



UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ

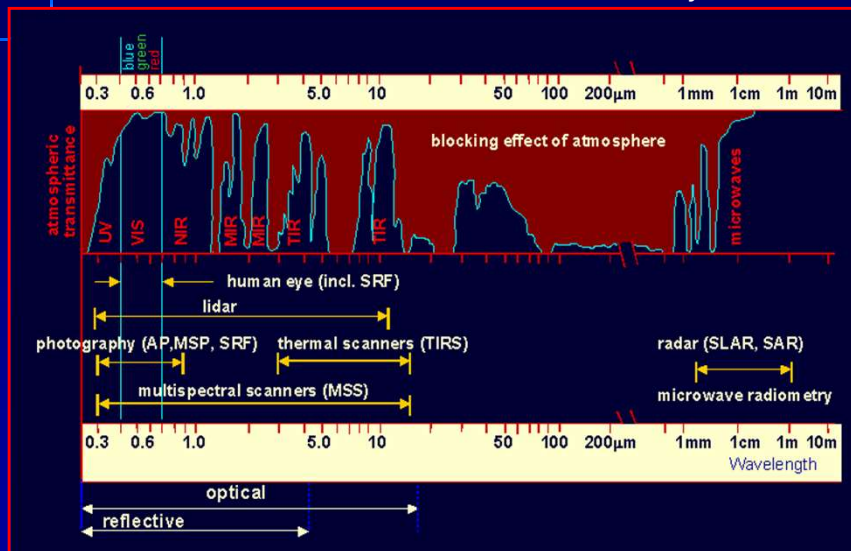
Prof. Dr. Naci YASTIKLI

İstanbul 2018



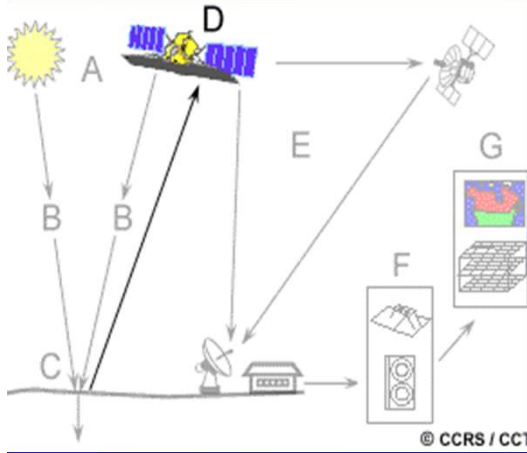
Elektromanyetik spektrum

Elektromanyetik spektrum, ışık hızı ile hareket eden dalga boyu nanometrelerden kilometrelere kadar uzanan sürekli enerji ortamıdır





Uzaktan Algılama Bileşenler



- A) Enerji Kaynağı
- B) Işınım ve Atmosfer
- C) Hedef ile Etkileşim
- D) Enerjinin Algılayıcı Tarafından Kayıt Edilmesi
- E) Verinin İletimi, Alınması, ve İşlenmesi
- F) Yorumlama ve Analiz
- G) Uygulama

© CCRS / CCT



Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

- Algılama sistemleri ile cisimlerden yansıyan enerjinin toplandığı kaydedildiği taşıyıcılardır
- Uzaktan Algılama da kullanılan platformlar
 - Yer bazlı taşıyıcı platformlar: 50 m ye kadar
 - Hava bazlı taşıyıcı platformlar: 50 km ye kadar
 - Uzay mekiği: 250-300 km
 - Uzay istasyonu: 300-400 km
 - Uydular
 - Alçak yörüngeli uydular: 500-2000 km
 - Orta yörüngeli uydular: yaklaşık 10000 km
 - Yüksek yörüngeli uydular: 36000 km
- Taşıyıcı Platform görüntü kalitesi ile görüntü kapsama alanı büyüklüğüne etkiler



Taşıyıcı platformlar

■ Yer bazlı taşıyıcı platformlar

Genellikle havadaki, uzay mekiği yada uydulardan kaydedilen verilerin doğrulanması amacıyla bilgi toplanmasında kullanılır

Bu platformlar sabit istasyonlar şeklinde olabileceği gibi k araçlarında da taşınabilir



Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

■ Yer bazlı taşıyıcı platformlar

■ <http://www.arm.gov/>



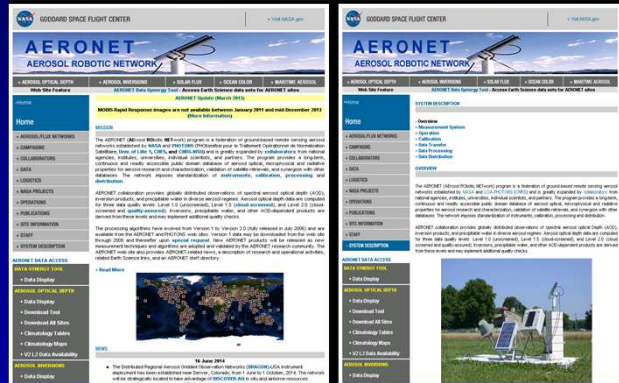
Atmospheric Radiation Measurement (ARM)

The ARM Climate Research Facility, a DOE scientific user facility, provides the climate research community with strategically located in situ and remote sensing observatories designed to improve the understanding and representation, in climate and earth system models, of clouds and aerosols as well as their interactions and coupling with the Earth's surface.



Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

- Yer bazlı taşıyıcı platformlar
- <http://aeronet.gsfc.nasa.gov/>



The AERONET (Aerosol Robotic Network) program

The AERONET (Aerosol Robotic Network) program is a federation of ground-based remote sensing aerosol networks established by NASA and LOA-PHOTONS (CNRS) and is greatly expanded by collaborators from national agencies, institutes, universities, individual scientists, and partners. AERONET collaboration provides globally distributed observations of spectral aerosol optical depth (AOD), inversion products, and precipitable water in diverse aerosol regimes.



Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

- Hava bazlı taşıyıcı platformlar
 - Sıcak Hava Balonu: 6 km ye kadar
 - Zeplin
 - İnsansız hava aracı
 - Helikopter
 - Alçak irtifalı uçaklar 9 km
 - Yüksek irtifalı uçaklar 21 km





Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

■ Uzay mekiği

- İlk defa 1981'de NASA tarafından kullanılmaya başlanan uzay araçlarıdır.
- Amacı uzaya gönderilen aracın tekrar tekrar kullanılarak maliyetini azaltmaktır
- Columbia Uzay Mekiği (1981 - 2003 - kazada tahrip oldu)
- Challenger Uzay Mekiği (1983 - 1986 - kazada tahrip oldu)
- Discovery Uzay Mekiği (1984-2010)
- Atlantis Uzay Mekiği (1985-2011)
- Endeavour Uzay Mekiği (1991-2011)



Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

■ Uzay istasyonu

- Uzay boşluğunda insanların konaklaması ve çalışması için hazırlanan platformdur
- Uzay istasyonları, uzayda uzun süre kalmanın organizma üzerindeki etkilerini araştırmak için kullanıldıkları gibi ağırlıksız ortamda çeşitli bilimsel deneyler yapmak için de uygun bir mekân sunarlar
- İlk uzay istasyonu, Uzay Yarışı döneminde yörüngeye fırlatılan SSCB'ye ait Salyut 1'dir. SSCB uzaya yedisi Salyut serisinden, biri Mir olmak üzere sekiz uzay istasyonu göndermiştir
- ABD'nin uzay istasyonu Skylab, 1970'li yıllarda kullanılmıştır. Skylab Projesi'nde üç astronattan oluşan üç mürettebat grubu, zamanın uzayda kalma rekorunu kırmışlardır.



Sovyetler Birliği'nin mali sıkıntıları dolayısıyla 1996 yılında tamamlanabilen Mir uzay istasyonunun 23 Mart 2001 tarihinde atmosfere girip yanması sağlanarak görevine son verildi.



Skylab 4



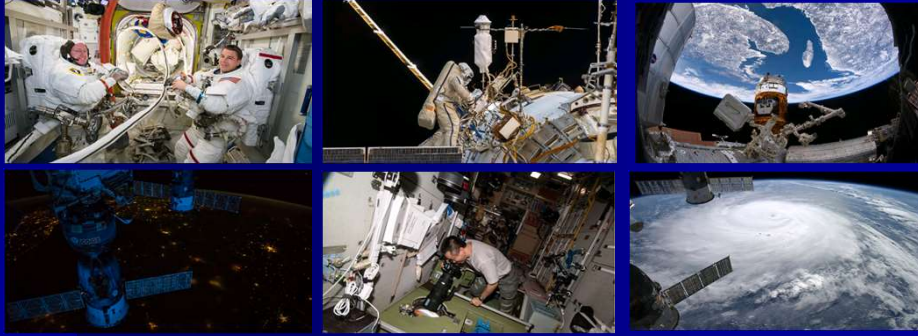
SL-2, SL-3 ve SL-4 kod adlarını taşıyan bu insanlı uzay uçuşları 25 Mayıs 1973'te bir Saturn IB roketiyle uzaya fırlatılan ekiplerle başlamıştır. 28 Temmuz 1973'te başlayan SL-3 uçuşu 59, 16 Kasım 1973'te başlayan SL-4 uçuşu da 84 gün sürdü. Son ekip 8 Şubat 1974'te Dünya'ya döndü.



Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

■ Uzay istasyonu

- Uzaya gönderilen en büyük istasyon, çeşitli ulusların işbirliği içinde inşa ettikleri Uluslararası Uzay İstasyonu olmuştur. 1998 yılında yörüngede inşaatı başlanan UÜİ'nin yapımı 2011'de tamamlandı. İstasyonun 2020 yılına kadar görevine devam etmesi plânlanmıştır



Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

■ Uydular

Kütlelerine göre

- Büyük uydular: ağırlığı 1 tondan fazla (Hubble, Türksat 3A)
- Orta boy uydular: 500 kg - 1 ton (THEOS)
- Mini uydular: 100 kg - 500kg (Göktürk -II)
- Mikro uydular: 10 kg - 100 kg (UoSAT-1)
- Nano uydular: 1 kg — 10 kg (Delfi C3)
- Piko uydular: 0,1kg - 1kg (<TÜpSAT1)
- Femto uydular: ağırlığı 0,1 kg'dan az

Kullanım amaçlarına göre

- Askeri amaçlı uydu sistemleri
- Haberleşme amaçlı uydu sistemleri
- Meteoroloji uydu sistemleri
- Navigasyon amaçlı uydu sistemleri
- Uzaktan algılama (yeryüzü gözlem) amaçlı uydu sistemleri
- Uzay araştırma uydu sistemleri

Yörüngelerine göre

- Alçak yörüngeli uydular LEO (Low Earth Orbit): 500-2000 km
- Orta yörüngeli uydular MEO (Medium Earth Orbit): yaklaşık 10000 km
- Yüksek yörüngeli uydular : 36000 km



WorldView-3
On August 13, 2014,
DigitalGlobe launched
WorldView-3 into orbit
31 cm pankromatik
1.24 m multispektral

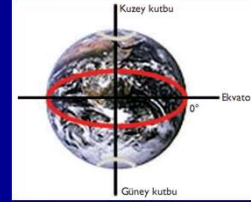




Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

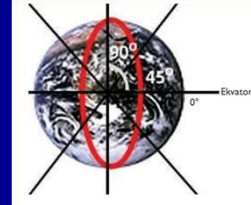
■ Ekvatorial yörüngeye sahip uydular

- Yörüngeleri ekvator düzlemi içinde kalan uydu sistemleridir.
- Bu tip uyduların ekvatorial yörüngeye oturtulması için ekvatora yakın bir yerden (örn. Güney Amerika'da Ekvatora yakın bir konumda bulunan Fransız Guyanası) fırlatılması gerekir.
- Genelde alçak veya orta yükseklikte yörüngeye sahip olan bu sistemler çok tercih edilmemektedir.



■ Kutupsal yörüngeye sahip uydular

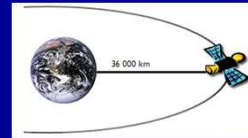
- Kutupsal yörüngeli uydular, Dünya'nın etrafında dairesel yönde hareket ederken diğer yanda Dünya da dönmekte olduğundan uydunun her yörüngesi Dünya'nın farklı bölgelerini gözlemlerler.
- Diğer bir deyişle kutupsal yörüngeli uydular, Dünya'yı şeritler halinde tarar ve birkaç yörünge sonrasında yeryüzünün büyük bir bölümüne ait verileri algırlar. Kutupsal yörüngeli uydular ile yeryüzünün tamamı her 14 günde bir kapsamaktadır.
- Daha çok keşif ve çevresel izleme çalışmalarına yönelik kullanılan bu tip uydulara örnek olarak LANDSAT, SPOT, TIROS_NOAA, vb. bir çok uydu sistemi verilebilir.



Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler

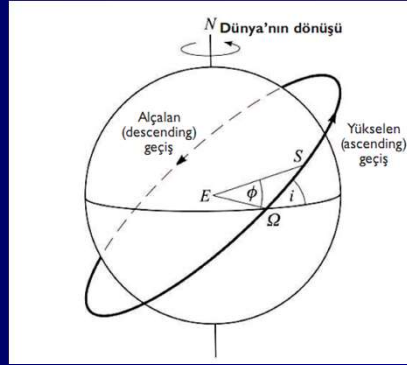
■ Jeosabit ve Jeosenkronize Uydular GEO (Geostationary Earth Orbit))

- Jeosabit ve Jeosenkronize uydu terimleri bazı kaynaklarda eş anlamlı olarak ifade edilmelerine karşın Jeosabit uydular Jeosenkronize uyduların özel bir durumudur.
- Jeosenkronize terimi sadece yörünge periyodunu, Jeosabit terimi ise yörünge biçimini ve yönünü belirtmektedir. Diğer bir ifade ile Dünya'nın dönüşü ile senkronize olsa da bir uydu oldukça eliptik ve/veya ekvatora göre eğimlendirilmiş olabilir.
- Jeosenkronize uydu: Dönüş periyodu Dünya'nın dönüş hızına eşit hıza sahip uydu.
- Jeosabit uydu: Dairesel ve direkt Dünya'nın ekvator düzleminde yer alan ve böylelikle Dünya'ya göre sabit konumda olan uydu, diğer bir deyişle Dünya'ya göre yaklaşık sabit konumda bulunan uydu.
- Jeosabit (GEO) uydular direkt ekvator düzleminde yeryüzünden yaklaşık 36000 km yüksekliğe yerleştirilmektedir ve bu nedenle kapsama alanları çok geniş olduğundan yeryüzünü 3-4 uydu ile tümüyle kapsayabilirler.
- Bu tip uyduların yörüngesel devri Dünya'nın dönüş periyoduna (bir yıldız günü) eşittir. Dünyanın kendi ekseninde dönüşü 24 saat sürdüğünden uydu, Dünya ile birlikte hareket etmektedir.
- Diğer bir deyişle GEO uyduları Dünya ile aynı hızda ve yönde dönerek yeryüzüne doğru hep aynı noktaya bakmaktadır.





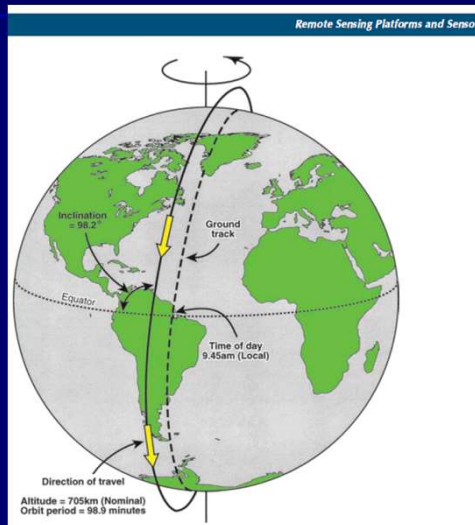
Taşıyıcı platformlar ve yörüngeler



LEO uyduları için
yörünge geometrisi.
(i = eğilim açısı; $i < 90^\circ$ =
prograde yörünge,
 $i > 90^\circ$ = retrograde
yörünge,
E: Dünya'nın
merkezi,
S: yapay uydur,
 Ω : yükselen nokta
(yükselen geçiş
sırasında yörünge
düzlemiyle ekvator
düzleminin
kesişimi).

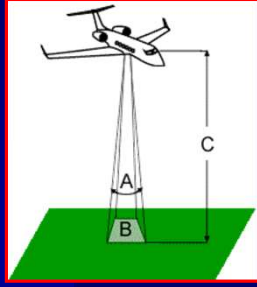


Temel Kavramlar

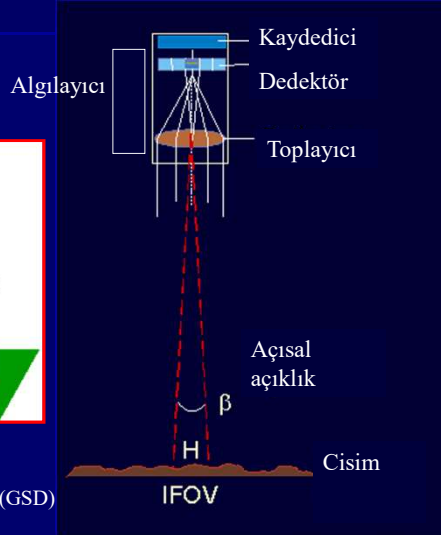




Tarama genişliği ve çözünürlük



Yer Örnekleme Aralığı
Ground Sample Distance (GSD)



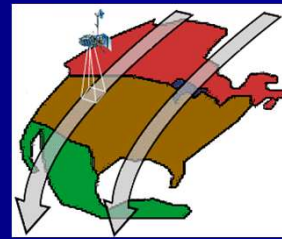
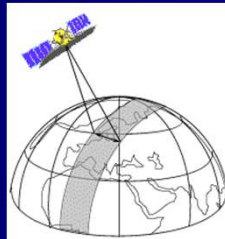
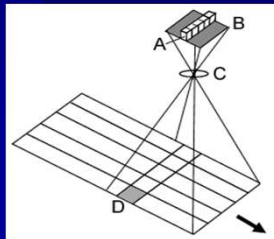
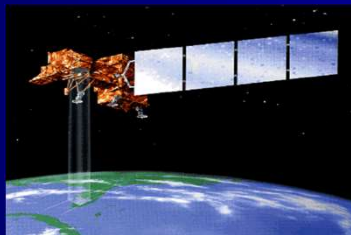
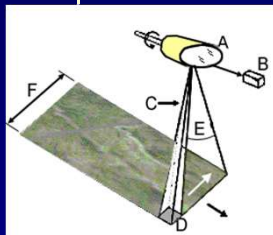
$$\text{IFOV} = \beta \cdot H$$

IFOV: Instantaneous Field of View (Anlık görüş alanı)



Tarama genişliği ve çözünürlük

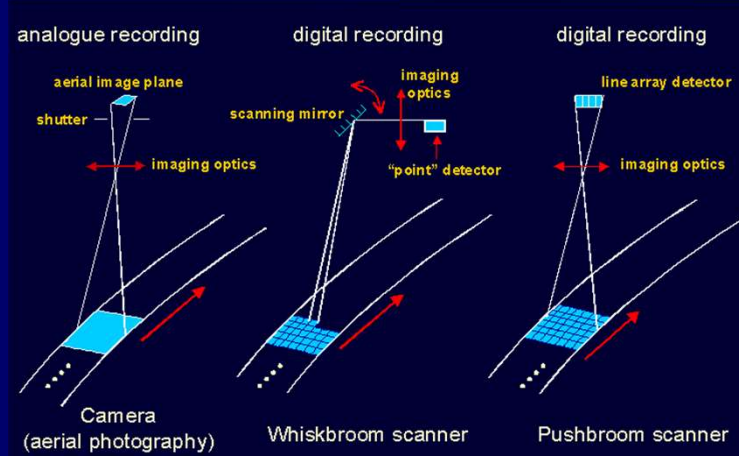
■ Tarama genişliği





Tarama genişliği ve çözünürlük

■ Tarama genişliği



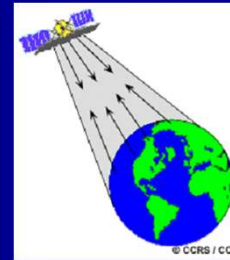
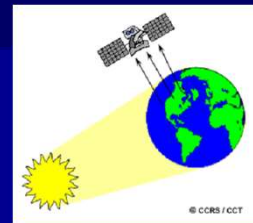
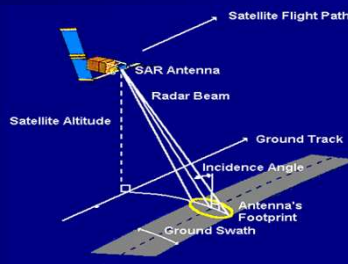
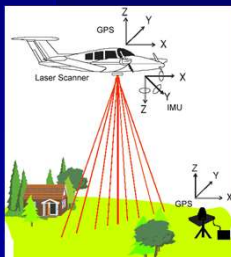
Aktif ve pasif algılama sistemleri

■ Pasif Algılama Sistemleri

- Landsat
- SPOT
- Ikonos

■ Aktif Algılama Sistemleri

- LiDAR
- SAR





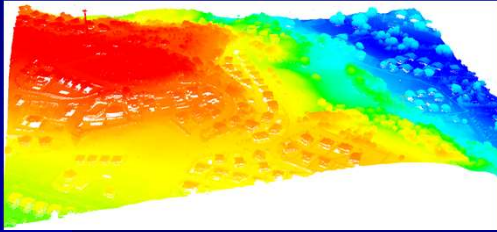
Aktif ve pasif algılama sistemleri

■ Pasif Algılama Sistemleri

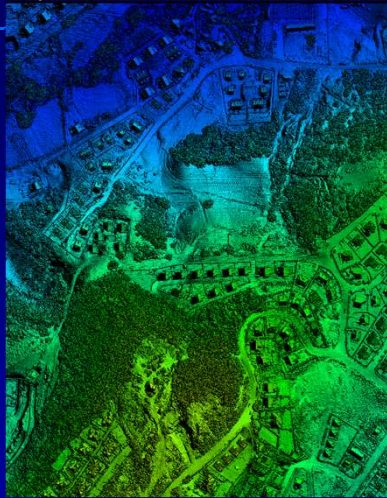
- Landsat
- SPOT
- Ikonos

■ Aktif Algılama Sistemleri

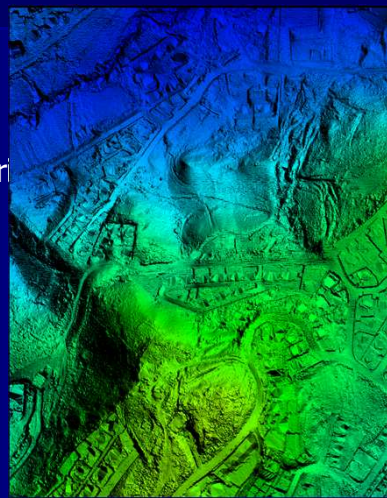
- LiDAR
- SAR



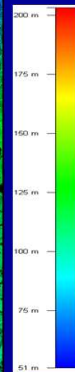
Aktif ve pasif algılama sistemleri



Sayısal Yüzey Modeli



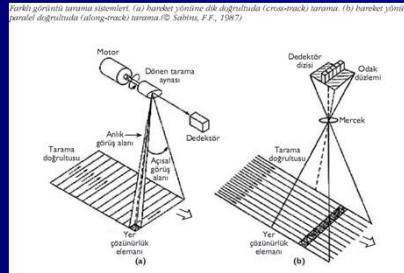
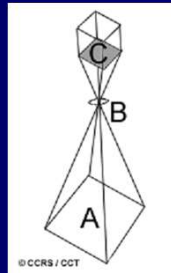
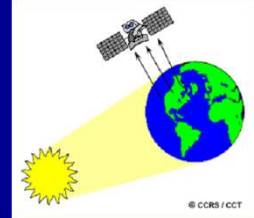
Sayısal Yükseklik Modeli





Kameralar ve tarayıcı sistemler

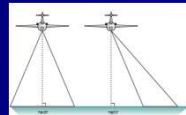
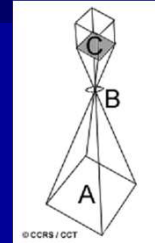
- Çerçeve kayıt yapan algılama sistemleri (Hava Kamera, TV vidikon)
- Tarama sistemleri
 - algılayıcının hareket doğrultusuna dik doğrultuda dizilmiş (cross-track) "whiskbroom" tarayıcı
 - algılayıcının hareket doğrultusuna paralel doğrultuda dizilmiş (along-track) "pushbroom" tarayıcı
- Isıl (termal) kayıt yapan algılama sistemleri



Kameralar ve tarayıcı sistemler

■ Pasif Algılama Sistemlerinde Görüntü Kaydı

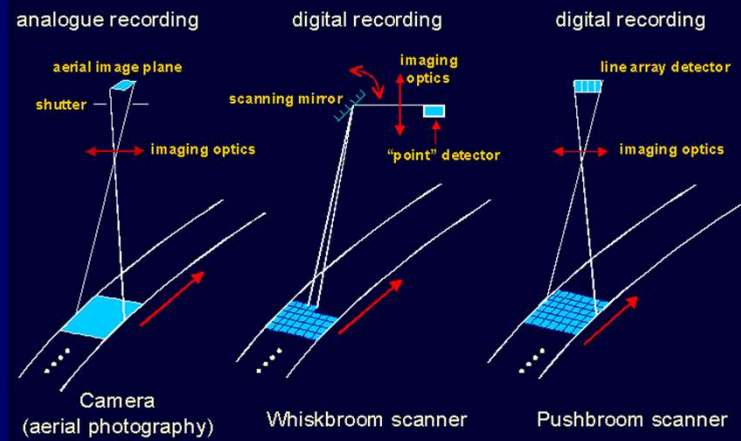
- Hava Kameraları
 - Dalga boyu 0.3 μm ile 0.9 μm arasında olan elektromanyetik spektrumun ultraviyole, görünür bölge ve yakın kızıl ötesi bölgede kayıt yapabilirler
 - Pankromatik, renkli yada yapay renkli fotoğraflar kaydedilebilir
 - Düşey (nadir) yada eğik (oblique) fotoğraflar elde edilebilir
 - Analog kameralar ilk uygulamalarda alçak yörüngeli askeri amaçlı kullanılmışlardır
 - Sivil amaçlı kullanımı ise National Aeronautics and Space Administration (NASA) tarafından Large Format Camera (LFC) Ekim, 1984 Amerikan Uzay Mekiğinde kullanılmıştır. <http://eol.jsc.nasa.gov/default.html>





Kameralar ve tarayıcı sistemler

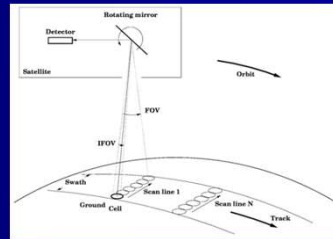
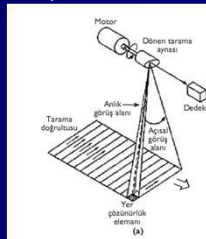
■ Pasif Algılama Sistemlerinde Görüntü Kaydı



Kameralar ve tarayıcı sistemler

■ Pasif Algılama Sistemlerinde Görüntü Kaydı

- Hareket doğrultusuna dik(cross-track) "whiskbroom" tarayıcı
 - Tarama işlemi görüntünün belirli bir zaman aralığında tek bir seferde değil de nokta (görüntüdeki en küçük alan) nokta tarama yapılır
 - algılayıcının hareket doğrultusuna dik doğrultuda dizilmiş (cross-track) "whiskbroom" tarayıcıda yeryüzeyinden gelen ışık dönel ayna yardımıyla algılayıcıya yansıtılarak tarama işlemi gerçekleştirilir
 - İlk çok bantlı tarayıcılar (MSS) hareket doğrultusuna dik tarama yapan algılama sistemleri olarak dizayn edilmiştir
 - Bugün hala bu tarama prensibine göre çalışan algılama sistemleri mevcuttur
 - NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) /AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) ve Landsat/TM bu tarama prensibine göre veri toplar

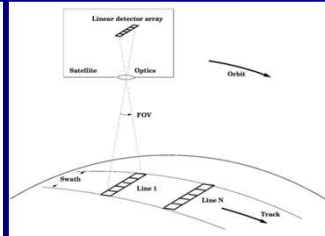
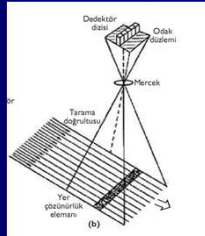




Kameralar ve tarayıcı sistemler

■ Pasif Algılama Sistemlerinde Görüntü Kaydı

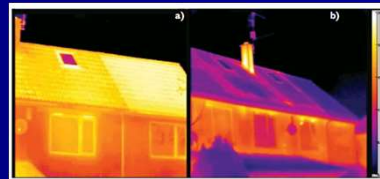
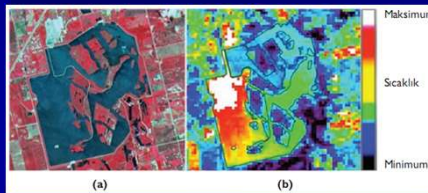
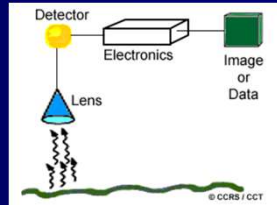
- Hareket doğrultusuna paralel doğrultuda dizilmiş (along-track) "pushbroom" tarayıcı
 - Tarama işlemi algılama sistemin hareket doğrultusuna dik olarak yerleştirilmiş detektör dizisi yardımıyla gerçekleştirilir
 - Binlerce detektörden oluşan tarama sistemi algılama sisteminin hareket doğrultusuna paralel olarak yerleştirilmiştir
 - Son yıllarda bu algılama sistemlerinde Charge-Coupled Devices (CCD) detektörler kullanılmaktadır
 - Bu tarama prensibine göre çalışan ilk algılama sistemi SPOT-HRV sistemidir.
 - Günümüzde yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü sağlayan algılama sistemleri bu tarama prensibine göre görüntü kaydını gerçekleştirmektedir
 - IKONOS, OrbView 3 vb.



Termal görüntüleme sistemleri

■ Pasif Algılama Sistemlerinde Görüntü Kaydı

- Isıl (termal) kayıt yapan algılama sistemleri
 - Elektromanyetik spektrumun infrared aralığında kayıt yapan algılama sistemleridir
 - Genellikle orta kızıl ötesi MIR ($3\ \mu\text{m}$ - $5\ \mu\text{m}$) ile termal kızıl ötesi TIR ($8\ \mu\text{m}$ - $15\ \mu\text{m}$) bölgede kayıt yaparlar



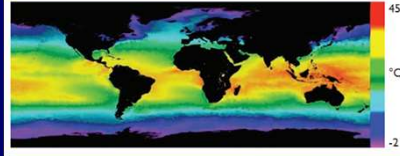
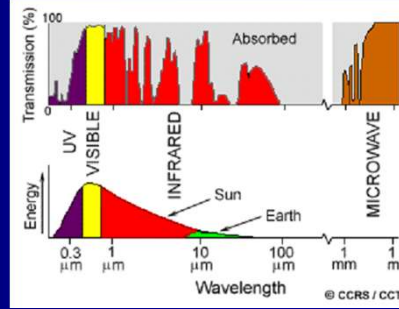


Termal görüntüleme sistemleri

■ Pasif Algılama Sistemlerinde Görüntü Kaydı

■ Isıl (termal) kayıt yapan algılama sistemleri

Algılayıcı	Dalga boyu (µm)	Mekânsal çözünürlük
GOES	3.8-4 6.5-7 10.5-11.0 11.5-12.5	10 km
NOAA- AVHRR	3.8-4 10.3-11.3 11.5-12.5	1 km
Landsat-TM	10.4 - 12.5	120 m
ERS-1 ATSR	3.7 11 12	1 km
Landsat-ETM	10.4 - 12.5	60m
EOS-ASTER (Terra)	8-12 (5 bant)	90m
EOS-MODIS (Terra/Aqua)	8-12 (14 bant)	1 km
TIROS (uçak)	8-12 (6 bant)	Uçak yüksekliğine bağlı



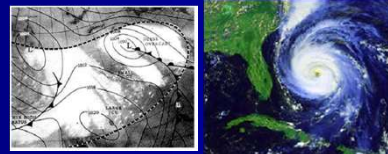
Yeryüzünün 2011
yılı Ocak ayında
MODIS algılayıcısı
ile ölçülen deniz
yüzeyi sıcaklıkları.
(© NASA)



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

■ Hava tahmini meteoroloji amaçlı algılama sistemleri

- Uzaktan algılamanın askeri olmayan ilk uygulamaları için uzaya gönderilen algılama sistemleridir
- Bu amaçla ABD'nin 1 Nisan 1960 yılında uzaya gönderdiği TIROS-1 (Television and Infrared Observation Satellite) ilk meteoroloji amaçlı uydusudur
- 1966 yılında NASA Applications Technology Satellite (ATS-1) isimli Jeosabit uydu ile yarımküreyi kapsayan yeryüzü ve bulut örtülerini içeren görüntüleri yarım saatte bir kaydetmeye başlamıştır
- ABD, 1975-1994 yılları arasında GOES-1 (Geostationary Operational Environmental Satellite), GOES-7, GOES-8 ve NOAA AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) serisi meteoroloji uydularını uzaya göndermiştir
- Bugün birçok ülke dünya etrafında meteorolojik alayları gözlemlemek için uzaya uydu göndermiştir
- Bu uyduların ortak özellikleri jeosabit uydu yörüngelerine sahip olmaları, çok geniş alanları kapsamaları ve buna karşın çok düşük mekansal çözünürlük yada yer örnekleme aralığına (GSD) sahip olmalarıdır.
- Meteorolojik algılama sistemlerinin zamansal çözünürlükleri oldukça yüksek olduğundan atmosferik koşulların sürekli olarak izlenmesi ve hava tahminlerinin gerçekleştirilmesine olanak sağlarlar





Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

■ GEOS (Geostationary Operational Environmental Satellite)

- The GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) serisi algılama sistemleri NASA (for the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)) için hava tahmini amaçlı geliştirilmiştir
- GOES serisi algılama sistemleri son 20 yıldır meteorologlar tarafından hava olaylarının gözlemlenmesi ve tahmini amaçlı başarı ile kullanılmaktadır
- GOES algılama sistemleri global hava tahmini uydusu ağına bir parçası olarak dünya üzerindeki hava olaylarının izlenmesinde önemli katkılar sağlamaktadır
- Bu serideki uyduların tamamını yörünge yüksekliği 36.000 km olup jeosabit yörüngede hareket ederler
- Bu algılama sistemleri 1. jenerasyon ve 2. jenerasyon algılama sistemleri olarak ikiye ayrılmaktadır
- 1975-1992 yılları arasında fırlatılan GEOS-1 den GEOS-7 ye kadar olan algılama sistemleri ilk jenerasyon sistemler olarak isimlendirilmektedir
- 1994 yılında GEOS-8 ile başlayan 2. jenerasyon algılama sistemleri 1. jenerasyona göre çok daha kısa süre aralıkları (15 dakika) ve yüksek mekansal ve radyometrik çözünürlüğe sahip görüntü elde edebilmektedir
- 2. jenerasyon GEOS uydularında görüntü kaydı ve farklı diğer ölçümler için iki farklı algılama sistemi bulunmaktadır
- Bu algılama sistemlerinde görüntü kaydı elektromanyetik spektrumun görünür ve kızıl ötesi bölgelerinde kayıt yapmaktadır
- Kaydedilen görüntülerin radyometrik çözünürlüğü 10 bittir
- ABD'nin GOES-12, GOES-13, ve GOES-15 algılama sistemleri görevlerini sürdürmektedir



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

■ GEOS (Geostationary Operational Environmental Satellite)

- The GOES 8 uydusuna ait bantlar, spektral kayıt aralıkları, çözünürlükleri ve uygulama alanları aşağıda verilmiştir

Band	Wavelength Range (μm)	Spatial Resolution	Application
1	0.52 - 0.72 (visible)	1 km	cloud, pollution, and haze detection; severe storm identification
2	3.78 - 4.03 (shortwave IR)	4 km	identification of fog at night; discriminating water clouds and snow or ice clouds during daytime; detecting fires and volcanoes; night time determination of sea surface temperatures
3	6.47 - 7.02 (upper level water vapour)	4 km	estimating regions of mid-level moisture content and advection; tracking mid-level atmospheric motion
4	10.2 - 11.2 (longwave IR)	4 km	identifying cloud-drift winds, severe storms, and heavy rainfall
5	11.5 - 12.5 (IR window sensitive to water vapour)	4 km	identification of low-level moisture; determination of sea surface temperature; detection of airborne dust and volcanic ash



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

- GEOS (Geostationary Operational Environmental Satellite)
 - The GOES 9 uydusun ile kaydedien Ağustos 1995 tarihinde ABD Karolina sahilindeki Felix Kasırgasına ait görüntü

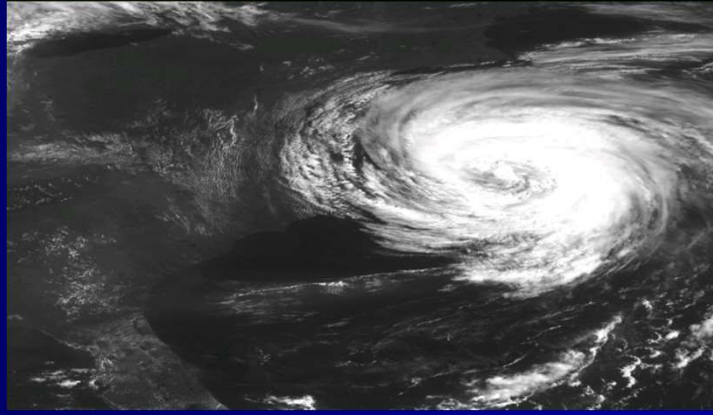


Image from the GOES-9 weather satellite of Hurricane Felix in August 1995



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)
AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)
 - ABD NOAA tarafından geliştirilen uydu serisi, güneşle eş zamanlı yörüngeye sahip (sun-synchronous) yaklaşık kutupsal yörüngede hareket eden ve üzerlerinde AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) isimli algılama sistemini taşıyan uydu sistemleridir
 - Bu uydu sisteminde iki uydu yardımıyla aynı yerin görüntüsü 6 saat aralıklarla kaydedilebilmektedir
 - Bu ikili uydu sistemlerinden ilk uydu ekvator düzleminden sabah saatlerinde kuzeyden güneye doğru geçerken diğeri öğleden sonra geçmektedir
 - Bu AVHRR algılama sistemin tarama genişliği 3000 km olup elektromanyetik spektrumun görünür bölge, yakın, orta ve termal kızıl ötesi bölgede görüntü kaydetmektedir
 - Hava tahmini ve atmosferik olayların izlenmesi dışında deniz yüzeyi sıcaklık haritaları vb. farklı amaçlar içinde kullanılmaktadır

Band	Wavelength Range (µm)	Spatial Resolution	Application
1	0.58 - 0.68 (red)	1.1 km	cloud, snow, and ice monitoring
2	0.725 - 1.1 (near IR)	1.1 km	water, vegetation, and agriculture surveys
3	3.55 - 3.93 (mid IR)	1.1 km	sea surface temperature, volcanoes, and forest fire activity
4	10.3 - 11.3 (thermal IR)	1.1 km	sea surface temperature, soil moisture
5	11.5 - 12.5 (thermal IR)	1.1 km	sea surface temperature, soil moisture



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)
AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)
 - ABD NOAA tarafından geliştirilen uydu sistemleri

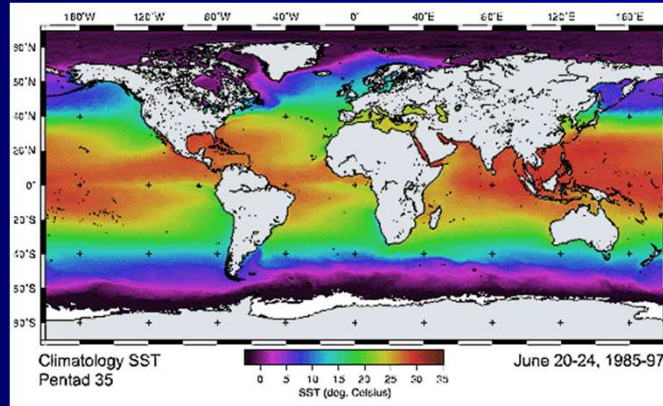
Satellite name	Launch date	Service start	Service end
TIROS-N	13 Oct 1978	19 Oct 1978	30 Jan 1980
NOAA-6	27 Jun 1979	27 Jun 1979	16 Nov 1986
NOAA-7	23 Jun 1981	24 Aug 1981	7 Jun 1986
NOAA-8	28 Mar 1983	3 May 1983	31 Oct 1985
NOAA-9	12 Dec 1984	25 Feb 1985	11 May 1994
NOAA-10	17 Sep 1986	17 Nov 1986	17 Sep 1991
NOAA-11	24 Sep 1988	8 Nov 1988	13 Sep 1994
NOAA-12	13 May 1991	14 May 1991	15 Dec 1994
NOAA-14	30 Dec 1994	30 Dec 1994	23 May 2007
NOAA-15	13 May 1998	13 May 1998	Present
NOAA-16	21 Sep 2000	21 Sep 2000	Present
NOAA-17	24 Jun 2002	24 Jun 2002	10 Apr 2013
NOAA-18	20 May 2005	30 Aug 2005	Present
NOAA-19	6 Feb 2009	2 Jun 2009	Present
MetOp-A ^[8]	19 Oct 2006	20 Jun 2007	Present

TIROS/NOAA dates from USGS website^[9] and from NOAA POES Status website^[10]



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)
AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)
 - Farklı NOAA AVHRR algılama sistemleri ile 1985-1997 yılları arasında elde edilen görüntüler yardımı ile üretilen dünya deniz yüzeyi sıcaklık haritası



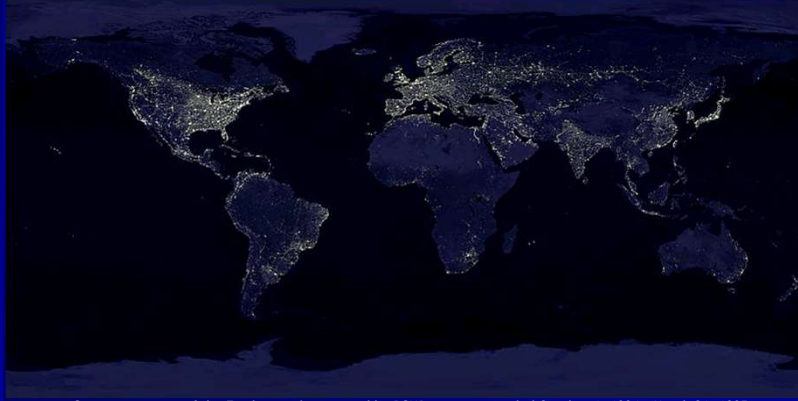
Global Sea Surface Temperature acquired from the NOAA/ AVHRR satellite



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

■ DMSP (Defense Meteorological Satellite Program)

- ABD tarafından geliştirilen bu uydu serisi ile 3000 km tarama genişliği ve elektromanyetik spektrumun görünür bölge, yakın ve termal kızıl ötesi bölgede 2.7 km mekansal çözünürlüklü görüntü kaydetmektedir
- Bu algılama sistemlerinin diğer bir özelliği gece görünür bölgede kayıt yapması ve bu şekilde kent merkezlerinin gece kaydedilebilmesidir



Composite image of the Earth at night (created by DSMP images recorded October 1, 1994 - March 31, 1995)



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

■ Diğer hava tahmini amaçlı algılama sistemleri

- Avrupa Birliği, Meteosat
- Hindistan, INSAT
- Rusya, Elektro-L algılama sistemleri
- Japonya, Himawari yada Geostationary Meteorological Satellite (GMS) sistemleri



Himawari



Meteosat



INSAT



Elektro-L



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

- EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites)
 - Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 30 Avrupa birliği ülkesinin oluşturduğu uluslararası bir kuruluştur
 - Meteosat-7,-8, 9 and 10, Metop-A, Metop-B and Jason-2 uydu sistemleri bu organizasyon tarafından işletilmektedir

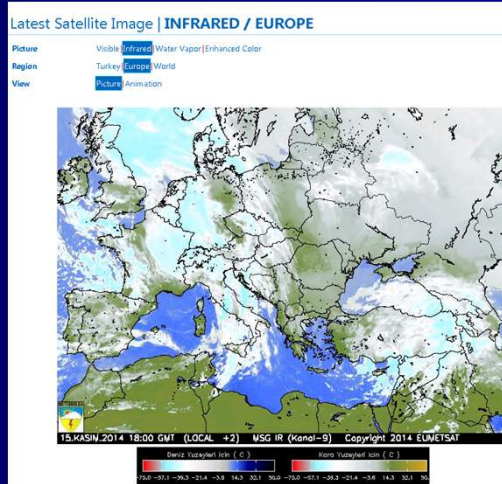


EUMETSAT üye ülkeler



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

- EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites)

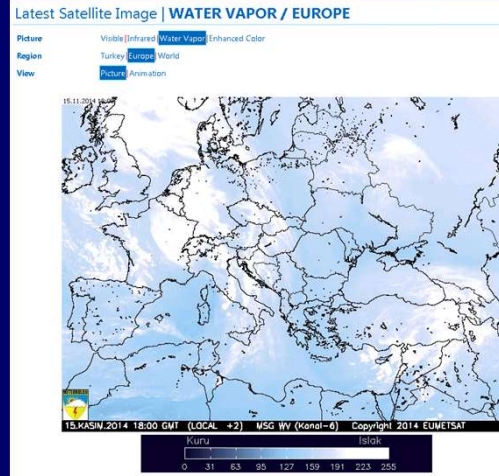


<http://www.dmi.gov.tr/en-us/satellite.aspx?ub=eu&uT=e&uG=p>



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

- EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites)

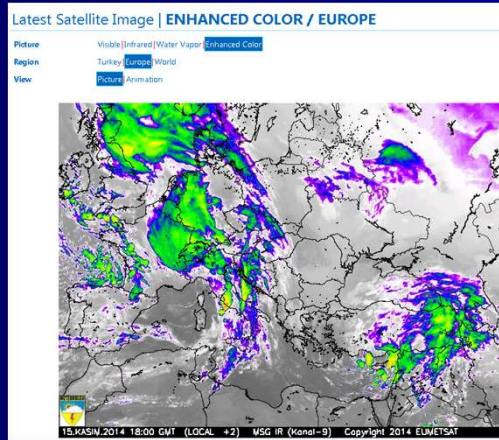


<http://www.dmi.gov.tr/en-us/satellite.aspx?uB=eu&uT=e&uG=p>



Hava tahmini (meteoroloji) algılama sistemleri

- EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites)



<http://www.dmi.gov.tr/en-us/satellite.aspx?uB=eu&uT=e&uG=p>



Yer gözlem amaçlı algılama sistemleri

■ Landsat

Instrument	Picture	Launched	Terminated	Duration	Notes
Landsat 1		July 23, 1972	January 6, 1978	2 years, 11 months and 15 days	Originally named Earth Resources Technology Satellite 1.
Landsat 2		January 22, 1975	February 25, 1982	2 years, 10 months and 17 days	Nearly identical copy of Landsat 1
Landsat 3		March 5, 1978	March 31, 1983	5 years and 26 days	Nearly identical copy of Landsat 1 and Landsat 2
Landsat 4		July 16, 1982	December 14, 1993	11 years, 4 months and 28 days	
Landsat 5		March 1, 1984	June 5, 2013 ^[1]	29 years, 3 months and 4 days	Nearly identical copy of Landsat 4. Longest Earth-observing satellite mission in history.
Landsat 6		October 5, 1993	October 5, 1993	0 days	Failed to reach orbit.
Landsat 7		April 15, 1999	Still active	15 years, 7 months and 23 days	Operating with scan line corrector disabled since May 2003. ^[2]
Landsat 8		February 11, 2013	Still active	1 year, 9 months and 27 days	Originally named Landsat Data Continuity Mission from launch until May 30, 2013, when NASA operations were turned over to USGS. ^[3]



Yer gözlem amaçlı algılama sistemleri

■ Landsat

- ABD'nin NASA (National Aeronautical and Space Administration)
- teşkili tarafından 1972 yılında başlatılan bir programla, yer gözlem amaçlı Landsat-1, 2, 3 uyduları uzaya gönderilmiştir
- Bu uydular ömürlerini doldurduğundan yerlerini Landsat- 4, 5 ve 7 uyduları almıştır
- Landsat 4 ve 5 uyduları; "Multispectral Scanner:MSS" ve "Thematic Mapper: TM" algılama sistemlerini taşımaktadır
- 1999 yılında hizmete giren Landsat 7 uydusu ise, ek olarak "Enhanced Thematic Mapper: ETM" algılama sistemini taşımaktadır
- Genel olarak MSS görüntüleri; bitki tiplerinin ayırımı, sağlıklı bitkileri belirleme, toprağın nemi, kar, bulut ve buzun ayırımı ve kaya tiplerinin belirlenmesinde kullanılmaktadırlar
- TM görüntüleri ise; yukarıda belirtilen kullanım alanlarının sınıflandırılması ve değişikliklerin ortaya çıkarılmasını sağlamaktadırlar
- LANDSAT uydusu tekrarlı, güneşe senkronize, kutupsal yörüngeye sahiptir. Bu özellikleri sayesinde 81 °N and 81°S arasında görüntü alımı gerçekleştirirler
- LANDSAT 1 - 3 uyduları için revisit-cycle (tekrar süresi) 18 gündür, ve LANDSAT 4 & 5 için 16 gündür
- LANDSAT 7 Geliştirilmiş Thematic Mapper Tarayıcısı algılama sistemi bulunmaktadır ve ek olarak 15m çözünürlüğe sahip pankromatik band (0.50- 0.90µm) eklenmiştir



Yer gözlem amaçlı algılama sistemleri

■ Landsat

Çözünürlük		LANDSAT 4-5 MSS	LANDSAT 4-5 TM	LANDSAT 7
(Spatial Resolution)		PAN: 30 m. MS: 79 m.	28.5m.	PAN: 15 m. MS: 30-60 m.
(Spectral Resolution)		0.50-1.10	0.45-12.50	0.45-12.50
(Radiometric Resolution)		6 Bit	8 Bit	8 Bit
(Temporal Resolution)		16 Gün	16 Gün	16 Gün
TARAMA GENİŞLİĞİ (Swath)		185 x170 Km.	185 x170 Km.	185 Km.
YÖRÜNGE YÜKSEKLİĞİ (Km)		900 Km.	705 Km.	705 Km.
BANDLAR	DALGA UZUNLUĞU (µm)	KULLANIMI ALANLARI		
LANDSAT 4-5 MSS				
Band1: Yeşil	0.50-0.60	Sağlıklı bitkiler ve su havzalarını belirleme		
Band2: Kırmızı	0.60-0.70	Bitkileri ayırma, toprak ve jeolojik sınırları kararlaştırma		
Band3: Yakın IR	0.70-0.80	Ürün rekolte tahmini ve toprak/ürün ve arazi/su tasnifi		
Band4: Yakın IR	0.80-1.10	Bitkileri gözleme ve pusa nüfuz etme		
LANDSAT 4-5 TM				
Band1: Mavi	0.45-0.52	Toprak/bitki ayırımı, Bathymetry/sahil haritalığı, kültürel / iskan özelliklerini tesbit		
Band2: Yeşil	0.52-0.60	Yeşil bitkileri haritalama ve kültürel / iskan özelliklerini tesbit		
Band3: Kırmızı	0.63-0.69	Bitki türlerini ayırmak ve toprak/ürün ve arazi/su tasnifi		
Band4: Yakın IR	0.76-0.90	Canlı ve sağlıklı bitki miktarı, toprak/ürün ve arazi/su tasnifi		
Band5: Orta IR	1.55-1.75	Bitki ve topraktaki nem, kar, buz ve bulutlu sahaları ayırma		
Band6: Termal IR	10.40-12.50	Bitki ve sağlıklı ürünleri ayırma, hasarat ilacı uygulama, ısı yoğunluğu ve termal kirlenme		
Band7: Orta IR	2.08-2.35	Jeolojik kaya tiplerini ve toprak sınırlarını ayırmak, torak ve bitkilerdeki rutubeti belirlemek		
LANDSAT 7				
Band1: Mavi	0.45-0.515	Landsat 4 ve 5 kapsamındaki MSS ve TM bandlarının uygulandığı alanlarda kullanılır.		
Band2: Yeşil	0.525-0.605			
Band3: Kırmızı	0.63-0.69			
Band4: Yakın IR	0.75-0.90			
Band5: Orta IR	1.55-1.75			
Band6: Termal IR	10.40-12.50			
Band7: Orta IR	2.08-2.35			
PAN	0.52-0.90			



Yer gözlem amaçlı algılama sistemleri

■ Landsat

- LANDSAT 8 uydusunda Operational Land Imager (OLI) ve the Thermal InfraRed Sensor (TIRS) iki farklı algılama sistemi mevcuttur
- Planned parameters for Landsat 8 standard products
- Product type: Level 1T (terrain corrected)
- Output format: GeoTIFF
- Pixel size: 15 meters/30 meters/100 meters (panchromatic/multispectral/thermal)
- Map projection: UTM (Polar Stereographic for Antarctica)
- Datum: WGS 84
- Orientation: North-up (map)
- Resampling: Cubic convolution
- Accuracy:
- OLI: 12 meters circular error, 90-percent confidence
- TIRS: 41 meters circular error, 90-percent confidence

Spectral Band	Wavelength	Resolution
Band 10 - Long Wavelength Infrared	10.30 - 11.30 µm	100 m
Band 11 - Long Wavelength Infrared	11.50 - 12.50 µm	100 m

TIRS Spectral Bands [14]

Spectral Band	Wavelength	Resolution
Band 1 - Coastal / Aerosol	0.433 - 0.453 µm	30 m
Band 2 - Blue	0.450 - 0.515 µm	30 m
Band 3 - Green	0.525 - 0.600 µm	30 m
Band 4 - Red	0.630 - 0.680 µm	30 m
Band 5 - Near Infrared	0.845 - 0.885 µm	30 m
Band 6 - Short Wavelength Infrared	1.560 - 1.660 µm	30 m
Band 7 - Short Wavelength Infrared	2.100 - 2.300 µm	30 m
Band 8 - Panchromatic	0.500 - 0.680 µm	15 m
Band 9 - Cirrus	1.360 - 1.390 µm	30 m

OLI Spectral Bands [14]