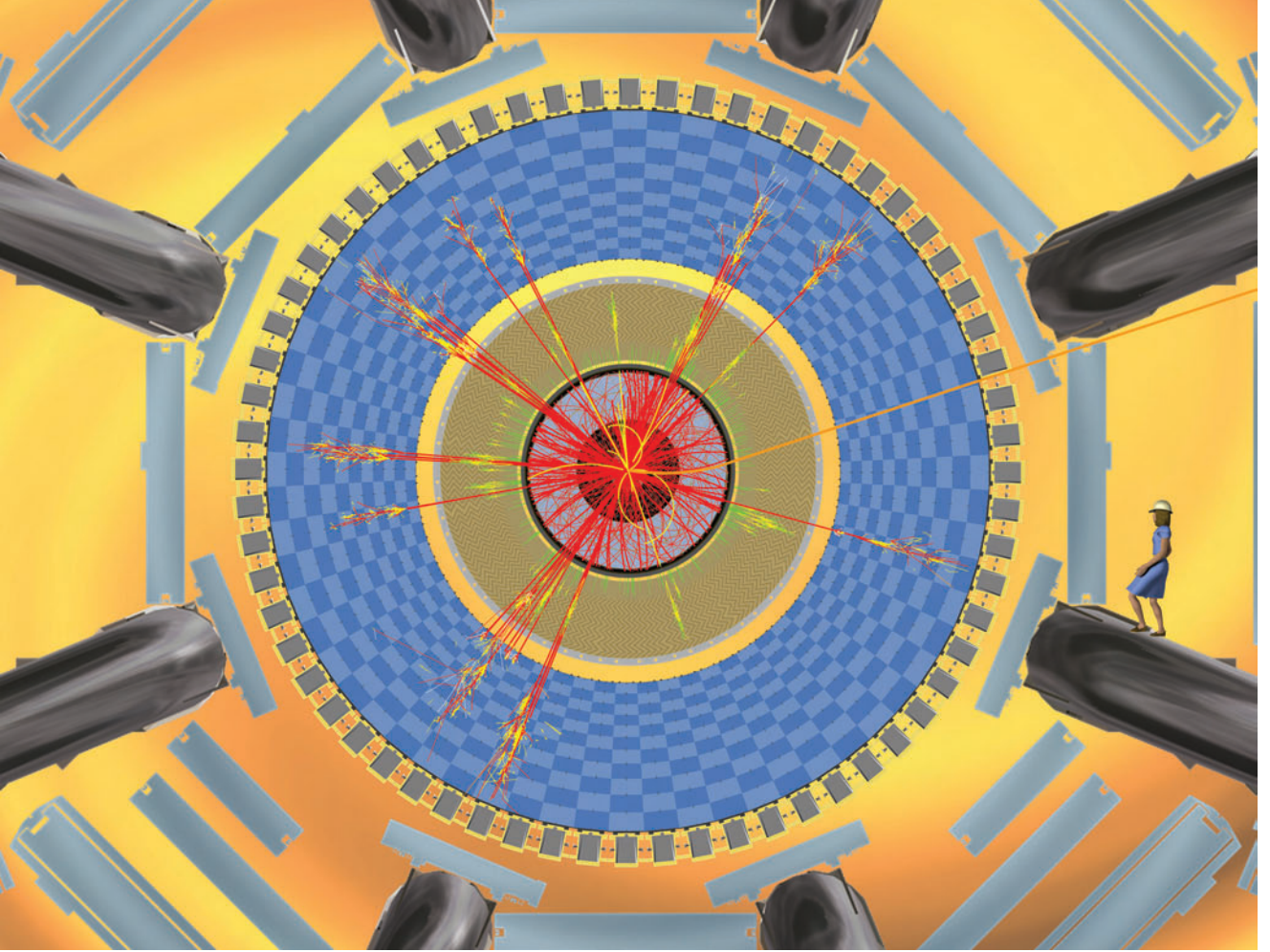


CERN'DEKİ DENEYLER DÜNYA'YI YOK EDEBİLİR Mİ?



LHC (Large Hadron Collider –Büyük Hadron Çarpıştırıcısı), takvimini aksatmış olsa da tamamlanıp deneylerine hazır duruma gelmesine az kaldı. Burada proton çiftleri 7 TeV'lik enerjiyle çarpıştırılacaklar. Bu enerji, bir protonun serbest halde taşıdığından yaklaşık 700 kat daha büyük. LHC'de ayrıca çekirdeğindeki nötron ve proton başına 2,8 TeV enerji bulunan, kurşun gibi ağır iyonların çekirdekleri de çarpıştırılacak. Yani şimdiye değin Dünya üzerindeki herhangi bir hızlandırıcıda ulaşılmamış, yüksek enerjilere çıkılacak. Ancak bu enerji yine de evrendeki tüm gök cisimlerinin hatta Dünya'nın milyarlarca yıldır etkisinde kaldığı kozmik ışınlarla çarpışmalarda elde edilenden çok daha düşük kalıyor. LHC'de bu düzeyde yüksek enerjilerle oynamanın kimi felaketlere yol açacağına ilişkin senaryolar da gündeme geldi. Bu senaryoların kuramsal olarak dayandırıldığı, vakum kabarcıkları, manyetik tekkutuplar, mikroskobik karadelikler gibi kavramlar da çok yeni değil. Dahası CERN bunun için 2003'te bağımsız bilim insanlarından oluşan bir komisyona bir güvenlik raporu hazırlatmıştı. LHC'nin çalışmaya başlamasının eli kulağında, bu felaket senaryolarının da artmasıyla, CERN 2003'te yayımladığı güvenlik raporunu gözden geçirip, geçtiğimiz aylarda yeniden yayımladı. Bu yeni raporda, tüm felaket senaryolarında ileri sürülenler kuramsal temellere ve deneysel verilere dayandırılarak tek tek yanıtlanıyor.

LHC, şimdiye değin başka hiçbir parçacık hızlandırıcısının erişemediği bir enerjiye ulaşabilir; hızlandırıcıda elde edilen enerji artınca da daha ağır kuarklar, zayıf etkileşimlerin taşıyıcı parçacıkları gibi görece ağır ve daha az kararlı parçacıklar ortaya çıkacak. Bu parçacıklar alışıktığımız “kararlı” maddelerde bulunmuyor; ancak evrenin oluşumunun ilk zamanlarında çok önemli rolleri olmuştu. Bu parçacıklar günümüzde halen yüksek enerji potansiyeli olan ve kozmik ışınları üreten kimi gök cisimleri için çok önemli. Yüksek enerjiden söz ediliyor ve doğuracağı sonuçlardan endişe duyuluyorsa, bu kozmik ışınların önemi bir kat daha artıyor. Çünkü zaten kozmik ışın çarpışmalarıyla çok yüksek enerjilere evrenin başlangıcından beri ulaşıyor. Dolayısıyla böylesi yüksek enerjili parçacıkların çarpışmalarında ne olacağına ilişkin düşünceler de yıllardır var. Aslına bakılırsa, Dünya var olduğundan bu yana bu yüksek enerjili kozmik ışınlar tarafından bombardımana uğruyor. Bu badirelere karşın Dünya’nın ve dolayısıyla bizlerin hâlâ ayakta olması biraz içimizi rahatlatıyor kuşkusuz. Ama bunun kuramsal olarak da açıklığa kavuşturulması gereği var. O bir yana, başka iddiaların da su yüzüne çıkması, CERN’in kolları yeniden sıvayıp 2003’teki raporu daha güçlü argümanlarla kamuoyuna sunmasını sağladı. Bu çalışmayı da LHC Güvenlik Değerlendirme Grubu (LSAG -LHC Safety Assessment Group) yaptı.

LSAG’nin bu yeni raporu, 2003’te sunulan raporun sonuçlarını yeniden doğrular nitelikte. Temel olarak da LHC çarpışmalarında herhangi bir endişeye neden olacak bir şey olmadığını söylüyor. LSAG’ye göre, LHC deneyleri sonunda Dünya’yı bir felaket beklemiyor.

Kozmik Işınlar

LHC de, tıpkı öteki parçacık hızlandırıcıları gibi, kozmik ışınların doğasını anlamak ve onları daha ayrıntılı olarak inceleyebilmek için laboratuvar koşullarında kontrollü olarak bu ışınları baştan yaratacak. Bunun için öncelikle proton demetlerini ya da ağır iyonları çarpıştıracak. Proton-proton çarpışmalarıyla 7 TeV’lik enerjiye ulaşacağı düşünülüyor. Bu düzeyde ener-



jiler kozmik ışınlarla gök cisimlerinin çarpışmalarında ortaya çıkıyor. LHC, tasarlandığı gibi çalıştığında iki dev dedektörü ATLAS ve CMS’de saniyede bir milyar proton-proton çarpışması gerçekleşecek. Planlanan deney süresince de bu iki dedektör 10^{17} proton-proton çarpışmasına sahne olacak. Kozmik ışınlar, uzayda oluşan ve kimilerinin enerjisi de LHC’de yaratılacak olanlarınkini kat kat aşan parçacıklar. Dünya’nın atmosferine ulaşan bu parçacıkların enerjileri 70 yıldır ölçülüyor. Aslında bir milyar yıldan uzun bir süredir, milyonlarca LHC deneyinin üreteceğine eşdeğer çarpışmaları doğa kendi başına Dünya üzerinde üretiyor. Gezegenimiz de hâlâ ayakta ve sapaşğlam duruyor. Evrende Dünya’dan daha büyük gök cisimleri var, örneğin Jüpiter’in yarıçapı Dünya’nınkinin 10 katı, Güneş’inkiyse bir 10 katı daha büyük. Güneş’in yüzey alanıysa Dünya’nınkinden 10.000 kat daha geniş. Doğa, kozmik ışınlar aracılığıyla LHC’dekine benzer deneyleri Güneş üzerinde yaklaşık bir milyar kere yapmış durumda, ama Güneş de hâlâ hayatta. Gökbilimciler evrende sayılamayacak kadar çok, çoğu da bizim Güneş’imizden kat kat büyük gök cisimi göznlüyor. Bunların hepsi kozmik ışınlarla çarpışmaların etkisinde kalıyor. Kısacası evrende her saniye 10 milyon kere milyon (10^{12}) kereden daha çok LHC deneyi oluyor. Ancak evrenimizde bu çarpışmaların etkisinde kalan tüm gök cisimlerinin halen varlı-

ğını sürdürüyor olması, LHC deneylerinin üreteceği parçacıkların Dünya’yı felakete sürükleyeceğine ilişkin senaryoları çürütüyor.

Mikroskobik Kara Delikler

Kara delikler, Güneş’ten çok daha büyük kimi yıldızların, ömürlerinin sonunda kendi üzerlerine çökmeleri sonucu oluşur. Kara deliklerde çok büyük miktardaki madde çok küçük bir alana yoğunlaşmıştır. LHC’de mikroskobik kara delik yaratılacağı iddiaları proton çiftlerinin çarpışmalarına dayandırılıyor; ancak karşılaştırıldığında bu çiftlerin çarpışmaları sonucu ortaya çıkacak enerji, uçan iki sivrisineğin çarpışmasıyla oluşacak olana eşdeğer. Yani LHC’de oluşabilecek bir kara delik bildiğimiz kara deliklerle karşılaştırılmayacak denli küçük olacak. Çünkü gökbilim ölçeklerinde bir kara delik, LHC’de üretilebilecek olandan çok çok daha ağır.

Einstein’in genel görelilik kuramıyla tanımlanan kütleçekim kavramına göre, kütleçekim kuvveti bilinen dört temel kuvvet arasında en zayıf olanı; dolayısıyla LHC’de mikroskobik düzeyde bile olsa bir kara deliğin oluşması olanaksız görünüyor. Rapora göre LHC’de bu türden parçacıkların oluşacağını, gerçekliği tartışma götürür olan iddialar söylüyor. Bu iddiaların teme-



linde de ortaya çıkacak bu parçacıkların bir anda dağılacığı öngörülüyor. Dolayısıyla kara deliğin maddeyi birleştirmeye zamanı olmayacak ve mikroskobik sonuçlar doğmayacak.

Kuramsal olarak kararlı mikroskobik kara delikler beklenmese de kozmik ışınların bu türden yapılar oluşturmalarına ilişkin çalışmalar bu kara deliklerin aslında yeterince “kara” olmadığını, yani zararsız olduğunu gösteriyor. LHC’deki çarpışmalar da kozmik ışınların Dünya gibi gökcisimleriyle çarpışmasından farklı. Kararlı kara delikler elektriksel olarak yüklü ya da yüksüz olabilir. Eğer yüklülere, ister kozmik ışınlar tarafından isterse LHC tarafından oluşturulsunlar, maddeyle etkileşirler. Bu da örneğin Dünya gibi bir gökcisiminin içinden geçerken durdurulacakları anlamına geliyor. Dünyanın

varlığını sürdürüyor olması, LHC’nin ya da kozmik ışınların yük taşıyan tehlikeli kara delikler oluşturması olasılığını yok ediyor. Eğer kararlı kara delikler yüksüzlerse, bu durumda Dünya ile etkileşimleri çok zayıf olacak. Kozmik ışınların ürettikleri zararsız bir biçimde Dünya’yı delip geçerek uzaya dağılacak, LHC’nin üretecekleriyse Dünya’da kalacak. Yine raporda, nötron yıldızları ve beyaz cüceler gibi evrenin yoğun cisimlerinin, tıpkı Dünya gibi varlıklarını sürdürmesinin LHC’de herhangi bir kara deliğin oluşması olasılığını yok ettiği vurgulanıyor.

Strangeletler

Evrende bizim bildiğimiz tüm maddeler, kuarkların en hafifi olan aşağı (down) ve yukarı (up) kuarklardan

oluşturmuştur. Daha ağır ve daha kararlı olanlar kozmik ışınlarda ve hızlandırıcılardaki çarpışmalarda görülür. Bunların arasında en hafif olanı da garip (strange) kuarktır. Garip kuarkları içeren maddeler yıllardır düzenli olarak laboratuvarlarda üretiliyor. Ancak bu maddelerin ömürleri çok kısa; doğumlarından itibaren hayatta kaldıkları süre nanosaniye düzeylerinde hatta kimi zaman daha da kısa. Bu türden kısa ömürlü, radyoaktif bozunmadan sorumlu zayıf kuvvet etkileşimlerinin özelliği. İki ya da üç garip kuark içeren kimi parçacıklar da gözlenmiş. Bir garip kuarkı olan parçacıkların bir çekirdeğe bağlanmasıyla hiper-çekirdek adı verilen yapılar oluşabiliyor; ancak bunlar da kararlı ve yine nanosaniye gibi kısa bir sürede bozunuyor. Her biri, bir garip kuarkı olan, iki parçacıklı ve hızla bozunan bu çekirdeklerin dışında, daha çok sayıda garip kuark içeren başka bir çekirdeğe hiç rastlanmamış. Garip kuark maddesi adı verilen şey de tümüyle varsayıma dayalı bir madde durumu. Varsayıma göre aşağı ve yukarı kuarklarla garip kuarklardan neredeyse eşit miktarda içeren bu kuramsal mikroskobik “garip madde” yiğününe Strangelet adı veriliyor. Birçok kurama göre strangeletler saniyenin bin kere milyonda biri gibi bir sürede maddeyi değiştirmeli. Peki, bu strangeletler maddeyle bütünleşip “garip madde”ye dönüşebilir mi? Bu soru, ilk olarak ABD’de 2000’de yapılan Görelilikli Ağır İyon Çarpıştırıcısı (Relativistic Heavy Ion Collider -RHIC) daha çalışmaya başlamadan önce ortaya atılmıştı. O sırada yapılan araştırmalar böyle bir endişeye gerek olmadığını göstermişti. RHIC sekiz yıldır çalışıyor ve bu garip maddeleri arıyor; ama henüz hiçbir şeye rastlamadı. Zamanı geldiğinde LHC de tıpkı RHIC gibi ağır çekirdek demetleriyle çalışacak. LHC’nin demetleri RHIC’ninkinden daha büyük enerjili olacak; ancak bu, düşünülenin tersine, strangeletlerin oluşma olasılığını daha da azaltıyor. Bu tür çarpıştırıcılarda ortaya çıkan yüksek sıcaklıklarda garip maddeyi bir arada tutmak çok zor; çünkü bu, sıcak su içerisinde buz oluşturmaya benzetiliyor. Ayrıca kuarklar da LHC’de, RHIC’de olduğundan daha seyrek olacak ki bu da garip maddeyi bir araya getirmeyi zorlaştıran başka etkenlerden. LHC’de

LHC hakkında...

- LHC için üretilen kablolardaki 6400 adet süperiletken niyobyum-titanyum filamanın her birinin kalınlığı 0,007 mm, yani bir saç telinin onda biri kalınlığında. Tüm bu filamanlar uç uca eklendiğinde, Güneş’e beş kez gidip gelecek, bir de üstüne birkaç Ay yolculuğu yapacak kadar uzun oluyor.

- CERN’de hızlandırılacak tüm protonlar hidrojen elde ediliyor. LHC’deki proton demetleri çok yoğun olmalarına karşın, günde yalnızca 2 nanogram hidrojen hızlandırılacak. Bu, 1 g hidrojeni hızlandırmak için LHC’nin bir milyon yıl çalışması gerektiği anlamına geliyor.

- LHC’nin merkezi Dünya’nın en büyük buzdolabı. Sıcaklık uzaydakinden bile daha

düşük olacak (yaklaşık -270°C).

- LHC’nin demet tüplerindeki basınç Ay’daki basınçtan on kat daha düşük olacak. Bu duruma Ultra-yüksek vakum adı veriliyor.

- LHC’nin protonlarının hızları neredeyse ışık hızına (0,999999991 c) kadar çıkacak ve her bir proton 27 km’lik turunu saniyenin 11.000’de biri gibi kısa bir sürede atacak.

- En yüksek enerjilerine çıktıklarında, LHC’nin iki proton demetinin toplam enerjisi 150 km/s hızla hareket eden 400 tonluk bir trene eşdeğer olacak.

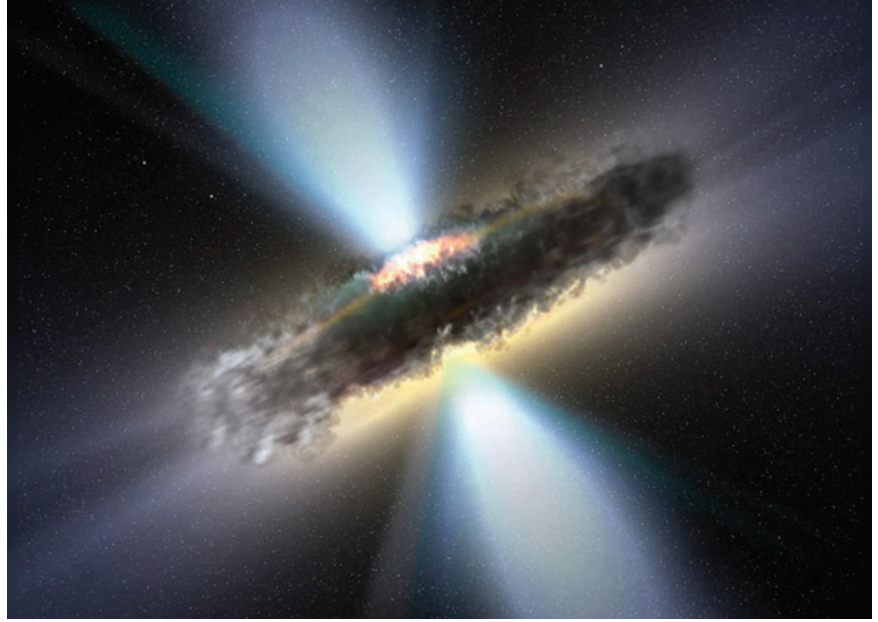
- CMS’nin mıknatıs sistemi 10.000 ton demir içeriyor; bu da Eyfel kulesinde kullanılan demirden daha çok.

- LHC’deki büyük deneylerde her yıl elde edilecek veriler 100.000 DVD’ye sığacak kadar çok olacak.

strangelet oluşturulabilmesi olasılığı, RHIC'de oluşturulmasından çok daha düşük. Şimdiye değin yapılan deneyler de strangeletlerin oluşturulamayacağını gösteriyor.

Vakum Kabarcıkları

LHC deneylerinin olası tehlikelerine ilişkin iddialardan biri de evrenin en kararlı durumunda olmayışını temel alıyor. Buna göre, LHC'deki deney evrenin daha kararlı olduğu ve "vakum kabarcığı" adı verilen bir duruma geçmesini tetikleyebilir. Bu da bizim sonumuz anlamına geliyor. Vakum en düşük enerjili durum olmayabilir ve daha düşük enerjili durumlara bozunabilir. Şimdiye değin böyle bir şeye rastlanmamış olması, bu bozunumun yarı ömrünün evrenimizin yaşından daha büyük olmasını gerektiriyor. Yüksek enerjili parçacık çarpışmaları bu türden daha düşük enerjili durumlu "kabarcıkların" oluşumunu uyarabilir ve bu de genişleyerek yalnızca Dünya'yı değil tüm evreni yok edebilir. Ancak bu vakum kabarcıklarını LHC çarpışmaları yapabilirse, kozmik ışınların da yapabileceği gerekirdi. Bu yeni vakum kabarcıkları da şimdiye değin çoktan genişlemiş ve görünür evrenin çok büyük bir bölümünü kaplamış olurdu. Görünür evrenin hiçbir yerinde bu türden bir vakum kabarcığının görülmemesi, kozmik ışınların bu kabarcıklara neden olmadığı, dolayısıyla da LHC'nin de bu ortamı yaratmayacağı anlamına geliyor.



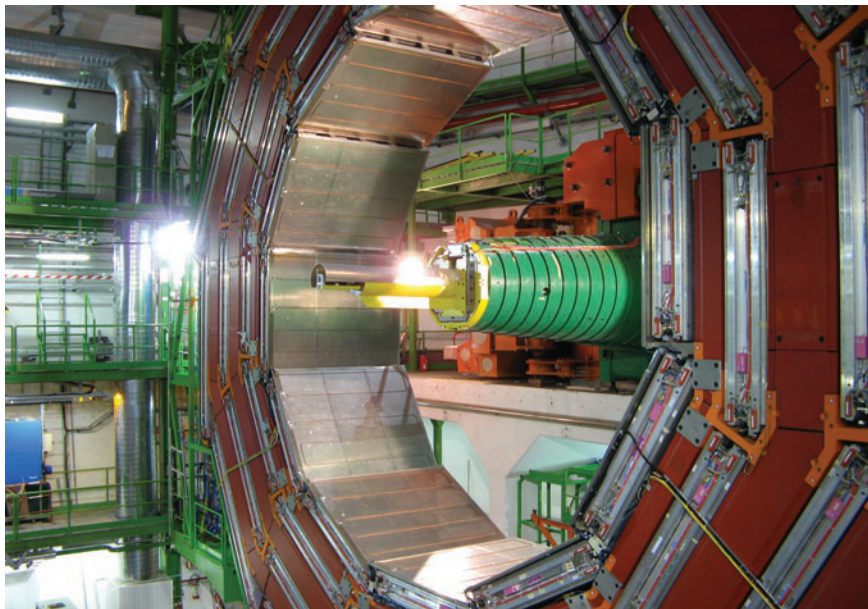
Manyetik Tekkutuplar

Manyetik tekkutuplar, yalnızca kuzey ya da yalnızca güney kutbu olan tek manyetik yüklü kuramsal parçacıklar. Büyük birleştirme kuramında manyetik tekkutupların, proton ve nötronları elektronlara ya da pozitronlara ve kararsız mezonlara dönüştürerek çekirdek bozunumuna katkıda bulunduğu ileri sürülür. Bu durumda, çok sayıda çekirdeğin çarpışmasıyla hatırı sayılır bir enerji açığa çıkar. Bu türden manyetik tekkutupların ağırlıklarının 10^{15} GeV düzeylerinde olacağı öngörülmüyor ki bu da LHC'de üretilmeyecek kadar büyük bir kütle demek. LHC'de bu manyetik tekkutupların üretileceğini düşündüğümüzdeyse, aklımıza bun-

lardan çok daha fazlasının zaten kozmik ışınların Dünya ya da başka gök cisimlerine çarpması sonucunda üretilmesi gerektiği geliyor. Yine Dünya'nın ve kozmik ışın çarpışmalarının etkisinde kalan öteki gök cisimlerinin hâlâ varlıklarını sürdürmesi, ortaya çıkan manyetik tekkutupların proton bozunmalarına neden olmadığını gösteriyor. Bu manyetik tekkutupların LHC'de üretilen kadar hafif olduğu varsayımına karşılık da Dünya'nın, kozmik ışınlarla oluşan hafif manyetik tekkutupları zaten durduruyor ya da hapsediyor olduğu sonucu çıkıyor ki bu da iddiayı baştan çürütüyor.

Parçacık hızlandırıcılarındaki yüksek enerjili çarpışmaların güvenliğiyle ilgili tüm iddiaları bu şekilde yanıtlayan LSAG raporunu, LHC'deki herhangi bir deneyde görev almayan Avrupalı ve ABD'li fizikçiler hazırlamış. CERN ayrıca LHC çarpışmalarıyla ilgili en son iddiaları değerlendirip araştırması için yine LHC deneylerinde yer almayan bir grup parçacık fizikçisini çalıştırmaya başlamış bile. LHC'de en geç önümüzdeki yıl deneylere başlanacak. Dünyamızı felakete mi götürecektir, yoksa her şey hesaplandığı ve burada açıklandığı gibi mi olacak, göreceğiz. Ancak CERN'in hazırladığı ve sunduğu bu raporda yer alan bilimsel yanıtlar hiç bir endişeye gerek olmadığı mesajını veriyor.

İlhami Buğdaycı



Kaynaklar:
<http://cern.ch/lsag/LSAG-Report.pdf>
<http://public.web.cern.ch/Public/en/LHC/Safety-en.html>