

Antimadde İtkili Roketler

Yıldızlara gitme düşüncesi çok eskiye dayanır. Eski Roma şairlerinden 20. yüzyıl popüler müziğine değin sayısız kültür ürünlerinde kendini göstermiştir. Romancılar ve şairler bu kavramı erişilemeyen şeylerin simgesi haline getirmişlerdir.

Yıldızlararası yolculuk aslında geleceğe yönelik bir düşüştür. Buna karşın bilim adamları ve mühendislerden oluşan küçük bir grup, Güneş Sistemi'nin dışına yapılacak yolculuklar için gereken çok hızlı uzay araçlarının teknolojisi üzerindeki araştırmalarını sürdürüyor. Nükleer füzyona (birleşme) dayanan bir itki, insanları binlerce astronomi birimi (150 milyon km; yani Güneş ile Dünya arası uzaklık) ötedeki en uzak gezegenlere taşıyabilecek. Kuşkusuz bunlar ancak gelecek on yıllarda yapılabilecek. Nükleer güçten daha büyük güçler, madde ve antimaddenin birbirini yok etmesiyle sağlanacak. Bu sayede yakın yıldızlara, örneğin 270 000 astronomi birimi uzaklıktaki Proxima Centauri yıldızına gidilebilecek.

Bu türden olağandışı itkilerin peşinde koşulmasının nedeni, maddenin enerjiye çevrilmesiyle çok büyük bir enerji elde edilmesidir. Örneğin füzyon tipi nükleer tepkimelerde, yakıtın kilosu başına 100 trilyon joule enerji oluşur; yani kimyasal yakıt bulunan roketlerin 10 milyon katı bir enerji. Madde, antimadde tepkimelerindeyse yakıtın kilosu başına 20 katrilyon joule gibi akılları durduran bir enerji elde edilir. Bu, bütün dünyanın 26 dakikalık enerji gereksinimine karşılıktır.

Nükleer füzyon tepkimelerinde hafif atomlar, yüksek sıcaklık ve basınçta yeterince uzun zaman bir arada tutularak daha ağır atomlara dönüştürülür. Bu sırada madde yitimi olur ve yiten madde Einstein'ın ünlü $E = mc^2$

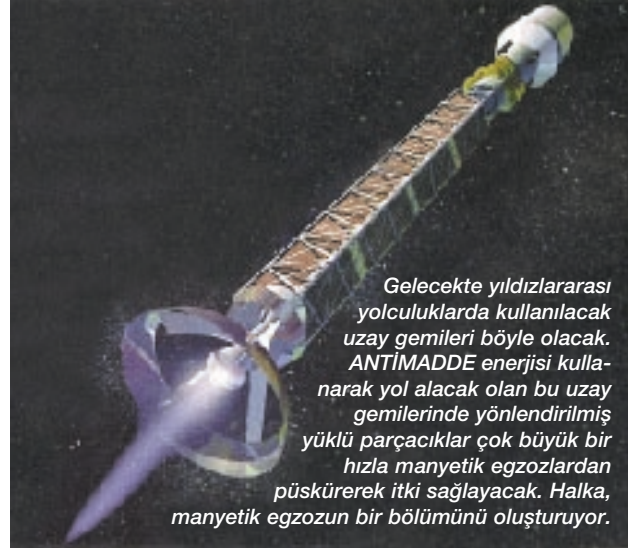
($E =$ enerji, $m =$ kütle, $c =$ ışık hızı) formülüne göre enerjiye dönüşür.

Kontrollü nükleer füzyonun, antimadde kadar olmasa da büyük zorlukları vardır. İster roket itkisi, ister elektrik enerjisi elde etmek için kullanılsın, füzyon tekniği, içinde füzyonun olduğu çok sıcak ve elektrik yüklü gazı, yani plazmayı hapsedme yöntemine göre, iki çeşittir: 1) Manyetik hapsedme: Plazma güçlü bir manyetik alan içinde tutulur. 2) Işınlarla hapsedme: Lazer ya da iyon demetleri, füzyon yakıtından ibaret küçük bir topağı ısıtır ve sıkıştırır.

Araştırmacılar, 1997 yılının Kasım ayında manyetik hapsedme yöntemiyle verimi yüksek bir füzyon reaksiyonunu oluşturdular. Bu dönüm noktası, İngiltere'de Birleşik Avrupa Torus'unda meydana geldi; burada bir tokamak kullanılmıştı (içinde plazmanın manyetik olarak hapsedildiği simit biçiminde bir kap). Elektrik üretecek füzyon reaktörleri, füzyonu başlatmak ve sürdürmek için gerekli enerjiden çok daha fazla enerji oluşturacaklar.

Dünya'da ticari füzyon reaktörleri gerçekleştirilse bile, füzyon roketleri yapmada insanlığı birçok zorluk bekliyor. Temel zorluk, füzyon sırasında oluşan enerji yüklü parçacıkları itki oluşturacak biçimde yönlendirmektir. Diğer güçlükler, yeteri kadar füzyon yakıtı elde etme, bu yakıtı depolama ve uzay gemisinin kütesine oranla maksimum itki elde edebilmektir.

Geç 1950'lerde, düzinelerce füzyon roketi kavramı oluşturuldu. Manyetik hapsedmeye dayanan füzyon ro-



Gelecekte yıldızlararası yolculuklarda kullanılacak uzay gemileri böyle olacak. ANTIMADDE enerjisi kullanarak yol alacak olan bu uzay gemilerinde yönlendirilmiş yüklü parçacıklar çok büyük bir hızla manyetik egzozlardan püskürerek itki sağlayacak. Halka, manyetik egzozun bir bölümünü oluşturuyor.

ketlerinde, oluşturulan plazmanın bir bölümünün kaçmasına izin verilerek itki yaratılır. Plazma dokunduğu her maddeyi tahrip edeceğinden, ancak kuvvetli manyetik alanlarda hiçbir yüzeye değmeden tutulabilir. Plazma, roketin arkasındaki manyetik egzoz borularından uzaya verilir; plazma içindeki yüksek enerjili parçacıklar itkiyi sağlar.

Plazmayı ışınla hapsedmeye dayanan sistemlerde, çok güçlü lazer ya da iyon demetleri, saniyede 30 kez olmak üzere küçük bir füzyon yakıt kapsülünü ateşler. Bunlarda da manyetik egzozlar kullanılır.

Füzyon tepkimelerinde oluşan parçacıklar, kullanılan yakıtla bağlıdır. Başlatması en kolay tepkime döteryum ve trityumla olanıdır; hidrojenin bu ağır izotopları bir protona ek olarak döteryumda bir nötron ve trityumda iki nötron içerir. Tepkimenin sonunda helyum çekirdekleri (alfa parçacıkları) ve nötronlar elde edilir. İtki için alfa parçacıkları kullanılır, nötronlar kullanılamaz; çünkü nötronlar elektrik yükü taşımadıklarından yönlendirilemez. Nötronların kinetik enerjisi ancak dolaylı olarak itki yaratabilir. Bu nedenle nötronlar madde içinde durdurulur ve bu sırada oluşan enerjiden yararlanır. Ayrıca nötron radyasyonu, uzay gemisindeki insanlar için tehlikelidir. Bunun için

