

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Uzaktan Algılama.....	1
1.2. Uzaktan Algılama’ da Uyduların Kullanım Amaçları.....	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve METOD.....	12
3.1.Uydu Fiziği.....	12
3.2.Uydular.....	13
3.3.Uydu Yörüngeleri.....	14
3.3.1.Sabit Yörüngeli Uydular.....	15
3.3.2.Kutupsal Yörüngeli Uydular.....	19
3.4.Uydu Tipleri.....	21
3.4.1.Astronomi Uyduları.....	21
3.4.2.Uzay Araştırma Uyduları.....	22
3.4.3.Haberleşme Uyduları.....	22
3.4.4.Uzaktan Algılama Uyduları.....	22
3.4.5.Meteorolojik Uyduları.....	22
3.4.6.Keşif (Casus) Uyduları.....	23
3.4.7. Atmosfer Araştırma Uyduları.....	23
3.4.8. Seyir Uyduları.....	23
3.4.9. Arama Kurtarma Uyduları.....	24
3.5. Meteorolojik Uydular.....	24
3.5.1.GMS.....	24
3.5.2. GOES.....	25

3.5.Meteorolojik Uydular	24
3.5.1.GMS.....	24
3.5.2. GOES.....	25
3.5.3. LANDSAT.....	27
3.5.4.MSG.....	33
3.5.5.NOAA.....	36
3.5.6.SPOT.....	38
3.6.3.5.7.TIROS.....	45
Yer Gözlem Uyduları.....	46
3.6.1. ADEOS.....	47
3.6.2. ALOS	51
3.6.3. CBERS.....	51
3.6.4. ENVISAT.....	54
3.6.5. EROS.....	54
3.6.6. ERS.....	55
3.6.7. IKONOS.....	56
3.6.8. JERS.....	58
3.6.9. QUICKBIRD.....	59
3.7.3.6.10. TERRA.....	63
Bilimsel Uydular.....	63
3.7.1. AXAF.....	64
3.7.2. BİLSAT.....	68
3.7.3. CASSINI-HUYGENS UZAY ARACI.....	69
3.7.4. CHANDRA UZAY TELESKOPLARI.....	69
3.7.5. COBE.....	70
3.7.6. HIPPARCOS.....	70
3.7.7. HUBBLE UZAY TELESKOBU.....	72
3.7.8. IRAS.....	72
3.7.9. ISO.....	72
3.7.10. IUE.....	73
3.7.11. JAMES WEBB TELESKOBU.....	73
3.7.12. SIRFT.....	73
3.7.13. SOHO.....	73
3.7.14. SPITZER TELESKOBU.....	74
3.7.15. SWIFT.....	74
3.7.16. UHURU.....	75
3.7.17. ULYSSES.....	75

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	90
5. SONUÇLARVE	95
ÖNERİLER....	
KAYNAKLAR.....	96
.....	
ÖZGEÇMİŞ.....	98
.....	
EKLER.....	99
.....	

	SAYFA
ŞEKİLLER DİZİNİ	
Şekil 3.1. Sabit yörüngeli uydu şeması.....	16
Şekil 3.2 METEOSAT visible full-disk görüntüsü	18
Şekil 3.3 METEOSAT IR full disk görüntüsü.....	18
Şekil 3.4 Sabit yörüngeli uyduların kaplama alanı	19
Şekil 3.5 Dört sabit yörüngeli meteorolojik uyduların görüntüleme planları.....	19
Şekil 3.6. Kutupsal yörüngeli uyduların dünyayı kutuplardan taraması	20
Şekil 3.7. Sabit ve kutupsal yörüngeli uydular.....	21
Şekil 3.8. NOAA uydusu.....	36
Şekil 3.9. SPOT-5 uydusu.....	39

Şekil 3.10. SPOT-2 uydusu.....	40
Şekil 3.11. SPOT-4 uydusu.....	41
Şekil 3.12. ALOS verileriyle elde edilen topoğrafik harita.....	48
Şekil 3.13. JERS-1 uydusu tarafından alınan Tokyo görüntüsü.....	48
Şekil 3.14. Hanshin-awaji depremindeki katmanların hareketi.....	49
Şekil 3.15. Kuzey Çin’ de bulunan petrol tarlası.....	50
Şekil 3.16. PRISM algılayıcısı.....	50
Şekil 3.17. ERS-1 uydusu.....	54
Şekil 3.18. IKONOS uydusu.....	55
Şekil 3.19. QUICKBIRD uydusu.....	58
Şekil 3.20. TERRA uydusu.....	59
Şekil 3.21. Çoban	65
Şekil 3.22. Gezgin	66
Şekil 3.23. TİTAN.....	69
Şekil 3.24. COBE uydusu.....	69
Şekil 3.25. RADARSAT uydusu.....	78
Şekil 3.26. LANDSAT uydusu tarafından alınan Ocak 2000 Adana uydu görüntüsü.....	80
Şekil 3.27. LANDSAT uydusu tarafından alınan 2002 Adana görüntüsü	81
Şekil 3.28. QUICKBIRD uydusu tarafından alınan Çukurova Üniversitesi uydu görüntüsü.....	82
Şekil 3.29. Erdas programında alan belirleme.....	83
Şekil 3.30. Erdas programında seçilen alanın kaydedilmesi.....	83
Şekil 3.31. Erdas programı kullanılarak kesilen QUICKBIRD görüntüsü.....	84
Şekil 3.32. Eğitimsiz sınıflandırma.....	85
Şekil 3.33. Eğitimsiz sınıflandırma uygulanmış QUICKBIRD uydusu Çukurova Üniversitesi görüntüsü.....	86
Şekil 3.34. Eğitimli sınıflandırmada alanların belirlenmesi.....	87
Şekil 3.35. Eğitimli sınıflandırma.....	87
Şekil 3.36. Eğitimli sınıflandırmada görüntünün kaydedilmesi.....	88

Şekil 3.37. Eğitimli sınıflandırma uygulanmış QUICKBIRD uydusu	89
--	----

Çukurova Üniversitesi görüntüsü.....

Şekil 4.1. 4 Ağustos 2004 tarihli Çukurova Üniversitesi QUICKBIRD uydusu görüntüsü üzerinde uygulanan Eğitimsiz Sınıflandırma.....	91
--	----

Sınıflandırma.....

Şekil 4.2. Eğitimli Sınıflandırmada belirlenen sınıflar.....	92
--	----

Şekil 4.3. 4 Ağustos 2004 tarihli Çukurova Üniversitesi QUICKBIRD uydusu görüntüsü üzerinde uygulanan Eğitimli Sınıflandırma.....	93
---	----

Sınıflandırma.....

TABLolar DİZİNİ

SAYFA

Tablo 3.1. GMS uydusunun teknik özellikleri.....	24
Tablo 3.2. GOES uydusunun özellikleri.....	25
Tablo 3.3. GOES uydularının durumu.....	26
Tablo 3.4. LANDSAT uydusunun teknik özellikler.....	28
Tablo 3.5. LANDSAT TM bantları ve kullanım alanları.....	28
Tablo 3.6. LANDSAT-4 uydusunun teknik özellikleri.....	29
Tablo 3.7. LANDSAT-5 uydusunun teknik özellikleri.....	29
Tablo 3.8. MSS' in görüntüleme özellikleri.....	30
Tablo 3.9. TM bantlarının görüntüleme özellikleri.....	31
Tablo3.10. LANDSAT-7 uydusunun teknik özellikleri.....	32
Tablo3.11. TM+' nın teknik özellikleri.....	32
Tablo3.12. SEVIRI' nin teknik özellikleri.....	35
Tablo3.13. MOP/MTP ile MSG' nin karşılaştırılması.....	35
Tablo3.14. NOAA-11 uydusunun teknik özellikleri.....	37
Tablo3.15. NOAA-14 uydusunun teknik özellikleri.....	37
Tablo3.16. AVHRR' ın teknik özellikleri.....	38
Tablo3.17. SPOT-2 uydusunun teknik özellikleri.....	40
Tablo3.18. SPOT-4 uydusunun teknik özellikleri.....	41

Tablo3.19. SPOT uydularının teknik özellikleri.....	42
Tablo3.20. SPOT uydusunda yer alan yüksek çözünürlüklü cihazların teknik özellikleri	42
Tablo3.21. SPOT uydularındaki bitki örtüsünün tespitinde kullanılan cihazların teknik özellikleri.....	43
Tablo3.22. ENVISAT uydusunun teknik özellikleri.....	53
Tablo3.23. ASAR’ ın görüntüleme özellikleri.....	53
Tablo3.24. MERIS’ ın görüntüleme özellikleri.....	53
Tablo3.25. ERS-1’ in teknik özellikleri.....	54
Tablo3.26. SAR’ ın görüntüleme özellikleri.....	55
Tablo3.27. IKONOS uydusunun teknik özellikleri.....	56
Tablo3.28. SAR’ ın görüntüleme özellikleri.....	57
Tablo3.29. OPS’ nin görüntüleme özellikleri.....	57
Tablo3.30. QUICKBIRD uydusunun teknik özellikleri.....	59
Tablo3.31. MSS ve PAN’ ın görüntüleme özellikleri.....	59
Tablo3.32. TERRA uydusunun teknik özellikleri.....	60
Tablo3.33. ASTER’ in görüntüleme özellikleri.....	61
Tablo3.34. MODIS’ ın görüntüleme özellikleri.....	62
Tablo3.35. BİLSAT-1’ in teknik özellikleri.....	65
Tablo3.36. Çoban’ ın görüntüleme özellikleri.....	66
Tablo3.37. INSAT uydusunun teknik özellikleri.....	76
Tablo3.38. IRS uydusunun teknik özellikleri.....	77
Tablo3.39. Pankromatik Algılayıcının görüntüleme özellikleri.....	77
Tablo3.40. LISS-3’ ün görüntüleme özellikleri.....	77
Tablo3.41. WIFS’ ın görüntüleme özellikleri.....	78
Tablo3.42. RADARSAT uydusunun teknik özellikleri.....	79
Tablo3.43. SAR’ ın görüntüleme özellikleri.....	79
Tablo3.44. RESURS-01-3’ ün teknik özellikleri.....	80

1.GİRİŞ

1.1.Uzaktan Algılama

Canlı ve cansız varlıkların belirli bir etkileşim ve denge içerisinde bir arada bulunduğu ortama çevre diyoruz. İnsanlar varoldukları günden beri kendilerinin de içerisinde yer aldığı çevreyi oluşturan bireylerle sürekli etkileşim içinde olmuşlardır. Bunun nedeni, insanların yaşamları için gereksinim duydukları temel materyallerin bir çoğunu doğrudan doğal çevreden sağlamalarıdır. Son yıllarda doğal kaynakların araştırılması amacıyla geliştirilen teknolojiler sürekli ve yeni bilgilerin elde edilmesi doğrultusunda biçimlenmektedir. Doğal çevre içerisinde ilişkilerin önemli bir bölümünün dinamik nitelikte olması, bunların davranışlarını gözleyebilmek için sürekli olarak yeni bilgiler ve verilerin elde edilmesine büyük önem kazandırmaktadır. Çağımızın başta gelen sorunlarından çevre kirliliğinin son derece değişken yapıda olması ise seri ve sürekli bilgi akışına olan ihtiyacı artırmıştır. Havacılık ve uzay teknolojilerindeki gelişmelerin, bu sorunların çözümü için yeni ufuklar açması “Uzaktan Algılama” (Remote Sensing) adı verilen yöntemle havadan ve uzaydan elde edilen görüntülerin yorumlanması sonucu yeni ve sürekli bilgi üretimine olanak sağlamıştır.

Uzaktan algılama, objelerle fiziksel değişimde bulunmaksızın herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle o objeler hakkında bilgi edinme bilim sanatıdır. Bu ölçümler özellikle objelerin elektromanyetik spektrum içerisindeki davranışlarının konumsal ve yıl içinde özelliklerindeki değişime dayanmaktadır.

Uzaktan algılama yeni gelişmeye başlayan bir bilim dalıdır. Bu bilim dalında atmosfer, hidrosfer ve litosferin özelliklerinin tanımlanması, yeryüzünün doğal ve kültürel yapısının haritalanması çok bantlı kamera (multispectral camera), ısısal (thermal sensor) ve radar algılayıcıların (radar sensor) kullanılmasıyla yapılmaktadır. Yeryüzü kaynakları teknoloji uydusu LANDSAT-1’ in 1972 yılında fırlatılması, bunu takiben LANDSAT-TM serisinin gönderilmesi, NOAA, SPOT ve ERS-1 gibi uydu programlarının gerçekleştirilmesinden sonra uzaktan algılama yöntemleri ile yeryüzünün incelenmesi ve izlenmesinde yeni ufuklar açılmıştır.

Tarihe bakıldığında uzaktan algılamanın sanıldığı kadar yeni bir teknik olmadığı görülür. Elde edilen verilere göre 2000 yıl önce Roma devri Britanyası’ nda demir madenlerinin yerlerini bulmak amacıyla kış ayları karlı günlerde yüksek tepelere çıkılarak karların önce eridiği bölgelerin gözlemlendiği belirtilmektedir. İnsanlar ilk gerçek ölçümleri kültür ve uygarlıkların gelişimi ile birlikte gerçekleştirmişlerdir. Nil nehri su seviyesinin kaydedildiği Nilometre ölçüm gereçleri bunun örnekleri arasındadır.

1.2.Uzaktan Algılama’ da Uyduların Kullanım Amaçları

Uzaktan algılamanın en önemli veri kaynağını uzay fotoğrafları ve uydular oluşturmaktadır. Uydular büyük bölgelerin çok daha kısa zamanda incelenmesine olanak sağlamaktadırlar. Uyduları insanlı uydular ve otomatik uydular olmak üzere iki

ana başlık altında toplamak mümkündür. İnsanlı uydular büyük boyutlara sahip olduklarından elektromanyetik tayfin tüm bölgeleri için yapılmış bir ölçüm sistemini kolaylıkla taşıyabilmekte ve daha hassas ölçüm yapabilmektedirler. Buna karşılık insanlı uyduların kısa süreli çalışmaları ve bu nedenle seçilen hedef üzerinde az sayıda gözlem yapabilmeleri gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Fax Talbot tarafından fotoğrafın keşfi uzaktan algılama alanında yeni bir çağ açmış ve böylece insanın çevresini devamlı olarak incelemesine olanak veren teknik bir araç ortaya konulmuştur. Bilinen ilk hava fotoğrafı Fransa' nın Bieyre kentine ait olup, Gaspard F.Tournachon isimli Parisli bir fotoğrafçı tarafından 1858 yılında 80 metre yükseklikteki balondan çekilmiştir. Elde mevcut en eski hava fotoğrafı ise 1860 yılında James W. Black' ın 365 metre yüksekliğindeki balondan çektiği Boston şehridir. Uçurtmadan çekilen ilk hava fotoğrafı İngiliz meteorolojist E.D. Archibald' a aittir. G.R. Lawrence' nin büyük bir deprem ve yangın sonrası San Francisco şehrini görüntüleyen hava fotoğrafı uçurtma fotoğrafçılığının en ilginç olanlarından birisidir.(Önder, 1990)

Dünyanın ilk uydusu 1957 yılında Sovyetler Birliği (SSCB) tarafından fırlatılmış olan SPUTNİK' tir. Bu uydunun uzaya gönderilmesi uzaktan algılama çalışmalarında yeni bir dönemi başlatmıştır. Yerin uzaydan otomatik fotoğraf makineleri ile fotoğraflarını çeken ilk insansız uydu 1959 yılında ABD tarafından uzaya gönderilen EXPLORER-6 uydusudur.

Özellikle 1960 yılı aktif platform ve algılama düzeneklerinin geliştiği yeni bir dönem olmuştur. Bu dönemde ilk meteorolojik uydunun gönderilmesi, balon ve uçak gibi geleneksel uzaktan algılama tekniklerini geri planda bırakan yeni bir dönemi başlatmıştır. Aynı yıllarda uzayın keşfedilmesi büyük bir hızla devam ederken Avrupa ülkeleri bu konuda bireysel çalışmalar yerine işbirliği programlarının gelişmesine ağırlık vermişler ve 1972 yılında Avrupa Uzay Ajansı (ESA) adı verilen yeni bir organizasyonun oluşturulmasını kararlaştırmışlardır. Bu dönemde NASA (The American National Aeronautic and Space Administrator) tarafından ilk alçak yörüngeli otomatik yeryüzü inceleme uydusu ERTS-1 (Yeryüzü Kaynakları Teknoloji Uydusu) 1972 yılında uzaya gönderilmiş ve uydu 905 km yükseklikten her gün 1010-1012 yeni sayısal veri göndermeye başlamıştır. Sonraları LANDSAT uydu serisi olarak adlandırılan program NASA tarafından uygulanmıştır. Ayrıca 1970 yılında NIMBUS, 1977 yılında METEOSAT-1, 1978 yılında da NOAA uydu seri programları atmosferik olayların incelenmesinde büyük olanaklar sağlamıştır.

Uyduların pek çok kullanım amacı vardır. Bunların başında dünya kaynaklarının incelenmesi, meteorolojik olayların takip edilmesi, haritalama ve yangın, deprem gibi doğal felaketlerin tespiti gelmektedir. Bu amaçla pek çok uydu fırlatılmıştır. Dünya kaynaklarının incelenmesi için LANDSAT uydularını, meteorolojik olayların incelenmesi için METEOSAT uydularını ve doğal felaketlerin incelenmesi içinse BİLSAT uydusunu bunlara örnek olarak verebiliriz.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Uzaktan algılama, cisimlerle fiziksel temasta bulunmaksızın herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle bilgi edinme bilim sanatıdır. Başka bir deyişle uzaktan algılama, elektromanyetik spektrumun mor ötesi ışınlarla mikrodalga ışınları arasındaki bölgelerde bulunan cisimlerin özelliklerini havadan ve uzaydan inceleme tekniğidir.

Ülkelerin ekonomik gelişmesi, doğal kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Gelişmiş ülkeler kaynaklarını verimli bir biçimde kullanırken geliştirmekte olan ülkeler doğal kaynaklarının niceliklerine ilişkin yeterli bilgiye sahip olmadıklarından ve doğal kaynaklarının yeterli biçimde haritalanmamış olması sebebiyle toprak ve su kaynakları, işlenen toprakların dağılımı, orman ve otlaklar ile madenlerin yerleri ve miktarları hakkında kesin verilere ulaşamamaktadırlar. Doğal çevrenin önemli bir bölümünün dinamik nitelikte olması bunların bir kez değil de sık sık takip edilmelerini gerektirmektedir. Bunu sağlamak için de, modern havacılık ve uzay teknolojilerinden yararlanılır. İşte uzaktan algılama sayesinde havadan ve uzaydan elde edilen görüntüler kolayca yorumlanabilmekte ve pek çok bilgiye kolaylıkla ve oldukça kısa sürede ulaşılabilir.

Hava fotoğrafları, fotogrametrik yöntemle harita yapımında kullanılmakla birlikte, çeşitli mühendislik çalışmaları ve özellikle fotointerpretasyon (foto-yorumlama) yöntemi ile doğal kaynakların bulunmasında kullanılmakta ve böylece, uzaktan algılama yöntemlerinin en önemli verilerinden birini oluşturmaktadır. Uzaktan algılamanın bir diğer önemli veri kaynağı ise uzay fotoğrafları ve uydulardır.

Uzay fotoğrafçılığı insanoğlunun uzaya gitmesinden 10 yıl kadar önce, 1946 yılında başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı'nda Alman' lardan alınan V-2 roketlerinin bazıları 1946 yılında ABD' de uzayın bilinmeyenlerini incelemeye yarayacak bir takım gereçlerle donatılarak fırlatılmış ve dünyanın 105 km yükseklikten ilk kez resmi çekilmiştir. Ayrıca 1955 yılında Viking-12 roketi ile 244 km ve 1959 yılında

da Atlas roketi ile 1120 km yükseklikten ABD' nin bazı bölgelerinin fotoğrafları çekilebilmiştir.

Uydu meteorolojisi ilk meteorolojik uydu METSAT' ın uzaya fırlatılışı ile başlar. 1940'lı yılların sonlarında kamera taşıyan roketler alçak yörüngeli uçuşlarla uzaya fırlatılmıştır. Bu roketlerin göndermiş olduğu fotoğraflar 1950' li yılların başlarında havanın uzaydan gözlenebilmesinin mümkün olduğu konusunda ciddi bilimsel tartışmalara neden olmuştur (Wexler 1954). Özellikle U.S. Ordu Araştırma ve Sinyal Laboratuvarı ve Wisconsin Üniversitesi gibi önemli grupların da içinde bulunduğu birçok grup, meteorolojik uydu fırlatılması fikrini savunmaya devam etmiştir. Bu çalışmalar, Sovyetler Birliği'nin 4 Ekim 1957' de ilk dünya uydusu SPUTNİK-1' i başarılı bir şekilde uzaya göndermesinden sonra daha da yoğunlaşmıştır. İlk başarılı U.S. uydusu EXPLORER-1, bu tartışmalardan 123 gün sonra 31 Ocak 1958' de fırlatılmıştır.

Uzay uçuşları ve özellikle uydu meteorolojisi, Ulusal Havacılık ve Uzay Birliği NASA (National Aeronautics and Space Administration)' nın 1 Kasım 1958' de kurulması ile daha da önem kazanmıştır. 30 yıldan daha uzun bir süre NASA, sivil amaçlar için kullanılan bütün bilimsel amaçlı uyduların geliştirilmesine öncülük etmiştir.

Meteorolojik cihazlarla donatılan ve U.S. Ordu Araştırma ve Sinyal Laboratuvarı tarafından geliştirilen ilk uydu VANGUARD-2, 17 Şubat 1959' da fırlatılmıştır. Uydu bugünkü görüntüleme radyometrelerine çok benzer olan merceklerin arkasında bir çift fotosele sahipti. Bu sebeple uydu kendi yörüngesinde dönerken dünyanın görüntüsünü görünür kanaldan algılayıp göndermesi planlanmaktaydı. Ancak VANGUARD-2 kendi ekseninde salınarak verilerin kullanışsız hale gelmesine neden olan karmaşık ekran çizgileri oluşturdu.

7 Ağustos 1959' da ABD tarafından fırlatılan EXPLORER-6 meteorolojik ekipmana sahip ikinci uydudur. Bu uydu yerin uzaydan otomatik fotoğraf makineleri ile fotoğraflarını çeken ilk insansız uydu olma özelliğine de sahiptir. Yörüngeye başarılı bir şekilde oturtulan meteorolojik ekipmanlı ilk uydu 13 Ekim 1959'da gönderilen Soumi radyometresine sahip EXPLORER-7 uydusudur.

Tamamıyla meteorolojik amaçlı kullanılan ilk uydu olan TIROS-1 (Televizyon ve İnfrared Gözlemsel Uydusu) 1 Nisan 1960' da fırlatılmıştır. TIROS-1 yaklaşık 57 cm yükseklikte, 107 cm çapına sahip 120 kg kütleli bir uydudur. TIROS üzerinde görüntü oluşturan aygıt, standart televizyon kamerasında olan vidicon kamerasıdır. Daha sonra TIROS serisinden 9 uydu daha fırlatılmıştır; serinin en son uydusu olan TIROS-10 ise 2 Temmuz 1965 'de fırlatılmıştır. TIROS uyduları her bir dakikada yaklaşık 12 dönüş gerçekleştirmişlerdir. Fakat bu durum ilk sekiz TIROS uydusunda görüntüleme problemine neden olmuştur. Bu uydular üzerindeki vidicon kameralar uzay aracının alt kısmındadır; bu durum uyduların dönüş eksenine paralel oldukları ve bu yüzden de uzayda sabit bir konumda durmakta oldukları anlamına gelmektedir. Yeni Cartwheel Konfigürasyonuna sahip olan TIROS-922 ise Şubat 1965' de fırlatılmıştır. TIROS-922' nin dönüş eksenini yörüngeye dik olacak şekilde oturtulmuştur.

Deneyisel meteorolojik uyduların önemli serilerinden biri olan NIMBUS-1 28 Ağustos 1964' de fırlatılmıştır. NIMBUS-1 güneşle eşzamanlı ilk uydu olma özelliğine sahiptir. Yani uydu dünya üzerindeki herhangi bir noktadan her gün aynı zamanda geçmiştir.

Uydu meteorolojisindeki önemli gelişmelerden biri de 1960' ların ortalarında METSAT ağının sürekli hale gelmesi olmuştur. Bu sayede dünya üzerindeki bütün tropikal bölgeler tespit edilmiştir. 1966' larda U.S. METSAT' ların operasyonel serileri başlamıştır. Çevresel Bilim Hizmet Teşkilatı, 3 Şubat 1966' da ESSA-1 ile başlayıp 26 Şubat 1969' da ESSA-9' un fırlatılmasıyla bitmiş olan 9 adet uydu fırlatmıştır. Bunların her biri güneş ile eşzamanlı ve temel olarak TIROS-9' a benzemekteydiler. Bu seriden önceki uydular NIMBUS uyduları üzerinde bulunan gelişmiş vidicon kamera sistemlerine (AVCS = Advanced Vidicon Camera System) ve dünyaya anında yayın yapabilen Atp kameralarına sahiptiler.

16 Eylül 1966' da U.S. Hava Kuvvetleri (USAF) Savunma Amaçlı Uydu Programı' nın (DMSP) METSAT serisinden ilk uydusunu fırlatmıştır. Bu seri DMSP Blok-4 olarak adlandırılmıştır ve 7 uyduyu kapsamaktadır. Serinin son uydusu 23 Temmuz 1969' da fırlatılmıştır.

7 Aralık 1966' da uydu meteorolojisi, ilk Uygulama Teknoloji Uydusu ATS-1' in uzaya fırlatılışıyla yeni bir gelişme kaydetmiştir. Wisconsin Üniversitesi' nde Verner Suomi ve Robert Panent tarafından geliştirilen döner taramalı bulut kamerasını (Spin Scan Cloud Camera) taşıyan ATS-1, görünür ışıktaki yarıkürenin batısını görüntülemek için yere sabit bir yörüngeye yerleştirilmiştir. 5 Kasım 1967' de fırlatılan ATS-3 dünyanın renkli görüntülerini oluşturmak için kullanan çok renkli döner tarayıcı bulut kamerası (Multicolour Spin Scan Cloud Camera) taşıyan ilk uydudur.

1969' da Sovyetler Birliği tarafından operasyonel METSAT' ların üçüncü serisi başlatılmıştır. Bu serinin ilk uydusu olan METEOR-1 26 Mart 1969' da, serinin 31. uydusu da 10 Temmuz 1981' de fırlatılmıştır. 14 Nisan 1969' da atmosferik sondajların uzaydan teminini sağlamak için dizayn edilmiş iki parçayı taşıyan NIMBUS-3 uydusu fırlatılmıştır.

U.S. operasyonel METSAT' ların ikinci serisi 23 Ocak 1970' de gelişmiş TIROS operasyonel sistemi (ITOS) olarak da adlandırılan TIROS-M' in uzaya fırlatılmasıyla başlamıştır. NOAA-1'den NOAA-5'e kadar olan ve güneşle eşzamanlı yörüngelerde hareket eden uydular bu seriyi tamamlamıştır.

Uzayda uzun bir süre kullanılan ilk kızılötesi alet Backscatter Ultraviolet (BUV)' dir. Bu alet NIMBUS-4

uydusu üzerinde 8 Nisan 1970' de fırlatılmış ve yaklaşık 10 yıl boyunca ozon ölçümü yapmıştır.

Dış görünüş olarak NIMBUS uydularına benzeyen LANDSAT serisi uzaktan algılama için dizayn edilmiş uydulardır. Algılayıcıları yüksek çözünürlüğe sahiptirler ve ilk uydudaki görüntülerde 80 m olan çözünürlük son uyduda 30 m' ye kadar düşmüştür. Aynı zamanda Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusu (Earth Resources Technology Satellite = ERTS) olarak da adlandırılan LANDSAT-1, 23 Temmuz 1972' de yer kaynaklarının araştırılması ve yeryüzünün incelenmesi amacıyla ABD tarafından fırlatılmıştır. LANDSAT-1' in radyometrelerinin iki yıl sonra bozulması sebebiyle LANDSAT-2, 1978' de LANDSAT-3, 1982' de LANDSAT-4 ve 1985' de ise LANDSAT-5 uzaya gönderilmiştir. LANDSAT verileri, meteorolojide küçük bulutları ve havayı etkileyebilen yüzey özelliklerini incelemek üzere kullanılmıştır.

Yarı operasyonel sabit yörüngeli METSAT' ların ilk olarak 17 Mayıs 1974' de Senkronize Meteorolojik Uydu' nun (SMS-1) fırlatılması ile başlamıştır. 6 Şubat 1975' de ise SMS-2 uydusu fırlatılmıştır. Bunlar ilk Veri Toplama Platformu' na (DCP) sahip uydulardır ve meteorolojik veriler yer alıcı sisteme uydular tarafından gönderilmiştir. SMS ve bunu takip eden GOES uyduları ise kızılötesi radyometreye sahiptir. SMS-1 27 Haziran 1974' den itibaren kesintisiz bir şekilde 24 saat boyunca Batı yarıkürenin büyük bir bölümünün uzaydan görüntülenmesine olanak sağlamıştır.

11 Eylül 1976' da USAF' in DMSP Blok 5D serisi başlamıştır. İlk Blok 5D ekipmanı Operasyonel Çizgi Ekranlama Sistemiydi (OLS). OLS' in kısa dalga algılayıcısı geniş bir geçiş bandına ve bu sayede algılayıcı ay ışığında birtakım görüntüleri toplayabilmek için yeterli radyasyonu sağlama ve geceleri şehir ışıklarında hassasiyet gösterebilme özelliğine sahipti. Operasyonel Sovyet METSAT' ların ikinci serisi 11 Temmuz 1975' de METEOR 21' in fırlatılışı ile başlamış ve bu seride 18 uydu fırlatılmıştır.

İlk gerçek operasyonel sabit yörüngeli METSAT olan Sabit Yörüngeli Operasyonel Çevresel Uydu-1 (GOES-1) 16 Ekim 1975' de fırlatılmıştır. Daha sonra fırlatılan GOES-2 ve GOES-3 uyduları da GOES-1 uydusuna benzemektedir. Japonya' ya ait olan Japon Sabit Yörüngeli Meteoroloji Uydusu (GMS-1) 140° Doğu boylamına yerleştirilmiştir. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından fırlatılan METEOSAT-1 ise başlangıç meridyenine yerleştirilmiştir. Ayrıca 1978' li yıllarda Fransız hükümeti SPOT (Systeme Pour l' Observation de la Terre) programını geliştirmeye karar vermiş ve kısa zaman sonra İsveç ve Belçika hükümetleri de SPOT' un ilk serisinin fırlatılması projesine katılmışlardır. Bu başlangıçtan sonra, SPOT' un nitelik olarak deneylerden çok ticari amaçla kullanılmasına karar verilmiştir. SPOT uydusunun yapımı Fransız CNES (Centre National d' Etudes Spatiales) şirketi tarafından gerçekleştirilmiştir. SPOT uydusu 20' den fazla ülkede bulunan yer alıcı istasyonları ve veri dağıtım noktalarıyla geniş ölçekli bir program olma özelliğine sahip olmuştur. Bu programın ilk uydusu olan SPOT-1 21 Şubat 1986 tarihinde Ariana isimli uzay aracı ile Fransa Guina' da bulunan Kourou Launch Range bölgesinden fırlatılmıştır. Bu uydu dünya kaynaklı uydular içerisinde ilk olarak düzenli bir algılayıcı ve tarayıcıyla donatılan uydu olduğundan uzaysal uzaktan algılama için yeni bir dönem başlatmıştır. SPOT-1 uydusu 31 Aralık 1990 tarihine kadar çalıştıktan sonra geri çekilmiştir. SPOT-2 uydusu 21 Ocak 1990, SPOT-3 25 Eylül 1993, SPOT-4 ise 23 Mart 1998 tarihinde fırlatılmıştır. İlk üç SPOT uydusu benzer yörüngelere ve algılayıcı sisteme sahiptirler. SPOT uyduları ;

- Otoyol, devlet yolu, demiryolu ve boru hattı koridor seçimleri, sulama, baraj, madencilik ve ormancılık ön etütlerinde,
- Stereo uydu görüntülerinden etüt haritaları ve 3 boyutlu sayısal arazi modellerinin hazırlanmasında,

- Deniz ve kıyı kirliliği etütlerinde, uydu görüntülerinden işlenip uygun filtrelemeler yapılarak kirlilik haritalarının çıkartılmasında,
- Tarımsal amaçlı, arazi kullanım ve toprak haritalarının etüdünde,
- Orman kaynaklarının ön envanterlerinin yapımı ve haritalanmasında, ayrıca orman yangınlarının yaptığı hasarların tespitinde ve görüntülerin işlenmesi ve haritalandırılmasında,
- Maden aramalarında, jeolojik etütlerin yapımında, yer çalışmalarını süre ve maliyet açısından en aza indirmek amacıyla kullanılmıştır.

O dönemde meteorolojik uydular konusunda oldukça aktif olan Hindistan tarafından iki kutupsal yörüngeli uydu fırlatılmıştır. Bunlar, 7 Haziran 1979’ da fırlatılan BHASKARA-1 ve 20 Kasım 1981’ de fırlatılan BHASKARA-2’dir. Ayrıca 31 Ağustos 1983’de INSAT 1B uydusu da fırlatılmıştır.

9 Eylül 1980’ de GOES uydularının ikinci serisinin ilki olan GOES-4 fırlatılmıştır. İklimle ilgili araştırmalar yapmak amacıyla gönderilen ilk uydu olan Dünya Radyasyon Bütçesi Uydusu (ERBS) Challenger Uzay Mekiği’ nden 5 Ekim 1984 tarihinde fırlatılmıştır. Bu uydu iki parçadan oluşmaktadır; bunlar Dünya Radyasyon Bütçe Deneyi, Stratosferik Aerosol ve Gaz Deneyi-II (SAGE-II)’ dir. ERBS uydu ölçümlerinin bütün yerel saatlerde geçerli olması için güneşle eşzamanlı olmayan bir yörüngeye oturtulmuştur.

İlk uzaktan algılama uyduları ERS-1 ve ERS-2 ESA tarafından fırlatılmıştır. ERS-1 17 Temmuz 1991, ERS-2 ise 21 Nisan 1995 yılında fırlatılmıştır. Benzer özelliklere sahip ERS-1 ve ERS-2’ nin üç yıl çalışması planlanmıştır. ALMAZ-1 ise Sovyetler Birliği’ne ait bir uydudur ve 31 Mart 1991 yılında fırlatılmıştır. Bu uydu yaklaşık 18 ay çalıştıktan sonra görevini tamamlamıştır.

Japon Uzay Ajansı tarafından 11 Şubat 1992 tarihinde JERS-1 uydusu fırlatılmış ve bu uydu 12 Ekim 1998’e kadar çalışmasına devam etmiştir. Kanada’ nın ilk uzaktan algılama uydusu olan RADARSAT-1 28 Kasım 1995 yılında fırlatılmıştır. RADARSAT-1 Kanada Uzay Ajansı’yla Amerika ortak yapımı bir uydudur ve 5 yıllık bir yaşam süresi planlanarak üretilmiştir. Bunu takip eden süre içerisinde 2001 yılında fırlatılan RADARSAT-2 uydusu hala çalışmasına devam etmektedir. Ayrıca 1995 yılında Hindistan tarafından IRS-1C uydusu, 29 Eylül 1997 tarihinde IRS-1C ile aynı özelliğe sahip olan IRS-1D ve 17 Ağustos 1996 yılında Japonya tarafından ADEOS (Advanced Earth Observing Satellite) uyduları fırlatılmıştır. Daha önce 27 Nisan 1999 tarihinde fırlatılan fakat yörüngeye oturtulamayan IKONOS uydusu 24 Eylül 1999 tarihinde tekrar fırlatılmıştır. Yüksek çözünürlüğe sahip ilk yer gözlem uydusu QUICKBIRD, 18 Ekim 2001 tarihinde fırlatılmıştır.

Geçtiğimiz yıllar içerisinde meteorolojik uyduların yanında pek çok bilimsel amaçlı uydu da fırlatılmıştır. Bilimsel amaçlı uydu fırlatma projesi 1968 – 1983 yılları arasında ESA’ nın bilim programı ile başlamıştır. Bu program kapsamında görevini tamamlamış 11, halen etkin durumda bulunan 5 bilimsel uydu bulunmaktadır. Bunlardan ilki 1978’ de NASA ile ortak olarak fırlatılan ve 10.000 gökcismini inceleyen IUE (International Ultraviolet Explorer) uydusudur. Avrupa’nın en çok bilinen uzay aracı GIOTTO Halley kuyruklu yıldızını incelemiştir. Tek astronomi uydusu olan HIPPARCOS, 1989 yılında astrofizik çalışmaları için gökyüzündeki tüm yıldızların kataloğunu oluşturmak amacıyla fırlatılmıştır. HIPPARCOS, 120.000 yıldızın 2-4 miliark-saniye hassasiyetle ölçtüğü konum ve parlaklıkları hakkında oldukça fazla veri toplamıştır. 1990’da

fırlatılan ULYSSES, Güneş kutbu üzerinde şimdiye dek keşfedilmemiş bölgelerdeki parçacıkları ve alanları gözlemek üzere eliptik düzleme dik bir yörüngeye oturtulmuştur. ISO (Infrared Space Obsevatory) şimdiye kadar yapılmamış olandan daha fazla hassasiyetle kızılötesi ışınlamaları gözlemlemiştir. Aralık 1995’ te fırlatılan SOHO (Solar Heliospheric Observatory) güneşin gizli bölümlerini incelemek için fırlatılmıştır.

1992 tarihinde Japonya tarafından fırlatılan COBE uydusu büyük patlamadan kalma mikrodalga fon ışınlamını incelemiştir. AXAF 1998 yılında gönderilmiş olan ve 2013 yılına kadar çalışması planlanan önemli bir X-ışını astrofizik uydusudur. Uzaydaki bu yeni uydu, yerküre çevresindeki yörüngesinde 1978 – 1981 yılları arsında dolanan Einstein X-ışını uydusunun yerini doldurmuştur. AXAF’ ın görevleri arasında süpernovaların yaydığı X-ışınlarını analiz etmek ve kara delik araştırmaları vardır. Büyük patlama olarak bilinen evrenin başlangıcının ardından tüm evrene yayılan ışınların fosil kalıntısı olarak kozmik mikrodalga fon ışınlamını üzerinde ayrıntılı ölçümler yapmak için WMAP uydusu 2001 yılında NASA tarafından fırlatılmıştır. TÜBİTAK Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü (BİLTEN) tarafından teknoloji transferi yöntemiyle İngiliz ve Türk mühendislerin ortak çalışması olarak tasarlanıp üretilen BİLSAT-1 27 Eylül 2003 tarihinde Rusya Federasyonu’ndaki Plesetsk askeri üssünden Cosmos-3 roketi ile fırlatılmıştır. Türkiye’nin ilk uzaktan algılama uydusu olan BİLSAT-1 129 kg ağırlığında 686 km yükseklikte dairesel, güneşle eş zamanlı ve ekvator düzlemine göre yaklaşık 98° eğimli bir yörüngede dönmektedir. NASA’ ya ait SPITZER Teleskopu 25 Ağustos 2003 tarihinde Florida- Cape Canaveral’ daki uzay üssünden yıldız oluşumlarını incelemek üzere fırlatılmıştır. Ayrıca teleskop Schwassmann-Wachmann 1 adlı kuyruklu yıldızın yakın fotoğrafını çekmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Uydu Fiziği

Dünya üzerindeki cisimler Newton Yasaları’ na göre hareket ederler. Dünya çevresindeki yörüngelerinde hareket eden Ay’ 1, gezegenleri ve uyduları bu tip cisimlere örnek olarak verebiliriz. M_{Sat} kütleli bir uydu, kütlesi $M_{Central}$ olan gezegen veya Güneş gibi bir merkez etrafında dönsün. Eğer uydu dairesel bir yörüngede hareket ediyorsa, uydu üzerine etki eden net merkezkaç kuvvet uydunun yörüngesine bağlı olarak

$$F_{net} = (M_{sat} \cdot V^2) / R \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilir. Uyduya etki eden bu net merkezkaç kuvvet uydunun merkez kütlesine doğru olan Gravitasyonel Kuvvet’ in bir sonucu olarak elde edilmiştir

$$F_{Grav} = (G \cdot M_{Sat} \cdot M_{Central}) / R^2 \quad (3.2)$$

Gravitasyonel Kuvvet Merkezkaç Kuvvet’ e eşit olduğunda;

$$(M_{Sat}.V^2)/R = (G.M_{Sat}.M_{Central})/R^2 \quad (3.3)$$

uydunun hızı;

$$V^2 = (G.M_{Central})/R \quad \text{veya} \quad V = \sqrt{(G.M_{Central})/R} \quad (3.4)$$

olarak bulunur. Bu formülde $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, $M_{Central}$ uydunun merkezindeki kütle ve R de uydunun yarıçapı olarak alınmaktadır. Benzer sonuç kullanılarak yörünge yarıçapı ve kütle cinsinden ifade edilen uydunun ivme denklemi bulunabilir.

$$\text{Uydunun ivme değeri konumu ne olursa olsun uydunun gravitasyonel ivmesine eşittir.} \quad g = (G.M_{Central})/R^2 \quad (3.5)$$

böylece, merkezi bir cisim etrafında dairesel yörüngede hareket eden bir uydunun ivmesi

$$a = G.M_{Central}/R^2 \quad (3.6)$$

şeklinde verilir. Burada $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, $M_{Central}$ uydu yörüngesindeki merkezi kütle ve R de uydunun yarıçapı olarak alınmaktadır.

Sonuçta, uydunun hareketini tanımlayabilmek için Kepler'in üçüncü yasasının Newton formu kullanılır. Gerekli ara işlemler yapıldıktan sonra denklem şu hale gelmektedir:

$$T^2 / R^3 = 4.\pi^2 / G.M_{Central} \quad (3.7)$$

burada T uydunun periyodu, R gezegenin merkezinden olan uzaklık, $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ olarak tanımlanır. Uydunun periyodunun, hızının ve ivmesinin kütlesine bağlı olmadığını gösteren aşağıda verilen üç denklem oldukça önemlidir.

$$V = \sqrt{G.M_{Central}}/R \quad a = G.M_{Central}/R^2 \quad T^2 / R^3 = 4.\pi^2 / G.M_{Central} \quad (3.8)$$

Bu üç denklemden de anlaşıldığı gibi dünya yörüngesinde hareket eden bir uydunun periyodu, hızı ve ivmesi uydunun kütlesine bağlı değildir. Kısacası dünya yörüngesinde hareket eden bir roketin kütlesi roket hareket ederken dünyaya doğru olan ivmesinden ve herhangi bir andaki hızından etkilenmez.

3.2. Uydular

Uydular; herhangi bir bölgeden gönderilen sinyalleri, üzerinde bulunan elektronik devrelerden geçirerek istenilen bölgelere değişik frekans bantları aralığında gönderen ileri teknoloji ile hazırlanmış cihazlardır. Uydular yeryüzüne gönderdikleri sinyalleri değişen oranlardaki sinyal seviyeleri ile gönderirler ki buna uyduların ayak izi denir.

Uydular hava olaylarını küresel olarak inceleme olanağı sağlayan, dünya çevresindeki yörüngelerinde hareket ederlerken, sensörleri (radyometre) tarafından kaydedilen verileri belli aralıklarla yer istasyonlarına gönderirler. Uyduların en önemli özelliklerinden birisi de yer gözlem istasyonlarının kurulamadığı ve böylece verilerin toplanamadığı okyanus, çöl, dağlık alanlar, kutupsal bölgeler gibi pek çok geniş alanlardan meteorolojik bilgilerin elde edilebilmesidir.

Tüm uyduların uzaktan algılama sistemleri cisimler tarafından yansıtılan ve cisimlerin vücut sıcaklığına bağlı olarak yaydıkları elektromanyetik radyasyonun, uzaya yerleştirilen platformlar yani uydular üzerinde bulunan radyometreler tarafından ölçülmesi (pasif algılama) ve radar (aktif algılama) sistemlerine dayanır. Bulutluluk, ozon miktarı ve konsantrasyonu, buzul alanlarının, atmosferik sıcaklık ve nem profillerinin, yağış miktarının tespiti, kara ve deniz yüzeyi sıcaklıklarının belirlenmesi pasif algılamaya; okyanus dalga boyu, dalga yüksekliklerinin ve deniz yüzeyi rüzgar hızı ve yönünün tespiti aktif algılamaya örnek olarak verilebilir. Meteorolojik amaçlı uydular (METEOSAT, GOES, GMS, NOAA vb.) pasif algılama yöntemini kullanırken, ERS-1 gibi yer gözlem uyduları aktif algılama yöntemini kullanmaktadırlar.

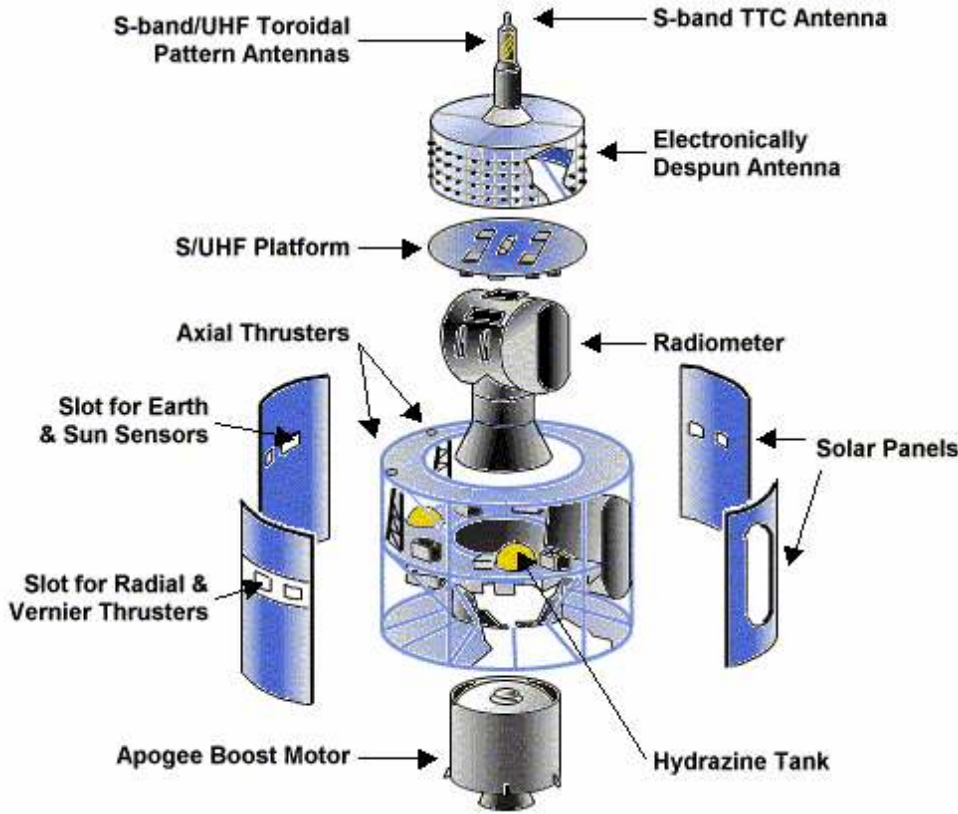
Uyduların enerji kaynakları güneştir. Uydu üzerinde bulunan güneş panelleri sayesinde enerji ihtiyacını karşılanmakta ve enerji depolama işlemi ise yine uydu üzerinde bulunan solar bataryalar sayesinde sağlanmaktadır. Yaklaşık olarak bir uydunun ömrü 12-15 yıl kadardır. Aksi bir durum ortaya çıkmadığı sürece uydunun ömrü üzerindeki denge roketlerinin yakıtı ile ilgilidir. Başka bir deyişle uyduyu dengede tutmaya yarayan roketlerin yakıtı bittiğinde uydu da ömrünü tamamlamış olur.

3.3. Uydu Yörüngeleri

Uydu yörüngeleri genel olarak dünyayı olan uzaklıklarına, kullanım amaçlarına ve yörünge düzlemlerine göre değişmektedir. Başka bir deyişle kullanılması düşünülen uydunun amacına uygun olarak yörüngesi de değişmektedir. Dünyadaki bütün uydular aynı yörünge üzerinde hareket etmezler. Örneğin televizyon ve radyo gibi amaçlara yönelik olan haberleşme uyduları “clarke belt” adı verilen ve yeryüzüne uzaklığı yaklaşık olarak 36.000 km olan bir kuşak üzerinde bulunurlar. Bu kuşak yeryüzü ile eş zamanlı olan jeosenkron bir yörüngedir. Yörüngede bulunan uydular yeryüzünün çekim kuvveti ile merkezkaç kuvvetinin eşit olduğu ortamda sabit olarak durmaktadırlar. Ancak belirsiz salınımlar yine de meydana gelir. Bu salınımların önlenmesi için uydu üzerinde bulunan iki adet denge roketi devreye girer ve uydunun yörünge üzerinde tam olarak sabit kalmasını sağlar.

3.3.1. Sabit Yörüngeli (Geostationary) Uydular

Sabit yörüngeli uydular ekvator üzerinde 36.000 km yükseklikte bir yörüngede bulunan, dünyayla aynı dönüş hızına sahip yani dünya ile göreceli olarak hep aynı konumda bulunan uydulardır. Şu anda mevcut olan beş sabit yörüngeli uydu bulunmakta olup, bunlar Türkiye’ nin de üyesi olduğu 17 Avrupa ülkesinin oluşturduğu EUMETSAT’ ın METEOSAT, ABD’ nin GOES-E ve GOES-W, Japonya’ nın GMS, Hindistan’ ın INSAT ve Rusya’ nın GOMS uydularıdır. Her bir sabit yörüngeli uydu bulunduğu yerde dünyanın görüntüsünü yaklaşık olarak 4-5 km çözünürlükte ve Kuzey-Güney yarıkürelerinde 65 enlem dereceleri arasında alma özelliğine sahiptir. Sabit yörüngeli uydular dünyanın görüntüsünü her yarım saatte bir alırlar. Elde edilen görüntüler ya gri ölçeklidir veya bilgisayar tarafından sahte olarak renklendirilmiştir. Sabit yörüngeli METEOSAT uydusu her yarım saatte almış olduğu görüntüleri üç değişik kanaldan (WV, IR ve VIS) dünyaya göndermektedir. Sabit yörüngeli uydular daha çok meteoroloji uygulamalara yönelik olmasına rağmen, kutupsal yörüngeli uydular atmosfer fiziği, çevre, tarım, çok kısa zamanlı hava tahmini, hava-deniz etkileşiminin tespitinde kullanılmaktadır.



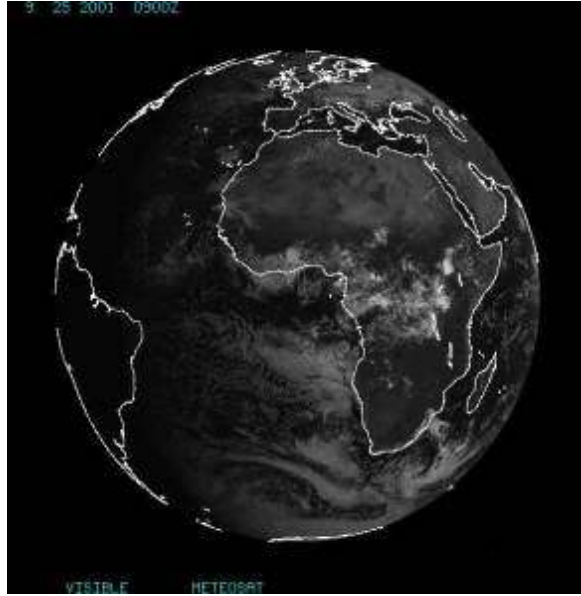
Şekil 3.1. Sabit Yörüngeli Uydu Şeması

Sabit yörüngeli uyduların çalışma prensibi, kendi eksenini etrafında dönen ve dönüş esnasında üzerindeki pasif algılayıcıları sayesinde dünyadan algıladıkları ham verileri (count değerleri) yer istasyonlarına (DATT) ve oradan da işlenerek kullanıcıya hazır hale getirmek üzere ana bilgisayar merkezine gönderilmesi ve ana bilgisayar merkezinden işlenen verilerin tekrar yer istasyonuna (DATT) geri gönderilerek uydu aracılığı ile kullanıcılara dağıtılması prensibine dayanmaktadır. Uydu tarafından yer istasyonuna gönderilen ham veriler, yer istasyonundan yüksek iletişim kapasitesine sahip hatla ana bilgisayar merkezine (ESOC= Avrupa Uyduları İşleme Merkezi) gönderilir. Ana bilgisayar merkezine gelen ham veri üzerinde navigasyon düzeltmeleri yapılır. Navigasyon hesaplarının yapılmasının nedeni, uyduların yörüngelerini değiştirmelerinde sabit kalmayıp, uzaydaki dışsal kuvvetlerin etkisi altında sürekli olarak sürüklenmeleri (drift) ve bu yüzden dünya üzerindeki aynı bölgeyi farklı yörüngelerden görmelerinden kaynaklanan hataları gidermektir. Navigasyon düzeltmeleri ile uydu tarafından alınan ham veriler sabit bir referans yörüngesine indirgenir. Bu sebeple kullanıcı için uydunun aldığı veriler sabit bir yörüngeden alınıyormuş gibi görünür. Üzerinde düzenlemeler yapılan ham veriler tekrar yer istasyonuna gönderilerek uydu aracılığı ile kullanıcı istasyonlarına (PDUS) gönderilir.

Uydu verilerinden yararlanma iki yolla mümkün olmaktadır. Birincisi analog görüntülerin alınması ve sadece hava tahminlerine yönelik görüntülerin yorumlanmasıdır ki bu Wefax veri aktarımının telefon veya fax ile gönderilmesinden farkı yoktur. Wefax görüntüleri kullanılarak sadece bazı basit operasyonel işlemler (renklendirme vb.) yapılabilir ancak artık bu uygulama kullanılmamaktadır. İkincisi ise uydulardan sayısal veri alınıp görüntü elde etmenin yanında diğer uygulamaya yönelik ürünlerin elde edilmesidir. Yağış miktarının tespiti, rüzgar alanlarının belirlenmesi gibi örneklerde bu yöntem etkili bir

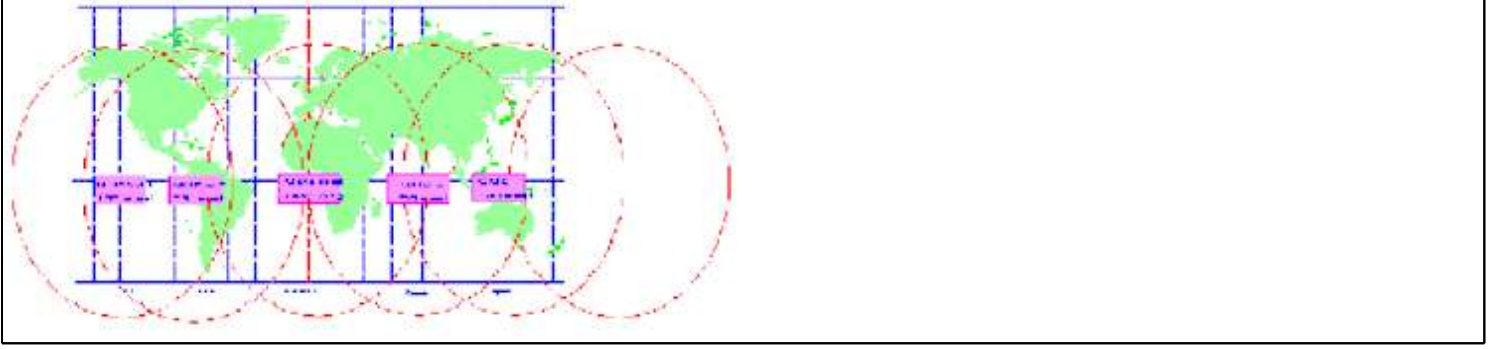
biçimde kullanılmaktadır. Görüntülerden yararlanılarak bulut sınıflandırılması, atmosferik alçak basınç merkezlerinin yerleri ve hareketleri, karasızlık alanları, çeşitli seviyelerdeki rüzgar alanları, kara ve deniz sıcaklıkları gibi atmosferin dinamik ve fiziksel yapısı hakkında pek çok bilgi edinilmektedir. Sabit yörüngeli uydulardan veri alabilmek için PDUS (Primary Data User Station) cihazı gerekmektedir.

Meteorolojik uydular ile uzaktan algılama amacıyla kullanılan LANDSAT, SPOT, ERS ve telekomünikasyon amaçlı uyduların karıştırılmaması gerekir. Her uydunun amaca bağlı olarak tasarımı ve yapımı farklıdır. Örneğin METEOSAT uydularında çözünürlük 5 km (IR algılayıcıları için) iken, LANDSAT uydularının çözünürlüğü 30 m' ye kadar düşmektedir. Ayrıca her uydu üzerindeki algılayıcı çeşidi ve yapısı da farklıdır. METEOSAT ile kutupsal yörüngeli uydu NOAA serisi uyduları ile karaları algılamakta kullanılan LANDSAT ve SPOT uyduları pasif algılayıcı kullanmalarına karşın, ERS aktif algılayıcıları kullanmaktadır. Pasif algılayıcılar, uydu üzerindeki teleskopların içine yerleştirilen ve dünya üzerinde gördüğü alandaki cismin yaydığı radyasyonu ölçen algılayıcılardır. Aktif algılayıcılar ise uydu üzerine yerleştirilen ve radar prensibine dayanarak çalışan algılayıcılardır.

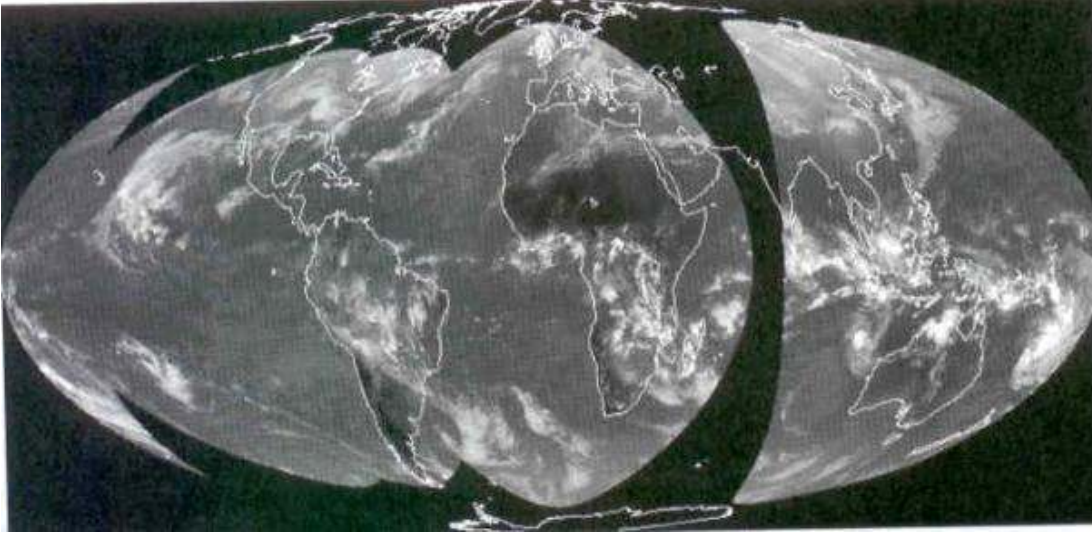


Şekil 3.2. METEOSAT Visible full-disk görüntüsü (25.09.2001)

Şekil 3.3. METEOSAT IR full disk görüntüsü (25.09.2001)



Şekil 3.4. Sabit yörüngeli uyduların kaplama alanı



Şekil 3.5. Dört sabit yörüngeli meteorolojik uyduların (GMS-4, GOES-7, METEOSAT-3, METEOSAT-5) görüntüleme planları

3.3.2. Kutupsal Yörüngeli Uydular

Kutupsal yörüngeli uydular yaklaşık olarak 860 km yükseklikte bir yörüngede olup, güneşle göreceli olarak sabit bir pozisyonda bulunmaktadır ve sürekli olarak ekvator üzerinden yerel saatle aynı saatte geçmektedirler. Kutupsal yörüngeli uydular genelde çift olarak fırlatılırlar. Bir uydu kuzeyden güneye tarama yaparken, diğer uydu güneyden kuzeye tarama

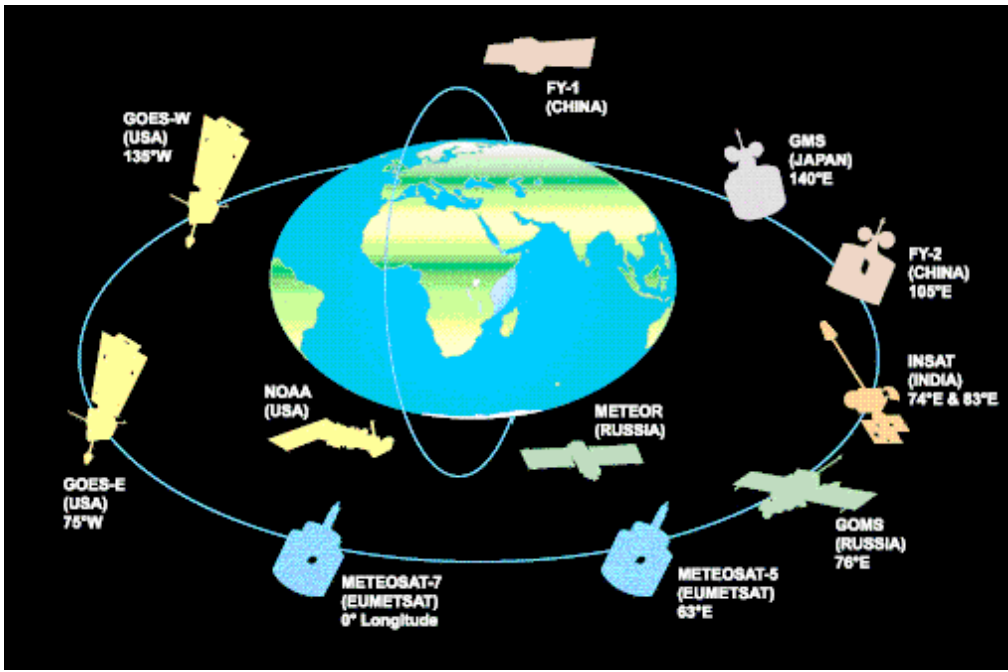
yapar ve bir defa da yaklaşık 2600 km' lik alanı incelemektedirler. Bu uydular dünya üzerindeki bir dönüşlerini 1 saat 42 dakikada tamamlamakta ve dünya üzerindeki herhangi bir noktadan 12 saatte bir geçmektedirler. Dolayısıyla mevcut iki uydu ile dünya üzerindeki herhangi bir noktanın 6 saatlik aralıklarla günde dört defa görüntüsü alınmaktadır. Genelde dünyanın iyonosfer tabakası, kutup bölgeleri, okyanuslardaki akıntılar, erozyon, tarımsal ürünlerin tespiti, yeryüzünün fotoğrafının çekilmesi, askeri bölgelerdeki hareketlilik, maden ve petrol yataklarının tespiti gibi yeryüzüne ait bilgilerin toplanması bu uydular sayesinde gerçekleşmektedir.



Şekil 3.6. Kutupsal yörüngeli uyduların dünyayı kutuplardan taraması

Operasyonel kutupsal yörüngeli uyduların işletimini yakın zamana kadar Sovyetler Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri elinde tutmaktaydı. Sovyet uyduları “Meteor” uyduları, ABD’ nin uyduları ise NOAA serisi uydularıdır. Günümüzde Çin Hükümeti’ nin uzaya fırlatmış olduğu FengYung-1C ve FengYung-1D uyduları, Eumetsat’ ın fırlattığı METOP uyduları da bu seride yer almıştır.

Eumetsat, ABD ile birlikte çalışarak morning orbit (yerel saatli) taramayı, ABD ise afternoon (öğleden sonra) taramasını gerçekleştirmiştir. Bu çalışmaların ESA ile işbirliği içinde geliştirilen ve 2005 yılında fırlatılması düşünülen METOP uyduları içinde olması planlanmaktadır. Bu seri uyduların ilki olacak olan METOP-1, 21. yüzyılın ikinci on yılına kadar çalışmaya devam edecektir.



Şekil 3.7. Sabit ve Kutupsal Yörüngeli Uydular

3.4. Uydu Tipleri

Uyduların pek çok kullanım alanı vardır. Buna bağlı olarak uyduları birkaç başlık altında inceleyebiliriz.

3.4.1. Astronomi Uyduları

Astronomi uyduları uzayda seyreden büyük teleskoplardır. Yörüngesi dünya üzerinde olduğundan görüntülerinde dünyayı çevreleyen gazların belirsizleştirici etkisi ve uydunun kızılötesi görüntüleme ekipmanı sayesinde dünya ısısının olumsuz etkileri gözlenemez. Bu sebeplerden dolayı astronomi uyduları uzayı yeryüzündeki benzer güçteki bir teleskopa oranla on kat daha iyi görürler. Astronomi uyduları;

- Yıldız haritalarının oluşturulması
- Gizemli olguların incelenmesi(kara delikler, quazarlar vb.)
- Güneş sistemindeki gezegen resimlerinin çekilmesi
- Gezegenlerin yüzey haritalarının çıkarılması

uygulamalarında kullanılırlar.

3.4.2. Uzay Araştırma Uyduları

Bu uydular aslında uzay sondaları olarak bilinirler. Uydular bir yörüngede olan nesneler olarak tanımlanmalarına karşın uzay sondaları Güneş Sistemi' nin derinliklerine doğru yol alırlar. Yine de tasarımları ve işlevleri açısından yörüngeli uydulara benzerler.

3.4.3. Haberleşme Uyduları

Haberleşme uyduları radyo, televizyon ve telefon iletişiminin eş zamanlı olarak yapılmasını sağlarlar. Uydulardan önce uzun mesafelerde veri iletimi ya çok zor ya da imkansızdı. Doğrusal yayılan işaretler çok uzaklardaki bir varış noktasına ilerlerken dünyanın küresel yüzeyi boyunca kıvrılamaz. Ancak uydular yörüngelerinde dolandıklarından iletilecek işaretler öncelikle uyduya gönderilir daha sonra ya başka bir uyduya yönlendirilir ya da doğrudan ulaşacağı noktaya gönderilir.

3.4.4. Uzaktan Algılama Uyduları

Uzaktan algılama çevremizin belli bir uzaklıktan incelenmesidir. Uzaktan algılama uyduları önemli kaynakların uzaydan görüntülenmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin hayvan göçlerinin incelenmesi, maden yataklarının tespiti, hava koşullarından zarar gören tarım ürünlerinin veya ormanların ne hızla azaldığının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

3.4.5. Meteorolojik Uydular

Meteorolojik uydular hava tahminlerinde kullanılmak üzere fırlatılmış uydulardır. Meteoroloji ve haberleşme uyduları teknolojileri sayesinde günün herhangi bir anında dünya üzerindeki bir bölgenin hava durumu televizyonlar sayesinde takip edilebilmektedir.

3.4.6. Keşif (Casus) Uyduları

Günümüzde haberleşme ve bilimsel araştırmalar için kullanılan uydularla ilgili pek çok bilgi bulunmaktadır. Tıpkı casus uydularda olduğu gibi bazı uyduların kamuoyuna yönelik kullanımı sınırlıdır. Keşif uyduları diğer ülkeleri izlemek ve bu ülkelerdeki askeri aktiviteler hakkında bilgi toplamak amacıyla kullanılır. Casus uydular bir ülkenin üzerinden geçerken o ülkeye ait radyo ve radar iletişimini kaydederler. Ayrıca bu uydular savaş başlığıyla donatılıp alçak yörünge üzerine oturtularak yeryüzündeki mevcut hedeflere karşı yörüngesel bir silah olarak da kullanılabilirler. Bununla beraber bu uydular fırlatılan füzeyi veya uzayda meydana gelen bir nükleer patlamayı da algılayabilirler.

3.4.7. Atmosfer Araştırma Uyduları

Bu uydular uzaya gönderilen ilk uydulardır. Atmosferi incelemek için fırlatılmışlardır ve bu yüzden de oldukça alçak yörüngelerde hareket ederler.

3.4.8. Seyir Uyduları

Okyanusun ortasında veya karanın olmadığı bir yerde nerede bulunduğu dışarıya bakılarak anlaşılamadığından 1950'lerin sonlarına doğru gemilerin herhangi bir zamanda nerede olduklarının doğru bir şekilde bilinebilmesi amacıyla uydular seyir için kullanılmaya başlanmıştır.

3.4.9. Arama Kurtarma Uyduları

Deniz ve havadaki araçlarla uzak yerlerden haberleşebilmek amacıyla tasarlanmışlardır. Bu uydular uzak ve tehlikeli bölgelerde mahsur kalmış acil durum işareti gönderen hava ve deniz araçlarının yerlerinin algılanması için kullanılmaktadırlar.

3.5. Meteorolojik Uydular

3.5.1. GMS

Sabit yörüngeli meteorolojik uydu GMS Japon Ulusal Uzay Geliştirme Ajansı NASDA (National Space Development Agency of Japan) tarafından fırlatılmıştır. GMS 1 14 Temmuz 1977 tarihinde, GMS 2 10 Ağustos 1981 tarihinde, GMS 3 3 Ağustos 1984 tarihinde, GMS 4 6 Eylül 1989 tarihinde ve GMS 5 ise 18 Mart 1995 tarihinde fırlatılmıştır. GMS 2-3 ve 4 uyduları Japonya' nın güneyinde bulunan Tanegashima Uzay Üssü' nden fırlatılmıştır. GMS uydusu bir başka sabit yörüngeli uydu olan GOES uydusundan elde edilen görüntülere çok benzer olan görünür ve kızılötesi görüntüler gönderen döner tarayıcı radyometreye sahiptir.

Tablo 3.1. GMS uydusunun teknik özellikleri

Parametre	Visible	Infrared
Dedektörler	4 fotoçarpıtıcı + 4 fazla detektör	1 HgCdTe + 1 fazla detektör
Dalga Boyları	0.50 μm - 0.75 μm	10.5 μm – 12.5 μm
Sayısal değerlere çevrilmesi	6 bit (karekök)	8 bit
Açısal Görüş Alanı	35 x 31 μrad	140 x 140 μrad
Çözünürlük	1.25 km	5 km
Görüntü boyutu	10.000 x 10.000 (pixel x hat)	2500 x 2500 (pixelxhat)
Görüntü zamanı	25 dakika	25 dakika

3.5.2. GOES (Geostationary Operational Environmental Satellites)

NOAA tarafından fırlatılan sabit yörüngeli uydu serisi, 17 Mayıs 1974' de fırlatılan Senkronize Meteorolojik Uydu SMS-1 ile başlamıştır. TIROS-N gibi SMS-1 ve SMS-2 uyduları da deneysel olarak düşünülmüş ve ilk olarak NASA tarafından işletilmiştir. Daha sonra Sabit Yörüngeli Operasyonel Çevresel Uydular GOES adı altında birleştirilmiştir. SMS-1, SMS-2, GOES-1, 2 ve 3 uyduları Ford Aerospace tarafından, NASA' nın uygulama teknoloji uyduları ATS-1 ve ATS-3 örnek alınarak dizayn edilmiştir. GOES-4, 5, 6 ve 7 uyduları ise Hughes Aircraft tarafından dizayn edilmiştir.

Tablo 3.2. GOES uydusunun özellikleri

Parametre	GOES 4-7	GOES 8-12
-----------	----------	-----------

Uydu Kütlesi	835 kg	2100 kg
Uydu Boyutu	3.7 m yükseklik, 2.1 m çap	Ana gövde 2 m kübik, uzunluğu 27m
Güneş Panel Çıktısı	Fırlatma sırasında 400 W, Yaşam ömrünün sonunda 320 W	1050 W
Fırlatma Aracı	Delta 3914	Atlas I / Centaur
Planlama Yaşam Süresi	7 yıl	Minimum 5 yıl

Operasyonel iki GOES uydusu bulunmaktadır. Bunlardan GOES-East 75° batıya, GOES-West 135° batı boylamına yerleştirilmiştir. Böylece batı yarıkürenin tamamının gözlenmesi sağlanmaktadır. Zamanla yalnızca bir GOES uydusu operasyonel olarak kullanılmış, bu durum GOES Prime olarak adlandırılmıştır ve uydu yaz aylarında 98° , kış aylarında ise 108° batıya yerleştirilmiştir.

Tablo 3.3. GOES uydularının durumları

Uydu	Aygıt	İstasyondaki Süre
	GOES-East (75° Batı)	
SMS-1	VISSR	27 Haziran 1974-8 Ocak 1976
GOES-1	VISSR	8 Ocak 1976-15 Ağustos 1977
GOES-2	VISSR	15 Ağustos 1977-26 Ocak 1979
SMS-1	VISSR	26 Ocak 1979-19 Nisan 1979
SMS-2	VISSR	26 Nisan 1979-5 Ağustos 1981
GOES-5	VAS	5 Ağustos 1981-29 Temmuz 1984
GOES-7	VAS	25 Mart 1987-21 Ocak 1989

	GOES-West (135° Batı)	
SMS-2	VISSR	10 Mart 1975-13 Temmuz 1978
GOES-3	VISSR	13 Temmuz 1978-5 Mart 1981
GOES-4	VAS	5 Mart 1981-1 Haziran 1983
GOES-6	VAS	1 Haziran 1987-21 Ocak 1989
	GOES-Prime (98°-108° Batı)	
GOES-6	VAS	31 Ağustos 1984-25 Mart 1987
GOES-7	VAS	21 Ocak 1989-?
	GOES-Hint Okyanusu (55° Doğu)	
GOES-1	VISSR	23 Ekim 1978-24 Kasım 1979

İlk Operasyonel Sabit Yörüngeli uydu olan GOES 1 16 Ekim 1975’ de Garp küresel deneyi için küresel örtü sağlamak amacıyla 55°’ ye yerleştirilmiştir. Bu sırada 74°doğu boylamına yerleştirilen INSAT 1B dünya çevresinde tropik ve orta enlemleri taramak sureti ile sabit yörüngedeki incelemesini tamamlamıştır. Bu uydudan sonra fırlatılan GOES 2 ve GOES 3 uyduları da ilk uyduya benzemekteydi. 9 Eylül 1980’ de GOES uydularının ikinci jenerasyonunun ilki olan GOES-4 fırlatılmıştır.

3.5.3. LANDSAT

LANDSAT uydusu ilk olarak 23 Temmuz 1972 yılında (USA) Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi Başkanlığı tarafından fırlatılmış ve daha sonra ERTS (Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusu) olarak isimlendirilmiştir. Bu uydudan sonra iki uydu daha 21 Şubat 1975 ve 5 Mart 1978 tarihlerinde yörüngeye oturtulmuştur. Uydular iki ayrı algılayıcı taşımaktaydılar, yüksek çözünürlüklü televizyon görüntüsü oluşturabilen geliştirilmiş vidicon televizyon kamerası (Return-Beam Vidicon) RBV ve çok bantlı spektral tarayıcıdır. RBV kamerayla yaşanan teknik sorunlar, MSS’ in spektral ve radyometrik üstünlüğü nedeniyle RBV kamera kullanılmaz hale gelmiştir.

İkinci kuşak LANDSAT uyduları 1982’ de fırlatılan LANDSAT 4 ile başlamış ve RBV kamera yerine Thematic Mapper (TM) adında yeni bir cihazla donatılmışlardır. 1993 yılında LANDSAT 6 şanssız bir şekilde düştükten sonra LANDSAT 7 geliştirilmiş Thematic Mapper ve yüksek çözünürlüklü tarayıcı ile donatılarak Mart 1999’ da fırlatılmıştır. Tablo 3.4 tüm LANDSAT uydularının teknik özelliklerini göstermektedir.

Tablo 3.4. LANDSAT uydusunun teknik özellikleri

Bant	Spektral Aralık (µm)	Çözünürlük (m)
1	0.450-0.515 (mavi-görünür)	30
2	0.525-0.615 (yeşil-görünür)	30
3	0.630-0.690 (kırmızı-görünür)	30
4	0.750-0.900 (yakın kızılötesi-yakın kızıl ötesi)	30
5	1.55-1.75 (kızılötesi-kızılötesi)	30
6	10.4-12.5 (termal-termal kızılötesi)	60
7	1.09-2.35 (kızılötesi-orta kızılötesi)	30
Pankromatik	0.520-0.900	15

Tablo 3.5. LANDSAT TM Bantları ve Kullanım Alanları

BANT	KULLANIM ALANI
1	Bitki ve toprak arasındaki ayırimda, ormanlık alanların ve kıyı çizgisinin haritalandırılmasında
2	Canlı bitkilerin yeşil bölümlerinde
3	Farklı bitki türlerinin tespitinde, litoloji ve toprak arasındaki sınırın saptanmasında
4	Bitkilerin miktarını saptamada, litolojilerin tanımlanmasında, toprak-litoloji ve kara-su arasındaki kontrastlığı belirtmede
5	Kurak alanlar, su miktarı, kar ve buz arasındaki farkın belirlenmesinde

6	Sıcaklık miktarının, bitkilerin, termal kirliliğin ve jeotermal alanların belirlenmesinde
7	Litoloji ve toprak arasındaki sınırın belirlenmesinde, toprak ve bitkilerdeki su miktarının saptanmasında

Tablo 3.6. LANDSAT-4 uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	Space Imaging
Fırlatılma Tarihi	16 Temmuz 1982
Planlanan Yaşam Süresi	5 yıl
Toplam Yük	1942 kg
Ana Yapının Boyutları	Toplam Uzunluk: 4.30 m Maksimum Çap: 2.20 m
Yörünge Özellikleri	Dairesel, polar, Güneş Eş-Zamanlı
Yörünge Yüksekliği	En Uzak: 705 km En Yakın: 693 km
Yörünge Eğimi	98.2°
Yörünge Periyodu	99 dakika (14.5 yörünge/gün)
Tekrarlama Periyodu	16 gün
Görüntü İletimi Taşıyıcı Frekansı	8212.5 MHz
Veri İletim Hızı	85 Mbit/s (TM) 15 Mbit/s (MSS)
Algılayıcılar	Tematik Haritalayıcı TM, Çok Spektrumlu Tarayıcı MSS

Tablo 3.7. LANDSAT-5 uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	Space Imaging
Fırlatılma Tarihi	1 Mart 1984
Planlanan Yaşam Süresi	5 yıl
Toplam Yük	1938 kg

Ana Yapının Boyutları	Toplam Uzunluk: 4.30 m Maksimum Çap: 2.20 m
Yörünge Özellikleri	Dairesel, polar, Güneş Eş-Zamanlı
Yörünge Yüksekliği	En Uzak: 705 km En Yakın: 693 km
Yörünge Eğimi	98.2°
Yörünge Periyodu	99 dakika (14.5 yörünge/gün)
Tekrarlama Periyodu	16 gün
Görüntü İletimi Taşıyıcı Frekansı	8212.5 MHz
Veri İletim Hızı	85 Mbit/s (TM) 15 Mbit/s (MSS)
Algılayıcılar	Tematik Haritalıyıcı TM, Çok Spektrumlu Tarayıcı MSS

LANDSAT uyduları tekrarlı, dairesel, güneşle eş zamanlı ve kutuplara yakın (near polar) bir yörüngeye sahiptirler. Bu özellikleri sayesinde 81° kuzey ve 81° güney arasında gözlem yapabilmektedirler.

LANDSAT 1-3 uyduları için tekrar süresi (revisit cycle) 18 gün, LANDSAT 4-5 için ise 16 gündür. LANDSAT'ların 16 günlük yörünge tekrarları Dünya Referans Sistemi' nin (Worldwide Reference System) bir parçasıdır. WRS Dünya haritası LANDSAT uydularının geçiş yollarına göre sıra ve sütunlara ayrılmıştır. LANDSAT 1, 2 ve 3' ün koordinat sistemi (WRS 1), LANDSAT 4 ve 5' in koordinat sisteminden (WRS 2) farklıdır. Afrika üzerinde 1994 ve 1995' de LANDSAT 5 TM verilerini almak için Nairobi, Kenya, Gabon' daki alıcı istasyonlar kullanılmıştır. TM ve MSS verileri için veri dizisi 8 bitten oluşmaktadır. Yani sinyal 256 farklı değere eşleştirilmektedir. MSS akıcısı görünür ve yakın kızılötesi bölgede 4 adet banda sahiptir. TM bantlarının spektral ve geometrik çözünürlükteki üstünlüğü sebebiyle MSS' in kullanımı azalmıştır. LANDSAT 5' deki Thematic Mapper LANDSAT 4' teki ile aynıdır. 1984 yılından beri kullanılan TM bantları görünür NIR ve SWIR bölgede 30 m çözünürlüklü 6 adet bant ve 120 m çözünürlüğe sahip termal banda sahiptirler.

Tablo 3.8. MSS' in Görüntüleme Özellikleri

EM Bölge	Bant No	Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Görünür Yeşil	1	0.5-0.6	80m	8 bit
Görünür Kırmızı	2	0.6-0.7	80m	8 bit
Yakın Kızılötesi	3	0.7-0.8	80m	8 bit
Yakın Kızılötesi	4	0.8-1.1	80m	8 bit

Tablo 3.9. TM Bantlarının Görüntüleme Özellikleri

Bant	Bant Genişliği (mikron)	EM Bölge	Uzaysal çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
1	0.45-0.52	Görünür mavi	30 m	8 bit
2	0.52-0.60	Görünür yeşil	30 m	8 bit
3	0.63-0.69	Görünür kırmızı	30 m	8 bit
4	0.76-0.90	Yakın kızılötesi	30 m	8 bit
5	1.55-1.75	Orta kızılötesi	30 m	8 bit
6	10.4-12.5	Termal kızılötesi	120 m	8 bit
7	2.08-2.35	Orta kızılötesi	30 m	8 bit

Landsat 7 geliştirilmiş Thematic Mapper Tarayıcısı taşımaktadır. LANDSAT-7 uydusuna 7 bandın yanında 15 m çözünürlüğe sahip pankromatik bantta (0.50-0.90 pm) eklenmiştir. Bunlara ek olarak Termal Band' ın çözünürlüğü 60 m ' ye düşürölmüştür. Aynı zamanda MSS yerine 10 m çözünürlüğe sahip HRMSI kullanılmıştır.

Tablo 3.10. LANDSAT-7 uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	US Geological Survey (USGS)
Fırlatılma Tarihi	15 Nisan 1999
Tasarım Ömrü	5-6 yıl
Yörünge Özellikleri	1973 kg
Ana Yapının Boyutları	Toplam Uzunluk: 4.04 m Maksimum Çap: 2.74 m
Yörünge Özellikleri	Dairesel, Güneş ' le eş zamanlı
Güneş Panelleri	4 panel (her biri 188 x 227 cm)

Güneş Panelleri Genişliği	188 x 227 cm
Yörünge Özellikleri	Polar, Güneş Eş- Zamanlı
Yörünge Yüksekliği	705 km
Yörünge Eğimi	98.2°
Yörünge Periyodu	98.9 dakika
Tekrarlama Periyodu	16 gün
Görüntü İletimi Taşıyıcı Frekansı	8082.5 MHz 8212.5 MHz 8342.5 MHz
Algılayıcıları	Gelişmiş Tematik Haritalayıcı Artı (TM)

Tablo 3.11. TM+’ nın teknik özellikleri

EM Bölge	Bant No	Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Görünür Mavi	1	0.45-0.52	30 m	8 bit
Görünür Yeşil	2	0.52-0.60	30 m	8 bit
Görünür Kırmızı	3	0.63-0.69	30 m	8 bit
Yakın Kızılötesi	4	0.76-0.90	30 m	8 bit
Orta Kızılötesi	5	1.55-1.75	30 m	8 bit
Termal Kızılötesi	6	10.4-12.5	60 m	8 bit
Orta Kızılötesi	7	2.08-2.35	30 m	8 bit
Pankromatik		0.52-0.9	15 m	8 bit

3.5.4. MSG(Meteosat Second Generation)

Eumetsat 1988 yılında resmi olarak, klasik bulut görüntüsü görevinin yanında hava kütlesi analizi görevi ile

tamamlanan daha gelişmiş temel görüntü misyonu üzerindeki gerekleri ve mümkün olan seçenekleri değerlendirmiş ve hava kütlesi analizi görevi; atmosferik sıcaklık, nemlilik ve ozon miktarını gözlemleme imkanı sağlarken, görüntü misyonunun sadece yeryüzündeki bulut görüntüsünü belirlemek için kullanıldığını tespit etmiştir. Bu çalışmalar Kasım 1992' den itibaren 5 yıl sürmüş ve ihtiyaçlar belirlenerek hazırlık çalışmaları başlatılmıştır. METEOSAT' ın ikinci nesil uyduları serisi sistemi iki ana bölümden oluşmaktadır:

1)Uzay Segmenti

2)Yer Segmenti

Uzay segmenti Alcatel Uzay Endüstrisi' nin önderlik ettiği Avrupa Endüstri Konsorsiyumu, Fransa ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından üretilmekte olan üç uydudan meydana gelmektedir. ESA Eumetsat ile koordineli çalışarak Eumetsat' ın isteklerine göre ilk uydunun geliştirilmesi görevi ile GMS-2 ve GMS-3 uydularını yaptırma görevini üstlenmiştir. Üç MSG uydusu da 12 yıllık süre için gönderilmişlerdir. MSG yerden yaklaşık 36.000 km yükseklikte 100 rpm dönüş hızında ve dönüş stabilizeli bir uydudur. MSG Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager (SEVIRI) adı verilen yeni bir radyometre ile Geostationary Earth Radiation Budget (GERB) aletini taşımıştır. GERB yansıtılan güneş radyasyonu ile dünya ve atmosfer tarafından alınan radyasyon verilerini sağlamıştır. Bu iki alete ek olarak MSG uyduları, data iletişimi ve kullanıcı data dağıtımı gibi ihtiyaçlar içeren geniş iletim yükü taşımıştır. Arama ve Kurtarma Sinyal Dağıtıcısı da bu iletişim paketi içinde yer almıştır.

Yer Segmenti Eumetsat' ın Almanya'nın Darmstadt şehrinde bulunan genel idare binasındaki Misyon Kontrol Merkezi (MCC) tarafından yürütülmüştür. MCC uzay mekiği kontrolü, görüntü datalarının düzeltilmesi, meteorolojik ürünlerin arşivlenmesi ve ham datadan ürün elde edilmesi işlemlerinin gerçekleşmesini sağlamıştır. MSG datalarının arşivlenmesi ve yeni ürün elde edilmesi Meteorolojik Arşiv ve Ürün Elde Etme Bölümü (MARF) tarafından gerçekleştirilmiştir. MSG kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verebilmek için dizayn edilmiş, mevcut METEOSAT' ları izleyen çok daha gelişmiş bir sistem olmuştur. İklim gözlemi ve araştırmaları için önemli dataları sağlamanın yanında çok kısa vadeli tahmin uygulamalarında, sayısal hava tahmini çalışmalarında ihtiyaçlara cevap vermiştir. Ayrıca SEVIRI radyometresi meteorolojistlere iklim gözlemi konusunda yardım etmiştir. METEOSAT ikinci nesil uyduları,

- Çok kanallı görüntü, (12 spektral kanal), sayısal hava tahmin modellerinde başlangıç koşulları için çok daha gelişmiş verilerle atmosferin daha kesin datalarını sağlamıştır.
- 15 dakika aralıklarla yeni görüntülerin elde edilmesini (mevcut sistemde 30 dakika aralıklarla yeni görüntü alınmaktadır) sağlanmış, hava kütlesi analizi yapılmış ve çok kısa zamanlı tahmin çalışmalarında daha detaylı bilgi sağlanarak fırtınalar, şiddetli yağış, sis veya kar gibi kötü hava durumlarının tahmini daha net bir biçimde yapılmıştır.
- Yüksek çözünürlüklü görüntüleme sağlanmıştır. Görünür spektral kanal için yatayda geliştirilmiş görüntü çözünürlüğü (METEOSAT' ta 2,5 km) 1 km olmuş ve olayların önceden tahmin edilmesi, belirlenmesi veya sona ermesi durumlarında tahmincilere önemli ölçüde yardım etmiştir.
- MSG uyduları arama ve kurtarma sinyal cihazlarını da taşıyarak yardım isteyen gemiler, uçaklar veya tehlikeli

araçların sinyallerini tespit etmişlerdir.

- Data arşivleme ve ham datadan ürün elde etmeyi sağlamışlardır.

SEVIRI' nin kullanıldığı METEOSAT' lar dünyayı daha gelişmiş bir pencereden izlemiştir. Bu durum özellikle kısa vadeli tahmin yapan meteorolojistler için çok faydalı olmuştur. SEVIRI' nin çalışma prensibi hedef alandan radyasyonu toplamak ve bunu teleskopu aracılığıyla elektromanyetik spektrumun 12 bandına hassas olan algılayıcılar üzerine odaklamaktır. Bu işlem detektörler tarafından sağlanan sinyallerin elektromanyetik olarak işlenmesiyle devam eder. SEVIRI görüntüsü uydunun dönüşüyle sağladığı doğu-batı taramalarını ve aynanın mikro basamaklı taramasıyla sağladığı kuzey-güney taramalarını birleştirir. Uydudan dünyaya sürekli olarak ham data dağıtımı L bandında 3,2 Mbps olmuştur. Aletin kütlesi 270 kg olup, güç tüketimi 123 W' dan daha azdır. Her 15 dakikalık zaman aralığında 3 km çözünürlüklü data, HRV kanalı ise 1 km çözünürlükte örnekleme yapmıştır. Meteosat İkinci Nesil uydularında bulunan SEVIRI (Spinning Enhanced Vis and Imager) kanallarının teknik özellikleri Tablo 3.12.' da verilmiştir.

Tablo 3.12. SEVIRI' nin teknik özellikleri

Temel	Bant (m)	Hava Kütlesi	Bant (m)
VIS 0.6	0.56-0.71	WV 6.2	5.35-7.15
VIS 0.8	0.74-0.88	WV 7.3	6.85-7.85
		IR 8.7	8.30-9.10
IR 1.6	1.50-1.78	O ₃ 9.7	9.38-9.94
IR 3.9	3.48-4.36	CO ₂ 13.4	12.40-14.40
IR 10.8	9.80-11.80	HRV(High Resolution VIS)	1 km örnekleme
IR 12.0	11.00-13.00	HRV	0.5-0.9

Tablo 3.13.' da METEOSAT birinci jenerasyonu (MOP/MTP) ile METEOSAT ikinci jenerasyonunun (MSG) karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 3.13. MOP/MTP ile MSG' nin karşılaştırılması

MOP/MTP	MSG
3 Kanallı Görüntüleme Radyometresi	12 Kanallı Gelişmiş Görüntüleme Radyometresi

100 rpm dönüş eksenli gövde	100 rpm dönüş eksenli gövde
Dayanıklı Apogee Fırlatma Motoru	İki İtici Kuvvetli Birleşik Fırlatma Sistemi
5 Yıl Dayanıklılık	7 Yıl Dayanıklılık
200 Watt Güç Gereksinimi	600 Watt Güç Gereksinimi
Yere Senkronlu Yörüngesinde 720 kg Ağırlık	Yere Senkronlu Yörüngesinde 2010 kg Ağırlık
Delta 2914, Ariane 1-3-4 Fırlatıcıları ile Sınırlı Uçuş	Ariane 4 ve 5 ile Atlas 1 Fırlatıcıları ile Uyumlu Dizayn

3.5.5. NOAA(The National Oceanic and Atmospheric Administration)



Şekil 3.8. NOAA uydusu

Ulusal Okyanus ve Atmosferik Teşkilatı (NOAA) küresel okyanuslar, atmosfer, uzay ve güneş ile ilgili bütün çalışmaları yapan, verileri toplayan ve elde etmiş olduğu verileri tüm dünya ile paylaşan bir teşkilattır. NOAA şiddetli hava olayları için uyarılarda bulunmakta, denizler ve gökyüzü için haritalar çıkarmakta, okyanus ve sahilsel kaynakların kullanımı ve korunması için gerekli önlemleri almakta ve doğayı anlamamız konusunda geliştirici çalışmalar yapmaktadır. NOAA bu olayları 5 ana organizasyonla sağlamaktadır. Bunlar Ulusal Hava Servisi, Ulusal Okyanus Servisi, Ulusal Deniz Balıkçılık Servisi, Ulusal Çevresel Uydu, Data ve Bilgi Servisi ve NOAA Araştırma Servisi’ dir.

Tablo 3.14. NOAA-11 uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
------------------	---

Fırlatılma Tarihi	24 Eylöl 1988
Tasarım Ömrü	En az 2 yıl
Toplam Kütle	1479 kg.
Yörünge Özellikleri	Kutupsal Güneş Eş-zamanlı
Yörünge Yüksekliği	En uzak: 870 km. En yakın: 833 km.
Yörünge Eğimi	98.9 Derece
Yörünge Periyodu	102 dakika
Tekrarlama Periyodu	1 Gün
Veri İletim Hızı	665 Kbit/sn.
Algılayıcıları	Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)

NOAA 14 uydusu 30 Aralık 1994 tarihinde fırlatılmıştır. Polar yörüngeye sahip 1030 kg ağırlığındaki NOAA 14 güneşle eş zamanlı 99.1° eğimli bir yörüngede hareket etmektedir.

Tablo 3.15. NOAA-14 uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
Fırlatılma Tarihi	30 Aralık 1994
Tasarım Ömrü	En az 2 yıl
Toplam Kütle	1030 kg.
Yörünge Özellikleri	Polar Güneş Eş-Zamanlı

Yörünge Yüksekliği	En uzak: 870 km. En yakın: 833 km.
Yörünge Eğimi	98.9 Derece
Yörünge Periyodu	102 dakika
Tekrarlama Periyodu	1 Gün
Veri İletim Hızı	665 Kbit/sn.
Algılayıcıları	Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)

NOAA uydularında bulunan Yüksek Çözünürlüklü Radyometre' nin (AVHRR) özellikleri Tablo 3.16' da verilmiştir.

Tablo 3.16. AVHRR' ın teknik özellikleri

EM Bölge	Bant No	Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Görünür Bölge	1	0.58-0.68	1.1 km	10 bit
Yakın Kızılötesi	2	0.72-1.1	1.1 km	10 bit
Orta Kızılötesi	3	3.55-3.93	1.1 km	10 bit
Uzak Kızılötesi	4	10.3-11.3	1.1 km	10 bit
Uzak Kızılötesi	5	11.5-12.5	1.1 km	10 bit

3.5.6. SPOT

SPOT uyduları CNES şirketi tarafından Fransa Uzay Ajansı tarafından fırlatılmıştır. SPOT uydularının ilki olan SPOT-1 1986 yılında, serinin ikinci uydusu olan SPOT-2 Ocak 1990'da , SPOT-3 Eylül 1993, SPOT-4 Mart 1998' de ve SPOT5 4 Mayıs 2002' de fırlatılmıştır. SPOT serisinin 5. uydusu olan SPOT-5 daha yüksek çözünürlüğünün yanında diğer gelişmiş özellikleri ile kullanıcılarına daha geniş olanaklar sağlamaktadır. Bu özellikler aşağıda verilmiştir:

- Daha yüksek yer çözünürlüğü: 5 metre ve 2.5 metre pankromatik (siyah-beyaz) moda
- Daha yüksek multispektral (çok bantlı) çözünürlük: 3 görünür ve 1 yakın kızılötesi bantta 10 metre çözünürlük. Vejetasyon verisi için gerekli olan kısa dalga, kızılötesi bantta çözünürlük 20 metredir.
- Görüntüleme alan genişliği diğer SPOT uydularında olduğu gibi 60 km' dir.
- Yatay (açılı) görüntüleme sayesinde istenilen alanın çekimi en kısa sürede gerçekleşmektedir.

- Stereo görüntüleme aynı uçuş sırasında görüntüleme koridoru içinde yapılabilir.
- 12.000 nokta lineer sensör (algılayıcı) dizilimi
- Veri sıkıştırma sistemleri
- Yüksek kapasiteli statik hafıza



Şekil 3.9. SPOT-5 uydusu

SPOT-5' in spektral bant özellikleri:

Bant 1: 500-590 nm

Bant 2: 610-680 nm

Bant 3: 790-890 nm

Bant 4: 1580-1730 nm

SPOT verileri haritalamada oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. SPOT verileri kullanılarak hazırlanacak olan 1:50.000 ölçekli bir harita için Planimetrik doğruluk 10 m ve yükseklik doğruluğu 5 m alınmalıdır. SPOT-5' de bulunan HRS (High Resolution Stereo Viewing Instrument) cihazı geniş alanların kesintisiz stereo görüntüsünü alınabilmesi için hazırlanmıştır. Yeni “along track” stereo özelliği sayesinde 120 x 600 km’ lik stereo görüntü alınabilmektedir. HRS cihazının özellikleri aşağıda verilmiştir:

- Yükseklik: 832 metre
- Spektral Bant: Pankromatik (siyah-beyaz, 0.5-0.7 mikrometre)
- Çözünürlük: 10 metre
- Cross-track: 10 metre
- Along-track: 5 metre
- Uydunun geçiş yörünge merkezine göre genişlik: 120 km
- En fazla görüntü uzunluğu: 600 km

- Operasyon kapasitesi toplam: 5 yılda 30 milyon km²
- Günlük en fazla çekim: 126.000 km²

SOT-5' in süpermod özelliği, pankromatik kanalda 5 metrelik çözünürlüğe sahip görüntünün yarım piksel kaydırılarak çözünürlüğün 2.5 metreye indirilmesidir.



Şekil 3.10. SPOT-2 uydusu

SPOT-2 uydusunun özellikleri Tablo 3.17.' de verilmiştir.

Tablo 3.17. SPOT-2 uydusunun teknik özellikleri

Algılayıcı	Pankromatik	Çok Spektrumlu
Spektral Çözünürlük	0.50-0.73 m	Bant 1 (yeşil) 0.50-0.59 m Bant 2 (kırmızı) 0.61-0.68 m Bant 3 (yakın kızılötesi) 0.79-0.89 m
Yersel Çözünürlük	10m	20m

Tarama Genişliği	60 km	60 km
Tekrar Geçiş Aralığı	1-4 gün	1-4 gün
Radyometrik znrlk	8 bit	8 bit
Gerçek Zamanlı Sıkıştırma	DPCM (3/4)	yok



şekil 3.11. SPOT-4 uydusu

Tablo 3.18. SPOT-4 uydusunun teknik zellikleri

Algılayıcı	Pankromatik	ok Spektrumlu
-------------------	-------------	----------------

Spektral Çözünürlük	0.61-0.68 m	Bant 1 (yeşil) 0.50-0.59 m Bant 2 (kırmızı) 0.61-0.68 m Bant 3 (yakın kızılötesi) 0.79-0.89 m Bant 4 (kısa dalga kızılötesi) 1.58-1.75 m
Yersel Çözünürlük	10 m	10 m ve 20 m
Tarama Genişliği	60 km	60 km
Tekrar Geçiş Aralığı	1-4 gün	1-4 gün
Radyometrik Çözünürlük	8 bit	8 bit
Gerçek Zamanlı Sıkıştırma	DPCM (3/4)	DPCM (3/4)

SPOT serisinde yer alan tüm uyduların özellikleri aşağıdaki Tablo 3.19’ da verilmiştir.

Tablo 3.19. SPOT uydularının teknik özellikleri

	SPOT 5	SPOT 4	SPOT 1, 2 ve 3
Fırlatılış Tarihi	Mayıs 2002	Mart 1998	Ocak 1986 Şubat 1990 Eylül 1993
Gönderen Firma	Ariana 4	Ariana 4	Ariana 4
Çalışma Süresi	5 yıl	5 yıl	5 yıl
Orbit	Güneş senkronize	Güneş senkronize	Güneş senkronize
Yükseklik	822 km	822 km	822 km

Hız	7.4 kps	7.4 kps	7.4 kps
Yörünge Periyodu	101.4 dakika	101.4 dakika	101.4 dakika
Yörüngesel Dönüm	26 gün	26 gün	26 gün
Toplam Ağırlık	3000 kg	2760 kg	1800 kg
Boyutlar	3.1x3.1x5.7 m	2x2x5.6 m	2x2x4.5 m
Kayıt Kapasitesi	90-Gbit hafıza	2 adet 120-Gbit kayıt cihazı + 9 Gbit hafıza	2 adet 120-Gbit kayıt cihazı

SPOT uydularında bulunan yüksek çözünürlüklü cihazların teknik özellikleri aşağıdaki Tablo 3.20’ de verilmiştir.

Tablo 3.20. SPOT uydularında yer alan yüksek çözünürlüklü cihazların teknik özellikleri

	SPOT 5	SPOT 4	SPOT 1, 2 ve 3
Cihazlar	2 HRGs	2 HRVIRs	2 HRVs
Spektral bantlar ve çözünürlük	2 pankromatik (5 m) 3 multispektral (10m) 1 SWIR (20 m)	1 pankromatik (10 m) 3 multispektral (20 m) 1 SWIR (20 m)	1 pankromatik (10 m) 3 multispektral (20 m)
Spektral Aralık	p:0.48-0.71 m B1:0.50-0.59 m B2:0.61-0.68 m B3:0.78-0.89 m B4:1.58-1.75 m	M:0.61-0.68 m B1:0.50-0.59 m B2:0.61-0.68 m B3:0.78-0.89 m B4:1.58-1.75 m	p:0.50-0.73 m B1:0.50-0.59 m B2:0.61-0.68 m B3:0.78-0.89 m

	SPOT 5	SPOT 4	SPOT 1,2 ve 3
Cihazlar	HRS Stereo Görüntüleme	HRVIR Stereo Görüntüleme Özelliği	HRV Stereo Görüntüleme Özelliği

Spektral Bantlar ve Çözünürlük	Bant 1: Pankromatik (10 m)	Bant 1: Pankromatik (10 m) Bant 3: Multispektral (20 m) Bant 1: SWIR (20 m)	Bant 1: Pankromatik (10 m) Bant 3: Multispektral (20 m)
Spektral Aralık	P: 0.49-0.69µm	M: 0.61 - 0.68 µm B1: 0.50 - 0.59 µm B2: 0.61 - 0.68 µm B3: 0.78 - 0.89 µm B4: 1.58 - 1.75 µm	P: 0.50 - 0.73 µm B1: 0.50 - 0.59 µm B2: 0.61 - 0.68 µm B3: 0.78 - 0.89 µm
Şerit Genişliği	600 km x 120 km	60 km x 60 km - 80 km	60 km x 60 km - 80 km
Radyometrik çözünürlük	8 bit	8 bit	8 bit

SPOT uydularında bitki örtüsünün tespitinde kullanılan cihazlar ve kullanıldıkları spektral aralıklar tablo 3.21 ' de verilmiştir.

Tablo 3.21. SPOT uydularında bitki örtüsünün tespitinde kullanılan cihazların teknik özellikleri

	SPOT 5	SPOT 4	SPOT 1, 2 ve 3
Cihaz	VEGETATION 2	VEGETATION 1	-
Spektral Bantlar	4	4	-
Elektromanyetik Spektrum	B0: 0.45 - 0.52 µm B2: 0.61 - 0.68 µm B3: 0.78 - 0.89 µm B4: 1.58 - 1.75 µm	B0: 0.45 - 0.52 µm B2: 0.61 - 0.68 µm B3: 0.78 - 0.89 µm B4: 1.58 - 1.75 µm	-
Çözünürlük	1,000m	1,000m	-

Şerit Genişliği	2,250 km	2,250 km	-
Radyometrik Çözünürlük	10 bit	10 bit	-

Spot uydularının kullanmanın yararları şunlardır:

- Yüksek çözünürlük (2.5 m pankromatik ve 10 m çok bantlı görüntüleme)
- Değişik ihtiyaçları karşılayacak spektral bandlar;
- Yükseklik verisi ve relief haritalama için track'ler üzerinde stereo görüntüleme
- İyi bir tekrar görüntüleme (revisit) süresine sahip olması , 900 km'lik görüntüleme alanı, 60km x 60km lik herhangi bir bölgeyi her geçişte görüntüleme olanağını vermesi
- Programlanabilme özelliği sayesinde dünya üzerindeki herhangi bir bölgenin istenilen zaman ve sıklıkta görüntülenebilmesi
- 6 milyonun üzerinde sürekli yenilenen zengin bir görüntü arşivine sahip olması
- SPOT 4 ve SPOT 5 uyduları ile gelecek yüzyıla da uzanan kesintisiz hizmet olanağı
- Spot 4 uydusunda bulunan kısa dalga kızılötesi bandı (SWIR) ile öncekilere göre daha zengin veri sağlanabilmesi
- İki cihazın özel tamamlayıcı özelliği; yüksek çözünürlük ve kızılötesi cihaz (High Resolution Visible and Infrared Instrument) ve vejetasyon cihazıdır (Vegetation Instrument)

Bu cihazlar üç spektral bandı (B2, B3, SWIR) paylaşmaktadır. Aynı zamanda da farklı harita ölçeklerini kullanabilmek için aynı geometrik referansları kullanmaktadırlar.

3.5.7. TIROS(Television Infrared Observation Satellite)

Kızılötesi Televizyon Gözlem Uydusu TIROS, dünyayı kaplayan bulutları fotoğraflamak için üzerinde televizyon kamerası taşıyan meteorolojik uydu serilerinin ilkidir ve bu uydu sayesinde uyduların meteoroloji tahminlerinde de kullanılabileceği tespit edilmiştir. 1 Nisan 1960' da fırlatılan TIROS-1 şapka kutusu şeklinde 120 kg ağırlığında, yaklaşık 57 cm yüksekliğe ve 107 cm çapına sahip bir uydudur.

TIROS üzerinde görüntü oluşturan araç, standart televizyon kamerasında bulunan vidicon kameradır. CRT üzerinde taranan elektron ışıını şarj miktarını ölçmekteydi. Ekrana yansıtma işlemi ise her biri 500 element içeren 500 çizgiye sahip olan normal televizyona benzemektedir. Gelen görüntünün ekrana taşınması 2 saniye sürüyordu. Vidicon kamera ile ölçülen voltaj görüntü haline dönüştürülmek üzere yerdeki alıcılara iletilmekteydi.

İlk TIROS uydusundan sonra 9 uydu daha fırlatılmıştır. Bu uyduların en sonuncusu olan TIROS-10 2 Temmuz 1965 ' de fırlatılmıştır. TIROS serisindeki uydular sayesinde pek çok yeni teknolojilerle tanışılmıştır. TIROS-2 bugünün

görüntüleme ekipmanlarına benzeyen Medium Resolution Infrared Radiometer (MRIR=Orta Çözünürlüklü Kızılötesi Radyometresi)' ni kullanıma sunmuştur. TIROS-3, 4 ve 7 ise Suomi radyometresinin gelişmiş versiyonlarını taşımaktaydı. İlk dört TIROS uydusu 48° lik eğimli bir yörüngede fırlatılmışlardır. 21 Aralık 1963' de TIROS-8 ile Otomatik Görüntü Aktarımı (Automatic Picture Transmission=ATP) ile tanışılmıştır. 800 çizgi çözünürlüklü yeni vidicon kamera sayesinde her saniyede 4 çizgili yavaş bir tarama kapasitesi ile tarama yapılıyor ve veriler derhal VHF frekansından (Very High Frequency=Çok Yüksek Frekans) dünyaya yayınlanıyordu. Yavaş gönderim oranı, görüntülerin alınması ve gösterilmesi için pahalı olmayan aletlerin kullanılabileceği anlamına gelmekteydi. Bu yüzden uydunun günde iki defa geçişi sırasında herhangi bir kullanıcı uydu görüntülerini direk alabilmekteydi.

Uzaydaki yönelimlerini sabit tutmak için uyduların çoğu dönmektedirler. Dış momentumları olmadığı için açısal momentum tarafından korunurlar ve uydu dünya çevresinde yörüngesel hareketine devam ederken, dönüş eksenini uzayda sabit bir yönü gösterir. TIROS her dakikada yaklaşık 12 dönüş (rpm) gerçekleştirmektedir. Bununla birlikte bu durum ilk sekiz TIROS uydusunda görüntüleme problemine neden olmuştur. Bu uydular üzerindeki vidicon kameralar uzay aracının alt kısmındaydılar; bu da dönüş eksenineyle çakışmaktaydı. Bu durum, dönüş esnasında uydu görüntüsünün dünyanın %25' ini göstermesine, geri kalan %75' lik kısmında uzayı göstermesine neden olmuştur. Yeni "cartwheel" konfigürasyona sahip olan TIROS-922 Şubat 1965' de fırlatılmıştır. Bu uydunun dönüş eksenini yörüngeye dik olacak şekilde eğimlendirilmiştir ve uzay mekiğinin kenarını gösteren kameralar yeniden yönlendirilmiştir. Bu yüzden uydu dünyanın çevresindeki yörüngesinde bir yük arabasının tekerleği gibi dönmüştür. Uydunun her bir yöneliminde kameralar dünyayı gösterebiliyor ve görüntü alınabiliyordu. Bu da küresel kompozite görüntülerin yapılabilmesine olanak sağlamıştır.

3.6. Yer Gözlem Uyduları

3.6.1. ADEOS(Advanced Earth Observing Satellite)

ADEOS uyduları Japonya'ya ait yer gözlem uydularıdır. Bu uydulardan ilki olan ADEOS-1 17 Ağustos 1996 yılında Tanegashima'daki uzay üssünden H-2 uzay aracı ile fırlatılmıştır. 4 x 4 x 5 m boyutlarında 3.500 kg ağırlığındaki ADEOS-1 98.6° lik bir yörüngeye yerleştirilmiştir. ADEOS uydularının ikincisi olan ADEOS-2 de Tanegashima uzay üssünden 14 Aralık 2002 yılında H-2A uzay aracı ile fırlatılmıştır. 4 x 4 x 5 m boyutlarında 3.730 kg ağırlığındaki bu uydu ise 98.7° lik bir yörüngeye yerleştirilmiştir.

Yeşil anlamına gelen ADEOS-1 uydusu gezegenimizi ilk olarak uzaydan gözleyen uydudur. Japonya Uzay Ajansı NASDA (National Space Development Agency) tarafından geliştirilen uyduya NASA ve Fransız Uzay Ajansı CNES (The French Space Agency) ' nın destekleriyle 8 parça daha eklenmiş ve bu sayede dünya çevresindeki çevresel değişiklikler, küresel ısınma, ozon tabakasındaki incelleme ve yağmur ormanlarındaki azalma gözlenebilmiştir. Yapısal bir takım hatalardan dolayı uydu sadece 9 ay yörüngesinde kalabilmiştir.

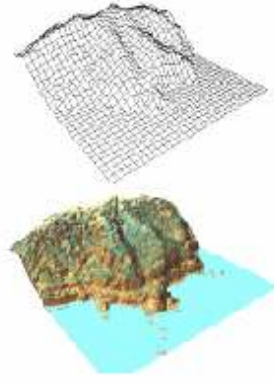
ADEOS-2 öncelikle global enerji ve suyun dolaşımını incelemiştir. NASA' nın Dünya Gözlem Sistemi EOS (Earth Observing System) programına katılan uydu bütün bunlara rağmen yüksek güneş ışığı ya da güneşte meydana gelen ani bir patlama nedeniyle Ekim 2003' de kaybedilmiştir.

3.6.2. ALOS(Advanced Land Observing Satellite)

ALOS (Advanced Land Observing Satellite) 2002 yılında NASDA (National Space Development Agency of Japon) Japonya Ulusal Uzay Araştırma Merkezi tarafından fırlatılan bir yer gözlem uydusudur. Yüksek performansa sahip olan bu uydu daha önce fırlatılmış olan JERS-1 ve ADEOS uydularının devamıdır. ALOS' un dört önemli inceleme alanı vardır. Bunlar:

Kartografya :

DEM (Digital Elevation Model)



Şekil 3.12. ALOS verileriyle elde edilen topografik harita

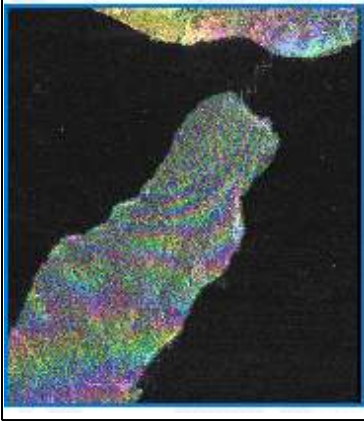
ALOS verileri kullanılarak 1 / 25.000 ölçekli topografik haritalar oluşturulmaktadır.

Bölgesel Gözlem:

Şekil 3.13. JERS-1 uydusu tarafından alınan Tokyo görüntüsü

Yukarıdaki görüntü Tokyo şehrinin JERS-1 uydusu tarafından alınmış görüntüsüdür. Görüldüğü gibi ALOS uydusu bölgesel gözlemler için de kullanılmaktadır.

Doğal Felaketler:



Şekil 3.14. Hanshin-awaji depremindeki katmanların hareketi

ALOS uydusu sayesinde yeryüzü üzerinde meydana gelen yangın, deprem, volkanik patlama gibi doğal felaketler anında tespit edilebilmektedir. Yukarıdaki görüntü Hanshin-awaji (EORC) meydana gelen depremdeki katmanların hareketini göstermektedir.

Kaynakların İncelenmesinde:

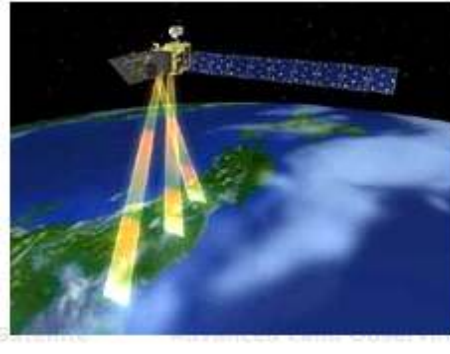


Şekil 3.15. Kuzey Çin’ de bulunan petrol tarlası

ALOS verileri kullanılarak henüz tespit edilmemiş kaynaklar tespit edilerek kullanıma açılmaktadır. Yukarıdaki görüntü Çin’ in kuzey bölgesinde yer alan bir petrol tarlasını göstermektedir.

ALOS üzerinde üç önemli uzaktan algılama cihazı bulunmaktadır. Bunlar:

- PRISM (Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping):



Şekil 3.16. PRISM Algılayıcısı

Yüksek çözünürlüklü görüntüler (pankromatik), yükseklik verisi toplama, Stereo Haritalandırma için kullanılan pankromatik uzaktan algılama cihazıdır.

PRISM 2.5 metrelik konumsal çözünürlüklü pankromatik radyometredir.

Yükseklik verisi dahil olmak üzere bir alana ait veriyi sağlamak için PRISM üç adet optik sistem kullanmaktadır. PRISM ile kesin ve doğru arazi bilgileri kısa zaman aralıklarıyla elde edilmektedir.

- AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer Type-2) :

Çok bantlı görüntüler (renkli) , noktalama yeteneğidir. ADEOS uydusunun üzerinde bulunan AVNIR sensörüne göre daha iyi konumsal çözünürlük sunan AVNIR-2 arazi ve kıyısız alanların gözlenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca bölgesel çevrede arazi kapsam haritalarında ve arazi kullanımı sınıflandırma haritalarında kullanılmaktadır. Cihazın Cross Track Pointing özelliği sayesinde doğal afetlerde kolaylıkla incelenebilmektedir.

- PALSAR (Phased Array Type L-band Synthetic Aperture Radar):

PALSAR gündüz ve gece algılayıcısıdır. PALSAR aktif bir mikrodalga algılayıcısı olup gece-gündüz, bulut olsun ya da olmasın çekim yapma olanağı sağlamaktadır. JERS-1 uydusu üzerinde bulunan Synthetic Aperture Radar' a göre daha yüksek performans sağlamaktadır.

3.6.3. CBERS(China-Brazil Earth Resources Satellite)

CBERS uyduları Çin ve Brezilya ortak yapımıdır. Bu serinin ilk uydusu olan CBERS-1 Ekim 1999' da fırlatılmıştır. Çin' den 1 Eylül 2001 yılında fırlatılmış olan CBERS-2 uydusu iklim değişikliklerini, Amazon' daki orman yangınlarını ve meteorolojik değişimleri denetlemek için fırlatılmıştır.

3.6.4. ENVISAT

Avrupa Uzay Ajansı ESA tarafından fırlatılmış olan ENVISAT uydusu Avrupa' nın en güçlü yer gözlem uydusudur. Mart 2002' de fırlatılmış olan uydu atmosfer, okyanus, arazi ve buz ölçümleri için kullanılan kutupsal yörüngeli gelişmiş bir uydudur. ENVISAT' tan alınan veriler yer bilimleri araştırmalarına, iklimsel ve çevresel değişimlerin izlenmesine olanak sağlamaktadır. Uydu Meris, Asar, Aatsr, Ra-2, Mwr, Doris, Gomos, Mipas, Sciamachy ve Lrr algılayıcılarını taşımaktadır. Bu algılayıcılardan Meris ve Asar hakkındaki bilgiler aşağıda verilmektedir.

- Meris (Medium Resolution Imaging Spectrometer Instrument):

Meris algılayıcısının amacı okyanus ve kıyısız alanlardaki denizin rengini ölçmektir. Deniz rengi bilgisi klorofil pigment konsantrasyonu ve aslı haldeki sediment (çökelme) konsantrasyonuna rahatlıkla dönüştürülebilmektedir. Denizin rengi ise okyanus karbon dönüşümü, üst okyanus termal rejimi, balıkçılığın düzenlenmesi ve kıyısız zonların düzenlenmesi gibi konularda kullanılmak için ölçülmektedir. Meris algılayıcısı ayrıca bulut üst yüksekliğini, toplam su buharı miktarını ve kara üstündeki duman miktarını da ölçebilmektedir.

- Asar (Advanced Synthetic Aperture Radar):

Asar C bandında çalışmakta olan algılayıcıdır. Asar ERS uydusunun dalga modu ve görüntü modu SAR ile devamlılık sağlamaktadır.

Tablo 3.22. ENVISAT uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	Avrupa Uzay Ajansı (ESA)
Fırlatılma Tarihi	1 Mart 2002
Tasarım Ömrü	5 yıl
Toplam Kütle	8200 kg.
Yörünge Özellikleri	Güneş Eş-Zamanlı
Ana Yapının Boyutları	Uzunluk: 25 m
Yörünge Yüksekliği	800 km
Yörünge Eğimi	98°
Yörünge Periyodu	101 dakika
Tekrarlama Periyodu	35 Gün
Veri İletim Hızı	2 x 100 Mbit/sn.
Algılayıcıları	Gelişmiş Yapay Açıklıklı Radar (ASAR) Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi (MERIS)

Gelişmiş Yapay Açıklıklı Radar' ın (ASAR) özellikleri Tablo 3.23' de verilmiştir.

Tablo 3.23. ASAR' ın görüntüleme özellikleri

Mod	Uzaysal Çözünürlük	Swath Genişliği	Polarizasyon Çiftleri
------------	---------------------------	------------------------	------------------------------

Görüntü Modu (IM)	30 m	100 km	VV/HH
DEĞİŞKEN Polarizasyon Modu (AP)	30 m	100 km	HH/VV, HH/VV veya VV/VH
Geniş Tarama Alanı Modu (WS)	150 m	100 km	HH/VV

Tablo 3.24. MERIS' in görüntüleme özellikleri

Bant No	Bant Merkezi (nm)	Bant Genişliği (nm)	Uzaysal Çözünürlük
1	412.5	10	290 m x 260 m 1.2 km x 1.04 km
2	442.5		
3	490		
4	510		
5	560		
6	620		
7	665		
8	681.25	7.5	290 m x 260 m 1.2 km x 1.04 km
9	708.75	10	290 m x 260 m 1.2 km x 1.04 km
10	753.75	7.5	290 m x 260 m 1.2 km x 1.04 km
11	760.625	3.75	290 m x 260 m 1.2 km x 1.04 km
12	778.75	15	290 m x 260 m 1.2 km x 1.04 km

13	865	20	290 m x 260 m 1.2 km x 1.04 km
14	885	10	290 m x 260 m
15	900		1.2 km x 1.04 km

ENVISAT dünya yüzeyindeki çevre ve ısı değişikliklerini yakından takip ederek iklim değişikliğiyle mücadele için uzun dönemli verilerin oluşturulmasını sağlamasının yanında, çok küçük ısı ve çevre değişikliklerini fark edebileceğinden doğal felaketlerin önlenmesine de katkıda bulunmaktadır. Dünya' yı 800 km yüksekten izlemekte olan uydu üzerinde taşıdığı 10 farklı algılayıcı sayesinde bugüne kadar uzaya gönderilmiş en donanımlı çevresel uydudur. Küresel ısınmaya neden olan atmosfer gazlarının seviyesini de yakından inceleyen ENVISAT politikacıların ısınma ile mücadele için etkin çevre politikaları uygulayabilmelerine de uygun veriler sağlayarak yardımcı olmaktadır. Yerküre' deki değişiklikleri aralıksız 365 gün izlemekte olan uydunun 5 yıl boyunca kullanılması planlanmaktadır.

3.6.5. EROS

EROS İsrail' e ait dünyanın her noktasından görüntü alabilme yeteneğine sahip yer gözlem uydusudur. 100 milyon dolara mal olan 250 kg ağırlığındaki EROS-1 5 Aralık 2000 tarihinde Sibirya' dan fırlatılmıştır. Uydu 6 aylık bir yaşam süresi planlanarak fırlatılmıştır. Askeri amaçla kullanılmasının yanında EROS uydusu harita, kent gelişimi ve balıkçılık gibi ticari amaçlar için de kullanılmıştır.

3.6.6. ERS



Şekil 3.17. ERS-1 Uydusu

ERS uydularından ilki olan ERS-1 Avrupa' nın ilk uzaktan algılama uydusudur. Bu uydunun amacı çevrenin bilimsel incelenmesine katkıda bulunmaktadır. ERS-1 ileri mikrodalga tekniğini kullanarak her türlü hava koşullarından etkilenmeden çevreyi global olarak ve tekrarlı bir biçimde gözlemleyebilmektedir. Aynı zamanda dünyanın uzak bölgeleri olarak kabul edilen kutup bölgelerinden ve güney okyanustan da bilgi aktarmaktadır.

Tablo 3.25. ERS-1' in teknik özellikleri

İşletmeci	Avrupa Uzay Ajansı (ESA)
-----------	--------------------------

Fırlatılma Tarihi	20 Nisan 1995
Tasarım Ömrü	5 yıl
Toplam Kütle	2385 kg.
Yörünge Özellikleri	Güneş Eş-Zamanlı
Ana Yapının Boyutları	Yükseklik: 11.8 m
Yörünge Yüksekliği	817 km
Yörünge Eğimi	99,5°
Yörünge Periyodu	100 dakika
Tekrarlama Periyodu	35 Gün
Veri İletim Hızı	105 Mbit/sn.
Algılayıcıları	Yapay Açıklıklı Radar (SAR)

Tablo 3.26. SAR’ ın görüntüleme özellikleri

Frekans	5.3 GHz
Bant Genişliği	15.55 MHz
Bant Adı	C bandı
Dalga Boyu	56 mm
Geliş Açısı	23°
Çözünürlük	30 m
Tarama Alanı Genişliği	100 km
Polarizasyon	Düşey

3.6.7. IKONOS



Şekil 3.18. IKONOS Uydusu

IKONOS 24 Eylül 1999 tarihinde California’ daki Vandenberg Hava Üssü’ nden Athena II uzay aracı ile NASA tarafından fırlatılan yer gözlem uydusudur. IKONOS uydusu 681 km yükseklikte, 26.000 km/saat hızla güneşle eş zamanlı yörüngesinde hareketine devam etmektedir. IKONOS uydusu 700 km eninde bir şerit içinde 82 cm çözünürlükte görüntü alabilmektedir. IKONOS uydusunun görüntüleri yer kontrol noktalarıyla birlikte kullanımı, kesin yer tayini ve haritalama çalışmaları için kusursuz imkanlar sunmaktadır. Ayrıca IKONOS uydu görüntüleri Coğrafik Bilgi Sistemleri (GIS) ve haritalama formatları ile uyumludur.

Tablo 3.27. IKONOS uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	NASA
Fırlatılma Tarihi	24 Eylül 1999
Toplam Kütle	725 kg.
Yörünge Özellikleri	Polar’ a yakın, Güneş’ le eş zamanlı
Yörünge Yüksekliği	681 km
Yörünge Eğimi	98.1°
Yörünge Periyodu	98 dakika
Spektral Aralık	0.45-0.90 m (pankromatik) 0.45-0.52 m (mavi) 0.52-0.60 m (yeşil) 0.63-0.69 m (kırmızı) 0.76-0.90 m (kızılötesi)

3.6.8. JERS(Japanese Earth Resources Satellite)

JERS-1 Japonya Ulusal Uzay Geliştirme Ajansı NASDA tarafından 11 Şubat 1992 tarihinde fırlatılan Japon yer kaynakları uydusudur. 568 km yükseklikteki solar senkronize yörüngesi üzerinde 44 günde dönme süresini tamamlamaktadır. JERS-1 üzerinde bulunan yüksek performanslı SAR (Synthetic Aperture Radar) ve Optik Algılayıcısı (OPS) yardımıyla gözlem yapıp veri toplamaya devam etmektedir. SAR aktif algılayıcısı gece-gündüz hava koşullarından

etkilenmeksizin gönderdiği mikrodalgaların geri saçılımı yardımıyla yeryüzündeki eğimleri, eşitsizlikleri ve karakteristik özellikleri algılayabilmektedir.

Tablo 3.28. SAR’ ın görüntüleme özellikleri

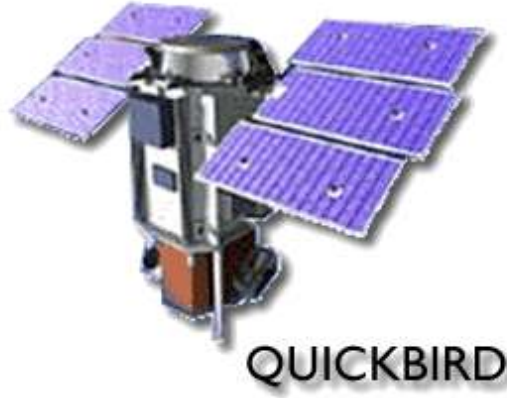
Çerçeve Genişliği	75 km
Çözünürlük	18 m x 18 m
Gözlem Frekansı	1.275 MHz

OPS ise görünür kısımdan SWIR banda kadar 7 bandı kapsayacak şekilde gözlem yapabilen ve taşların, kayaların, minerallerin belirlenmesinde kullanılan stereoskopik gözlem yapabilme yeteneğine sahip optik algılayıcıdır.

Tablo 3.29. OPS’ nin görüntüleme özellikleri

Çerçeve Genişliği	75 km
Çözünürlük	18 m x 18 m
Bant 1	0.52-0.60 m (görünür)
Bant 2	0.63-0.69 m (yakın kızılötesi)
Bant 3	0.76-0.86 m (yakın kızılötesi)
Bant 4	0.76-0.86 m (yakın kızılötesi)
Bant 5	1.60-1.71 m (kısa dalga kızılötesi)
Bant 6	2.01-2.12 m (kısa dalga kızılötesi)
Bant 7	2.13-2.25 m (kısa dalga kızılötesi)
Bant 8	2.27-2.40 m (kısa dalga kızılötesi)

3.6.9. QUICKBIRD



Şekil 3.19. QUICKBIRD Uydusu

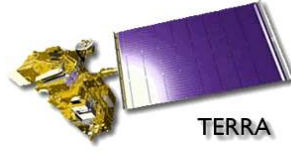
Digital Globe isimli özel bir A.B.D. şirket tarafından üretilen QUICKBIRD uydusu 18 Ekim 2001 tarihinde fırlatılmıştır. QUICKBIRD verisinden pankromatik bant için 0.61 m' lik, çok kanallı bantlar içinse 2.5 m çözünürlükte görüntüler elde edilmektedir. 17 x 17 km' lik bir görüntüyü yaklaşık 4 saniyede alabilen QUICKBIRD uydusunun teknik özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Ayrıca uydunun bulunduğu alçak yükseklik ve arttırılmış hızı görüntünün doğruluğu, berraklığı gibi özellikleri olumsuz yönde etkilese de alçak yükseklik yer konum doğruluğunu arttırmaktadır. Uydu 2003 yılından itibaren stereo görüntü çekimine de imkan sunmaktadır.

Tablo 3.30. QUICKBIRD uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	Digital Globe
Fırlatılma Tarihi	18 Ekim 2001
Tasarım Ömrü	5 yıldan fazla
Toplam Kütle	1314 kg.
Yörünge Özellikleri	Güneş Eş-Zamanlı
Ana Yapının Boyutları	Uzunluk:3.04 m
Yörünge Yüksekliği	450 km
Yörünge Eğimi	97.2°
Yörünge Periyodu	93.5 dakika
Tekrarlama Periyodu	1-3.5 Gün
Veri İletim Hızı	105 Mbit/sn.
Algılayıcıları	Çok Spektrumlu Tarayıcı (MSS) Pankromatik Sensör (PAN)

Tablo 3.31. MSS ve PAN' ın görüntüleme özellikleri

EM Bölge	Bant No	Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Görünür Mavi	1	0.45-0.52	2.44-2.88 m	11 bit
Görünür Yeşil	2	0.52-0.60	2.44-2.88 m	11 bit
Görünür Kırmızı	3	0.63-0.69	2.44-2.88 m	11 bit
Yakın Kızılötesi	4	0.76-0.90	2.44-2.88 m	11 bit
Pankromatik	5	0.52-0.90	61-72 cm	11 bit

3.6.10. TERRA**Şekil 3.20.** TERRA Uydusu

TERRA uydusu 18 Aralık 1999' da Van Der Berg Hava Üssü' nden (California) NASA tarafından fırlatılmıştır. Uydu üzerinde 5 değişik modül bulunmaktadır. Bunlar Aster, Modis, Ceres, Mopitt ve Mısır' dır.

Tablo 3.32. TERRA uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	NASA
Fırlatılma Tarihi	18 Aralık 1999
Tasarım Ömrü	6 yıl
Toplam Kütle	5190 kg.
Yörünge Özellikleri	Dairesel, Güneş Eş-Zamanlı
Ana Yapının Boyutları	Uzunluk:6.8 m Çap: 3.5 m

Yörünge Yüksekliği	705 km
Yörünge Eğimi	98.2°
Yörünge Periyodu	96.5 dakika
Tekrarlama Periyodu	16 Gün
Veri İletim Hızı	18 Mbit/sn.(MODIS) 13.1 Mbit/sn.(ASTER)
Algılayıcıları	ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)

- Aster (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer):

Aster TERRA platformu üzerindeki tek yüksek çözünürlüklü uzaysal (spatial) modüldür. Aster modülü değişiklik tespiti, kalibrasyon/geçerlilik ve yeryüzü çalışmalarında diğer algılayıcılar için yakınlaştırıcı lens olarak hizmet etmesi açısından da önemli bir ayardır. Aster her yörünge dönüşü boyunca ortalama 8 dakikalık veri toplayabilmektedir. Aster modülü sayesinde dünyanın yüksek çözünürlüklü ve 14 banttan oluşan görüntüleri elde edilebilmektedir. Ayrıca Aster verileri arazi yüzeyinin sıcaklık, parlaklık değişim oranı ile yükseklik haritalarının çıkarılmasında da kullanılmaktadır.

Tablo 3.33. ASTER' in görüntüleme özellikleri

EM Bölge	Bant No	Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Kısa Dalga Kızılötesi	4	1.60-1070	30 m	8 bit
	5	2.14-2.18		
	6	2.18-2.22		
	7	2.23-2.28		
	8	2.29-2.36		
	9	2.36-2.43		
Görünür Kırmızı	3	0.63-0.69	2.44-2.88 m	11 bit
Yakın Kızılötesi	4	0.76-0.90	2.44-2.88 m	11 bit
Pankromatik	5	0.52-0.90	61-72 cm	11 bit

TERRA uydusu üzerinde bulunan bir diğer önemli bir modül olan Modis' in özellikleri Tablo 3.34' de verilmiştir.

Tablo 3.34. MODIS' in görüntüleme özellikleri

Bant No	Bant Genişliği (nanometre)	Uzaysal özünürlük	Radyometrik özünürlük
1-2	620-670 841-876	250m	12 bit
3-4-5-6-7	459-479 545-565 1230-1250 1628-1652 2105-2155	500m	12 bit
8-9-10-11-12-13-14-15-16 -17-18-19	405-420 438-448 483-493 526-536 546-556 662-672 673-683 743-753 862-877 890-920 931-941 915-965	500m	12 bit

20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36	3.660-3.840 μm		
	3.929-3.989 μm		
	3.929-3.989 μm		
	4.020-4.080 μm		
	4.433-4.498 μm		
	4.482-4.549 μm		
	1.360-1.390 μm		
	6.535-6.895 μm		
	7.175-7.475 μm		
	8.400-8.700 μm	500m	12 bit
	9.580-9.880 μm		
	10.770-12.270 μm		
	13.180-13.485 μm		
	13.480-13.785 μm		
	13.785-14.085μm		
	14.085-14.385μm		

3.7. Bilimsel Uydular

3.7.1. AXAF(Advanced X-Ray Astrophysics Facility)

1998 yılında gönderilmiş olan önemli bir X-ışını astrofizik uydusudur. Uzaydaki bu uydu, yerküre çevresindeki yörüngesinde 1978-1981 yılları arasında dolaşan Einstein X-ışını uydusunun yerini almıştır. Yörüngede dolanan 14 metre boyunda ve 4 metre çapında bir silindir biçimindeki AXAF uydusunun ağırlığı 13 tondur. Einstein uydusu gibi AXAF da, özel aynaları yardımı ile X-ışınlarını odaklayıp cisimlerin X-ışını görüntülerini oluşturabilmektedir. Yüzeye dik gelen X-ışınlar bildiğimiz aynalar tarafından yansıtılmadığından, AXAF' ın altın kaplı altı aynası öyle yerleştirilmiştir ki, X-ışını fotonları bu aynalara birkaç küçük derecelik açılarla gelir ve kaydedilirler. AXAF' ın açısal ayırma gücü Einstein uydusunun on katıdır. Bu durum da aralarında 0.0001 derece olan iki cismin ayırt edilmesi anlamına gelmektedir.

AXAF' ın bilimsel görevleri arasında süpernovaların yaydığı X-ışınlarını analiz etmek ve kara delikleri araştırmak yer alır. Kara delikleri tanımanın yollarından biri, çevredeki gazın yaydığı yüksek enerjili ışıındır. Teorik astrofizikçiler çevredeki gazın yassı bir disk oluşturarak kara deliğin etrafında yörüngeye girdiğini düşünmektedirler. Bu diskin, gezegen sistemlerini oluşturan disklerden farklı yönü, daha büyük kütleli ve daha sıcak olmasıdır. Diskte bulunan gaz 1 milyon-1 milyar dereceye kadar ısınarak çoğunlukla X-ışını yaymaktadır. İşte AXAF aracında X-ışınının arka planda tek tek kaynaklardan oluştuğu yönündeki varsayımın sınanmasını sağlayabilecek kadar duyarlı ve açısal çözümleme gücü yüksek olan detektörler kullanılmıştır.

3.7.2. BİLSAT

TÜBİTAK' ın Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü (BİLTEN) tarafından teknoloji transferi yöntemiyle ürettiği BİLSAT-1 26 Eylül 2003 tarihinde Rusya' nın Plesetsk kasabasındaki uzay üssünden fırlatılmıştır. Toplam ağırlığı 129 kg olan uydu 686 km yükseklikteki yörüngesinde hareketine devam etmektedir. Temel görevi uzaktan algılama olan ve bir ölçüde haberleşme yeteneği de bulunan BİLSAT' ın İngiltere'deki SSTL firmasındaki üretimine teknoloji transferini sağlamak amacıyla 12 Türk mühendisi ve 4 teknisyen katılmıştır.

Tablo 3.35. BİLSAT-1' in teknik özellikleri

Ağırlık	129 kg
Yörünge	686 km dairesel, Güneş'le eş zamanlı
Yönelme Kontrolü	Üç eksen, iki motoru ile yörünge düzeltme
Yaşam Süresi	Üç eksen kontrollü 5 yıl, ayak ucuna bakar durumda +10 yıl

Kameralar	27.3 m yer örnekleme mesafesi olan çok bantlı kamera(kırmızı, yeşil, mavi ve kızılötesi) 12.6 m yer örnekleme mesafesi olan siyah/beyaz kamera
------------------	---

Uydu kapsamında;

- Küçük uydu tasarımı ve üretimi için gerekli temiz odalar, prototip laboratuvarlar, test laboratuvarları gibi altyapı binaları kurulmuştur.
- Uydunun işletimi için BİLTEN' de bir adet sabit yer istasyonu kurulmuştur.
- Bir teknoloji transfer ekibi İngiltere' de eğitim almış ve uydunun yapım aşamasına filen katılmışlardır.
- Uydunun iki görev yükü Bilten elemanları tarafından Türkiye' de tasarlanarak üretilmiştir.

Çoban (Çok Bantlı Kamera)



Şekil 3.21. Çoban

BİLSAT-1 uydusunun iki önemli yükünden biri olan Çoban 8 kanallı düşük çözünürlükte bir kameradır. Adını Çok Bantlı Kamera sözünün kısaltılmasından alan cihaz uzayda çalışan elektro-optik sistemlerin tasarımı konusunda deneyimlidir. Çoban' ın tasarımı ve üretimi Türkiye' de Türk teknisyenlerince yapılmıştır. Çoban genel anlamda uzay sistemi tasarımı konusunda özel olarak da CCD elektro-optik ve mekaniğin entegrasyonu konusunda deneyim kazanmak için tasarlanmış önemli bir yüküdür.

Tablo 3.36. Çoban' ın görüntüleme özellikleri

Çözünürlük	120 m
-------------------	-------

Kanal Sayısı	4
Bant Aralığı	375-425 nm 410-490 nm 460-540 nm 510-590 nm 560-640 nm 610-690 nm 660-740 nm 850-1000 nm

Gezgin (Gerçek zamanlı görüntü işleyen model)



Şekil 3.22. Gezgin

Kameralardan gelen görüntüleri anında sıkıştıran hızlı bir sayısal veri işlemi kartı olan Gezgin adını Gerçek Zamanda Görüntü İşleyen sözünün kısaltılmasından almıştır. Gezgin faydalı yükünün tasarımı ve üretimi TÜBİTAK olanaklarıyla Türk mühendisleri ve teknisyenleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Gezgin' in amacı 4 kameradan aynı anda alınan ve 2048 x 2048 piksel boyutundaki çok bantlı görüntüleri JPEG2000 algoritmasıyla gerçek zamanda kayıpsız sıkıştırarak uydu üzerindeki veri depolama alt sistemlerine aktarmaktır. Gezgin tüm görüntü işleme ve veri aktarma işlemlerini 5 saniyede gerçekleştirerek BİLSAT-1 uydusunun yörüngede aldığı ardışık görüntülerin gerçek zamanda sıkıştırılarak kaydedilmesine olanak sağlamaktadır. Gezgin' in JPEG2000 algoritmasına göre veri aktarımı şu şekilde olmaktadır:

- Çok bantlı kameradan aynı anda 4 banta 2048 x 2048 benek görüntü
- SRAM dış bellekten 256 x 256 parçalı işleme
- 2 paralel görüntü dizgisinden ayırık dalgacık dönüşümü
- Dalgacık dönüşümü alt bant dizgi zamanlaması

- TMS320C6701 dış veri alanına (SDRAM) 32-bit paralel asenkron veri transferi TMS320C6701 iç veri alanına entropi kodlama için 64 x 64 kod blokları halinde sıralama
- 2 görüntü akışından paralel entropi kodlaması
- Sıkıştırılmış görüntülerin serpilmiş dizgi düzenlenmesi
- Sıkıştırılmış görüntülerin seri kanallardan veri depolama birimlerine aktarımı

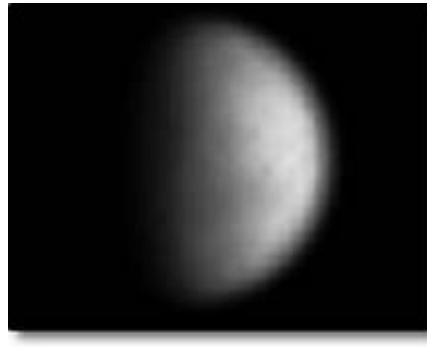
BİLSAT-1 uydusunun pek çok kullanım alanı vardır. Bazıları şunlardır:

- Şehircilik (Arazi örtüsü kullanımı, kentsel kullanım alanlarının sınıflandırılması, kaçak yapılaşmanın tespiti)
- Çevre (ÇED raporlarında kullanma, çevresel modelleme)
- Ormancılık (Hastalıkların tespiti, yangınlardan sonra hasar tespit çalışmalarında)
- Haritacılık (Üç boyutlu modellemede)
- Jeoloji uygulamalarında
- Afet yönetiminde

3.7.3. CASSINI-HUYGENS UZAY ARACI

NASA ile Avrupa Uzay Dairesi' nin (ESA) ortak yapımı, Satürn gezegenini inceleyecek uzay aracı Cassini, 1997' de fırlatıldıktan sonra çizdiği çok geniş rotasıyla Satürn' e yaklaşmıştır. 3 milyar 400 milyon dolarlık projeye uzaya gönderilen 320 kg ağırlığındaki Cassini, şimdiye kadar fırlatılan insansız uzay araçları arasında en pahalı olanıdır. Toplam 7 yıllık Satürn yolculuğuna çıkan ve Aralık 2000' de Jüpiter' in yanından geçen Cassini-Huygens' de uygulandığı gibi, NASA 1973' ten beri gezegenlerin kütle çekim güçlerini uzay araçlarını hızlandırmak için kullanıyor. Fakat Cassini plütonyumu sevk edici kuvvet olarak kullanmamakta, plütonyumun ısıması (radyoaktif erime) sayesinde uzay aracı hızlanmaktadır.

Cassini-Huygens Temmuz 2004' te Satürn' e varmış ve aracın ünlü astronom Huygens' ın adını taşıyan bölgesi Cassini' den ayrılarak Satürn' ün en büyük uydusu olan Titan' a iniş yapmıştır. Titan' ı keşfeden Flemenk fizikçi Huygens' ın adını taşıyan uzay aracı Satürn' ün bu en büyük uydusunda yaşama dair izler aramaktadır. Güneş sistemindeki tek atmosferi olan uydu olan Titan' ın birçok açıdan dünyanın milyarlarca yıl önceki koşullarını andırdığı belirtilmektedir. Bu yüzden bazı uzmanlar için bu olay Ay' a ayak basmak için verilen mücadeleden bu zaman kadar gerçekleştirilen en büyük atılım projesidir. Uzay aracı Titan' ın ilk fotoğrafını çekerek Almanya' nın Darmstadt ve ABD' nin California' daki yer istasyonlarına göndermiştir. Aşağıda Titan uydusunun uydu fotoğrafı bulunmaktadır.



Şekil 3.23. TİTAN

3.7.4. CHANDRA UZAY TELESKOPLARI

Chandra Uzay Teleskopu 23 Temmuz 1999’ da NASA tarafından California’ dan evrenin sonu hakkında araştırmalar yapılmak üzere gönderilmiştir. X ışınıyla çalışan Amerikan Uzay Teleskopu Chandra kullanılarak kara enerjinin gözlenmesi yoluyla evrenin hızla genişlemekte olduğu tespit edilmiştir.

3.7.5. COBE



Şekil 3.24. COBE uydusu

NASA’ ya ait bilimsel uydu olan COBE 18 Kasım 1989 tarihinde fırlatılmıştır. COBE uydusu üç aletten oluşmuştur. Bunlar Dirbe (Diffuse Infrared Background Experiment), Dmr (Differential Microwave Radiometers) ve Firas (Far Infrared Absolute Spectrophotometer)’ dir. Uydu 1992’ de Büyük Patlama’ dan kalma mikrodalga fon ışınımında “topaklar” bulmuştur. Ayrıca COBE’ nin tespit ettiği görüntülerde, gece ufku ötesindeki bir kentin yaydığına benzer bir ışıma bulunmuştur ve bunun evrenin ilk kuşak yıldız ve gökadalalarının yaydığı kızılötesi ışınım olduğu tespit edilmiştir. COBE’ nin kızılötesi teleskopları gökada kümelerine karşılık gelen topaklanmayı saptayamamışlardır. Ama şimdi Kızılötesi Uzay Gözlemevi (ISO) tarafından sağlanan verileri inceleyen Fransız gökbilimciler fonda belirledikleri topakların kızılötesi dalga boylarında ışınım yayan bir gökadalalar denizinden kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Bir diğer grup gökbilimciler ise bu ışınımın evrenin ilk 1 milyar yılı içinde ortaya çıkmış, genç yıldızlarla dolu süper parlak gökadalardan geldiğini savunmuşlardır.

3.7.6. HIPPARCOS

Tek astronomi uydusu olan HIPPARCOS, 1989 yılında astrofizik çalışmaları için gökyüzündeki tüm yıldızların katoloğunu oluşturmak amacıyla fırlatılmıştır. HIPPARCOS, 120.000 yıldızın 2-4 miliark-saniye hassasiyetle ölçtüğü konum ve parlaklıkları hakkında oldukça fazla bilgi toplamıştır.

3.7.7. HUBBLE UZAY TELESKOPU(Hubble Space Telescope)

Hubble Uzay Teleskopu 24 Nisan 1990 tarihinde Amerikan uzay mekiği Discovery tarafından uzaya yerleştirilmiştir. Boyu 13.1 m, çapı 4.3 m, ağırlığı 11 ton olan bu teleskopun aynasının çapı 2.4 metredir. Teleskop ortalama 8 km/s' lik yörünge hızı ile bir tam devrini 97 dakikada tamamlamaktadır ve bu süre içinde 2400 Watt' lık enerji harcamaktadır.

Hubble Uzay Teleskopu aldığı verileri dünyaya iki iletişim uydusunu kullanarak ulaştırmaktadır. Bu uydular sayesinde yörünge döneminin büyük bir bölümünde teleskop ile iletişim kurulmaktadır. Teleskop ile bağlantı sadece 2-7 dakikalık bir süre için kesilir. Teleskopu ile gözlem yapmak için bir yörünge döneminin (97 dakika) tamamı kullanılmaz. Sadece 52-60 dakikalık bir süre boyunca gözlem yapılabilir. Kalan zaman teleskopu yönlendirme, aletleri ayarlama gibi işler için kullanılmaktadır. Yörünge düzlemi ekvator düzlemine göre 28.5° eğimlidir ve çok küçük bir dış merkezliğe (0.00172) sahiptir. Hubble Uzay Teleskopu yörünge ekseninin kutuplarından yaklaşık olarak 18° uzaklıkta sınırı olan konik bölgeleri yörüngesinin neresinde olursa olsun gözleyebilmektedir.

Hubble Uzay Teleskopu şu ana kadar dört kez bakımdan geçmiştir. Birinci bakımı 1993 Aralık ayında gerçekleştirilmiştir. Bu bakımda yeni bir modül olan COSTAR takılmıştır. Bu tarihe kadar teleskop ile alınan görüntüler teleskopun sahip olduğu küresel sapma yüzünden bulanıktır. Modülün görevi teleskopun birincil aynasının sahip olduğu bu hatayı gidermektir. Yaklaşık büyüklüğü bir telefon kulübesi kadar olan COSTAR 5 tane düzeltici ayna taşımaktadır. Bir kaynaktan gelen ışın tayföçlere gönderilmeden önce bu modülün içine yönlendirilmekte küresel sapma giderilmekte ve daha sonrada kullanılacak tayföçlere yansıtılmaktadır. 1997 Şubat ayında gerçekleştirilen ikinci bakımda teleskop üzerinde bulunan GHRS ve FOS sökülerek yerlerine STIS ve NICMOS tayföçleri takılmıştır. Bu tayföçler öncekilerden daha geniş bir dalga boyu aralığında çalışmaktadırlar. 1998 Ekim ayında ise bir mekik teleskop üzerine takılarak elektronik parçaların ve soğutma sisteminin testi yapılmıştır. Testler olumlu sonuç verdikten sonra 1999 yılındaki 3. bakımda bu parçalar teleskop üzerine yerleştirilmiştir. Kasım ayında teleskopun yön tayininde kullanılan 6 jiroskoptan dördüncüsü bozulunca ve teleskop veri almayı durdurunca üçüncü servisin önemi artmıştır. Üçüncü jiroskop da bozulduktan sonra NASA üçüncü bakımı iki parçaya ayırma kararı almıştır. Bu sebepten üçüncü bakımın uygulanması 7 ayda tamamlanmıştır. Üçüncü servisin birinci bölümünde 6 jiroskop tamamen yenilenmiş ve yenilenen elektronik aksam ile teleskop eskisinden daha iyi hale gelmiştir. Üçüncü servisin ikinci kısmı ise Mart 2002' de 12 günlük sürede tamamlanmıştır. Teleskopa yeni bir kamera (ACS), NICMOS detektörüne de yeni bir soğutma sistemi takılmıştır. Ayrıca teleskop için gerekli enerjiyi üreten güneş panelleri de yenilenmiştir. Bir sonraki bakımın ise 2006-2007 yıllarında yapılması düşünülmektedir. Bundan sonra da Hubble Uzay Teleskopunun 2010' lu yıllarda görevini James Webb Teleskopu' na bırakması planlanmaktadır. Yaklaşık 14 yıldır veri alan teleskopa ait arşivlenmiş çok miktarda veri bulunmaktadır. Bu nedenle Hubble Uzay Teleskopu ile alınmış tayfları ararken istediğimiz bir yıldızın tayfını bulma olanağımız oldukça yüksektir.

3.7.8. IRAS(Infrared Ultraviolet Explorer)

ESA ve NASA ortak yapımı olan Kızılötesi Astronomi Uydusu IRAS 26 Ocak 1978 tarihinde fırlatılmış ve 30 Eylül 1996 tarihine kadar çalışmasına devam etmiştir. Uydu 1983 tarihinde gökyüzünün kızılötesi bölgesini taramıştır. IRAS uydusu ayrıca Güneş Sistemi' miz tarafından üretilen kızılötesi bantları keşfetmiştir. Bu bantlara Zodyak toz bantları adı verilir ve birbirleri ile çarpışan astreoidlerden kalan artıklardan oluşmuşlardır. Eliptik düzlemin 9° üstü ve 9° altında iki bant görülmektedir ki bu durum güneş etrafında yörüngesinin 9° olduğu bir artık parçacıklar bandını oluşturur. Bu bantlar yörüngeleri üzerinde uzun süredir var olan parçacıklar tarafından üretilmektedir. Başka bir bant ise eliptik düzlemde bulunmaktadır. Bu bantların sıcaklıklarının 165 ile 200° K arasında olduğu ve uzaklıklarının güneşten 2.2 ile 3.5 astronomik birim uzaklıkta olduğu tespit edilmiştir. Bu kuşak Mars ile Jüpiter arasındaki bölge olarak bilinen asteroid kuşağı olarak adlandırılır. IRAS ayrıca başka yıldızların etrafında da Zodyak toz bantlarının bulunduğu dair bulgulara ulaşmıştır.

3.7.9. ISO(Infrared Space Observatory)

Morötesi Uzay Gözlemevi ISO Kasım 1995-Mayıs 1998 tarihleri arasında şimdiye kadar yapılmış olandan binlerce kat daha hassasiyetle kızılötesi ışınlamaları gözlemiştir.

3.7.10. IUE(International Ultraviolet Explorer)

Uluslar arası Morötesi Uydusu olan IUE uydusu 26 Ocak 1978-30 Eylül 1996 tarihleri arasında 10.000 tane gökcismini incelemiştir.

3.7.11. JAMES WEBB TELESKOBU

ESA ve NASA ortak yapımı olan James Webb Uzay Teleskopu 1990 yılında fırlatılmıştır. Hubble Uzay Teleskopu' nun yerine geçecek olan James Webb Teleskopu' nun 2011 yılında kullanılması planlanmaktadır. Bu zaman aralığında yapılan bakımlarla Hubble Uzay Teleskopu' nun görevini devam ettireceği düşünülmektedir.

3.7.12. SIRFT(Space Infrared Telescope Facility)

25 Temmuz 2003 tarihinde NASA tarafından Cape Canaveral Uzay Üssü' nden Delta roketiyle gönderilmiş olan bir uzay teleskopudur. NASA teleskopu itfaiyecinin ısıyı hisseden kontrol aletlerine benzetmektedir. Teleskop da buna benzer bir şekilde insan gözü ve duyularıyla algılayamayan kızılötesi ışın veya sıcaklıkları tespit etmek için gönderilmiştir. Uzayın derinliklerine kadar ilerleyecek olan teleskopun milyarlarca ışık yılı uzaklıktaki galaksileri algılayıp kızılötesi astronomi için önemli bilgiler toplaması beklenmektedir. Diğer teleskoplarla izlenmeyecek kadar soğuk olan cisimlerin bir çoğu uzay tozu arkasında gizlenmektedir. Fakat SIRFT sayesinde bu cisimler kızılötesi alanda ışın yansıtıklarından ilk kez gözlenebilmektedir.

3.7.13. SOHO(Solar-Heliospheric Observatory)

SOHO uydusu 2 Aralık 1995' de güneşin gizli bölgelerini tespit etmek ve incelemek için fırlatılmıştır. SOHO güneşin

gizlerini aramaya devam etmektedir.

3.7.14. SPITZER TELESKOBU

NASA'ya ait Kızılötesi Uzay Teleskopu olan Spitzer 25 Ağustos 2003 tarihinde Florida Cape Canaveral'daki tarihi uzay üssünden fırlatılmıştır. Spitzer yıldız oluşumlarını incelemek üzere fırlatılmıştır. Ayrıca Spitzer yeni doğan yıldızların ve kuyruklu yıldızların üzerindeki toz katmanlarının fotoğraflarını çekecektir. İlk çektiği fotoğraflar arasında evrensel ölçülerle bir taş atımlık mesafe sayılan ve Samanyolu Galaksisi'ne komşu galaksilerden oluşan Messier 81'den görüntüler bulunmaktadır.

3.7.15. SWIFT

NASA'ya ait SWIFT uydusu 20 Kasım 2004 tarihinde evrendeki en şiddetli patlamalar olan gama ışın patlamalarının gizini çözmek için gönderilmiştir. Gama ışın patlamaları birkaç milisaniyeden birkaç dakikaya kadar süren, patlama sırasında güneşin milyarlarca katı kadar enerji yayabilen patlamalardır. Son yıllarda gama ışın patlamalarının dev yıldızların çökerek kara delik oluşturmaları sürecinin ürünü oldukları konusunda güçlü bulgular elde edilmiştir. SWIFT uydusunun yılda en az 100 gama ışın patlaması belirlemesi ve incelemesi beklenmektedir.

3.7.16. UHURU

UHURU 12 Aralık 1970'de NASA tarafından uzaya gönderilen X-ışını uydusudur. UHURU fırlatıldıktan kısa bir süre sonra ilginç veriler elde etmiştir. Fırlatıldıktan bir yıl sonra uydu Kuğu takımyıldızının en parlak yıldız olan Cygnus X-1'de çok yoğun x-ışını yayılımı bulmuştur. Cygnus X-1 saniyede bin kereden fazla titreşmektedir. Bu da sözü edilen ışık kaynağının boyutlarının beklenenden çok daha küçük olduğunu göstermiştir. Dikkatle yapılan gözlemler sonunda bu yıldızın HD226868 tarafından beslenen bir kara delik olduğu tespit edilmiştir. Astronomlar uzun araştırmalardan sonra ilk kara delik adayı olan Cygnus X-1'i UHURU uydusunun gözlemleri sonucunda tespit etmişlerdir.

3.7.17. ULYSSES

Ekim 1990'da fırlatılan ULYSSES, Güneş kutbunun üzerinde şimdiye dek keşfedilmemiş bölgelerdeki parçacıkları ve alanları gözlemek üzere fırlatılmıştır. Bunu sağlamak için ise uydu eliptik bir yörüngeye oturtulmuştur.

3.7.18. XMM-NEWTON UYDUSU

ESA'ya ait bilimsel uydu olan XMM-Newton uydusu Aralık 1999'da fırlatılmıştır. Uzaydaki kara delikler çevresindeki her şeyi yutmakta, ışık bile kara delikten kurtulamamaktadır. Ancak bir gözlem uydusu ilk kez bir enerjinin kara delikten kurtuluşuna tanıklık etmiştir. Bilim adamları şimdiye kadar ışığın bile çıkamadığını bildikleri uzaydaki kara deliklerin birinden termal olmayan kaynaktan geldiği sanılan bir parıltının kurtulmayı başarmasını şaşkınlıkla takip etmişlerdir. Bu parıltı dünya çevresinde yörüngede bulunan ve x ışınlarıyla çalışan bir gözlem aracıyla saptanabilmiştir. 10 milyar güneş yoğunluğunda olduğu bildirilen parıltının kurtulduğu kara delik dünyadan çok uzaktaki Centaurus takım yıldızı bünyesinde bulunduğu tespit edilmiştir. İlk kez bir kara delikten enerjinin kurtularak çevreye yayıldığına tanık olan astronomlar, bununla birlikte parıltının radyasyon kaynaklı olmadığına ve radyasyon kaynaklı bir ışımanın kara delikten çıkmasının imkansız olduğu

kanısına varmışlardır.

3.7.19. WMAP

WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) uydusu 30 Haziran 2001 tarihinde NASA tarafından fırlatılmış olan bilimsel uydudur. 3.8 metre yüksekliğinde ve 5 metre genişliğindeki 840 kg ağırlığındaki uydu 419 Watt'lık bir güçle fırlatılmıştır. Uydu dünyanın, güneşin ve ayın çekim gücünün eşitlendiği "L2 Lagrange" noktasında dünyadan 1.6 milyon kilometre uzaklıkta bulunmaktadır.

Büyük patlamadan 380 bin yıl sonra evrenin hızla soğuması sonucunda hidrojen atomlarının oluştuğu ve bu sırada kozmik mikrodalgaların meydana geldiği varsayılmaktadır. WMAP'ın görevi bu çok eski dalgaların izini sürerek evrenin geçmişini ortaya çıkarmaktır. Son alınan verilere göre WMAP uydusu evrenin yaşını 13.7 milyar olduğunu, evrenin sonsuza kadar genişleyeceğini ve karanlık maddenin bu genişlemeyi hızlandırdığını tespit etmiştir.

3.8. Uzaktan Algılama Uyduları

3.8.1. INSAT

INSAT uyduları Hindistan' a ait uzaktan algılama uydularıdır. Bu uydulardan ilki olan INSAT 1A Nisan 1982 ve 6 Eylül 1982 tarihleri arasında inceleme yapmıştır. Bu seriden INSAT 3C Arianespace tarafından 2002 yılında, INSAT 3A 10 Nisan 2003' de ve INSAT 3E 2003 yılında fırlatılmıştır. INSAT uyduları 74° doğu boylamına yerleştirilmiştir.

Tablo 3.37. INSAT uydusunun teknik özellikleri

Parametre	Visible	Infrared
Dalga Boyları	0.50-0.75 µm	10.5-12.5 µm
Sayısal Değerlere Çevrilmesi	6 bit	8 bit
Açısal Görüş Alanı	35 x 31 µrad	140 x 140 µrad
Çözünürlük	1.25 km	5.0 km
Görüntü Boyutu	10.000 x 10.000 (pixelxhat)	2500 x 2500 (pixelxhat)
Görüntü Zamanı	25 dakika	25 dakika

3.8.2. IRS(Indian Remote Sensing)

IRS uydusu Hindistan tarafından 29 Eylül 1997 tarihinde fırlatılan uzaktan algılama uydusudur. 780 km yükseklikte bulunan 1200 kg ağırlığındaki uydu polar, güneşle eş zamanlı yörüngesinde hareket etmektedir.

Tablo 3.38. IRS uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	Space Imaging
Fırlatılma Tarihi	29 Eylül 1997
Tasarım Ömrü	5 yıl
Toplam Kütle	1200 kg.
Yörünge Özellikleri	Polar, Güneş Eş-Zamanlı
Ana Yapının Boyutları	1.65 m x 1.5 m x 2.1 m
Yörünge Yüksekliği	780 km
Yörünge Eğimi	90.53°
Yörünge Periyodu	101 dakika
Tekrarlama Periyodu	5 Gün (PAN& WIFS), 24 Gün (LISS-3)
Veri İletim Hızı	84.903 Mbit/sn.(PAN) 42.4515 Mbit/sn.(LISS&WIFS)
Algılayıcıları	Pankromatik Sensör (PAN) Linear Imaging Self-Scanning Sensör (LISS-3) Wide Field Sensör (WIFS)

Tablo 3.39. Pankromatik Algılayıcı' nın görüntüleme özellikleri

EM Bölge	Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Pankromatik	0.5-0.75	6m	6 bit

Tablo 3.40. LISS-3' ün görüntüleme özellikleri

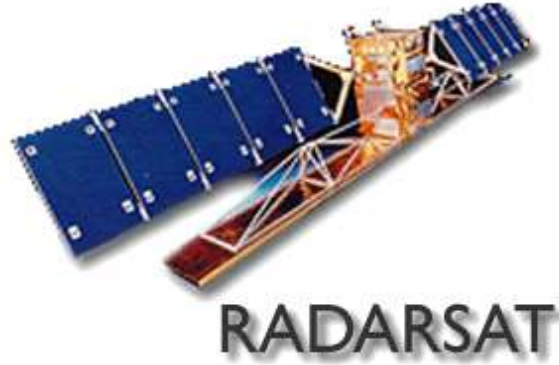
EM Bölge	Bant No	Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Görünür Yeşil	1	0.52-0.59	23 m	7 bit
Görünür Mavi	2	0.62-0.68	23 m	7 bit

Yakın Kızılötesi	3	0.77-0.86	23 m	7 bit
Kısa Dalga Kızılötesi	4	1.55-1.70	70 m	7 bit

Tablo 3.41. WIFS' in görüntüleme özellikleri

EM Bölge	Bant No	Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Görünür Kırmızı	1	0.62-0.68	188 m	7 bit
Yakın Kızılötesi	2	0.77-0.85	188 m	7 bit

3.8.3. RADARSAT



Şekil 3.25. RADARSAT Uydusu

RADARSAT uydusu Radarsat International tarafından 4 Kasım 1995 tarihinde 5 yıllık süre için gönderilmiştir. 3100 kg ağırlığındaki RADARSAT-1 uydusu yerden 798 km yükseklikte dairesel, güneşle eş zamanlı, 98.6° eğimli bir yörüngede hareket etmektedir.

Tablo 3.42. RADARSAT uydusunun teknik özellikleri

İşletmeci	Radarsat International
Fırlatılma Tarihi	4 Kasım 1995

Tasarım Ömrü	5 yıl
Toplam Kütle	3100 kg.
Yörünge Özellikleri	Dairesel, Kutupsal, Güneş Eş-Zamanlı
Ana Yapının Boyutları	1.34 m x 1.34 m x 3.2 m
Yörünge Yüksekliği	798 km
Yörünge Eğimi	98.6°
Yörünge Periyodu	100.7 (14 yörünge/gün)
Tekrarlama Periyodu	24 gün
Veri İletim Hızı	85 Mbit/sn kaydetme hızı 105 Mbit/sn gerçek zamanlı iletim
Algılayıcıları	Yapay Açıklıklı Radar (SAR)

Tablo 3.43. SAR' ın görüntüleme özellikleri

Frekans	5.3 GHz.
Bant Genişliği	11.6, 17.3 ya da 30.0 MHz.
Bant Adı	C Bandı
Dalga Boyu	56 mm
Geliş Açısı	10-59°
Çözünürlük	10-100 m
Tarama Alanı Genişliği	50-500 km
Polarizasyon	Yatay
Radyometrik Çözünürlük	8 bit

3.8.4. RESURS

RESURS-01 Rusya' ya ait uzaktan algılama uydusudur. RESURS uydu serilerinden ilki 1985, ikinci uydu ise 1988 yılında fırlatılmıştır. RESURS-01-3 Kasım 1994 ile Ekim 1995 tarihleri arasında inceleme yapmıştır.

Tablo 3.44. RESURS-01-3 ' ün teknik özellikleri

Fırlatılma Tarihi	4 Kasım 1994
Tasarım Ömrü	2 yıl
Toplam Kütle	1950 kg
Yörünge Özellikleri	Güneş senkronize, dairesel
Yörünge Yüksekliği	678 km
Yörünge Eğimi	98.04°
Yörünge Periyodu	98 dakika
Veri İletim Hızı	7.68 Mbit/s
Tekrarlama Periyodu	21 gün

3.9. LANDSAT Uydusu Uygulaması



Şekil 3.26. LANDSAT uydusu tarafından alınan Ocak 2000 Adana uydu görüntüsü



Şekil 3.27. LANDSAT uydusu tarafından alınan 2002 Adana görüntüsü

3.10. QUICKBIRD Uydusu Uygulaması

4 Ağustos 2004 tarihinde alınan Çukurova Üniversitesi uydu görüntüsü üzerinde Erdas uzaktan algılama programı kullanılarak Eğitilmiş ve Eğitimsiz Sınıflandırma yapılmıştır.



Şekil 3.28. QUICKBIRD uydusu tarafından alınan Çukurova Üniversitesi uydu

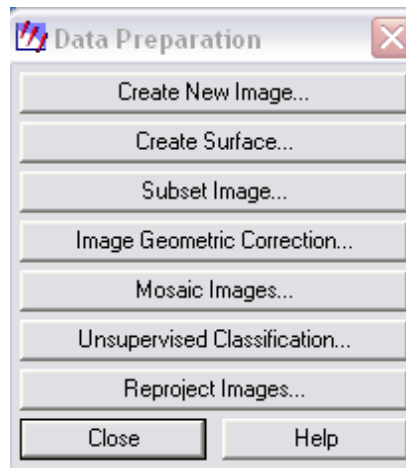
görüntüsü

Öncelikle yukarıdaki uydu görüntüsü üzerinde Çukurova Üniversitesi' nin olduğu bölge Erdas programı kullanılarak kesildi. Görüntü kesme işlemi şu şekilde gerçekleştirildi. Öncelikle alınan uydu görüntüsü açılarak program menüsünden Utility/Inquire Box seçilerek karşılaşılan pencereyle Çukurova Üniversitesi' nin olduğu alan seçilerek bölge belirlendi.



Şekil 3.29. Erdas programında alan belirleme

Ana menüden Data Preb/Subset Image kısmı seçilerek tespit edilen bölge kaydedildi.

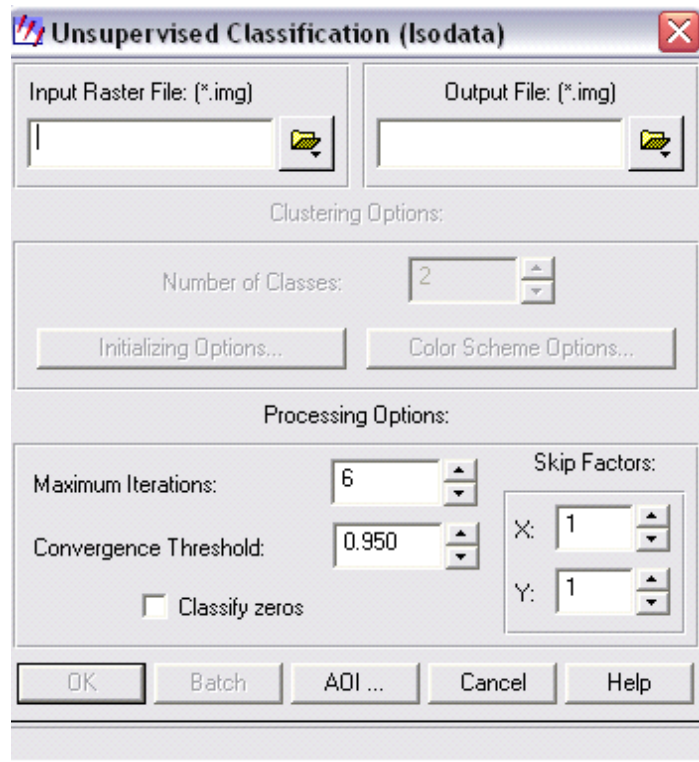


Şekil 3.30. Erdas programında seçilen alanın kaydedilmesi



Şekil 3.31. Erdas programı kullanılarak kesilen QUICKBIRD görüntüsü

Eğer incelenecek bölgedeki sınıflarla ilgili bilgi yoksa, istatistiksel dağılımları bilinmiyorsa veya yetersizse o bölgede Eğitimsiz Sınıflandırma yapılır. Yapılan örnek çalışmada Eğitimsiz Sınıflandırma işlemi şu şekilde gerçekleştirildi. Öncelikle kesilen görüntü açıldı. Daha sonra programın ana menüsünden Classifier/Unsupervised Classification seçilerek 10 farklı sınıf altında Eğitimsiz Sınıflandırma yapıldı.



Şekil 3.32. Eğitimsiz Sınıflandırma

Eğitimsiz Sınıflandırma yapılan görüntü kaydedilerek Şekil 3.33.' deki sınıflama yapılmış görüntü elde edildi.

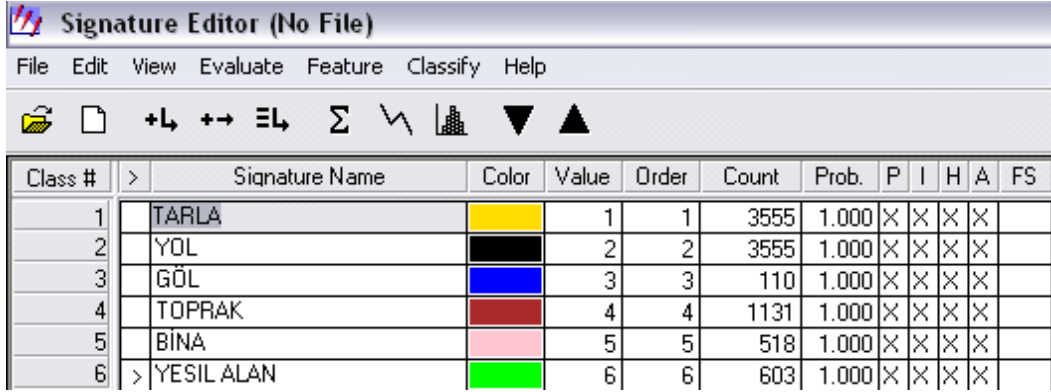


Şekil 3.33. Eğitimsiz Sınıflandırma yöntemi uygulanmış Çukurova Üniversitesi

QUICKBIRD uydu görüntüsü

İncelenecek bölgedeki sınıflar hakkında yeterli bilgi varsa ve o bölgedeki sınıflarla ilgili istatistiksel dağılımlar biliniyorsa Eğitimli Sınıflandırma yapılır. Eğitimli Sınıflandırma yöntemi En Çok Benzerlik(Maximum Likelihood), En Az Mesafe (Minimum Distance) ve En Yakın Komşu (Nearest Neighbourhood) sınıflarından birisi kullanılarak uygulanır.

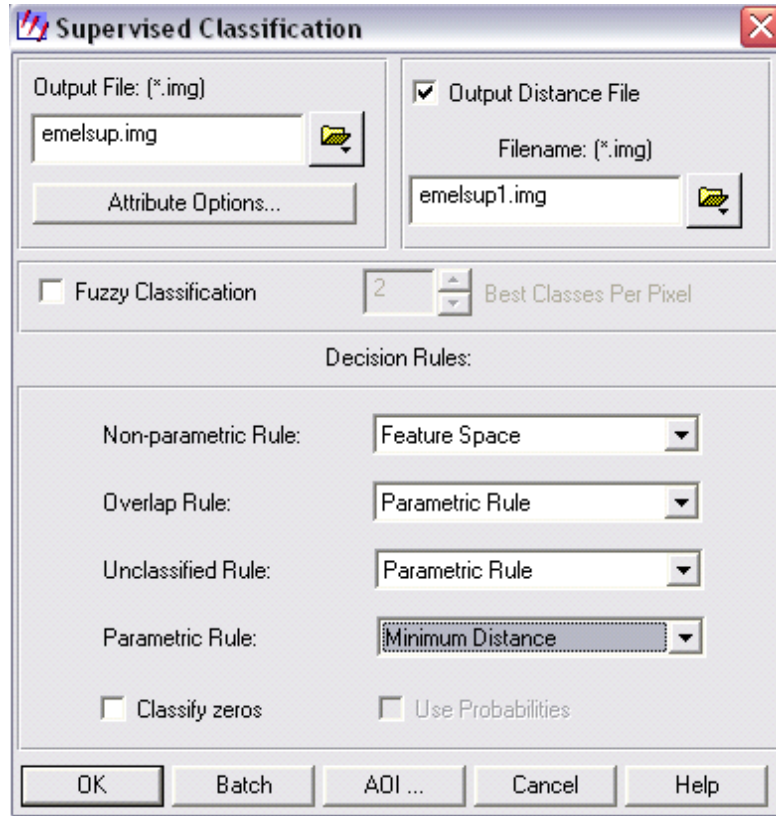
QUICKBIRD uydusu üzerinde yapılan bu çalışmada En Az Mesafe sınıflandırması kullanılmıştır. Eğitimli Sınıflandırma şu şekilde yapılmıştır. Öncelikle kesilen görüntü açıldı. Raster Options kısmından 4-3-2 bantları seçildi. Ana menüde bulunan Classifier/Signature Editör/View/Columns seçildi. Daha sonra görüntüde bulunan AOI/Tools bölümünden Polygon alınarak tek tek alanlar isimleri ve renkleri verilerek tespit edildi.



Class #	>	Signature Name	Color	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1		TARLA	Yellow	1	1	3555	1.000	X	X	X	X	
2		YOL	Black	2	2	3555	1.000	X	X	X	X	
3		GÖL	Blue	3	3	110	1.000	X	X	X	X	
4		TOPRAK	Red	4	4	1131	1.000	X	X	X	X	
5		BİNA	Pink	5	5	518	1.000	X	X	X	X	
6	>	YESİL ALAN	Green	6	6	603	1.000	X	X	X	X	

Şekil 3.34. Eğitimli Sınıflandırma’ da alanların seçilmesi

Signature Editör/Classify/Supervised Classification seçilerek tespit edilen bölgede uygulanan Eğitimli Sınıflandırma kaydedildi.



Supervised Classification

Output File: (*.img)
emelsup.img

Attribute Options...

☒ Output Distance File
Filename: (*.img)
emelsup1.img

☐ Fuzzy Classification

2 Best Classes Per Pixel

Decision Rules:

Non-parametric Rule: Feature Space

Overlap Rule: Parametric Rule

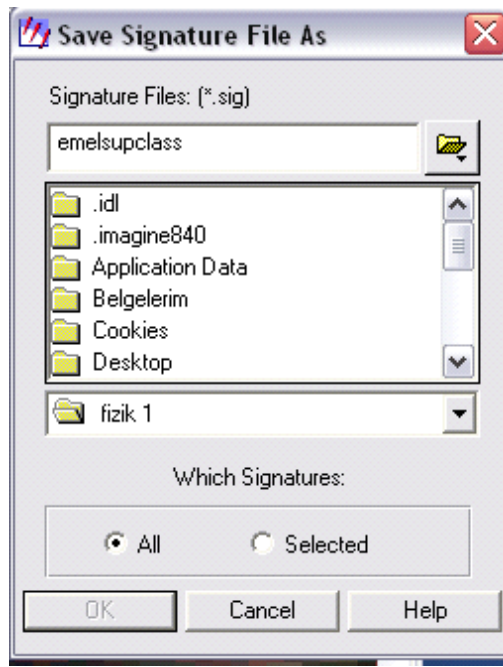
Unclassified Rule: Parametric Rule

Parametric Rule: Minimum Distance

☐ Classify zeros ☐ Use Probabilities

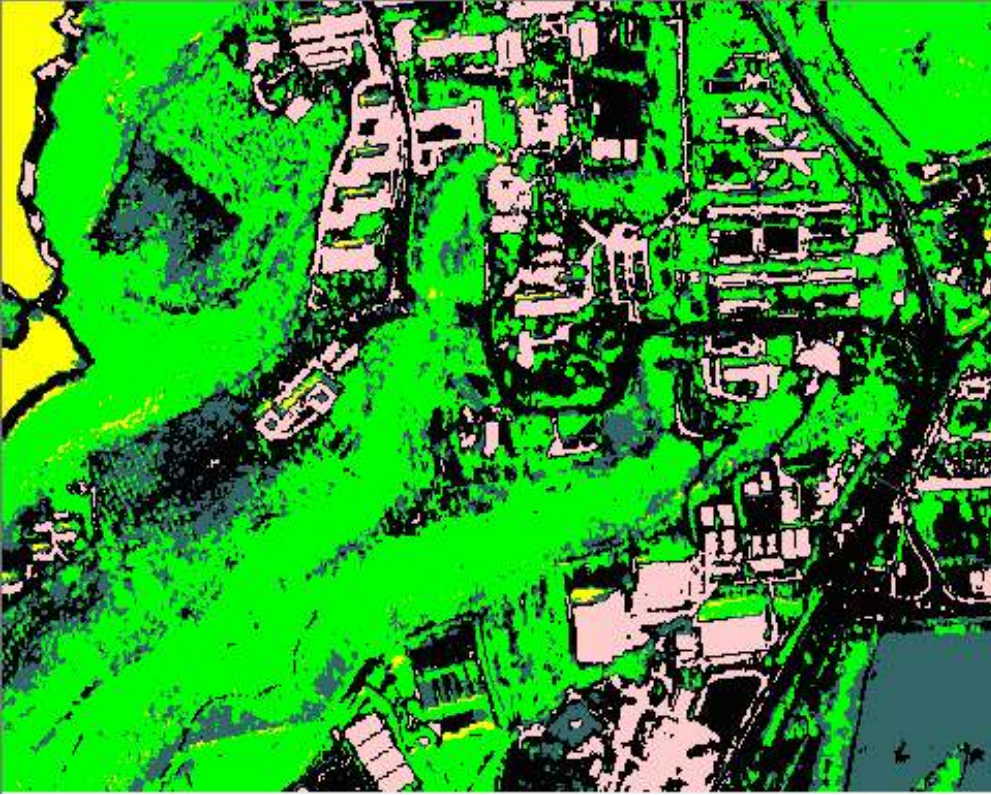
OK Batch AOI ... Cancel Help

Şekil 3.35. Eğitimli Sınıflandırma



Şekil 3.36. Eğitimli Sınıflandırma’ da görüntünün kaydedilmesi

Eğitimsiz Sınıflandırma uygulanmış bölge yukarıdaki gibi kaydedildikten sonra Şekil 3.37.’ deki görüntü elde edilmiştir.



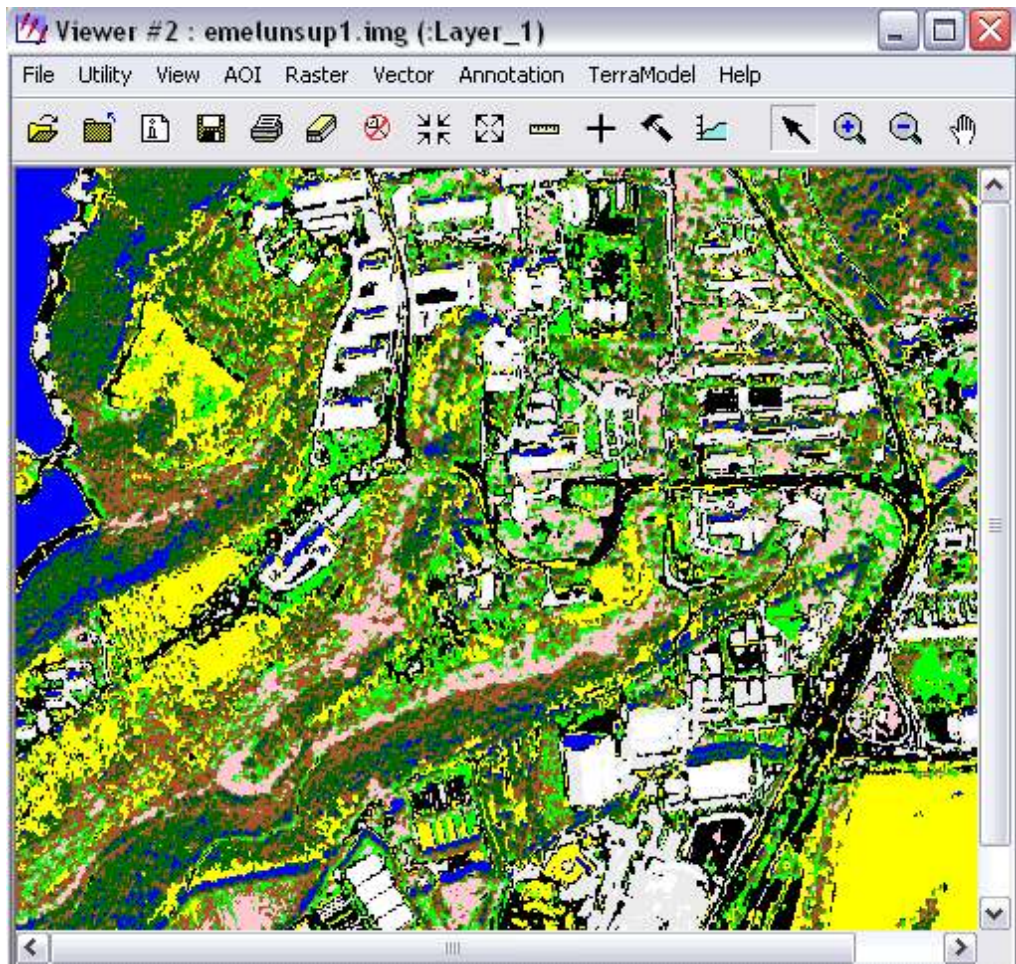
Şekil 3.37. Eğitilmiş Sınıflandırma yöntemi uygulanmış Çukurova Üniversitesi

QUICKBIRD uydu görüntüsü

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, uzaktan algılama ayrıntılı bir biçimde tanımlanmış, uzaktan algılamanın önemli veri kaynaklarından biri olan uydular hakkında bilgiler verilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda şimdiye kadar fırlatılmış, görevini tamamlamış ya da hala çalışmakta olan pek çok uydu tespit edilmiş, fakat bu çalışmada sadece 1996-2005 yılları arasında fırlatılmış uydular incelenmiştir. Ayrıca uydular bilimsel uydular, yer gözlem uyduları ve meteorolojik uydular olmak üzere üç farklı grupta araştırılmıştır. Ve bu araştırmalar sonunda 19 bilimsel uydu, 14 yer gözlem uydusu ve 6 meteorolojik uydu tespit edilerek bu uyduların fırlatılış tarihleri, hangi ülke tarafından fırlatıldığı, kullanım amaçları ve teknik özellikleri hakkında şekiller ve tablolarla desteklenerek ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Araştırma yapılırken uydular konusunda bilgi veren kitaplardan, bilimsel dergilerde yayınlanan makalelerden ve uydular hakkındaki internet sitelerinden yararlanılmıştır.

Ayrıca bu çalışmada iyi bir uzaktan algılama programı olan Erdas kullanılarak örnek bir çalışma yapılmıştır. Örnek çalışmada QUICKBIRD uydusunun 4 Ağustos 2004 tarihli Çukurova Üniversitesi görüntüsü kullanılmıştır. Görüntü üzerinde Eğitilmiş ve Eğitimsiz Sınıflandırma yapılmıştır. Eğitimsiz Sınıflandırma incelenecek bölgeyle ilgili desenlerin önceden bilinmediği sınıflandırma şeklidir. Bu yüzden alanlarla ilgili renk ve isim değişimi program tarafından yapılmaktadır. Bu uygulamada Eğitimsiz Sınıflandırma yapılırken 10 farklı sınıf seçilmiştir. Bunun sebebi görüntü hakkında ön bilgiye sahip olunmadığından sınıflandırma yapıldıktan sonra o alanlarla ilgili daha güvenilir tahminlerde bulunabilmektir. Uygulanan eğitimsiz sınıflandırma örneği Şekil 4.1.' de verilmiştir. Görüntü dikkatli bir biçimde incelendiğinde gölün, yolların, yeşil alanların ve binaların iyi bir biçimde ayırt edilebildiği görülmektedir. Fakat yeşil alanlarda bulunan toprak bölümler ile göle verilen mavi renk karışmıştır. Bu da Eğitimsiz Sınıflandırma' da programdan kaynaklanan bir hatadır.



Şekil 4.1. 4 Ağustos 2004 tarihli Çukurova Üniversitesi QUICKBIRD uydu görüntüsü üzerinde uygulanan Eğitimsiz Sınıflandırma örneği

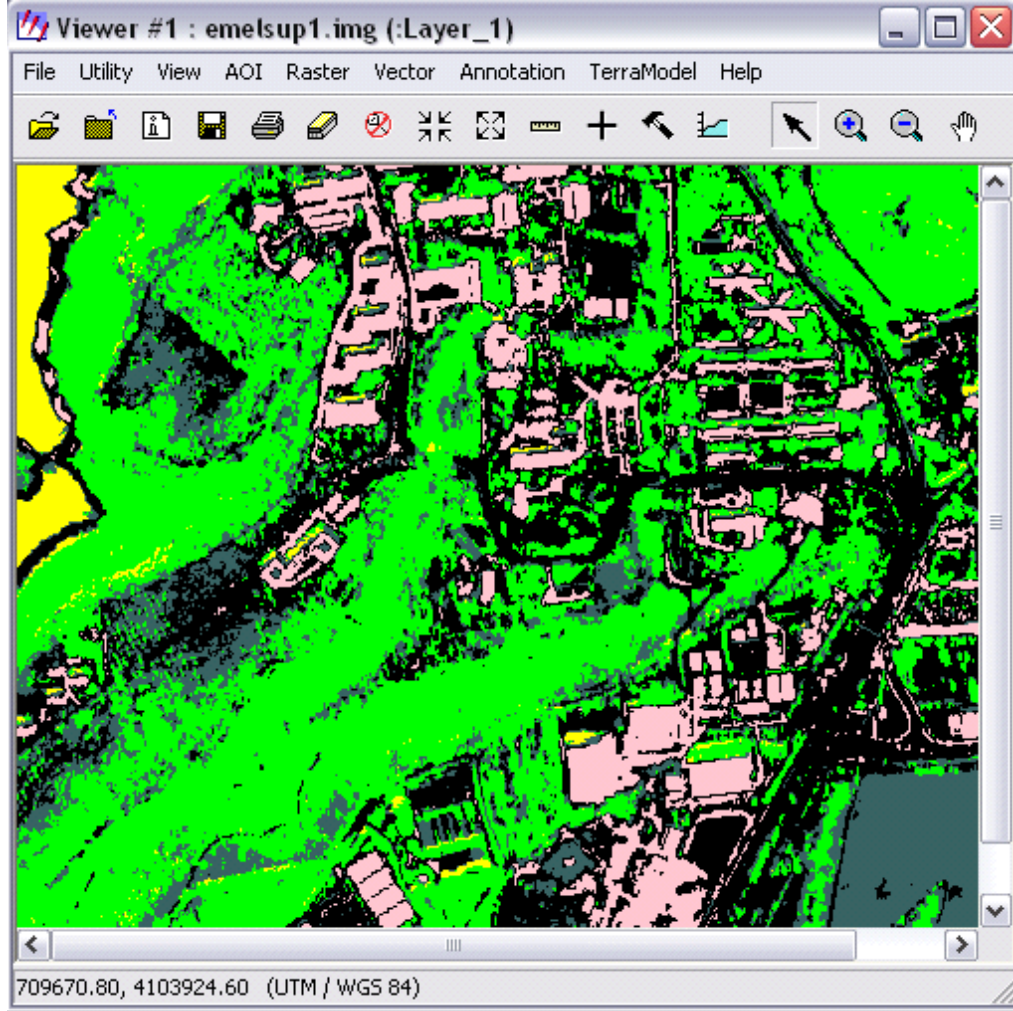
Eğitilmiş Sınıflandırma incelenecek bölgeyle ilgili ön çalışmaların yapıldığı, ön bilgilere sahip olunan sınıflandırmadır. Eğitilmiş Sınıflandırma En Çok Benzerlik (Maximum Likelihood), En Az Mesafe (Minimum Distance) ve En Yakın Komşu (Nearest Neighbourhood) sınıflarından oluşmaktadır. Örnek uygulamada En Az Mesafe sınıfı kullanılmıştır. Eğitilmiş sınıflandırma’da Eğitimsiz Sınıflandırma’ nın aksine sınıflandırılacak alanların seçimi, renk ve isim değişiklikleri bizim tarafımızdan yapılmaktadır. Örnek uygulamadaki Eğitilmiş Sınıflandırma’ da altı sınıf belirlenmiştir. Belirlenen sınıflar Şekil 4.2.’de verilmiştir.

Signature Editor (No File)												
File Edit View Evaluate Feature Classify Help												
Class #	>	Signature Name	Color	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1		TARLA		1	1	3555	1.000	X	X	X	X	
2		YOL		2	2	3555	1.000	X	X	X	X	
3		GÖL		3	3	110	1.000	X	X	X	X	
4		TOPRAK		4	4	1131	1.000	X	X	X	X	
5		BİNA		5	5	518	1.000	X	X	X	X	
6	>	YESİL ALAN		6	6	603	1.000	X	X	X	X	

Şekil 4.2. Eğitilmiş Sınıflandırma belirlenen sınıflar

Şekilde de görüldüğü gibi tarlalara sarı, yola siyah, göle mavi, toprak alanlara kahverengi, binalara pembe ve yeşil alanlara açık yeşil renk verilmiştir. Eğitilmiş Sınıflandırma yapıldıktan sonraki görüntü Şekil.4.3’ de verilmiştir. Görüntü incelendiğinde sadece yolların ve binaların iyi bir şekilde ayırt edilebildiği görülmektedir. Diğer bütün alanlar

ve renkler birbirine karışmıştır. Özellikle tarlaya verilen sarı renk göle de verilmiş, ayrıca kalan diğer bütün bölgeler yeşil alan olarak alınmıştır. Bu durum sınıflar belirlenirken seçilen alanlara diğer sınıflardan da bölgelerin girmesinden kaynaklanmaktadır. Yani alan belirlenirken yeterince dikkatli ve hassas olunmamıştır. Eğer sınıflar tespit edilirken görüntüde piksel boyutuna kadar inilebilirse bu tip hatalar büyük ölçüde azalacaktır.



Şekil 4.3. 4 Ağustos 2004 tarihli Çukurova Üniversitesi QUICKBIRD uydu görüntüsü üzerinde uygulanan Eğitilmiş Sınıflandırma örneği

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, uzaktan algılama hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiş, uzaktan algılamanın önemli bir veri kaynağı olan uydular yörüngelerine, tiplerine ve kullanım amaçlarına göre ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Uzaktan algılama objelerin belirli bir uzaklıktan mekanik veya elektronik cihazlar kullanılarak gözlenmesidir. Uydular uzaktan algılamanın önemli veri kaynaklarından birisidir. Çünkü uydular geniş bölgelerin kısa zamanda incelenmesine olanak sağlamaktadırlar. Hızlı nüfus artışı, kısıtlı doğal kaynaklar ve çevre kirliliği yeryüzü hakkında hızlı ve doğru bilgiye olan ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Bugün yeryüzünün fiziksel yapısı hakkında pek çok bilgi uzaktan algılama teknikleriyle elde edilmektedir. Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri bu tekniğin temel veri kaynaklarını oluşturmaktadır.

Biz bu çalışmada uyduları bilimsel uydular, meteorolojik uydular ve uzaktan algılama uyduları olmak üzere üç bölümde inceledik. Geçtiğimiz yıllar içerisinde pek çok bilimsel uydu fırlatılmış ve bu uydular sayesinde evrenin başlangıcı hakkında bilgiler elde edilmiş ve evrenin yaşı hesaplanmıştır. Ayrıca yıldız katalogları oluşturulmuş, yıldızların parlaklıkları hesaplanmış ve kızılötesi ışımlar incelenmiştir. Meteorolojik uydular hava tahminlerinin yanı sıra arazi kullanım ve toprak haritalarının etüdünde, orman yangınlarının yol açtığı hasar tespit çalışmalarında kullanılmak üzere fırlatılmıştır. Uzaktan algılama uyduları dünya kaynaklarını tespit etmek, onlar hakkında ayrıntılı bilgiler elde etmek ve doğal felaketlerden sonra hasar tespit çalışmalarında kullanılmak amacıyla fırlatılmışlardır.

Ayrıca çalışmada QUICKBIRD uydusu tarafından 4 Ağustos 2004 tarihinde alınan Çukurova Üniversitesi uydu görüntüsü üzerinde önemli bir uzaktan algılama programı olan Erdas kullanılarak örnek bir uygulama yapılmıştır. Bu uygulamada öncelikle alınan uydu görüntüsünden Çukurova Üniversitesi' nin olduğu alan kesilmiş ve kesilen bölgeye Erdas programı altında Eğitilmiş ve Eğitimsiz Sınıflandırma yöntemleri uygulanmıştır. Eğitilmiş Sınıflandırma incelenecek bölgeyle ilgili gerekli bilgilerin daha önceden bilindiği, istatistiksel verilerin tespit edildiği sınıflandırmadır. Eğitimsiz Sınıflandırma ise inceleme yapılacak bölgeyle ilgili hiçbir bilginin bilinmediği sınıflandırmadır. Bu yüzden Eğitimsiz Sınıflandırma' da sınıflara renk ve adlar program tarafından verilirken, Eğitilmiş Sınıflandırma' da daha önceden bölge ile ilgili bilgilere sahip olduğundan sınıfların isimleri ve renkleri bizim tarafımızdan verilmektedir. Fakat sınıflarla ilgili bölgeler tespit edilirken başka sınıfların da bölgesinden alan seçildiğinden bir takım hatalarla karşılaşmıştır. Ancak sınıf tespitinde alan belirlerken daha hassas bir çalışma yapılırsa hata oranı da düşecektir.

Sonuç olarak; dünyamız her gün değişiyor ve değişen dünyada her gün yeni bilgilere ihtiyaç duyuyoruz. İşte bu aşamada uzaktan algılama ve uydular hızlı ve değişen bilgiye ulaşmamızda bize kolaylıklar sağlamaktadır. Şu an yörüngede pek çok uydu bulunmaktadır ve bu uydular her gün kullanıcılarına yeni bilgiler ulaştırmaktadır. Yerküre' deki yaşantımızın sürmesi kaynakların iyi kullanımına ve ekosistemimizin karmaşık yapısının anlaşılmasına bağlıdır. Günümüzün sera etkisi, ozon deliği gibi önemli sorunları da global bir araştırma disiplini ve çözüm üretimini gerektirmektedir. Böylece uydular sayesinde bu tür problemlerin çözümünde karşımıza çıkacak sorunların yanıtlarını uzaydan aramak daha yararlı olacaktır. Çünkü canlı bir sistem olan dünyanın daha iyi anlaşılmasını sağlayacak sağlıklı bilgilere ancak uydular sayesinde ulaşılabilir.

Bu çalışmada verilen uydular ve yapılan örnek uygulama, konunun ne kadar fazla kullanıldığının ve uygulamalarının nasıl yapıldığı konusunda yeterli bilgiyi sunması açısından önemli bir çalışmadır.

KAYNAKLAR

DİNÇ, U., YEĞİNGİL, İ., ŞENOL, S., PEŞTEMALCI, V., ERTUĞ, Ö. 1986. Uzaktan Algılama Yaz Okulu ders kitabı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Yayınları, ADANA.

DİNÇ, U., YEĞİNGİL, İ., PEŞTEMALCI, V., DİNÇ, O., KANDIRMAZ, H.M. 1994. Uzaktan Algılamanın Temel Esasları, 1-132.

DEMERS, M. 1996. Fundamentals of GIS. New York.

ESRI. 1996. Getting to Know Arc View GIS, The Geographical System GIS for Everyone.

GORDON, G., MORGAN, W. August 1993. Communication Satellites.

HEDBERG, H. 31 May 2000. Remote Sensing.

EURIMAGE. 1994. THE ERS-1 SATELLITE, 8-62.

<http://www.biltek.tubitak.gov.tr>.

<http://www.tubitak.gov.tr/dergi/97/ekim/uzay.html>

<http://www.netpano.com/121203bilsat.html>

http://www.bilten.metu.edu.tr/bilsat/tr/news_archive/0001.asp

<http://www.bilten.metu.edu.tr/bilsat/tr/about/scope.asp>

<http://www.bilten.metu.edu.tr/bilsat/tr/about/aim.asp>

<http://www.bilten.metu.edu.tr/bilsat/tr/about/properties.asp>

<http://www.bilten.metu.edu.tr/bilsat/tr/about/applyareas.asp>

<http://www.bilten.metu.edu.tr/bilsat/tr/about/coban.asp>

<http://www.bilten.metu.edu.tr/bilsat/tr/about/gezgin.asp>

<http://www.satellites.se>

<http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/17html>

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

<http://www.spot.com>

<http://resurs.satellus.se/index.asp>

<http://www.digitlglobe.com/company/spacecraft>

<http://eos-am.gsfc.nasa.gov/index.html>

<http://vega.bilten.metu.edu.tr/noaa.html>

<http://vega.bilten.metu.edu.tr/oktay/landsat.htm>
<http://vega.bilten.metu.edu.tr/meteosat.html>
<http://www.space.gc.ca>
<http://earth.esa.int/#3br>
http://spaceboy.nasda.gov.jp/Db/Kaihatu/Eisei/Eisei_E/Adeos_2_e.html
<http://radarsat.space.gc.ca>
<http://alos.nasda.gov.jp/>
<http://isro.org/programmes.htm>
<http://www.spaceimage.com/aboutus/satellites/IKONOS/ikonos.html>

<http://www.gaf.de/euomap>
<http://digitalglobe.com/company/spacecraft>
<http://eos-am.gsfc.nasa.gov/index.html>
<http://dgi.inpe.br/html/eng/cbers.htm>
<http://www.biltek.tubitak.gov.tr/dergi/97/ekim/uzay.html>
<http://www.nasa.gov/swift>
<http://swift.gsfc.nasa.gov>
<http://www.savethehubble.org/petition.jsp>
<http://hubble.nasa.gov/overview>
<http://www.niwa.co.nz/services/sat/gms>
<http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/GOES/>
<http://www.met.fsu.edu/explores/Guide/tirosindex.html>
<http://www.daviddarling.info/encyclopedia/A/ADEOS.html>
<http://www.dgi.inpe.br/html/eng/cbers.htm>
<http://envisat.esa.int>
<http://earth.esa.int/ers/>
<http://www.astro lodge.co.uk/astro/diary/05/cassinihuygens.htm>
<http://chandra.nasa.gov/>
<http://ambda.gsfc.nasa.gov/product/cobe/>
<http://astro.estec.esa.nl/Hipparcos/>
http://map.gsfc.nasa.gov/m_or/PressRelease_03-056.html
<http://arxiv.org/pdf/astro-ph/9901058>
http://irsa.ipac.caltech.edu/IRASdocs/iras_mission.html

OZGEÇMİŞ

6 Nisan 1979 yılında Osmaniye’de doğdum. İlkokulu Yeniköy Köyü İlköğretim Okulu’nda okudum. Ortaokul eğitimimi Cevdetiye Ortaokulu’nda, lise öğrenimimi ise 1995 yılında Cevdetiye Lisesi’nde tamamladım. 1996 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü’ne girdim. 2000 yılında lisans eğitimimi tamamladım. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde yüksek lisans eğitimini kazandım. 2004 yılının Temmuz ayında Adana Valiliğinde kurulan (CBS) Coğrafi Bilgi Sistemi Merkezi Teknik Bürosunda Coğrafi Bilgi Sistemi uzmanı olarak işe başladım ve hala çalışmaya devam etmekteyim.

EKLER

EK-A:

Alfabetik sıraya göre sıralanmış uydu listesi.

EK-B:

Fırlatılış tarihlerine göre sıralanmış uydu listesi.

EK-A: Alfabetik sıraya göre sıralanmış uydu listesi

ADI	FIRLATILIŞ TARİHİ	TİPİ	KİM TARAFINDAN FIRLATILDI?
ADEOS (Advanced Earth Observing Satellite)	1 Temmuz 1997	Yer Gözlem Uydusu	NASDA (National Space Development Agency of Japan) Japonya Ulusal Uzay Araştırma Merkezi

ALOS (Advanced Land Observing Satellite)	2002	Yer Gözlem Uydusu	NASDA
ALMAZ-1	31 Mayıs 1991-17 Ekim 1992	Yer Gözlem Uydusu	SOVYETLER BİRLİĞİ
AXAF(Advanced X-Ray Astrophyysics Facility) X IŞINI ASTROFİZİK UYDUSU	1998-2013	Bilimsel Uydu	NASA
BİLSAT	26 Eylül 2003	Bilimsel Uydu	TÜBİTAK-BİLTEN
CASSINI-HUYGENS UZAY ARACI	1997	Bilimsel Amaçlı	ESA-NASA
CBERS(China-Brazil Earth Resources Satellite)	CBERS-1 Ekim 1999 CBERS-2 1 Eylül 2001	Yer Gözlem Uydusu	BREZİLYA-ÇİN
CHANDRA UZAY TELESKOPLARI	23 Temmuz 1999	Bilimsel Uydu	NASA
COBE (Cosmic Background Explorer	18 Kasım 1992	Bilimsel Uydu	NASA
ENVISAT	Mart 2002	Yer Gözlem Uydusu	ESA
EROS	5 Aralık 2000	Yer Gözlem Uydusu	İSRAİL
ERS	ERS-1 1991-1995 ERS-2 Mart 2000	Yer Gözlem Uydusu	ESA
GMS	GMS-5 1995	Meteorolojik Uydu	NASDA
GOES(Geostationary Operational Environmental Satellites)	GOES-11 3 MAYIS 2000	Meteorolojik Uydu	NASDA
HIPPARCOS	1989	Bilimsel Uydu	ESA
HUBBLE UZAY TELESKOPU (Hubble Space Telescope)	24 Nisan 1990	Bilimsel Amaçlı	NASA
IKONOS	24 Eylül 1999	Yer Gözlem Uydusu	ABD
INSAT	INSAT-1A Nisan 1982-6 Eylül 1982 INSAT-3A 10 Nisan 2003-Mayıs 2003	Uzaktan Algılama Uydusu	HİNDİSTAN
IRAS(Infrared Ultraviolet Explorer) ULUSLAR ARASI MORÖTESİ UYDUSU	26 Ocak 1978-30 Eylül 1996	Bilimsel Uydu	ESA-NASA
IRS(İndian Remote Sensing)	28 Aralık 1995	Uzaktan Algılama Uydusu	HİNDİSTAN
ISO(Infrared Space Observatory) MORÖTESİ UZAY GÖZLEMEVİ	Kasım1995-Mayıs1998	Bilimsel Uydu	ESA
IUE(International Ultraviolet Explorer) ULUSLAR ARASI MORÖTESİ UYDUSU	26 Ocak 1978-30 Eylül 1996	Bilimsel Uydu	ESA-NASA
JAMES WEBB TELESKOPU	1990	Bilimsel Amaçlı	ESA-NASA

JERS(Japanese Earth Resources Satellite) JAPONYA YER KAYNAKLARI UYDUSU	11 Şubat 1992-12 Ekim 1998	Yer Gözlem Uydusu	NASDA
LANDSAT	1.Kuşak 1972 2.Kuşak 1982	Meteorolojik Uydu	NASA
METEOSAT	METEOSAT-7 Eylül 1997 METEOSAT-8 29 Ocak 2004	Meteorolojik Uydu	ESA
MSG(Meteosat Second Generation)	Ağustos 2002- Ocak 2004	Meteorolojik Uydu	ESA
NOAA (National Second Generation)	NOAA-K 9 Mayıs 1998 NOAA-N Aralık 2003	Meteorolojik Uydu	ESA
QUICKBIRD	18 Ekim 2001	Yer Gözlem Uydusu	ABD
RADARSAT	4 Kasım 1995	Uzaktan Algılama Uydusu	KANADA
RESURS	Kasım 1994-Ekim 1995	Uzaktan Algılama Uydusu	RUSYA
SIRFT(SPACE INFRARED TELESCOPE FACİLİTY)	25 Temmuz 2003	Bilimsel Uydu	NASA
SOHO(Solar-Heliospheric Observatory)	2 Aralık 1995	Bilimsel Uydu	ESA-NASA
SPITZER TELESKOPU	20 Aralık 2003	Bilimsel Amaçlı	NASA
SPOT	SPOT-1 Ocak 1986 SPOT-5 Eylül 2003	Meteorolojik Uydu	FRANSA
SWIFT	20 Kasım 2004	Bilimsel Uydu	NASA
TERRA	18 Aralık 1999	Yer Gözlem Uydusu	NASA
TIROS (Television Infrared Observation Satellite)	1978	Meteorolojik Uydu	NASA
UHURU	12 Aralık 1970	Bilimsel Uydu	NASA
ULYSSES	Ekim 1990	Bilimsel Uydu	ESA
XMM-NEWTON UYDUSU	Aralık 1999	Bilimsel Uydu	ESA
WMAP(Wilkinson Microwave Anisotropy Probe)	30 Haziran 2001	Bilimsel Uydu	NASA

EK-B: Fırlatılış tarihlerine göre sıralanmış uydur listesi

FIRLATILIş TARİHİ	ADI	TİPİ	KİM TARAFINDAN FIRLATILDI?
UHURU	12 Aralık 1970	Bilimsel uydur	NASA
LANDSAT	1.KUşAK 1972 2.KUşAK 1982	Meteorolojik Uydur	NASA
IUE(International Ultraviolet Explorer) ULUSLAR ARASI MORÖTESİ UYDUSU	26 Ocak 1978-30 Eylül 1996	Bilimsel uydur	ESA-NASA
TIROS (Television Infrared Observation Satellite)	1978	Meteorolojik Uydur	NASA
INSAT	INSAT-1A Nisan 1982-6 Eylül 1982 INSAT-3A 10 Nisan 2003- Mayıs 2003	Uzaktan Algılama Uydusu	HİNDİSTAN
IRAS(Infrared Ultraviolet Explorer) ULUSLAR ARASI MORÖTESİ UYDUSU	26 Ocak 1978-30 Eylül 1996	Bilimsel uydur	ESA-NASA
SPOT	SPOT-1 Ocak 1986 SPOT-5 Eylül 2003	Meteorolojik Uydur	FRANSA
COBE (Cosmic Background Explorer)	18 Ekim 1992	Bilimsel uydur	NASA
HIPPARCOS	1989	Bilimsel uydur	ESA
JAMES WEBB TELESKOPU	1990	Bilimsel Amaçlı	ESA-NASA
HUBBLE UZAY TELESKOPU (Hubble Space Telescope)	24 Nisan 1990	Bilimsel amaçlı	NASA
ULYSSES	Ekim 1990	Bilimsel uydur	ESA

ERS	ERS-1 1991-1995 ERS-2 Mart 2000	Yer gözlem Uydusu	ESA
JERS(Japanese Earth Resources Satellite) JAPONYA YER KAYNAKLARI UYDUSU	11 Şubat 1992-12 Ekim 1998	Yer gözlem Uydusu	NASDA
RESURS	Kasım 1994-Ekim 1995	Uzaktan algılama uydusu	RUSYA
GMS	GMS-5 1995	Meteorolojik Uydu	NASDA
ISO(Infrared Space Observatory) MORÖTESİ UZAY GÖZLEMEVİ	Kasım 1995-Mayıs1998	Bilimsel uydu	ESA
RADARSAT	4 Kasım 1995	Uzaktan algılama uydusu	KANADA
IRS(İndian Remote Sensing)	28 Aralık 1995	Uzaktan Algılama Uydusu	HİNDİSTAN
ADEOS (Advenced Earth Observing Satellite)	1 Temmuz 1997	Yer gözlem Uydusu	NASDA (National Space Development Agency of Japan) Japonya Ulusal Uzay Araştırma Merkezi
METEOSAT	METEOSAT-7 Eylül 1997 METEOSAT-8 29 Ocak 2004	Meteorolojik Uydu	ESA
NOAA (National Second Generation)	NOAA-K 9 Mayıs 1998 NOAA-N Aralık 2003	Meteorolojik Uydu	ESA
AXAF(Advanced X-Ray Astrophyysics Facility) X IŞINI ASTROFİZİK UYDUSU	1998-2013	Bilimsel uydu	NASA
CHANDRA UZAY TELESKOPLARI	23 Temmuz 1999	Bilimsel uydu	NASA
IKONOS	24 Eylül 1999	Yer gözlem uydusu	ABD
XMM-NEWTON UYDUSU	Aralık 1999	Bilimsel uydu	ESA
TERRA	18 Aralık 1999	Yer gözlem Uydusu	NASA
GOES(Geostationary Operational Environmental Satellites)	GOES-11 3 MAYIS 2000	Meteorolojik Uydu	NASDA
EROS	5 Aralık 2000	Yer gözlem Uydusu	İSRAİL
WMAP(Wilkinson Microwave Anisotropy Probe)	30 Haziran 2001	Bilimsel uydu	NASA
CBERS(China-Brazil Earth Resources Satellite)	CBERS-1 Ekim 1999 CBERS-2 1 Eylül 2001	Yer gözlem Uydusu	BREZİLYA-ÇİN
QUICKBIRD	18 Ekim 2001	Yer gözlem Uydusu	ABD

ALOS (Advanced Land Observing Satellite)	2002	Yer gözlem Uydusu	NASDA
ENVISAT	1 Mart 2002	Yer gözlem Uydusu	ESA
MSG(Meteosat Second Generation)	Ağustos 2002- Ocak 2004	Meteorolojik Uydu	ESA
SIRFT(SPACE INFRARED TELESCOPE FACİLİTY)	25 Temmuz 2003	Bilimsel uydu	NASA
BİLSAT	26 EYLÜL 2003	Bilimsel uydu	TÜBİTAK-BİLTEN
SPITZER TELESKOPU	20 Aralık 2003	Bilimsel amaçlı	NASA
SWIFT	20 Kasım 2004	Bilimsel uydu	NASA