

Karabasan, Pembe Düş ve Gerçekler: CERN Deneyi Dünyayı Yok Edecek mi, Ay'daki Helyum Kurtaracak mı?

Teknolojinin sınırlarını zorlayan “büyük fizik makineleri” devreye girmeye başladıkça, bunlar üzerine inşa edilen korku ve umut senaryoları da ölçü tanımıyor. Bunlardan biri, Avrupa parçacık fiziği laboratuvarı CERN’de kısa süre içinde işletmeye alınması beklenen Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) adlı parçacık hızlandırıcısındaki deneylerde ortaya çıkacak karadelik ya da kuramsal bir parçacığın Dünyamızı yutup yok edeceği ya da bir ateş topuna çevireceği yolunda. Ateşlenen düş güçlerinin öteki ucundaysa uygarlığımızı sınırsız ve temiz enerjiye boğacak bir mucize yakıt bulunuyor. Ancak hemen el altında değil. Uluslararası işbirliğiyle Fransa’da kurulma çalışmalarına başlanan ITER füzyon deney reaktörünün başarısına odaklanmış umutlar, ardından ilk ticari füzyon reaktörlerinin devreye gireceği beklentilerini de körüklüyor. Gerçi füzyonla elde edilecek enerji her ne kadar temiz olsa da “tertemiz” sayılmaz. Çünkü yakıt olarak kullanılacak hidrojen izotopları, reaktör çeperlerini radyoaktif hale getiriyor. Ama, kimileri, bu soruna da bir çözüm bulmuşlar: Daha değişik bir yakıt. Sorun şu ki, bu yakıt Dünya’da yok. Olsun; Ay’da bol miktarda var! Orada maden işletmeleri kurup ürünü Dünya’ya göndermeye başladık mı iş tamam...

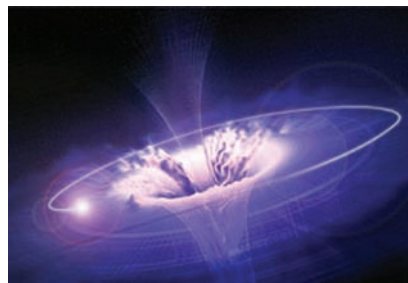
LHC ve “Garipçik”...

İngiltere’deki Oxford Üniversitesi kuramsal fizikçilerinden Frank Close, gerisindeki fiziği irdelemeksizin medya tarafından üretilen bu senaryolara, bazı saygın televizyon belgesellerinin bile çanak

tutmasının tehlikelerine işaret ediyor. Oxford’lu fizikçiye göre BBC’nin 40 yıldır yayınlanmakta olan “Horizons” (Ufuklar) adlı belgesel dizisinin Web sitesinde “LHC deneyinin 50 milyonda bir olasılıkla Dünyamızı felaketsel bir sona sürükleyeceği” uyarısıyla halkı LHC’nin çalıştırılıp, çalıştırılmaması konusunda ankete çağırması, tehlikeli sapmaların çarpıcı bir örneği.

Kurumu tamamlanan dünyanın en güçlü parçacık hızlandırıcısı LHC’nin 27 km uzunluğundaki halka biçimli tünellerinde, süperiletken dev mıknatıslarla ters yönlere ışık hızının eşine kadar hızlandırılan proton demetleri kafa kafa çarpıştırılacak. CERN fizikçileri, 14 TeV (trilyon elektronvolt) düzeyindeki çarpışma enerjisinin, 13,7 milyar yıl önce evrenin ortaya çıktığı Büyük Patlama’nın saniyenin çok küçük kesirlerindeki ilk anlarındaki koşullara ışık tutacağı, bu arada tüm atomaltı parçacıklara kütlelerini kazandırdığı düşünülen gizemli Higgs parçacığını ve bazı başka egzotik parçacıkları ortaya koyacağını umuyorlar.

Medyanın asıl ilgisiyse, aksine resmi açıklamalara karşın deneyde ortaya çıkabileceği bazı fizikçilerce öngörülen mini karadelikler üzerinde toplanmış görünüyor.



Daha önce ABD’deki Brookhaven Ulusal Laboratuvarı’nda başlatılan, altın iyonlarının kafa kafa çarpıştırıldığı “Relativistik Ağır İyon Çarpıştırıcısı” (Relativistic Heavy Ion Collider - RHIC) deneyi öncesinde de, medyada giderek büyüyerek tüm Dünya’yı yutacak bir karadelik konusunda tehlike çanları çalınması, bilimadamlarınca kamuya güven vermeye yönelik resmi bir açıklama yapılmasına yol açmıştı.

Normal olarak atom çekirdeklerine hap solmuş bulunan kuark adlı temel parçacıklarla, onları çekirdeği oluşturan proton ve nötron gibi parçacıklara hapseden gluon adlı kuvvet parçacıklarının ilk kez, saniyenin ufak kesirleri kadar bile olsa “özgürlüklerine kavuştuğu” RHIC deneyinde karadeliklere rastlanmadı. Ancak, çok daha büyük enerjide çarpışmalar üretecek olan LHC’de mini karadeliklerin ya da Türkçe’ye “garipçik” olarak çevrilebilecek “strangelet” adlı varsayımsal (hipotetik) parçacıkların ortaya çıkıp Dünyayı yok edeceği iddiaları, deneyin başlamasından çok önce yine medya başlıklarına oturdu. CERN fizikçileri 2003 yılında resmi bir açıklamayla her iki olasılığın da gerçekleşme tehlikesi bulunmadığı yolunda bir açıklama yaptılar; ama anlaşılın heyecan medyanın kolayca vazgeçemeyeceği bir araç.

Kırk yıllık “Horizons” dizisinin bu olasılık üzerine kurguladığı heyecan seneriyosunu ağır bir dille eleştiren Close, bilim dünyasının saygın isimlerinin birçok kez mini karadeliklerin büyüyemeyeceğini, “Hawking ışınımı” denen bir olgu nedeniyle hemen buharlaşıp yok olacağını açıklamış olduklarını hatırlatıyor. Gelelim heyecan medyasında karadeliklerle birlikte (hatta onlar hakkındakiler kadar bile olmayan bilgiyle) estirilen “strangelet” tehlikesine.

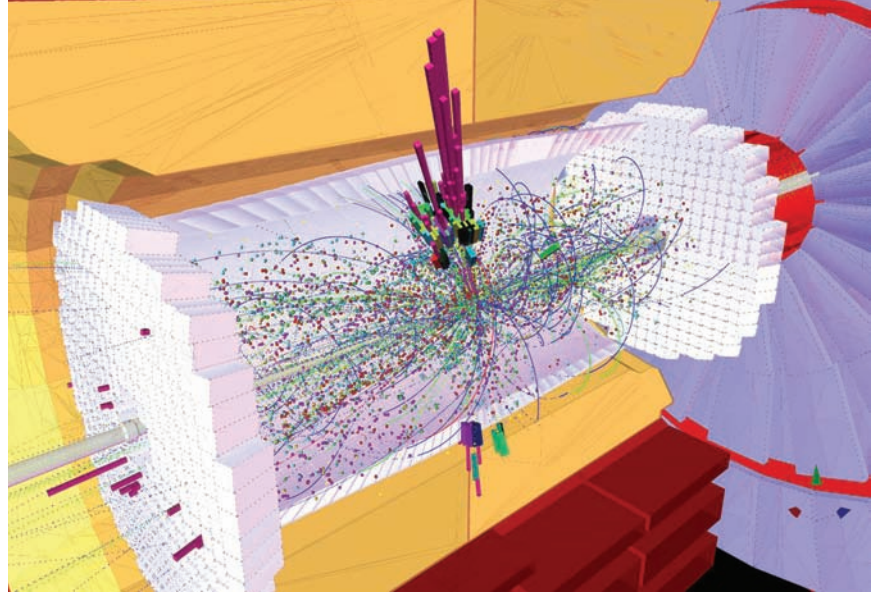
Bunlar, yaklaşık aynı sayıda yukarı, aşağı ve garip (strange) kuarkın bağlı durumundan oluştuğu öngörülen parçacıklar. Büyüklükleri, femtometre (metrenin katrilyonda biri) ölççeklerinden ve hafif bir çekirdek kütesinden, çok daha büyük boyutlara uzanabiliyor. Eğer makroskopik ölçüler söz konusuysa (ör. Birkaç metre), bunlara strangelet yerine “strange” yıldız ya da kuark yıldızı deniyor.

LHC'deki deneylerde (temel olarak protonların çarpıştırılması üzerine kurulu deneylerde, zaman zaman kurşun iyonları da çarpıştırılacak) ortaya çıkacak strangeletlerin herşeyi yutup büyüterek Dünya'yı ateş topuna çevireceği senaryosu, bu parçacığın kararlılığıyla ilgili "garip madde hipotezi"ne (Strange Matter Hypothesis) dayanıyor.

Garip (strange) kuark içeren tanınmış maddeler, garip kuarkların yukarı ve aşağı kuarklardan çok daha ağır olması nedeniyle kararsız oluyorlar.

Dolayısıyla, bir yukarı, bir aşağı, bir de garip kuarktan oluşan Lambda parçacığı gibi parçacıklar, zayıf çekirdek kuvveti aracılığıyla radyoaktif bozunmaya uğrayarak yalnızca yukarı ve aşağı kuark içeren daha hafif parçacıklara dönüşüyorlar. Ancak, "garip madde hipotezi"ne göre yeterli çoklukta kuark bir araya geldiğinde, en düşük enerji düzeyi, yaklaşık aynı sayıda yukarı, aşağı ve garip kuarktan oluşan bir parçacıkta (strangelet) sağlanıyor.

İlk bakışta, hipotez deneysel olarak çürütülmüş görünüyor. Çünkü çok sayıda kuarkı bir araya topladığımızda ne elde ettiğimizi biliyoruz: üçlü düzenekler halinde birleşmiş (proton ve nötron) yukarı ve aşağı kuarklar içeren atom çekirdekleri. Peki ama strangelet parçacıkları çekirdeklerden daha kararlıysa, çekirdekler de en düşük enerji düzeyine inmek (strangelet olmak) için bozunma eğilimine girmezler mi? Hipotezin doğru olduğu varsayılsa bile, ortada bir kronoloji barajı var. Zayıf çekirdek kuvveti, çekirdekleri strangelet'lere çevirmek için bozunma mekanizmasını devreye soktuğunda ortaya çıkan ilk strange kuarklar, ağır lambda parçacığı gibi "strange baryonlar" oluşturur ve bunlar da yukarıda değinildiği gibi yalnızca yukarı ve aşağı kuark taşıyan parçacıklara bozunurlar. Ancak çok sayıda dönüşüm aynı anda gerçekleştiği takdirde garip kuarkların sayısı, daha düşük enerji düzeyi için gerekli kritik sayıya ulaşabilir. Bununla doğada gerçekleşme olasılığı son derece düşük olduğundan garip madde hipotezi doğru kabul edilse bile çekirdeklerin strangelet maddesine dönüşmesi izlenemeyecek; çünkü çekirdeklerin ömürleri evrenin ömründen uzun olacak.



Ancak, çekirdekler strangelet parçacığına bozunmasa bile, bu parçacık başka yollarla da oluşabilir: Örneğin, evreni ortaya çıkaran Büyük Patlama'nın hemen ardından strangelet parçacıklar, nötron ve protonlarla aynı anda oluşmuş olabilir. Ya da evrende "kozmetik ışınlar" denen (genellikle proton) çok yüksek enerjili parçacıkların birbirleriyle ya da nötron yıldızlarıyla çarpışması, enerji darboğazının aşılmasını ve çekirdekleri oluşturan maddelerden strangelet sentezlenmesini sağlayabilir. Ya da çok yüksek enerjili kozmik ışınların Dünya atmosferindeki moleküllere çarpması strangelet oluşturabilir.

Bu olasılıklar, araştırmacılara strangelet parçacıkları gözleme olasılığı sunuyor. Eğer bunlar gerçekten evrende oraya buraya uçuyorsa, bazılarının Dünya'ya çarpıp, egzotik bir kozmik ışın olarak belirlenmesi olasılığı var ki, şimdiye kadar böyle bir parçacık gözlenmemiş.

Bunların parçacık hızlandırıcılarında ortaya çıkma olasılığına gelince, şimdiye kadar ABD'deki Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda altın iyonlarının çarpıştırılmasıyla ortaya çıkan, proton ve nötronları oluşturan kuarkların ve onları birbirine bağlayan parçacıkların ilk kez kısa süreli bir özgürlük yaşadıkları "kuark-gluon plazması" içinde strangelet parçacıklara rastlanmamış. Ancak, LHC'de kurşun iyonlarının çarpışmasıyla oluşacak kuark-gluon plazmasında daha fazla garip kuarkın ortaya çıkması, bunların da bir strangelet oluşturması, olasılık dışı sayılmıyor.

Nerede ortaya çıkarsa çıksın tek bir strangeletin, tüm çekirdekleri kendine çevirmesi biçiminde özetlenecek Hollywood felaket senaryoları tek bir strangeletin, çarptığı bir çekirdeğin garip kuarklardan oluşan "garip madde"ye dönüşmesini katalize etmesini ön-

görüyor. Senaryoya göre bu olay enerji salınmasına ve daha büyük, daha kararlı bir strangelet yaratmasına, bunun da daha başka strangeletlerin oluşmasına, sonuçta Dünya'daki tüm çekirdeklerin bozunmasına ve gezegenimizin sıcak ve yoğun bir garip madde topağına dönüşmesine yol açacak.

Biliminsanlarına göreyse, bir kere kozmik ışınlarla birlikte gelecek strangelet parçacıkların böyle bir felakete yol açmaları olanaksız. Çünkü, bunlar en düşük enerji düzeylerine oturacak kadar zamana sahip olmuş olmalı. En düşük enerji düzeylerinde strangeletlerin pozitif elektrik yüküne sahip oldukları düşünüldüğünden, bunların yine artı yüklü olan çekirdeklere tutunabilmelerine olanak görülüyor.

Parçacık hızlandırıcıları içindeki çarpışmalara gelince, gerçi bunların sıradan çekirdeklerle etkileşebilecek kadar ayakta kalabilecek negatif elektrik yüklü strangelet parçacıklar oluşturmaları, kuramsal olarak mümkün görünüyor. Ancak Brookhaven deneylerinin ayrıntılı incelemeleri, burada meydana gelen çarpışmaların enerji düzeyinin, kozmik ışınlar Güneş Sistemini geçerken meydana gelen çarpışmalarla aynı olduğunu göstermiş. Dolayısıyla biliminsanları böyle bir felaketin gerçekleşmesi olasılığı varsa, şimdiye kadar çoktan gerçekleşmiş olması gerektiğine dikkat çekiyorlar.

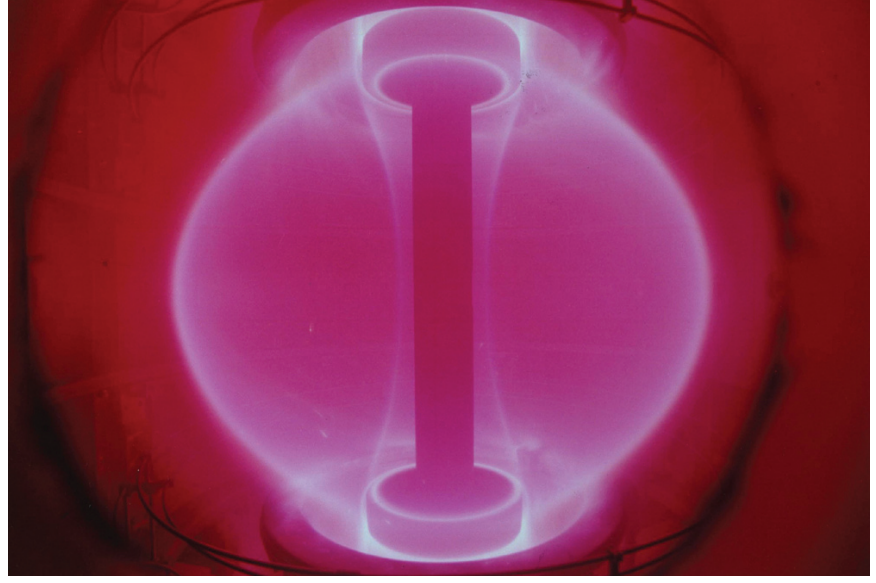
Ancak, bir strangelet parçası nötron yıldızına çarptığında, felaket senaryosunun gerçeklik kazanması mümkün. Büyük kütleli yıldızların ölüm artığı olan nötron yıldızları (Bkz: Yıldızlar Geçidi), bir bakıma yoğun kütleçekiminin bir arada tuttuğu, 20 km çaplı büyük bir çekirdek. Özelliği orijinal yıldızın merkezinin çöküşü sırasında protonlarla elektronların iç içe geçmesi yoluyla oluşan nötronlardan yapılı olması. Yani

elektrik yükü taşıyor. Dolayısıyla artı elektrik yüklü strangelet, herhangi bir elektrostatik itmeyle karşılaşmaksızın yıldızın küçük bir bölümünü dönüştürebilir ve o bölge de genişleyerek tüm yıldızı yutabilir.

Tabii bu senaryo da “garip madde hipotezi”nin doğru olması halinde geçerli. Biliminsanları bu hipotezi genel olarak “radikal bir düşünce” olarak değerlendiriyorlar. Şimdiye kadar kozmik ışınlarda ve parçacık hızlandırıcılarında yapılan taramalarda strangelet parçacıklarına rastlanabilmiş değil. Bu durumda iş gökbilimcilere ve kozmologlara kalıyor. Eğer nötron yıldızlarının herhangi birinin garip maddeden yapılabildiği bir kabuğa sahip olduğu gösterilebilirse, bu garip maddenin sıfır basınçta kararlı olduğunu kanıtlayacak ve hipotezi doğrulayacak. Ancak, şimdiye kadar nötron yıldızlarının böyle bir kabuğa sahip olduklarını gösteren bir işarete rastlanabilmiş değil. Bu arada “Ya hep, ya hiç” yaklaşımı da “sihirli dokunuş” senaryosunu zayıflatıyor. Bu yaklaşıma göre ya tüm nötron yıldızları garip maddeden yapılabilmeli (bu durumda garip madde hipotezi doğru), ya da hiçbiri (bu durumda hipotez yanlış). “Ya hep, ya hiç” yaklaşımı, başlangıçta yalnızca birkaç garip yıldız olsa bile, bunlar arasındaki çarpışmaların, evreni tüm nötron yıldızlarını “garipleştirecek” sayıda strangelet ile doldurmuş olması gerektiğini savunuyor. Bu yaklaşımın geçerliliği hâlâ tartışılıyor; ama doğru olması halinde kabuğu normal maddeden yapılabildiği tek bir nötron yıldızının dahi bulunması, garip madde hipotezinin geçerliliğini ortadan kaldıracak.

Ay’da Helyum Madenleri...

Geçelim kurtuluş senaryosuna... Sorunumuz, azalan ve giderek pahalılaşan, üstelik küresel ısınmaya yol açan fosil yakıtlar. Çare, alternatif enerji kaynaklarının yanı sıra, hâlâ umudumuzu koruduğumuz füzyon enerjisi. Yani yıldızların yaptığını taklit ederek hafif çekirdekleri birleştirip daha ağır çekirdeklerle dönüştürerek enerji sağlamak. Yeryüzünde füzyon için öngörülen yakıt, ağır bir hidrojen izotopu olan döteryum. Okyanuslarda yeterli miktarda bu-



lunuyor. Tepkimeye katılması gereken daha ağır hidrojen çekirdeği olan trityum da tepkime sırasında kendiliğinden ortaya çıkıyor. Sorun, yıldızların merkezlerindeki muazzam yoğunluk ve basıncı enerji santrallerinde elde edemeyeceğimizden füzyonu ancak 100 milyon derecenin üzerindeki sıcaklıklarda sağlayabilmemiz (Güneş’in merkezindeyse gereken sıcaklık 15 milyon derecedir). Şimdilik bu sıcaklıklar “Tokamak” adı verilen simit biçimli (torus) reaktör odalarında plazmanın 100 milyon dereceye ısıtılması ve soğumaması için güçlü mıknatıslarla çepçevrelemeye çalışılıyor. Sonuçta, döteryum ve trityum çekirdekleri birleşerek helyum-4 çekirdeğini oluşturuyor ve tepkime sonunda enerji ile birlikte bir de nötron çıkıyor. Dolayısıyla füzyon enerjisi genel anlamda temiz (havayı kirletmiyor ve uzun ömürlü nükleer atıklar üretmiyor); ama tam olarak da değil; çünkü reaktör duvarlarını nötronlarla radyoaktif hale getiriyor. Bu tepkimenin tam anlamıyla temiz olabilmesi, ancak döteryumu helyum-3 çekirdeğiyle tepkimeye sokabilirsek mümkün. Çünkü sonuçta yine helyum-4, yan ürün olarak da bir proton çıkıyor.

Gelgelelim Dünya’da helyum-3 son derece az. Ama temiz füzyon yanlıları, çareyi bulmuşlar. Helyum-3 Güneş’te bol miktarda üretiliyor ve Güneş rüzgarıyla büyük olasılıkla Ay yüzeyine taşınıyor. İş, yalnızca Ay’a gidip bu madeni işletmeye kalıyor...

Frank Close, bu hayal senaryolarını ele alırken, önce helyum-3’ün Ay yüzeyinde sanıldığı kadar bol olup olmadığını bilmediğine işaret ediyor.

Haydi, kaynak sorunumuz yok diyelim. Bu kez de ortaya iki sorun daha çıkıyor. Birincisi, bir tokamak içinde döteryum, helyum-3 ile tepkimeye trityumla oldu-

ğundan 100 kat daha yavaş giriyor. Nedeni pozitif yüklü elektronlar arasındaki elektrostatik itmenin daha güçlü olması. Çünkü döteryum (1 proton ve 1 nötron) ve trityum (1 proton ve 2 nötron) tepkimesinde iki protonun varlığı söz konusuken, döteryum ve helyum-3 (iki proton, bir nötron) tepkimesinde üç proton arasındaki itimin yenilmesi gerekiyor. Yani döteryum-helyum-3 füzyonu, etkili bir füzyon değil. Ama daha da büyük bir sorunumuz var:

Tokamak, ters yönlerde ayrı ayrı hızlandırılmış döteryum ve helyum-3 demetlerinin kafa kafaya çarpışıp kaynaşacakları bir parçacık hızlandırıcısına benzemiyor. Tokamak içindeki plazmada tüm farklı çekirdekler rasgele karışmış olarak bulunuyor. Böyle olunca da iki döteryum çekirdeği hızla kaynaşıp bir trityum çekirdeği ve bir de proton üretiyor. Trityum da bir helyum-3 çekirdeğiyle birleşebileceğinden çok daha hızlı biçimde bir döteryum çekirdeğiyle birleşiyor ve sonuçta yine bir helyum-4 çekirdeği ve bir de nötron çıkıyor. Yani onca yolu katedip onca zahmetle getirdiğimiz helyum-3 de, işe yaramak şöyle dursun, yine döteryum-trityum füzyonuna hizmet ettili..

Ama helyum-3 hayranlarını pes ettirmek o kadar kolay değil. Bu kez de iki helyum-3 çekirdeğini füzyona sokup bir alfa parçacığı (helyum-4 çekirdeği), bir döteryum çekirdeği ve enerji üretmeyi öneriyorlar. Ama bu, daha da yavaş işleyen bir füzyon süreci, ayrıca bir tokamakın üretebileceğinin çok ötesinde sıcaklıklar gerektiriyor. Öyle ki, kısa sürede yapımına başlanacağı umulan dev füzyon deney reaktörü ITER’in bile bu tepkimeden elektrik üretemeyeceği göz önünde tutulduğunda, ayağımızı Ay’a değil yere basmamız daha doğru olacak gibi...