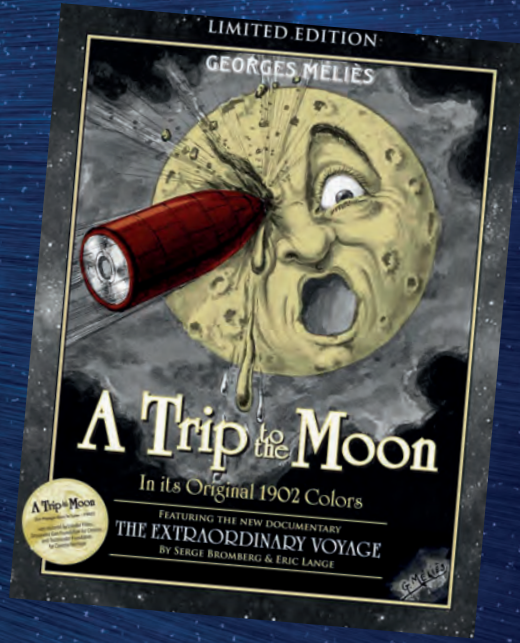


# Yıldızlararası Seyahat

Dr. Tuba Sarıgöl [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi





Bilim kurgu filmlerinin en popüler konularından biri yıldızlararası seyahat. Bu hayal n bir gün gerçekleŐip gerçekleŐmeyeceđi ise henüz bilinmiyor. Yaklaşık yüz yıl önce Ay'a yolculuk bir bilim kurgu filmine (*A Trip to the Moon*) konu olmuŐtu, ama bu hayal 67 yıl sonra gerçeğe dönüŐtü.

Őimdi de y lduzlara yolculuk hayal gibi geliyor. Kim bilir, belki bir gün bu yolculuk da gerçekleŐecek.

Voyager 1'in yıldızlararası ortama giriŐi (büyük resim)  
SPL





İyon itkili roket sisteminin kullanıldığı Dawn uzay aracı

**D**ünya'ya en yakın yıldız Proxima Centauri bizden yaklaşık 4,2 ışık yılı (40.000.000.000.000 km) uzakta. Işık yılı ile ifade edildiğinde mesafeler kısa gibi görünse de en hızlı uzay aracı ile (şu anki rekor, saatte yaklaşık 265.000 km hıza ulaşan *Juno* uzay aracında) Proxima Centauri'ye gitmemiz 17.000 yıldan fazla sürer.

Einstein'ın özel görelilik kuramına göre ışık hızının aşılabilmesi, yıldızlararası yolculuğun insan ömrünün sınırları içinde gerçekleşmesinin önündeki en büyük engel.

Üstesinden gelmemiz gereken tek sorun mesafeler değil. Seyahatimizin sorunsuz şekilde tamamlanması için uzay aracımızın Güneş Sistemi'nin dış sınırındaki yıldızlararası ortamla heliosfer arasındaki savaştan yara almadan çıkması ve yıldızlararası ortamdaki yüksek enerjili parçacıklar arasında zarar görmeden yoluna devam etmesi gerekiyor.

Heliosfer adı verilen bölge aslında Güneş Sistemi'ni yıldızlararası ortamdaki koruyor. Peki, yıldızlararası ortamı tehlikeli yapan ne? Yıldızlararası ortamda gaz, toz ve kozmik

ışınlar bulunur. Işık hızına yakın hızlarla hareket eden bu yüksek enerjili parçacıklar hem uzay aracı hem de insanlar için hayli tehlikeli. Neyse ki, Güneş'teki çekirdek tepkimeleri sonucu oluşan ve Güneş Sistemi boyunca yayılan güneş rüzgârları, yıldızlararası ortamı Güneş Sistemi'nin dışına doğru iterek gaz, toz ve kozmik ışınların Güneş Sistemi'ne girişini engelleyebiliyor. Dünya'nın en uzağındaki, insan yapımı cihaz olan *Voyager 1* uzay aracı 2012 yılının Ağustos ayında bu bölgeyi aşarak yıldızlararası ortama ulaştı.





# Peki, yıldızlararası seyahatin gerçekleşmesi için yeterli miktar da enerji nasıl sağlanabilir?

Modern uzay araçlarının çoğu uzayda kimyasal roket motorları sayesinde yol alıyor. Yakıtın oksijenle girdiği tepkime sonucu açığa çıkan gazın oluşturduğu itme kuvveti uzay araçlarının hareket etmesini sağlar. Fakat kimyasal roket motorlarının kullanıldığı uzay mekikleri saatte ancak 28.000 km hıza ulaşabiliyordu.

Uzay araştırmalarının hız kazandığı son 50 yılda uzay araçlarında büyük değişiklikler oldu. Ancak kullanılan yakıt türleri ve teknolojiler değişse de roket motorlarındaki temel prensip aynı kaldı. Yıldızlara yolculukta olduğu gibi mesafeler çok büyüdüğü zaman farklı itki sistemlerinin geliştirilmesi gerekli.

NASA güneş yelkeni itki sistemi

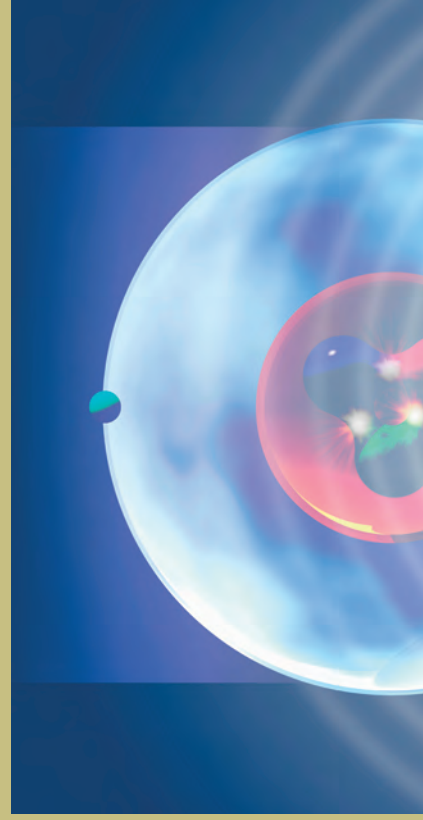




## Plazma ve İyon İtkili Motorlar

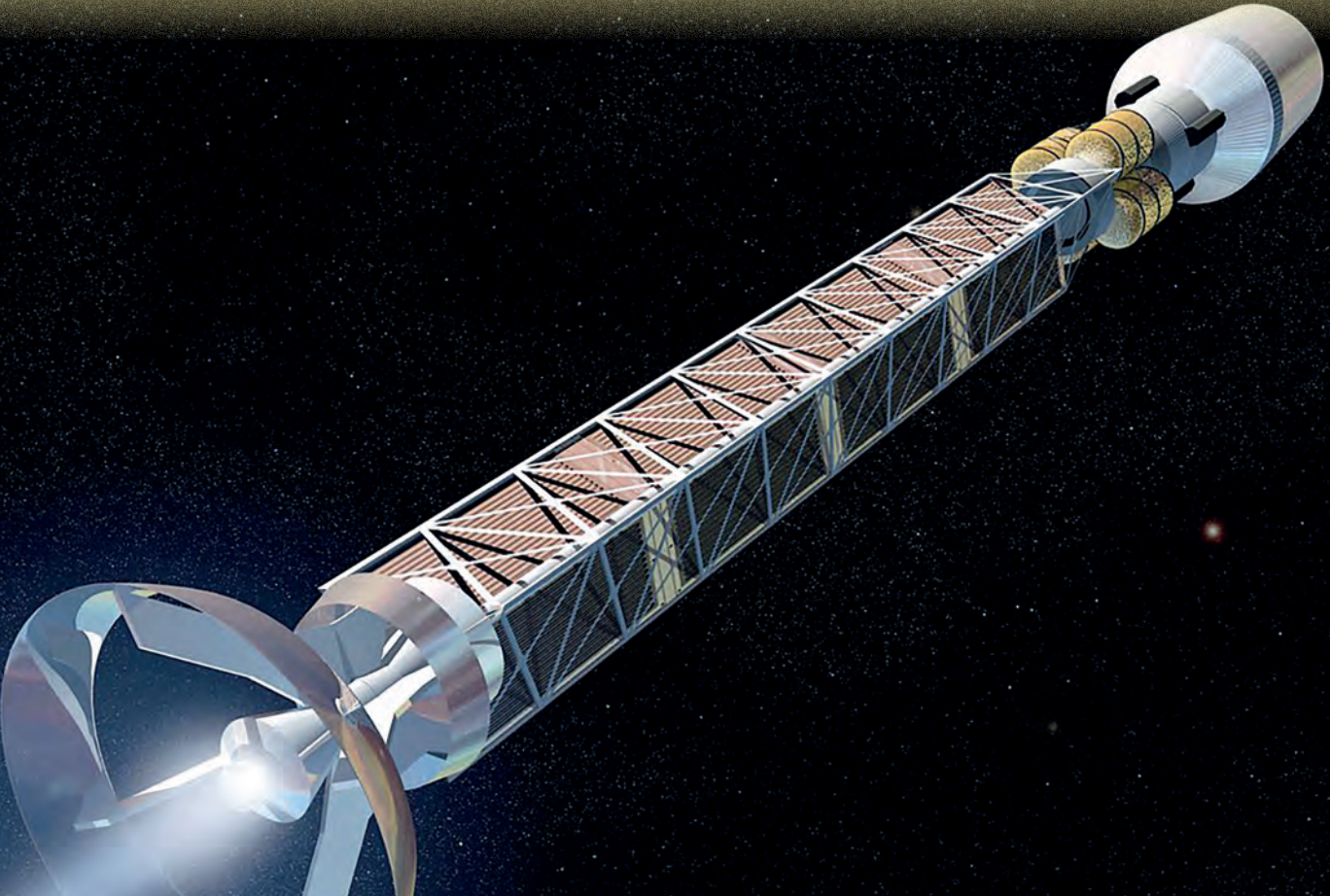
Plazma kullanılan itki sistemlerinde yakıt, elektrik enerjisi kullanılarak plazma haline getiriliyor. Maddenin hallerinden biri olan plazmada elektronlar atomlara bağlı değil. Maddenin bu hali serbest haldeki eksi yüklü elektronlardan ve artı yüklü iyonlardan oluşur. Elektrik alan uygulanarak hızlandırılan plazma, motordan dışarı atılırken uzay aracını hızlandırır. İyon itkili motorlarda ise iyon haline dönüştürülen yakıt elektrik alan boyunca hızlandırılır. Ancak bu sistemlerde uzay aracının en yüksek hıza ulaşması için motorun uzun süre çalışması gerekir.

Bu motorlar uzay görevlerinde çok az yakıt kullanarak yıllarca çalışabilir. Örneğin NASA'nın NEXT projesinde geliştirilen iyon itkili motorlar sayesinde uzay araçları saatte 145.000 km hıza ulaşabilecek. Kimyasal madde kullanılan roket motorları ile aynı miktarda itiş gücü üretebilmek için 10 kat fazla yakıt kullanılması gerekiyor. Ayrıca iyon itkili motorlarda iyonları hızlandırmak için gerekli olan elektrik enerjisi güneş panellerinden elde edilebiliyor.



Madde-antimadde çarpışması

NASA antimadde roket benzetimi





## Nükleer Roketler

NASA'nın en son roket motoru projesi olan NTREES'de geliştirilen nükleer roket motorlarında nükleer reaktör yardımıyla çok yüksek sıcaklıklara ısıtılan hidrojen, egzozdan çıkarken genişliyor ve bir itiş gücü oluşturuyor. Bu motorlarda yakıt olarak kullanılan hidrojen, fırlatma sırasında oluşabilecek tehlikelerden korunması için çok düşük sıcaklıklarda tutuluyor.

NTREES aslında bu yöntemin uygulandığı ilk proje değil. Özellikle 1955-1973 yılları arasında üzerinde çalışılan farklı nükleer itki sistemleri ile yıldızlararası seyahati mümkün kılacak hızlara ulaşılması amaçlanıyordu. Ancak bu gerçekçi bir öngörü değildi. Ayrıca nükleer roketlerin kullanımı özellikle fırlatma sırasında güvenlikle ilgili büyük bir risk oluşturuyor.

Nükleer füzyon (çekirdek birleşmesi) tepkimelerinden yararlanan roket motorları uzak uzay yolculuklarını mümkün kılabilir. Füzyon roketleri üzerinde çalışan Washington Üniversitesi araştırmacıları, proje başarılı olursa Mars yolculuklarının süresinin 300 günden 30 güne inebileceğini düşünüyor.

## Antimadde Roketleri

Antimadde roketlerinde, bir araya getirilen madde ve antimadde parçacıklarının birbirlerini yok etmesi sırasında açığa çıkan enerjiden yararlanılması planlanıyor. Bu, bilinen en yüksek enerji yoğunluğuna sahip tepkime türüdür. Aynı zamanda madde ve antimadde bir araya geldiğinde birbirlerini yok etme tepkimesi kendiliğinden gerçekleşen bir süreçtir. Yani antimadde roketlerinde bir reaktör sistemine ihtiyaç yoktur.

Şu anki bilgilerimize göre antimadde roketlerinde kullanılması düşünülen antiprotonu evrende doğal olarak çok miktarda bulmak mümkün değil. Bu parçacıklar büyük hızlandırıcılarda ışık hızına yakın hızlarla hareket eden parçacıkların çarpışması sonucu açığa çıkar. Üretilen antimadde parçacıklarının madde parçacıklarıyla bir araya gelip yok olmasının engellenebilmesi için elektromanyetik alan içinde hapsedilerek depolanması gerekir. Bütün bu zorlukların üstesinden gelinebilirse antimadde roketler sayesinde kimyasal roketlere göre 10-100 milyar kat daha fazla enerji elde edilebilir.

Çözmemiz gereken önemli sorunlardan biri de yıldızlararası seyahat için gerekli yakıt miktarının çok fazla olması. Çünkü uzay araçları fırlatılırken taşıyabilecekleri yakıt miktarı sınırlı. Bu nedenle yıldızlara yolculuk için belki de uzay aracının yakıt taşımamasını gerektirmeyen sistemlere ihtiyaç var. Işık ışınlarını kullanan güneş yelkenlerinde, yelkenlerin genişliği yeterince büyük olursa uzay aracının hareket etmesini sağlayacak kadar enerji elde edilebileceği düşünülüyor.

Günümüzde yıldızlararası seyahatin bir hayal olduğu söylenebilir. Bu hayali gerçekleştirmek için şu an kullanılanlardan daha farklı teknolojilere ihtiyacımız var. ■

### Kaynaklar

<https://www.nasa.gov/centers/glenn/about/fs21grc.html>

<https://www.nasa.gov/centers/marshall/news/news/releases/2014/ntrees.html>

Mitchell, E. D. Staretz, R., "Energy and Interstellar Travel", *Journal of Cosmology*, Cilt 12, s. 537-548, 2010.

Frisbee, R. H., "How To Build An Antimatter Rocket For Interstellar Missions: Systems Level Considerations In Designing Advanced Propulsion Technology Vehicles", *39th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference and Exhibit*, Huntsville Alabama, 2003.