Teori Konu Başlıkları

- Uydu Çeşitleri
  - Keşif-Gözetleme Uyduları
  - Haberleşme Uyduları
  - Seyrüsefer (Navigasyon) Uyduları
  - Astronomi Uyduları
  - Meteoroloji Uyduları
  - Uzaktan Algılama Uyduları
  - Arama-Kurtarma Uyduları
- Uydu Alt Sistemleri
  - İtki Alt Sistemi
  - Güç Alt Sistemi
  - Güç Kaynakları
  - Haberleşme Alt Sistemi

Termal Alt Sistem
Yönelim ve Yörünge Kontrol Alt Sistemi
- Mekanik Yöntem
- Roket motorları ile spin kontrolü
- Spin hızına etki eden bozucu etkenler

Telemetri ve Telekomut Alt Sistemi
Yapısal Alt Sistem
Faydalı Yük Alt Sistemi

Uydu Çeşitleri

Uydular kendilerinden beklenen işlevi yerine getirmek için özel olarak tasarlanmaktadırlar. Amaçlarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilmektedirler:

Keşif-Gözetleme Uyduları
Haberleşme Uyduları

Keşif-Gözetleme Uyduları

İstihbarat amaçlı gözetleme faaliyetleri için kullanılmaktadırlar. Optik sensörler ile çalışan görüntüleme uyduları, radar teknolojisiyle çalışan görüntüleme uyduları, dedektif uydular gibi türleri bulunmaktadır. Big Bird, GeoEye-1, GÖKTÜRK uyduları keşif-gözetleme uydularına örnek verilebilir. 2009 yılı itibariyle en iyi yaklaşık 40 cm çözünürlükte görüntü sağlayabilen ticari keşif gözetleme uydularının olduğu bilinmektedir. Fakat ABD Hükümeti tarafından ticari uydu görüntülerinde çözünürlük lisansı 50 cm'ye kadar verilmektedir.

Haberleşme Uyduları

İletişim amacıyla uzaya gönderilen uydulardır. Telefon, radyo, televizyon, internet gibi günlük yaşamda sıkça kullandığımız teknolojiler doğrudan veya dolaylı olarak haberleşme uyduları aracılığıyla çalışmaktadırlar. İlk haberleşme uyduları yeryüzünden gelen sinyalleri yine yeryüzünde başka bir noktaya aynı frekansta güçlendirip iletmek görevini yerine getirirken, günümüzdeki uydular uyduya gelen sinyallerin frekansını değiştirip güçlendirerek veya gelen sinyali temel banda indirip üzerindeki gürültüyü azaltıp tekrar modüle edip frekansını değiştirerek yeryüzüne gönderebilmektedirler.

Seyrüsefer (Navigasyon) Uyduları

Kendi sistemlerine uygun alıcılara birkaç metre hassasiyetle yerküre üzerindeki konumlarını (enlem, boylam, yükseklik) belirleme imkânı sunmaktadırlar. Çoğu navigasyon sistemi konum belirlemede, radyo sinyalinin hızını ve bir noktaya ne kadar sürede ulaştığı bilgisini kullanmaktadır. Sinyalin geldiği uydunun konumu, sinyalin yayın zamanı ve sinyalin uydu ile alıcı arasında ne kadar sürede hareket ettiği bilindiğinde sistem istenen noktanın yerküre üzerindeki yerini hesaplayabilmektedir. Alıcıların konumlarını hassas olarak hesaplayabilmeleri için en az dört uydudan gelen seyrüsefer sinyalini alarak işlemeleri gerekmektedir. ABD'nin GPS, Avrupa'nın GALILEO, Rusya'nın GLONASS (Global Navigation Satellite System) sistemleri seyrüsefer uydu sistemlerine örnek verilebilir.

Astronomi Uyduları

Uzayda dolanan teleskoplar olarak düşünülebilirler. Amaca göre farklı dalgaboylarında gözlem yapan uzay teleskopları vardır.

Meteoroloji Uyduları

Yeryüzündeki herhangi bir noktada günün herhangi bir saatindeki hava ve iklim durumunu gözlemlemek için kullanılmaktadırlar. Meteoroloji uzmanları hava tahmin raporları oluştururken meteoroloji uydularından alınan görüntülerden yararlanırlar. Eumetsat tarafından işletilen Meteosat serisi uyduları ya da NASA'nın GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) meteorolojik uydulara örnek verilebilir.

Uzaktan Algılama Uyduları

Yerküre üzerindeki doğal kaynakları gözlemlemek için kullanılmaktadırlar. Hayvan göçleri, maden yatakları, tarım ürünleri, ormanlar, kaçak yapılaşma uzaktan algılama uyduları ile izlenebilmektedir.

European Space Agency (ESA) tarafından 1982 yılında ERS (Remote Sensing Satellite) adı verilen bir proje başlatıldı ve ERS1 (1991) ve ERS2 (1993) uyduları yeryüzünden yaklaşık olarak 777km yükseklikte bir yörüngeye oturtuldular. Bu uydular kutup yörüngeli uydular olup Yer'in belirli bir noktasından 15.3 günde bir geçecek şekilde yörüngelerinde dolanıyorlardı. Spektral bandı 5.3GHz ve 3.7, 11, 12 mikronda yeryüzünü taramaktaydı. Ticari amaçlı uydular olup çözünürlüklerine göre elde ettikleri haritalar satılmaktadır.

Japonlar 1987'de MOS (Maritime Observation Satellite) adını verdikleri bir proje başlattılar ve 19 Şubat 1987 de MOS1 Uydusunu 908 km yükseklikte bir yörüngeye oturttular. Gerek Avrupalıların gerekse de Japonların uyduları aynı amaçlıydı. Bu uydular özellikle kırmızı öte, görsel ve mikrodalga boyunda gözlemler yapıyorlardı. Aynı yıllarda yani 1987'li yıllarda Ruslar Cosmos serisi uydularla, uzayda laboratuar kurup deney ve gözlem yapma yollarını arıyorlardı.

Bu arada ABD ve Fransa ayrı ayrı projeler geliştiriyorlardı. Birden fazla uydu aynı amaçla çalışarak, yeryüzündeki değişiklikleri tespit edecekti. Bu amaçla ABD 27 Eylül 1985 de LANDSAT projesini, Nisan 1986 da Fransa'da SPOT (Satellite Pour Observation de la Terre) projesini başlattılar. LANDSAT uyduları 700km yükseklikte, SPOT uyduları 832km yükseklikte yörüngelere oturtuldular. Yörüngede 7 LANDSAT ve 4 SPOT uydusu vardır.

Bunlardan bazıları ömürlerini doldurmuştur. Bu uydular çeşitli dalgaboylarında yeryüzünün detaylı haritasını çıkararak madencilik, orman sanayi, tarım ve askeri sektörlerde hizmet vermektedir. SPOT4 uydusunda 10m çözünürlüğe kadar inilmiştir. Bugün LANDSAT verileri, içinde Türkiye'nin de bulunduğu birçok ülkenin bilimsel merkezleri tarafından incelenmektedir.

Arama-Kurtarma Uyduları

Bu uydular tehlike içindeki gemiler, hava araçları, vb. tarafından verilen acil durum sinyallerini yakalama ve bu sayede arama-kurtarma çalışmalarında yer bilgisi sağlama işlevi görürler.

Uydu Alt Sistemleri

Uydularda genel olarak görülen alt sistemler:

İtki Alt Sistemi
Güç Alt Sistemi
Güç Kaynakları
Haberleşme Alt Sistemi
Termal Alt Sistem
Yönelim ve Yörünge Kontrol Alt Sistemi
    Mekanik Yöntem
    Roket motorları ile spin kontrolü
        Spin hızına etki eden bozucu etkenler
Telemetri ve Telekomut Alt Sistemi
Yapısal Alt Sistem
Faydalı Yük Alt Sistemi

İtki Alt Sistemi

Uydunun fırlatma sonrasında roketten ayrıldığı andan yörüngesine yerleştiği ana kadar gerekli olan itkiyi ve yörüngede iken ufak sapmalar sonrasında uydunun tekrar istenen yörüngeye oturması için kullanılacak itkiyi sağlamaktadır.

Güç Alt Sistemi

Uydunun enerji üreten, depolayan ve dağıtan alt sistemidir. Güç kaynağı bir uydunun en önemli kısmıdır. Uydu üzerindeki elektronik ve mekanik donanımı çalıştırmak için enerjiye ihtiyaç vardır. Bu enerji ya imalat sırasında kendisine yüklenmiş piller (doldurulmuş pil veya atom pilleri) vasıtasıyla karşılanır. Ya da uydu enerjisini dış ortamdan tedarik eder. Dış ortamdan (Güneş'ten) enerji güneş panelleri ya da güneş pilleri yardımıyla sağlanır. Bu tür elde edilen enerji elektronik aksam için gereklidir.

Güç Kaynakları

Uyduların güç kaynakları olarak bazı aletlere gereksinimleri vardır. Bu aletler bildiğimiz piller olabilir. Eğer uydunun çalışma süresi birkaç aydan fazla ise piller büyük problemler yaratmaktadır. Öyle bir enerji kaynağı olsun ki süreklilik arz etsin. Bugüne kadar kullanılan en ekonomik kaynak güneş enerjisidir. Enerji güneş uydu panellerindeki güneş hücreleri yardımıyla sağlanır. Bunlar güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren yarı iletken aletlerdir. Ancak bunlar yalnızca güneş ışığı var olduğu zaman çalışabildiğinden uydu karanlıkta iken (Yer'in gölge konisi içindeyken) gerekli olan enerji için hala doldurulabilir pillere ihtiyaç vardır. Bu piller güneş hücreleri ışık aldığı zaman doldurulur ve ışık olmadığı zaman kullanılır.

Haberleşme Alt Sistemi

Eğer uydu ölçüm yapıyorsa, örneğin astronomik amaçlı ise yıldızları, gezegenleri, Güneş'i ya da derin uzayı inceliyor demektir. Ölçümleri radyo sinyalleri ile yeryüzüne ulaştırıyordur. Uydudaki bilgi yerdeki belli istasyonlara belirli zamanlarda aktarılır. Haberleşme uyduları ise yeryüzünün belli bir bölgesinden gelen sinyalleri diğer tarafa aktarırlar (devletler ve kıtalar arası telefon konuşması, TV yayını vs.) Bu tür uydulara yansıtıcı uydular denir.

Haberleşme uydularında haberleşme alt sistemi, yer istasyonlarından gönderilen yukarı hat (up-link) sinyallerini alma, alınan sinyalleri güçlendirme, aşağı hat (down-link) antenleri üzerinden yer istasyonlarına sinyal gönderme işlevlerini yerine getiren sistemdir. Uydu aktarıcısı (transponder) ve antenden oluşmaktadır.

Uydudan faydalı yük verisi almak için haberleşme alt sisteminin çalışması gerekmektedir. Farklı yörüngelerdeki uydulardaki sinyaller farklı sürelerde aktarılır.

GEO uydularda yeryüzünden yüksekliği diğerlerine göre fazla olduğundan dolayı iletişimdeki gecikme çoktur. Sinyalin yeryüzü istasyonundan uyduya gitme süresi yaklaşık olarak 250 ms'dir. Sinyalin uyduya gitme ve gelme süreleri toplamı ise yaklaşık 0,5 s'dir. Günümüzde GEO uydular televizyon yayıncılığında ve gerçek zamanlı olmayan uygulamalarda özellikle de veri iletişiminde kullanılır.

Yeryüzüne en yakın uydular olan LEO uydularda yeryüzü istasyonu ile uydu arasında sinyalin gitme gelme süresi (round trip time - RTT) yaklaşık olarak 20 ms'dir.

Kabul edilebilir bir gecikmeye sahip olduklarından dolayı genellikle gerçek zamanlı sesli ve görüntülü iletişim için kullanılmaktadırlar. Günümüzde hücresel iletişim ağlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. LEO uydular kendi aralarında da linke sahiptir.

Termal Alt Sistem

Uyduların sensör, optik sistem, güç dağıtım sistemi gibi ekipmanları belirli sıcaklık aralıklarında çalışabilmektedir. Termal alt sistem uydunun elektronik ekipmanlarının uydunun farklı taraflarındaki yoğun güneş ışınlarından veya güneş görememekten kaynaklanan uç sıcaklıklardan etkilenmesini önlemekte ve uydu içerisindeki ekipmanlara çalışabilecekleri bir ortam sağlamaktadır.

Uydularının tasarımında çeşitli ısıl donanımlar kullanılmaktadır. Pasif ve aktif olarak iki grupta yer almaktadır.

- Pasif ısıl kontrol sistemi, hareketli parçalar bulunmayan, enerji harcamayan kaplama malzemelerden yapılmaktadır. Bunlar çok katmanlı izolasyon malzemesi, optik güneş reflektörü, gömülü veya sabit iletimli ısı boruları, boya, kaplama ve radyatör olabilir.
- Aktif ısıl kontrol sistemi enerjiye ihtiyaç duyan ve/veya hareketli parçalardan oluşmaktadır. Aktif ısıl kontrol sisteminde yaygın olarak kullanılan donanımlar: Elektrikli ısıtıcılar, çevrimli ısı boruları, ısı panjuru (louvers), termistörler.

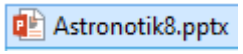
Yönelim ve Yörünge Kontrol Alt Sistemi

Uydunun istenen işlevleri yerine getirebilmesi için doğru yörüngede olduğunun kontrol edilmesi ve uydu antenin doğru şekilde yönlendirilmesinde görev almaktadır.

Astronotik8.pptx

Bir uydu istenilen yörüngeye başarıyla oturtulsa bile sorunlar bitmiş değildir. İkinci problem ise uydunun kendi ekseni etrafındaki dönmesinin kontrol edilmesi ve istenilen durumda tutulmasının sağlanması gerekmektedir. Eğer bu sağlanamazsa uydu kaybedilmiş demektir. Uydunun kendi ekseni etrafında dönmesine spin denir.

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 ekseni etrafında döndürmek gerekmektedir. Böylece uydu, yüksek açısal momentumu bulunan bir denge çarkı gibi davranır.



Her uydunun spin durumu üslendiği göreve göre seçilir. Eğer uydunun görevi yer yüzeyini incelemek veya haberleşme amaçlıysa uydunun bazı aletleri (alıcı ve vericiler, kameralar vs.) daima yeryüzüne dönük olmalıdır. 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 yörünge periyodu ile kendi ekseni etrafındaki dönmesi arasında bir ilişki vardır. Dönme ekseni daima yörüngeye dik olmalıdır. Spini bozacak etkilerin başında uydu tasarımındaki hatalar büyük rol oynar bu nedenle uydular dönme eksenlerine göre simetrik yapılırlar.

Spin ayarlaması için iki metot kullanılır.

Mekanik Yöntem

Uydunun dönme ekseni ile belirli bir açı yapan kolların üzerindeki ağırlıkların yerleri değiştirilir ya da açı değiştirilerek tıpkı buz pistinde dönme hareketi yapan sporcunun kollarını açarak veya kapatarak dönme hızını değiştirmesi gibi, uydunun spin hızı kontrol edilir. Yani momentum değişimi kullanılarak hız kontrolü sağlanır. Uydunun kendi ekseni etrafındaki dönmesi ile spin kollarının uzunluğu arasında bir ilişki vardır.

$$l^2 = \frac{\left(I + MR^2\right)}{M}$$

l= kolların uzunluğu
R: kollar açılmadan önceki uydunun yarıçapı
M: uydunun kütlesi, I:eylemsizlik momenti.

Roket motorları ile spin kontrolü

Spinde olan bozulmalar küçük roket motorlarının farklı doğrultularda çok kısa çalışmaları ile düzeltilebilir. Özellikle gözleyecekleri uzay cismine kilitlenen uydular ince ayarlarını bu küçük roket motorları ile yaparlar.

Spin hızına etki eden bozucu etkenler

Spin hızını bozan en büyük etken Yer'in manyetik alanıdır.

Uydu üzerine düşen manyetik alan akısı sürekli değişmektedir. Bu manyetik değişim uydu içindeki elektrik devreleri üzerinde etkili olmakta ve ek akımlar oluşturmaktadır. Bu akımlara Eddy akımları denir. Eddy akımları kısaca manyetik alanın değişiminin sonucudur. Uydu-Yer arasında sürekli bir enerji dengesi değişimi vardır. Uydu, yerin manyetik alanı içinde hareket ettiğinden yakın çevresindeki manyetik alanı bozar ve sıkıştırır. Bu burulma etkisi spin üzerinde bir frenlemeye neden olur. Bu nedenle uyduları yalıtkan maddelerden yapmaya özen gösterilir.

Spin, Yer'in çekim alanındaki değişimlerden de etkilenir. Yer yüzeyindeki büyük dağlar spini etkiler.

Atmosferdeki yoğunluk değişimleri spini bozucu etkiler arasındadır.

Güneş ışınlarının oluşturduğu ışınım basıncının etkisi kendisini spin de gösterir.

Spini bozan en önemli tehlike ise uydunun yörüngesi üzerinde bir cisimle uygun olmayan bir açı altında çarpışmasıdır.

Bir uydunun spininde bozulma olup olmadığı uydu içersine yerleştirilen **jireskoplar** ile kontrol edilir. Jireskopların kullanımından önce atılan uydularda bu kontroller Güneş ve Ay'ın uydu içinden bir gözle takip edilerek sağlanıyordu. Bugün artık jireskoplar kullanılıyor. Bugün özellikle astronomik amaçlı uydularda birçok yıldız sensörü bu görevi yapmaktadır. Jireskoplar farklı yapıda olabilmektedir. Genelde mekanik jireskoplar basit yapıda olmaları nedeniyle kullanışlıdır ancak sık sık arızaya neden olurlar (uydunun çok soğuk bir ortamda olmasından dolayı) ve bu arızaların giderilmesi çok zordur. Bugün atomik veya moleküler jiroskoplar kullanılmaktadır. Bu tür jireskopların yapısında sıvı helyum kullanılır.

Telemetri ve Telekomut Alt Sistemi

Uydunun yaşam ömrü boyunca izlenmesi ve kontrol edilmesi işlevini yerine getirmektedir. Telemetri ile uydunun alt sistemleri hakkında durum bilgisi edinilmekte, telekomut ile yer istasyonundan uydunun fonksiyonları, konfigürasyonu, konumu ve hızı değiştirilebilmektedir.

Yapısal Alt Sistem

Uydunun diğer alt sistemlerinin üzerine monte edildiği ve uydu ile fırlatma aracı arasında arayüz sağlayan alt sistemidir.

Faydalı Yük Alt Sistemi

Uydunun kendisinden beklenen işlevi yerine getirmesi için kullanılan alt sistemidir. Her uydu amacına uygun olarak faydalı yük taşımaktadır. Haberleşme uydularının faydalı yükü üzerindeki uydu aktarıcısı (transponder) iken, gözetleme uydularının faydalı yükü kameralardır.