

Evren, tüm sırlarıyla keşfedilmeyi bekliyor. Fakat, günümüz teknolojisi ile yıldızdan yıldıza dolaşmak pek mümkün görünmüyor. Belki de bu kapıları bize antimadde açacak...

ANTİMADDEYLE YILDIZLARA YOLCULUK

Antimadde, sadece bilimkurgu filmlerinde gördüğümüz hayali bir kavram değildir. 1920 yılında, İngiliz fizikçi Paul Dirac, alıştığımız maddenin tam tersi olan bir maddenin varlığını ortaya koymuştur. Örneğin, antimadde, (+) yüklü elektronlara (pozitronlar) sahiptir. Bundan iki yıl sonra, Amerikalı iki bilim adamı, Robert Milikan ve Carl Anderson, kozmik ışınların atmosfere girişi sırasında pozitron oluşumunun gerçekleştiğini ortaya koydular. Bundan yaklaşık yirmi yıl sonra ise Kaliforniya Üniversitesi'nden bir grup, Bevatron adlı parçacık hızlandırıcısının çalışması sırasında antiproton çıkışının gerçekleştiğini gözledi. Emilio Segre başkanlığındaki bu grup, bir milyar elektronvoltluk bir enerji ile protonları metal bir hedef üzerine çarptırmıştı. Çok yüksek enerji ile gerçekleşen bu çarpışmadan antiprotonlar ortaya çıkmıştı. Artık biliyoruz ki, her temel parçacığın bir antimadde formu bulunmaktadır. Bu ikisi biraraya geldiğinde şiddetle reaksiyona girmekte ve birbirlerini yok etmektedirler. Günümüzde fizikçiler, bu reaksiyonu proton, nötron, lepton ve quark gibi parçacıkların dünyasını keşfetmekte kullanmaktadır. Artık, dünyanın pek çok yerinde bulunan Bevatron'dan çok daha güçlü parçacık hızlandırıcıları ile protonlar antiprotonlarla, elektronlar antielektronlarla çarpıştırılmakta ve elde edilen çok değişik sonuçlar, atom yapısını biraz daha açığa çıkarmaktadır.

Acaba antimaddeyi çok daha pratik amaçlar için kullanamaz mıyız? Bu soruya cevap olarak, hemen tıbbi bir uygulamayı örnek verebiliriz. Pozitron emisyon tomografisi (PET) denilen bu yöntemle, vücut dokular görüntülenip, hastalıklar teşhis edilebilmektedir. Fakat, antimaddenin en büyük gücü, enerji göstergesinde dikkatleri çekmektedir. Öyle ki, bir ki-

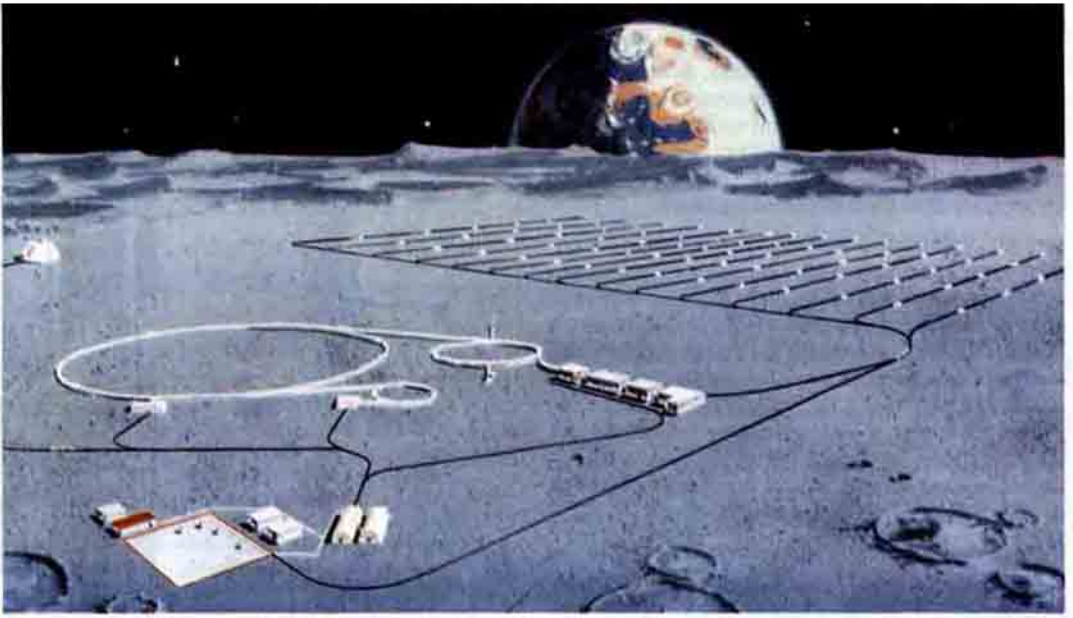
logram benzin yanarak 9,1 milyon joule, 1 kg uranyum fizyonla 82 milyon joule enerji verirken, 1 kg proton antiproton reaksiyonu sonucu 90.000 milyon joule enerji açığa çıkmaktadır.

Bu çok cazip enerji kaynağı, uzmanlar antimaddeyle yakından ilgilenmeye başlamıştır. Özellikle ABD Hava Kuvvetleri, antimadde enerjisini uzay roketlerinde kullanabilmenin yollarını aramaktadır. Eğer bu ve buna benzer çalışmalar meyve verirse, kendimizi yeni bir çağda, antimadde teknolojisi çağında ve keşfedilmeyi bekleyen milyonlarca yıldızın arasında bulabiliriz.

ANTİMADDE ENERJİSİ

Antimadde reaksiyonları ne tür bir enerji üretmektedir? Elektron ve pozitronlar birbirini yok ettiğinde, ortaya yüksek enerjili gamma ışınları çıkarılmaktadır. Öte yandan, proton-antiproton reaksiyonları daha karışıktır. Çünkü proton ve antiprotonlar, quark adı verilen üç ayrı temel parçacıktan oluşmuş kompleks yapılardır. Proton-antiproton tepkimesi, ilk olarak gamma ışını ve iki quarktan oluşan üniteler olan pionları verir. Bu pionların bazıları, elektrikselsel olarak yüklüdür, bazıları ise nötrdür. Pionlar, daha sonra pozitron ve elektrona dönüşürler. Sonuçta ise elektron ve pozitronlar yine gamma ışınlarına verirler.

Gamma ışınları, çok enerjetik ve insanlar için ölümcüldür. Ayrıca, odaklanmaları çok zor olduğundan, kullanışlı bir enerji kaynağı değildir. Öte yandan, proton-antiproton karşılaşmasının bir ürünü olan elektrik yüklü pionlar için aynı şeyler söylenemez. Bu parçacıklar, manyetik alan içerisinde istenilen yöre yöneltilerek, kinetik enerjileri ısıya dönüştürülüp



Antimadde fabrikaları: Ay'a yerleştirilecek bir antimadde fabrikası, uzay gemilerinin yakıt ihtiyacını karşılayacak. Bu fabrika için gerekli enerji, füzyon reaktörlerinden sağlanacak. Tesislerin Merkür gibi çok sıcak bir gezegene yerleştirilmesi halinde ise, enerji sorunu kalmayacak.

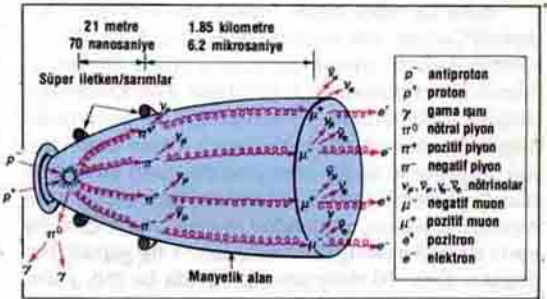
kullanılabilir hale getirilebilir. Bütün bunlara rağmen, antimaddeyi bir enerji kaynağı olarak kullanmamızı engelleyen iki temel problem vardır. İlk sorun, işin ekonomik yönüdür. Öyle ki, antimadde üretmek, rüzgâr, su, odun, petrol ve nükleer enerji kaynaklarının verimini artırmaktan çok daha pahalıya mal olmaktadır. Meselâ, sadece bir proton-antiproton çifti oluşturmak için, bir giga elektron volt enerji gerekmektedir. Diğer tüm metotlar da aynı şekilde, alınabilecek enerjinin 250 katı bir maliyet enerjisine gerek duymaktadır.

İkinci sorun ise üretimin verimliliği meselesidir. Bugün, antimadde üretiminde kullanılan dev parçacık hızlandırıcıları oldukça verimsizdir. Bunların ürünü olan antimaddenin işlemden çıkan madde içindeki oranı 1/1 milyon ve 1/1 milyar arasında değişmektedir. Şu an için 1 mikrogram antimadde, bin milyar dolara mal olmaktadır. Bu yüzden ancak femtogram (10^{-15} gr) ve altogram (10^{-18} gr) ölçülerinde elde edilebilmektedir. Fakat bu sorun, daha verimli antimadde fabrikaları kurularak çözümlenebilir. Böylece şimdikinden daha ekonomik üretim yapılabilir. Meselâ % 0.0000001 yerine % 0.01 verimlilikte bir işlem gerçekleştirilebilse, maliyet bir mikrogram için 1 milyon dolara inebilir.

1950'lerde, ABD hükümeti, nükleer güçle, çalışan bir uçak yapabilmek için yüz milyonlarca dolar harcamıştı. Böyle bir uçak, hiç konmadan haftalarca uçabilecektir. Bu özellik, ona oldukça önemli bir askerî değer yüklemekteydi. Fakat aşırı ağırlık ve ür-

kütücü kaza ihtimalleri bu projeye sınırlamalar getirmiş ve uygulanabilirliğini ortadan kaldırmıştır. Örneğin böyle bir uçak düşecek olsa, insanların başına korkunç felâketler gelebilirdi. Benzer sebeplerle, antimaddenin de atmosfer içinde uçak yakıtı olarak kullanılabilirliği yoktur; ekonomik düzlemde ise fosil yakıtlarla asla kıyaslanamaz.

Buna rağmen antimadde, roketler için uygun bir yakıt olabilir. Daha 1950'lerde Alman bilim adamı Eugene Sanger, bir foton roketininin hayalini kurmuştu. Bu roket için itici güç, elektron-pozitron reaksiyonundan sağlanıyordu. Araçta, hayalî bir elek-



Gelişmiş bir antimadde roket modeli: Proton ve antiprotonlar, motora soldan girer ve birbirlerini yok ederek gamma ışınlarını ve pionları oluştururlar. Süper iletken manyetik sınırlar, bu artıkları roketten dışarı atar. Atılan pionlar yine gamma ışınına dönüşür; ama bu olay 2 km geride gerçekleşir.

tron - gaz ayna, gamma ışınlarını odaklıyordu. Fakat Sanger, bunu yapmanın yolunu asla bulamadı.

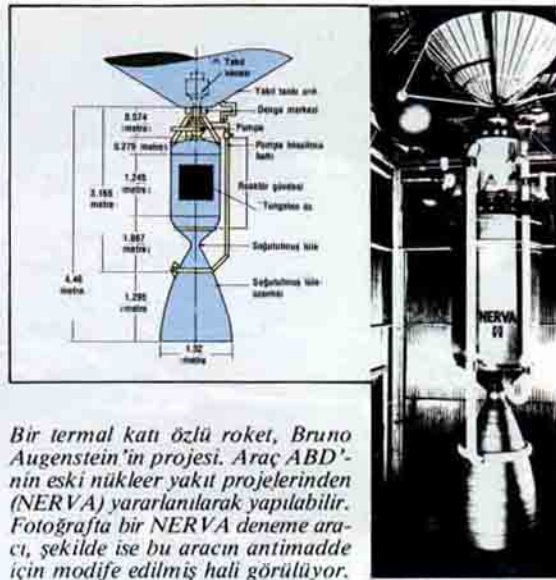
Öte yandan, antiprotonun keşfi, durumu değiştirmişti. Eğer birkaç miligram antimadde üretip onu saklamayı başarabilirsek, bunu roketler için çok değerli bir yakıt olarak kullanabiliriz. Sanger'in foton roketi asla yapılamayabilir. Fakat, bir gün, birileri, bir pion roketini pekâlâ gerçekleştirebilir.

Antiproton tepkimesini uzay gemilerinde kullanmanın, en az iki yolu vardır: Birincisi, iyi düzenlenmiş bir sistemde, yüklü pionlar güçlü bir manyetik alan içinde tutulup, düzenli olarak arka bölmelere itilebilir. İkinci düzenekte ise su, metan veya sıvı hidrojen gibi bir ortamdan geçirilen pionlar, enerjilerini bu sıvılara aktarırlar. Oldukça yüksek bir enerji düzeyine çıkan sıvı, roketin arkasından dışarıya verilirken, araç ters istikamette yol alır. Böylece antimadde reaksiyonu sonucu oluşan enerjinin % 40-50'si kinetik enerjiye dönüşmüş olur.

Günümüzde, uzay araçlarında yakıt olarak, sıvı hidrojen ve oksijen karışımı kullanılmaktadır. Bu yöntemle bir tonluk bir cisim, dünya çevresinde bir yörüngeye oturtmak, yaklaşık 5 milyon dolara mal olmaktadır. Oysaki 10 mg'lık bir antimadde, bu yakıtın 120 tonunun yapacağı işi görebilmektedir. Eğer, antiprotonun miligramı 10 milyon dolara maledilebilirse, mevcut sistemler içinde en ucuz uzay yolculuğu antimadde ile yapılabilir.

Şimdilik, antimadde ile uzay yolculuğu, çok uzaklarda duran bir hedef görünümündedir. Bu fikirlerin uygulamaya sokulabilmesi için, antimadde teknolojisinin ve roket sistemlerinin, çok daha geliştirilmesi gerekmektedir. Öte yandan, ilgili kişi ve kuruluşlar bu işi oldukça ciddi olarak ele almakta ve çalışmalarını sürdürmektedir. Özellikle, ABD'de askerî çevreler, antimadde enerjisine oldukça önem vermekte ve araştırmalar için maddî imkân sağlamaktadırlar. Uzmanlar, antiproton roketlerinde ağırlığın şimdikilerin yansı kadar olacağını söylemektedirler.

Kısa bir süre önce, Hawai Üniversitesi'nden James Gaines, antimaddeyi depolayıp reaksiyonları kontrol altına almanın bir yolunu buldu. Gaines'in önerisi antiprotonları bir antihidrojen topu içinde saklamaktır (antihidrojen, bu antiproton ve pozitronun meydana getirdiği yapıdır). Henüz kimse antihidrojen üretilmiş değil; ama yine de yakın gelecekte bunun gerçekleşmesini umabiliriz. Gaines, bir antihidrojen topunun, antimadde reaksiyonuna karşı ne denli dayanıklı olduğunu hesapladı. Yine yapılan hesaplara göre, 10 miligram ağırlığında bir top, yüzeyinde saniyede 300 defa meydana gelen antimadde reaksiyonlarıyla patlamadan durabilmektedir. Böylece, bir antihidrojen topu, sadece gerekli miktarda reaksiyona izin vererek, patlama ve kaybetme korkusu olmadan antimaddenin taşınmasına, kullanılmasına ve depolanmasına imkân verecektir.



Bir termal katı özlü roket, Bruno Augenstein'in projesi. Araç ABD'nin eski nükleer yakıt projelerinden (NERVA) yararlanılarak yapılabilir. Fotoğrafta bir NERVA deneme aracı, şekilde ise bu aracın antimadde için modifiye edilmiş hali görülmüyor.

Antimadde roketi için basit, fakat akılcı bir sistem, Kaliforniya'dan Bruno Augenstein tarafından planlanmıştır. "Termal tungsten özlü antimadde güç ünitesi" adı verilen bu sistemde en önemli kısım, ortada bulunan tungsten bloktur. Bu blok, delikli bir yapıda olup, içerisinde sıvı tutma kapasitesine sahiptir. Tam ortasından ise düzgün bir kanal geçer. Bu kanalın içerisine yerleştirilen borularda, antimadde reaksiyonları gerçekleşir. Bu reaksiyonlar sonucu oluşan enerji ise dışardaki sıvıya ısı olarak aktarılır ve böylece, iyonize olan sıvı, çok yüksek bir güçle roketin arkasından atılırken, araç, diğer yöne doğru ilerler.

Augenstein'in bu roket modeli, şimdikilere göre oldukça hafiftir.

Başka bir projede ise çok güçlü bir manyetik alan, antimadde reaksiyonlarında meydana gelen pionları roketin arkasından dışarıya yönlendirmektedir.

Amerikan Hava Kuvvetleri, antimaddeyle uzay keşiflerinden çok, dünya etrafındaki yörüngelere uçuş için kullanmayı planlamaktadır. Antimadde ile çalışan bir uzay dolmuşu, Satürn V roketiyle aynı güç ve yük kapasitesine sahip olabilir. Bu tür bir araç, daha çok yörüngeye çeşitli yükleri taşımakta kullanılabilir. Örneğin SDI projesi doğrultusunda, uzay savunma silâhları, bu şekilde yörüngeye yerleştirilebilecektir.

Fakat antimaddeyle çalışacak bu tür araçların, insan sağlığını ve çevreyi oldukça tehdit edeceği de bir gerçektir. Bu yüzden, bunların fırlatma rampalarının yerleşim bölgelerinden uzak yerlere kurulması düşünülmektedir.

EGZOZLARIN SESİ KESİLİYOR

Günümüzde kullanılan egzoz susturucular, motorun gücünü azaltmaktadır. Bu sorunun önüne geçmek isteyen araştırmacılar, yeni bir sistem geliştirdiler. Yeni sistemin kullanımının 1990'ların ortalarına doğru hayli yaygınlaşacağı tahmin ediliyor.

Bu sistemin temeli, sese karşı anti-ses üretime dayanıyor. Ses giderici cihazın ürettiği ses ile egzoz gazının frekansı arasında 180 derece-lik bir faz farkı bulunuyor.

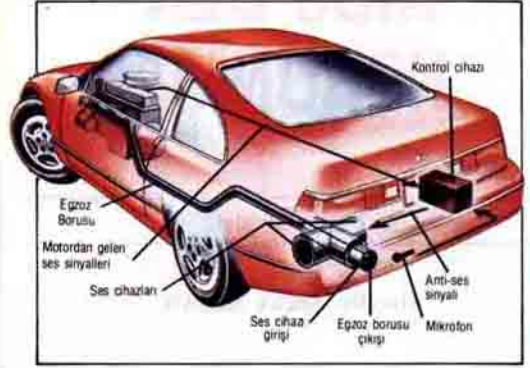
Motor devrine göre frekans uyumunu kontrol eden bir mikroişlemci, sinyallerle, egzoz borusunun son kısmında bulunan iki ses bölmesinin çalışmasını düzenler. Bu sinyallerin azlığı veya çokluğu egzoz borusunun çıkışına yerleştirilen bir mikrofondan gelen sese göre tayin edilir.

Antimadde, bilimkurgu filmlerinde gördüğümüz pek çok düşü gerçekleştirecektir. Şimdiki sistemlerle mümkün olmayan 3 ayı uzay projesi düşünün: Güneşe gönderilen bir gemi, Satürn'ün halkaları içine girecek bir başka gemi ve Yıldızlar Savaşı filmindeki benzer uzay savaşçıları. Günümüz teknolojisi ile bunların hiçbiri henüz mümkün değildir. Çünkü her projeyi sınırlayan kütle-yakıt ilişkisi, günümüz teknolojisi ile idealize edilememektedir. Oysaki, antimadde teknolojisi uygulamaya konduğunda, Ay'a gitmek birkaç gün değil, sadece birkaç saat sürecek, Mars'a yolculuk ise lüks uzay gemileriyle birkaç haftada gerçekleştirilebilecektir.

Son olarak antimaddenin erişilecek hız üzerine etkisini şöyle açıklayabiliriz: Normal kimyasal yakıtlarla, bir aracı birkaç saatten daha fazla 1 G'lik ($G = \text{Yerçekimi ivmesi}$) bir ivme ile hızlandıramazsınız. Çünkü, bu iş için çok miktarda yakıt ve bu yakıt için de taşınması mümkün olmayan dev tanklar gereklidir. Fakat antimadde ile çalışan bir uzay gemisinin böyle bir sorunu olmayacağından, örneğin, 1 G'lik sabit bir ivme ile Dünya'dan Pluton'a 3 haftadan daha kısa bir sürede varabilir.

Antimaddenin vaat ettiği imkânlar, oldukça heyecan verici görünmektedir. Öyle ki, daha ilk tasarlanan projeler bile, Dünya ile Ay arasında Singapur ile Londra arası kadar yaklaştırmaktadır.

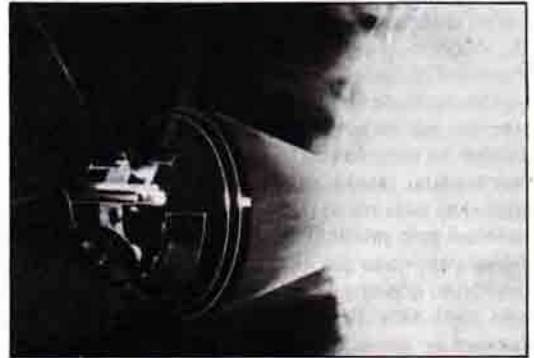
Çok daha ileriki safhalarda hayallerimiz, yıldızlararası yolculuklara kadar uzanmaktadır. Tabii ki, böyle gemiler için kilogramlarca antimaddeye ihtiyaç var. Bu kadar çok antimaddeyi, dünyada hiçbir



Yeni sistem susturucular çok daha kullanışlı.

Yeni geliştirilen sistemin, araca kolayca yerleştirilebilmesi, kullanımını kolaylaştırıyor. İlk prototipi üretilen yeni ses giderici cihaz, alışılmış egzoz gürültüsünden kurtulanabileceğini gösteren sevindirici bir teknolojik gelişmeyi ifade ediyor.

Popüler Mechanics'den çev.: Mustafa ÖZTÜRK



Güneş'e uzay aracı göndermek, antimadde ile mümkün olabilir.

teknoloji ile üretemeyiz. Oysa, yanbaşımızdaki bir gezegen bu iş için biçilmiş bir kaftan olabilir. Yörüngesi Güneş'ten 57,9 milyon km uzakta olan Merkür, çok büyük bir enerjiyi özümlemektedir. Bu gezegene yerleştirilecek antimadde fabrikalarının, herhalde enerji diye bir problemleri kalmayacak ve hayallerimizi gerçekleştirecek bu sihirli güce sonunda kavuşacağız.

Acaba bütün bunlar hemen yarı gerçekleşecek mi? Hayır, fakat görünen o ki, çok da uzun süre beklemeyeceğiz. Belki de 50 yıl içinde Güneş sistemi - ne evimizin bahçesi kadar yakın olacağız ve artık gözümüz çok daha uzaktaki yıldızlara takılacak.

New Scientist'ten çev.: Gürkan ÖZTÜRK