



Zamanda Yolculuk İçin Umut LHC’de...

İsviçre-Fransa sınırındaki Avrupa parçacık fiziği laboratuvarı CERN’de kurulan ve önümüzdeki aylarda devreye girmeyi bekleyen dünyanın en güçlü parçacık hızlandırıcısı LHC’nin temel hedefi, başta parçacıklara kütle kazandırdığı düşünülen Higgs parçacığı olmak üzere fizikçilerin yıllardır aradıkları egzotik parçacıkları ortaya çıkararak bilimdeki bazı gedikleri kapatmak.

Oysa, umutlarını LHC’ye bağlayan bir grup bilim insanı bazı gedikleri açık tutmaya çalışıyor. Bilimle bilimkurgunun giderek belirsizleşen arayüzünde araştırmalar yürüten bir grup kuramcının umudu, Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (Large Hadron Collider – LHC) adlı büyük fizik makinesinin 27 kilometre uzunluğundaki halkasal tünellerinde güçlü süperiletken mıknatıslarla ışık hızının %99.9’una kadar hızlandırılacak protonların kafa kafaya çarpışması sonucu, geçmişe yolculuk için bir “kurt deliği” açılması.

Moskova’daki Steklov Matematik Enstitüsü’nden Irina Aref’eva ve Igor Volovich, fiziğin en temel ilkelerinden olan nedensellik ilkesinin (etkinin nedeni izlemesi) LHC tarafından en zorlu sınavına sokulabileceği düşüncesindeler.

LHC’nin tünellerinde hızlanacak protonların herbirinin 7 trilyon elektronvolt (7 TeV) enerji kazanacağı hesaplanıyor. Bu enerjiye sahip iki protonun kafa kafaya çarpışması ise 14 TeV düzeyinde bir çarpışma enerjisi demek.

Einstein’ın genel görelilik kuramına göre evrendeki her olay üç uzay boyutu, bir de zaman boyutu olan bir doku üzerinde cereyan eder. Uzay-zaman olarak adlandırılan bu dokunun zihnimizde kolayca canlandıramadığımız bir özelliği ise, evrenin kütle ve enerji içeriğinin etkisiyle bükülmesi. Kütleçekiminin temelinde yatan da bu. Örneğin, Dünya’nın kütlesi, kendisini çevreleyen uzayın biçimini bozarak (bükerek) yakınındaki her şeyin kendisine doğru bir çekim duymasına yol açıyor.

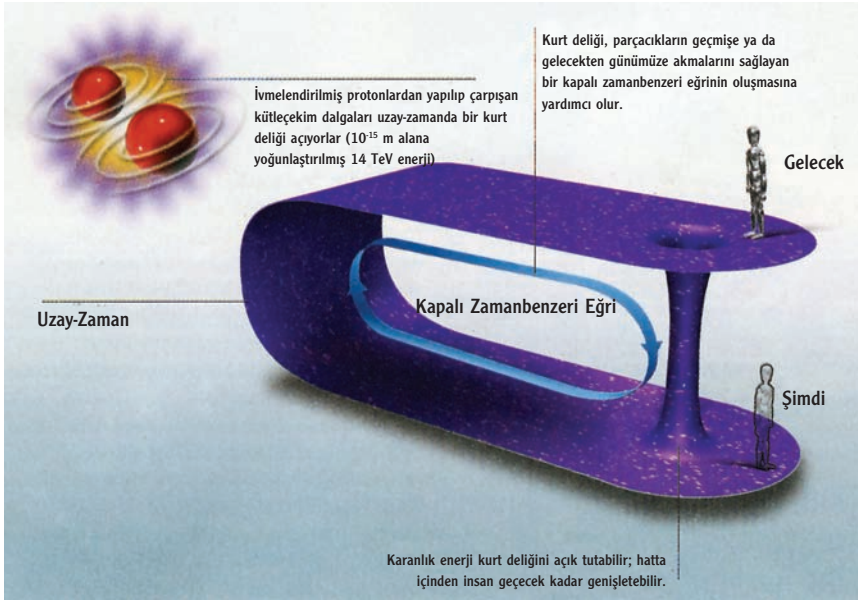
Zamanın bükülmesini zihinlerde canlandırmak daha da zor; ama madde ya da enerjinin var olduğu her ortamda bu olay küçük ölçeklerde de olsa gerçekleşiyor. Bu durumda, tıpkı kauçuk bir örtünün sarılıp bir silindir oluşturabilmesi gibi, yeteri ölçeklerde madde ve enerjinin varlığında zamanın bir halka gibi kendi üzerine katlanabilmesi de kuramın bir öngörüsü. Fizikçiler bu halkaları “kapalı zamanbenzeri eğriler” diye adlandırıyorlar. Bu parçaların, en azından kuramsal olarak geçmişteki bir ana gidişe izin vermesi gerekiyor.

Avusturyalı matematikçi Kurt Gödel ilk

kez 1949 yılında, kendi çevresinde dönen bir evrende görelilik kuramının kapalı zamanbenzeri eğrinin oluşmasına izin vereceğini gösterdi. Ancak evrenimiz dönmediğinden, bu yolla zamanda yolculuğun gerçekleşmesi olası değil. 1976 yılında da Tulane Üniversitesi’nden Frank Tipler, son derece ağır ve sonsuz uzunlukta, hızla döndürülen bir silindirin de zaman yolculuğuna kapı açacağını öne sürdü; ama bu da yakın bir geleceğin teknolojisinin erimi dışında kalan bir makine. 1988 yılındaysa California Teknoloji Enstitüsü’nden Kip Thorne ve arkadaşları, zamanda yolculuk için “kurt delikleri” senaryosunu ortaya attı (Bkz: Kip Thorne ile Zamanda Yolculuk).

LHC’deki “ayağı yere basan fizik” ile zaman yolculuğu kuramcılarının yolları işte bu noktada kesişiyor.

Aref’eva ve Volovich’e göre LHC’de çarpışan yüksek enerjili protonlar, kurt delikleri oluşturabilir ve böylece zamanda bir tür yolculuk gerçekleşebilir. LHC tünellerinde yol alan her parçacık, uzay-zamanda bir şok dalgası, yani çevresindeki uzay ve zamanın biçimini bozan bir kütleçekim dalgası yaratır. Ters yönlerden birbirine yaklaşıp çarpışan iki kütleçekim dalgasıysa, belli koşullarda uzay ve zamanda bir delik açabilir. Söz konusu koşulların neler olabileceği, uzay-zamanın henüz tam olarak bilinmeyen ni-



teliklerine bağlı. Bu niteliklerin bilinmesi için de atomaltı düzeyde etkileşen üç temel doğa kuvveti (elektromanyetizma, şiddetli ve zayıf çekirdek kuvvetleri) ile kütleçekimini açıklayan genel görelilik kuramı arasındaki uyumsuzluğu giderek, bu kuvvetleri uç enerji düzeylerinde özdeş kılacak bir “kuantum kütleçekim” kuramına gereksinim var. Yine de LHC’nin uzay-zamanda bir delik açacak koşulları oluşturması, olasılık dışı sayılmıyor.

Fizikçiler arasındaki yaygın görüş, 10^{16} TeV, yani milyar kere milyar kere trilyon elektronvolt enerji düzeylerinde gerçekleşen olaylar sözkonusu olmadıkça, kuantumkütleçekim önem kazanmıyor. Ancak, California Üniversitesi’nden (Berkeley) Nima Arkani-Hamed yönetimindeki bir ekip, kuantumkütleçekiminin 1TeV gibi düşük enerji düzeylerinde bile gerçekleşebileceğini öne sürüyor. Aref’eva ve Volovich’i garip uzay-zaman olguları konusunda spekülasyona yönlendiren, LHC’de gerçekleşecek 14TeV düzeyindeki çarpışma enerjisinin, çapları 10^{-18} m, yani metrenin milyarda birinin milyarda biri çaplı minikaradelikler oluşturabileceği yolundaki öngörüler. İki Rus matematikçi, bunun üzerine Einstein’ın denklemlerini yeniden inceleyerek, LHC’deki çarpışmaların kapalı zamanbenzeri eğriler ile kurt delikleri de oluşturabileceği sonucuna varmışlar. Aref’eva ve Volovich’in önerileri, Princeton Üniversitesi kuramsal fizikçilerinden Richard Gott tarafından “ilginç” olarak

değerlendiriliyor. Gott’un kendisi de 1991 yılında parçacıkları ivmelendirmenin, zamanda yolculuğa kapı açacak bir yöntem olduğunu öne sürmüştü. Gott’a göre iki parçacık karşı yönlerden birbirlerinin çok yakınından geçecek şekilde nişanlanıp hızlandırılırsa, yakın geçiş sırasında uzay-zamanı bir kapalı zamanbenzeri eğri oluşturacak düzeyde bükülebileceklerdi. Ancak Ancak Gott’un hesaplarında sonuç kesin olmuyor; yakın geçiş bir zaman makinesi yaratabileceği gibi, bir mini karadelik de yaratabiliyordu. Aref’eva ve Volovich’in hesapları da kurt delikleri ile mini karadeliklerin LHC’de ortaya çıkma şanslarının aynı olduğunu, hatta her birkaç saniyede bir kurt deliğinin ortaya çıkabileceğini gösteriyor. Tabii, tavanarasındaki sandıkları karıştırıp atalarımızın yadırgamayacağı eski giysileri çıkarmaya başlamak için vakit çok erken. Çünkü, oluşsalar bile bu mini kurt delikleri biçimli zaman makinelerinden geçebilecek olanlar, şimdilik yalnızca atomaltı parçacıklar. Dolayısıyla fizikçilerin şimdilik en fazla umabilecekleri, parçacıkların kurt deliklerinin varlığını kanıtlayacak davranış özellikleri sergilemeleri. Eğer çarpışmalarda ortaya çıkması gereken enerjinin küçük bir bölümü eksek kalırsa, bazı parçacıkların kurt deliğine girdikleri sonucu çıkarılabilir. Yalnızca bir zihin egzersizi olarak düşünülecek olsa bile, kurt delikleriyle zamanda yolculuk için aşılması gereken büyük “mühendislik sorunları” var. Bir kere, ortaya çıksalar bile bu kurt delik-

lerinin ağızlarının hemen kapanma gibi bir eğilimleri var. Bu nedenle bunları açık tutmanın, hele de işimize yaramaları için insanın geçebileceği boyutlara çıkarmanın yolu, bunlara çok büyük miktarlarda negatif enerji yüklemek. İki Rus matematikçi, şimdi kütleçekiminin tersi bir etkiyle, evreni ivmelendirerek genişlettiği bir süredir bilinen gizemli “karanlık enerji”nin istenen işi görüp göremeyeceğini araştırıyorlar. Kurt deliğinden geçerek zamanda yolculuk, başka türden egzotik mühendislikleri de gerekli kılıyor. Örnek, kurt deliğinin ağızını bir nötron yıldızına bağlamak. Yıldızın yoğun kütleçekim alanı zamanı yavaşlatacağı için, kurt deliğinin iki ağızı arasında bir zaman farkı oluşacak. Böylece zaman yolcusu kurt deliğinin ağızından girecek, öbür uçtan yaşamındaki geçmiş bir noktaya çıkabilecek, daha sonra normal uzaydan kurt deliğinin ağızına geri dönerek kendisini bu yolculuğa başlamak için tünelin ağızına girerken izleyebilecek! (Kip Thorne İle Zamanda Yolculuk – Çerçevesel) Tabii bu kurt deliğinin ağızını zaman içinde istenen noktalara oturtabilmek de ayrı hünerler gerektiriyor.

Bir sorun da, zamanda yolculuğun ortaya çıkardığı çeşitli paradokslarla karşı karşıya kalmamız (Bkz: Bilim CD’leri Dizisi No. 6 – Einstein’ın Uzay ve Zaman Kuramı: Özel Görelilik). Bu paradoksları inceleyen ünlü İngiliz fizikçi Stephen Hawking, 1992 yılında ortaya attığı “Kronolojinin Korunması Varsayımı” ile, fizik yasalarının geçmişe yolculuğa izin vermediği görüşünü savunmuştu. Hawking’e göre zamanda yolculuk için zamanda halkalar oluşturmak, bu halkaların oluşumunu engelleyen fiziki olguların ortaya çıkışını tetikliyordu. Sanki bir “Nedensellik Koruma Gücü” görev yapıyordu.

Ama bu “Zaman polisleri” Aref’eva’yı korkutmuyor. Rus matematikçiye göre, genel göreliliği iyice irdelemeden kronolojinin mutlaka korunduğu yargısına varmak doğru değil. “Einstein’ın denklemlerinin bu tür paradoksların ortaya çıkmasına izin veren pek çok çözümü var, ve sırf bunların nasıl işleyeceğini göremediğimiz için gerçek yaşamda ortaya çıkmayacaklarını ilan etmek küstahlık olur”.

Welcome to Year Zero, New Scientist, 9 Şubat 2008

Görünmez dediysek!..

İlk kez 2006 yılında kuramsal olarak öngörülen ve kısa süre sonra da sıradışı elektromanyetik özelliklere sahip bir “metamalzeme” ile mikrodalgalar kullanılarak ilk başarılı denemesi yapılan “görünmezlik pelerini”, halkın olduğu kadar askeri teknoloji üreticilerinin de hayagücünü kamçılıyordu.

Ancak, İsveçli fizikçilerin görünmezlik



perdesinin arkasındaki matematik üzerinde yürüttükleri çalışmalar, bu

tür pelerinlere güvenip ihtiyatı elden bırakmamak gerektiğini ortaya koydu. Araştırmacılara göre “ideal” (sonsuz geçirgenlik koşullarına sahip) bir pelerin, gerçekten de arkasındaki cismi görünmez kılabilir: Ancak sözkonusu parametrelerden en ufak sapmalarda bile ışık önemli ölçüde saçılmaya uğrayacağından cisim gözlemciler tarafından algılanır hale geliyor.

Physics World, ekim 2007

Bulutlardaki CERN

Japon fizikçiler, fırtına bulutlarının yüksek enerjili parçacık hızlandırıcıları gibi işlev görebildiklerini kanıtlayan bulgular elde ettiklerini açıkladılar. Yeryüzünde milyarlarca dolar fiyat etiketi taşıyan parçacık hızlandırıcılarında elektrik yükü taşıyan atomaltı parçacıklar, güçlü süperiletken mıknatıslarla yönlendirilerek kafa kafaya çarpıştırılıyor ve bu çarpışmanın yarattığı büyük enerjinin oluşturduğu parçacıklar incelenerek evrenin işleyişi, tanıdığımız ve henüz tanıyamadığımız maddelerin özellikleri tanımlanmaya çalışılıyor.

Japon araştırmacılar, bir nükleer reaktör tesisindeki radyasyon detektör dizgesini kullanarak, şiddetli bir fırtına sırasında 40 saniye süren bir gama ışınım çıkışı belirlemişler. Işınımdaki enerji dağılımını inceleyen ekibin vardığı sonuç, bulut içindeki yüksek voltajla olağanüstü düzeylere kadar



hızlanan elektronların, aniden yavaşladıklarında “bremsstrahlung” ışınımı yaydıkları. Fizik diline Almanca’daki Fren (bremse) ve ışınım (strahlung) sözcüklerinin birleştirilmesiyle giren ve “frenleme

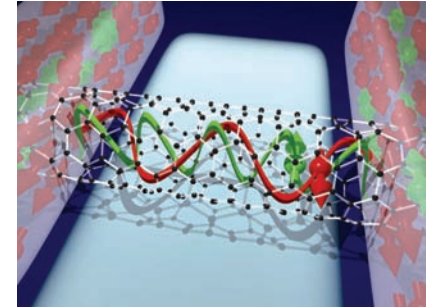
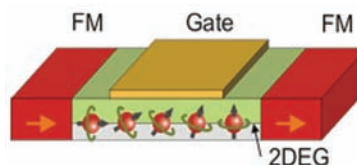
ışınımı” anlamına gelen bremsstrahlung, negatif elektrik yüklü elektronların, bulut içindeki öteki yüklü parçacıklarla yavaşlatılmasıyla ortaya çıkıyor.

Physics World, Ekim 2007

Silikondan spinFET

Amerikalı araştırmacılar ilk kez silikondan yapılmış alan etkili transistör (Field Effect Transistor – FET) geliştirmeyi başardılar. Araç, spinleri kutuplanmış olan bir elektron akımını kontrol etmekte kullanılıyor. Gerçi böyle bir “spinFET” iki yıl önce yapılmış, ama yapımında karbon nanotüpler kullanılmıştı. Üretimi güç ve pahalı olan karbon nanotüpler yerine elektronik endüstrisinin temel malzemesi olan silikonun

kullanılmasının, spintronik teknolojisinin ilk ticari ürünlerinin piyasaya çıkmasını hızlandıracağı düşünülüyor. Henüz deney aşamasında olan spintronik teknolojisi, bildiğimiz elektronik aygıtlara göre bilgiyi daha hızlı ve etkili biçimde depolamak ve işlemek için, elektronların taşıdığı elektrik yükünün yanı sıra, atomaltı



parçacıkların bir kuantum mekaniksel özelliği olan spinlerinden (dönme) yararlanıyor.

Physics World, Ekim 2007



Gama Işınları Gecikirse...

Modern fiziğin temel direklerinden birisi, Einstein'ın özel görelilik kuramında açıklanan ışık hızının sabitliği. Bu sabitlik, elektromanyetik tayfın her bölgesi içindeki fotonlar (kütlesiz ışık parçacıkları) için geçerli. Görünür ışık için de, yüksek frekanslı mor ötesi ışınım için de, X ve gama ışınları için de, daha düşük frekanslı kızılötesi ışınlar için de radyo dalgaları için de... Dalga boyları, frekansları, enerjileri ne olursa olsun, hepsinin boşluktaki hızı, saniyede yaklaşık 300.000 km.

Gelgelelim, uzak bir gökadanın kalbinde gelen gama ışınlarını gözlemleyen uluslararası bir fizikçiler ekibinin bulgularına göre durum böyle olmayabilir. Ekibin, Kanarya Adaları'ndaki 17 metre çaplı Büyük Atmosferik Gama Işın Görüntüleyen Çerenkov Teleskopu (Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope - MAGIC) ile gözlediği hedef, 500 milyon ışık yılı uzaklıktaki Markarian 501 adlı aktif gökada. Daha doğrusu, gökadanın merkezindeki dev-kütleli karadeliğin üzerinden fışkıran parçacık fışkıyelerinde zaman zaman ortaya çıkan gama ışın parlamaları. Teleskop doğrudan gama ışınlarını değil, bu ışınların atmosferimizin üst tabakalarındaki moleküllerle etkileştiğinde meydana gelen çerenkov ışınımını algılıyor.

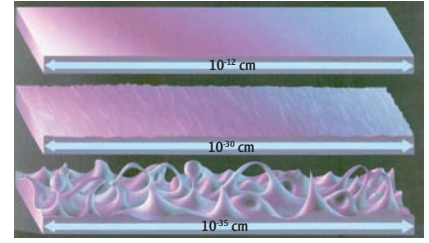
Gözlemlerin şaşırtıcı yanı, parlamalardan gelen yüksek enerjili gama ışınlarının, teleskopa daha düşük enerji düzeylerindeki gama ışınlarından dört dakika daha geç ulaşmaları. Oysa gözlenen gama ışınları aynı anda yola çıktılarsa, yüksek enerjili olanların da, düşük enerjili olanların da Dünya'ya aynı anda ulaşmaları gerekirdi.

Ekipteki, Avrupa parçacık fiziği laboratuvarı CERN'den John Ellis başkanlığındaki kuramcılara göre yüksek ve düşük enerjideki ışınların teleskopa ulaşma zamanlarındaki fark, fizikçilerin yıllardır araştırdıkları "kuantum kütleçekimi"nin ilk kanıtı olabilir. Kuantum kütleçekimi, fizikçilerin tüm doğa kuvvetlerini özdeşleştirerek evrendeki tüm olguları açıklayacak "herşeyin kuramı"nın üzerine otu-

racağı temel. Fizikçileri bu arayışa iten, atomaltı ölçeklerde etki yapan üç temel doğa kuvveti (atom çekirdekleri içindeki temel parçacıkları bir arada tutan şiddetli çekirdek kuvveti, parçacıkların bozunarak başka parçacıklara dönüşmesine yol açan zayıf çekirdek kuvveti ve çekirdeklerle elektronları birbirine bağlayan elektromanyetik kuvvet) ile kozmolojik ölçeklerde etki yapan kütleçekim kuvvetinin çok farklı güç ve davranışa sahip olmaları. Dolayısıyla, atomaltı ölçekteki etkileşimleri açıklayan kuantum mekaniği ile Einstein'ın kütleçekimini açıklayan genel görelilik kuramını bağdaştırmak mümkün olmuyordu. Oysa evrenin sonsuz yoğunluk ve sıcaklıkta, protondan çok daha küçük bir parçanın patlayarak ortaya çıkmasını açıklayan Büyük Patlama kuramı, bu dört temel doğa kuvvetinin patlamadan önce tek bir kuvvetin farklı görünüşleri olarak aynı güçte olmalarını öngörüyor. Bu dört kuvveti özdeşleştirme çabasındaki kuantum kütleçekim kuramı da Planck Ölçeği diye adlandırılan akılalmaz küçüklükteki boyutlarda uzay zamanın kuvvetlerin sürekli olarak birbirlerine dönüştüğü, istikrarsız, hareketli bir "kuantum köpük" biçiminde olduğunu varsayıyor.

İşte Ellis ve arkadaşları, Markarian 501'den gelen gama ışınları içinde 1,2-10 TeV (tera elektronvolt - trilyon elektronvolt) enerji düzeylerinde olanların, uzay-zaman dokusunda 10^{-35} m (metrenin yüz milyarda birinin trilyonda birinin trilyonda biri) "genişliğindeki" Planck ölçeğinde kuantum kütleçekiminin etkisiyle sürekli olarak ortaya çıkıp buharlaşan mini karadeliğin oluşturduğu bir köpük tarafından kırınıma uğratıldığını düşünüyorlar. Düşük enerjili (0,25-0,6 TeV) gama ışınlarıysa bu köpükten etkilenmedikleri için Dünya'ya daha erken ulaşıyorlar.

Başka bazı fizikçilerse, elde edilen bulguların zorunlu olarak kuantum kütleçekim etkisiyle özel görelilik kuramının ihlal edildiğini göstermeyebileceği görüşündeler. Ellis ve arkadaşlarının açıklamalarına kuşkuyla yaklaşanlara göre

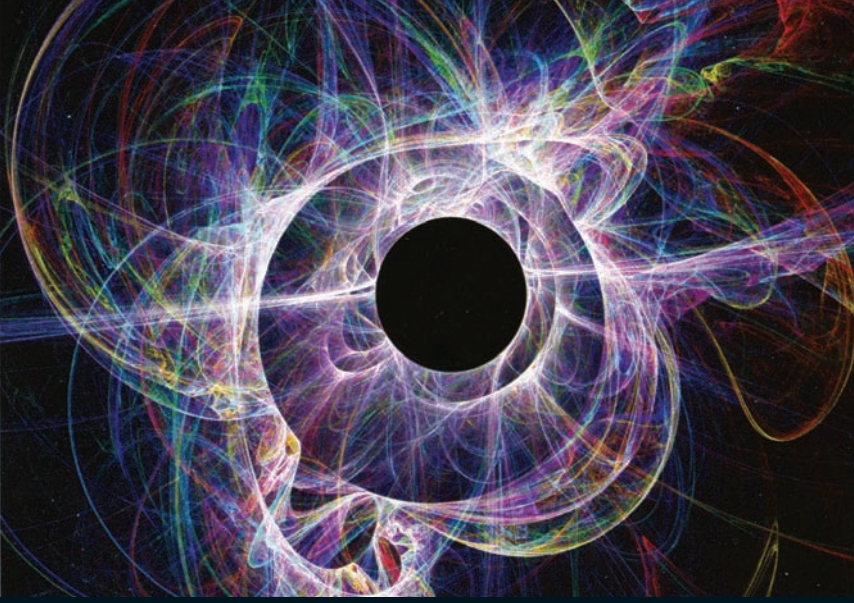


MAGIC teleskopuna gelen yüksek ve düşük düzeyli gama ışınları, izlenen gökadanın parçacık jetleri içinde bilinmeyen süreçler sonucu birbirinden dört dakika arayla meydana gelmiş farklı olaylardan kaynaklanmış olabilir.

Yine MAGIC ekibi kuramcılarında Nikolaos Mavromatos, kuantum kütleçekiminin, Planck ölçeğinden daha küçük ölçeklerde etki yapan bir ortam olması halinde, özel görelilik kuramının ihlalinin Einstein'ın hatalı olduğu anlamına gelmeyeceğini vurguluyor. Söz konusu ortam, mikroskopik ölçeklerde, yerel, kıvrılmış uzay-zaman yapılarına özgü olduğundan, özel görelilik nasıl ki bir karadeliğin hemen yakınlarda geçerliliğini yitiriyorsa, bu durumda da geçerli olmuyor. Ellis ve ekibinin verdiği sonucu kuşkuyla karşılayanlardan astrofizikçi Dave Thompson (NASA Goddard Uzay Uçuş Merkezi), kuantum köpüğün fotonlar üzerindeki etkisinin doğrulanması için, aynı Çerenkov ışınımı yönteminin, Namibya'daki (Afrika) büyük HESS teleskopu gibi, yeryüzündeki öteki gama ışın teleskoplarıyla da denenmesi gerektiğine işaret ediyor.

Öte yandan, umutlarını nisan 2008'de NASA'nın yörüngeye yerleştireceği Geniş Alan Gama Işın Uzay Teleskopu'na Gamma-ray Large Area Space Telescope (GLAST) bağlayanlar da var. Çünkü GLAST, özellikle evrendeki en şiddetli patlamalar olan gama ışın patlamalarına duyarlı olacak. Gerçekten de gama ışın patlamaları, kuantum kütleçekiminin araştırılmasında aktif gökadalardan daha iyi araçlar olabilirler. Çünkü kuantum kütleçekiminin özellikleri daha yüksek enerjilerde ve gama ışın patlamalarının meydana geldiği çok uzun mesafelerde daha iyi izlenebilir.

Ancak yine de Thompson'a göre Planck limitini irdeleyen gözlemler hiç de kolay olmayacak. Çünkü bu limit, bizim bildiğimiz fiziğin geçerliliğini yitirdiği sınır. Bunun ötesinde ne olduğu konusunda da kimse herhangi bir tahminde bulunamaz.



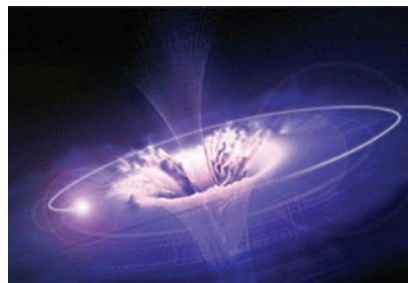
Karabasan, Pembe Düş ve Gerçekler: CERN Deneyi Dünyayı Yok Edecek mi, Ay'daki Helyum Kurtaracak mı?

Teknolojinin sınırlarını zorlayan “büyük fizik makineleri” devreye girmeye başladı. 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” sayılamaz. 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 felaketli bir sona sürükleyeceği” uyarısıyla halkı LHC’nin çalıştırılıp, çalıştırılmaması konusunda ankete çağırması, tehlikeli sapırmaların çarpıcı bir örneği. Kurumu tamamlanan dünyanın en güçlü parçacık hızlandırıcısı LHC’nin 27 km uzunluğundaki halka biçimli tünellerinde, süperiletken dev mıknatıslarla ters yönlerde ışık hızının eşğine 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 anlaşılan 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.

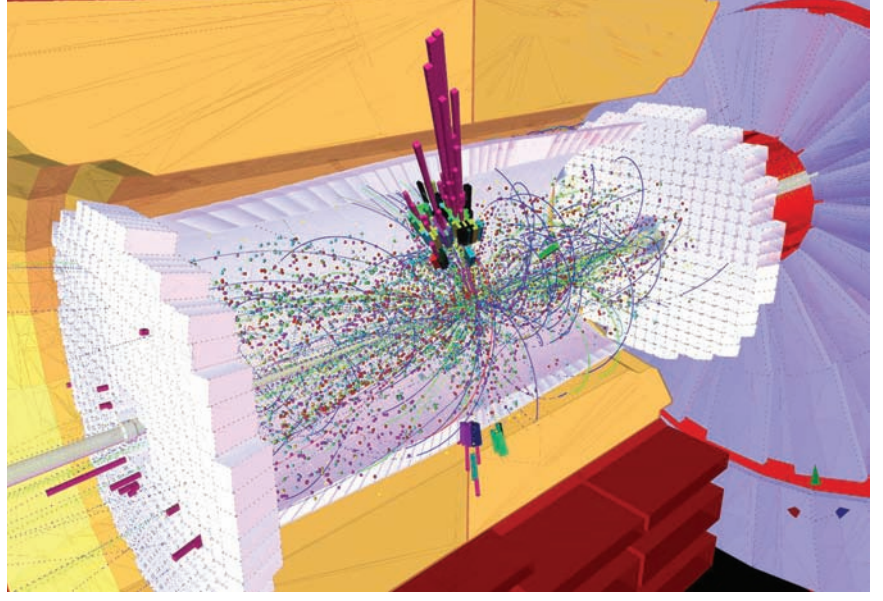
Bunlar, yaklaşık aynı sayıda yukarı, aşağı ve garip (strange) kuarkın bağlı durumundan oluştuğu öngörülen parçacıklar. Büyüklükleri, femtometre (metrenin katrilyonda biri) ölçeklerinden ve hafif bir çekirdek kütesinden, çok daha büyük boyutlara uzanabiliyor. Eğer makroskopik ölçüler söz konusuysa (ör. 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 varsayılrsa 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. Bununda 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 oluşturmaları, 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.

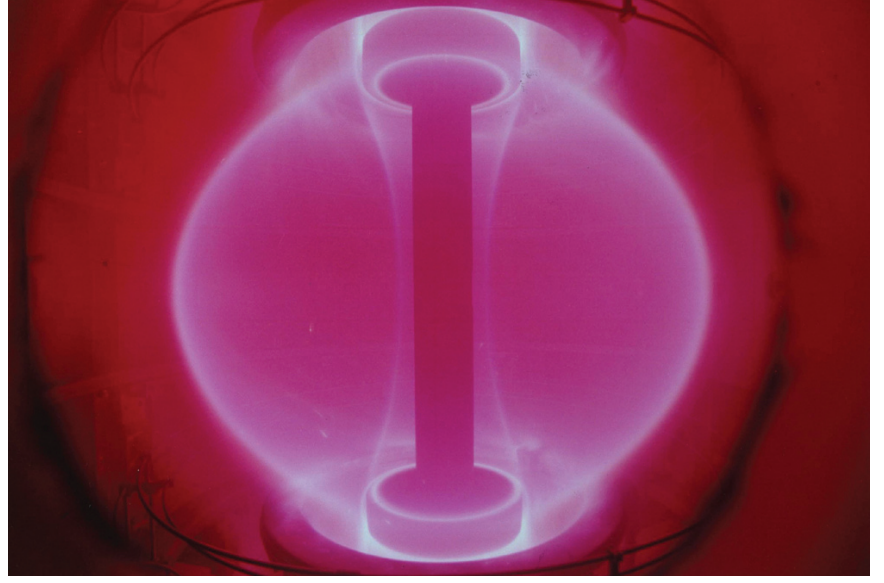
Ancak, bir strangelet parçası nötron yıldızına çarptığında, felaket senaryosunun gerçeklik kazanması mümkün. Büyük kütleli yıldızların ölüm artığı olan nötron yıldızları (Bkz: Yıldızlar Geçidi), bir bakıma yoğun kütleçekiminin bir arada tuttuğu, 20 km çaplı büyük bir çekirdek. Özelliği orijinal yıldızın 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 yapılmış 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 yapılmış olmalı (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 yapılmış 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 edemeyeceğimize kadar trityumu ancak 100 milyon derecenin üzerindeki sıcaklıklarda sağlayabilmemiz (Güneş’in merkezindeyse gereken sıcaklık 15 milyon derece). Şimdilik bu sıcaklıklar “Tokamak” adı verilen simit biçimli (torus) reaktör odalarında plazmanın 100 milyon dereceye ısıtılması ve soğumaması için güçlü mıknatıslarla çepçevrele deşmeyecek biçimde boşlukta asılı tutulmasıyla sağlanıyor. 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 olmadığının bilinmediğine 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 konusuysen, 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...

Close, F., Fears Over Factoids, Physics World, Ağustos 2007
<http://en.wikipedia.org/wiki/Strangelet>