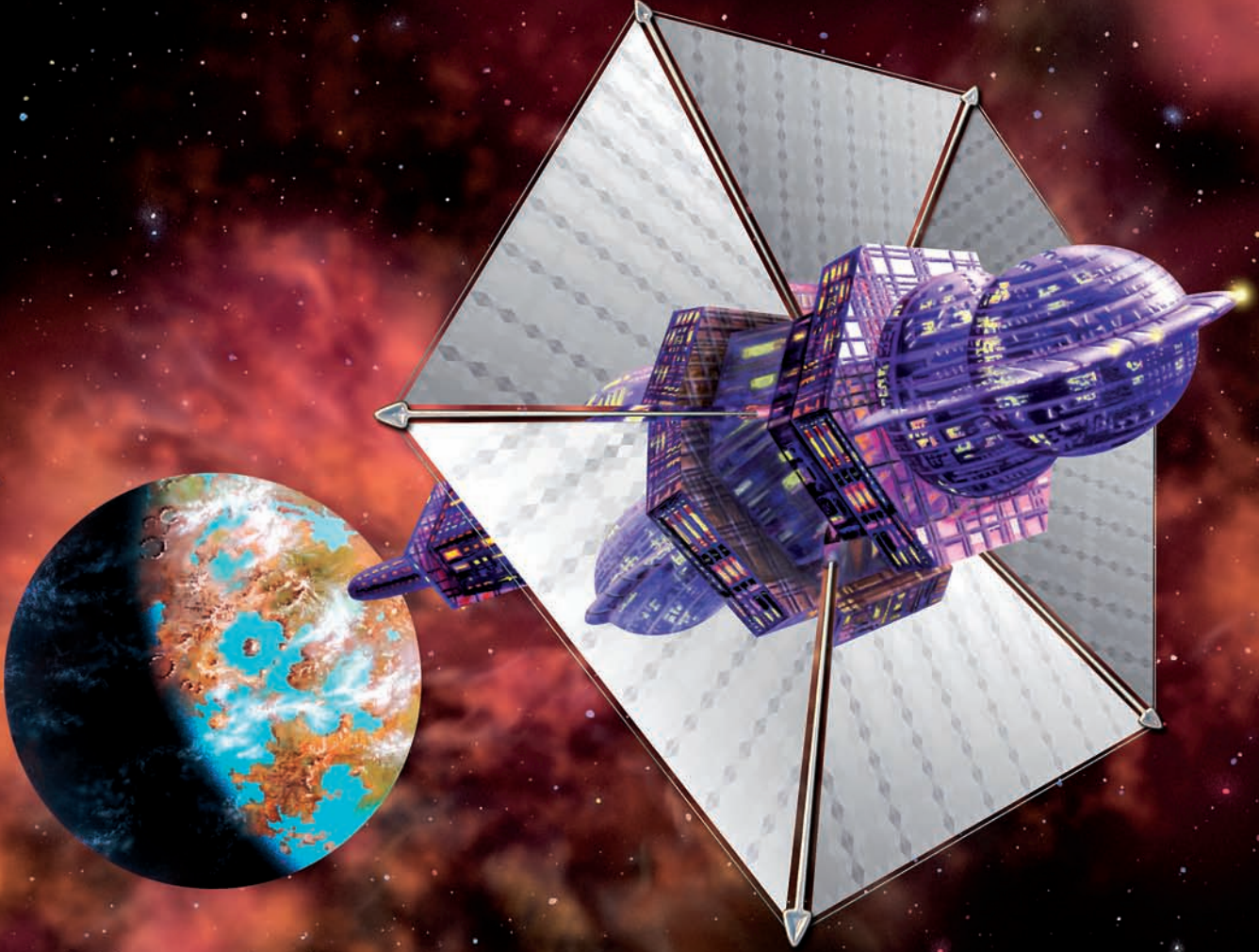


H. Tuğça Şener*

Sami Aras**

Uzay Yelkenlileri



“Ellerinizi Güneş’e doğru tutun. Ne hissediyorsunuz? Tabii ki sıcaklık! Aslında fark etmesek de bu sıcaklığın elimize uyguladığı bir de basınç var. Fakat uzaya çıktığımızda bu kadar küçük miktardaki basınç bile sürekli etkisinde kalındığında önemli bir kuvvet olabiliyor. Üstelik sınırsız ve bedava! Eğer istersek, onu kullanabiliriz; gemiler yapıp Güneş’ten gelen ışınım ile bu gemileri uzayda yüzdürebiliriz!” Bunu söyleyen bilim insanları değil, ünlü bilimkurgu yazarı Arthur C. Clarke.

Uçurtmalarla dünya üzerinde yolculuk etmek her ne kadar alıştığımız bir durum olmasa da söz konusu uzay olunca bunu düşünebiliyoruz. Uzay yelkenlileri olarak da adlandırılan bu yapılar yeni bir itki sistemi içeriyor. Ay yolculuklarından bu yana, alçak Dünya yörüngelerinden Güneş Sistemi'nin derinliklerine kadar yüzlerce araç gönderildi. Ancak tüm bu yolculuklar kimyasal roket motorlarının gücü ve uzay aracının taşıyabileceği yakıt miktarıyla sınırlıydı. Hem uluslararası uzay kuruluşları hem de kimi özel kuruluşlar daha az yakıtla daha uzak yerlere gidebilecek çeşitli tasarımlar yapıyor. Bu konuda yürütülen çok sayıda Ar-Ge çalışması var. Bunların arasında en gerçekleştirilebilir olanı da uzay yelkenlileri. Kimilerimizin aklına günbatımında ufukta gördüğümüz güzel yelkenliler gelse de bilim insanları uzayda giden yelkenlilerin peşinde.

Bundan 400 yıl önce insanlar yelkenlilerle Dünya'yı keşfetmeye uğraşıyordu. Aynı yıllarda Kepler, Güneş rüzgârları ve kuyruklu yıldızların kuyruklarını inceleyerek, yelkenlilerin uzay yolculuklarında da kullanılabileceğini düşündü. Her ne kadar Kepler'in düşündüğü gibi Güneş rüzgârlarıyla uzay yelkenlilerini çalıştırmamanın söz konusu olamayacağı kanıtlanmış olsa da benzer biçimde Güneş'ten gelen fotonların uzay yelkenlilerini itebileceği artık kabul görmüş durumda.

Uzayda sürtünme yoktur; bu nedenle bu yelkenliler bir kez harekete geçti mi, ışığı gördükleri sürece hareketlerini hızlandırarak sürdürürler. Oysa bir roketin yakıtı belli bir süre sonra biter. Uzay yelkenlisiyse hızını sürekli artırarak yoluna devam eder. Burada üzerinde durulması gereken, yalnızca ne kadar uzağa gidildiği değil, aynı zamanda ne kadar hızla yol alındığıdır. Güneş Sistemi'nin dışına gönderilen Voyager uzay araçlarında roketler kullanılmıştı ve yolculuk onlarca yıldan çok sürmüştü (hâlâ da sürüyor). Bugün aynı yolu bir uzay yelkenlisiyle almaya çalışsak en çok on yıla gerek duyarız. Ne var ki yelkenlilerin başlangıç hızları roketlerle karşılaştırıldığında yavaş kalıyor. Bu durumda Ay'a yapılacak bir



Heliogyro yelkenler merkezi bir dağıtıcıdan dışa doğru kendi ekseninde döndüğü için bükülerek açılan birkaç kanattan oluşur.

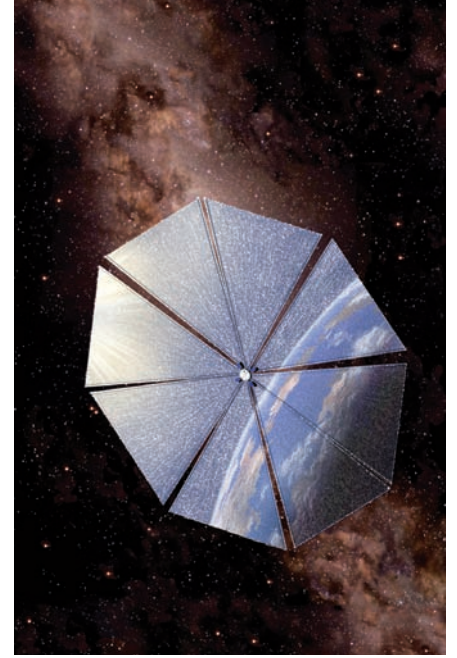
yolculukta roketleri yeğlemek daha doğru olacaktır. Temel kural, kısa mesafelerde roketleri, uzun mesafelerde yelkenlileri kullanmaktır.

Uzay yelkenlilerinin tasarımı 1970'li yıllara kadar uzansa da bu tasarımları gerçekleştirebileceğimiz malzeme ancak son 15 yılda üretilebildi. Bir uzay yelkenlisi Güneş ışınlarını sürekli almalı, büyük ve aşırı ince aynaları ve bir uzay aracı olmalı.

ABD Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) yetkilileri, uzay yelkenlilerini ilk olarak 1970'li yıllarda Halley kuyruklu yıldızının yakın geçişinde kullanmak istedi. Ne var ki o yıllarda var olan malzeme yelkenler için uygun değildi. Yelken malzemelerinde aranılan en önemli özellik her ne kadar hafiflik olsa da yüksek yansıtma özelliği ve aşırı sıcaklıklara dayanıklı olması da önemli. Bir kâğıdın yaklaşık yüzde biri kalınlıkta, alüminize (alüminyum benzeri) ve ısıya dayanıklı bu malzemeye CP-1 adı veriliyor. Uzay yelkenlileri teknolojisini destekleyen kurumlardan The Planetary Society'nin desteklediği iki proje var: Cosmos-1 ve Cosmos-2. Bu projelerde plastik çöp torbalarının dörtte biri kalınlığında ve Mylar denen alüminyum katkılı bir malzeme kullanılıyor. Son zamanlarda helyum dolu balonlarda da kullanılan Mylar, tıptan elektroniğe, eski teyp kasetlerinden, kimlik kaplamalarına kadar günlük yaşamda birçok alanda karşımıza çıkıyor.

Yelkenlerin boyutları projenin amacına göre onlarca metreden 1000 m'ye kadar değişiyor. Genellikle de dörtgen biçiminde tasarlanıyor. Uygun bir yerleşimle küçük bir evrak çantasına sığdırılabil-

len yelken, açıldıktan sonra yine çok hafif desteklerden yararlanıyor. Tasarlanan tüm uzay yelkenlilerinde geniş ve ince bir yelkenin yanı sıra, antenler, bilgisayarlar, güneş panelleri, yönlendirici algılayıcılar, bilimsel araçlar, kargo bölmeleeri, mürettebat kabinleri ve benzer başka bölümler de bulunuyor.



Dairesel yapıdaki dönen disk yelkenlerde içten kilitlenen direkler ve bastonlar araca tutturulmuştur.

Yelkenli Tasarımları

Yelkenlerinde destek olmazsa, güneş ışığı yelkenliyi ittiği zaman yelken çökebilir ve yük bölmesine dolanabilir. Bilim insanları yelkeni dengelemek ve çökmesini engellemek için iki yöntem geliştirmişler: üç boyutlu bir yapıyla yelkeni desteklemek ya da yelkeni döndürmek. Her iki yöntem de iyi çalışıyor ve yelkenlinin düz durmasını sağlayarak olabildiğince çok güneş ışığının yakalanmasını sağlıyor. Günümüzde üç temel uzay yelkenlisi tasarımı var: üç eksene tutturulmuş kare yelkenler, heliogyro yelkenler ve dönen disk yelkenler. Heliogyro ve dönen disk yelkenler uzayda yol aldıkça kendi çevrelerinde dönmeleri bakımından benzer olsalar da tasarımlarında farklılıklar bulunur.

Çoğu uzay yelkenlisi, Güneş ışınlarını yakalamak için uçurtmaya benzeyen bir yapıda tasarlanır. Bu tür yapılar “üç eksenli dengeleme” yöntemiyle x, y, z eksenlerinde savrulmadan yol alırlar. Aracın iki boyutunu yüzey kısmı, üçüncü boyutunu da yüzeye dik eksen oluşturur. Yelken yüzeyinin uçlarını ortada birleştirerek yapının çökmesinin ve dengesinin bozulmasının önüne geçilir.

Dönerek hareket eden yelkenlerde, yelkeni içe doğru çekip düz ve sıkı hale getiren bir düzenek vardır. Onun sayesinde güneş ışınları yelkeni iterken yelken çökmez, bir denge durumu oluşur. Bu yapıdaki araçlar “merkezcil hızlanma” ile hareketlenir. Bu etki, tıpkı üstünde çay bardağı bulunan bir tepsi uygun bir açı ve hızla döndürüldüğünde çayın dökülmemesini sağlayan kuvvet gibidir. Bu tür dönen yelkenlerde kullanılan malzeme, üç eksenli yelkenlerde kullanılan malzemeye göre çok daha hafif olduğundan daha hızlı yol alınır.

NASA, yelkenli geliştirme çalışmalarını üç eksenli yelkenliler üzerinde yoğunlaştırdı. Uçurtmaya benzeyen ve sert yapılar üzerine yerleştirilen yelkenler güneş ışınlarını yakalayacak biçimde uzayda konumlandırılıyor. Yelkenler kalkış boyunca merkezi dağıtıcıdan dışa doğru açılan dört baston üzerinde duruyorlar.

Japon Yelkenlisi

Japonya Uzay Araştırma Ajansı'nda (JAXA) da yelkenliler üzerine denemeler yapılıyor. 2004'te S-310 roketiyle fırlattıkları yelkenli prototipi, uzayda başarıyla yerini alan ilk yelkenli oldu. 7,5 µm (mikrometre) kalınlığındaki yelkenler, fırlatmadan 100 saniye sonra yerden 122 km yüksekliğe ulaştı. Uçuşun 230. saniyesinde yonca şeklindeki yelkenlerini bıraktı, 400. saniyede görevini başarıyla tamamladı ve denize düşürüldü.

Cosmos-1

Cosmos-1, The Planetary Society ve Cosmos Studios'un ortak çalışmasıyla yaratılmış ilk yelkenli uzay aracıydı. Bü-

yük yelkenleri yardımıyla Güneş'ten aldığı ışığı kullanarak uzayda süzülmesi planlanan araç, Rusya'da tasarlanmış ve Volna roketiyle fırlatılmak üzere hazırlanmıştı. Cosmos-1, 21 Haziran 2005'te Borisoglebsk adlı denizaltıdan fırlatıldı.

Carl Sagan

1950'den itibaren NASA'nın danışmanlığını yapmış olan Carl Sagan, Venüs'teki aşırı sıcaklık, Mars'taki mevsimsel değişiklikler ve Titan'ın kızıl bulutlarıyla ilgili gizemlerin çözülmesine de katkıda bulunmuştur. Birçok bilim ödülü ve madalyası sahibi Carl Sagan'ın toplumda gökbilim bilincinin gelişmesine önemli katkıları olmuştur. En ünlü eserlerinden biri olan *Mesaj* (Contact) adlı bilimkurgu romanı, Jodie Foster'in başrolünü oynadığı bir film olarak 1997'de sinemaya da uyarlanmıştır. Carl Sagan 1996'da yaşama gözlerini yumdu.

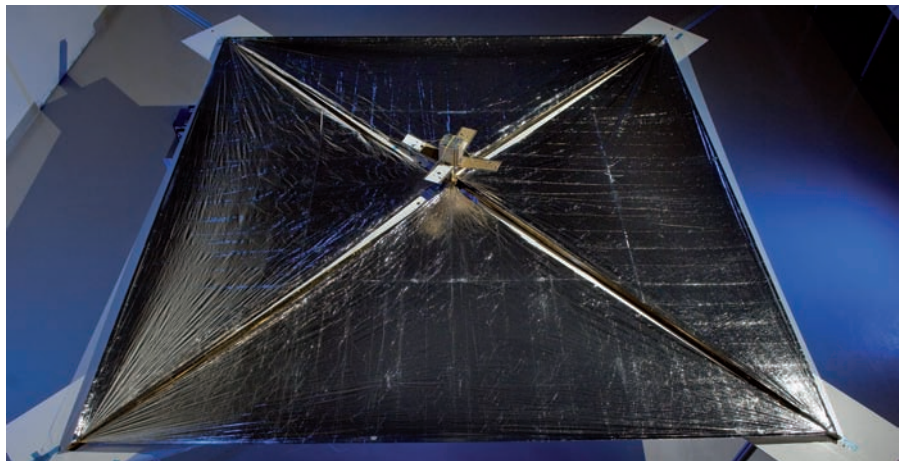
Ancak, fırlatmanın ilk aşamasında Volna roketinin yakıt ünitesindeki bir arıza nedeniyle araç yörüngeye oturtulamadı. Bu sorun yüzünden Cosmos-1 uzay yelkenlisi, taşıdığı devrim yaratacak teknolojiyi kullanma şansını yakalayamadı.

Cosmos-1'in görevi yıldızlara yolculuk etmek değil, uzay yelkenlilerinin ne kadar işlevsel olduğunu kanıtlamaktı. Eğer Dünya'nın yörüngesine oturtulabilseydi yelkenleri sayesinde daha da yük-

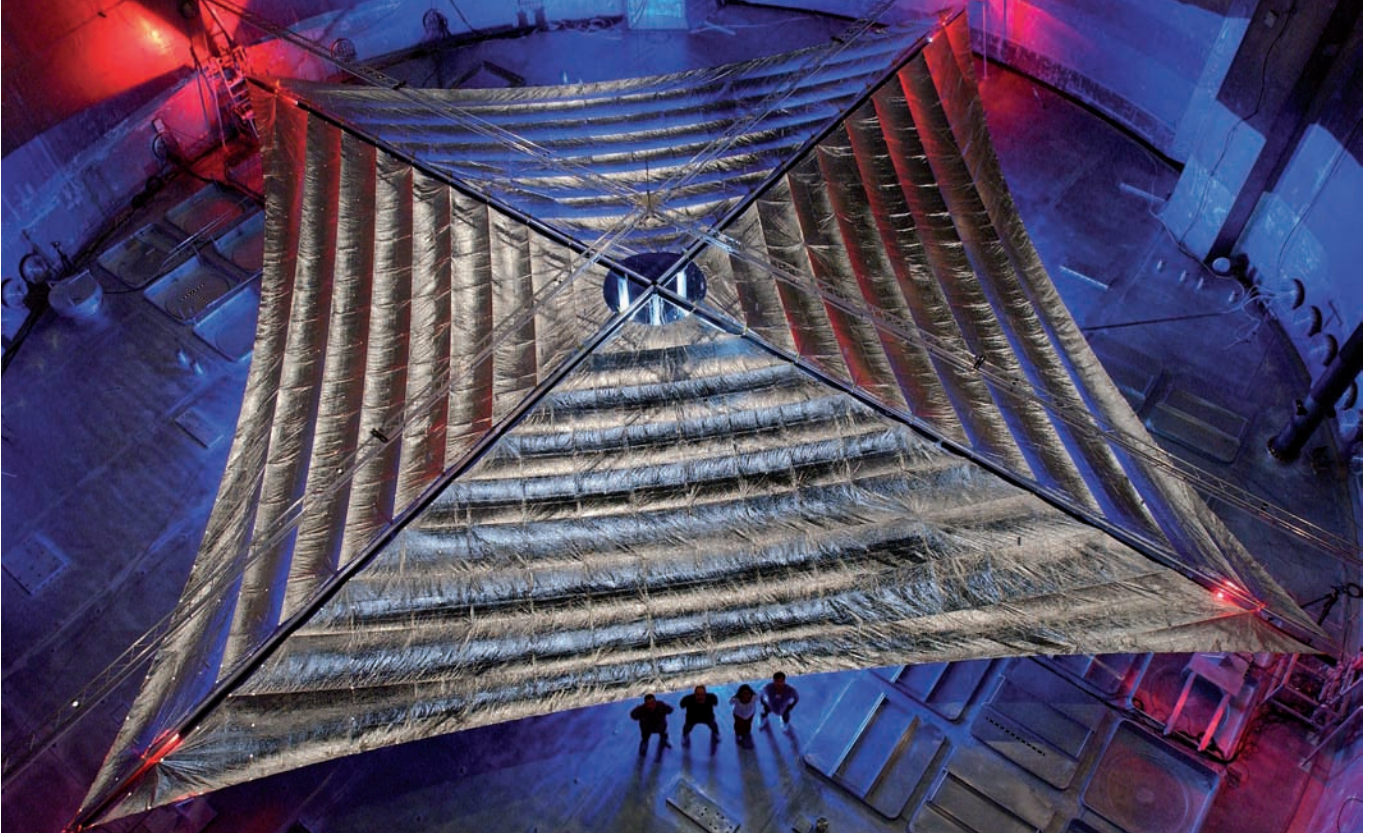
sek yörüngelere çıkabilecekti. Yörünge- den yükseldiğini gösteren herhangi bir ölçüm bile bir başarı sayılacaktı. Aracın amaçları basit olsa da içeriği başlı başına bir devrim niteliğindedeydi ve Güneş Sistemi'nin dışına yapılacak sonraki projelere “yelken” açacaktı.

Cosmos-1, planlanan görevlerini yerine getiremese de The Planetary Society'nin uzay yelkenlilerine olan hevesi kırılmadı. Yakın tarihte yeni bir yelkenli uzay aracını uzaya fırlatmak için kollar sıvandı. Cosmos-1'in yelkeni, 40 m'lik sekiz üçgen parçadan oluşmuş, yansıtıcı Mylar maddesiyle kaplanmış, özel bir yelkendi ve eğer yörüngesine oturtulabilseydi parlak yüzeyi sayesinde yeryüzünden ±80° enlemleri dolayında çıplak gözle bile izlenebilecekti.

Cosmos-1'in çalışma ilkesi, yelkenlere düşen fotonların yarattığı ışınım basıncıyla aşamalı olarak hızlanarak ilerlemeye dayanıyordu. Yelkenlerin yüzeyinden yansıyan fotonlar araca bir momentum kazandırır. Uzayda aracın hızını ya- vaşlatacak herhangi bir hava direnci olmayacağından, aracın hızlanması birim zamanda düşen fotonla orantılı olacaktır. Güneş'ten gelen fotonlardan alınan güçle aracın 45 m/s olan hızının, yüz günde 4500 m/s'e ve yaklaşık iki buçuk yıl içinde de 45.000 m/s'e ulaşabileceği hesaplanmıştır. Bu hıza ulaşan yelkenli, uzaklardaki eski gezegenimiz Plüton'a beş yıldan daha kısa sürede ulaşabilir. Bu teknikle iyon itici motorlu araçlardan bile daha hızlı yolculuklar yapılabilir.



NASA'nın küçük uydu projelerinden Mavi Güneş Yelkenlisi



NASA'nın 20 m'lik güneş yelkenlisinin test edilirken çekilmiş görüntüsü

Dört milyon dolarlık bir proje olan Cosmos-1'in büyük bölümüne parasal desteği, Carl Sagan'ın vasiyetini yerine getirmeyi amaçlayan ve Carl Sagan'ın eşinin yönettiği Cosmos Studios ve bilime önem veren bazı yardım kuruluşları verdi.

NanoSail-D

NASA Marshall Uzay Uçuş Merkezi'nden ve NASA Ames Araştırma Merkezi'nden araştırmacılar, 3 Ağustos 2008'deki kalkışı sırasında yere çakılan Falcon 1 roketinin taşıdığı NanoSail-D uzay yelkenlisi projesini geliştirmişti. Bu başarısızlığın öncesinde NASA Marshall ekibindekilerin bilindik risklerin yanı sıra bir kaygısı daha vardı: Bu fırlatmayla istenilen yörüngeye erişebilme şansı düşük olduğu için ölçülebilir bir Güneş basıncı değeri elde edilene kadar aracın yörüngede kalması oldukça zordu. NanoSail-D de öteki tüm uzay yelkenlileri gibi uzayda ilerleyebilmek için güneş ışığını kullanılacaktı. Ancak buna ek olarak Dünyadan gönderilecek lazerlerin

sağlayacağı ışık yardımıyla da uzun menzilli görevlerin gerçekleştirilmesinin kolaylaşacağı düşünülüyordu. Bu projenin asıl amacı yelkenli konuşlandırma teknolojilerinin araştırılmasıydı. Plastik ve alüminyumdan yapılan NanoSail-D'nin kapladığı alan yaklaşık 9 m², kütlesi de 4,5 kg'dı. NanoSail-D'nin adında yer alan D harfi her ne kadar bir görev kodu gibi görünse de İngilizcede sürüklenme (drag), yeniden yörüngeye oturma (de-orbit), yüklenme (deploy) gibi anlamları olan, D harfiyle başlayan çeşitli sözcüklere karşılık gelir. D'nin aynı zamanda mizahi bir anlamı da var. Araştırmacılar, "başardık" anlamında kullanılan "did it" kalıbından da esinlendiklerini ve sonucun başarıya ulaşmasının ardından D harfindeki bu açılımın da anlamlı olacağını belirtiyorlardı. Ancak ne yazık ki öyle olmadı.

Cosmos-2

Cosmos-2, önceki modeli Cosmos-1 ile hemen hemen aynı yapıda bir uzay yelkenlisidir. Ancak Cosmos-2 şanssız kar-

deşinin yalnızca 83 s süren yolculuğunu farklı bir taşıma sistemiyle atlatmak istiyor. Soyuz uzay aracında taşınması planlanan Cosmos-2'ye daha gelişmiş parçalar da eklenebilecek. Discovery Channel'in desteğiyle ve halktan gelen yardımlarla yürütülen bu çalışmanın yakın bir zamanda gerçekleşmesi planlanıyor. Bununla birlikte siz de derseniz, The Planetary Society'nin sitesine girip uzay yelkenleri projesine katkıda bulunabilirsiniz.

Kaynaklar

Making Light Work:
http://www.planetary.org/programs/projects/solar_sailing/20070615.html
 New Developments on the Road to Cosmos 2:
http://www.planetary.org/programs/projects/solar_sailing/20080623.html
 NASA Space Place - Who Wants to be a Daredevil?:
<http://www.lunar.org/docs/nasa/daredevil.shtm>
 NASA to Attempt Historic Solar Sail Deployment:
http://science.nasa.gov/headlines/y2008/26jun_nanosail.htm
http://www.grafixplastics.com/mylar_apps.asp
http://science.nasa.gov/headlines/y2000/ast28jun_1m.htm
http://www.nasa.gov/mission_pages/smallsats/nanosail_feature.html
http://www.planetary.org/explore/topics/space_missions/private_missions/cosmos1.html
<http://www.isas.ac.jp/e/snews/2004/0809.shtml>
<http://www.popsi.com/military-aviation-space/article/2002-08/space-sailing-sunlight>