

BİR ROKETİN İMALİNDE GÖZÖNÜNE ALINMASI GEREKEN SORUNLAR:

Bir rokette en önemli sorun roketin taşıyacağı yüküdür. Yükün özelliklerine göre roketler imal edilmektedir. Roket imalinde göz önüne alınması gereken ana sorunlar şunlardır:

- 1) Roket yakıtının ağırlığı
- 2) Roket yakıtının hacmi ve gücü
- 3) Taşıdığı yükün hacmine bağlı olarak, roketin şekli
- 4) Roketin ağırlığı
- 5) Yüklerin ağırlığı ve hacmi
- 6) Roket motorlarının ağırlığı ve gücü
- 7) Atmosfer ve yerçekiminin direnci
- 8) Yükün yörüngesi

Yukarıdaki özelliklere göre astronotikte kullanılan roketlerin şekli ve yapısı, askeri roketlerin şekli ve yapısından farklıdır. Askeri roketler, havadan karaya, havadan havaya, karadan havaya ve karadan karaya fırlatılan tahrip amaçlı roketlerdir. Hedef yükün dışında roketin kendisi de tahrip amaçlı kullanılabilir. Kabaca askeri roketlerin astronotik amaçlı roketlerden farkları şunlardır:

- 1) Askeri roketler hacim ve büyüklük olarak daha küçüktürler.
- 2) Askeri roketler atmosfer içi kullanımda olduklarından daha büyük kanatlara sahiptirler.
- 3) Askeri roketlerde kontrol sistemleri ve patlayıcı uç kısımdadır. Astronotik roketlerde de genelde yük (uydu vs.) uç kısımdadır. Uzay mekikleri roket gövdesindedir.
- 4) Askeri roketler tek kademeli yada iki kademeli olabilirler. Astronotik amaçlılar ise daha fazla kademeye sahiptirler.
- 5) Askeri roketler genelde tek bir hedef yükü taşır. Ortalama hızları astronotik roketlerden düşüktür.
- 6) Askeri roketlerin taşınması, saklanması ve hazır halde bulundurulmaları kolaydır (özellikle yakıtlarının türünden dolayı).
- 7) Astronotik roketlerin yükleri daha pahalı olduğundan roketin kontrol sistemleri çok karışıktır.

Genelde tek kademeli bir roketin şekli içi boş bir silindirdir ve içinde yakıt tankları, yanma odası, ve pompa sistemleri vardır. Silindirin dayanıklılığı büyük önem taşır özellikle de yanma odası. Bu bakımdan yanma odasının dayanıklılığı şu formülle verilir:

$$N = kE \frac{t^2}{R}$$

burada,

E: odanın yapıldığı maddenin elastikiyet modülü

t: odanın cidar (et) kalınlığı

R: odanın yarıçapı

k: t/R nin fonksiyonu olan bir sabit.

UZAY ARAÇLARI

Nadir olarak tek başlarına kullanılırlar. Mutlaka bir yükü vardır. En azından taşıdığı alet için bir enerji kaynağına ve haberleşme için alıcı ve vericilere ihtiyaç vardır. En basit

astronotik roketlerde yük çok küçüktür. Bunlar genellikle atmosfer dışına çıkmazlar. Kısa süreli astronomik ve meteorolojik gözlemler amacıyla kullanılırlar. Roket atılır, belli bir yüksekliğe çıktıktan sonra roketin içindeki alet gerekli ölçümleri yapar. Daha sonra roket belirlenen bir yere düşürülür. Düşen kapsül bulunur kaydedilen bilgiler elde edilir. Bu yöntem sonraları terkedildi. Onun yerine roket hedef yükseklikte bilgi topladıktan sonra bilgileri radyo vericisiyle yer istasyonlarına iletir. Düşen kapsül aranmaz. Bu amaçlı roketler genellikle atmosferin üst tabakalarına ait ölçümlerin yapılmasında, güneş gözlemlerinde, uzaydan gelen kısa dalgaboylu çalışmalarda kullanılırlar.

Uzay Araçlarını genelde iki guruba ayırırız.

1. İnsanlı uzay araçları
2. İnsansız uzay araçları

Bunlar da girdikleri yörüngelere göre üçe ayrılırlar:

1. Yer etrafında yörüngeye girecek olanlar
2. Ay çevresinde yörüngeye girecek olanlar ya da Ay'a inecek olanlar
3. Gezegen yörüngelerine girecek olanlar ya da Güneş çevresinde dolananlar.

İnsansız uzay araçlarının Yer'i terk ettikten sonra geri dönmelerine gerek yoktur. Ancak insanlı olanların yere dönmeleri gerekmektedir. Bu nedenle içlerinde insan metabolizması için gerekli olan donanımın bulunması gerekmektedir.

Başka bir sınıflama da amaca göre sınıflamadır. Buna göre,

1. Bilimsel amaçlı uydular (genelde tek bir uydudan oluşurlar)
2. Hizmet amaçlı uydular (birden fazla uydunun ortak çalışması vardır, örneğin, meteoroloji uyduları, haberleşme uyduları bu türdendir)
3. Askeri amaçlı uydular (erken uyarı sistemleriyle donatılmış aynı zamanda askeri haberleşme amacıyla kullanılırlar)
4. Casus uyduları, yapıları, amaçları, ömürleri saklı tutulan, düşman topraklarını gözleyen uydulardır.
5. İmha uydular, askeri uyduların bir cinsidir. Düşmana ait bir askeri veya casus uyduyu işlemez hale getirmek için fırlatılan uydulardır. Bir bomba olarak düşünülebilir.

YER ÇEVRESİNDE YÖRÜNGEYE GİREN UYDULAR

Bu tür uydular genellikle insansızdır. Şu anda yer yörüngesi etrafında binlerce uydu bulunmaktadır. Uydu bir merkezi cisim etrafında (yer, gezegen, güneş gibi) eliptik veya dairesel yörüngeye girmek üzere imal edilmiş araçlardır. İçlerinde ve dışlarında yapacakları işe göre uygun aletlerle donatılmıştır. Kabaca bir uydunun yapısı incelenirse, şu kısımlardan oluştuğu görülür:

1. Uyduların dışları: Uydunun dış kısımları gümüş veya altın bir baraka ile kaplanmıştır (özellikle tüm haberleşme uyduları, iç gezegenlere gönderilen uydular ve ay modülleri). Bu tabakanın en belirgin özelliği yansıtıcı olmasıdır. Güneş ışınları yansıtılarak uydunun ısınması engellenmiş olur. İkinci neden ise özellikle altının iyi bir iletken olmasıdır. Yer yörüngeli uyduların büyük bir kısmı Van Allen manyetik kuşakları içerisinde bulunurlar. Bu kuşaklar güneşten ya da yıldızlar arası ortamdan gelen yüklü parçacıkları hapsederek, kutup ışımasına neden olurlar. Bu parçacıkların oluşturdukları elektrik alan uydudaki

elektronik aletlerin çalışmasını engeller. Altın barak oluşan elektriği toplamaya yarar. Özellikle haberleşme uydularının anten bağlantıları bile altın barak ile kaplanmıştır. Üçüncü bir neden ise mikron büyüklüğündeki asteroidlerin uydunun iç kısımlarına zarar vermesini engellemek içindir.

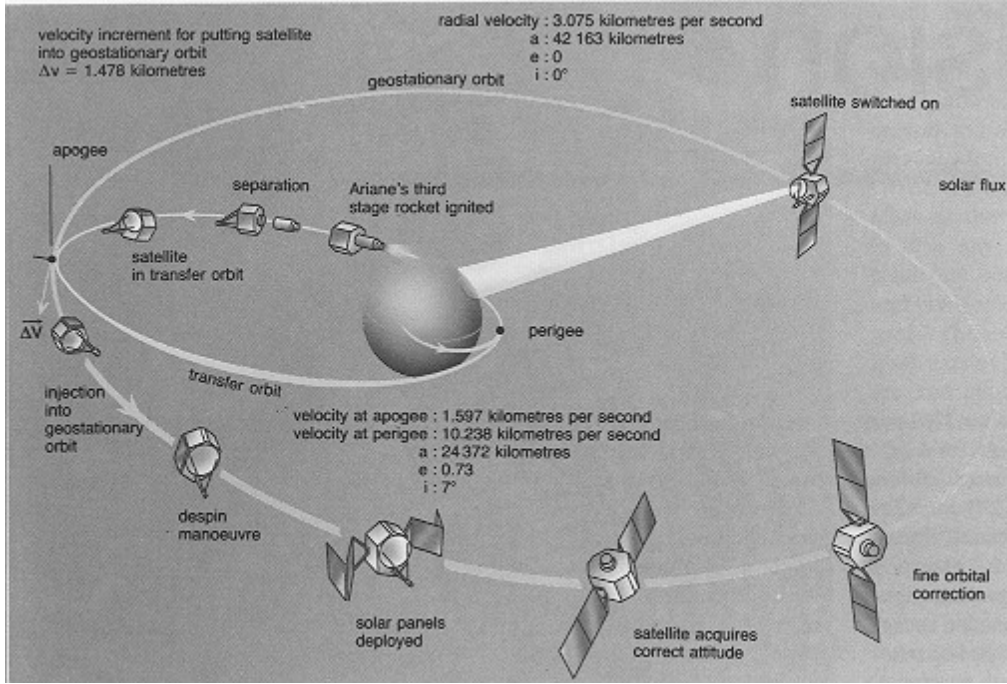
2. Haberleşme Sistemleri: Eğer uydu ölçüm yapıyorsa, örneğin astronomik amaçlı ise yıldızları, gezegenleri, güneşi ya da derin uzayı inceliyor demektir. Ölçümleri radyo sinyalleri ile yeryüzüne ulaştırıyordur. Uydudaki bilgi yerdeki belli istasyonlara belirli zamanlarda aktarılır. Haberleşme uyduları 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. Bunun dışında uydu ile bizzat haberleşmeyi sağlayan sistemler vardır. Bu sistemler yardımı ile uydunun yeri, enerji durumu, hızı tespit edilir. Ona göre de gerekli yörünge düzeltmeleri yapılır.
3. Bilgisayar ve veri toplama sistemleri (dedektörler, radyo antenleri, teleskoplar, kameralar vs.)
4. Güç kaynakları: 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. Bunun dışında uyduların yörünge düzeltmelerinde belli bir egzoz hızı elde etmek için itme kuvvetine ihtiyaçları vardır. Bu tür enerji ile genellikle imalat sırasında uyduya yüklenir (yanıcı ve yakıcı sıvı yakıtlar) yada uzay mekikleri vasıtasıyla yörüngede yakıt nakli yapılır.
5. Pozisyon belirleme ve sabitleme üniteleri: Uydular güneş ışınlarından korunmak için kendi eksenleri etrafında dönerler. Bu dönme düzgün olmak zorundadır ve daima kontrol edilir. Belli bir yıldızla kilitlenme için uydunun pozisyonu çok önemlidir. Ayrıca astroid veya yörüngedeki bir uydu artığı ile çarpışma uydunun kontrolden çıkmasına neden olabilir.

Uyduların şekilleri, yörünge yükseklikleri yapacakları işe göre seçilir. Eğer yer yörüngeli bir uydu ise, uydunun dolanma periyodu yörünge yarı-büyük eksenine bağlıdır.

<u>H(km)</u>	<u>V₁,m/sn</u>	<u>T, sn</u>
150	7814	87.49
200	7789	88.34
300	7726	90.52
500	7613	94.62
1000	7350	105.1
2000	6898	127.2
5000	5919	201.3
10000	4933	347.7
35786	3075	1436=23 ^s 56 ^d

Yukarıdaki tablo yeryüzünden farklı uzaklıklardaki yörüngelere ait değerlerdir. Eğer yörünge elips ise H uzaklığı uydunun enöte noktasındaki uzaklık ve hızı vermektedir. Bir uydunun yerin çekim etkisinden kurtulabilmesi için kabaca 10 km/sn hız kazanması gerekir. Yer yörüngeli uyduların enberi hızları hiçbir zaman 10km/sn'yi aşamaz. Eğer daha büyük yörüngeler (gezegenler arası yada güneş merkezli yörüngeler) gerekiyorsa, ilk yörüngeden fırlatılış hızları şöyledir:

H (km)	V₂(m/sn) kaçma hızı
0	11180
200	11010
400	10840
1000	10390



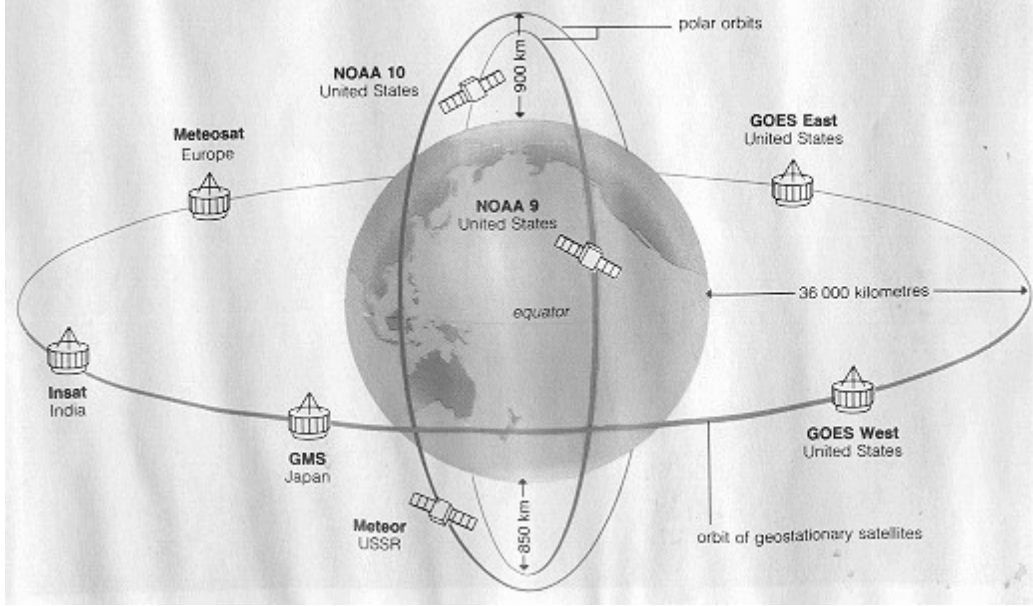
Ancak Güneş merkezli yörünge çizen uydularda hızlar oldukça yüksektir. Örneğin Halley kuyruklu yıldızını incelemek için gönderilen beş uydunun Halley'e göre rölatif hızları şöyledir:

Sonda	1986	Halley Uz.	Hız(Halley'e göre)
Vega 1	6 mart	8890 km	79.2 km/sn
Vega 2	9 mart	8030	76.8
Sakigake	11 mart	6 910 000	-
Suisei	8 mart	151 000	73
Giotto	14 mart	605	68.4

KUTUP YÖRÜNGELİ UYDULAR

Bu tür uydular, yeryüzünün boylam çizgilerine paralel olarak dolanırlar. Yer küresi döndüğü için devamlı olarak yeryüzünün farklı bölgelerini gözlerler. Genelde Yer'in iyonosfer tabakası, kutup bölgeleri, okyanuslardaki akıntılar, erozyon, tarımsal ürünlerin tespiti, yeryüzünün fotoğrafının çekilmesi, askeri bölgelerdeki hareketlilik, maden ve petrol yataklarının tespiti gibi, yer küresine ait bilgi toplama işleri bu tür yörüngeli uydular

vasıtasıyla yapılırlar. Bazı meteoroloji uyduları da kutup yörüngeli olarak atılabilmektedir. Alçak yörünge uydularıdır ve dolanma periyotları kısadır.



EKVATORAL UYDULAR

Yer'in ekvator düzlemine paralel ve o düzlem içinde dolanan uydulardır. Yörüngelerinin enöte noktası yaklaşık olarak 36 000km, periyotları da 24 saat civarındadır. Bu nedenle yeryüzünden bakıldıklarında sabit görünürler ve ampul uydu diye adlandırılırlar. Göz ile bakıldığında yıldız sanılabilirler. Haberleşme amacıyla atılan uydular, erken uyarı askeri uyduları, meteoroloji uyduları bu tür uydulardır. Yaşam süreleri daha uzundur.

RASGELE UYDULAR

Genellikle yörüngeleri yer ekvatoruyla belli bir açı yapan uydulardır. Çoğunlukla haberleşme ve meteoroloji uydularıdır.

İNSANLI UYDULAR

İlk insan taşıyan uydu Sovyetler Birliğinin 12 nisan 1961 de fırlattığı **Vostok-1** uydusudur. Böylece Sovyetler Birliği içinde insan bulunan bir uyduya tam bir dönüş yaptırmayı başarmışlardır. Uzaya çıkan bu ilk insanın adı Yuri Gagarin idi. Sovyetler daha sonraları da uzaya gönderdikleri uyduları karaya indirmeyi başarmışlardır. İnme olayı, uydu atmosfere girdikten sonra, atmosferin alt kademelerinde paraşüt açarak sağlanmıştır. Halbuki bugün bile ABD paraşütle karaya uydu dönüşü yapamamaktadır. Bunun için Uzay Mekiği teknolojisini geliştirmiştir. Sovyetler Birliğinin **Vostok**, **Salyut**, **Soyuz** serileri ile ABD'nin **Mercury** ve **Gemini** serilerine ait uydular insanlı ya da canlı yük (deney hayvanları) serileridir. Uydunun yeryüzüne dönen canlı taşıyan kapsül kısmı son derece ısıya dayanıklı bir korutucu ile kaplanmıştır. Bunun nedeni atmosfere girdiğinde sürtünmeden dolayı kapsülün erimesini önlemek içindir (yıldız kayması olayını düşününüz).

<u>Atılış Tarihi</u>	<u>Adı</u>	<u>Ağırlık</u>	<u>Ömür (km)</u>	<u>Uzaklık</u>	<u>Özellik</u>
12 Nis. 1961	Vostok-1	4725kg	0 ^s 01 ^s 48 ^d	181-327	İlk ins. Uçuş
6 Bis. 1961	Vostok-2	4722	1 01 18	183-244	İki insanlı
16 Haz. 1963	Vostok-6	4713	4 23 06	181-231	İlk kadın koz.
6 Eki. 1964	Cosmos-47	5300	1	177-418	Test amaçlı
14 Eki.1964	Voskhod-1	5320	1 00 18	177-408	Üç insanlı
22 Şub. 1965	Cosmos-57	5600?	Y. Girmedi	175-512	-
18 Mar. 1965	Voskhod-2	5682	1 02 02	173-498	İki insanlı
2 Tem.1965	Cosmos-?	5700	-	-	Köpek taşıyordu
22 Şub. 1966	Cosmos-10	5700?	22 00 00	187-904	2 köpek, biolo araş.

Sovyetler Birliğine ait ilk uyduların bazı özellikleri

1985 yıllarından sonra uydular tek amaçlı olarak fırlatılmıyorlar. Bir uydunun üzerine farklı amaçlı aletler yerleştirilerek daha çok bilgi toplama yoluna gidiliyor. Ayrıca yörüngeye bir uzay laboratuvarı görevi gören ve içinde insanların yaşayabileceği kabinler bırakılıyor. Bunlara genellikle Uzay Laboratuvarları deniyor. Buralara malzemeler ve insanlar belirli dönemlerde gidiyorlar. Ancak bu tür incelemeler büyük maliyet gerektirdiğinden birçok ülke birleşerek böyle büyük projeleri gerçekleştirebiliyorlar. Örneğin 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. Ayrıca Japonlar 1987 de MOS (Maritime Observation Satellite) adını verdikleri bir proje başlattılar ve 19 Şubat 1987 de MOS1 Uydusunu 908 km yükseklikte bir yörüngeye oturtular. Gerek Avrupalıların gerekse de japonların uyduları aynı amaçlıydı. Bu uydular özellikle infrared, görsel ve mikrodalga boyunda gözlemler yapıyorlardı. Aynı yıllarda yani 1987 li yıllarda Ruslar Cosmos serisi uydularla, uzayda laboratuvar 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 LANSAT projesini, Nisan 1986 da Fransa'da SPOT (Satellite Pour Observation de la Terre) projesini başlattılar. LANSAT uyduları 700km yükseklikte, SPOT uyduları 832km yükseklikte yörüngelere oturtuldular. Yörüngede 7 LANSAT 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 LANSAT verileri, içinde Türkiye'nin de bulunduğu birçok ülkenin bilimsel merkezleri tarafından incelenmektedir.

Bunların dışında Yer dışı bilimsel araştırmalar için (astronomik amaçlı) bazı uydularda Yer çevresinde yörüngeye oturtulmuştur. Örneğin Hubble Uzay Teleskobu.

<u>Uydu</u>	<u>Adet</u>	<u>Atılış Tarihleri</u>	<u>Ağırlık</u>	<u>Yer'den Uzaklık</u>
TIROS Serisi	10	1960-63	717-854kg	837-1119km
ESSA Serisi	9	1966-69	131-159	1561-1637
NIMBUS Serisi 3-7		1969-78	545-1092	1700
NOAA Serisi	11	1970-88	1030	875

ABD nin kutup yörüngeli meteoroloji uyduları

Rusya'nın ise,

30 adet Meteor I serisi 1969-78
 4 adet Meteor LL serisi 1975-89
 2 adet Meteor III serisi 1985-88

meteoroloji uyduları vardır. Ağırlıkları bilinmemektedir, yerden ortalama uzaklıkları 980km dir. Çin Cumhuriyeti ise 1988-90 arasında Fengyun1 ve 2 uydularını 904km yükseklikte bir yörüngeye oturtmuştur.

Bunlardan başka periyodu 24 saat yüksekliği 36000km olan ekvatorial uydularda vardır. Bunlara ampul uydular denir. Genellikle haberleşme ve radyo, TV yayını için kullanılırlar. Bu uyduların ağırlıkları 293kg ile 834 kg arasında değişir. Aşağıda bu amaçla atılmış uyduların adları vardır.

<u>ABD</u>	<u>Avrupa</u>	<u>Japon</u>	<u>Hindistan</u>
SMS1, 2 GOES1-7	Meteosat1-5	GMSF1, 2 GMS3	Insat 1A ve 1B Insat 1C ve 2

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. Bu güne 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.

Güneş Hücrelerinin çalışma prensibi:

Bazı elementler yarı iletkenlerdir. Örneğin germanyum (Ge) ve silisyum (Si). **p** ve **n** olarak isimlendirilen iki farklı tür yarı iletken üst üste konur. **n** tipi yarı iletkenler kolayca elektron verebilen maddelerden yapılmıştır. Buna karşılık **p** tipi yarı iletkenler ise kolaylıkla elektron alabilen elementlerden yapılmıştır.

Bir tek elektronun n den kopup p ye geçebilmesi için bir enerjiye ihtiyaç vardır. Bu enerji ϵ_1 olsun. Bu takdirde T mutlak sıcaklık olmak üzere bütün elektronların n den kopup p ye gitmeleri için gerekli enerji,

$$e^{-\frac{\epsilon_1}{2kT}}$$

olur. Burada k; boltzman sabitidir. Bu durumda n tipi maddenin elektron alması için gerekli olan enerji miktarı ise

$$e^{-\frac{\epsilon_2}{kT}}$$

kadardır. p ve n tipi yarı iletkenlerin eklem noktaları vardır. Burada iki tip yarı iletken temas halindedir. Dolayısıyla elektronlar n tipinden p tipine harekete başlarlar, n tipi madde elektron kaybettiği için (+) ; p tipi madde ise elektron kazandığı için (-) olarak yüklenmiştir. Bunu bir mıknatısın iki kutbu gibi düşünebiliriz. Ancak bazı olaylar tüm söylediklerimizin olmasını önlemek için bir potansiyel barajı oluştururlar. Dolayısıyla p ve n tipinden oluşan bu bileşimde hiçbir akım meydana gelmez. Mutlaka bu potansiyel barajının aşılması gerekmektedir. Bunun için de güneş ışınlarına ihtiyaç vardır.

E_j , n ile p arasındaki potansiyel farkı olsun. Eğer n ile p arasında bulunan ekleme bir gerilim uygularsak bu takdirde geçen akımın miktarı;

$$I = I_0 \left(e^{\frac{eV}{kT}} - 1 \right)$$

I_0 gerilim uygulanmadığı zaman geçen akımın miktarı olmak üzere, bağlantı yerine gerilim uygulamak yerine n veya p nin üzerine ışık düşürüldüğü zaman bir akım oluşmaktadır. Bu takdirde yüklenmemiş bir devrede elektron volt cinsinden meydana gelen maksimum enerji,

$$kT \log \left(\frac{I}{I_0} + 1 \right) \text{ olur. Düşen ışınımın yoğunluğu arttıkça maksimum enerjide de bir}$$

artış olmaktadır. Ancak 40 mW/cm² ışık yoğunluğundan sonraki değerlerde maksimum enerji 0.6 eV civarında sabit kalmaktadır. Genellikle $E_g=1.6\text{eV}$ olması istenir. Buradaki E_g , kullanılan madde içerisindeki enerji boşluğudur. Eğer silisyum kullanılacak olursa bu değer 1.1eV oluyor. Silisyum tabanlı güneş hücrelerinde verim %22 civarındadır ve hala en iyi güneş hücrelerinin yapımında silisyum kullanılmaktadır. p tipi madde direk güneş ışığını gören yüzeye, n tipi ise hemen onun altına konmaktadır. Eğer n tipi maddeden bir güneş hücresi yapılacaksa üstleri kuars veya safir ile kaplanmaktadır.

Uydu içinde ısı kontrolü

Bilimsel aletler, özellikle ölçüm yapan detektörler sürekli olarak uygun sıcaklıkta tutulan bir ortam içinde verimli çalışabilirler. Dünya çevresinde dolanan bir uydu devamlı olarak VAKUM içinde bulunmaktadır. Elektronik devrelerde akımın bir kısmı ısı enerjisine dönüşür. Bu da devrelerde direncin artmasına neden olur. Düzenli bir çalışma için sistemin aynı ısıda tutulması gerekmektedir. Hava içinde bulunan bir sistemde soğutma konveksiyon akımları sayesinde sağlanır. Örneğin PC lerdeki fan adı verilen küçük vantilatörler bu işlevi sağlarlar. Ya da içinden hava geçebilen delikli ve yollu alüminyum metal soğutucular kullanılır. Eğer hava yoksa bunların hiçbiri işe yaramaz. Halbuki uydularda sıcaklık yüzeyden soğurulan ve salınan ışınım enerjisine bağlıdır. Enerji dengesi IŞIMA yoluyla sağlanmaktadır.

Uyduda aletlerin bulunduğu kap (uydunun içindeki aletlerin bulunduğu iyi korunmuş vakum ortam) uydunun yüzeyinden gelecek veya salınacak ısıya karşı iyice yalıtılmıştır. Ayrıca yüzey ile kap arasındaki ısı alışverişi sürekli olarak kontrol edilmektedir. Kabın içindeki aletlerin harcadığı ortalama enerji miktarının bilinmesiyle sıcaklığın hangi aralıkta tutulması gerektiği hesaplanır. Dolayısıyla bir enerji dengesinin olması için

- a) içeride üretilen enerji miktarı
- b) dışarı kaçan enerji miktarı
- c) dışarıdan gelen enerji miktarının bilinmesi gerekmektedir.

Uydu yüzeyinin sıcaklığı T olsun. Bu takdirde sıcaklık kontrolünü şu şekilde gösterebiliriz:

$$R_s a_s + R_r a_s + R_e a_e - A \sigma a_e T^4 = m \bar{c} \frac{dT}{ds}$$

burada

$R_s a_s + R_r a_s + R_e a_e$: uydunun dış ortamdan kazandığı ısı enerjisi yani KAZANÇ enerjisidir.

$A \sigma a_e T^4$: uydunun tüm yüzeyinden yaydığı ışıyım miktarı, KAYIP enerjidir.

σT^4 : kara cisim için Stefan kanununa gösterir. Çünkü uyduyu bir kara cisim olarak alabiliriz.

R_s : doğrudan güneşten uydu yüzeyine düşen ışıyım enerjisi

R_r : Dünya yüzeyinden yansıyıp uydu yüzeyine bir saniyede düşen güneş enerjisi

R_e : Dünyadan bir saniyede uydu yüzeyine gelen kırmızı ötesi enerji (bu enerjinin %99 dünyanın iç kısımlarındaki magma tabakasından gelmektedir)

a_s ve a_e : güneş ışıyımı ve dünyanın kırmızı ötesi ışıyımı için uydu yüzeyinin soğurma katsayısıdır.

A : uydu yüzeyinin alanı

$m \bar{c} \frac{dT}{ds}$: uydunun ısı kapasitesi

m : uydunun kütlesi

s : uydu yüzeyinin yapıldığı maddenin özgül ısısı

Yukarıdaki denklem bir an için geçerli olan bir denklemdir, çünkü enerji birimleri enerji/saniye cinsindedir. Oysa uydu dünya çevresinde dolandıkça ısı olayı sürekli değişmektedir. Bundan dolayı T üzerinde bir ortalama almak gereklidir, sonuç olarak

$$A \sigma \bar{T}^4 = \bar{R}_e + (\bar{R}_s + \bar{R}_r) \frac{a_s}{a_e}$$

denklemini geçerlidir. Bu denklemden de görülüyor ki bazı terimleri kontrol etmek mümkün değildir. A ; uydu uzaya atılmadan değiştirilebilir, ancak fırlatıldıktan sonra A nın değiştirilmesi mümkün değildir. R_e , R_s , R_r kontrol edilemezler. Buna karşılık a_s/a_e kontrol edilebilir.

Ancak her ne kadar a_s/a_e oranı istenilen şekilde seçilerek sıcaklığı kontrol etmek olanağımız var gibi görünüyorsa da gerçekte durum böyle değildir. Çünkü yüzeyin yapıldığı malzemenin uydunun amacına yönelik birçok başka koşullara uyması gerekir. Örneğin, uydunun görsel olarak gözlenmesi gerekiyorsa yüzeyi görsel ışıyımı iyi yansıtmalı ve çok büyük olmalıdır. Böyle bir yüzeyin a_s/a_e oranı 5 civarındadır ve bir uydu için çok büyük bir değerdir. Burada yapılacak iş yüzeyi çok ince bir dielektrik bir tabaka ile kaplamaktır. Görsel ışıyım için bu tabaka saydam, fakat yakın kırmızı ötesinde saydam olmadığından a_e büyümüş olur. Dolayısıyla a_s/a_e oranı da küçülür. Genelde dielektrik malzeme olarak SiO_2 kullanılır.

Bazı uydularda aktif sıcaklık kontrolü gerekir. Bu hallerde sıcaklık artınca uydu içindeki aletlerin çalışmasını durduran bir sistem vardır.

Veri Aktarımı

Şu andaki teknolojiye göre Pluton gezegeni yakınlarından veri aktarımı yapılmıştır. Veri aktarımı için gerekli enerji miktarının hesaplanması zorunludur. Çünkü yeryüzünde yaptığımız haberleşmelerde sınırsız miktarda enerji kullanabiliriz Oysa uydularda;

- Enerji miktarı kısıtlıdır
- Belli bir zaman dilimine sığdırılan veri sayısı çok fazladır
- Veri aktarılan uzaklıklar çok büyüktür.
- Veri aktarma sistemleri çok enerji harcayan sistemlerdir.

Bu nedenle veri aktarımı çok zorluklar çıkarır. Örneğin bir haberleşme uydusu ise, doğrudan konuşma için 7×10^4 bit/sn, TV de siyah-beyaz resim için 4×10^4 bit/sn, renkli resim için 1.2×10^5 bit/sn lık aktarım gerekir. Son teknolojiye göre veri aktarı çok hızlanmıştır. Özellikle telefon konuşmaları sırasında veri sıkıştırılarak gönderilmektedir. Genel olarak veri aktarımı üç aşamalı bir işlemdir. Veri alınır, kodlanır ve gönderilir. Her üç işlem için de enerji gereksinim vardır.

Kullanılan dalgaboyu veya renk aralığında saniyede algılanacak bitlerin sayısı şöyledir:

$I = \Delta \nu \log_2 \left(1 + \frac{P_r}{P_n} \right)$ bit/sn. dir. Burada $\Delta \nu$; radyo frekans aralığı yani band, P_r : Alıcı antenin algılama gücü (watt), P_n : gürültü (parazit) gücü (watt)

Yakınsama: $\frac{P_r}{P_n} \ll 1$ durumunda enerjinin çoğunun gürültüye harcanması demektir. Bu

durumda $I \cong 1.44 \Delta \nu \frac{P_r}{P_n}$ bit/sn. Gürültü kesinlikle aletin sıcaklığı ile ilgilidir. (Eski lambalı radyoları hatırlayınız). Alet ne kadar soğuksa gürültü o kadar az olur. ve genel olarak formül $P_n = \Delta \nu k T_e$ dir. Burada k: boltzmann sabiti, T_e efektif sıcaklıktır. $\Delta \nu$ arttıkça gürültü de artar. Bir bit başına $0.695 k T_e$ kadar enerjiye ihtiyaç vardır. İlk fırlatılan uydularda 1 bit için gerekli olan enerji $0.546 \cdot 10^{-23}$ Joule/ $^{\circ}K$ dir.

Kazanılan bilgilerin biriktirilmeden aynı hızla yayınlanabilmesi için gerekli enerji ise,

$$\frac{P_r}{P_t} = \eta G_t \frac{A}{4\pi R^2} \text{ dir. Burada}$$

P_r : alıcı antenin algılama gücü

P_t : Yayın gücü

G_t : vericinin kazancı

A: alıcı anten alanı

R: Vericinin anten ile olan uzaklığı

Bu yukarıdaki formül yönlendirilemeyen verici anten (uyduda, tek dipol çubuk anten) için geçerlidir. Yer alıcı antenin çapının da 15 m olması gerekir. (Çok uzak uydularla haberleşmelerde yeryüzündeki büyük çanaklı alıcılar veya interferometre kullanılır) Eğer antenler yönlendirilebilirse kazanç çok büyük olur. Şu an için en uzak haberleşme Voyager uyduları ile yapılmaktadır.