

Değerli Okuyucularımız,

Bilim ve teknoloji konularında merak ettiğiniz, kafanızı karıştıran, düşündürücü sorularınızı [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr](mailto:merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr) adresine yollayabilirsiniz.

Tüm okuyucularla paylaşabileceğimiz sorularınızı değerlendirecek ve yerimiz elverdiğince yanıtlamaya çalışacağız. İlginç bilimsel sorularda buluşmak üzere...

*Her parçacığın bir karşı parçacığı varsa (elektron-pozitron gibi) madde de parçacıklardan oluştuğuna göre maddenin de karşıtı var mıdır? Biz ve yaşadığımız evren de maddeden oluştuğuna göre yaşadığımız evrenin bir karşıtı söz konusu olabilir mi? Olursa neden bu karşıt evrenler çarpışıp nötrleşmiyor?*

Atahan Pekmezci

*Evren oluşurken madde karşı-madde simetrisinin bozulmasında etkili olan etmenler nelerdir? Oluşan elementlerin (hidrojen,helyum ,döteryum vb.) bu simetri bozulmasında etkisi nedir?*

Mesut Işık

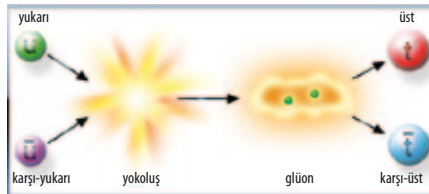
Kuantum kuramına göre atomaltı parçacıklar (proton, nötron, elektron, muon vs.) çiftler halinde meydana geliyorlar. Diğer bir deyişle bir parçacık meydana gelirken aynı fiziksel özelliklere sahip olan ama zıt elektrik yükü taşıyan karşı-parçacığı da birlikte ortaya çıkıyor. Çok yüksek hızlara kadar ivmelendirilmiş atomaltı parçacıkların çarpıştırıldığı deneylerde parçacık karşı-parçacık ikililerinin birlikte ortaya çıkışı gözlemlenebiliyor. Mikroskobik ölçekte gözlemediğimiz bu durum makro ölçekte de karşı-parçacıkları gözleme beklentisini getiriyor. Ancak söz konusu evren olunca incelemeye en yakınımızdan başlayabiliyoruz. Gökbilim çalışmalarıyla evrenimiz yıllardır yakından uzağa doğru taranıyor ve karşı-maddeden oluşmuş yıldız, gökada (karşı-yıldız, karşı-gökada) aranıyor. Ancak şimdiye kadar çekirdeğinde nükleon (proton, nötron) yerine karşı-nükleon, yörüngelerinde elektronlar yerine karşı-elektronların yani pozitronların yer aldığı karşı-maddeden oluşan gök cisimleri bulunamadı.

Karşı-madde aramasına uydumuz Ay ve yakınımızdaki Venüs ile başlanmış. Beklenti şöyle: Eğer bir gök cismi karşı-maddeden oluşuyorsa oraya gönderilen herhangi bir cihazın birden yok olması gerekir. Çünkü maddeyle karşı-madde karşılaşması maddenin yok oluşu ve fazla miktarda gama ışını yayılmasıyla sonuçlanıyor. Ancak böyle bir şey hiç olmamış. Güneş sistemimizdeki uzak gezegenlere karşı-madde aramak için uzay aracı gönderip masrafa girmeye gerek yok. Zira güneş fırtınalarında çıkan yüksek enerjili parçacıklar gezegen yüzeyine ulaştıkça yüksek miktarda gama ışınımı gözlenirse bu gezegenin karşı-maddeden oluştuğunu gösterir. Ancak böyle bir gözlem de şimdiye kadar gerçekleşmemiş. Peki Güneş sistemimizde karşı-gezegenler olmasa da daha ötede karşı-maddeden yapılmış gök cisimleri var mıdır? Bunun için çok uzaklardan yakınımıza ka-

dar gelen kozmik ışınları incelemek gerekiyor. Ancak kozmik ışınlarda karşı-parçacıklar gözlenirse de bunların karşı-maddeden yapılmış gök cisimlerinden geldiklerini söyleyemiyoruz. Zira pozitron, karşı-proton gibi karşı-parçacıklar kozmik ışınların yıldızlararası maddeyle etkileşimi sonucu oluşabiliyor.

Bir nükleonun bir yerlerde bir karşı-nükleonla karşılaştığını düşünelim. Nükleonlar önce birkaç pion (yukarı ve aşağı kuarktan meydana gelen bir parçacığa) dönüşüyor. Çıkan pionlardan yüksüz olanlar doğrudan gama ışınımına dönüşüyor. Yüklü olanlara yüküne göre muona ya da karşı-muona, muon da elektrona ya da karşı-elektrona yani pozitrona dönüşüyor. Bunların yanı sıra nötrinolar açığa çıkıyor. Nötrinolar yüksüz ve yakalanmaları zor. Pozitronları saptasak bile nükleon karşı-nükleon çarpışmasından ortaya çıktıklarını iddia edemiyoruz. Örneğin NASA'nın gama ışını gözlemi yapan uzay aracı CGRO (Compton Gamma Ray Observatory) gökadamızda yüksek miktarlarda pozitron bulutları saptamış. Ancak bunların gökada merkezindeki bir karadelik olay ufkunda oluşan elektron pozitron çiftlerinden karadelik merkezine çekilmeden kaçmayı becerebilen pozitronlar olduğu öngörülüyor. Bazı gökbilimci-lerse dev yıldız fırtınalarında yer alan pozitronlar olabileceğini söylüyor. Bol miktarda pozitron güneşimizdeki patlamalarda da gözlemlenebiliyor.

Görüldüğü üzere kozmik ışınlarda gözlemlenen karşı-parçacıklar da karşı-gezegen ve gökadalar konusunda pek bir ipucu veremiyor. Bu yüzden karşı-madde avında kozmik ışınlarda karşı-parçacıklar değil de karşı-elementler saptanmaya çalışılıyor. Çünkü kozmik ışınların gaz ve toz bulutuyla çarpışmalarından karşı-hidrojen, karşı-helyum gibi element çekirdeklerinin oluşma ihtimali çok çok düşük. Kennedy Uzay İstasyonu'ndan uzaya fırlatılışı 26 Şubat 2011'e ertelenen NASA'nın AMS (Alfa Manyetik Spektrometresi) dedektörünün hedeflerinden biri de kozmik ışınları inceleyerek karşı-hidrojen, karşı-helyum bulmak. Saptanabilirse bir sonraki aşama herhalde bazı organik karşı-moleküller ya da karşı-gökadalar bulmak olur. Tabii hemen aklımıza şu soru gelmeli. Karşı-gökada varsa bildiğimiz gökadalarla çarpışmadan ayrı olarak nasıl duruyorlar ki biz de bunları saptayabiliyoruz. Sadece karşı-madde içeren geniş uzay-zaman bölgeleri var ve bunlar maddeden oluşan gökadalardan belli sınırlarla mı ayrılmış? Bilim insanları hesaplarıyla böyle bir durumun pek mümkün olmadığını gösteriyor. Çünkü sınırlarda gerçekleşen madde karşı-madde etkileşimleri engellenemiyor. Her



şey yine gama ışınımına dönüşüyor. Ancak bizim evrenimiz maddeden, başka bir paralel evren karşı-maddedense böyle bir problem yok. Peki bu mümkün mü? Bilmiyoruz ve muhtemelen hiçbir zaman da bilemeyeceğiz. Çünkü böyle bir durumda daha büyük bir

problem var. Bu tür evrenlerle "haberleşemediğimiz" için, örneğin paralel evrenlerden bize kozmik ışın ulaşmadığı için gözlem yapmıyoruz. Gereçelerin detaylarını Ağustos 2010 sayımızda paralel evren senaryolarını ele alan "Paralel Evrenler" başlıklı yazımızdan öğrenebilirsiniz. Yeri gelmişken belirtelim: Elektrik yüklü bir par-

çacık manyetik alan içerisine girince yönünü değiştiriyor. Artı yüklü bir parçacık bir yöne doğru kıvrılırken eksi yüklü karşı parçacığı aynı alan içinde benzer kıvrılmayı zıt yönde gerçekleştiriyor. Bu nedenle karşı-parçacık yük dışında diğer fiziksel özellikleri kendisiyle aynı olan parçacığın ayna görüntüsüdür. Karşı-maddeden oluşmuş bir evren ise (ki eğer varsa) evrenimizin ayna görüntüsü olarak da nitelendiriliyor.

Gelelim madde karşı-madde simetrisinin bozulmasında etkili olan etmenlerin sorulduğu diğer sorumuza. Doğada nükleer, elektromanyetik, zayıf ve kütle çekim olmak üzere dört temel kuvvetin etkili olduğunu biliyoruz. Parçacıklar bu kuvvetler vasıtasıyla birbirleriyle etkileşirken bazı korumun yasalarına uyarlar. Kimyasal tepkimelerde, tepkimeye giren ve çıkan moleküller karşılaştırıldıklarında elektrik yükü, mol sayısı, enerji gibi büyüklüklerin korunduğu yani tepkime öncesi ve sonrası değişmediği, aynı kaldığı görülür. Benzer korunum yasaları atomaltı etkileşimlerde, etkileşime giren ve çıkan atomaltı parçacıklar için de geçerli. Elektrik yükü, lepton yükü, baryon yükü korunan büyüklüklerin sadece birkaçı.

Konumuzla doğrudan ilgili olan büyüklük ise baryon yükü. Her bir kuark  $+1/3$  baryon yüküne sahip (her bir karşı-kuark ise  $-1/3$ ) ve bildiğimiz parçacıkların birçoğu çeşitli kuarkların değişik sayıda bir araya gelmesinden oluşuyor. Ancak kuantum fizik yasaları kuarkların her istenilen şekilde ve sayıda bir araya gelmesine müsaade

etmiyor. Yakın zamanlarda gözlemlenen pentakuarkları (5 kuarkın bir araya gelmesiyle oluşan parçacıklar) göz ardı edersek üç kuark ya da üç karşı-kuark veya bir kuark ile bir karşı-kuark bir araya gelip bir parçacık oluşturabiliyor. Bu durumda üç kuarktan meydana gelen baryonlar (örneğin proton)  $+1$  baryon yüküne sahipken, üç karşı-kuarktan meydana gelen karşı-baryon (örneğin karşı-proton)  $-1$  baryon yüküne sahip. Kuark karşı-kuark çiftinden meydana gelen mezon denen parçacıkların baryon yükü ise sıfır.

Şu anda evrendeki madde ve karşı-madde miktarı, evrenin başlangıcındaki koşullara bağlı. Ya evren karşı-maddeden daha çok madde ile başladı, yani baryon yükü başlangıçtan beri sıfırdan büyük pozitif bir değerdedi ya da Büyük Patlama sırasında eşit miktarda parçacık ve karşı-parçacık ortaya çıktıysa bile bunların fiziksel etkileşimleri farklılık gösterdiği için bu eşitlik ve simetri zamanla bozuldu ve sonuçta maddeden yana bir evren ortaya çıktı. Bilim insanları baryogenez olarak adlandırdıkları bu senaryolardan ikincisinin daha geçerli olduğu görüşündeler ve ilk andaki simetriyi bozan mekanizmaları ortaya çıkarmaya çalışıyorlar.

Bu mekanizmalardan biri 1960'larda saptandı. Bir fiziksel sistemin koordinatlarının yönünü değiştirdiğimizde, başka bir deyişle ayna görüntüsünü aldığımızda sistemin davranışının değişmemesini bekleriz. Ancak 1956'da T.D. Lee ve C.N. Yang kuramsal olarak parçacıkların zayıf kuvvetle etkileşimlerinde parite denen bu özelliğin korunmayabileceğini öne sürdüler. Sonrasında elektrik yükü sıfır olan kaon (acayip ve alt kuarktan meydana gelen bir mezon) parçacığının zayıf etkileşimle başka parçacıklara bozunması, karşı-kaonun bozunmasıyla karşılaştırıldığında çıkan parçacıkların geometrisinin farklı olduğu yani paritenin korunmadığı görüldü. "Bir sistemin aynı anda hem yükü hem de paritesi değiştirilirse sistemin davranışı değişmez" kuralı güçlü, elektromanyetik ve de kütle çekim etkileşimlerinde doğru iken zayıf kuvvet etkileşimlerinde geçerli değildi. CP (charge-parity, yük-parite) simetrisinin ihlali olarak adlandırılan bu durumun başlarda kaon gibi, acayip kuark içeren parçacıklara özgü olduğu düşünüldü. Sonraları acayip kuark içermeyen B mezonlarında da gözlemlenince daha genel geçer bir ihlal olduğu ve madde karşı-madde asimetrisinin temelinde yer aldığı ortaya çıktı. Karşı-madde üzerine çalışan laboratuvarlar ve deneyler hakkında daha detaylı bilgi edinmek için Haziran 2010 sayımızda Dr. Bilge Demirköz'ün kaleme aldığı "Karşı-madde – Evrende pek varolmayan ikizimiz" başlıklı yazıyı okuyabilirsiniz.

Ancak CP simetrisinin ihlali tek başına evrendeki madde üstünlüğünü anlatmak için yeterli değil. Henüz bilmediğimiz başka mekanizmalar da olmalı: Belki kütle çekim kuvveti madde ve karşı-madde üzerinde farklı işliyor ve Büyük Patlama sırasında bu farkın bir etkisi oldu. Belki asimetrisinin bir başka kaynağı maddenin karşı-maddeye dönüştüğü etkileşimlerde rol alan nötrinolar. Tüm parçacıklara kütle kazandıran Higgs bozonu da parçacık karşı-parçacık asimetrisinde görev üstleniyor olabilir. CP simetrisinin ihlali değişik parçacık fiziği deneylerinde sürekli doğrulanırken diğer sorular üzerine yoğunlaşan deneyler henüz öngörülerini destekleyemedi.

Dr. Zeynep Ünalın

