

## **GÜNEŞ YELKENLİSİ: YAKIT TAŞIMADAN UZAYDA YOL ALACAK**

Uzay araçları görevlerini yerine getirebilmek için yakıt taşır. Son yıllarda, alüminyum kaplı plastik filmlerden yapılan yelkenlerin takıldığı uzay araçlarının güneş ışınlarıyla yol alması konusunda çalışılıyor. Güneş ışınlarındaki fotonlar, bir yüzeye çarpıp geriye yansırken enerjilerinin bir kısmını çarptıkları yüzeye aktarırlar. Fotonların çok küçük bir momenti vardır. Bu nedenle uzayda metal kaplı bir yelkene çarptıklarında yelkeni az da olsa iterler. Bu prensiple çalışan uzay araçlarının yakıtta ihtiyaç duymayabileceği düşünülüyordu. Ancak gereken incelikte metal kaplı yelken malzemeleri yeni geliştirilebildi. Güneş yelkenlileri için gereken elektronik devreler de küçültülüp hafifletildi.

Fotonların momenti çok küçük olduğu için itme güçlerinin yetersiz kalacağına inanılanlar çoğunlukta idi. Son çalışmalar, yelkenlerin alanı yeterli büyüklükte olursa yelkene çarpan fotonların uzay aracını sürekli olarak artan bir hızla hareket ettirebileceğini gösterdi. Yelkenli uzay araçlarının, kimyasal yakıtlı olanlardan çok daha yüksek hızlara ulaşacağı hesaplandı. Bir objenin kütlesiyle hızının çarpımına moment denilir. Küçük bir objenin hızı yeterince artırılırsa, çok büyük kütleli objelerden daha büyük bir momente ulaşabilir. Saatte 100 kilometre hızla giden 1,5 tonluk bir otomobil, kendisine doğru 10 kilometre hızla gelen 10 tonluk bir kamyonla çarpışırsa kamyonu geriye itebilir. Çünkü otomobilin momenti, kütlesiyle hızının çarpımına eşit yani 150 birimdir. Kamyonun kütlesiyle hızının çarpımı 100 birim olduğu için momenti, otomobilinkinden küçüktür. Milyarlarca fotonun güneş yelkenine çarparak uzay aracını hareket ettirmesi fizik kurallarına uygundur. Fotonların, çarptıkları yüzeylerde neden olduğu bu etkiye ışınım basıncı deniliyor.



**NASA'nın katlanabilir güneş yelkeni test ediliyor**

### **İlk uzay yelkenlisi Japonya'nın**

Kepler, kuyruklu yıldızlar güneşe yaklaştığında kuyruklarının güneşten uzağa yöneldiğini görünce, buna güneş rüzgarlarının neden olduğunu söylemiş ve 1610'da yelkenli fikrini dile getirmişti. K. Tsiolkovsky ve F. Tsander, 1924'te büyük ve ince aynalarla yapılacak uzay yelkenlisinin yüksek hızlara ulaşacağını

öne sürdü. Bilim kurgu romanları yazarı A. C. Clarke, 1960'larda güneş yelkenlileri hakkındaki ilk romanı yazdı. Güneş yelkenlisi fazla hayali görüldüğü için mali destek bulmak kolay olmadı. Fotonlar ışığı oluşturan küçük enerji paketçikleridir ve kütleleri yoktur. Bu nedenle çoğu kimse kütlesi olmayan fotonların momentinin olmayacağına inanıyordu. Ancak Einstein'in kütle ile enerjinin ilişkisini veren  $E = mc^2$  eşitliğinden,  $E/c=mc$  olduğu görüldü. Buradan,  $mc$ =moment (kütle çarpı ışık hızı) olduğu için fotonun momentini vardır ve  $E/c$ 'ye eşittir sonucu çıkar. Fotonun enerjisi olan  $E$ 'yi ışık hızı olan  $c$ 'ye bölerek fotonun momentini kolayca hesaplanır. Japonlar, IKAROS adlı ilk güneş yelkenlisini 20 Mayıs 2010'da uzaya gönderdi. Alanı 196 metrekare, ağırlığı 2 kilogram olan yelkenin yapıldığı plastik 7,5 mikron kalınlığındadır (saçın onda biri). Manevralarda yelkeni yönlendiren elektronik sistem için güneş pilleri vardır. IKAROS, 8 Aralık 2010'da Venüs'ün yakınından geçtiğini bildirdi. Altı yıldır uzaydan bilgi gönderiyor. NASA, küçük yelkenlileri uzaya gönderme denemeleri yaptı. NASA ve Avrupalılar büyük yelkenlileri uzaya göndermeye hazırlanıyor.

**Prof. Dr. Ural Akbulut**  
**ODTÜ Kimya Bölümü**