Antimadde
Laboratuvar Dışına Çıktı

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

CERN araştırmacıları antimaddeyi laboratuvar dışına çıkarıp bir yerden bir başka yere nakletmek için bir cihaz geliştirdi. Üretildiği tesislerin dışında da incelenmesine imkân verecek cihaz sayesinde antimadde üzerinde bugüne kadarkilerden çok daha hassas deneylerin yapılması mümkün olacak.

Antimadde, parçacık fiziğinin standart modelinde önemli bir yer tutuyor. Fermiyon grubu parçacıklar olarak adlandırılan tüm madde parçacıklarının antiparçacıkları da var. Madde ve antimadde parçacıklarının kütleleri aynı, elektrik yükü ve diğer tüm kuantum yükleri ise zıt işaretli.

Madde ve antimadde birbirini yok ederek enerjiye dönüşebiliyor ya da enerjiden madde ve antimadde parçacıkları oluşabiliyor. Örneğin bir elektron ve bir pozitron (antielektron) kaynaşarak bir foton oluşturabilir. Bu sırada parçacıkların toplam kütlesi meşhur $E=mc^2$ denklemine uygun bir biçimde enerjiye dönüşür. Benzer biçimde bir foton da uygun koşullarda bir elektron-pozitron çifti oluşturabilir. Bunun gerçekleşebilmesi için de fotonun enerjisinin ortaya çıkan parçacıkların toplam kütle enerjisinden fazla olması gerekir.

Bugün antimaddenin doğası hakkında hâlâ bilinmeyenler var. Örneğin Büyük Patlama'nın eşit miktarda madde ve antimadde üretmiş olması beklenir.

BASE / Maria Latacz

Peki öyleyse bugün evren neden çok büyük oranda madde parçacıklarından oluşurken anti madde parçacıklarının miktarı ise çok az? Bu madde-antimadde asimetrisinin ortaya çıkmasına madde ve antimaddenin uyduğu fizik yasaları arasındaki hangi farklar yol açmış olabilir?

Antimadde ile ilgili bilinmeyenlere cevap bulmanın yolu deneyler ve gözlemlerden geçiyor. Ancak antimadde ile ilgili deneyler yapmak pek kolay değil. En önemli sorunlardan biri büyük miktarda antimadde üretip depolayabilmek. Çünkü madde ve antimadde bir araya geldiğinde birbirini yok ederek enerjiye dönüşüyor.

Antimaddeyi depolayıp bir yerden bir yere aktarmak kolay olmadığı için bugüne kadar antimadde üzerine yapılan deneylerin tamamı antimaddenin üretildiği tesislerde gerçekleştirilmişti. Ancak yakın gelecekte bu durum değişecek. CERN'deki BASE (Baryon-Antibaryon Symmetry

BASE / Julia Jäger

Experiment) deneyinde çalışan araştırmacılar, antimaddenin bir yerden başka bir yere aktarılmasına imkân verecek bir cihaz geliştirdi.

BASE-STEP (BASE-Symmetry Tests in Experiments with Antiprotons) adı verilen cihazda antimadde parçacıklarını bir hacmin içine hapsetmek için altın kaplama bakır elektrotlar kullanılıyor. Ayrıca bu kapan sistemi, antimadde parçacıklarının kabın duvarlarına çarpmasını daha da zorlaştıran süperiletken mıktanıslarla destekleniyor. Kapanın içindeki basınç 10^{-19} bara kadar düşürülüyor. Bu aşırı düşük basınçlı ortamda "geriye kalan" hava moleküllerinin miktarı antimadde parçacıklarıyla çarpışmalarını neredeyse imkânsız hâle getirecek kadar düşük kalıyor.

Araştırmacılar geliştirdikleri sistemi CERN'ün Meyrin kampüsünde başarıyla test etmiş. BASE-STEP'in yaklaşık dört saat boyunca kampüs içinde dolaştırıldığı testler sırasında antimadde parçacıkları yerine 100 civarında proton içeren bir madde bulutu kullanılmış. Ancak aynı sistemde antimadde parçacıklarını taşımak için yapılması gereken tek şeyin, kapandaki elektrotların polaritesini yani kutuplarının işaretini değiştirmek olduğu belirtiliyor.

Geliştirilen antimadde taşıma sisteminin kütlesi 850-900 kilogram civarında. Dolayısıyla forkliftlerle ya da vinçlerle tanışabilecek derecede hafif bir sistem. Ayrıca yeryüzündeki düşey yönde **1g**'lik (9,8 m/s^2) yer çekimine ek olarak herhangi bir yönde **1g** ile ivmelenirken de başarıyla çalışmaya devam ediyor.

BASE araştırmacılarının ilk hedefi CERN'deki "Antimadde Fabrikası"nda (AMF) üretilen antiprotonları şu an Almanya'daki Heinrich Heine Üniversitesinde kurulumu devam eden bir laboratuvara taşımak olacak. CERN'deki BASE deneyleri sırasında protonların ve antiprotonların manyetik momentleri (yük/kütle oranları) ölçülüyor. CERN'deki deney ortamı bu ölçümlerin trilyonda 16 hata payıyla yapılmasına imkân veriyor. Her ne kadar bu deneyler baryonlar (proton ve nötron gibi üç kuarktan oluşan parçacıklar) üzerinde madde/antimadde simetrisi üzerine yapılmış en hassas deneyler ünvanını elinde bulundursa da araştırmacılar gelecekte daha hassas deneyler yapmayı amaçlıyor. Ancak CERN'deki sistem buna uygun değil. Çünkü CERN'deki Antimadde Fabrikası'nın ürettiği antiprotonları yavaşlatmak için kullanılan ekipmanların sebep olduğu manyetik alan salınımları daha hassas ölçümler yapılmasına engel oluyor. Heinrich Heine Üniversitesinde yapılacak ölçümlerin kesinliği ise CERN'dekilerin yüz katı olacak. Bu sayede madde ve antimaddenin özellikleri ve davranışları arasında ne gibi farklar olduğu hakkında daha iyi sonuçlar elde edilebilecek. ■

Kaynaklar

- Leonhart, M., ve ark., "Proton transport from the antimatter factory of CERN", *Nature*, https://doi.org/10.1038/s41586-025-08926-y, 2025.
- Dumé, I., "Protons take to the road", *Physics World*, https://physicsworld.com/a/protons-take-to-the-road/, 16 Mayıs 2025.