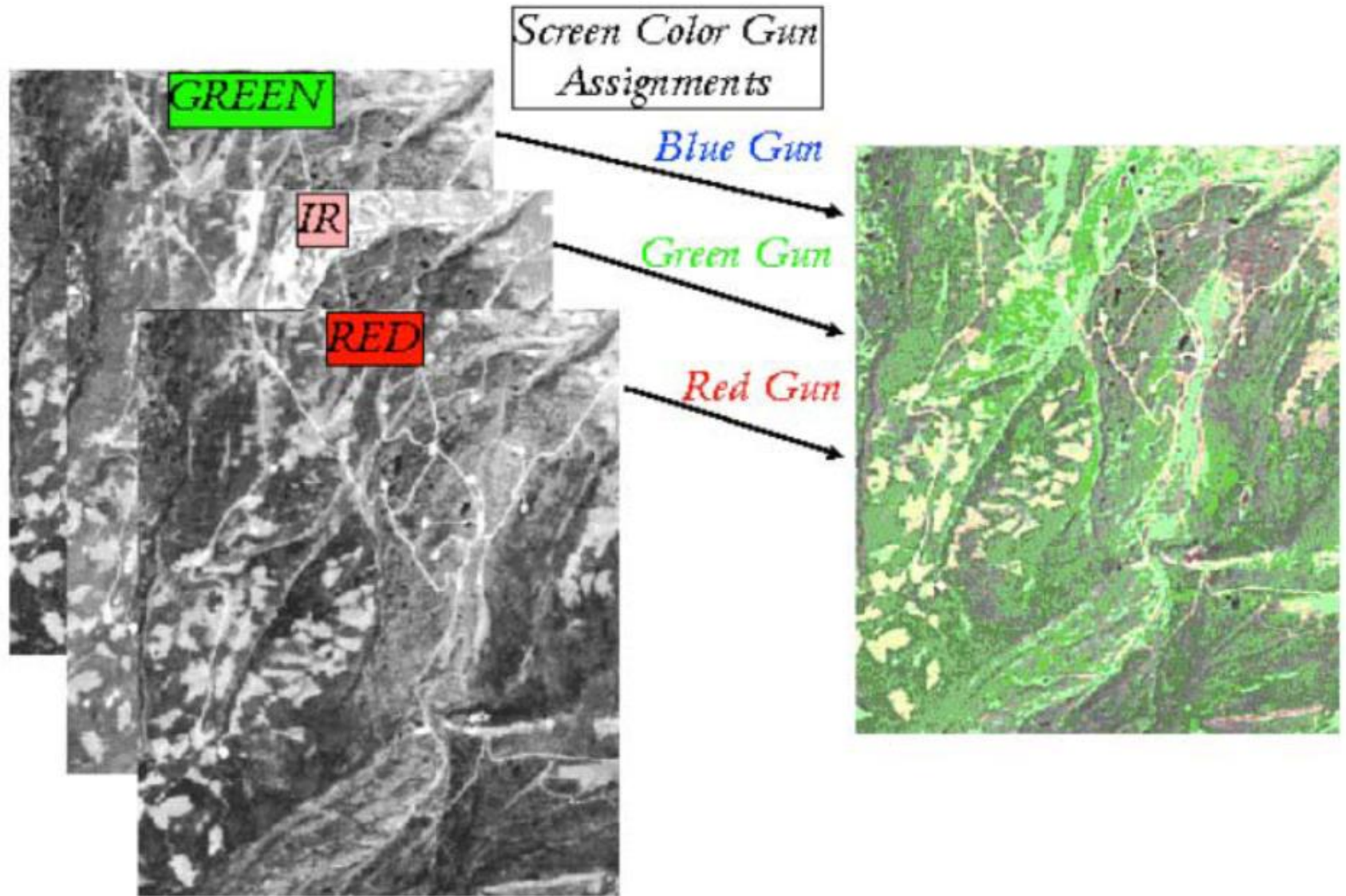
Çok bantlı

Hiper bantlı

Landsat TM Pankromatik Bant

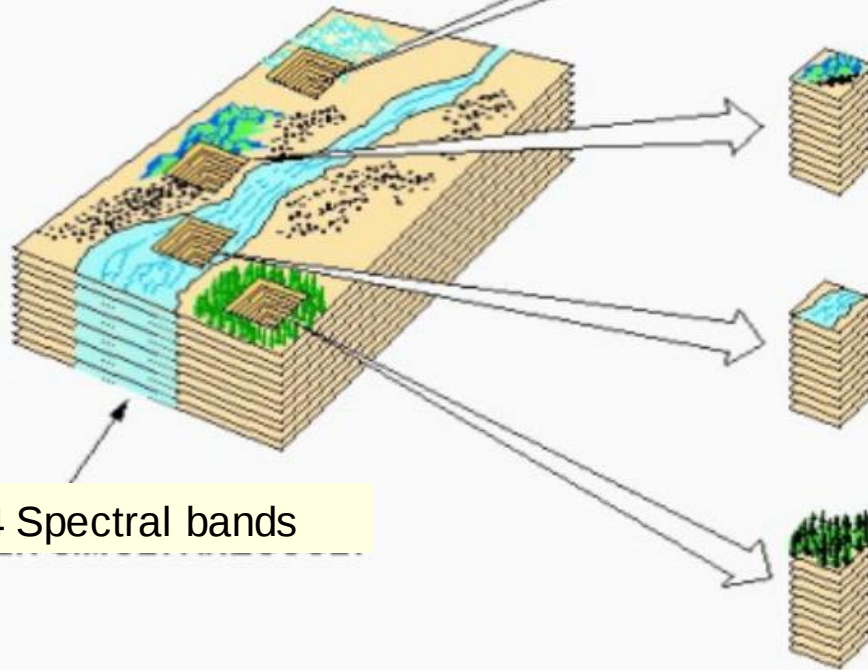


Landsat TM Multispektral görüntüye ait üç bant

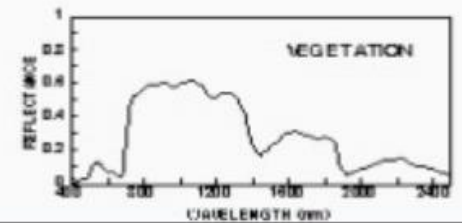
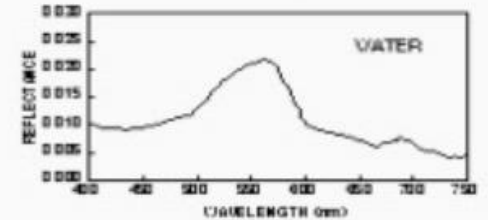
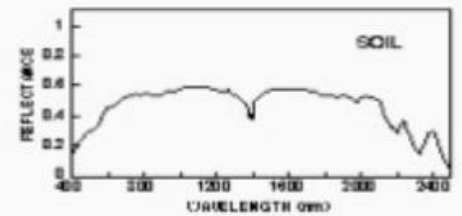
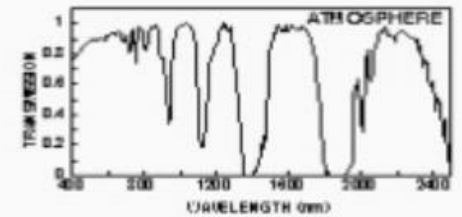


AVIRIS – Hyperspectral Image

EACH SPATIAL ELEMENT HAS A CONTINUOUS SPECTRUM THAT IS USED TO ANALYZE THE SURFACE AND ATMOSPHERE



224 Spectral bands



ÇÖZÜNÜRLÜK KAVRAMI

- Mekansal/Konumsal/Uzamsal

- Spektral

- Radyometrik

- Zamansal

Mekansal Çözünürlük

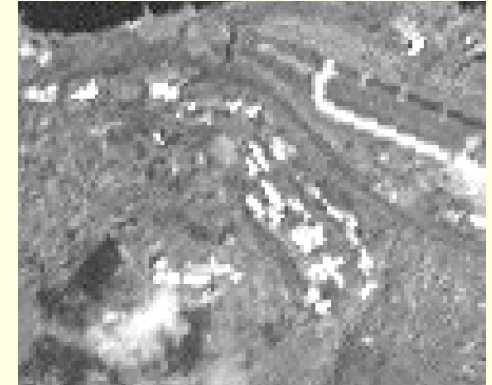
- Bir görüntüde görülebilen 7 seçilebilen detaylar görüntünün mekansal çözünürlüğüne bağlıdır, ve görüntüde saptanabilen en küçük nesne olarak adlandırılabilir.
- Sadece gerçekte boyutları çok büyük olan nesnelerin görülebildiği görüntülerin mekansal çözünürlükleri düşük veya kötü denir.
- Aynı şekilde çok daha küçük boyutlu nesnelerin görülebildiği görüntülere ise mekansal çözünürlüğü yüksek görüntüler denir..



Ikonos Pan (1m)



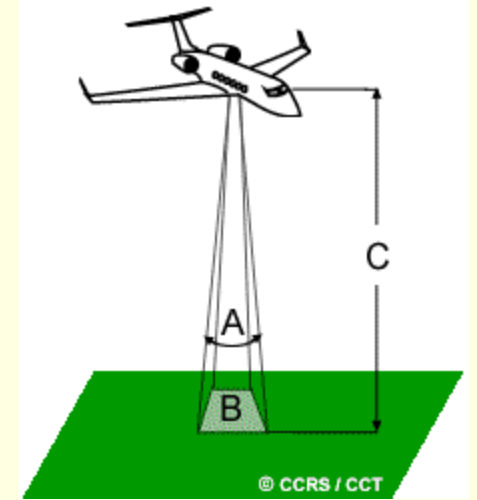
Ikonos XS (4m)



Landsat ETM Pan (15m)

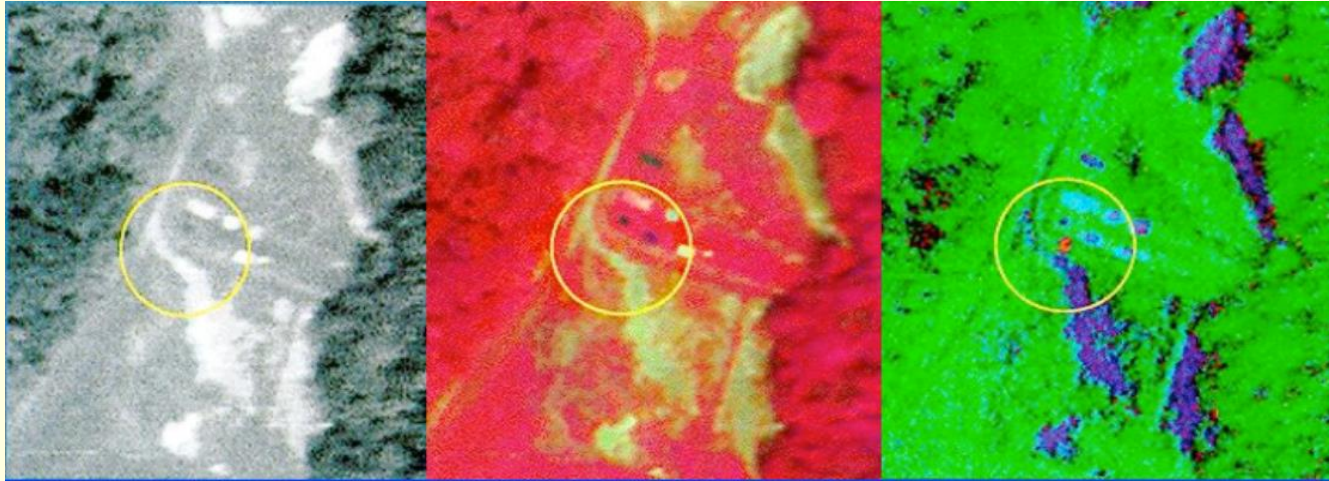
IFOV (Anlık Görüş Açısı (AGA))

- Pasif algılayıcıların mekansal çözünürlükleri büyük oranda algılayıcıların AGA'na bağlıdır.
- AGA (A) algılayıcısının koni şeklinde görebildiği açıyı tanımlar ve verilen bir t zamanında belli bir yükseklikte algılayıcının Dünya yüzeyinde görebildiği B alanının büyüklüğünü belirler.
- Görülen alanın boyutu AGA ile algılayıcı-zemin arasındaki mesafe olan (C)'nin çarpımı ile elde edilir.
- Zemindeki bu alana çözünürlük hücresi denir ve algılayıcının maksimum mekansal çözünürlüğünü belirler.



Spektral Çözünürlük

- Spektral çözünürlük bir algılayıcının ne kadar dar dalga boyu aralıklarını algılayabildiğini gösterir. Spektral çözünürlük arttıkça bant veya kanalın algıladığı dalga boyu aralığı daralır.
- Başka bir deyişle, belli bir algılayıcının sunduğu farklı bant sayısı arttıkça spektral çözünürlük te artmaktadır.



Pankromatik
1-bant

Çok bantlı
4-bandt

Hiper bantlı
224-bant

Hangisi daha iyi, hangisi ise daha kötü spektral çözünürlüğe sahiptir??

Radyometrik Çözünürlük

- Bir görüntüleme sisteminin radyometrik çözünürlüğü enerjideki çok küçük değişimleri ayırt edebilme yeteneği olarak tanımlanabilir.
- Bir algılayıcının radyometrik çözünürlüğü arttıkça yansıyan veya yayımlanan enerjideki çok küçük değişimleri yakalamada daha başarılıdır.
- Görüntü verisi 0'dan 2 üzeri n'e kadar olan pozitif tam sayılarla temsil edilir.
- Bu sayıların aralığı sayıları ikilik sistemde kodlamada kullanılan bit sayısına tekabül eder.
- Her bit 2'nin üzerine eklenir. (Örnek 1 bit= $2^1=2$)
- Mevcut maksimum parlaklık derecesi kaydedilen enerjiyi temsil etmede kullanılan bit sayısına bağlıdır.
- Yani, eğer algılayıcı veriyi kaydetmek için 8 bit kullandıysa, 0 dan başlayıp 255'e kadar toplam $2^8=256$ sayısal değer vardır. Eğer sadece 4 bit kullanılmış olsaydı, o vakit sadece 0'dan 15'e kadar toplam $2^4=16$ sayısal değer olurdu. Bu durum radyometrik çözünürlüğün düşmesi anlamına gelir.

2 bit bir görüntü ile 8 bit bir görüntü karşılaştırıldığında ayırt edilebilir detay anlamında büyük farklılıklar olduğu görülür.

Zamansal Çözünürlük

- Mekansal, spektral ve radyometrik çözünürlüğe ek olarak zamansal çözünürlük kavramı da uzaktan algılamada önemlidir ve dikkate alınmalıdır.
- Dünya üzerinde farklı zamanlarda aynı yerin görüntüsünü tekrar çekebilme aralığıdır.
- Uydu görüntüsü alırken zaman faktörü şu durumlarda önemlidir:
 - Sürekli bulutlu alanlar (örneğin tropik bölgeler) Dünya yüzeyinin temiz ve bulutsuz bir şekilde görüntülenmesini engellediğinde
 - Kısa zaman içerisinde olup biten olayların görüntülenmesi gerektiğinde (Örnek, sel, petrol sızıntısı, vb.)
 - Belli zaman aralıklarında alınan görüntülerle değişim analizi yapılması söz konusu olduğunda (Örnek, bir ormanda ağaçlara dadanan bir hastalığın yıllık olarak dağılımının incelenmesi durumu gibi)
 - Zaman içerisinde değişen yüzey özellikleri bu özelliği ona benzeyen başka bir yüzey özelliğinden ayırmak için kullanılabilir. (Örnek, buğday ve çavdar)