

## ROKET MOTORLARI

Şu ana kadar sadece katı veya sıvı yakıt kullanan roket motorlarını gördük. Bu tür motorlara kimyasal motorlar denir. Genellikle taşıyıcı olarak kullanılan dev yapılı roketlerin motorları bu şekildedir. Ancak uydu üzerine monte edilmiş sıvı yakıt kullanan küçük motorlar uydunun döndürülmesinde ve yörünge değişiminde kullanılırlar. Boyut olarak küçüktürler. Yakıt olarak uydunun içinde bulunan yakıtı kullanırlar. Yakıt bitince de uydu yörünge kaymasından dolayı atmosfere girerek yanar. Yani yakıtın miktarı uydunun ömrünü belirler. Uydulara yakıt nakli yapmak çok zor bir iş olduğundan uydunun düşmesine göz yumulur ve o uydunun işlevini yapacak yeni bir uydu yörüngeye oturtulur. Sadece yörüngede dolanan ve Uzay İstasyonu (Skylab, Mir gibi) olarak adlandırılan ve yaşam üniteleri olan uydulara yakıt takviyesi yapılabilmektedir (Uzay Mekikleri vasıtasıyla). Başlangıç yükü ile karşılaştırıldığında yerden fırlatılan roketler ancak toplam yükünün binde yedisini yörüngeye yerleştirebilmektedirler.

### Roket Motor Türleri

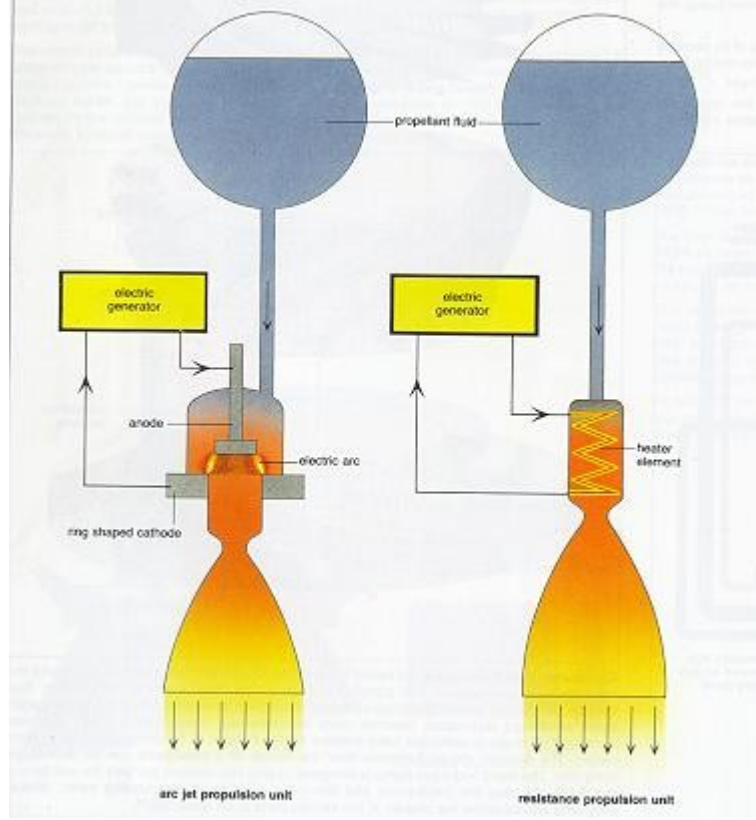
1. Kimyasal Yakıtlı Motorlar
2. Elektrikli Roket Motorları
  - Elektrotermal motorlar
  - Elektrostatik motorlar (iyon motorları)
  - Elektromanyetik motorlar (plazma motorları)
3. Güneş Işınımlı İtme motorları
4. Nükleer Motorlar

### Elektrikli Roket Motorları

Adından da anlaşıldığı gibi elektrik enerjisini ya doğrudan yada başka enerji türlerine çevirmek amacıyla yapılmış motorlardır. Bu nedenle büyük elektrik gereksinimleri vardır. Elektrik enerjisi ise jeneratörlerden elde edilir ve jeneratöründe yakıtı yine kimyasal bir yakıttır. Bu nedenle akü sistemleri ve güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştüren ara sistemlere ihtiyaç vardır. Bunlarda hem yükü artırır hem de maliyeti kabartırlar. Ancak gezegenler arası uydular için uzun zamanda büyük hızlar elde etmeye olanak tanıdığından dış gezegenlere gönderilen uydularda ve yer yüzündeki uyduların ara yörüngelere oturtulmasında kullanılırlar.

### Elektrotermal Motorlar

Motor yapıları, kimyasal roket motorlarına çok benzemektedir. Basitçe kimyasal bir motorun elektrik ısıtıcısı konmuş halidir. Bir patlama olmadan elektrik enerjisiyle patlama (genleşme ve moleküler bozulma sağlanarak) elde edilerek bir itme kuvveti yaratılır. Ancak gazla verilecek ısı moleküllerin atomlarına ayrılmasına harcanacağından verim kaybı büyük olur. Sistemin gereksinim duyduğu elektrik enerjisi genellikle güneş pillerinden elde edilir. Şu anda **Resistojet** ve **Arcjet** olarak adlandırılan iki elektrotermal motor türü kullanılmaktadır. Resistojet sisteminde gaz elektrik ile ısıtılarak itme sağlanmakta, Arcjet sisteminde ise yanıcı gaz ateşlenerek itme sağlanmaktadır. Burada ateşlemeyi sağlayan elektrik donanımdır. Arcjet'lerin termal verimi az olduğundan, geniş güneş panelleri ve yörünge aktarımı sırasında uzun görev süresine ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle yörünge aktarımları için uygun değildir.



Şematik olarak Resistojet ve Arcjet Motor yapıları

### Elektrostatik motorlar (iyon motorları)

Bu tip motorlar ilk defa Oberth tarafından ortaya atıldı. Prensip olarak elektrik ile iyonlaştırılan atomların elektrik ve manyetik alanlar tarafından ivmelendirilmesine dayanıyor. Bu da kimyasal motorların geliştirilmiş bir halidir. Çünkü iyon için gaz kullanılıyor. En büyük özellikleri ise egzoz hızlarınının yüksek olmasıdır. Teorik olarak egzoz hızı 10000km/saniye kadar çıkabilmektedir. Halbuki kimyasal motorlarda bu değer 3 km/saniye dolayındadır. Bu da yakıt yükünde büyük bir tasarruf sağlar. Bu sistemin çalışma süresi kısa olduğundan küçük yörünge düzeltmelerinde kullanılmaktadır. Yakıt olarak genelde buharlaştırılmış Cs kullanılmaktadır. Şimdiye kadar Civa ve Sezyum kullanan iki tür elektrostatik motor yapılmıştır. 20 Temmuz 1964 yılında ise ilk denemeleri gerçekleştirilmiştir. Sezyumun atom ağırlığının iki katı bir element kullanılırsa ivmelendirme dört katına çıkabiliyor. Bu motorların %90 gibi yüksek bir verimliliği olduğu halde uzun süre çalıştırılmamaları bir dezavantajlarıdır. Uzun süre çalıştırılmamalarının nedeni çok yüksek bir elektrik gerilimine ihtiyaçları vardır ve bu gerilimin ömrü de üç beş saniyeyi geçmemektedir. Bu nedenle gerekli olan elektrik atom gücüyle çalışan elektrik jeneratörleri yardımıyla yada güneş enerjisiyle sağlanmaktadır. Kullanılan yakıtın iyonlaşma potansiyelinin düşük ve atomlarınının ağır olmaları tercih ediliyor. İyonların egzozu doğru ivmelendirilmeleri iki yolla mümkün olmaktadır:

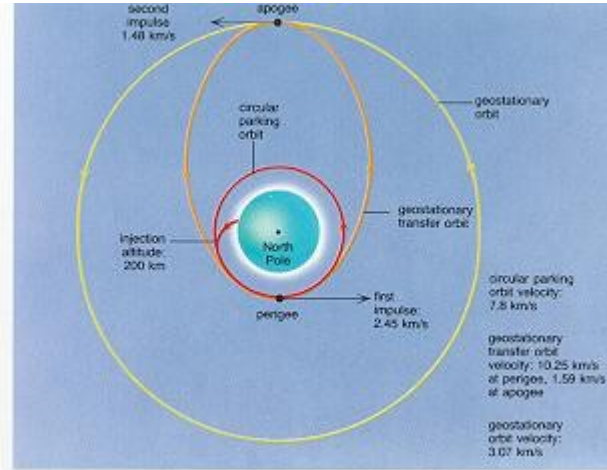
1. Elektrik alan yaratarak
2. Değişebilen manyetik alan yaratılarak.

Yer yörüngesine oturtulan uzun ömürlü uydular bu tür motor kullanarak yörünge düzeltmeleri yapmaktadırlar. Yer yörüngesine oturtulan uzun ömürlü uydular bu tür motor kullanarak yörünge düzeltmeleri yapmaktadırlar. Yer yörüngesinde nükleer yakıt bulunduran uyduların nükleer yakıtlarının kullanımı sadece elektrik üretimini sağlamak içindir. Bu da uydunun yükünün artması açısından dezavantajdır.

Uzaya atılan yer yörüngesine yerleştirilen büyük kütleli uydu ve laboratuvarlarda yörüngeyi bozucu birçok etken vardır, bu etkiler:

1. Çok azda olsa atmosferin frenleme etkisi
2. Yer'in şeklinin tam bir küre olmaması ve dağların etkisi
3. Diğer dış etkenler, meteorlar, gezegenler, Ay'ın konumu, Yer-Güneş uzaklığındaki değişimler

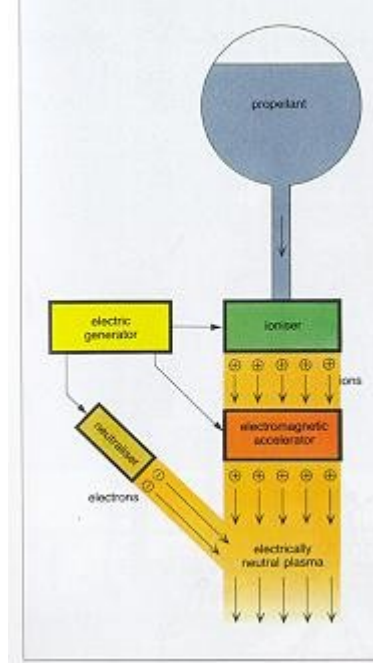
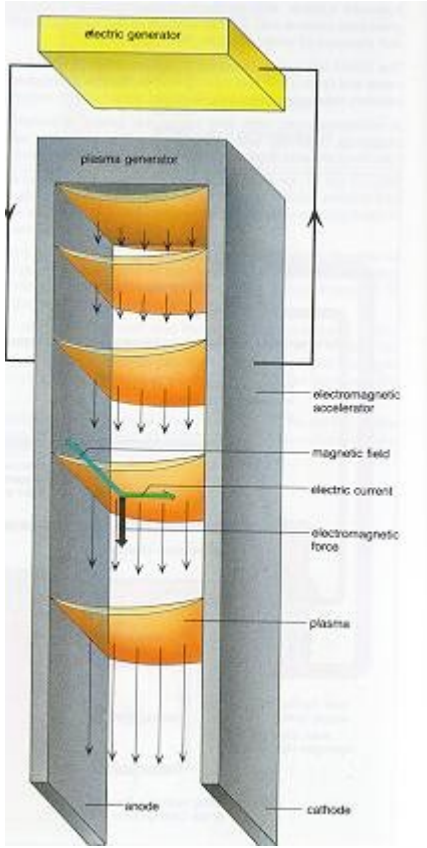
Bu etkilerden dolayı yörüngeler bozulur. Bozucu etkilerin sonucu küçük ve uzun sürede oluşur. Dolayısıyla bir motoru çok kısa zaman çalıştırmakla etkiyi yok etmek mümkündür. Bu tür işler için iyon motorları kullanılır. Bu tür uydular erken uyarı uyduları (askeri), haberleşme uydularıdır. Genelde 24 saat periyotlu Yer ile senkronize ve Yer yarıçapının 5.6 katı uzaklıkta dairesel yörüngelere oturtulmuş uydulardır.



Bir uydunun fırlatma yörüngeleri

### Elektromanyetik motorlar (plazma motorları)

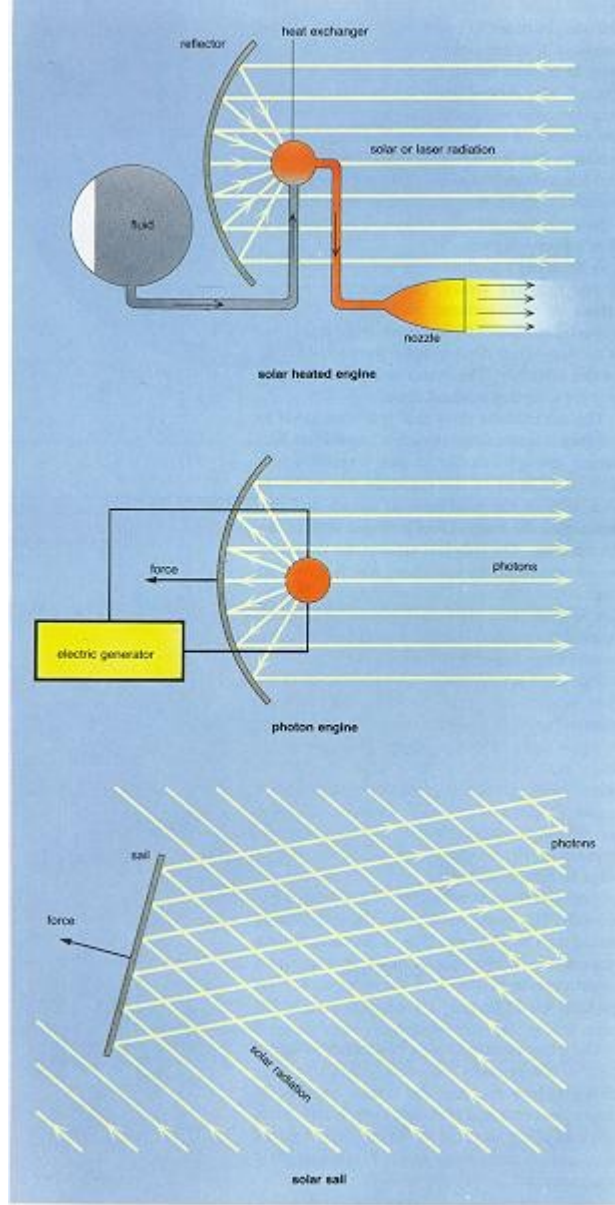
Henüz deney aşamasındaki motorlardır. Bu tip motorlarda gaz plazma haline getirilmekte egzoz giden yanma odasında (bu odada kimyasal bir yanma ve ısı üretimi söz konusu değildir) elektromagnetik bir ortam elektrik akınıyla sağlanarak plazmanın egzoz dışına doğru hareketi mümkün kılınmaktadır. Hem yakıtı plazma haline getirmek hem de güçlü bir manyetik alan yaratmak için çok fazla elektrik üretimine ihtiyaç vardır. Plazma motorları çok teferruatlı ve ağır yapılardır. Böyle bir motora sahip uydunun yörünge dışına çıkarılması çok zordur. Ancak yörüngede montajı mümkündür. Gezegenlerarası çalışmalar için düşünülmektedir. Gaz olarak da Helyum atomu kullanılmaktadır. 15 km/saniye gibi yüksek itme hızları elde edilebilmektedir.



Plazma Motor Şemaları

### Güneş Işınımlı İtme motorları

Bu sistemde güneş enerjisi toplanıp parabolik ayna ile odaklandıktan sonra “kara cisim” özelliğindeki bir noktada toplandıktan sonra hidrojen gazının ısıtılmasında kullanılmaktadır. Bu yolla hidrojen 2727°C'ye kadar ısıtılmakta, sıcak gazın atılması ile itme sağlanmaktadır. Yanma olmaması, hareketli parça bulunmaması ve güneş enerjisinin doğrudan kullanımı nedeni ile verimi yüksektir. Yörünge aktarımı amacıyla kullanılabilir yöntemleri karşılaştırıldığında, solar termal sistemler en yüksek verimi sağlamaktadır. Ekonomik kriterler düşünüldüğünde solar termal sistemler diğer sistemlere göre daha avantajlı olmaktadır. Bu sistem kullanılarak yörüngeye yük taşıma kapasitesi 2 ile 7 kat arasında artacağı düşünülmektedir.



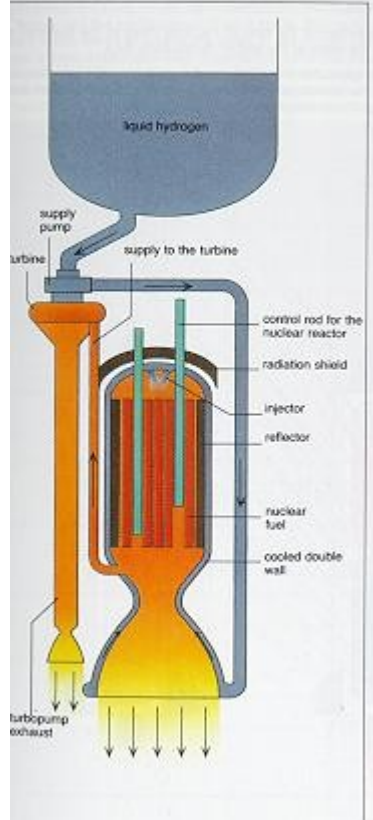
Güneş Işınımlı İtme motorları

## Nükleer Motorlar

Uzun uçuşlar için uygun motorlardır. Gerek Uranyum gerek plütonyum radyoaktif maddeler oldukları için radyasyondan korunmak için özek şekilli uzay araçlarının yapılması gereklidir. Proton-proton zinciriyle hidrojenen helyuma dönüşüm yapılarak enerji elde edilebilir, ancak böyle bir sistem henüz gerçekleştirilememiştir. Hidrojenin Helyuma dönüştürülebilmesi için çok yüksek sıcaklıklara ihtiyaç vardır. Böyle bir sıcaklığa dayanabilecek reaktör yuvası henüz yapılamamıştır. Teorik olarak böyle bir roket yapılabilirse itme hızının 5km/sn olması beklenmektedir. Nükleer motorlardan fazla bir verim elde edilememektedir. Buna rağmen kimyasal motorlardan 2-3 kat itme gücü elde edilebilmektedir. Nükleer motorların iki tipi vardır:

**1.Tip:** Atom enerjisinin ısıdan yararlanıp, itme gücü sağlayan gazın ısınmasından egzoz hızı elde etmek. Bu tür motorlarda 6km/sn'lik bir egzoz hızı elde edilebiliyor. Radyoaktif maddenin bozulması sırasında oluşan enerji ya direkt olarak gazın ısıtılmasında kullanılır yada ek sistemlerle elektrik enerjisine çevrilir. Sistemin avantajı, bozulma sırasında oluşan ürün çekirdeklerinin dışarı atılması gerekmiyor. Nükleer yakıt kaybı yok. Dezavantajları ise reaktörün sıcaklığı yakıt olarak kullanılacak gazdan daha fazla. Bir soğutma sorunu var. Ayrıca reaktörün etrafına çok güçlü koruma kalkanlarının konulması gerekli. Sistem hacim ve ağırlık olarak büyük.

**2.Tip:** Radyoaktif maddenin bozulması sonucunda oluşan ışınımı kullanmak. Sistem genelde basittir. Roketin arka kısmına radyoaktif madde sürülür. Maddenin bozulma hızından yararlanılarak oluşan parçacıklar ( $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  tanecikleri) roketin bir itme kazandırır. Böylece 10km/sn'lik bir hıza ulaşılabilir. Genelde radyoaktif madde plütonyumdur. Sistemin avantajı itme kuvveti için gaz kullanmamasıdır. Dezavantajı ise bozulma işleminin düzenli olmaması ve kontrol edilememesidir.



Şematik Nükleer Motorlar Yapısı