

CERN'deki LHC deneyleri hakkındaki gerçekler ve yanlış bilinenler

Giriş

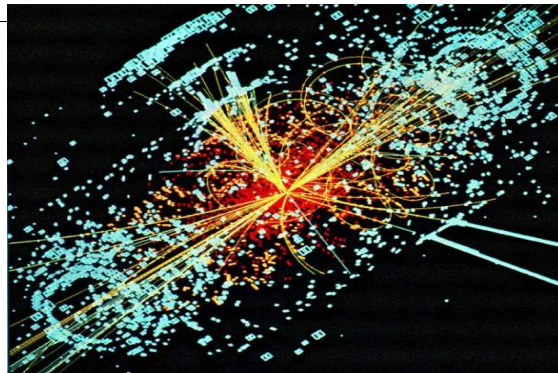
CERN deneyleri yaklaşık 2 yıldır kamuoyu gündeminde. Bunun en önemli nedenlerinden birisi de herhalde medyada kullanılan ismi: Büyük patlama deneyleri. İşin içinde patlama gibi kavramlar olunca, ister istemez kamuoyunun dikkatini çekiyor. Her ne kadar bu patlama 13.5 milyar yıl önce gerçekleşmiş olsa da (aslında o da bir patlama değildi ama konumuz açısından önemi yok), medyada “patlama deneyleri” olarak ün yapan LHC bir çok yanlış anlaşılmanın hedefi oldu. Bunun yanısıra bir de “kara delik” olgusu da insanların ilgisini çekti. İşte bu yazıda LHC deneylerinin kısa bir tanıtımını yaptıktan sonra, kamuoyunda yanlış bilinen gerçekleri açıklamayı hedeflemekteyiz.

Yüzyılın deneyi: LHC (Büyük Hadron Çarpıştırıcısı)

Fransa-İsviçre sınırında, yerin 100 metre altından geçen 27 kilometre uzunluğundaki tünele inşa edilen LHC (Büyük Hadron Çarpıştırıcısı) Aralık 2009 tarihinde proton çarpışmalarına başladı. Hızlandırıcının üzerindeki her biri birkaç katlı apartman büyüklüğündeki 4 detektör de, yıllar süren hazırlıklardan sonra veri toplamaya başladılar. CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi) laboratuvarında yer alan bu deneyler **CMS, ATLAS, LHCb** ve **ALICE** olarak isimlendirilmişlerdir. Protonların 14 TeV (Tera elektron volt ya da trilyon elektron volt) merkezi enerjisinde çarpışacakları bu deneyler, araştırmacılara evrenin ilk zamanlarını anlama imkanı vereceklerdir. LHC hızlandırıcısında herbiri 7 TeV enerjiye sahip olan ve 27 kilometrelik dairesel tünel içinde ışık hızına çok yakın hızlarda yol alan protonlar kafa kafaya çarpışarak 14 TeV' luk merkezi enerji meydana getirecek ve böylelikle atom altı dünyasının şimdiye kadar göremediğimiz bölgelerini inceleme olanağı sağlayacaklardır. Bu bölgedeki enerji yoğunluğu, evrenin başlangıcındaki Big Bang (Büyük Patlama) koşullarına yakın olduğundan dolayı, basında LHC deneyleri “Big Bang” deneyleri adıyla da adlandırılmaktadır. Ancak mutlak anlamda üretilen enerji bir kibrit ateşi kadar bile değildir.

Bu deneylerin temel amacını, Parçacık Fiziğinde varılan son nokta olan **Standart Model** adını verdiğimiz teorinin yanıtlayamadığı sorulara yanıt bulmak diye özetleyebiliriz. Standart Model bize maddenin yapı taşlarının nasıl davrandığını ve birbirleriyle nasıl etkileştiklerini açıklamakta ama bunların nedenleri hakkında bilgi vermemektedir. LHC deneyleri ile, bunların **nedenlerini** öğrenmeyi hedeflemekteyiz.

Her ne kadar bir çok deneyle desteklenen **Standart Model** içinde yaşadığımız evrende neler olduğunu bize çok güzel bir şekilde açıklasa da, ortada yanıtlanmamış bazı sorular bulunmaktadır. Standart Model için gerekli olan bir parçacık (ki buna **Higgs** parçacığı diyoruz) henüz keşfedilmemiştir. Standart Modele göre, maddenin yapı taşları olan temel parçacıklar altı **lepton**, altı **kuark** ve bunlar arasındaki **temel etkileşmeleri** gerçekleştiren **aracı parçacıklardır**. Bu modele göre, parçacıkların kütlelerinin nereden geldiklerini açıklayabilmek için **Higgs alanı** adı verdiğimiz ve henüz keşfedilmemiş bir temel-etkileşim alanına ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla Higgs parçacığının var olup olmadığı sorusunun yanıtlanması Standart Model açısından son derece önemlidir. CMS deneyi ve diğer LHC deneyleri, öncelikle Higgs parçacığını aramak ve böyle bir parçacık varsa bunun kütlelerini ve diğer özelliklerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Öte yandan, LHC deneylerinin diğer amaçlarından birisi de SM'in ötesinde bir model olan Süpersimetri modelini sınamaktır.



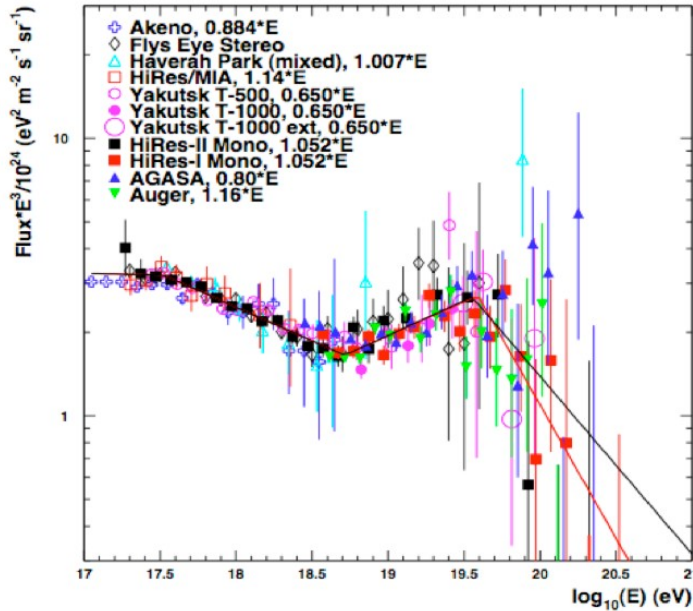
Şekil: CMS deneyinde Higgs parçacığının üretildiği süreçlerden birinin temsili resmi

Bu deneylerde Büyük Patlama mı tekrarlanıyor?

Hayır, Büyük Patlama 13.5 milyar yıl önce gerçekleşti zaten. Evrenimiz 13.5 milyar yıl önce başladı ve hızlanarak genişliyor. LHC deneylerinde protonlar çarpıştırılarak evrenin başlangıcındaki enerji yoğunluğuna ulaşılmaya çalışılıyor. Protonların çarpışmasında ortaya çıkan mutlak enerji bir sivrisineğin kanat çırpışı kadar. Ancak protonların boyutları çok küçük olduğu için, enerji yoğunluğu çok fazla. Bu durumu şu şekilde örneklendirebiliriz: Deniz suyunun ısı bir litre kaynamış suya oranla kat kat daha fazladır. Çünkü ısı bir enerji ölçüsüdür ve deniz suyunun muazzam miktardaki kütesinin içerdiği enerji bir litre kaynamış suyun enerjisinden milyarlarca kez daha büyüktür. Böyle olduğu halde başımızdan aşağı bir litre kaynamış su döktüğümüzde haşlanırsınız da denize girdiğimizde hiçbir şey hissetmeyiz. Hatta deniz suyunun sıcaklığı düşükse üşürüz. Bunun nedeni denizin ısısının dağılmış durumda olmasıdır. Oysa bir litre kaynamış suyun ısı (yani enerjisi) küçük bir alanda yoğunlaşmıştır. Öyleyse önemli olan enerji miktarı değil, enerjinin yoğunlaşma derecesidir. Einstein'ın ünlü formülünü hatırlarsak, enerji eşittir kütle! Öyleyse enerji yeteri derecede yoğunlaştığında maddeye dönüşür. Bunu söyle de ortaya koyabiliriz: bir maddenin enerjisini yeterli oranda arttırdığımızda o maddenin kütlesi enerjiye dönüşür. Yüksek enerji yoğunluklarında yüzlerce farklı parçacık ortaya çıkar. İçinde yaşadığımız evrende madde adını verdiğimiz her şeyi (vücudumuz, gezegenimiz, güneş, yıldızlar, ...) oluşturan bu üç parçacık da (esas olarak proton, nötron ve elektron) yaklaşık 13.5 milyar yıl önce, evrenin başlangıcında ortaya çıkmışlardır. Şimdilik bu parçacıkları meydana getiren (Big Bang' deki) o muazzam enerjinin kaynağını bilmiyoruz.

LHC deneyleri herhangi bir tehlike arz ediyorlar mı?

Hayır hiç bir tehlike yok. Dünyamızın tarihi 4.5 milyar yıl kadar eskidir. Bu süre zarfında dünyamız uzaydan gelen kozmik ışınların bombardımanına maruz kalmıştır. Kozmik ışınlardaki enerji protonların çarpışma enerjisinden kat kat fazla olduğu halde şimdiye kadar Hiçbir etki gözlenmemiştir (bakınız Şekil 2).



Şekil 2: LSAG gurubu tarafından basılan grafik, dünyayı bombardıman eden Kozmik ışınların akısını göstermektedir. Bir çok farklı deneyler tarafından ölçülen bu değerler, LHC enerjilerinin kat kat üstündedir [6]

Dan Brown'un Melekler Ve Şeytanlar kitabı bu deneyi mi anlatıyor?

Hayır, aslında o kitap 8 yıl önce yapılan anti-hidrojen atomu deneyinden esinlenmiş. LHC deneylerinde anti-atom üretilmiyor. Ama kitaptan yapılan filmde dekor olarak LHC deneyleri kullanılmış.

Anti-madde, dünyanın enerji sorununa çözüm olabilir mi?

Hayır olamaz. Her şeyden önce anti-madde kavramının iyi anlaşılması gerekiyor. P.A.M. Dirac tarafından 1928 yılında ortaya atıldığı ve daha sonra sayısız deney ve gözlemler tarafından ispatlandığı gibi, her atom altı parçacığın bir karşıt parçacığı vardır. Aslında karşıt parçacığa da parçacık diyebiliriz. Bunlar gerçek parçacıklardır. Sadece yükleri ya da başka kuantum özellikleri zıt işaretlidir. Örnein elektronun zıt elektrük yüklü karşıt parçacığı pozitrondur. Öte yandan bir de anti-atom vardır ki aslında anti-madde deyince bu anlaşılmalıdır. Anti-atom, atom altı parçacıkların anti-parçacıklardan oluştuğu bir durumdur. Örneğin, hidrojen atomunda çekirdekte bir proton ve etrafında da bir elektron vardır. Anti-hidrojen atomu ise çekirdekte anti-protonun ve çevresinde de pozitronun bulunduğu bir atomdur. Anti-atomlar doğada kendiliklerinden var olmazlar. Ancak çok özel koşullarda, CERN gibi laboratuvarlarda üretilebilirler. İlk anti-atom 1996 yılında CERN' de Low Energy Antiproton Ring (LEAR)' da PS210 deneyi tarafından üretilmiş ve daha sonra 2002' de Anti-proton yavaşlatıcısı deneylerinde bunlardan binlerce üretilmiştir.

Bu deneylerde üretilen anti-atomlar çok çok kısa ömürlüdürler (saniyenin milyarda biri kadar) ve hemen madde ile etkileşime girerek yok olmaktadır. Zaten aksi takdirde içinde yaşadığımız evrende madde hakim olamazdı. Dolayısıyla bu anti-atomları biriktirmek mümkün olmadığı gibi, biriktirebilseydik de, onları üretmek için harcadığımız enerji bu anti-atomların enerjilerine eşit olacağı için Hiçbir şekilde enerji kaynağı olarak kullanamazdık.

Anti-madde bombası yapılabilir mi?

Hayır yapılamaz. Birincisi, yukarıda saydığımız nedenlerden dolayı, anti-atom' u bir arada tutmak için harcanan enerji o atomun toplam enerjisine eşittir. İkincisi de bu atomları yeterli enerji yoğunluğuna getiremeyiz.

LHC tehlikeli değilse neden yer altına yapıldı?

LHC deneylerinin yukarıda bahsettiğimiz antı-atom deneyleri ile hiç birilgisi olmadığı gibi, bu deneylerin Hiçbir tehlikesi de yoktur. Hızlandırıcının yerin 100 metre altında yapılma nedeni Kozmik ışıklardan korunmak içindir. LHC hızlandırıcısından önce önce aynı tünelde elektron-pozitron çarpıştırıcısı (LEP) vardı. 1980' lerin başında LEP ve LEP deneyleri tasarlanırken, yapılacak ölçümler hassas olacağı için ve o dönemki dedektör teknikleri kozmik ışıkların etkisini yeterince ayırt edemeyeceği için, tunel yerin 100 metre altına yapılmıştı. LHC hızlandırıcısı da aynı tüneli kullanmaktadır.

LHC'nin yaratacağı mikro kara delikler dünyayı yutar mı?

Kara delik olgusu kavramsal açıdan çok gizemli değildir: çekim alanı her türlü maddi oluşumun ve ışığın kendisinden kaçmasına izin vermeyecek derecede güçlü olan kütle çekime sahip bir kozmik cisimlere kara delik denir. Bütün olay, kütle ile cismin yoğunluğunun orantısıdır. Cismin hacmi sıfıra giderken kütlesi (böylece kütle çekim gücü de) sonsuza gider. Uzayda bir çok kara delik gözlemlenmiştir. Bu gözlemler direk değil dolaylı yoldandır. Çünkü ışık bile kara deliklerden kaçamaz. Ama yıldızların kara delikler tarafından yutulduğunun resimleri çekilmiştir. Dünyamız nasıl uzayda başı boş gezen gök taşları tarafından tehdit altındaysa, aslında kara delik tehdidi de yabana atılır bir tehdit değildir.

Ama laboratuvarda üretilmesi beklenen mini kara delikler bunlardan değildir. Bazı kuramlara göre kara delikler atmosferde de oluşmaktadır. Bu kuramlara göre uzaydan gelen kozmik ışıkların atmosferdeki atomlara çarpması sonucu ortaya çıkan yoğun enerji bu kara delikleri oluşturabilir. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi, uzaydan gelen kozmik ışıkların enerjileri, LHC' deki proton-proton çarpışmalarındaki enerjilerden kat kat yüksektir. Dolayısıyla eğer LHC' de mini kara delikler oluşacaksa, bunlar zaten atmosferde 4.5 milyar yıldır oluşmakta olmalıydılar. Nitekim atmosferdeki bu mini kara delikleri gözlemlenmek için bazı deneyler de yapılmaktadır ama henüz bunlardan hiç biri bir kara delik gözlemlenmemiştir.

LHC' de mikro kara delikler nasıl oluşabilir?

Standart modelde LHC' de bir kara delik üretmek mümkün değildir çünkü bir kara deliğin kütlesi Planck kütlesinden küçük olamaz ki bu da yaklaşık 20 mikrogram (1000 TeV) düzeylerindedir. Oysa LHC kütle merkezi enerjisi 14 TeV' dir.

Fizikçiler bugüne kadar evrende sadece 4 temel kuvvet saptayabildiler. Bunların kuvvetlerini birbirlerine göreli olarak sıralarsak: çekirdek kuvveti (strong force) 1 kuvvetinde, elektro-manyetik kuvvet 1/137 kuvvetinde, zayıf kuvvet 10^{-6} (milyonda bir) kuvvetinde ve kütle çekim 10^{-43} (0' dan sonra 42 adet sıfır) kuvvetindedir. Kütle çekim kuvveti diğerlerine göre çok çok zayıftır ve o yüzden atom altı düzeyinde etkisi hissedilmez. Ama kütle çekimin menzili sonsuzdur ve çok büyük uzaklıklarda bile etkilidir. Ancak günümüzde Standart Model ötesi bazı kuramlar vardır ki (çok boyutlu uzaylar), bunlara göre kütle çekim etkisini bir çok uzam boyutuna yaymaktadır. Bu kuramlara göre, diğer kuvvetler sadece 3+1 boyutlu zarlara (brane), yani içinde yaşadığımız boyuta hapsolmuşlardır ve kütle çekimin çok küçük boyutlarda (yüksek enerjilerde) kuvveti artar. Eğer bu kuramlar doğru ise, yüksek enerjili çarpışmalarda kütle çekimin etkisi büyür ve mini kara delikler oraya çıkabilir.

Bilim adamları yanılıyor olabilir mi?

Tabi ki bilimde yanılma faktörü vardır. Ancak bilimsel teoriler bir çok farklı deney/gözlem ve diğer bilimsel teorilerle sürekli olarak test edilmektedir. Standart Model adını verdiğimiz fizik kuramı da son 30-40 yıldır kendini defalarca ispatlamış ve çok hassas ölçümleri bile öngörebilmiş bir teodir. Bu teorideki eksik parçaları bulmak ve teoriyi geliştirmek için tasarlanmış LHC deneyinde mutlaka bir şeyler bulunacağına inanıyorum. Eğer yanılmışsak ve 20-30 yıl sonra LHC' de Hiçbir yeni kuvvet, parçacık,..vb bulamamışsak o zaman bütün fiziği tekrar gözden geçirmemiz gerekecek.

Ancak yanılmadığımız tek şey bu deneylerin tehlikeli oluşudur çünkü bunun ispatı olan dünyamız 4.5 milyar yıldır karşımızda duruyor.

Doç.Dr. Kerem Cankoçak

(ITU Fizik bölümü)

Kaynakça

- [1] Gerard't Hooft, Maddenin Son Yapıtaşları, TUBITAK yay., 2000
 - [2] Edward Kolb, Michael Turner, "The Early Universe", Westview Press, 1990
 - [3] Scott Dodelson, "Modern Cosmology", Elsevier, 2003.
 - [4] R.P. Kirshner, "the Extravagant Universe", Princeton, 2002
 - [5] R. Gürdilek, "Evren kuramları" Bilim ve Teknik, Mayıs 2007
 - [6] <http://lsag.web.cern.ch/lsag/LSAG-Report.pdf> (John Ellis, Gian Giudice, Michelangelo Mangano, Igor Tkachev and Urs Wiedemann)
-