

T.C.
KARA KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI
TSK ASTSUBAY ÜST KARARGÂH HİZMETLERİ EĞİTİM
MERKEZİ KOMUTANLIĞI
KİRAZLIDERE/ANKARA



**UYDU HABERLEŞME SİSTEMLERİ VE ASKERİ ALANDA
KULLANIMI**

**PROJE ÖDEVİ
(AÜKHEM-12'NCİ DÖNEM)**

HV.MU.ASB.BÇVŞ. AHMET DOLU

**ANKARA
2016**

T.C.
KARA KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI
TSK ASTSUBAY ÜST KARARGÂH HİZMETLERİ EĞİTİM
MERKEZİ KOMUTANLIĞI
KİRAZLIDERE/ANKARA



UYDU HABERLEŞME SİSTEMLERİ VE ASKERİ ALANDA
KULLANIMI

PROJE ÖDEVİ
(AÜKHEM-12'NCİ DÖNEM)

Müdavimin

Adı Soyadı	: Ahmet DOLU
Sınıf ve Rütbesi	: Hv.Mu.Asb.Bçvş.
Kuvveti	: Hava Kuvvetleri Komutanlığı
Danışman	: Mu.Asb.Kd.Bçvş. Mustafa Selçuk ÜNAL

ANKARA
2016

Proje hazırlama görevleri, müdavimlerin bilimsel araştırma tekniklerini uygulama düzeyinde öğrenmelerini sağlamak amacı ile verilmiştir. Hazırlanmış olan projelerde yer alan fikir ve öneriler TSK AÜKHEM Komutanlığı'nın resmi görüşünü yansıtmamaktadır. Projede yer alan bilgi ve önerilerin bir başka bilimsel çalışmada referans olarak kullanılmasının uygun olmayacağı değerlendirilmektedir.

ÖNSÖZ

Bu proje ödevi; TSK Astsubay Üst Karargâh Hizmetleri Merkezi (AKHEM) Eğitim Merkezi Ölçme ve Değerlendirme Özel Yönergesinin öngördüğü Bilimsel Araştırma Yöntemleri dersinin gereği olarak hazırlanmış olup başka bir amaç için kullanılmayacaktır. Proje ödevinin ihtiva ettiği hususlar şahsi görüşlerim olup, Türk Silahlı Kuvvetlerinin resmi görüşünü yansıtmamaktadır.

Proje ödevinde; dünyada kullanılmakta olan Uydu Sistemleri ve bunların askeri alanında sağladığı faydalar incelenmeye çalışılmıştır. Literatür taramasına dayalı olarak yürütülen araştırma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde projenin amacı, önemi, sınırlılıkları ve çalışma yöntemi anlatılmıştır. İkinci bölümde uydu sistemlerinin genel çalışma prensipleri, kullanıldığı alanlar ve konum belirleme yöntemleri tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde uydu haberleşme sistemlerinin genel tanıtılması, uydu muhabere sistemlerinin genel özellikleri, uydu haberleşmesinin klasik sistemlere göre üstünlükleri belirtilmiştir. Dördüncü bölümde askeri uydular hakkında genel bilgiler ve askeri alanda uyduların kullanım sahaları açıklanmıştır. Beşinci bölümde ise ulaşılan sonuçlara ve bu sonuçlara bağlı olarak bazı öneriler geliştirilmiştir.

Bu kapsamda yapılan proje çalışması; dünyada mevcut uydu teknolojisi ve gelecekte yaşanacak gelişmeleri göz önüne alarak, uydu haberleşme sistemleri ve Türk savunma sistemlerinin uzaydan ve uydulardan nasıl faydalanabileceği konusunda düşünceleri ortaya koymakta ve bu konuya ilgi duyanlara katkı sağlayacağı umulmaktadır. Ayrıca araştırma ile milli bir uydu haberleşme sisteminin ne denli güçlü bir stratejik kuvvet çarpanı olduğuna dikkat çekilerek konunun önemiyetinin anlaşılması sağlanmaya çalışılmıştır.

Çalışmam süresince bana yol gösteren başta danışmanım Mu.Asb.Kd.Bçvş. Mustafa Selçuk ÜNAL olmak üzere, bilimsel araştırma tekniklerinde yardımlarını esirgemeyen Hv.Öğ.Alb. Hakan YAZICI'ya, engin bilgi sahibi AÜKHEM öğretim üyelerine, Okul Komutanımız Topçu Kurmay Albay Erdoğan KOÇOĞLU'na elindeki kaynakları benimle paylaşan Prof.Dr. Alim Rüstem ASLAN'a, benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen eşim Özlem DOLU'ya sonsuz teşekkür ve minnetlerimi sunarım.

Ahmet DOLU

ÖZET

Tarih öncesi çağlardan beri insanoğlu tarafından haberleşme ihtiyacı hissedilmiş ve bu ihtiyacını yaşadığı çağın sahip olduğu teknolojisine göre karşılamıştır. Haberleşme için dumanı, güvercini, posta ve telgraf araçlarını kullanmıştır. Haberleşme adına gelişen teknoloji uzaya karşı derin bir merakı olan insanoğlunun duyduğu haberleşme ihtiyacına göre gelişmiştir. Haberleşme teknolojisindeki bu gelişme günümüze kadar devam etmiş ve halende devam etmektedir. Günümüz de ise haberleşme sistemlerinde ulaşılan son nokta uydu sistemleridir.

İnsanoğlu medeniyetinin binlerce yıllık gelişimine rağmen roket teknolojisinin geliştirilmesi ancak 20'inci yüzyılın başlarında başarılabılmıştır. Takiben 4 Ekim 1957 tarihinde ilk suni uydunun (Sputnik-I) Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) tarafından eliptik alçak dünya yörüngesine fırlatılması ile bugünkü anlamıyla uzay yarışı resmen başlamıştır. SSCB'ye misilleme olarak ABD tarafından 31 Ocak 1958 tarihinde aynı yörüngeye Explorer 1 uydusu gönderilmiş ve dünyada uzay yarışı başlamıştır.

Uydu Sistemleri, haberleşme alanında daha hızlı ve yüksek kapasiteli ama aynı zamanda da düşük maliyetli sistemler yaratma çabaları sonucunda ortaya çıkmıştır. İlk olarak savunma ve askeri maksatlarla kullanılan uydu sistemleri yıllar geçtikçe artık hayatın her safhasında kullanılır olmuştur. Zamanla özel şirketler, üniversiteler ve devlet sektörü de uydu sistemlerinden yararlanır olmuştur. Uydu teknolojisi artık öyle bir hal almıştır ki artık özel sektörün sunduğu uydu imkânlarıyla değil ülkeler kişiler bile takip edilir hale gelmiştir. Teknolojinin sürati ve ticareti 40 yıl gibi kısa bir süre içinde, ülkeleri göz ardı edilemez bir biçimde uydulara ve uzay bağlantılı sistemlere bağımlı hale getirmiştir.

Bu bağımlılık gelişen uzay ve uydu teknolojisine bağlı olarak artmaktadır. Artık uydu sistemleri başta Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere gelişmiş teknolojiye sahip ülkelerin her konuda başvurdukları bir sistem haline gelmiştir. O kadar ki artık uydudan alınan bilgilerle değil ülkelerin yerlerinin, tek bir hedef haline gelen insanın bile takibi yapılmakta TV yayınları artık uydu üzerinden gerçekleştirilmektedir. Hatta uydu sistemleri bununda ötesine geçmiş ve ülkeler artık ülke savunmalarını uydu üzerinden yürütür olmuştur. Bunun ilk ve en somut örneği Körfez savaşında yaşanmıştır. Körfezde hedef seçimi, uzak mesafe kesintisiz muhabere, füze erken uyarı imkânı, meteoroloji bilgisi, keşif gözetleme, hassas seyrüsefer ve isabet kolaylığı gibi harekâta katkısı çok büyük imkânlar uydu sistemleriyle yaratılmış, günümüzde çok çeşitli alanlarda etkin ve yaygın olarak kullanılan uydu teknolojisi,

Ülkelerin milli güvenlik ve menfaatlerinin korunmasında vazgeçilmez bir vasıta olmuştur.

Günümüzde uydular askeri amaçlı olarak; komuta kontrol ve muhabere, uzaydan algılama, meteorolojik destek, hassas seyrüsefer, keşif-gözetleme, erken uyarı ve füze savunma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bunlara ilave olarak, incelemeler göstermektedir ki yakın gelecekte kullanıma sunulacak olan taarruzu sistemlerle, diğerk ülkelerin uydularına, uzayda ve dünyada seyreden araçlarına ve yeryüzündeki her türlü hedefe karşı engelleyici ve tahrip edici taarruzlar gerçekteşirmek mümkün olabilecektir.

21'nci yüzyıl ülke savunmasında, uydu sistemlerinin mevcut kullanımının ötesinde, potansiyel hasar verme, tesirsiz hale getirme veya tahrip kaynağı olarak Yönlendirilmiş Enerji Silahları, İnfared İkaz Azaltıcı Sistemler, Karıştırmacı ve Karıştırmaya Karşı Koyucu Elektronik Sistemler, Uyduları Tahrip Edici Uydu Sistemleri, Anti-Balistik Taarruzi ve Savunma Füze Sistemleri ve Gelişmiş Komuta Kontrol ve Muhabere Sistemleri kullanılmaya başlanacaktır.

Projede mevcut uydu haberleşme sistemlerinin genel bir durumu verildikten sonra geleceğın askeri harekâtının uzay ortamında şekilleneceğı gz önüne alınarak; bu kapsamda ülkemizin savunmasında 21'nci yüzyılda uydulardan nasıl yararlanabileceğı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR	vii
TABLolar, RESİMLER VE ŞEKİLLER.....	ix
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1-1
GİRİŞ	1-1
1. PROJENİN AMACI	1-2
2. PROJENİN ÖNEMİ.....	1-2
3. PROJENİN SINIRLILIKLARI.....	1-3
4. YÖNTEM.....	1-3
İKİNCİ BÖLÜM	2-1
UYDU SİSTEMLERİ.....	2-1
2.1. UYDU SİSTEMLERİNE GİRİŞ.....	2-1
2.2. TÜRKİYE’DE UYDU SİSTEMLERİNİN TARİHİ GELİŞİMİ	2-5
2.3. UYDULARIN YAPISI	2-9
2.4. UYDU YÖRÜNGELERİ	2-14
2.4.1. Alçak yörünge uyduları (Low Earth Orbit - LEO)	2-15
2.4.2. Orta yörünge uyduları (Medium Earth Orbit- MEO).....	2-15
2.4.3. Yüksek yörünge uyduları (High Elliptical Orbit-HEO).....	2-16
2.4.4. Yere durağan yörünge uyduları (Geostationary Earth Orbit-GEO)	2-16
2.5. UYDU YÖRÜNGELERİNİN TAHSİSİ.....	2-18
2.6. UYDU SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI	2-19
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	3-1
UYDU HABERLEŞME SİSTEMLERİ	3-1
3.1. GİRİŞ	3-1
3.2. UYDU HABERLEŞME SİSTEMLERİNİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ	3-1
3.3. UYDU TASARIMI	3-3
3.4. UYDUNUN KONUMUNUN ÖLÇÜLMESİ.....	3-4

3.5. UYDUNUN KONTROLÜ	3-5
3.6. UYDU TRANSPONDERLERİ (AKTARICISI)	3-5
3.7. YER İSTASYONLARI	3-6
3.8. ANTENLER	3-6
3.9. ANTEN BAKIŞ AÇILARININ HESAPLANMASI.....	3-7
3.10. UYDU HABERLEŞMESİNDE KULLANILAN FREKANSLAR	3-9
3.11. ÇOKLU ERİŞİM TEKNİKLERİ	3-10
3.11.1. FDMA (Frekans Bölmeli Çoklu Erişim).....	3-11
3.11.2. TDMA (Zaman Bölmeli Çoklu Erişim)	3-12
3.11.3. CDMA (Kod Bölmeli Çoklu Erişim).....	3-13
3.12. UYDU MUHABERE SİSTEMLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ	3-14
3.12.1. Birlikte çalışabilirlik (interoperability).....	3-14
3.12.2. Entegrasyon	3-15
3.12.3. Standardizasyon.....	3-15
3.12.4. Maliyet etkinlik	3-15
3.12.5. Kolay kullanım	3-15
3.12.6. Küreselleşme.....	3-15
3.12.7. Terminal cihazları	3-15
3.13. UYDU KLASİK SİSTEMLERE GÖRE ÜSTÜNLÜKLERİ	3-16
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	4-1
UYDULARIN ASKERİ ALANDA KULLANIMI	4-1
4.1. GİRİŞ	4-1
4.2. ASKERİ UYDULAR	4-1
4.3. ASKERİ ALANDA UYDULARIN KULLANIM SAHALARI.....	4-5
4.3.1. Muhabere	4-5
3.2. Uzaktan ve Çevresel Algılama.....	4-6
4.3.3. Uzay Ortamından Meteorolojik Destek	4-6
4.3.4. Seyrüsefer Yardımı.....	4-7
4.3.5. Keşif ve Gözetleme	4-9
4.3.6. Balistik Füze Savunması Kapsamında İhbar İkaz Uyduları	4-11
4.3.7. Taktik İkaz/Taarruz Tespiti.....	4-12
4.3.8. Kombine Uydu Sistemleri	4-12
4.3.9. Optik Gözlem.....	4-14

4.3.10. Radar Gözlemi	4-14
4.3.11. Erken Uyarı	4-15
4.3.12. SIGINT gözlemi (dinleme)	4-15
4.3.13. Uzay Silahları	4-15
3.3.14. İstihbarat Sistemleri	4-16
BEŞİNCİ BÖLÜM.....	5-1
1. SONUÇLAR	5-1
2. ÖNERİLER.....	5-3
KAYNAKÇA.....	6-1
EKLER.....	7-1

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ASAT	: Anti Uydu Silahı
AT&T	: Amerikan Telefon ve Telgraf Şirketi
BKZS	: Bölgesel Konumlama ve Zamanlama Sistemi
C4ISR Keşif	: Komuta, Kontrol, Muhabere, Bilgisayar, Gözetleme ve
CDMA	: Kod Bölmeli Çoklu Erişim
COMINT	: Communication Intelligence
DTH	: Doğrudan Eve Yayın
EHF	: Çok yüksek frekans
ELINT	: Elektronik istihbarat
EIRP	: Uydunun Yere İniş Gücü
ESA	: Avrupa Uzay Ajans
ET	: Elektronik Taarruz
EUTELSAT	: Avrupa Uydu Haberleşme Örgütü
FDM	: Frekans Bölmeli Çoklama
FDMA	: Frekans Bölmeli Çoklu Erişim
GEO	: Yere Durağan Yörünge
GNSS	: Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi
GPS	: Küresel Yer Bulma Sistemi
HEO	: Yüksek Yörünge
HF	: Yüksek Frekans
INMARSAT	: Uluslararası Deniz Uydu Haberleşme Sistemi
INTELSAT	: Uluslararası Uydu Haberleşmesi Örgütü
Ka	: K-above
Ku	: K-under
LEO	: Düşük Yörünge
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NATO	: Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü
MEO	: Orta Yörünge
MELCO	: Mitsubishi Electric Corporation

PSK	: Sayısal Modülasyon
PPS	: Precise Positioning Service
RASAT	: Türkiye'nin İlk Gözlem Uydusu
SATCOM	: Satellite Communication
SAR	: Syntetic Aparture Radar
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
SHF	: Çok Yüksek Frekans
SIGINT	: Sinyal İstihbarat
SNG	: Satellite News Gathering
SPP	: Precise Positioning Service
SOS	: Acil Durum Çağrısı
SSTL	: Surrey Satellite Technology Limited
STM	: Defence Technologies and Engineering Inc
TAI	: Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.
TDM	: Zaman Bölmeli Çoklama
TDMA	: Zaman Bölmeli Çoklu Erişim
TSK	: Türk Silahlı Kuvvetleri
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TWTA	: Travelling Tube-Amplifier
UHF	: Ultra Yüksek Frekans
UTC	: Universal Time Coordinated
VSAT	: Very Small Aperture Terminal

TABLÖLAR, RESİMLER VE ŞEKİLLER

Tablo 1: Türkiye’de Kullanılan Uydu Sistemleri	2-5
Tablo 2: Uydu Tipleri ve Özellikleri	2-17
Tablo 3: UHF, SHF ve EHF Frekansları Genel Bilgileri	3-9
Tablo 4: Diğer Frekans Bilgileri.....	3-10
Resim 1: Bir Haberleşme Uydusu	2-1
Resim 2: Çok Fonksiyonlu Bir Haberleşme Uydusu	2-2
Resim 3: Sputnik 1 Uydusu	2-3
Resim 4: Göktürk-2 Uydusu.....	2-8
Resim 5: Türkiye Uydu Yol Haritası	2-9
Resim 6: Askeri Uydular	4-2
Resim 7: Uydudan Alınmış Çözünürlük Örnekleri	4-4
Resim 8: GPS Uydusu / Uyduları.....	4-8
Resim 9: GALİLEO Uydusu / Uyduları	4-9
Resim 10: Keşif, İhbar Ve İkaz Uydusu Genel Görünümü.....	4-11
Resim 11: Uzay Silahları	4-16
Resim 12: Milli Uydu Taşıma Sistemi.....	5-3
Resim 13: Türkiye’nin Uydu Plan Haritası.....	5-4
Şekil 1: Uzay Terminallerinin Yörünge Üzerindeki Yerleşimi.....	2-2
Şekil 2: Uydu Genel Yapısı	2-11
Şekil 3: Uydu Transponder Çalışma Mantığı.....	2-11
Şekil 4: Uydu Konum Muhafaza Sistemi	2-12
Şekil 5: Uydu Sınıfları	2-13

Şekil 6: Yapay Uydu Yörüngeleri	2-14
Şekil 7: Alçak Yörünge (LEO)	2-15
Şekil 8: Orta Yörünge (MEO)	2-15
Şekil 9: Yüksek Yörünge (HEO)	2-16
Şekil 10: Yere Durağan Yörünge (GEO)	2-16
Şekil 11: Yer Uyumlu Uydunun Yörüngeye Yerleştirilmesi	2-17
Şekil 12: Uydu Haberleşme Sistemi	3-5
Şekil 13: Parabolik Anten	3-6
Şekil 14: Parabolik Antenin Gönderme ve Alma İşlemlerinde Kullanımı	3-7
Şekil 15: Uydu Anten Azimut Açısı	3-8
Şekil 16: Uydu Anten Elevation (Yükselme) Açısı	3-8
Şekil 17: Uydu Haberleşmesinde Sinyal Dağılımı	3-11
Şekil 18: FDMA Frekans-Zaman Çizelgesi	3-12
Şekil 19: TDMA Frekans-Zaman Çizelgesi	3-13
Şekil 20: CDMA Frekans-Zaman Çizelgesi	3-14

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Uzay teknolojileri günlük hayatımızın her aşamasında yer almakta ve kullanım alanları giderek artmaktadır. Uzay teknolojilerin kullanım alanları çok geniş bir konu olarak önümüze gelmektedir. Kullanım alanları itibariyle askeri, sivil veya ikili kullanım (Askeri-Sivil) olarak farklılık göstermektedir.

Uydu Sistemleri, haberleşme alanında daha hızlı ve yüksek kapasiteli ama aynı zamanda da düşük maliyetli sistemler yaratma çabaları sonucunda ortaya çıkmıştır. Uydu sistemleri, karasal sistemlerin kullanılmadığı veya kullanılamadığı çok geniş bir ortamı kullanan sistemlerdir. Bu kapsamda, karasal sistemlerin önemli bir bölümü, yeryüzü ile birlikte uzayın yeryüzüne yakın ve çok daha atmosferin içerisinde kalan bölümünü kullanırlar. Bunun dışında kalan ve atmosferin dışında kalan uzayı kullanan sistemlere uzay uydu sistemleri denilebilir.

Uzayın askeri amaçla kullanımı; askeri haberleşme uyduları, askeri röle uyduları, seyrüsefer uyduları, meteoroloji uyduları, jeodezi uyduları, erken ihbar uyduları, nükleer keşif uyduları, okyanus izleme uyduları, sinyal istihbarat uyduları (SIGINT), elektronik istihbarat (ELINT), keşif/gözetleme uyduları, radar kalibrasyon uyduları, anti uydu sistemleri, anti balistik füze sistemleri, nükleer uydular, uzay silahları, uydu elektronik harp sistemleri, uzay gözetleme sistemleri, karşı-uydu sistemleri (lazer, cyber attack vs.) gibi örneklendirilebilir.

Uydu görüntülerinden, uzun vadeli stratejik istihbarat elde edilmesinin yanında, savaş zamanı ihtiyaç duyulan taktik istihbarat bilgileri de elde edilmektedir. Taktik alanda, yüksek çözünürlük kabiliyetli kameralardan elde edilen görüntüleri, kısa sürede kullanıcıya gönderebilen uydular daha verimli olmaktadır. Bu görüntülerin kıymetlendirilmesi sonucunda bilinmeyen hedefler tespit edilmekte, bilinen hedeflerdeki yeni durumlar belirlenmekte, harekât alanında ortaya çıkan ani değişiklikler ortaya çıkarılmaktadır. Bunun yanında, hedeflerin yerleri çok hassas olarak tespit edilerek koordinatları çıkarılmakta, hedefler yer değiştirse bile bulundukları koordinatlar hatasız olarak yeniden saptanabilmektedir.

Özellikle askeri amaçlı olarak geliştirilmiş uydular, istihbarat, harita yapımı, erken ikaz, yeraltı nükleer denemelerini belirleme, hava alanları inşaatlarını tespit, büyük çaplı petrol taşımacılığını izleme, uzaya gönderilen uyduların cins ve hareketlerini saptama, atom deniz altıların hareketlerini ve büyük tankerlerin hassas

bölgeye hareketlerini takip etme, füze atımlarını izleme, muhabere elektronik yayınlarını dinleme, radarların ve haberleşme çevrimlerinin frekans ve mevkilerini tespit etme, bunlara ait mobil sistemlerinin hareketlerini izleme ve gerektiğinde bu sistemlere ek uygulama konularında hizmetler vermektedir.

İlk yapay uydunun 1957 yılında yörüngeye yerleştirilmesinden günümüze kadar, askeri alandaki uygulamaların yanı sıra sivil alandaki uygulamalar da gelişme göstermiş ve geniş bir spektrumda yerini almıştır. Uzay Bilimleri ve Astronomi Uyduları, Astrobiyoloji ve Paleontoloji, Haberleşme, Seyrüsefer, Meteoroloji, Uzaktan Algılama, Gezegen Keşif Sistemleri, İnsanlı Uzay Uçuşları, Uzay Psikolojisi ve Biyolojisi, Yerçekimsiz Ortam Araştırmaları, Uzay Keşfi ve Uzay Turizmi gibi sivil alanlardaki çalışmalar hızla devam etmektedir.

Uzay teknolojilerinin farklı sahalarda kullanımları giderek arttırmakta ve stratejik olarak daha fazla önem kazanmaktadır.

1. PROJENİN AMACI

Bu projede, Milli güvenlik çıkarlarımızın ışığı altında uydu haberleşme sistemleri hakkında karar verici makamlara bilgi sağlamak, uydu haberleşme sistemlerinin 21'inci yüzyıl Türkiye'sinin Milli savunma gücüne getireceği katkıları gözden geçirmek ve uzayın savunma amaçlı da etkinlikle kullanılmasını askeri operasyonlarımıza nasıl entegre edilmesi gerektiğini analiz edilmiştir.

2. PROJENİN ÖNEMİ

Türk Silahlı Kuvvetlerinin ülke savunma görevinin icrasında kara deniz ve hava kuvvetlerinin görevlerini etkinlikle icra edebilmesi için uydu haberleşme sistemlerinden yararlanmak maksadıyla gerekli kabiliyeti kazanmak üzere gerekli planlamayı yaparak kuvvet yapısını şekillendirmesi önem arz etmektedir.

Türk Silahlı Kuvvetleri halen sahip olduğu gücünü geliştirerek uzaya taşımak mecburiyetindedir. Bu maksatla ihtiyacı olan uydu ve uzay sistemlerini belirli bir öncelik sırasına göre temin ve tesis ederek faaliyete geçirmeli ve bu sistemlerin milli imkân ve kabiliyetlerle imal ve idamesi için gerekli olan teknolojik transferi gerçekleştirmelidir.

3. PROJENİN SINIRLILIKLARI

a. Araştırma yöntem olarak literatür taraması ve Türkçe yazılmış basılmış kaynaklarla,

b. Bazı uydu sistemleri sahibi olan ülkeler tarafından milli kullanıma açılmış olduğundan kullanımları ve uygulamaları ile ilgili az sayıda doküman ile sınırlıdır.

4. YÖNTEM

Araştırma tarama modeli ile yürütülmüştür. Bu amaçla öncelikle literatür taraması yapılmış Ulusal Tez Merkezinden konuyla ilgili güncel doktora ve yüksek lisans tezlerine ve web sitelerinden araştırma raporlarına ulaşılmıştır.

Ayrıca Savunma Sanayi Müsteşarlığına gidilerek konuyla ilgili Uzay ve Uydu Başkanlığı personelinin ve İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uzay Mühendisliği Bölümü Başkanı Prof.Dr. Alim Rüstem ASLAN'ın görüşler alınmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

UYDU SİSTEMLERİ

2.1. UYDU SİSTEMLERİNE GİRİŞ

Uydu yapma fikrini ilk kez 1896 yılında Amerikalı bir rahip ortaya atmıştır. Edward Everett HALE ismindeki bu rahip “The Brick Moon” adlı eserinde gökyüzüne yerleştirilen bir uzay gemisinden bahsetmiş ve okyanuslardaki gemilere buradan yardımcı olunabileceğini yazmıştır. Uyduları kullanarak küresel iletişim fikri ise ünlü İngiliz bilim adamı ve bilim kurgu yazarı Arthur C. CLARKE tarafından Mayıs 1945'te ortaya atılmıştır.

Uydu haberleşme sistemlerinde yapılan araştırmalar, 1957 yılında meyvesini vermiş ve Sputnik uzaya gönderilen ilk uydu olmuştur. Bu tarihten sonra Arthur C. Clarke'ın 1945 yılında “Wireless World” dergisinde yayınlanan makalesinde ortaya attığı fikirlerin hayal olmadığını teyit eden birçok gelişme yaşanmaya başlamıştır.

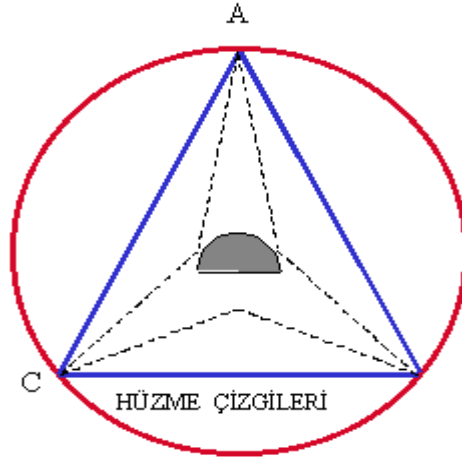
CLARKE'ın icadı şu düşüncelere dayanıyordu. Dünyanın üzerinde, ekvatorun tam üstünde 36.000 km civarında öyle bir yer bulunabilir ki, bu noktada uydu dünya ile aynı hızda dönecektir. Diğer bir deyişle, bu uzaklıkta uydu dünyanın üzerinde asılı duruyor gibi düşünebilir. (Resim 1'de bir haberleşme uydusu) Bu düşünceden yola çıkılarak, dünya üç adet uydu ile bütünüyle kapsanabilir.¹



Resim 1: Bir Haberleşme Uydusu

¹ Türkmen, C. O. **Uydu Sistemleri**, Genelkurmay Basımevi, Ankara: 2001, s.43.

Kurulacak uzay terminallerinin yörünge üzerindeki yerleşimi için pek çok ayarlama gerekse de Şekil 1'de gösterilen metot en kolay olanıdır. Yerden bakan gözlemciye göre ekvator üzerinde dünya merkezinden 42,000 km yükseklikte bulunan terminaller oldukları yerde gözükceklerdir. Bu metot yeryüzünde yönlü alıcı kurulumunu büyük ölçüde kolaylaştıracaktır.



Şekil 1: Uzay Terminallerinin Yörünge Üzerindeki Yerleşimi

Sputnik'in verdiği ivme ile daha sonraki yıllarda yörünge sabit uydular, yeryüzünde karasal hatların gidemediği yerlerde, kıtalar arası kablo sistemlerin devamı olarak ve televizyon / radyo yayıncılığı gibi sivil alanlarda kullanılırken askeri amaçlı da birçok uygulama hayata geçirilmiştir. (Resim 2'de Çok Fonksiyonlu Bir Haberleşme Uydusu) Yüksek frekans kullanan kablosuz haberleşme sistemlerinin hedefi; birbirini fiziksel olarak görebilen 2 nokta arasında iletişim sağlamaktır.²



Resim 2: Çok Fonksiyonlu Bir Haberleşme Uydusu

² Milli Eğitim Bakanlığı, **Uydu Haberleşmesi**, Elektrik-Elektronik Teknolojisi, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Uydu%20Haberle%C5%9Fmesi.pdf (Erişim Tarihi: 30.04.2016), s.3.

İletişim için ya birbirini gören 2 noktaya ya da bu iki noktayı da görebilen üçüncü bir noktaya ihtiyaç vardır. Arthur C. Clarke bu üçüncü noktanın yerden belirli bir yükseklikte, doğru yörüngede konumlandırılmış ve bir tam turunu 24 saatte tamamlayan uydular olabileceğine işaret etmiştir. Çünkü yeryüzünün dairesel bir yapıda olması, binalar, dağlar vb. fiziksel engeller bahsettiğimiz 2 noktanın birbirini doğrudan görmesini engellemektedir.

Yapay uydu fikri ilk meyvesini SPUTNIK-1'in fırlatılmasıyla vermiştir.(Resim 3) 1957 yılında SPUTNIK-1'in uzaya fırlatılmasıyla özellikle uydu haberleşmesinin getirdiği kolaylıklar ve ekonomik kazanç dikkati çekmiş, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine verilen önemin sonucunda uzay çalışmalarında ikinci büyük adım 1969 yılında ilk insanın Ay'a ayak basmasıyla atılmıştır. Gerçek anlamda ilk aktif uydu (Explorer-1) ise, NASA'nın yürüttüğü SCORE projesi kapsamında 1958 yılında yörüngeye yerleştirilmiştir. Bu anlamda uzaya gönderilen ilk uydular askeri amaçlı olarak kullanılmış ve ticari uyduların da öncülüğünü yapmıştır.³



Resim 3: Sputnik 1 Uydusu

1964 yılına kadar, AT&T firmasının iki TELSTAR, iki RELAY ve iki SYNCOM uydusu orta yörüngede (yaklaşık 5.600 km) çalışıyordu.

1960'ların başında, uydular çok güvenilir olmadığından, veri kullanımı da layıkıyla yapılamıyordu. Ancak, üç eksenli sabit (dönmeyen) uyduların 1963 yılında icadı ile veri kullanımı son derece cazip gelmeye başladı.

Nisan 1965'te, COMSAT firmasının ilk uydusu EARLYBIRD, ABD'deki Cape Canaveral üssünden fırlatıldı. Böylelikle, küresel uydu haberleşme çağı da başlamış

³ A.g.e, s.4.

oldu. Uydu ABD malı olmasına karşın, ortaklık tamamen küreseldi. Uydu fırlatıldığında İngiltere, Fransa ve Almanya gibi ülkelerde yer istasyonları çoktan hazırды. Bu uluslararası ortaklık 19 ülkenin de katılımıyla, 20 Ağustos 1964'te global uydu servisi verilmesi amacıyla en büyük ve en kapsamlı uydu organizasyonu olan INTELSAT (Uluslar Arası Haberleşme Uyduları Organizasyonu) adı altında yeni bir organizasyon ortaya çıkmıştır.

Türkiye'nin 1968 yılında %1.64 hisse ile üye olduğu örgüt bugün, 10'u Atlantik, 6'sı Hint okyanusu, 2'si Asya Pasifik ve 4 tanesi de Pasifik bölgelerinde olmak üzere 22 uydu, 2700 adet yer istasyonu ile % 100'e yakın kesintisiz hizmet sunarak global iletişimde önemli bir yapıya öncülük etmektedir. Günümüz itibariyle üye ülke sayısı 141 olan INTELSAT en büyük haberleşme kurulusudur. Yalnız üye ülkeler değil dünyadaki her topluluk ve şirket INTELSAT' in sağlamakta olduğu data/ses, video servislerinden ve yeniliklerinden yararlanmaktadır.

Avrupa ülkeleri ses, görüntü ve data iletişimi amacıyla 1977 yılında, Avrupa Uydu Haberleşme Örgütünü (EUTELSAT) kurdu. Coğrafi olarak Avrupa kıtası içinde bulunan ülkelerin üye olma imkânı olan kuruluşun hizmet alanı Avrupa, Orta-Doğu ve Kuzey Afrika ile sınırlıdır. Bugünkü üye sayısı 39 olan EUTELSAT, 7 uydu ile Avrupa ülkeleri arasında özel telekomünikasyon, radyo, TV hizmetleri vermektedir. ABD Dz. K. K. lığı için, Şubat 1976' da, mobil kullanımı içeren MARISAT uydusu fırlatıldı.

1979 yılında yeni nesil uyduları ve 35 ülkede kurulu olan 50 kıyı yer istasyonu üzerinden mobil iletişim servisi veren Birleşmiş Milletler Uluslar arası Denizcilik Organizasyonu INMARSAT kurulmuştur. INMARSAT, gemicilik, uçak endüstrisi, deniz aşırı ve karasal mobil endüstrilere telefon, teleks, data ve faksimile servisleri sağlayan uluslar arası bir uydu konsorsiyumudur. INMARSAT' a 68 ülke ve kuruluş üyedir. Konsorsiyumda en çok hisseye ABD temsilcisi COMSAT firması sahiptir. INMARSAT dünyadaki ikinci en büyük uydu işletmecisidir. Başlangıçta sadece sivil gemi kullanıcılarına, normal çalışma koşullarında (barış zamanı) haberleşme servisi sağlamak amacıyla kurulan INMARSAT, zaman içerisinde karasal mobil ve uçak endüstrisine de hizmet verir hale gelmiştir. Türkiye de 1989 yılında bu kuruluşu üye olmuştur ve %0.26 oranında hisse sahibidir. INMARSAT; mobil terminallere, deniz ve hava araçlarına telefon, teleks, data, faks, internet, elektronik posta, kısa mesaj ve acil durum çağrı (SOS) servisi vermektedir. ⁴

⁴ Öner Aydın, **Uydu Haberleşme Sistemleri**, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya: 2006, s.8.

2.2. TÜRKİYE’DE UYDU SİSTEMLERİNİN TARİHİ GELİŞİMİ

Ülkemiz; INTELSAT, EUTELSAT, INMARSAT'ın üyesidir. Dünyada kendi uydusuna sahip olan on altı ülke, Avrupa'da ise altı ülke arasına girmiş bulunmaktadır. TÜRKSAT Projesi kapsamındaki ilk uydu olan TÜRKSAT Uydularının ana yer kontrol istasyonu Ankara Gölbaşı'ndaki Uydu Haberleşme Merkezi Müdürlüğü arazisi üzerinde, yedek yer kontrol istasyonu ise Ankara Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde bulunmaktadır.

Türkiye 1973 yılında INTELSAT’ a üye oldu. 1979'da ise, Amerika Birleşik Devletleri ile arasında telefon ve televizyon iletişimi için AKA-1A istasyonu kuruldu. Ülkemiz 1985'te EUTELSAT’ a üye oldu.1986'da INTELSAT’ tan iki transponder aldı, 1986 ve 1990 yıllarında EUTELSAT uydusu kullanıma başladı. Bu amaçla AKA-2B, AKA-3B istasyonları kuruldu. 1989'da ise INMARSAT’ a üye oldu.

Haberleşme	<ul style="list-style-type: none">Türksat-1A, Türksat-1B, Türksat-1C, Türksat-2A, Türksat-3A, Türksat-4A, Türksat-4B
Yer gözlem	<ul style="list-style-type: none">BİLSAT, RASAT
Keşif	<ul style="list-style-type: none">Göktürk-2
Yapım aşamasında	<ul style="list-style-type: none">Türksat-5A, Türksat-6A, Göktürk-1 Göktürk-3
Araştırma aşamasında	<ul style="list-style-type: none">BKZS Bölgesel Konumlama ve Zamanlama Sistemi

Tablo 1: Türkiye’de Kullanılan Uydu Sistemleri

1993 yılında, Türkiye uluslararası uzay bilim, astrofizik projesinde (Spektrum XGamma) yer aldı. 24 Ocak 1994'te TÜRKSAT-1A fırlatılmış ancak başarısız olmuştur. 11 Ağustos 1994'te, TÜRKSAT-1B haberleşme uydusu Fransız Aerospatiale firması tarafından yörüngeye yerleştirildi. Türkiye'nin ilk uydusu olan Türksat 1B, 1994 - 2006 yılları arasında başarıyla hizmet vermiştir. 06 Eylül 1996'da TÜRKSAT-1C fırlatıldı. Türksat 1C haberleşme uydusu, Temmuz 1996 - Eylül 2010 arası hizmet vermiştir.

11 Ocak 2001'de TÜRKSAT-2A fırlatıldı. Türksat 2A haberleşme uydusu, 10 Ocak 2001 tarihinde yörüngesine yerleştirilmek üzere Ariane 4 roketiyle fırlatılmıştır. 2001 yılı Şubat ayı itibarıyla başlatılan hizmetler, başarıyla devam etmektedir. Geniş bir kapsama alanı içinde 50 dBW'in üzerinde EIRP (uydunun yere iniş gücü) ile 42° Doğu boylamındaki Türksat 3A ile aynı pozisyonda hizmet veren Türksat 2A uydusu, teknik performansı ile Avrupa ve Orta Asya'da Türk toplumunun yaşadığı çok geniş bir bölgeye kaliteli uydu yayın hizmeti sunar. Orta Doğu ve Rusya'yı da içine alacak şekilde Batı Avrupa'dan Orta Asya'ya kadar uzanan kapsama alanında 100 milyonu aşkın Türkçe konuşan bir bölgeye 50-60 cm'lik küçük çaplı çanak antenlerle Türksat 2A üzerinden ulaşabilmektedir.

Türksat 3A uydusunun üretimi, 10 Şubat 2006 tarihinde Alcatel firması ile yapılan anlaşma kapsamında başlamıştır. Uydu, Fransız Guyanası'nda yer alan Kourou Guyana Uzay Merkezi'nden 13 Haziran 2008 tarihinde 01:05'te Ariane 5 roketiyle uzaya gönderilmiştir. 42° Doğu lokasyonunda hizmet vermektedir.

Diğer uydularımıza kıyasla daha yüksek bir kullanım kapasitesine sahip olan Türksat 3A uydusu, hem uydu haberleşme hizmetleri, hem de Avrupa, Türkiye ve Orta Asya üzerinden doğrudan TV yayınları için kullanılmaktadır. Türksat 3A uydusunun sahip olduğu yüksek alışı gücü avantajına sahip Türkiye kapsama alanı, Türkiye'den uplink yapacak TV yayınları, genişbant veri hizmetleri, VSAT ve darbant veri hizmetleri için kullanılmaktadır. Böylece küçük çaplı ve düşük maliyetli uplink sistemleriyle uydu üzerinden hizmet veren kullanıcılara büyük kolaylık sağlanmıştır.

Türksat 4A ve Türksat 4B haberleşme uydularının tedariki için 7 Mart 2011 tarihinde Japon Mitsubishi Electric Corporation (MELCO) firması ile sözleşme imzalanmıştır. Türksat 4A haberleşme uydusunun üretim ve test faaliyetlerinin tamamlanmasının ardından 8 Ocak 2014 tarihinde Sayın Başbakanımızın katıldığı bir tören yapılmış; uydu, 14 Şubat 2014 tarihinde Kazakistan'daki Baykonur Uzay Üssü'nden Proton roketiyle uzaya gönderilmiştir. Türksat 4A, Ku-bant 'ta Türkiye, Kuzey Afrika, Avrupa, Ortadoğu ve Asya ile Sahra Altı Afrika bölgelerini kapsamaktadır. Uydu üzerinde ayrıca Ka-Bant da kullanılmaktadır. Daha önce hizmet verilemeyen Sahra Altı Afrika'ya da Türksat 4A aracılığıyla DTH, SNG, VSAT gibi hizmetlerin pazarlanması mümkün olmaktadır. Türksat 4A, 42° Doğu yörüngesinde, 2016 yılı başında ömrünü tamamlaması beklenen Türksat 2A'nın yerini alırken, önemli bir kapasite artışı da sağlamıştır. Bu yörüngedeki Türksat uyduları üzerinden yayın yapan TV sayısı 2014 yılı sonu itibarıyla 580'e ulaşmıştır.

Türksat 4A ve Türksat 4B haberleşme uydularının tedariki için 7 Mart 2011 tarihinde Japon Mitsubishi Electric Corporation (MELCO) firması ile sözleşme imzalanmıştır. 50° Doğu boylamında görev yapan Türksat 4B uydusunun üretimi ve testleri 4 Haziran 2014 tarihi itibarıyla tamamlanmıştır. 16 Mayıs 2014'teki Proton roketi arızası sonrası durdurulan fırlatmalar, 28 Eylül 2014 tarihinde başlamıştır.

Türksat 4B haberleşme uydusu, 16 Ekim 2015 Cuma günü 23.40'da (TSİ) Kazakistan Baykonur Uzay Üssü'nden başarıyla fırlatılmıştır. Türksat 4B haberleşme uydusu, Türkiye, Afrika, Avrupa, Ortadoğu ve Çin'in Batısını içine alan Güney Batı Asya'yı kapsama altına almaktadır. Türksat 4B haberleşme uydusu üzerinden Ku frekans bandında TV yayıncılığına ilave olarak Ka frekans bandındaki spot kapsama alanları ile yüksek hızlı ve daha düşük maliyetlere sahip internet erişim hizmetleri sunulacaktır. Türksat 4B ile birlikte 50° Doğu yörüngesinde ilk defa Türksat uydusu işletilmektedir.⁵

Uydunun, ÇOBAN ve GEZGİN adı verilen, iki görev yükü TÜBİTAK UZAY tarafından ve yerli sanayi katkılarıyla Türkiye'de tasarlanarak üretilmiş ve BiLSAT uydusuna yerleştirilmiştir. BiLSAT projesi, Türkiye'de küçük uydu teknolojilerini başlatmak, geliştirmek ve desteklemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. SSTL (Surrey Satellite Technology Limited) firması ile ortak olarak, küçük uyduların tasarımı ve üretimi için gerekli altyapı ve bir yer istasyonu kurulmuş ve Türkiye'nin ilk uzaktan algılama uydusu olan BiLSAT üretilerek 27 Eylül 2003 tarihinde yörüngeye yerleştirilmiştir.

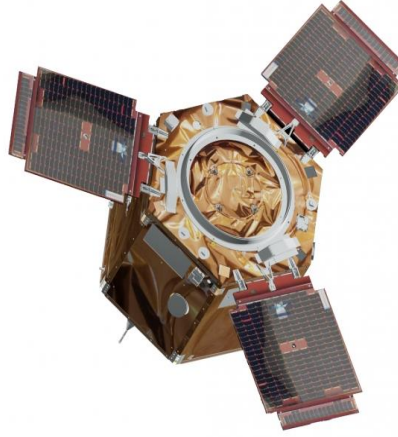
5 yıllık bir görev ömrüne sahip olmak üzere tasarlanan BiLSAT; 686 km irtifada, Güneş ile eşzamanlı bir yörüngede bulunmaktadır. Pankromatik bantta 12.6 m ve kırmızı, mavi, yeşil bantlarında 27.6 m. yer örneklem mesafesine sahip olan uydu; haritacılık, afet izleme, kirlilik ve çevrenin izlenmesi ile şehircilik ve planlama amaçlarıyla görev yapmaktadır.⁶

RASAT, tasarımı ve üretimi Türkiye'de gerçekleştirilen ilk yer gözlem uydusudur. Türkiye'nin BiLSAT uydusundan sonra ikinci uzaktan algılama uydusudur. DPT tarafından sağlanan kaynakla TÜBİTAK UZAY tarafından, danışmanlık ya da dış destek alınmadan Türkiye'de tasarlanan uydu, 17 Ağustos 2011 tarihinde Rusya

⁵ Türksat Uydu Haberleşme ve Kablo TV İşletme A.Ş., <https://www.turksat.com.tr/tr/uydu/turksat-uydu/uydularimiz> (Erişim Tarihi: 05.04.2016).

⁶ Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, <http://uzay.tubitak.gov.tr/tr/uydu-uzay/bilsat> (Erişim Tarihi: 20.03.2016).

Federasyonu'nun Kazakistan sınırındaki Orenburg bölgesinde bulunan Yasny Fırlatma Üssü'nden Dnepr fırlatma aracıyla uzaya gönderildi. 969 saniye içinde yörüngeye yerleşen uydu, ilk sinyalleri Türkiye saati ile 11.50'de vermeye başladı. 18 Ekim 2011 tarihindeyse uydu tarafından çekilen fotoğrafların TÜBİTAK'ın yer istasyonundan indirilmeye başlandığı duyuruldu.⁷



Resim 4: Göktürk-2 Uydusu

Göktürk-2, TÜBİTAK UZAY, TAI işbirliği ile geliştirilen keşif uydusu. 18 Aralık 2012 tarihinde Çin'deki Jiuquan Fırlatma Üssü'nden uzaya fırlatılmıştır. 409 kg ağırlığındaki uydu 2,5 metre siyah-beyaz ve 5 metre renkli çözünürlüğe sahiptir. Uydunun görev bilgisayarı ve görev yazılımı tamamen Türkiye'de Türk mühendislerce üretilmiştir. Türkiye Cumhuriyeti tarihi boyunca yüksek çözünürlüklü görüntü alınması için üretilen ilk uydudur.⁸

Türksat 5A, milli imkânlarla Türkiye'de birleştirilmesi ve 2018 yılında uzaya gönderilmesi hedeflenen haberleşme uydusudur. 42° Doğu boylamında çalışması planlanmıştır. 16 Ku ve 4 C band yansıtıcılarla donatılan Türksat 5A'da Ku band için 3, C band için 1 kapsama alanı tasarlanmıştır

⁷ Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, <http://uzay.tubitak.gov.tr/tr/uydu-uzay/rasat> (Erişim Tarihi: 04.04.2016).

⁸ TUSAŞ – Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. <https://www.tai.com.tr/tr/proje/gokturk-2> (Erişim Tarihi: 05.04.2016).

Bölgesel Konumlama ve Zamanlama Sistemi kısaca BKZS, bir uydu konumlandırma sistemi ve küresel konumlandırma ve zaman aktarımında Türk Silahlı Kuvvetlerinin uzay tabanlı bir projesidir. Projenin amacı, bağımsız çatışma zamanlarında devre dışı bırakılabilir mevcut yabancı sistemlerden, Türk Silahlı Kuvvetleri'ne, barış, kriz ve askeri operasyonlar boyunca ihtiyaç duyabilecekleri konumlandırma ve zamanlama bilgilerini sağlamaktır. Proje Savunma Teknolojileri ve Mühendislik A.Ş. (STM) (Defence Technologies and Engineering Inc.) tarafından geliştirilen, Savunma Sanayii Müsteşarlığı'nın bir bağlı ortaklığıdır. Şu anda proje fizibilite çalışmasının değerlendirilmesini içeren ilk aşamasında olmaktadır. Resim 5'de görüldüğü gibi önümüzdeki birkaç yıl içinde beş askeri keşif ve yer gözlem uydularının üretilmesi ve uzaya fırlatılması planlanmaktadır.⁹

Resim 5: Türkiye Uydu Yol Haritası

Uyduların tasarımı ve imalatı, kullanım amacı ile doğrudan ilgilidir. Sivil ve Askeri sistemler olarak iki ana gruba ayrılabilen uydu sistemler arasındaki en belirgin fark kullanım amaçları ve güvenlidir. Fonksiyonel olarak görülen farklılıklara rağmen genel yapı aynıdır.

Uyduların yapısal bilgilerini ortaya koyarken öncelikle atmosfer ve uzayın bir tanımını yapmak gerekir. Hava vasıtaları açısından bakıldığında, atmosfer denince, vasıtanın aerodinamik kuralları açısından uçabileceği en yüksek irtifa akla gelmektedir. Bu yükseklik 100.000–120.000 ft (yaklaşık 40 km)'dir. Atmosferi oluşturan hava kütesinin %99'u bu irtifain altındadır. Bir uydunun uçabileceği en alçak irtifa ise, 150 km.dir. Bu uzayın başladığı en alçak irtifa olarak kabul edilmekle birlikte, uluslararası belgelerde açık olarak ifade edilmemektedir. Eliptik yörüngeli bir uydunun yere en alçak (perigee) geçebileceği yükseklik ise 129 km.dir Bugün artık birçok kişi tarafından hava ve uzay birbirinden ayrılmaz bir bütün olarak kabul edildiğinden, bu ortam hava-uzay (aerospace) olarak adlandırılmaktadır. Atmosfer ve uzayın bir tanımını yaptıktan sonra uyduların yapılarını incelemeye başlayabiliriz. Uyduları yapı bakımından üç bölüme ayırabiliriz; Birinci bölüm hizmet bölümü denilen ve uyduyu yörüngede tutan, hareketlerini düzenleyen, dengeleyen kimyasal ve elektriksel tepki motorlarını, hareket sistemini, yakıtı ve aküleri barındıran bölümdür. İkinci bölümde uydunun ana görevini yerine getiren transponderler, bilgisayarlar vb. tüm haberleşme donanımı yer almaktadır. Üçüncü bölüm ise güneş levhaları ve tüm antenlerin bulunduğu dış kısımdır.

Uydular temel olarak yedi ana sistemden meydana gelir.(Şekil 2)

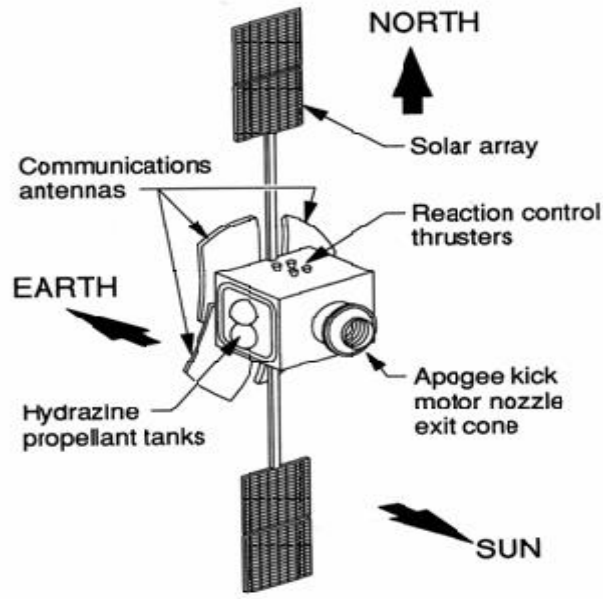
- Bus; tüm alt sistemleri üzerinde taşıyan yapıdır ve konfigürasyonu uyduyu yörüngede kararlı bir şekilde tutmak amacıyla kullanılan stabilizasyon yöntemine uygun olarak belirlenir.

- Güç sistemi; uydunun tüm alt sistemlerinin çalıştırılması için gerekli olan elektrik gücünü kesintisiz olarak sağlayan, yüksek performanslı piller ve güneş panellerinden oluşur.

- Anten sistemi; uydu ile her türlü iletişimin sağlanması amacıyla kullanılan sistemdir

- Komuta-Kontrol sistemi; uydunun izlenmesi, istenen işlemlerin yaptırılması ve buna ilişkin her türlü performans bilgisinin kontrol edilebilmesi için kullanılan sistemdir.

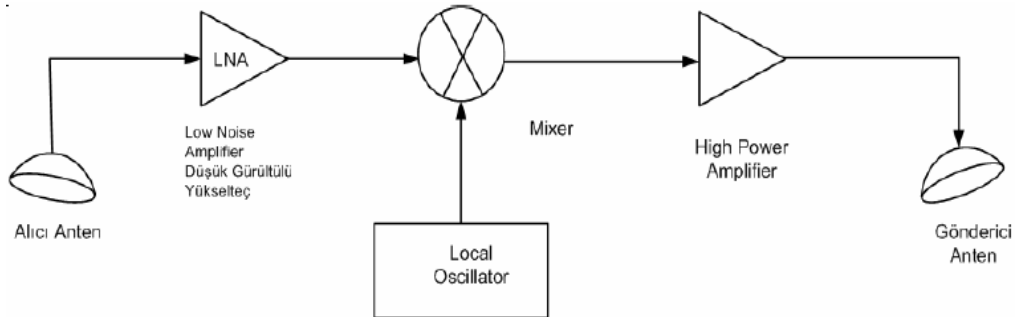
- Konum muhafaza sistemi; güneş, ay ve diğer kütlelerin uydu üzerinde uyguladıkları çekim kuvveti nedeniyle, yörüngede oluşabilecek bozulmaların düzeltilmesi amacıyla kullanılan sistemdir ve bu iş için uydu üzerinde bulundurulacak yakıt uydunun ömrünü belirleyen kıstaslardan biridir.



Şekil 2: Uydu Genel Yapısı

Transponder: Haberleşme uydusu içinde alma, gönderme işini yapan üniteye “transponder”denir. Uydu transponderleri, tekrarlayıcı (röle) mantığıyla çalışır. Temel olarak, alıcı antenine gelen yer terminali sinyalini filtreledikten ve yükselttikten sonra sinyali ulaşması gereken yer terminaline istenen frekansta iletmekle yükümlü, içinde almaç ve göndermeç bulunan sistemdir.(Şekil 3)

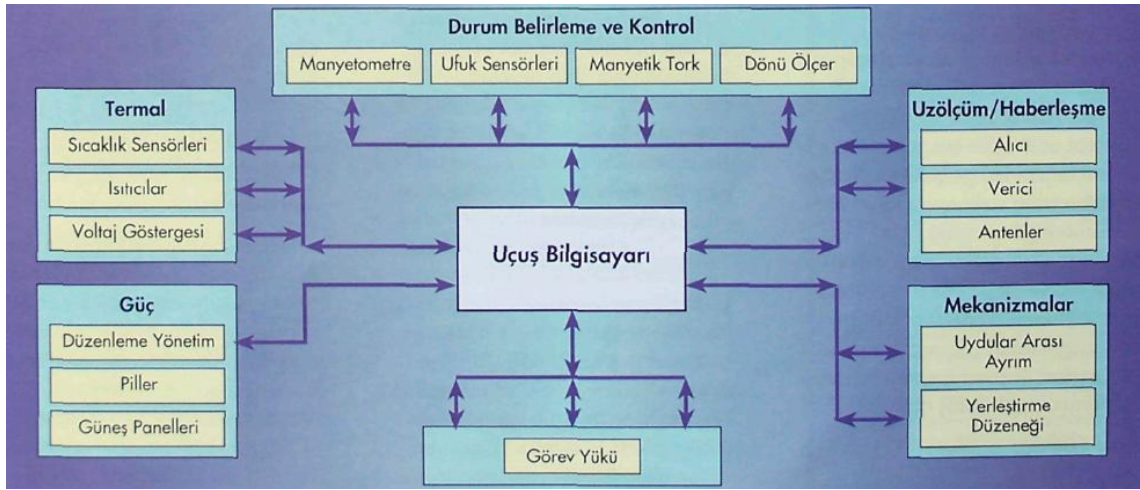
Transponder up-link taşıyıcısını alır, kuvvetlendirir, up-link frekansını downlink frekansına çevirir ve kuvvetlendirerek tekrar dünyaya gönderir. 1 transponder 36 Mhz bant genişliğine sahiptir. Bir uydu içinde sayısı değişmekle beraber yaklaşık 12 transponder vardır. Bir uydu için tahsis edilen frekans; alma için 500 Mhz ve gönderme için 500 Mhz’dir.



Şekil 3: Uydu Transponder Çalışma Mantığı

- Faydalı yük: uydunun asli görevini icra edebilmesi için kullanılan sistemdir. Kamera sistemi, IR algılayıcılar ve haberleşme sistemlerini örnek olarak sayabiliriz. Uydular, uzaya fırlatılıp fonksiyonlarını yerine getirmek üzere imal edilirken, bunların uzaydaki fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için de bir takım ilave sistemler tarafından desteklenmesi gerekmektedir. “Uydu Sistemleri” olarak adlandırılan bu sistemler ise şöyledir:

- Uzay Bölümü: Uzay bölümünün iki parçası vardır. Bunlar ana parça ve uydunun yüküdür. Uydunun yükü, onun kabiliyetlerinin ve fonksiyonlarının yerine getirildiği bölümdür. Bunlar kullanıcıya uydu temeline dayalı kabiliyetler sağlar ve bir uyduyu diğerinden ayırır.



Şekil 4: Uydu Konum Muhafaza Sistemi

- Kontrol Bölümü: Bu bölüm platform kontrolü, yük kontrolü ve şebeke kontrolünü kapsayan genel sistemin işletiminden sorumludur. - Yer Terminal Birimi: Uyduya sinyal gönderen ve uydudan sinyal alan asıl yer teçhizatından oluşan bölümdür. Bir yer teçhizatı elde taşınabilir bir terminalden, teçhizatı içinde barındıran sabit ya da mobil bir platforma kadar değişiklikler gösterebilir. Uydunun tasarımı, haberleşmenin niteliği ile doğrudan ilgilidir.

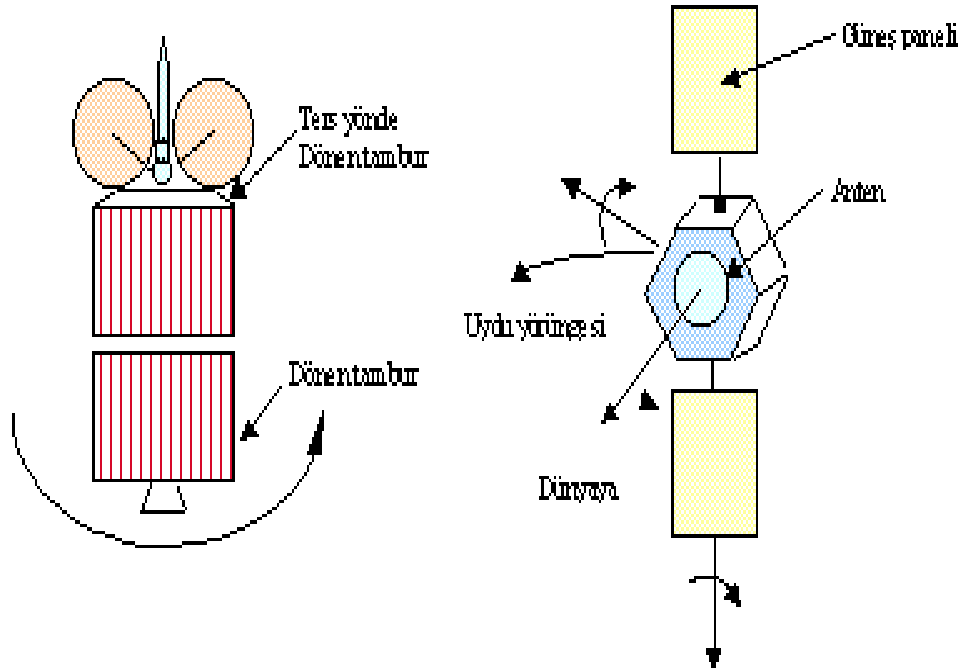
Dünya üzerinde bir yörüngede bulunan uydunun alıcı ve verici antenlerinin, dünya üzerinde istenen bir noktaya yönlendirilebilmesi için antenlerin her zaman dünyaya dönük olması gerekmektedir. Aksi halde iletişimin sürekliliği sağlanamayacaktır. Uydu, yörüngede iken yerçekimi farklılığı, dünyanın manyetik alanı, güneş enerjisi gibi dış etkenler yanında uydunun dengelenmemiş iç hareketleri gibi birçok değişik kuvvetin etkisindedir. Bu etkenler uydunun istenen yörüngede kalmasını önlemektedir.

Bu kuvvetlerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ve dolayısıyla uyduyu kararlı bir durumda tutmak için, uyduyu kendi eksenini etrafında döndürmek gerekmektedir. Böylece uydunun, yüksek açısal momentumu bulunan bir denge çarkı gibi davranması sağlanmaktadır. Antenlerin her zaman dünyaya dönük tutulması için antenler ve tüm haberleşme donanımı uydunun dönme hızıyla aynı hızda, ancak dönme yönünün tersinde dönen düşük ataletli bir platform üzerine oturtulmuştur. Uydunun bu şekilde kararlı tutulmasına "Çift Dönme" yöntemi denir. Günümüzde ise yeni kararlı tutma yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan en önemlisi "Üç eksenli kararlı tutma" yöntemidir.

Şekil-5'te bu iki yöntemin yapısal farklılıkları görülmektedir. "Çift Dönmeli" uydularda çeper solar hücreleri ile kaplanmış ve antenler ters yönde dönen platform üzerine oturtulmuştur. Öte yandan "Üç Eksenli" uydularda gerekli güç, solar hücrelerden sağlanmaktadır. Ancak bu hücrelerin yerleştirildiği solar levhalar hareketlidir ve her zaman güneşe dönük durumda tutulmaktadır. Yazının bundan sonraki bölümlerinde eşzamanlı yörüngede bulunan uydular üzerinden gidilecektir. ¹⁰

(a) Çift Dönmeli Uydu

(b) Üç-Eksende Kararlı Uydu



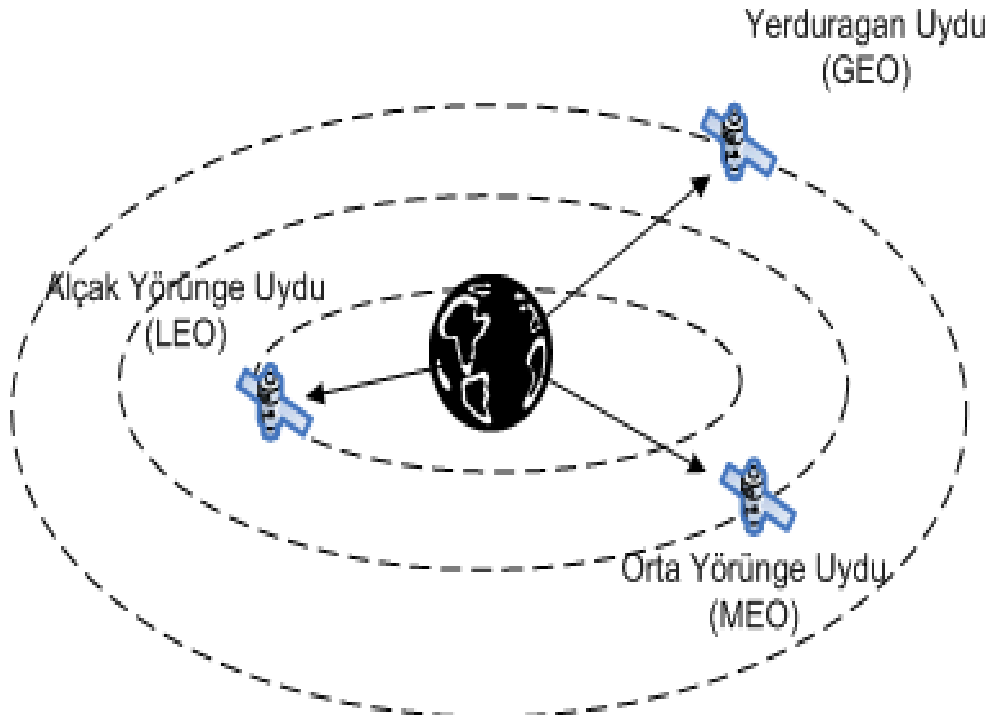
Şekil 5: Uydu Sınıfları

¹⁰ Öner Aydın, **Uydu Haberleşme Sistemleri**, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya: 2006, s.13,14.

2.4. UYDU YÖRÜNGELERİ

Uyduların, gezegen etrafında dönerken izledikleri yola yörünge denir. Yörünge yükseldikçe uydunun ömrü artar. Uyduların ana yapıları planlanırken, kullanma alanları, uzaydaki ömrü, üzerindeki cihazlar ve bunların ömürleri, güç sistemleri ve diğer yardımcı sistemler göz önüne alınarak tasarlanır. Genel görünümüleri simetrik küre ve silindir seklindedir. Yerden 36.750 km yükseklikteki bir yörüngede bulunan bir uydu ile yaklaşık yerkürenin yarısı görülebilir.

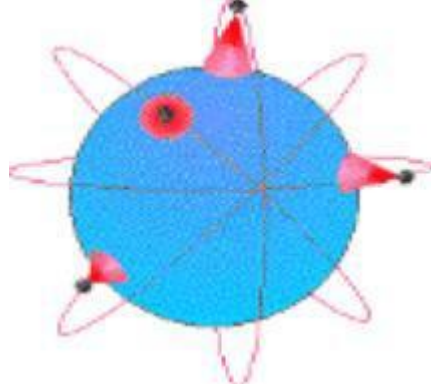
Uydu fırlatıldıktan sonra, yeryüzünün çevresinde dönmesinden oluşan merkezkaç kuvvet ile yeryüzünün çekim kuvvetinin dengelenmesinden dolayı yörüngesinde kalır. Dünyaya yakın yörüngelerde, uydu daha fazla yer çekimi kuvvetine maruz kalacağından bu kuvveti dengelemek için uydunun daha hızlı dönmesi gerekir. Bu nedenle, dünyaya yakın olan uydular hızlı, uzak olan uydular ise yavaş döner.



Şekil 6: Yapay Uydu Yörüngeleri

Bugün uydular, özellikle haberleşme, uzaktan algılama ve seyrüsefer sistemleri olmak üzere çok geniş alanlarda faaliyet göstermektedir. Bu görevleri icra eden uyduların yerleştirildiği yörüngeler, icra edecekleri görevin özelliklerine bağlı olarak, farklılıklar göstermektedir.

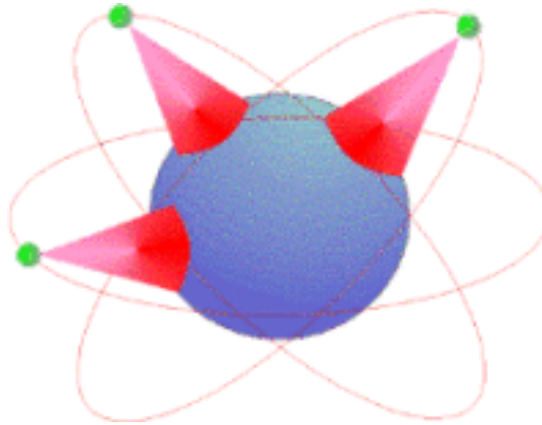
2.4.1. Alçak yörünge uyduları (Low Earth Orbit - LEO)



Şekil 7: Alçak Yörünge (LEO)

Yeryüzünden 200-3000 km yükseklikte konumlanmıştır. Kapsama alanları dardır. Bu nedenle evrensel hizmet sağlanabilmesi için çok sayıda LEO uydu kullanılmaktadır. Atmosfer etkilerine maruz kaldıklarından ömürleri kısadır. Yörüngede kalabilmek oldukça hızlı hareket ederler, bu nedenle kapsama alanları 10-15 dakika içinde değişir.

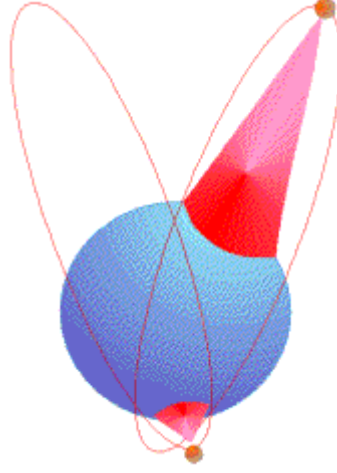
2.4.2. Orta yörünge uyduları (Medium Earth Orbit- MEO)



Şekil 8: Orta Yörünge (MEO)

Orta yörünge uyduları 5000-13000 km yükseklikte bulunan uydulardır. Alçak Yörünge Uyduları (LEO) ile Yerdurağan Yörünge Uyduları (GEO) arasında bulunan yörüngede hareketlerini sürdürür. Bu yörüngede bulunan uydular GPS hizmetleri gibi yer-konum belirleme için kullanılır.

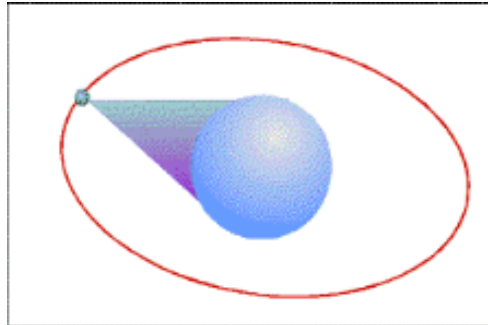
2.4.3. Yüksek yörünge uyduları (High Elliptical Orbit-HEO)



Şekil 9: Yüksek Yörünge (HEO)

Yüksek yörünge uyduları (HEO), dünyaya uzaklıkları en fazla değişen uydulardır. Yörüngesel hareketi sırasında bir kutup bölgesi üzerinde dünyaya çok yaklaşırken diğer bir kutup bölgesinde ise dünyadan çok uzak bir noktadan geçer. Bu tip uydular, diğer uyduların erişemediği kutup bölgelerinde etkilidir. Daha çok bilimsel çalışmalar ve bölgede bulunan iş istasyonlarının iletişimi için kullanılır.

2.4.4. Yere durağan yörünge uyduları (Geostationary Earth Orbit-GEO)

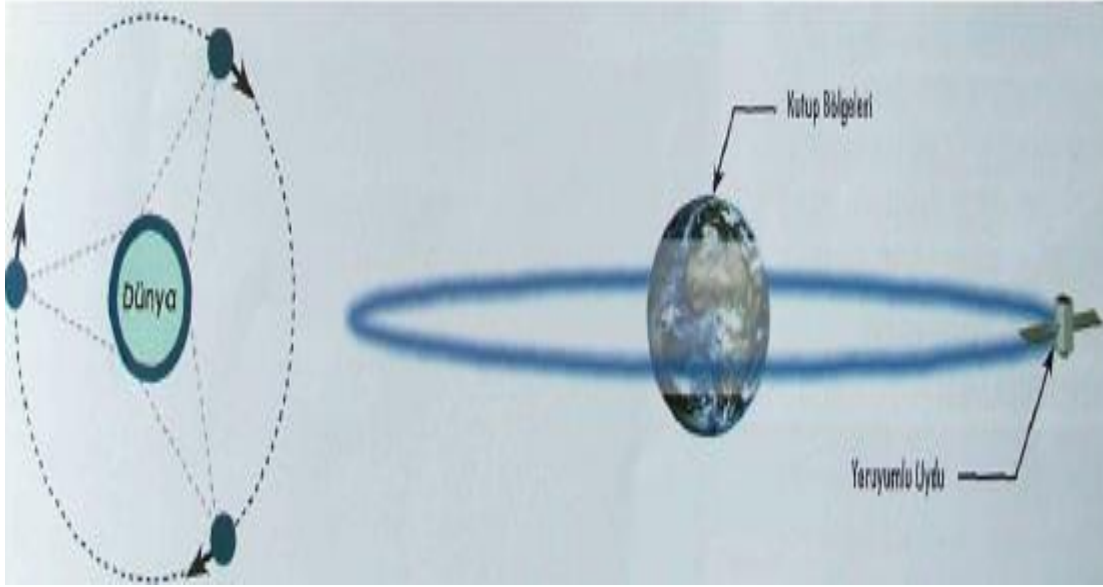


Şekil 10: Yere Durağan Yörünge (GEO)

İletişim amacıyla kullanılan uyduları çok yüksek alıcı-verici anten kulelerine benzetebiliriz. İletişim amaçlı uyduların hemen hepsi (Geosynchronous Equatorial Orbit - GEO) Jeosenkron Ekvatorial Yörünge üzerinde bulunan uydulardır.¹¹

¹¹ Beyza Akarca, **Geniş Bant Teleskobik Kızılaltı Görüntüleyici Optik Tasarımı**, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: 2011, s.3.

Yeryüzünden yaklaşık 36000 km yükseklikte Ekvator düzleminde olan uydulardır. Dönme periyotları Dünya'nın dönüş periyoduna eşittir ve dolayısı ile yeryüzündeki bir gözlemciye göre durağan görünmektedir.



Şekil 11: Yer Uyumlu Uydunun Yörüngeye Yerleştirilmesi

Kapsama alanları neredeyse tüm dünyanın %40'ı olmak üzere oldukça geniştir. Yere göre sabit olmaları nedeni ile çeşitli hizmetler için oldukça elverişlidir. Kutup bölgeleri GEO uydular tarafından kapsamaz ancak bu kısımda nüfusun yok denecek kadar az olduğu düşünüldüğünde çok da büyük bir dezavantaj değildir. Ayrıca sadece 3 GEO uydu ile dünyanın büyük çoğunluğu kapsanabilmektedir. Ancak 36000 km gibi bir yükseklik söz konusu olduğundan sinyaller yüksek gecikme ve yol kaybına uğrar. Yüksek gecikme değerleri, gecikmeye duyarlı uygulamalar için GEO uyduları elverişsiz kılar.

Uydu Tipi	Yeryüzüne Uzaklık	Dönme Periyodu	İletişim Süresi
LEO Uydusu	2.000 km' ye kadar	1,5–2 saat	5–20 dk
MEO Uydusu	2.500–19.000 km	5–12 saat	2–4 saat
GEO Uydusu	35.786 km	23 saat 56 dk 4 sn	Devamlı

Tablo 2: Uydu Tipleri ve Özellikleri

LEO, MEO ve GEO uydularının, yeryüzüne olan uzaklıkları, izledikleri yörünge tipleri ve yörünge dönüş periyotları ile her yörünge turunda yer istasyonları ile iletişim kurabildikleri süreler Tablo–2.3. de gösterilmiştir.

2.5. UYDU YÖRÜNGELERİNİN TAHSİSİ

Uydu kullanımında yörünge önemli bir nokta olduğundan uzayda da yeryüzünde olduğu gibi bazı kurallar mevcuttur.

Ülkeler uzaya uydularını göndermeden önce yörünge tahsisini ITU'nun (Uluslar Arası Telekomünikasyon Birliği) uluslar arası frekans kuralları çerçevesinde yapıyor. İlk olarak yayın yapılmak istenen belgenin koordinatları ile uydunun yayın gücü belirtilir. Bu bilgiler koordine yapılması gereken ülkeler ile koordine edildikten sonra istenen yörünge onaylanır ve uydu “Master Register” tarafından koruma altına alınır. Master Register ana kontrol merkezi olup uyduların muhtemel yörünge ihlallerine engel olabilmektedir.

İTÜ'nün kuralları gereği, başvurudan itibaren 10 yıl içerisinde kullanılmayan yörüngeler o ülkenin inisiyatifinden çıkmaktadır. Bu nedenle ülkeler sahip oldukları yörüngeleri ellerinde tutmak için kendilerine göre yöntem geliştirmektedirler. Örneğin, çalışma ömrü tükenmekte olan ve kısa süre sonra uzay çöplüğüne gönderilecek olan uydulardan birini çok ucuza kiralayarak geçici olarak kendisine tahsisli yörüngeye yerleştirip tahsis süresini 10 yıl daha uzatabilmektedirler. Hali hazırda uzayda boş yörünge bulmak zordur. Bu durum yörüngelerin parayla satışını dahi söz konusu etmektedir. Uzaydaki boş yörünge sıkıntısı, tahsis edilen yörüngelerin parayla satışı dışında, ülkeler arasında pazarlık unsuru olarak da kullanılmasına neden olmaktadır. Yörünge tahsisinde önce başvuran ülkeler, diğerlerine göre daha avantajlı durumda bulunmaktadırlar. Yörünge tahsisini için diğer ülkelere göre oldukça erken başvuran Türkiye'nin avantajı fazladır. İlk tahsis başvurusunu 1990 yılında yapan Türk Telekom'un elinde şu anda 6 farklı yörünge vardır. 25.31.42.50.66 ve 73,5 derece doğu boylamındaki yörüngelerden; 50,42 ve 31 derecedeki yörüngelerde TÜRKSAT uyduları mevcuttur. 73.5 derecedeki yörüngenin tahsis süresi 2000 yılında sona ermiştir.¹²

¹² Türk Telekom, **Neden Uydu Teknolojisi**, Teknoloji Güvenlik Dergisi Sayı 2, İstanbul: s.44.

Türkiye' ye tahsisli bulunan 50 derece doğu yörüngesi, Amerikan KALITEL firması ile yapılan anlaşma gereği ANATOLIA-1 uydusu kiralanmak vasıtasıyla kullanılacaktır. Bu uydu ile haberleşme ve özellikle internet servisleri desteklenecektir.¹³

2.6. UYDU SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI

Bilimsel araştırmalar ve teknoloji geliştirmeleri dışında geniş kitleleri ilgilendiren uzayın ve uzay içinde ki uydu sistemlerinin kullanım alanları dört genel başlık altında toplanabilir. Bunların dördü de hem sivil ve hem de askeri amaçlı olarak güvenlik boyutunun önemli bileşenleridir. Bunların dışında henüz kullanımı bulunmamakla beraber uzay silahlarından da söz edilebilir. Uydular;

1) Meteorolojik uydular (Meteosat): Hava tahminleri yapmada güvenilir ve ekonomik yöntemler oluşturulmasını sağlamışlardır. On iki saatte bir, dünyanın her yoresine meteorolojik bilgi veren meteorolojik uyduların yörüngeleri, kuzey-güney doğrultusundadır.

2) Askeri amaçlı uydular: Süper devletlerin: erken uyarı, nükleer patlamaların incelenmesi, keşif ve askeri hareketlerin gözlenmesi gibi amaçlar ile uzaya fırlattıkları uydular, çeşitli yörüngelerde görev yapmaktadırlar.

3) Araştırma uyduları (Land Sat): Ziraat ve ormancılık alanlarında, su ve diğer er yüzü kaynaklarını araştırmada kullanılır. Land Sat'lar; deniz suyu kirliliği, petrol artıklarının tespiti, ormanların ve ziraat alanlarının araştırılması, yangınların izlenmesi şehir bölge planlama ve haritalanması, buzul hareketlerinin takip edilmesi, yeryüzü kaynaklarının (petrol, maden, doğal gaz) araştırılması amaçlarına yöneliktir.

4) İletişim uyduları: İncelememiz kapsamına, yörüngeleri ve amaçları açılarından. Geostasyoner iletişim uyduları da girmektedir. İletişim uyduları, kapsadıkları yayın alanlarına gönderdikleri sinyalin gücüne göre sınıflandırılırlar.

Bir uydunun gücü, yayın yapan elemanın, yani TWTA 'nın (Travelling Tube-Amplifier) gücü ile belirlenir.¹⁴

¹³ Türk Telekom, **ANATOLIA-1 Yörüngesine Oturuyor**, Teknoloji Güvenlik Dergisi Sayı 4, İstanbul: s.20.

¹⁴ Elektro Teknoloji, **Uydu Haberleşmesinin Kısa Tarihçesi**, http://elektroteknoloji.com/Elektrik_Elektronik/Teknik_Yazilar/Uydu_Haberlesmesinin_Kisa_Tarihcesi.html (Erişim Tarihi: 07.04.2016).

En genel olarak bakacak olursak uydu kullanımı:

Ticari amaçlı	%37,1
Askeri amaçlı	%35,1
Hükümetler tarafından	%17,3
Üniversiteler tarafından	%5,4
Amatör amaçlı	%5,1

şeklinde bir dağılım göstermektedir.¹⁵

¹⁵ Öner Aydın, Uydu Haberleşme Sistemleri, s.49.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYDU HABERLEŞME SİSTEMLERİ

3.1. GİRİŞ

Uydu Muhabere Sistemleri, günümüzde sivil ve askeri haberleşme amaçlı olarak sıklıkla kullandığımız uydu haberleşme sistemleri iletişim alanında daha hızlı ve yüksek kapasiteli ama aynı zamanda da düşük maliyetli sistemler yaratma çabaları sonucunda ortaya çıkmıştır.

3.2. UYDU HABERLEŞME SİSTEMLERİNİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Uydu Muhabere Sistemleri; bir uydudan, uydunun yörüngesini, uzaydaki konumunu ve çalışmasını denetleyen bir yeryüzü istasyonundan ve uydu üzerindeki transponder (alma frekansını, gönderme frekansına çevirici) aracılığıyla gerçekleştirilen ve haberleşme trafiğinin gönderilmesini (çıkarma hattı, uplink) ve alınmasını (indirme hattı, downlink) sağlayan yer terminalleri ağından oluşmaktadır. Uydunun kendisi ise iki temel bölümden oluşmaktadır.

a. Yük (Payload), haberleşme sinyali için transponder işlevini yerine getiren antenler, alıcılar ve vericilerden oluşur.

b. Linkte (Yol) ise, durum denetimi, sıcaklık denetimi, komut ve tele metrik sistemler bulunur. Temel olarak link, yük çalışması için destek (uydu bakım ve onarımı) görevlerini yerine getirir.¹⁶

Haberleşme uyduları, yer uyumlu yörünge (GEO), alçak yörünge (LEO) veya orta yörüngede (MEO) olabilmektedir. Rusların haberleşme amaçlı olarak kullandığı Molniya sisteminde ise uydular eliptik ve eğimli bir yörünge izler. Yer uyumlu yörüngede bulunan uyduların ulusal, bölgesel ve uluslararası haberleşme ağlarında kullanımları yaygın durumdadır. Ancak son yıllarda, bir taraftan uydu haberleşme servisleri gelişirken diğer taraftan da takım uydular (yer uyumlu olmayan) da kullanılmaya başlanmıştır.

Uyduya, uzaya atıldıktan sonra, ekvatorun üzerinde, yeryüzüne göre değişmeyen belli bir yükseklikte (36,000 km), yörüngesel bir konum ya da bölme tahsis edilir. Bu bölmeler, yarıları 0,1 derece ile 0,2 derece arasında olan ve birbirlerinden 3 derece ya da 4 derece mesafede konumlandırılırlar. Uzay tarafından uygulanan

¹⁶ Burak Çelik, **Uydu Haberleşme Sistemleri**, ASELSAN, <http://www.qsl.net/t/ta1kb/aselsan/uyduhabsistemi.htm> (Erişim Tarihi: 07.04.2016).

kuvvetler nedeniyle uydunun senkron (yeryüzüne göre durağan) yörüngesinden çıkmasını engellemek amacıyla yerdeki kontrol merkezi yörünge kontrol sinyalleri ile uyduyu kendisine tahsis edilen bölgede tutar. Bunu gerçekleştirmek için de uyduda bulunan ve püskürtme maddesi olarak genelde hidrazin (N_2H_4) kullanan idare roketleri kullanılır. Yaklaşık olarak her sene 10~15 kg arası püskürtme maddesi kullanılır.

Uydu, kendisi için gerekli olan elektrik enerjisini üzerinde bulundurduğu güneş panellerinden sağlar. Uydunun güneşi göremediği durumlarda ise daha önceden çalışması sırasında doldurduğu pilleri kullanmaktadır. Uydu her gün yeryüzü tarafından birer kere, ilkbahar ve güz noktaları (dönenceleri) civarında tutulur, dolayısıyla güneşle olan doğrudan bağlantı kesilir. Tutulmalar 70 dakika kadar sürebilir ve bu sırada pil enerjisi kullanılır.¹⁷

Uyduların yörüngesinin yeröte noktası binlerce kilometreye, yaşam, süreleriye birçok aya, hatta birçok yıla erişebilir. Yörüngelerinin kesin ve değişmeyen nitelikleri saptanmalarını gözlemlmelerini ve daha genel olarak da bağlı oldukları öğelerin hepsinin ölçülmesini kolaylaştırır. Bir uydunun fırlatılma maliyeti çok yüksek olduğundan, birçok görevin aynı araca verilmesine çalışılmaktadır. Uyduları yapı bakımından üç bölüme ayırabiliriz.

1) Hizmet bölümü uyduyu yörüngede tutan, hareketlerini düzenleyen, dengeleyen kimyasal ve elektriksel tepki motorlarını, hareket sistemini, yakıtı ve aküleri barındıran bölümdür.

2) Haberleşme donanımı bölümü uydunun ana görevini yerine getiren transponderler, bilgisayarlar vb. tüm haberleşme donanımı yer almaktadır.

3) Dış donanım bölümü ise güneş levhaları ve tüm antenlerin bulunduğu dış kısımdır.

Uydunun tasarımı, haberleşmenin niteliği ile doğrudan ilgilidir. Dünya üzerinde bir yörüngede bulunan uydunun alıcı ve verici antenlerinin, dünya üzerinde istenen bir noktaya yönlendirilebilmesi için antenlerin her zaman dünyaya dönük olması gerekmektedir. Aksi halde iletişimin sürekliliği sağlanamayacaktır.

Uydu, yörüngede iken yerçekimi farklılığı, dünyanın manyetik alanı, güneş enerjisi gibi dış etkenler yanında uydunun dengelenmemiş iç hareketleri gibi birçok değişik kuvvetin etkisindedir. Bu etkenler uydunun istenen yörüngede kalmasını önlemektedir. Bu kuvvetlerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ve dolayısıyla uyduyu

¹⁷ A.g.e.

kararlı bir durumda tutmak için, uyduyu kendi eksenini etrafında döndürmek gerekmektedir. Böylece uydunun, yüksek açısal momentumu bulunan bir denge çarkı gibi davranması sağlanmaktadır. Antenlerin her zaman dünyaya dönük tutulması için antenler ve tüm haberleşme donanımı uydunun dönme hızıyla aynı hızda, ancak dönme yönünün tersinde dönen düşük ataletli bir platform üzerine oturtulmuştur. Uydunun bu şekilde kararlı tutulmasına "Çift Dönme" yöntemi denir. Günümüzde ise yeni kararlı tutma yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan en önemlisi "Üç eksenli kararlı tutma" yöntemidir.¹⁸

3.3. UYDU TASARIMI

Genellikle alüminyum alaşımları ve çağdaş uçak yapım teknikleri kullanılır. Zemin levhaları, yan duvarlar ve güneş panoları, alüminyumdan ya da petekli cam elyafı levhalarından yapılır.

Peteklere yerleştirilen gömme dişler, aygıtları monte etmede kullanılır. Tezgâhlarda işlenerek üretilmesi gereken parçalar, magnetik olmamaları, sağlamlıkları ve ısı dengeleri nedeniyle alüminyum alaşımları, titanyum ve berilyumdan yapılır. Uydu, tek bir eksen çevresinde dönecek biçimde ayarlandığı için, her türlü koşulda tam dengede kalabilmelidir.

Duyarlı elektronik aygıtlar, -40°C ile +50°C sınırları içinde tutulmalıdır. Uydu bazen güneş ışığı altında, bazen de tam karanlıkta kalabilir. Bu yüzden, üstündeki aygıtların sıcaklık değişikliklerine dayanıklı olması, içindeki aygıtların, ısı dengede tutulmaları gerekir. Uydu içinde duyarlı deneylerin yapılması söz konusu değilse, yalın bir soğutma sistemi kullanılabilir.

Uydunun dış kaplaması ışıınımı soğuracak ya da salacak biçimde yapılır ve ısı denetimi için başka bir işlem uygulanmaz. Sözgelimi, açık renk ya da parlak bir kaplama ışıınımı soğurup salmaz, ama siyah bir kaplama soğurur. Bazı bölgeleri yalıtımda çok katlı, kıvrımlı alüminyum kaplı plastik tabakalardan yapılmış ısı örtüleri kullanılır. Daha karmaşık uydularda, ısı denetim sistemleri kullanılır. Araç duvarına yerleştirilmiş bir pencere sistemiyle iç sıcaklık denetlenir ya da ısı borularıyla fazla sıcaklık, uydunun yan duvarlarına aktarılır

¹⁸ Kerem Erzurumlu, **Uydu Sistemleri ve Haberleşme Ağları**, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Bilgi Notu, Çanakkale: s.10.

Yapısına görevi açısından bakacak olursak insanlı bir uzay gemisinin yapısıyla geri gelmesi düşünülmemiş olan bir haberleşme uydusunun yapısı tümüyle aynı olamaz.

Örnek: Bir haberleşme uydusunun fırlatılması ve yörüngeye oturtulması için 6 000 km yükseklikte, yerin biçimine uygun bir yörüngeye oturtulur. Uydu, ekvator üstünde hep aynı noktada kalabilmesi için, Dünya'nın dönme hızına eşit bir hızla dönmektedir. Üç kademeli bir roketle fırlatılmış olan haberleşme uydusu, kendi roket motoruyla konum ayarı yapar. Üç eksenli dengelemeyle, antenleri sürekli olarak Dünya'ya, güneş panoları da Güneş'e bakar.

İnsanlı bir uzay gemisinin dış biçimi ve kullanılan yapı gereçleri, atmosferin içine, girişteki hıza göre yapılır. Giriş sırasında oluşan son derece yüksek sıcaklık, ya uzay gemisinin yüzeyindeki ısısal (termik) ısıma yoluyla, ya da yüzeysel bir tabakanın buharlaşması veya kaynamasıyla yok edilir. Geminin içindeki atmosferi ayarlamak, gerekli elektrik enerjisini sağlamak, yüksekliği, yörüngeyi, uygun hızı saptamak ve korumak, telekomünikasyonu sağlamak amacıyla hazırlanmış olan ikincil sistemler, uzay gemisinin içine yerleştirilir.

Yer'deki istasyonlardan yönetilebilen aygıtlar uydularda, yörüngeyi düzeltilmesi ya da değiştirilmesi için ya da yeni bilgilerin elde edilmesinde kullanılır. Bunların çoğu, kendilerini yörüngeye yerleştiren füzelerinkine bağlı olmayan, kendi çalıştırma sistemleriyle donatılmış olan modern uydulardır. Küçük füze motorları ya da Güneş enerjisini yakalayan Güneş pilleri uydunun yüksekliğinin denetlenmesini sağlar.¹⁹

3.4. UYDUNUN KONUMUNUN ÖLÇÜLMESİ

Konum Denetimi: Güneş panolarının her zaman Güneş'e dönük olması gerekir. Yalın uydular, CAYROSKOP gibi tek bir eksen çevresinde döner. Bazı uydular da, gövdelerine takılmış jetlerle, üç eksenle dengelenmişler.

Bu sistemde, gerekli düzeltmelerin yapılabilmesi için, önce uydunun konumu ölçülür. Ölçüm, Güneş, Dünya ve bazı yıldızlar gibi gök cisimlerinin konumlarını izleyen algılayıcılarla yapılır. Konum denetim sistemi, bu bilgilerle ya da yerdeki merkezden verilen kumandalarla jetleri çalıştırarak, uydunun konumunu ayarlar. Denetim jetlerinde yakıl olarak hidrazin kullanılır. Hidrazin: başka bir maddeyle karıştırılması gerekmeyen, ama bir katalizörle temas ettiğinde çözünen bir yakıttır. Bazı jetlerde propan da kullanılabilir. Gelecekte uydularda, İYON TAHRİĞİ'nden

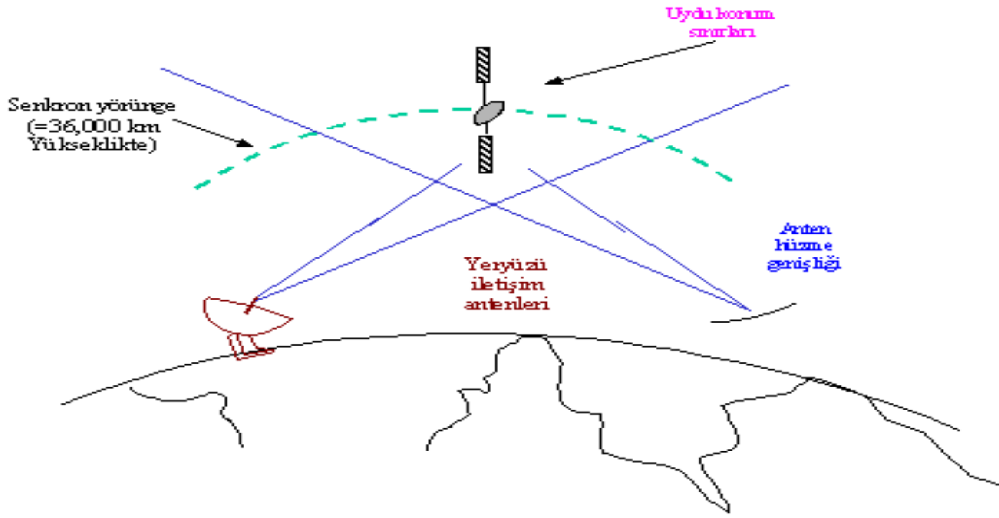
¹⁹ A.g.e, s.12.

yararlanılacağı sanılmaktadır. Bu sistemlerle uydunun konumu duyarlı biçimde ayarlanabilir. Sözgelimi uydunun, Dünya üstündeki bir noktaya, en çok 10 metrelik bir yanılmayla yönelmesi sağlanabilir.

3.5. UYDUNUN KONTROLÜ

Uydu Kontrolü, dünya yüzeyine göre sabit bir nokta üzerinde dolanan bir haberleşme uydusunun haberleşme işlevleri, yörüngesinin ve durumunun tam bir denetimini gerektirir. Durum denetimi, antenleri yöneltmek için gereklidir.

Her uyduya ekvatorun üzerinde dünya yüzeyinden yaklaşık 36,000 km yukarıdaki yörüngede bir boylam tahsis edilmiştir. Yer antenlerinden çoğu izleme yapmayan tür antenler olduğu için, uydunun önemli miktarda hareket etmesi, uydunun huzme pozisyonunu değiştirir. Bu durum istenen haberleşmenin bozulmasına ve hatta kesilmesine neden olur. Bu nedenle yer uydu istasyonu, uydu yörüngesini sürekli denetler.²⁰



Şekil 12: Uydu Haberleşme Sistemi

3.6. UYDU TRANSPONDERLERİ (AKTARICISI)

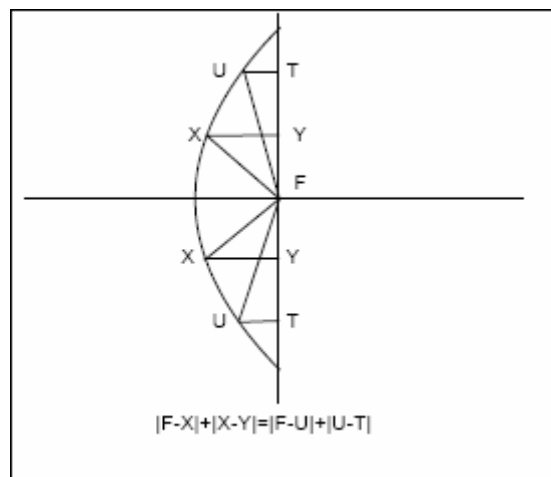
Uydu transponderleri, tekrarlayıcı (röle) mantığıyla çalışır. Temel olarak, alıcı antenine gelen yer terminali işaretini filtreleyip ve gücünü yükselttikten sonra işareti ulaşması gereken yer terminaline istenilen frekansta iletmekle yükümlüdür. Uydu transponderlerinde olası intermodülasyon etkilerini en aza indirmek için, kullanılan güç

²⁰ A.g.e, s.13.

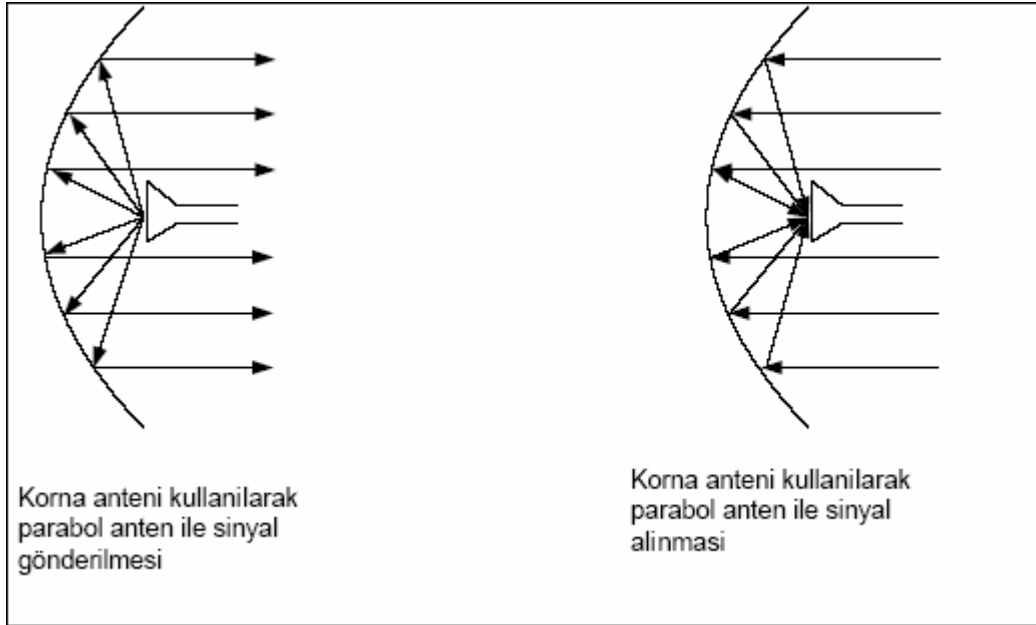
3.7. YER İSTASYONLARI

3.8. ANTENLER

Parabolik anten gelen ışınları odak noktasında topladığı için kazancı yüksek olan bir anten çeşididir. Uydudan gelen yayını alabilmek için kullanılacak olan çanak antenin çapı, alınacak dalga boyundan 10 kat daha fazla olmalıdır.



Şekil 13: Parabolik Anten



Şekil 14: Parabolik Antenin Gönderme ve Alma İşlemlerinde Kullanımı

örneğin $f = 10$ ghz olan yayını alabilmek için

3

$10 \cdot 30 = f \cdot c$

λ

cm

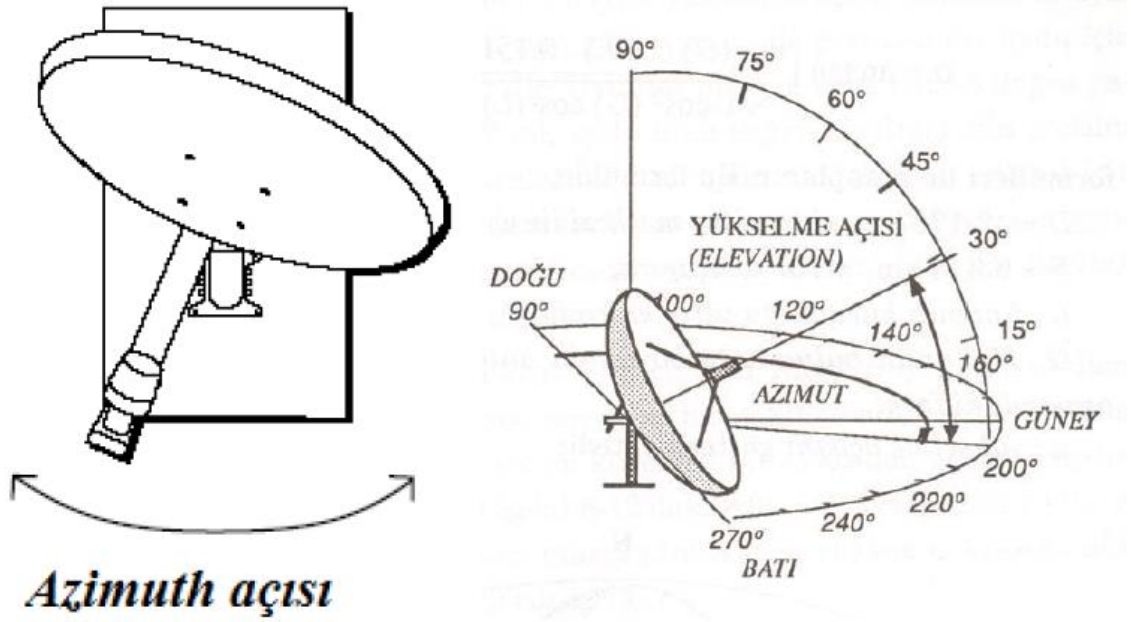
$3 \cdot 10 = 30$ cm çapa sahip olan çanak anten kullanılmalıdır.²¹

3.9. ANTEN BAKIŞ AÇILARININ HESAPLANMASI

Bakış açısı; yer istasyonundaki antenin uydudaki yayınları sorunsuz bir şekilde alabilmesi ve gönderebilmesi için uyduya doğru bakması gereken açıdır. Bu açı, Azimuth açısı ve Elevation (yükselme) açısı olmak üzere iki bileşenden oluşur.

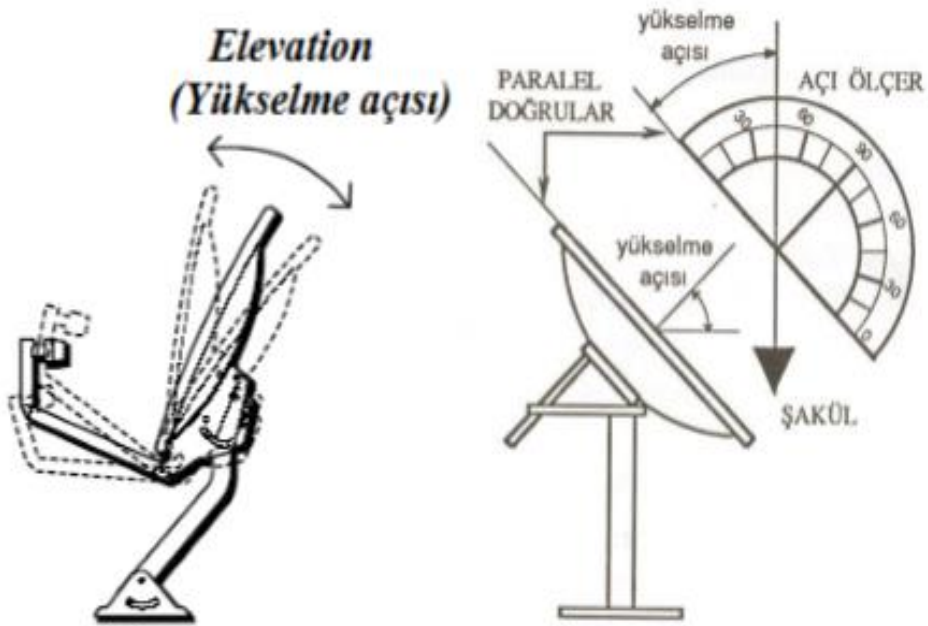
Azimuth: Gerçek kuzeye göre yatay açı anlamına gelmektedir. Yatay doğrultuda uydu anteninin belli bir uyduya doğru bakması gereken doğrultudur. Pusuladan bakıldığında 0 derece kuzey, 180 derece güney olacaktır. Çanak anteninize saat yönünde yaptıracağınız hareket sonucu oluşan açıdır.

²¹ Öner Aydın, **Uydu Haberleşme Sistemleri**, s.58-59.



Şekil 15: Uydu Anten Azimut Açısı

Elevation (yükselme açısı): Uydu anteninin belli bir uyduya doğru düşey doğrultuda bakış açısıdır. Çanak anteninizi yukarı veya aşağıya doğru yaptıracağınız hareket sonucu oluşan açıdır.²²



Şekil 16: Uydu Anten Elevation (Yükselme) Açısı

²² Milli Eğitim Bakanlığı, **Uydu Haberleşmesi**, s.20.

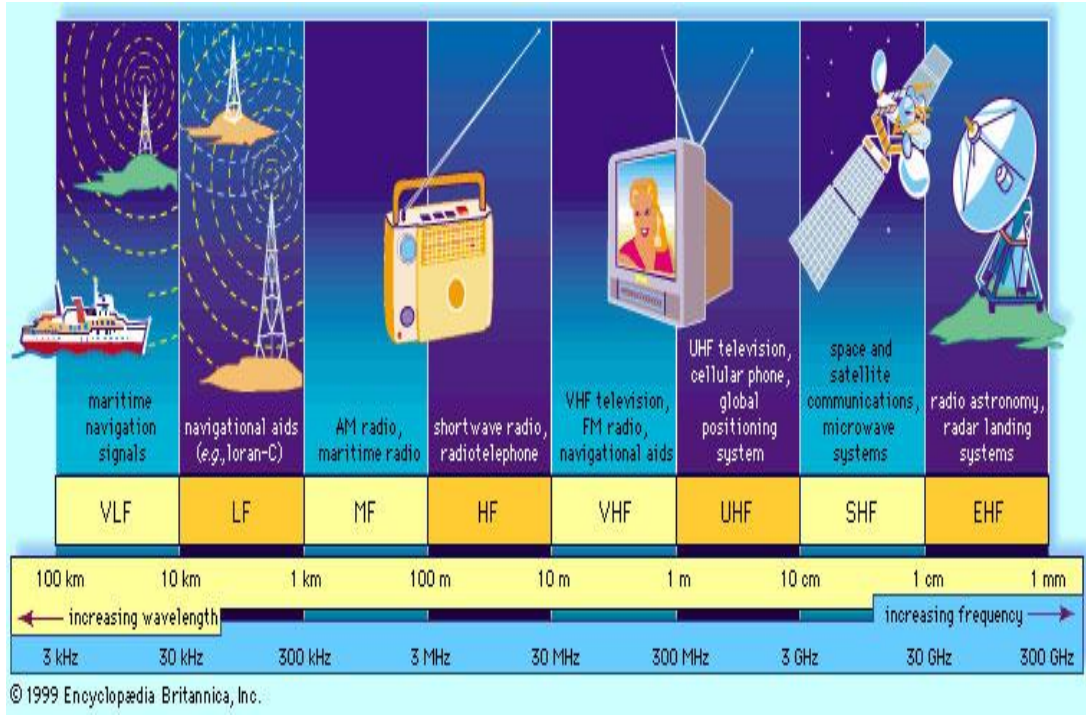
3.10. UYDU HABERLEŞMESİNDE KULLANILAN FREKANSLAR

Uydu haberleşme sistemlerinde genellikle 4 ana frekans bandı kullanılmaktadır. Bunlar sırasıyla C-bandı, X-bandı, Ku-bandı ve Ka-bandıdır. Çalışma frekansları ve kullanım alanları aşağıda gösterilmektedir.. Bu uygulamanın İngilizlerin İkinci Dünya Savaşı'nda tespiti zorlaştırmak amacıyla, değişik frekans bantlarına verdikleri harf uygulamasından kalmış olabileceği değerlendirilmektedir.

Harf Kodlaması	Frekans Bandı
P	225–390 Mhz
L	1–2 Ghz
S	2–4 Ghz
C	4–8 Ghz
X	8–12 Ghz
Ku	18 Ghz
K	8–27 Ghz
Ka	27–40 Ghz
V	40–75 Ghz
W	75–110 Ghz

Frekans	Kısaltma	Anlamı
0.3–3 Ghz	UHF	Ultra Yüksek Frekans (Ultra High Freq.)
3–30 Ghz	SHF	Süper Yüksek Frekans (Super High Freq.)
30–300 Ghz	EHF	Son Derece Yüksek Frekans (Extremely High Freq.)

Tablo 3: UHF, SHF ve EHF Frekansları Genel Bilgileri



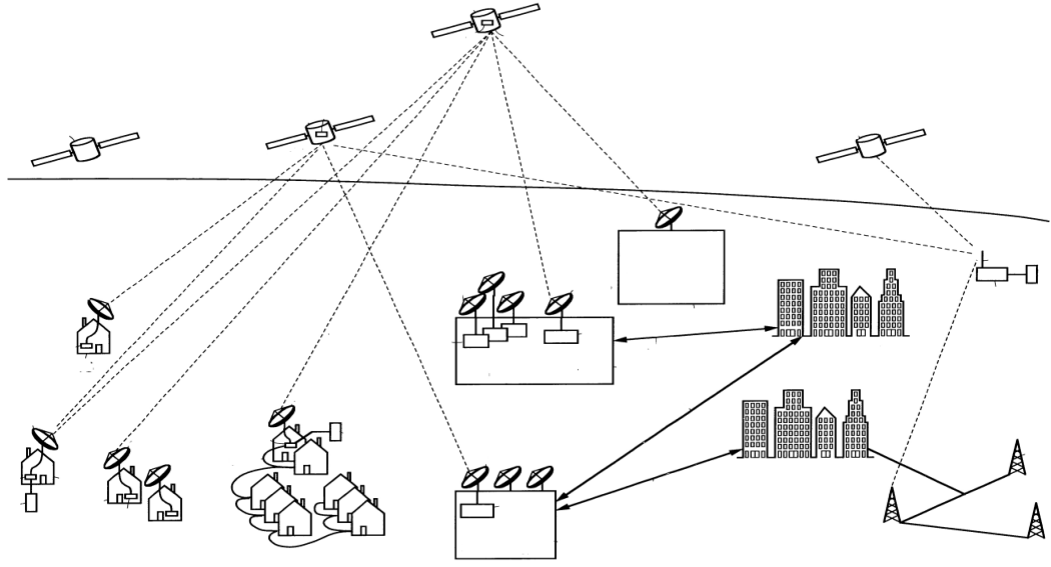
Tablo 4: Diğer Frekans Bilgileri

Frekanslar yükseldikçe hem teknolojik girdiler ve güvenlik artmakta; hem de frekans bandı genişlemektedir. Örneğin S bandında frekans bandı genişliği 700 Mhz iken, K bandında frekans bandı genişliği 13 Ghz'dir (yaklaşık 20 katı). Dolayısıyla, gerçekte yüksek frekanslar gürültü ve bozulmalara karşı daha hassas olmalarına karşın, geniş bant ihtiyaçları endüstriyi daha yüksek frekans ve frekans bantlarını kullanan teknolojileri geliştirme ve gerçekleştirme yönünde zorlamaktadır.²³

3.11. ÇOKLU ERİŞİM TEKNİKLERİ

Uydular maliyetleri oldukça yüksek olan ekipmanlardan meydana gelmektedir. Bunun yanında fırlatılma maliyetleri de eklendiğinde oldukça pahalı bir donanımdır. Bu donanımı tek bir hizmet veya tek bir iletişim kanalı olarak düşünmek maliyetini karşılamaktadır. Yörüngeye gönderilen bir uydudan azami hizmeti almak ve maliyetini bir an evvel amorti edebilmesi için bilgiyi tek olarak değil bilgiyi çoklu olarak göndermesi planlanmıştır.

²³ Öner Aydın, **Uydu Haberleşme Sistemleri**, s.67-68.



Şekil 17: Uydu Haberleşmesinde Sinyal Dağılımı

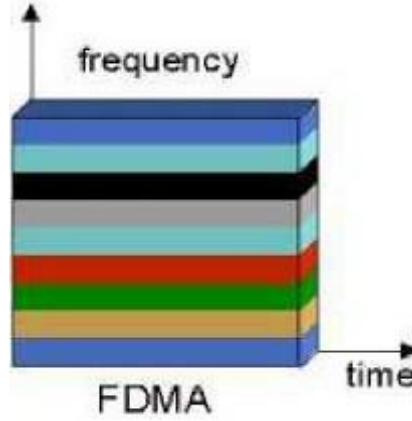
Bilginin, aynı iletim ortamı kullanılarak birden çok kaynaktan yine birden çok alıcıya iletilmesine çoğullama denir. İletim ortamının aynı olması hızların da aynı olmasını gerektirmez. Örneğin bir koaksiyel kablo üzerinden çok hızlı data haberleşmesi yapılabileceği gibi aynı anda düşük hızlı telgraf haberleşmesi de yapılabilir. İletim ortamı olarak basit bir kablo çiftinden derin uzay boşluğuna kadar pek çok ortam kullanılabilir. Gittikçe küçülen dünyada artan haberleşme ihtiyacını karşılayabilmek için çoklu iletişim tekniklerini kullanmak, yeni teknikler geliştirmek şart olmuştur. TDMA ve FDMA gibi klasik çoklu iletişim yanında CDMA yöntemler de kullanılmaktadır.

3.11.1. FDMA (Frekans Bölmeli Çoklu Erişim)

Frekans bölmeli çoklu erişim (FDMA), belli bir RF kanal bant genişliğinin, alt bölümler adı verilen daha küçük frekans bantlarına bölündüğü birçoklu erişim yöntemidir. Her altbölüm, tek bir ses bandı kanalını taşımada kullanılır. İki yer istasyonun aynı anda aynı alt bölümde iletim yapmamaları sağlamak için bir denetim mekanizması kullanılır.

Temel olarak, denetim mekanizması alt bölümlerden her biri için bir alıcı istasyonu belirler. Talebe bağlı tahsis sistemlerinde, denetim mekanizması aynı zamanda kaynak yer istasyonları ile varış yeri yer istasyonları arasında ses bandı bağlantıları kurmada ya da sonlandırmada kullanılır.

Dolayısıyla, belli bir anda alt bölümlerden herhangi biri, yer istasyonlarından herhangi biri tarafından kullanılabilir.



Şekil 18: FDMA Frekans-Zaman Çizelgesi

3.11.2. TDMA (Zaman Bölmeli Çoklu Erişim)

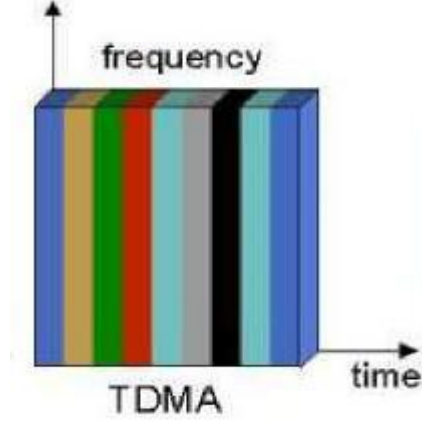
Zaman bölmeli çoklu erişim (TDMA), günümüzde kullanılan en yaygın çoklu erişim yöntemidir. Sayısal modülasyonlu (PSK) taşıyıcıların en verimli yöntemi sağlar. TDMA, bir uydu ağı içinde ortak bir uydu transponderi aracılığıyla iletişim gerçekleştiren yer istasyonları arasında sayısal modülasyonlu taşıyıcıları zaman bölmeli çoğullama yöntemidir.

TDMA'da her yer istasyonu bir TDMA çerçevesi içinde kesin olarak belirlenmiş bir zaman bölümü (epok) sırasında, sayısal modülasyonlu bir taşıyıcının kısa bir patlamasını (yoğun bilgi) gönderir. İstasyonların patlamaları, uydu transponderine farklı zamanlarda ulaşacak şekilde senkronize edilir.

Dolayısıyla belli bir anda transponderde yalnızca tek bir istasyonun taşıyıcısı mevcuttur; böylece başka bir yer istasyonunun taşıyıcısı ile çarpışma önlenmiş olur.

Transponder, yer istasyonu iletimlerini alan, yükselten, sonra bu iletimleri bütün katılan istasyonların aldığı bir indirme hattı huzmesi şeklinde tekrar ileten RF'den RF'ye bir tekrarlayıcıdır.

Her yer istasyonu, bütün öteki istasyonların patlamalarını alıp bunlar arasından yalnızca kendisine yönelik olanları seçmek zorundadır.



Şekil 19: TDMA Frekans-Zaman Çizelgesi

3.11.3. CDMA (Kod Bölmeli Çoklu Erişim)

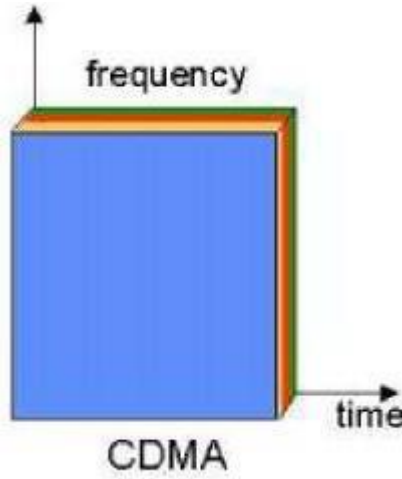
FDMA'da yer istasyonları bir uydu kanalı ya da sistemi dâhilinde belli bir bant genişliği ile sınırlıdır ancak ne zaman iletim yapabilecekleri ile ilgili herhangi bir kısıtlama yoktur.

TDMA'da, yer istasyonun iletimleri, belirli bir zaman bölmesi ile sınırlıdır ancak belli bir uydu sistemi ya da kanalı dâhilinde iletimlerin hangi frekansı ya da bant genişliğini kullanabileceği ile ilgili herhangi bir kısıtlama yoktur. Kod bölmeli çoklu erişimde (CDMA), zaman ya da bant genişliği ile ilgili kısıtlamalar yoktur.

Her yer istasyonu vericisi istediği herhangi bir anda iletim yapabilir ve belli bir uydu sistemine ya da kanalına tahsis edilen bant genişliğinin herhangi bir bölümünü ya da tümünü kullanabilir.

Bant genişliği ile ilgili herhangi bir sınırlama olmadığı için, CDMA'ya bazen tayfa yayılmış çoklu erişim denmektedir; iletimler, tahsis edilen bütün bant genişliğine yayılabilir. İletimler, zarf şifreleme / şifre çözme teknikleriyle ayrılır. Yani, her yer istasyonunun iletimleri yonga kodu adı verilen benzersiz bir ikili sözcükle kodlanır. Her istasyonun bir benzersiz yonga adı vardır.

Belli bir yer istasyonunun iletimini almak için, alıcı istasyonu o istasyonun yonga kodunu bilmek zorundadır.



Şekil 20: CDMA Frekans-Zaman Çizelgesi

Çoklu erişim yöntemlerini daha basit bir şekilde anlatmak için şu örnek verilebilir;

Bir partide konuşan insanları düşünün. Ortamda bir sürü konuşmak isteyen insan var ve onları dinlemek isteyen insanlar var ve iletişimin rahatça sağlanması büyük bir problem, kalabalık nedeniyle;

- TDMA: herkes sırayla konuşur, böylece kimse kimseye mani olmamış olur.
- CDMA: herkes farklı dilde konuşur, böylece siz hangi dili dinlemek istiyorsanız onu ayırt edebilirsiniz, kelimeler farklı olduğu için,
- FDMA: herkes farklı frekansta konuşur. Ahmet kalın sesle konuşurken, Ayşe ince sesle konuşabilir. Ayşe'yi dinlemek için ince sesi ayırt etmelisin.²⁴

3.12. UYDU MUHABERE SİSTEMLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Uydu muhaberesinin tüm haberleşme sistemleri ile değerlendirildiğinde beklenecek özelliklerinin genel hatlarıyla aşağıda sıralandığı şekilde olacağı değerlendirilmektedir.

3.12.1. Birlikte çalışabilirlik (interoperability)

Gelecekte bütün sistemlerin birbiriyle uyumlu ve birlikte çalışabilir olması gerekecektir. Cihazların birlikte çalışma yanında, birbirini kötü yönde etkilememesi de en önemli özelliklerden olacaktır. Özellikle zamanımızda geliştirilen ve imal edilen

²⁴ Milli Eğitim Bakanlığı, **Uydu Haberleşmesi**, s.23-26.

çeşitli cihazların yine daha önceki bölümde de bahsettiğimiz üzere gerek geri ödeme nedenleri ile ve gerekse ihtiyaca binaen kullanılacağını düşünürsek çok yakın bir gelecekte ortam biraz daha kalabalık olacaktır.

3.12.2. Entegrasyon

Gelecekte bütün haberleşme sistemlerinin entegre bir yapıda ve bu entegre yapının içerisinde modüler çalışmaları destekleyen bir yapıda olması beklenecektir.

3.12.3. Standardizasyon

Gelecekte bütün haberleşme sistemlerinin, aynı cihazı kullanmasalar bile, standart ara yüzler ile standart servisleri desteklemesi beklenecektir.

3.12.4. Maliyet etkinlik

Gelecekte bütün haberleşme sistemlerinin izleyeceği yol, en ucuza en yüksek kapasiteli haberleşmeyi sağlamak yönünde olacaktır. Yani, sistemlerle ilgili terminal alımından, konuşma ücretlerine kadar giden bir zincirin en ucuz ve en verimli olması aranacaktır. Müteakiben MAKE-OR-BUY (YAP-VEYA AL) stratejisine uygun olarak işlem görecektir.

3.12.5. Kolay kullanım

İnsanların haberleşme sistemlerinden beklentileri arttıkça, sistemlerin terminal ve servis bazında uymak zorunda oldukları kural ve işletme usulleri de karmaşıkmaktadır. Oysa bu doğrusal yaklaşım ya kullanıcının sistemin bütün olanaklarını kullanamamasına, ya da sistemlerin pahalı olmasına yol açmaktadır. Gelecekte haberleşme sistemlerinden beklenen özellik, çok kolay kullanılan ve muhtemelen de sesle komuta edilebilen çok yüksek servis ve seçenek kapasiteli akıllı terminaller olacaktır.

3.12.6. Küreselleşme

Gelecekte haberleşme sistemlerinden beklenen vazgeçilmez özellik, dünyanın her yerinde ve her koşul altında kullanım olacaktır.

3.12.7. Terminal cihazları

Gelecekte haberleşme sistemlerinden beklenen özellik, uç birimi olarak "etkileşimli çoğul ortam birimi (interactive multimedia)" kullanması olacaktır.

Yukarıda arz edilen özelliklerin ışığında hâlihazırda var olan uydu sistemlerinin özellikleri ise şöyle sıralanmaktadır:

- Artan Haberleşme Mesafesi
- Güvenilirlik
- Tesis Kolaylığı
- Elastikiyet
- Tesis Yeri Seçimi
- Beka Kabiliyeti
- Karıştırmaya dayanıklılık

3.13. UYDU KLASİK SİSTEMLERE GÖRE ÜSTÜNLÜKLERİ

Uydu aracılığıyla bir bilginin birçok noktaya birden dağıtılması diğer seçenekler olan fiber kablo, bakır kablo veya telsiz istasyonlarına göre daha çok verimli bir yoldur. Noktadan noktaya veya tek noktadan çok noktaya erişimli olarak tanımlanabilen uydu hatlarının kablolu ve kablosuz diğer hatlara göre avantajlarının başlıcaları şunlardır:

- a. Uydu hattının uzunluğu, karasal bağlantılardakinin aksine servis maliyetini etkilememektedir.
- b. Kablo hatlarının fiziksel olarak erişemeyecekleri yerlere uydularla servis sağlanabilmektedir.
- c. Kablo ile erişim maliyetinin sınırlayıcı olduğu durumlarda uydular devreye girebilmektedir.
- ç. Gemi, uçak gibi araçlara uydu mobil terminalleriyle diğer kullanıcıların sahip olduğu seviyede servis verilebilmektedir.
- d. Uydular her bir transponderde geniş kanal kapasiteleri sunabilmektedir.
- e. Uydu haberleşme sistemleri süratle istenilen bölgede tesis edilebilme imkanına sahip olduğundan bir muhabere sisteminde arzu edilen elastikiyet özelliğine sahiptir.
- f. HF sistemler hasım tarafından kolaylıkla kestirilerek yer tespiti yapılabilir. Buna mukabil uydu terminali uzay kesimi ile irtibatı bir ince hüzme üzerinden sağladığı için kestirilmesi ve dolayısıyla istasyon yer tespiti çok zordur. X band askeri sistemlerde emniyeti daha da artırılmıştır. Dolayısıyla uydu bir muhabere sisteminde aranan emniyet özelliği yönünden üstündür.

g. HF sistemler muhabere ortam kirliliğinden azami etkilenir ve dolayısıyla muhabere güçtür. Uydu muhaberesi temiz bir gönderme ortamına sahip olduğundan muhabere sistemlerinde aranan güvenilirlik açısından üstündür.

ğ. Bugün HF teknolojisi alçak sürat data ve durağan görüntü muhaberesine olanak sağlamaktadır. Buna karşın uydu sistemi yüksek sürat data ve hareketli görüntü imkanına sahiptir. İlaveten, uydu terminalleri işletmede asgari operatör müdahalesine ihtiyaç gösterir, kullanımı kolaydır.

h. Her iki sistem birbirlerine alternatif muhabere olanağı sağlar.

ı. Her iki sistem karıştırmaya karşı hassas olmakla birlikte bu zafiyetlerini gidermek üzere yürütülen çalışmalarda uydu sistemleri kullandıkları teknikler ile frekans atlama özelliği uygulanan HF sistemlerine nazaran öndedir.

i. Yapılan karşılaştırma sonunda ortaya çıkan değerlendirmeler aşağıda belirtilmiştir.

(1) Uydu muhabere sistemi HF muhabere sistemine nazaran özellikle yer tespitinin nispeten güç olması, elektronik harbe dayanıklılığı yönleriyle emniyet açısından, buna ilaveten güvenilirlik, işletme kolaylığı ve muhabere kolaylıklarının fazla olması açısından üstündür.

(2) X band muhabere sistemi ise, ticari uydu muhabere sisteminden bağımsız olarak silahlı kuvvetler tarafından çalıştırılabilmesi, hareketli platformların muhaberesine imkân vermesi, elektronik harbe karşı mukavemetinin fazla olması yönleriyle Ku band muhabere sistemine nazaran üstündür.

(3) Herhangi bir uydudan transponder kiralanmasının maliyeti 1 adet 36 Mhz transponder için yıllık 3 milyon ABD dolarıdır. TSK için planlanan toplam transponder kapasitesi 120 Mhz. Olup yıllık maliyet yaklaşık 12 milyon dolara ulaşmaktadır. 15 yıllık maliyet ise 180 milyon dolardır. Buna karşın, yapılmış olan hesaplara göre, önerilen projenin mülkiyeti dâhil olmak üzere 15 yıllık maliyeti en fazla 135 milyon dolar olmakta ve kiralama yöntemine göre daha avantajlı olduğu ortaya çıkmaktadır.

(4) Müstakil bir askeri uydu atma maliyeti ise önerilen proje maliyetinin yaklaşık dört katıdır.

(5) Bu uyduya askeri transponder konulmadığı takdirde, milli uydulara en az 15 yıl askeri uydu özelliği kazandırılma şansı olamayacak bir diğer deyişle çağrı yakalamak 15 yıl sonra mümkün olabilecektir.²⁵

Uzay destek sistemleri; uyduları yörüngelerine yerleştirmek, uzayda konuşlandırılmış sistemlerin ömrü süresince; yörünge kontrolünü, görev değişikliklerini ve diğer sistemlerle entegrasyonu sağlamak amacıyla kullanılan sistemlerdir.

²⁵ **Türksat ve Gelişen Türkiye Üzerindeki Önemi**, Harp Akademileri Komutanlığı, İstanbul: 1997, s.15.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYDULARIN ASKERİ ALANDA KULLANIMI

4.1. GİRİŞ

Tarihin başlangıcından bu yana toplumlar kendilerini savunmak ve varlıklarını devam ettirebilmek amacıyla çeşitli savunma araçları geliştirmişlerdir. Bir ordunun yerel ya da geniş çaplı bir çatışma ortamında başarılı olması için en önemli unsur istihbarattır. M.Ö. 500 yılında Çinli General Sun Tzu bu konuda şöyle bir yorumda bulunmuştur;

“Başkasını ve kendini bilersen, yüz kere savaşırsan tehlikeye düşmezsin; başkasını bilmeyip kendini bilersen bir kazanır bir kaybedersin; ne kendini ne de başkasını bilersen, her savaşta tehlikesin”

Eski zamanlarda askeri liderler ordularını çatışma alanını gören hâkim bir tepeden yönetirlerdi. İnsanlık geliştikçe hâkim tepenin yerini önce balonlar, ardından keşfiyle birlikte uçaklar ve son olarak geçtiğimiz yüzyılın ortasında en geniş gözlem alanını sağlayan uydular almıştır.²⁶

1958 yılında ABD'nin uzaya ilk askeri uyduyu fırlatması ve Sovyetler Birliği'nin de bunu izleyen çalışmaları uzayın sivil amaçların yanında savunma amaçlı da etkinlikle kullanılmasına başlangıç teşkil etmiştir. Kısa zaman içerisinde elde edilen nükleer gelişmelere paralel olarak uzay ve uydu çalışmaları, sivil sektörden ziyade savunma amaçları gerçekleştirmek için yapılır olmuş ve karşılıklı rekabet sebebiyle hızlı ilerlemeler kaydedilmiştir. Bugün uzayda mevcut uyduların yaklaşık %70'i askeri amaçlara yönelik uydulardır.²⁷

4.2. ASKERİ UYDULAR

Uydular genel yapıları yönünden benzer olmakla birlikte nitelikleri barındırmış oldukları donanımına göre değişkenlik göstermektedir.

Uydu teknolojilerinin gelişmeye başladığı yıllarda kesin olan bu ayrım şu an belirsiz bir yapı kazanmıştır. Bunun nedeni ise ekonomik ve askeri nedenlerden ötürü bazı sivil uyduların sivil elektromanyetik taşıyıcılar ile birlikte askeri elektromanyetik

²⁶ Ersin Arslan, **Savunma Teknolojileri Kapsamında Uyduların Gelişimi ve Sınıflarının İncelenmesi**, XI. Akademik Bilişim Konferansı, 2009: Şanlıurfa, s.1.

²⁷ Şebnem Gül, **Uydu İletişim Sistemleri ve İridyum**, Silahlı Kuvvetler Dergisi, Ankara: 2000, s.85.

taşıyıcıları da birlikte barındırıyor olmasıdır. Aynı şekilde NAVSTAR GPS gibi bazı askeri uydular da sivil uygulamalar için kullanılabilir.



Resim 6: Askeri Uydular

Farklı kullanım tekniklerine karşın, askeri amaçlı olarak kullanılan tüm uydulara “Askeri Uydu” denmektedir. Bunlar, genellikle muhabere, erken uyarı, yönlendirme (navigasyon), keşif gibi amaçlarla kullanılan özel uydulardır.

Askeri uydular, günümüz askeri operasyonlarının “güç çarpanı” olarak kabul edilir. Bu kabul, operasyonların başarıya ulaşmasının en önemli koşulunun askeri uydular olduğunu ortaya koymaktadır. Bilginin hızlıca toplanması, aktarılması ve dağıtılmasını sağlayan askeri uydular günümüz operasyonlarının vazgeçilmez parçasıdır.

Uzay konuşlu sistemler, küresel kapsama alanının genişliği, her an göreve hazır olması, güç kullanmadan etkin gözlemlene yeteneği, hızlı uygulama süreci ve kendine has görev esnekliği ile stratejinin planlanmasından uygulanmasına dek her aşamada etkin bir biçimde kullanılabilirler.

Bir askeri uydu ile;

- Düşman ülke detaylı biçimde gözetlenebilir.
- Dost birliklerin koordinasyonu yüksek başarımda sağlanır.
- Telsiz ve radarlarının tam koordinatları anında belirlenebilir.
- Dost-düşman birlik, araç, uçak, gemi ve denizaltıların hareketi yüksek bir

hassasiyet ile izlenebilir. ²⁸

Düşman unsurlar arasındaki haberleşme dinlenebilir. Uydularının askeri alanda kullanımının ilk uygulamaları, Amerika'nın öncülüğünde, çekilen fotoğrafların bir kapsül içerisinde uydudan yeryüzüne fırlatılmasıyla başlamıştır. Günümüzde ABD'nin Keyhole (KH) programına ait uydularla elde edilen görüntülerin çözünürlükleri, 10 cm' ye kadar düşürülmüştür.

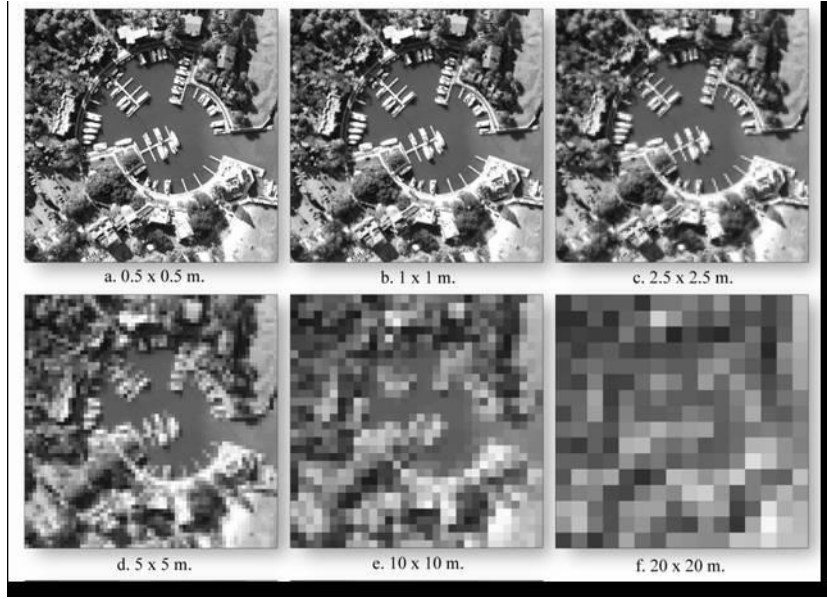
Uydular üzerinde bulunan algılayıcının yer örnekleme aralığı olarak ifade edilebilir. Yer örnekleme aralığı genellikle bir pikselin yerde kapsadığı alan olarak tanımlanmaktadır.

Mesela mekânsal çözünürlüğü 1 metre olan bir uydu görüntüsünde 1 piksel, yerde 1x1 metrelik bir alana karşılık gelmektedir ve bu alan o pikselde tek renk tonu olarak temsil edilmektedir. Eğer bir cisim, tek bir piksel boyutunda ise orada bir cismin varlığının tespit edilebilmesi için cismin bulunduğu zeminden ayırt edilebilecek kadar zıt bir renkte olması gerekir.

Böylece, cismi temsil eden piksel kendisine komşu olan piksellerden farklı bir renk alacaktır ve birbiriyle aynı renkte olan ve cismin bulunduğu zemini temsil eden diğer pikseller arasında cismin renginde olan bir nokta olarak yer alacaktır.

Dolayısıyla bir cismin ne olduğunun anlaşılabilmesi için bir pikselden fazla piksellerle temsil edilmesi gerektiği, yani boyutlarının 1 m den daha fazla olması gerektiği anlaşılmaktadır.

²⁸ Ersin Arslan, **Savunma Teknolojileri Kapsamında Uyduların Gelişimi ve Sınıflarının İncelenmesi**, s.2.



Resim 7: Uydudan Alınmış Çözünürlük Örnekleri

Yukarıdaki fotoğrafta farklı mekânsal çözünürlük değerlerinde aynı yere ait görüntüler verilmiştir. Görüldüğü gibi mekânsal çözünürlük değeri azaldıkça cisimlerin temsil edildiği piksel sayısı azalmakta ve dolayısıyla da cisimlerin tespiti zorlaşmaktadır.²⁹

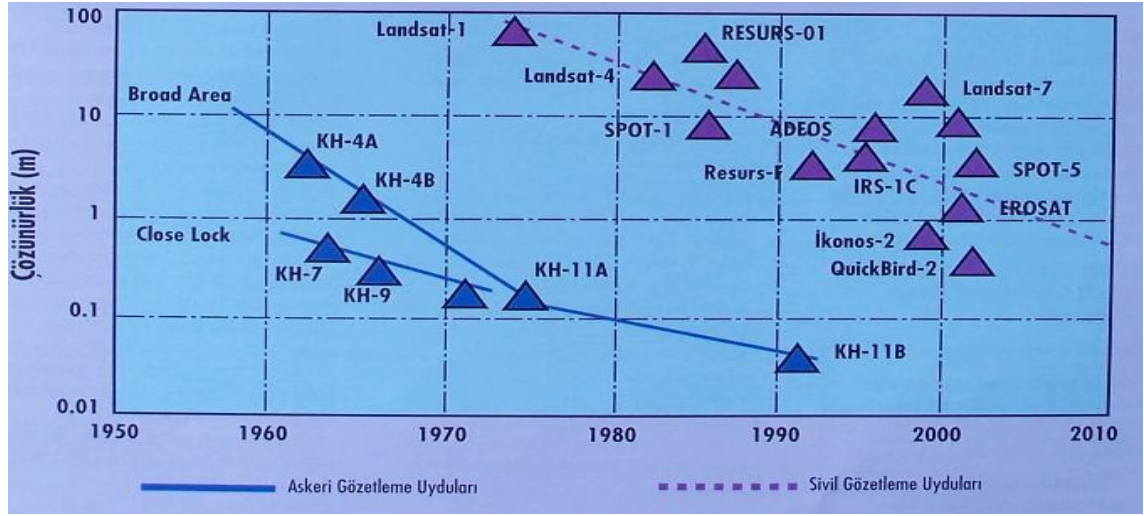
Askeri amaçlı uyduların detay ayırma güçleri, bilimsel araştırma uydularından çok daha güçlüdür (yaklaşık 50 cm.). Şu anda araştırma uydularının detay ayırma gücünün yaklaşık 10 m. olduğu göz önüne alınacak olursa, askeri amaçlı uydulardan elde edilen bilgilerin önemi açıkça ortaya çıkmaktadır.

Artık bugün için yeryüzünde devam eden ya da doğabilecek savaşların, gelecekte bir uydu savaşı niteliğine dönüştüğünü söylemek yanlış bir şey olmayacaktır. Yakın geçmişte yaşadığımız Körfez savaşı veya Bosna-Hersek'te halen uygulanmakta

²⁹ Hava Kuvvetleri Komutanlığı, **Çözünürlük Değerleri**, https://www.hvkk.tsk.tr/tr-tr/Havacilik_Kosesi/Ozel_Siteler/Keşif_Uydu_Komutanligi/Genel_Bilgiler/Çözünürlük_Değeri (Erişim Tarihi: 01.05.2016).

olan Barış Destekleme Harekâtı bunun en canlı örnekleridir. Böylece artık uydular silahlı kuvvetler için bir ileri gözetleyici görevi üstlenmişlerdir. Gerçekte de savaş komuta merkezlerinin yakın bir gelecekte uzayda görev yapacağına kesinleşmiş bir gözle bakılmaktadır.

Şekil 21'de ki grafikte keşif ve gözetleme uydularının gelişimi gösterilerek askeri ve sivil uygulamalar karşılaştırılmaktadır. Çözünürlük olarak askeri uygulamalar taktik amaçları nedeniyle sivil uygulamaların oldukça ilerisindedir.³⁰



Şekil 21: Askeri Ve Sivil Gözetleme Uydularının Çözünürlüklerinin Karşılaştırılması

4.3. ASKERİ ALANDA UYDULARIN KULLANIM SAHALARI

Dünyada haberleşmenin en sadık müşterisi ve itici gücü genelde askeri sistemlerdir. Artık bugün için yeryüzünde devam eden ya da doğabilecek savaşların, gelecekte bir uydu savaşı niteliğine dönüştüğünü söylemek yanlış bir şey olmayacaktır. Genel olarak uyduların savunma maksatlı kullanıldığı sahalar şunlardır:

4.3.1. Muhabere

Uzay teknolojisinin askeri sahada sağladığı en büyük faydaların başında muhabere ve bilgi aktarımı gelmektedir. Uzayda konuşlu bulunan uydular vasıtasıyla televizyon ve radyo yayınları, telefon, data haberleşmesi ve hızlı internet bağlantısı gibi her türlü bilgi ve sinyal dünyanın istenilen bölgesine zaman farklılığı olmadan aktarılmaktadır. Böylelikle harekâtın icrası ve planlamaları daha seri ve hassas biçimde

³⁰ Öner Aydın, **Uydu Haberleşme Sistemleri**, s.92.

yapılabilmektedir. Günümüzde uzayda dolaşan uyduların yaklaşık %61'ini haberleşme uyduları oluşturmaktadır.

Uydu haberleşme sistemleri SATCOM (Satellite Communication) sistemi olarak isimlendirilmekte olup, uydu haberleşme sistemi alıcı ve verici yer istasyonları ile uydulardan oluşmaktadır.

Uzayda oluşturulmuş haberleşme ağının yeryüzüne kurulan haberleşme ağına göre bazı üstünlükleri;

- (a) Uzak ve geniş bölgeler arasında kolay bir iletişim sağlanması,
- (b) Daha az geçiş istasyonu ile tüm dünya ile iletişim kurulabilmesi,
- (c) Uzak bölgelerde olan kullanıcılarla giriş yer istasyonuna gerek duyulmadan doğrudan bağlantı sağlanabilmesidir.³¹

3.2. Uzaktan ve Çevresel Algılama

Uzay sistemlerinin kullanılması ile topoğrafik, hidrografik ve jeolojik haritalar daha doğru ve güvenilir olarak çıkarılabilir, topoğrafik ölçmeler daha hassas yapılabilir. Ayrıca ziraat, ormancılık, su kaynakları ve yeryüzü kaynaklarının araştırılması, deniz kirliliği, petrol atıklarının tespiti, yangınların izlenmesi, doğal afetlerin tespiti ve yaptıkları tahribatlar hakkında bilgi edinilmesi, su kirliliğinin ve buz dağlarının hareketlerini belirleme ve yerin gravitasyonel ve manyetik alanlarının incelenmesi gibi birçok kullanım alanı vardır. Özellikle depremlerin önceden tahminine yönelik çalışmalara bu uydularda sağlanacak gelişmeler büyük rol oynayacaktır.³²

4.3.3. Uzay Ortamından Meteorolojik Destek

Meteoroloji uydu sistemleri, askeri ve sivil amaçlarla, mevcut hava koşullarını hassas olarak tespit etmek ve gelecekteki hava durumunu önceden ve doğru olarak tahmin edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Yeryüzünde kurulu olan meteorolojik sistemlere nazaran atmosfer ve dünyadaki iklim koşullarını detaylı olarak inceleyebilecek hassas algılayıcılara sahip bu uydular çok daha isabetli sonuçlar verebilmektedir

Savunma bakımından stratejik ve taktik hava harekâtının planlanmasında, uydu görevlerinin etkin olarak yerine getirilmesinde, üst ve alt atmosfer katmanlarına ilişkin bilgilerin elde edilmesinde ve yüksek frekans telsiz muhaberesinde İyonesferin

³¹ A.g.e, s.93.

³² A.g.e, s.94.

durumuna ilişkin bilgilerin elde edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca meteoroloji uyduları bir füzenin rotasındaki hava durumunu bildirerek füzenin doğru olarak yönlendirilmesini de katkıda bulunmaktadır.³³

4.3.4. Seyrüsefer Yardımı

Tarih öncesi zamanlardan beri insanlar nerede olduklarını ve hangi yöne gittiklerini belirlemeye çalışmışlardır. Günümüzde ise yer tespiti ve yön tayini için takım uyduları kullanılmaktadır. Bu sistemler, ABD ordusunun kullanıma sunduğu GPS, Rusya'nın geliştirdiği GLONASS ve Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) geliştirmeye başladığı GALILEO sistemleridir. GPS sivil amaçlı olarak kullanılan yegâne sistem olarak kendisini kabul ettirmiş, GLONASS ise hiçbir zaman GPS sistemine rakip olacak şekilde sivil amaçlı olarak kullanılmamıştır.³⁴

a. Küresel Yer Belirleme Sistemi (GPS)

GPS (Global Positioning System-Küresel Konumlama Sistemi) Sistemi konum ve hız bilgisini doğru, sürekli, küresel ve üç boyutlu olarak uygun alıma donanımına sahip kullanıcılara sunmaktadır . GPS ayrıca bir çeşit UTC (Universal Time Coordinated) zaman bilgisini de sağlamaktadır. GPS Sistemi uzay bölümü, denetim bölümü ve kullanıcı bölümü olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Uzay bölümü dünya yüzeyinden yaklaşık 20.000 Km. yükseklikte 6 yörüngede, her birinde 4 adet olmak üzere 24 adet uydudan oluşmaktadır. Her uydu 24 saatte dünya etrafında 2 tur atmaktadır

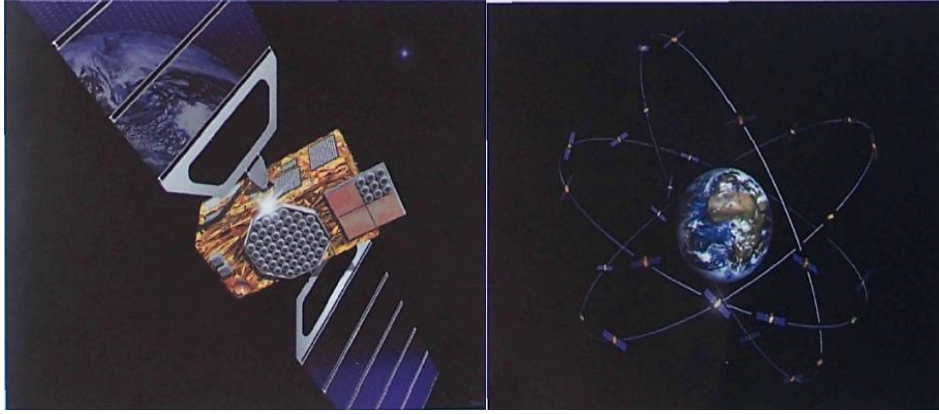
GPS sınırsız sayıda kullanıcıya hizmet verebilir. Bu sistem ile seyrüsefer yapan hava ve satım vasıtaları 130 m ye kadar hata ile rotalarını takip edebilmektedirler Askeri amaçlı kullanımlarda ise alıcılar ek olarak kriptik devreleri kullanabilmektedirler ve hata payı üç boyutta 10 m civarındadır.

Askeri amaçla geliştirilmiş olan GPS sistemleri, sadece ABD tarafından imal edilip işletilmektedir. Halen hizmette olan iki servisten biri olan PPS (Precise Positioning Service) ABD ve diğer askeri müttefiklerine hizmet vermekte ve ikili anlaşmalar çerçevesinde kontrollü olarak satılan bu uydu bilgilerini NATO üyesi olarak Türkiye de kullanabilmektedir. Diğer servis SPP (Standart Positioning Service) olup sivil sektöre hizmet vermektedir.³⁵

³³ A.g.e

³⁴ A.g.e, s.95.

³⁵ A.g.e,



Resim 8: GPS Uydusu / Uyduları

Askeri amaçlı GPS uyduları; hava araçlarının seyrüseferi, hedef bulma, füze güdümü, kurtarma, uzaktan kumandalı araç ve nükleer kirlenme tespiti gibi alanlarda hizmet vermektedir. Irak savaşında Kara Kuvvetlerinin 100.000 in üzerinde Hassas Hafif Ağırlıklı GPS Alıcısı mevcut olup, dokuz kişilik bir manga başına en az bir alıcı kullanılmıştır.³⁶

b. GLONASS sistemi

Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi (GNSS); Rusya Federasyonu tarafından desteklenen bir takım uydu sistemidir. Bu sistem, üç yörünge düzlemindeki toplam 24 uydudan oluşmaktadır. Her bir uydunun ömrü 3 ile 5 yıl arasında değişmektedir. GLONASS sistemi, temel prensip ve metotlar olarak GPS sistemi ile çok benzer bir yapıda ve konum hassasiyetine çok yakın değerdedir. Sistemin kontrol merkezleri eski Sovyetler Birliği sınırları içerisinde yer almaktadır.

c. GALILEO sistemi

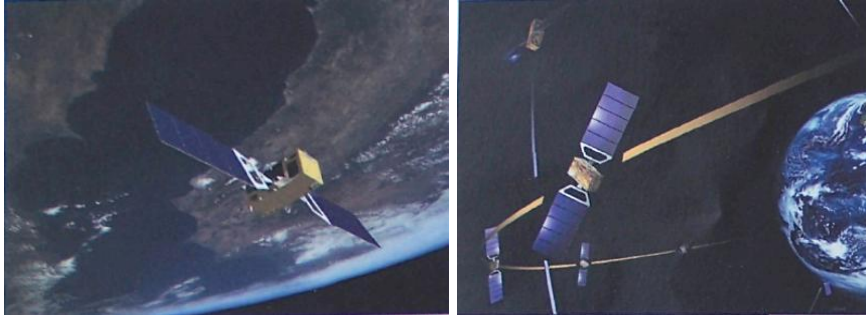
GALILEO, Amerikan GPS sistemine gerçek bir alternatif teşkil edecek şekilde tasarlanmıştır. GALILEO, askeri amaçlı olarak dizayn edilen GPS sisteminin aksine sivil amaçlı olarak kullanılmak üzere AB ve (European Space Agency (ESA) tarafından yürütülen bir proje olup, 30 adet uydu ve yer istasyonlarından oluşan bir sistemdir (Resim 9).

GALILEO, GPS sisteminin aksine daha geniş ve farklı alanlarda ve daha geniş bir sahada kullanım imkânı sağlayacaktır. Her iki sisteme ait altyapının koordineli bir şekilde kullanımı, aynı alıcı ile her iki sistemden faydalanılacak olması nedeniyle doğruluk ve emniyet bakımından gerçek bir avantaj sağlayacak, kullanıcılar birbirinden

³⁶ A.g.e s.96

bağımsız iki sistemden birisinin gayri faal olması durumunda diğer sistemin faal olması nedeniyle önemli bir avantaj sağlayacaktır. GPS ve GLONASS sistemleriyle birlikte çalışabilecek şekilde tasarlanmaktadır. Bir kullanıcı bu uydu sistemlerinin uydularının herhangi birisinden, herhangi bir kombinasyonda pozisyon bilgisi alabilecektir. GALILEO sisteminin pozisyon bilgisi metre seviyesinde bir hassasiyete sahip olacaktır. Bu özelliğiyle güvenliğin önemli olduğu alanlarda özellikle kullanılması beklenmektedir.

Kurulacak GALILEO uydu sisteminde, 23616 km yükseklikte 56° eğimli yörünge düzlemlerinde 27 operasyonel ve 3 yedek olmak üzere toplam 30 uydu bulunacaktır.³⁷



Resim 9: GALİLEO Uydusu / Uyduları

4.3.5. Keşif ve Gözetleme

Keşif ve gözetleme uyduları, üzerlerinde bulunan faydalı yüklere göre değişik görevlerde kullanılabilen, ileri teknoloji ile donatılmış hafif uydulardır. Sahip oldukları özelliklere göre siyah-beyaz ve renkli fotoğraflar çekebilmekte, Infra-Red kameralar, kızıl ötesi tarayıcılar, mikro dalga radarı ve SAR (Syntetic Aparture Radar) ile 15–30 cm. büyüklüğündeki hedefleri seçebilecek görüntüleri elde edebilmektedirler.

Uydu görüntülerinden, uzun vadeli stratejik istihbarat elde edilmesinin yanında, savaş zamanı ihtiyaç duyulan taktik istihbarat bilgileri de elde edilmektedir. Taktik alanda, yüksek çözünürlük kabiliyetli kameralardan elde edilen görüntüleri, kısa sürede kullanıcıya gönderebilen uydular daha verimli olmaktadır. Bu görüntülerin kıymetlendirilmesi sonucunda bilinmeyen hedefler tespit edilmekte, bilinen hedeflerdeki yeni durumlar belirlenmekte, harekât alanında ortaya çıkan ani değişiklikler ortaya çıkarılmaktadır. Bunun yanında, hedeflerin yerleri çok hassas olarak tespit edilerek

³⁷ A.g.e, s.97.

koordinatları çıkarılmakta, hedefler yer değıştirse bile bulundukları koordinatlar hatasız olarak yeniden saptanabilmektedir.

Özellikle askeri amaçlı olarak geliştirilmiş uydular, istihbarat, harita yapımı, erken ikaz, yeraltı nükleer denemelerini belirleme, hava alanları inşaatlarını tespit, büyük çaplı petrol taşımacılığını izleme, uzaya gönderilen uyduların cins ve hareketlerini saptama, atom deniz altıların hareketlerini ve büyük tankerlerin hassas bölgeye hareketlerini takip etme, füze atımlarını izleme, muhabere elektronik yayınlarını dinleme, radarların ve haberleşme çevrimlerinin frekans ve mevkilerini tespit etme, bunlara ait mobil sistemlerinin hareketlerini izleme ve gerektiğinde bu sistemlere ek uygulama konularında hizmetler vermektedir.³⁸

Keşif ve gözlem uyduları sistemleri, son derece yüksek ve yeni teknolojiyi gerektiren uydu sistemleri olarak çok geniş kapsam içerisinde değerlendirilebilir. Karşılaşılan değışik kaynaklara göre bu sistemler; Görüntü İstihbaratı Sistemleri, Elektronik İstihbarat Uyduları, Gözetleme Uyduları, Keşif Uyduları ve Casus Uyduları gibi gruplandırmalara tabi tutulmaktadır.

Keşif ve gözetleme uyduları, çeşitli teknikler kullanarak dünya üzerindeki istenilen alanın görüntülerini almakta ve bu verileri yeryüzüne indirmektedir. Günümüzde, yeryüzünün görüntülerini almak için elektro* optik ve radar algılayıcı sistemleri kullanılmaktadır. Elektro-optik algılayıcılar genellikle gündüz, radarlı sistemler ile hem gece hem gündüz bilgi alınabilmektedir. Keşif ve gözetleme uydularında kullanılan görüntüleme sistemi görev yükü olarak adlandırılır. Görev yükünün işlevini yapabilmesi için destek aldığı uydunun diğer bölümleri (güç, sıcaklık kontrolü, yükseklik korunumu, komut alımı, yüz ölçüm), gövde yapısı olarak tanımlanmakta ve bütün uydularda bulunmaktadır.

Resim 10'da alçak yörüngede dolaşan yüksek çözünürlüklü bir keşif, ihbar ve ikaz uydusu görülmektedir.³⁹

³⁸ A.g.e, s.98.

³⁹ A.g.e, s.99.



Resim 10: Keşif, İhbar Ve İkaz Uydusu Genel Görünümü

4.3.6. Balistik Füze Savunması Kapsamında İhbar İkaz Uyduları

Gerek atmosfer içinden gerekse atmosfer dışından gelebilecek balistik füze tehdidi, çok kısa bir reaksiyon süresi gerektirmesi nedeniyle, söz konusu tehdidin yeteri kadar önceden tespit edilmesi ihtiyacı ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle, ihbar-ikaz uyduları, balistik füze ikazını fırlatılış anından itibaren elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Mutlak sıfırın (-273 0C) üzerinde sıcaklığa sahip her türlü nesne bir IR radyasyon kaynağı olarak ele alınabilir. Bu prensibe dayanarak geliştirilen ihbar ikaz uydularının balistik füzelere karşı erken ikaz sistemi olarak kullanımı, bugün itibarıyla en etkin olarak ABD ve Rusya tarafından gerçekleştirilmektedir.

Bu amaçla uzayda bulundurulanan uydular, liderlere, ihtimal dâhilinde bulunan kıtalararası balistik füzeler dahil olmak üzere muhtemel stratejik faaliyetler hakkında erken ihbar vermektedirler.

Karşı tarafın nükleer saldırıya geçip geçmediğini belirlemek amacıyla da kullanılan bu uydular, balistik füzelerin bıraktıkları alev sütununu kızılötesi algılayıcılarla saptamakta ve 30 dakikalık Erken uyarı sağlayabilmektedir. Ayrıca füzelerin fırlatıldığı ve düşeceği bölgeler bu sistemler sayesinde önceden tespit edilebilmektedirler.

Bunun yanında yerde konuşlu PAVE PAWS Radar Sistemleri, fırlatılan Kıtalar Arası Balistik Füzelerin rotasını ve çalıştığı frekansları tespit ederek bu bilgiler üzerinde

değişiklikler yapabilmekte ve füzenin hesaplanan yerden çok daha farklı mekânlara düşürülerek imha edilmesi sağlanabilmektedir.⁴⁰

4.3.7. Taktik İkaz/Taarruz Tespiti

Hassas algılayıcı uzay sistemleri ile yer sistemlerinin müşterek kullanılması ile ülke sınırlarına yapılacak taktik taarruzları önceden tespit ederek reaksiyon süresini artırma ve gerekli önlemleri alma faaliyetlerini kapsamaktadır. Geleceğin etkin hava gücü temel olarak erken teşhis ve etkili silah sistemlerine bağlı olacaktır. Bu bağlamda tespit ve teşhisin mümkün olan en uzak mesafelerden yapılması zorunluluğu savunma unsurlarının uzaya taşınmasına neden olmaktadır. Hassas ve güvenilir tespit ve teşhis sağlamak maksadıyla uydulardan erken ihbar uçaklarından ve yerde konuşlandırılmış ihbar sistemlerinden elde edilen bilgiler anında uçak kokpitine ve komuta merkezlerine aktarılarak reaksiyon için gerekli zaman uzatılabilmektedir.

4.3.8. Kombine Uydu Sistemleri

Bu uydular muhtelif uydu sistemlerinin birleşiminden oluşmaktadır. Örneğin, bir seyir uydu sisteminde çok sayıda seyir uydusu kullanılır. Ayrıca, farklı maksatlı uydular birbirine entegre edilerek aynı sistem içerisinde de kullanılabilir. Buna bir örnek; bir istihbarat uydu sistemi içerisinde, bir veya daha çok foto keşif, elektronik hareket ve meteoroloji uydusu bulunabilmesi, aynı sistemin link görevi yapan muhabere uydu sistemleri ile de desteklenebilmesidir. Günümüzde, muhtelif uydu/uydu sistemlerinin birleşiminden oluşan Kombine Uydu sistemlerine en güzel ve canlı örneği oluşturan, kamuoyunda “STAR WARS” (Yıldız Savaşları) olarak bilinen projenin kullandığı uydu sistemleridir. ABD’nin eski SSCB’nin elinde bulunan Kıtalararası Balistik Nükleer Füzelere, fırlatıldığı rampaları terk ettikten kısa bir süre sonra havada imha edilmesini öngören bu proje, 1980’lerin askeri alandaki en önemli çalışmalarından birini oluşturmakta ve büyük ölçüde kombine uydu sistemlerinden faydalanmaktadır. ABD ile eski SSCB arasında zaman zaman sorunlara neden olan bu proje, netice olarak bloklar arası yumuşamanın nedenini de oluşturmuştur. Bazı askeri ve siyasi çevrelerde bu projenin SSCB’nin dağılmasında da etkin bir rol oynadığı iddia edilmektedir. “YILDIZ SAVAŞLARI” olarak adlandırılan projenin en ağırlıklı kısmını ise uydular oluşturmaktadır. Projede haberleşme, izleme/ gözetleme, ihbar/ikaz uyduları ile kinetik enerji silahlarını kullanabilecek uydular yer almaktadır.

⁴⁰ A.g.e, s.100.

a. Elektronik harp uydu sistemleri

Düşmanın tüm muhabere-elektronik yayınlarını dinlemek, radarlarının ve haberleşme çevrimlerinin frekans ve mevkilerini tespit etmek, Seyyar araç/sistemlerinin hareketlerini izlemek ve gerektiğinde bu sistemlere ET (Elektronik Taarruz) uygulamak maksatlarına yönelik olarak kullanılan uydulardır.⁴¹

Bu uydularla radar ve telsiz istasyonlarının mevkileri belirlenebilmekte ve aynı zamanda parametreleri (Pals Tekrarlama Frekansı, Pals Genişliği, Tarama Tipi ve Sürati, Modülasyon Tipi vb.) tespit ve kayıt edilerek parmak izleri çıkarılmaktadır. Yerden 500–1500 Km. istifadaki yörüngelerine oturtulan bu uydularla yapılan muhabere dinlemeleri ve tespit edilen silah test komuta sinyalleri sayesinde barıştan savaşa geçiş faaliyetleri kolaylıkla belirlenebilmektedir. ABD, bu uydular vasıtasıyla uyguladığı etkin COMINT faaliyetleri sayesinde başta eski SSCB ve ÇİN olmak üzere birçok ülkenin müstakbel niyet ve planlarını kolaylıkla izleyebilmiş, askeri teşkilatını ve mevcut güç potansiyelini belirlemiştir. Bu husus, Elektronik Harp Uyduları'nın "Baskından Korunma" konusunda oynadıkları role ilişkin iyi bir örnektir. Uydularla yapılan elektronik keşif konusunda halen tam olarak çözümlenememiş birçok taktik sorun mevcuttur. Uyduların çok hassas kayıt ve analiz cihazlarına ihtiyaç duymaları, tespit edilen kriptolu sinyallerin deşifre edilebilmesi için bilgisayarların kullanımının ve geniş hacimdeki bilgilerin işleme tutulmasının gerekliliği başlıca sorunlar olarak ortaya çıkmıştır. Bilgisayarlar teknolojisi ve yazılımın son yıllarda elde ettiği hızlı gelişme sayesinde bu sorunların çözümünde önemli aşama kaydedilmiştir.

b. Meteoroloji ve Yer Bilimi Uydu Sistemleri

Meteoroloji Uydularının klasik meteoroloji istasyonlarına nazaran üstünlükleri; dünyamızın istenen herhangi bir bölgesini gözetleyebilmesi ve oradaki meteorolojik verileri tespit edebilmesidir. Bu hizmet özellikle Okyanuslar üzerindeki kara parçaları üzerinde yaşayan insanlar için önemli bir değer taşımaktadır.

Taktik çalışmalar içinde bile, Komutanın kararında etkisi olacak hava durumunun doğru olarak tahminini sağlayacak meteoroloji uydularının önemi açıkça ortadadır. Elektronik sistemlere dayanan bu uydular da normal olarak Elektronik Harbin hedefleri arasındadır.

Askeri bakımdan stratejik ve taktik hava harekâtının planlanmasında, uydu görevlerinin etkin olarak yerine getirilmesinde, üst ve alt atmosfer katmanlarına ilişkin

⁴¹ A.g.e, s.101.

bilgilerin elde edilmesinde ve yüksek frekans telsiz muhaberesinde İyonesferin durumuna ilişkin bilgilerin elde edilmesi büyük önem taşımaktadır. Yer Bilimi uyduları yukarıda bahis konusu edilen fonksiyonlarına ilaveten, sivil maksatlı olarak yerin gravitasyonel ve manyetik alanlarının incelenmesinde kullanılmaktadır. Bu bilgiler askeri maksatlara yönelik olarak da, örneğin, CRUISE Füzelerinin kumanda sistemlerine güncel bilgiler sağlanmasında kullanılmaktadır. Meteoroloji uyduları, Körfez Harbinde çok önemli bir rol oynamışlardır. ABD ve Koalisyon Kuvvetleri, savunma meteoroloji uydu programının uzay araçlarından ve sivil meteoroloji uydularından, çabuk değişen meteorolojik şartların saptanmasında ve yanmakta olan petrol kuyularının durumlarının izlenmesinde faydalanmışlardır. Elde edilen bu bilgiler geniş kapsamlı olarak, taarruz maksatlı görevlerin planlanmasında ve icrasında, rüzgâr istikametinin tespitinde, dolayısıyla kullanılması muhtemel kimyasal ajanların potansiyel yayılma yönünün tespitinde, koalisyon kuvvetlerinin kum fırtınaları ve diğer kötü hava koşulları hakkında uyarılmasında yoğun şekilde kullanılmışlardır.⁴²

4.3.9. Optik Gözlem

En yaygın askeri amaçlı kullanım alanı olan belki de optik gözlem uydularıdır. Dünyanın herhangi bir bölgesinin çekilen görüntüleri anında bir yer istasyonuna ve oradan istenilen merkeze aktarılır. Bu uydular bilinen fotoğraf makinesi gibi ancak ondan çok daha yetenekli optik algılayıcılar taşırlar. Algılayıcıların kızıl ötesi ve mor ötesi dalga boylarında aldıkları görüntüler insan gözünün görmediği bilgileri de içerir. Ancak görüntülerden gerçek istenen anlamlı bilgilerin çıkartılması, bilgisayarlı analiz yanında uzman foto yorumculara da ihtiyaç gösterir. Bu uyduların performansını ölçme için en çok kullanılan parametre geometrik çözünürlük veya ayırım gücüdür (resolution). Ancak değişik tür bilgilerin elde edilmesi için değişik çözünürlük ve dalga boylarına ihtiyaç vardır. Örneğin gemi trafiği ve liman değişikliği için 10-30 metre, gemi türleri ve yüklerinin analizi için 1-5 metre, uçak varlığı ve hava alanı aktivitelerini izlemek için 3-6 metre, uçak türü ve durumunu analiz için 0.25-0.5 metre gibi çözünürlük yeterli iken, kara araçlarının varlığını görmek için 1-2 metre, aracın türünü ve modelini görebilmek içinse 10-20 cm çözünürlük gerekli görülmektedir.

4.3.10. Radar Gözlemi

Optik gözlem uyduları yalnız gündüzleri ve yalnız açık havada çalışabilirler. Sentetik açıklıklı radar (SAR) ile donatılmış uydular ise gece ve her türlü hava koşulunda görüntü alabilirler. SAR teknolojisi, optik algılayıcı teknolojisinden daha

⁴² A.g.e, s.103.

sonra gelişmiş olmakla çözünürlük açısından henüz aynı düzeye gelmiş sayılmaz. Ülkeler arasında bakıldığında ABD'nin kesin üstünlüğü ve Kanada'nın oldukça gelişmişliği yanında Avrupa'nın bu konuya yeni yeni girmekte olduğu görülür. Optik gözlem konusunda olduğu gibi burada da sivil (açık) ve askeri amaçlı SAR gözlem uydularından söz edilebilir.⁴³

4.3.11. Erken Uyarı

Bu uyduların amacı bir füze saldırısına karşı erken uyarı vermektir. Özel kızıl ötesi algılayıcılar ve tanıma teknikleriyle, Dünyanın her hangi bir yerinde ateşlenen bir füze saniyeler mertebesinde algılanır, türü tanınır ve rotası hesaplandıktan sonra muhtemel hedefleri saptanır. Böylece aradaki mesafeye göre uçuş süresi boyunca karşı önlemler alınabilir. ABD'nin bu amaçla yürütmekte olduğu SBIRS projesi oldukça ileri aşamada iken Batı Avrupa Silahlanma Grubu çerçevesinde bir Avrupa sistemi için hazırlık çalışmaları yapılmaktadır.⁴⁴

4.3.12. SIGINT gözlemi (dinleme)

SIGINT (signal intelligence) veya sinyal istihbaratı, iki alt başlık altında ele alınabilir. ELINT (electronic intelligence) veya elektronik istihbarat, düşman radarları ile ilgili bilgi toplarken, COMINT veya iletişim istihbaratı ses ve veri içeren radyo dalgaları trafiğini hedef alır. Uydudan sinyal istihbaratının mümkün olduğu bilinmekle birlikte bu konuda sadece ABD'nin uyduları vardır ve bunlar da çok gizli bir program içinde yürütülmektedir. Avrupa'da konu ancak son 2-3 yıldır gündeme getirilmiştir. Fransa'nın bu amaçla deneysel uydu fırlattığı bilinmekle birlikte bir Avrupa SIGINT uydusunun işletmeye alınmasının yıllar alacağı tahmin edilebilir.⁴⁵

4.3.13. Uzay Silahları

Bunlara çok kısaca değinmek gerekirse, öncelikle yakın gelecekte söz konusu olan, karşıt kuvvetlerin uzay yeteneğini yerden yapılacak işlemlerle bertaraf etme girişimleridir. Örneğin gözlem uydularındaki algılayıcıları belirli şiddet ve süre ile kritik dalga boylarındaki lazerlerle aydınlatmak onları kör etmeye yeterli olur. Haberleşme uyduları için de benzeri teknikler kullanmak veya "jamming" ile etkisizleştirme mümkündür.

⁴³ A.g.e, s.105.

⁴⁴ A.g.e.

⁴⁵ A.g.e.



Resim 11: Uzay Silahları

Bunların bir adım ötesinde ASAT (anti satellite) çalışmaları gelir. Geliştirilecek ASAT uyduları ile bir hedef uyduyu fiziki olarak yerinde imha etmek veya yeterli zararlar etkisizleştirmek amaçlanır. ASAT çalışmaları henüz başlamış değildir. Ancak ABD’de ve İsrail’de konuşulmaktadır. Bu arada adı ASAT olmamakla birlikte, arızalı bir uydunun yerinde onarılabilmesi gibi tamamen sivil amaçlarla geliştirilecek bir uzay robotunun ASAT amacıyla kullanılması mümkün ve muhtemeldir. Gerçek uzay silahları denince, uzaya yerleştirilecek, istendiği anda oradan ateşlenebilecek silahlar söz konusudur. Bunlar, değişik başlık taşıyan füzeler, kinetik enerji silahları veya yüksek elektromanyetik enerjili (mikrodalga veya lazer) ışın silahları olabilir ve yer veya uzay hedeflerine tevcih edilebilirler.

3.3.14. İstihbarat Sistemleri

İstihbarat sistemleri, genel haberleşme yapı ve çözümleri içerisinde yer almakla birlikte, hem askeri, hem de sivil amaçlı bilgi toplama alanında kullanıldığından ayrı özellikler ve yapılar göstermektedir.

İstihbarat sistemleri, ilk kaynak olarak insanı kullanmıştır. Bilahare, karasal ve uzay sistemleri olarak ihtisaslaşmış ve entegre hale getirilmiştir. Bu kapsamda, istihbarat sistemlerinin bilgi toplama yanında, başkalarının bilgi toplamasını engelleme gibi ayrı bir dalı daha ortaya çıkmıştır.

Karasal sistemler ana unsur olarak insanı kullanan, ancak, bir şebeke içerisinde geliştirilmiş uzaktan dinleme, kestirme gibi sistemleri de entegre eden sistemlerdir. çoğu kez toplanan bilginin mümkünse en az bir kaynaktan daha tespiti amaçlanır. Karasal istihbarat sistemleri günümüzde "saklı teknolojileri" içeren, ülkeler arasında ancak yönetiminin, dinlenilmesinin ve/veya bozulmasının mümkün olduğuna kanaat getirildikten sonra ülke dışına transferine izin verilen sistemlerdir. Bu kapsamda,

eğitilmiş ve istihbarat toplanılacak coğrafi bölgenin özelliklerine göre yetiştirilmiş uzman personel, DIF sistemleri, erken ikaz ve uyarı uçakları, insansız hava araçları sayılabilir.

Uydu istihbarat sistemleri, tek başına çalışabildiği gibi, karasal sistemleri de kendi iççerisine entegre eden sistemlerdir. Günümüzde insansız hava aracı, erken ikaz ve uyarı uçakları gibi sistemler, uydu istihbarat sistemlerine entegre edilmektedir.

Düşük yörüngede çalışan istihbarat uyduları özel olarak tasarlanmaktadır. Üzerlerinde çalışan sistemler, ilk başlangıçta ilkel optik sistemler iken, günümüzde kullanılan ve gelecekte de kullanılacak olan istihbarat uyduları, her türlü hava koşulunda kullanılabilecek sistemler olacaktır. Bu nedenle Sentetik Açınımı Radar (Synthetic Aperture Radar) teknolojisi planlanmaktadır.⁴⁶

Uydu istihbarat sistemlerinin genel kullanım alanları aşağıda arz edilmiştir:

- Çevre sorunlarının çözümü,
- Arazi kullanma planlaması,
- Haritacılık ve coğrafi bilgi sistemleri,
- İstihbarat,
- Kriz önleme ve yönetme,
- Silahsızlanma kontrolü,
- Verimlilik izleme,
- Askeri sistemler için üç boyutlu data ve hedef yönetimi,
- Tarım,
- Jeoloji,
- Doğal Kaynakların rezerv tespiti,
- Meteoroloji.

Elektriksel standart ara yüzler kullanarak birbirleri ile karşılıklı olarak çalışmak durumundadırlar. Bunun yanında, uç cihazları aynı ortamda ve yan yana çalıştıkları zaman da birlikte çalışabilir olmak zorundadırlar.⁴⁷

⁴⁶ A.g.e, s.107.

⁴⁷ A.g.e, s.108.

BEŞİNCİ BÖLÜM

1. SONUÇLAR

Uzay ortamı; artık tüm insanlığın yararlandığı ve çeşitli sahalardaki hizmetlerin sunulduğu önemli bir faaliyet alanı haline gelmiştir. Bugün sivil ve askeri alanlarda çağın gereklerini ve gelişen teknolojisini yakından izleyen birçok ülke, uzayın sağladığı avantajlardan azami şekilde yararlanmaya çalışmaktadır. Uzay teknolojileri kapsamında uzaktan algılama, haberleşme, komuta kontrol, GPS gibi konularda sağlanan gelişmeler ve edinilen bilgiler ışığında geliştirilen ile sağlık, güvenlik, savunma, doğal kaynak yönetimi, afet yönetimi imalat gibi alanla insanlığa faydalı hizmetler götürülmektedir.

Uzaya atılan ve yönetilen uydular sayesinde küresel iletişim artırılmasıyla dünya kaynakları daha verimli kullanılmaya başlanmış olup bilgiye ulaşım kolaylaştırılmış ve bilginin değerlendirilmesi kabiliyetleri artırılmıştır. Uydu Haberleşme Sistemleri askeri birliklerin vazgeçilmez haberleşme araçlarıdır. Komuta kontrol sistemlerinin birer parçası olan emniyetli ses, görüntü ve veri haberleşmesi için kullanılan uydu teknolojilerinin önemi, özellikle sınır ötesi operasyonlar sırasında daha da artmıştır.

Teknolojik gelişmeler ile küreselleşme neticesinde, dünyanın herhangi bir yerinde meydana gelen kriz, o bölgeye coğrafi olarak irtibatlı olmayan ülkeleri dahi ilgilendirir ve ülkelerin milli çıkarlarını etkiler hale getirmiştir. Kriz ve olayların birden fazla ülkeyi ilgilendirmesi nedeniyle bunlara müdahale için çok uluslu güvenlik sistemleri ve askeri oluşumlar artmaya başlamıştır.

Jeopolitik konumu nedeniyle güvenlik açısından dünyanın en hareketli ve kontrolü zor bölgelerinden birinde yer alan ülkemizin son yıllarda giderek artan bir şekilde özellikle sınır ötesi görevler üstlendiği hepimizin dikkatini çekmektedir. Bosna, Kosova, Afganistan bunun en son örneklerini teşkil etmektedir.

Türk Silahlı Kuvvetlerinin sınır ötesi ve deniz aşırı faaliyetlerinde ses, veri ve görüntü haberleşmesini milli gizlilik içerisinde kendi uydumuz üzerinden sağlaması ülkemiz açısından önem taşımaktadır.

Silahlı Kuvvetler ve onun etkinliğini artıracak komuta kontrol teşkilatı, erken ihbar ve ikaz, elektronik harp, gelişmiş mühimmat, her türlü hava şartında harekât imkân ve kabiliyeti gibi sistem ve yeteneklere bir bütün olarak sahip olan birlik ve ünitelere ihtiyaç göstermiştir. Komuta, Kontrol, Muhabere, Bilgisayar, İstihbarat, Keşif

ve Gözetleme (C4ISR) faaliyetlerini elde ederek, karar verip süratle uygun birimlere iletimi sağlayan bir muhabere elektronik ve bilgi sistemlerinin tesis ve idamesi muharebenin kazanılmasında anahtar rol oynamaya başlamıştır

Hedef tespit vasıtaları uzak mesafelerden, hedefi tespit ederek harekât merkezlerine gerçek zamanlı olarak iletecektir. Müteakiben karar makamları, kısa sürede doğru karar vererek, hedefi etkisiz hale getirecek vasıtalara hedefin özelliğini kaybetmeden, bildirebilmeyi ve sonucunu almayı amaçlamıştır.

Muharebe sahasında etkin bir komuta kontrol faaliyeti için; uydu teknolojileri gerekmektedir. Bunun etkisi, muharebe alanının bütün sektörlerinde güvenli yüksek band bilgisi sağlama, sensörden silaha eksiksiz yapıda bağlantı ve ihtiyacı olan tüm birimlere hatta tek bir asker ve silah düzeyinde taktik veri ve istihbarat sağlama kabiliyetini sağlamakla mümkündür.

Uydu muhabere sistemleri düşük hata oranları ile daha fazla veri depolama imkânı kazanacaktır. İletişim gecikmeleri gibi mahzurları ortadan kalkacaktır. Karıştırmaya karşı akıllı sistemler kullanılarak istenmeyen etkiler asgari düzeye indirilecektir. İlave olarak ileri seviyede band genişliği sağlayan modülasyon ve kodlama teknikleri ile data hızlarının artırılması çalışmaları devam etmektedir.

Gelişmiş ülkeler uydu muhabere sistemlerini diğer uzay sistemleri ile bağlantılı olarak kullanmaktadır. Görüntü seyrüsefer gibi bilgileri kısa sürede kullanarak iletebilmektedirler. Bu esnek kullanım kolaylığı ülkeleri uzay sistemlerine bağımlı kılmaya başlamıştır. Uzay ülkeler için milli hayati öneme sahip olacaktır. Ülkeler bu ortamı korumak, savunmak durumunda kalacaklardır.

Askeri maksatlı uydu muhabere sistemleri, yeryüzünde menzili ufuk ötesi ile sınırlı olan geniş bantlı muhabereyi çok daha uzak mesafelere ulaştırabilmekte ve menzil avantajı sağlamıştır. Çok yüksek kapasite ile fazla miktarda kullanıcıya muhabere imkânı sağlamış ve olumsuz doğa koşullarında satih muhaberesine nazaran çok daha az etkilenmektedir.

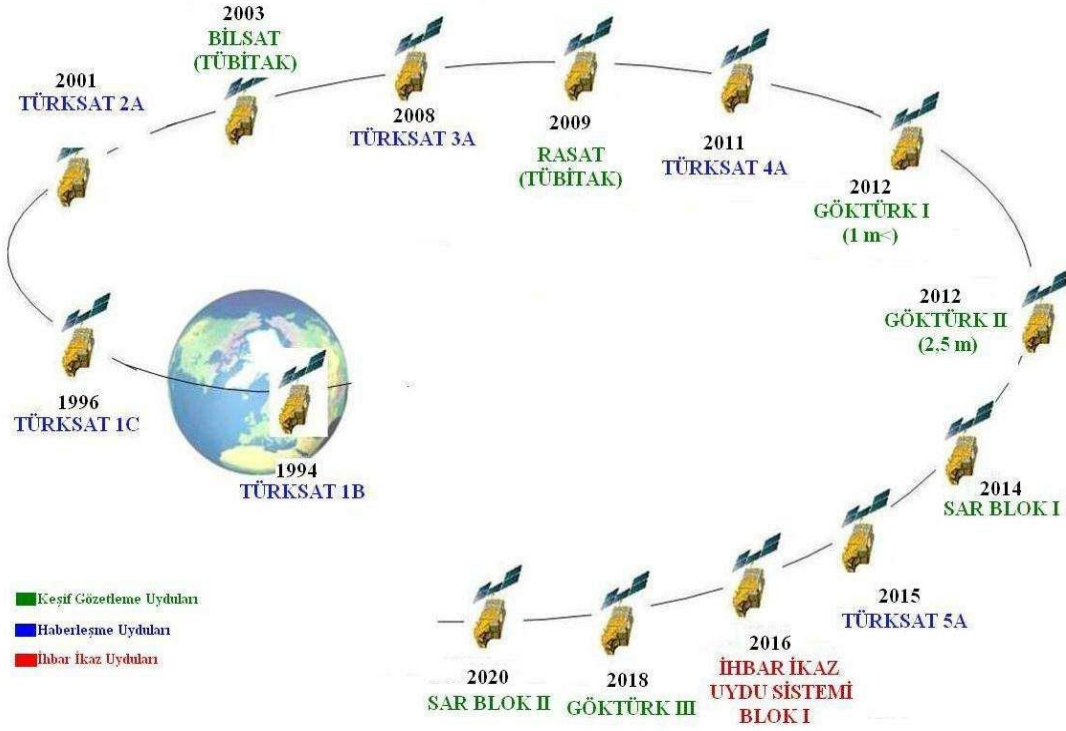
2. ÖNERİLER

Türk Silahlı Kuvvetleri halen sahip olduğu gücünü geliştirerek uzaya taşımak mecburiyetindedir. Bu maksatla ihtiyacı olan uydu ve uzay sistemlerini belirli bir öncelik sırasına göre temin ve tesis ederek faaliyete geçirmeli ve bu sistemlerin milli imkân ve kabiliyetlerle imal ve idamesi için gerekli olan teknolojik transferi gerçekleştirmelidir.



Resim 12: Milli Uydu Taşıma Sistemi

Türkiye uzaydan faydalanmayı sadece muhabere uydusu kabiliyeti ile sınırlı tutmayıp, daha geniş bir yaklaşımla uydu kabiliyetleri konusunda hak ettiği yere ulaşmalı, kendi uydusunu ve milli savunma açısından stratejik öneme sahip malzeme ve teknolojiyi kendi üretebilir duruma gelmelidir. Bu kapsamda, TSK ülke savunma görevinin icrasında kara deniz ve hava kuvvetlerinin görevlerini etkinlikle icra edebilmesi için uydulardan yararlanmak maksadıyla gerekli kabiliyeti kazanmak üzere gerekli planlamayı yaparak kuvvet yapısını şekillendirmelidir.



Resim 13: Türkiye'nin Uydu Plan Haritası

Bu nedenle, tüm uzay faaliyetlerini merkezi olarak icra edecek TSK Uzay Grup Komutanlığı teşkiline yönelik çalışmalar bir an önce başlatılmalı, uydulardan yararlanırken etkin ve ekonomik kullanım imkânı yaratacak şekilde merkezi olarak koordine esasları belirlenerek, kazanılacak uydu kabiliyeti müşterek harekât ihtiyaçlarına yönelik olarak tek elden sevk ve idare edilmelidir. Bu istikamette, atılması gerektiği değerlendirilen adımlarla ilgili teklifler aşağıda sunulmuştur.

- Kazanılacak uydu sistemleri kabiliyeti, satıl sitemleri ve mevcut hareket merkezleri ile entegre edilmelidir.

- Yakın gelecekte uzaya gönderilmesi planlanan uyduların seçiminde ve üretiminde titiz ve çok yönlü araştırmalar yapılarak, bu uyduların o günün askeri ve sivil koşullarına cevap verecek özelliklere sahip, işletme ve idamesinde ekonomik ve sürekliliği olan, diğer ülkelerin uydularına entegre olabilecek sistemler olması göz önünde bulundurulmalıdır.

- Geleceğe yönelik uydu yatırımı planlamalarında, askeri amaçların yanında üniversite, bilim ve sanayi kuruluşlarının da ihtiyaçlarını karşılayacak bilgiler üretebilecek genel amaçlı uydu sistemlerinin oluşturulmasına önem verilmesi suretiyle

teknolojik gelişmeler sağlanmasına katkıda bulunulmalı ve bu teknoloji daha gelişmiş milli askeri uydular imalinde kullanılmalıdır.

- Uydu sistemlerinin milli imkânlarla işletilmesi, dışa bağımlılığın olabildiğince azaltılması ve böylece elektronik müdahaleler ile kısıtlamaların asgariye indirilmesi amaçlanmalıdır.

- Stratejik erken ihbar ve füze savunması maksadıyla, erken ihbar ve gözetleme uyduları geliştirilmeli, kısa menzilli lazer sistemleri ile entegre edilerek hava savunması güçlendirilmelidir.

- Meteoroloji uydusunun imali ve kullanıma başlaması sağlanmalıdır. Tüm uydu sistemlerinin imal ve idamesinde yerli teknolojinin yeterliliği hedeflenmeli, her geçen gün yerli katkı artırılmalıdır. Teknoloji ağırlıklı hava-uzay savunma sistem ve silahlarının kendi ihtiyaçlarımız doğrultusunda en verimli kullanımını sağlayacak yazılım kabiliyetine sahip ve hakim olunması sağlanmalıdır.

- Ortadoğu, Kafkaslar ve Balkanlar bölgesinde bir güç merkezi haline gelmeye çalışan Türkiye, çağdaşlaşma yolunda karşılaştığı engelleri süratle aşarak, dünyada hak ettiği yerini alabilmek için TÜRKSAT ile başlayan uzay yolculuğuna devam etmeli ve uydu teknolojisini geliştirme imkânlarını araştırarak kendi uydularını kendi imkânları ile yapmaya çalışmalıdır.

Ulu önder Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK şöyle buyurmuştur:

“ GÖKLERDE BİZİ BEKLEYEN YERİMİZİ ALMAK ZORUNDAYIZ. YOKSA O YERİ BAŞKALARI İSTİLA EDER VE İŞTE O ZAMAN BU ÜLKE VE MİLLET ELDEN GİDER. HALBUKİ BİZ TÜRKLER, BÜTÜN TARİHİMİZ BOYUNCA HÜRRİYET VE İSTİKLALE ÖRNEK OLMUŞ BİR MİLLETİZ.

TAYYARECİLER! ŞUNU UNUTMAYIN Kİ YARININ EN BÜYÜK TEHLİKELERİ SEMALARDAN GELECEKTİR. BU SEBEPLE SİZLER DAİMA HAZIR BULUNMAYA VE O ŞEKİLDE YETİŞMEYE GAYRET EDECEKSİNİZ.”

Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK

(1933)

KAYNAKÇA

- AKARCA, Beyza. **Geniş Bant Teleskobik Kızılaltı Görüntüleyici Optik Tasarımı**, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2011.
- ARSLAN, Ersin. **Savunma Teknolojileri Kapsamında Uyduların Gelişimi ve Sınıflarının İncelenmesi**, XI. Akademik Bilişim Konferansı, Şanlıurfa, 2009.
- AYDIN, Öner. **Uydu Haberleşme Sistemleri**, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2006.
- ÇELİK, Burak. **Uydu Haberleşme Sistemleri**, ASELSAN, <http://www.qsl.net/t/ta1kb/aselsan/uyduhabsistemi.htm> (Erişim Tarihi: 07.04.2016)
- GÜL, Şebnem. **Uydu İletişim Sistemleri ve İridyum**, Silahlı Kuvvetler Dergisi, Ankara, 2000.
- Harp Akademileri Komutanlığı, **Türksat ve Gelişen Türkiye Üzerindeki Önemi**, İstanbul, 1997, s.15
- Hava Kuvvetleri Komutanlığı, **Çözünürlük Değerleri**, https://www.hvkk.tsk.tr/tr-tr/Havacılık_Köşesi/Özel_Siteler/Keşif_Uydu_Komutanlığı/Genel_Bilgiler/Çözünürlük_Değeri (Erişim Tarihi: 01.05.2016)
- Elektro Teknoloji, **Uydu Haberleşmesinin Kısa Tarihçesi**, http://elektroteknoloji.com/Elektrik_Elektronik/Teknik_Yazilar/Uydu_Haberlesmesinin_Kisa_Tarihcesi.html (Erişim Tarihi: 07.04.2016)
- ERZURUMLU, Kerem. **Uydu Sistemleri ve Haberleşme Ağları**, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Bilgi Notu, Çanakkale.
- Milli Eğitim Bakanlığı, **Uydu Haberleşmesi**, Elektrik-Elektronik Teknolojisi, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Uydu%20Haberleşmesi%20C5%9Fmesi.pdf (Erişim Tarihi: 30.04.2016)
- Savunma Sanayii Müsteşarlığı, <http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/projeler/Sayfalar/proje.aspx?projelD=224> (Erişim Tarihi: 05.04.2016)

Türk Telekom, **Neden Uydu Teknolojisi**, Teknoloji Güvenlik Dergisi Sayı 2, İstanbul, 2009.

_____. **ANATOLİA-1 Yörüngesine Oturuyor**, Teknoloji Güvenlik Dergisi Sayı 4, İstanbul, 2004.

TÜRKMEN, C.O. **Uydu Sistemleri**, Genelkurmay Basımevi, s.43, Ankara, 2001

Türksat, Uydu Haberleşme ve Kablo TV İşletme A.Ş., <https://www.turksat.com.tr/tr/uydu/turksat-uydu/uydularimiz> (Erişim Tarihi: 05.04.2016)

TUSAŞ – Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş., <https://www.tai.com.tr/tr/proje/gokturk-2> (Erişim Tarihi: 05.04.2016)

Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, <http://uzay.tubitak.gov.tr/tr/uydu-uzay/bilsat> (Erişim Tarihi: 20.03.2016)

_____. <http://uzay.tubitak.gov.tr/tr/uydu-uzay/rasat> (Erişim Tarihi: 04.04.2016)

EKLER

EK-A (6'lı Takdim Çıktıları)