

FİZİĞİN GELECEĞİ



Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı CERN'de önümüzdeki hafta ya da aylarda çalışmaya başlayacak olan dev parçacık hızlandırıcılarının üretecekleri şiddetli çarpışmalarla ortaya çıkarmaları beklenen gizemli parçacıklar, bildiğimiz fiziği tümüyle değiştirmeye aday. Fizikte beklenen büyük devrim öncesinde kapsamlı bir başvuru malzemesi sunmak amacıyla *Scientific American* dergisinin Şubat 2008 tarihli özel sayısında yer alan bir dizi makaleyi okurlarımız için çevirdik.

ADI TERAÖLÇEK. İki temel parçacığın yaklaşık 1 trilyon elektronvolt (tera elektronvolt - TeV) toplam enerjiyle kafa kafaya çarpıştığında ortaya çıkan fiziğin hüküm sürdüğü alan. Bizi bu teraölçeğe çıkaracak makine de tamamlanmak üzere: Avrupa parçacık fiziği laboratuvarı CERN'de (resmi adı Avrupa Nükleer Araştırmalar Merkezi) bulunan halka biçimli Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (Large Hadron Collider - LHC).

Enerji düzeyleri basamaklarını elektronvoltlardan teraölçeğe kadar çıkmak, alıştığımız dünyadan başla-

yıp çeşitli ara duraklardan, kimya ve katı hal elektronu alanlarından (elektronvoltlar düzeyi) nükleer tepkimelere (milyonlarca elektron volt) ve oradan da fizikçilerin son yarım yüzyıldır araştırdıkları alana (milyarlarca elektronvolt) geçen bir yolculuk olarak özetlenebilir.

Peki teraölçek durağında bizi neler bekliyor? Kimse bilmiyor. Ama şu ya da bu biçimde radikal ölçülerde yeni olguların ortaya döküleceğinde kuşku yok. Biliminsanları, uzun süredir aramakta oldukları, maddenin doğası konusundaki bilgilerimizi bütünleyebilecek bazı parçacıkları bulabilmek umundundalar. Bu arada ek

boyutlar gibisinden daha garip bulguların da ortaya çıkması olası.

Bu arada fizikçiler on yıl kadar sonra LHC'nin yerini alıp araştırmaları onun bıraktığı yerden sürdürecektir, LHC'nin elde ettiği verilerle oluşturulan kabataslak haritaları netleştirecek yeni bir makinenin planlarını da hazırlıyorlar.

Teraölçek ve ötesine yapacağımız bu yolculuğun sonunda ilk kez olarak neden yapıldığını öğreneceğimizi ve içinde kısacık bir yaşam sürdürdüğümüz yerin en alt düzeyde nasıl çalıştığını bilebileceğiz. Yani tamamlanan LHC gibi, biz de halkayı tamamla-

KEŞİF MAKİNESİ

**Küresel bir işbirliğiyle
biliminsanları, tarihin en büyük
parçacık fiziği deneyini başlatmaya
hazırlanıyorlar.**

Onu kafanızda bilim tarihindeki en büyük, en güçlü mikroskop olarak canlandırabilirsiniz. Cenevre yakınlarında tarlalardan ve köylerden oluşan bir halkanın altında son rötuşları yapılmakta olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC), şimdiye kadar en kısa mesafelerde (nano-nanometre, ya da metrenin milyarda birinin milyarda biri ölçeklerinde) ve erişilebilmiş en yüksek düzeylerdeki enerjilerde geçerli olan fiziğin içine bakacak. On yılı aşkın bir süredir parçacık fizikçileri, 1 trilyon elektronvolt ya da kısaca 1 TeV düzeylerinde enerjiler söz konusu olduğu için zaman zaman “teraölçek” diye de adlandırılan bu alanı keşfetmek için fırsat kollamaktaydılar. Bu enerji düzeylerinde (öteki parçacıklara kütlelerini kazandırdığı düşünülen) Higgs parçacığı ve evrendeki maddenin çok büyük bölümünü oluşturan karanlık madde parçacıkları gibi önemli yeni fizik bulgularının ortaya çıkması bekleniyor.

Dokuz yıllık bir inşa süresinin sonunda dev makine bu yıl içinde (yine de tahtaya vuralım) çarpıştıracağı parçacık demetlerini oluşturmaya başlayacak. Makinenin hizmete alınması sürecinde parçacıkların önce tek yönde hızlandırılması, daha sonra ters yönlerde hızlandırma ve sonunda çarpıştırma duraklarından geçilmesi, düşük enerji düzeylerinden teraölçeğe çıkılması, görece zayıf deney yoğunluklarından işe yarar oranlarda veri sağlayan, ancak kontrolü daha zor olan yüksek yoğunluklara geçilmesi aşamaları yaşanacak. Yol üzerindeki her adım, bu muazzam çabada görev alan 5.000’in üzerinde biliminsanı, mühendis ve öğrencinin üstesinden gelmesi gereken sınavlar çıkaracak.

Programda sürekli olarak ortaya çıkan gecikmelere karşın görevli biliminsanları ve teknisyenler, sonuçta elde edilecek başarıdan emin görünüyor-

lar. Dünya parçacık fizik camiası da LHC’den gelecek ilk sonuçları heyecanla bekliyor.

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü’nden (MIT) Frank Wilczek, LHC’nin “Fizikte bir altın çağ başlatacağı” yolundaki sözleriyle fizik camiasının ortak duygularına tercüman oluyor.

“En”ler makinesi

Teraölçek denen bu yeni alana girebilmesi için LHC’nin parametreleri, daha önce inşa edilmiş parçacık çarpıştırıcılarına her bakımdan fark atıyor. Bir kere şimdiye kadar erişilmemiş enerji düzeylerinde proton demetleri oluşturarak işe başlıyor. Süperiletken duruma geçmeleri için sıvı helyumla 2 kelvinin (-271 °C) daha altına kadar soğutulmuş yaklaşık 7000 mıknaş, ışık hızının %99.9999991’ine kadar hızlandırılmış proton demetlerini yönlendirip odaklıyor. Halkadaki her bir proton 7 TeV enerjiye sahip olacak. Bu değer, Einstein’ın ünlü $E=mc^2$ denklemi uyarınca bir protonun durağan haldeki kütlesiyle temsil ettiği enerjinin tam 7000 katı. Bu da CERN’in amansız rakibi olan ABD’deki Fermi Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı’nda (Fermilab) halen güç rekorunu elinde tutan Tevatron adlı hızlandırıcıda erişilen düzeyin yedi katı demek. Aynı önemde bir başka özellik de, LHC’nin, Tevatron’da üretilen demetlerin 40 katı yoğunlukta (parçacık hızlandırıcısı terminolojisinde “parlaklık” (luminosity) deniyor) proton demeti üretecek olması. Hızlandırıcı halkaları tam kapasite doldurulduğunda ve maksimum enerjide çalıştırıldığında parçacıklardan her biri, saatte 100 kilometre hızla giden 900 otomobilin kinetik enerjisini, bir başka benzetmeyle, 2 ton kahveyi ısıtmaya yetecek enerji taşıyacak.

Protonlar, LHC’nin 27 kilometre

uzunluktaki halkaları boyunca eşit aralıklarla dizilmiş yaklaşık 3000 küme halinde yol alacaklar. Her biri yaklaşık 100 milyar proton içerecek olan kümeler, çarpışma noktalarına bir iğne boyutlarında ulaşacak: birkaç cm uzunluğunda ve 16 mikron çapında, yani en ince insan saç kalınlığında! Halka içindeki dört noktada bu iğneler birbirlerinin içinden geçecek ve her saniye 600 milyon parçacık çarpışması gerçekleşecek. Çarpışmalar, ya da fizikçilerin dilinde “olaylar” aslında protonları oluşturan temel parçacıklar (kuarklar ve bunları birbirine bağlayan gluon adlı parçacıklar) arasında meydana gelecek. Çarpışmaların en şiddetlileri (tam kafa kafaya olanlar), çarpışan iki protonda saklı bulunan toplam enerjinin (7+7=14 TeV) yedide birini, yani yaklaşık 2 TeV enerjinin serbest kalmasına yol açacak. (İşte bu nedenle Fermilab’daki Tevatron, çarpıştırdığı proton ve antiprotonların hızlanırken kazandıkları 1 TeV enerjiye karşın teraölçek fiziği incelemek için gereken düzeyin beşte birine ancak erişebiliyor.)

Dört dev detektör (ki, en büyüğü Paris’teki koca Notre Dame katedralinin yarısını dolduracak boyutlarda; en ağır olanında da Eyfel kulesinden daha fazla demir kullanılmış) merkezlerinde meydana gelecek her bir çarpışmanın etrafa saçacağı binlerce parçacığı izleyip enerjilerini ölçecek. Detektörlerin devasa boyutlarına karşın, parçalarından bazılarının 50 mikron duyarlılıkla yerleştirilmeleri gerekiyor.

En büyük iki detektörün her birinden çıkacak 100 milyon veri kanalı, her saniye 100.000 CD dolduracak veri sağlayacak; ki, bunların üst üste konulması durumunda sütunun boyu 6 ay içinde Ay’a varır. Bu nedenle deneylerde izlenecek veriler bir “tetiklenmiş veri toplama mekanizması” kullanacak. Mekanizma bir spam mesaj per-



deleme sistemi gibi çalışarak, akan verilerin hemen hemen tümünü atarak saniyede yalnızca en çok umut vaadeden 100 “olay”la ilgili veriyi arşivlenmek ve sonra incelenmek üzere LHC’nin CERN’deki ana bilgi işlem merkezine gönderecek.

CERN’de birkaç bin birimden oluşan bir bilgisayar “çiftliği”, filtreden geçebilmiş bu ham verileri, fizikçilerin tarayacakları daha küçük veri setlerine dönüştürecek. Verilerin analizi, dünyanın her tarafına dağılmış araştırma merkezlerindeki onbinlerce PC’den oluşan bir ağ üzerinde gerçekleştirilecek. Bu masaüstü bilgisayarlar da üç kıtaya yayılmış bir düzine merkeze bağlı. Bunlar da özel fiberoptik kablolarla doğrudan CERN’e bağlanıyor.

Bin Adımlı Yolculuk

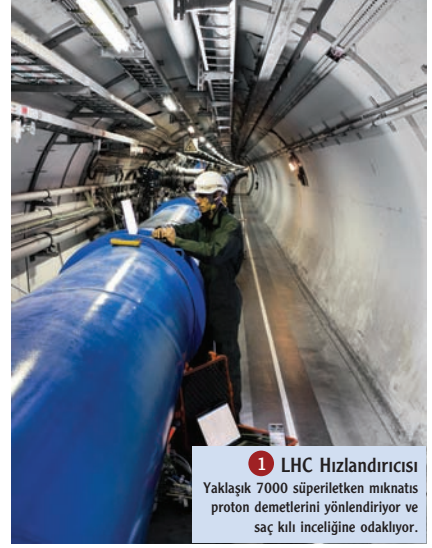
Önümüzdeki aylarda tüm gözler, hızlandırıcılara çevrilmiş olacak. Halka içerisindeki komşu mıknatıslar arasında son bağlantılar geçtiğimiz Kasım başlarında tamamlanmış ve Aralık içinde de halkadaki sekiz sektörün operasyon için gerekli soğukluk düzeyine indirilme çalışmaları başlatılmıştı. LHC’nin işletmeye hazırlanma süreci önce sektörlerin teker teker, daha sonra da birbirlerine bağlanmış halde soğutma ve güç sistemlerinin denenmesi aşamalarını kapsıyor; daha sonra da bir proton demetinin, hızlandırıcının paralel halkalarından birine sokularak

27 kilometre boyunca dolaştırılıp hızlandırılmasını.

Proton demetini 0,45 TeV enerji düzeyle 27 km’lik ana halkanın eşiğine getirecek daha küçük hızlandırıcılar setinin denemeleri daha önce yapılmıştı. Eşikteki demetin ana halkaya alınması kritik bir operasyon olduğundan, LHC teknisyen ve araştırmacıları, donanımın zarar görmesini önlemek için önce düşük yoğunlukta bir demeti halkaya alacaklar. Ancak bu “pilot” demetin LHC içinde nasıl davrandığını iyice gözledikten ve demetleri yönlendiren manyetik alanlara gerekli ince ayarı yaptıktan sonra daha yoğun demetler halkaya sokulacak. Bu önlemler kapsamında ilk başta, 7 TeV tavan enerji düzeyinde 3000 küme yerine yalnızca bir küme, her iki yönde de dolaştırılacak.

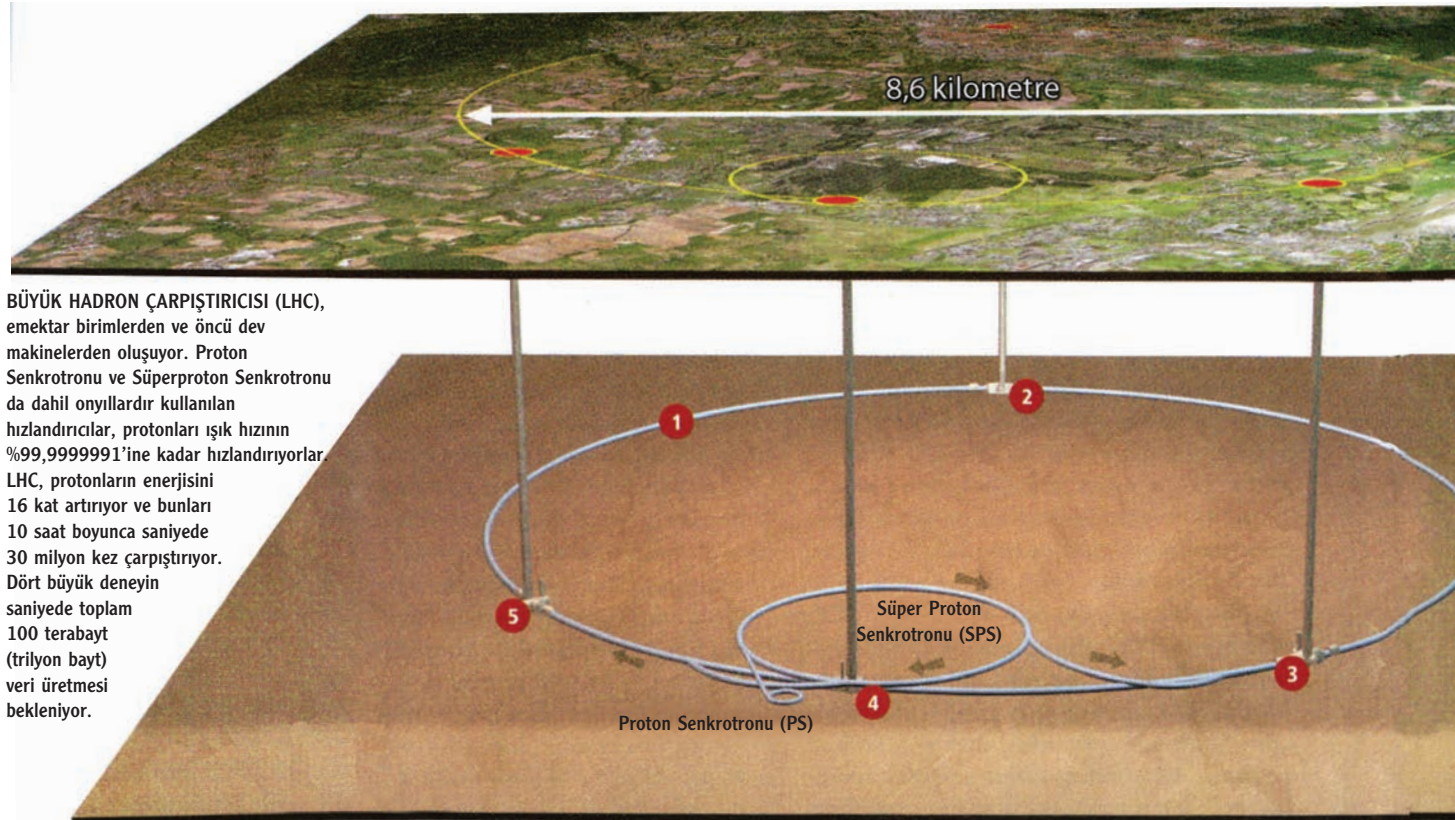
Tabii LHC’nin tam olarak devreye sokulması süreci böyle adım adım ilerlerken, sorunların ortaya çıkması kaçınılmaz. Mühendis ve araştırmacıların bu sorunların her birini ne kadar sürede aşabilecekleriyse bilinmiyor. Örneğin, halkadaki sektörlerden birinin tımaratın yapılabilmesi için oda sıcaklığına geri döndürülmesi, aylar sürebilecek bir gecikme anlamına gelecek.

LHC’de yürütülecek dört deneyin (ATLAS, ALICE, CMS ve LHCb) önlerinde de, devreye girmek için çok duraklı bir hazırlık süreci var. Proton demetlerinin tam olarak halkaya alınması için önce bu detektörlerin operasyo-



na hazır duruma getirilmesi gerekiyor. Bunlara hâlâ son derece kırılgan ekipman monte ediliyor. Ayrıca detektörlerden veri kanallarını taşıyacak binlerce kablunun tek tek işaretlenmesi, doğru soketlere bağlanması ve denenmesi işlemleri de yürütülüyor. Bu işlemleri de, master ve doktora öğrencileriyle, doktora sonrası araştırmacılar (postdoc) yürütüyor.

Demetlerin çarpışmasına daha aylar olmasına karşın öğrenci ve postdoclara, sistemlerini deneme olanağı gökten geliyor. Fransa-İsviçre sınırındaki kaya tabakasını delip geçen kozmik ışınlar, zaman zaman LHC detektörlerinden de geçiyor. Detektörlerin bu davetsiz misafirlere nasıl davrandığını izlemek, voltaj akımından, detektörlerin kendi parçalarına; göstergelerin elektronik düzeneğinden, milyonlarca ayrı sinyali tek bir “olay”ın anlamlı bir açıklamasını verecek şekilde bütünleştiren toplama yazılımı kadar her şeyin gerektiği gibi çalışıp çalışmadığını kontrol olanağı sağlıyor.



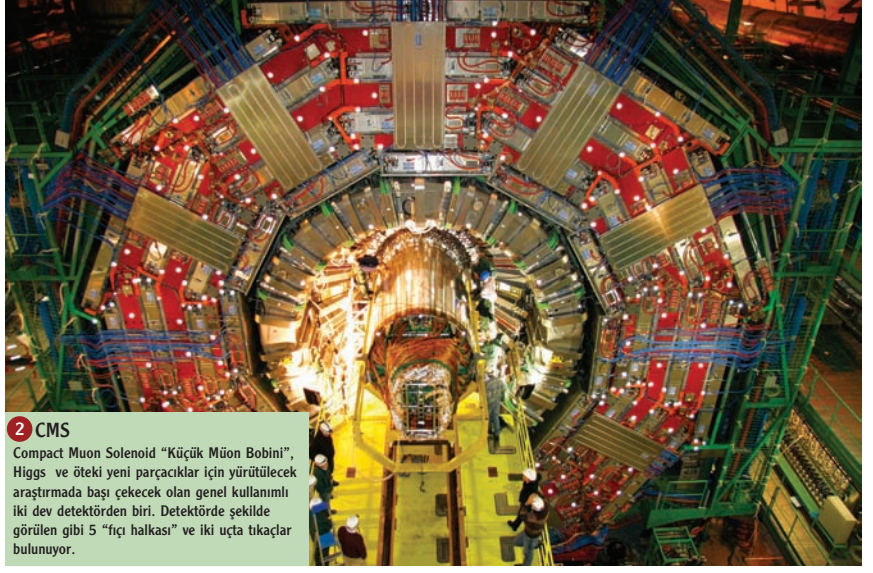
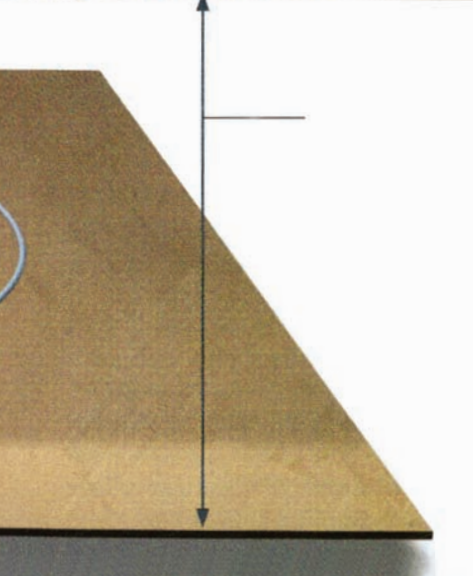
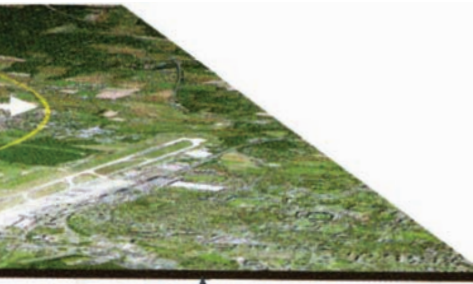
Hep Beraber, Hooop!..

Detektörlerin her birinin merkezinde çarpışan demetler de dahil olmak üzere her şey uyum içinde çalışmaya başladığında, detektörlerin ve bilgişlem sistemlerinin altından kalkmaları gereken yük muazzam ölçeklerde olacak. LHC için tasarlanan “parlaklık” düzeyinde, iğne boyutlarındaki kümelerin birbiri içinden her geçişinde 20 çarpışma olayı meydana gelecek. Bazılarının aralıkları daha uzun olmakla birlikte her geçiş arasında yalnızca 25 nanosaniye olacak (1 nanosaniye = saniyenin milyarda biri).

Tek bir geçişteki çarpışmaların “en-kaz ürünü” olarak fıskıran parçacıklar detektörlerin dış katmanlarına daha yeni varmışken, dedektörün merkezinde bir sonraki iç geçiş ve çarpışmalar zinciri gerçekleşecek. Her bir detektör katmanındaki donanım elemanlarından her biri, içinden ancak doğru parçacık geçtiğinde tepki verecek. Detektörden çıkan milyonlarca veri kanalı, her çarpışma olayıyla ilgili yaklaşık 1 megabyte (milyon byte) veri aktaracak. Bu da her 2 saniyede toplam 1 petabyte (1 katrilyon byte) veri anlamına geliyor.

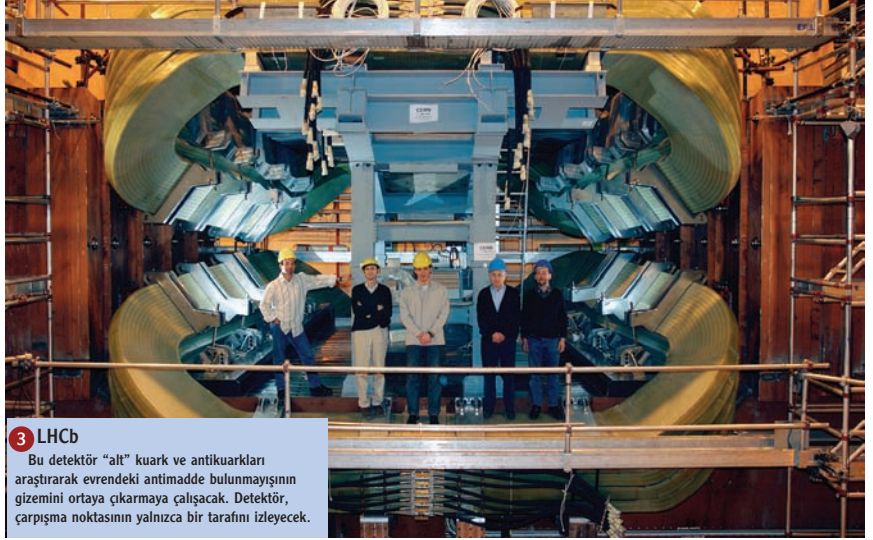
Bu veri selini başedilebilir oranlara düşürecek tetik sistemi, çok sayıda katmandan oluşuyor.

İlk kademe, detektörün tüm parçaları içinden belli bir grubun oluşturduğu bir dizgeden gelen bilgileri toplayıp



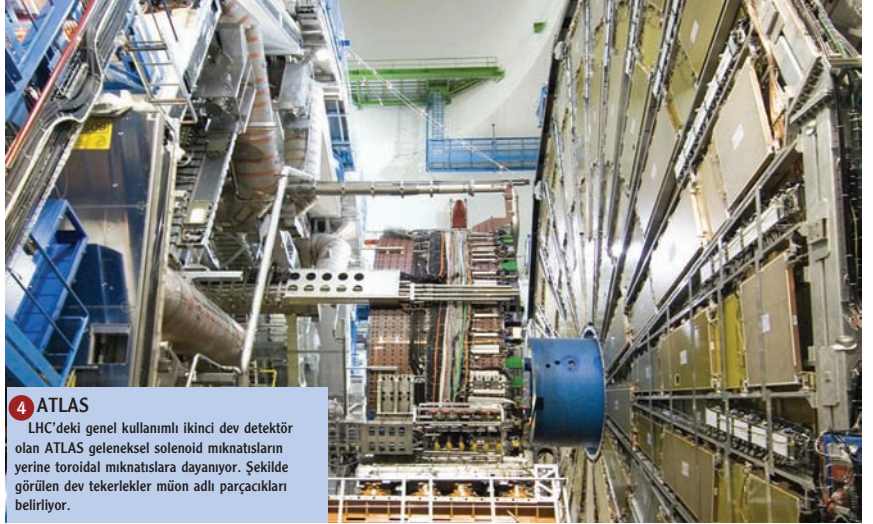
2 CMS

Compact Muon Solenoid “Küçük Müon Bobini”, Higgs ve öteki yeni parçacıklar için yürütülecek araştırmada başı çekecek olan genel kullanımlı iki dev detektörden biri. Detektörde şekilde görülen gibi 5 “fıçı halkası” ve iki uçta tıkaçlar bulunuyor.



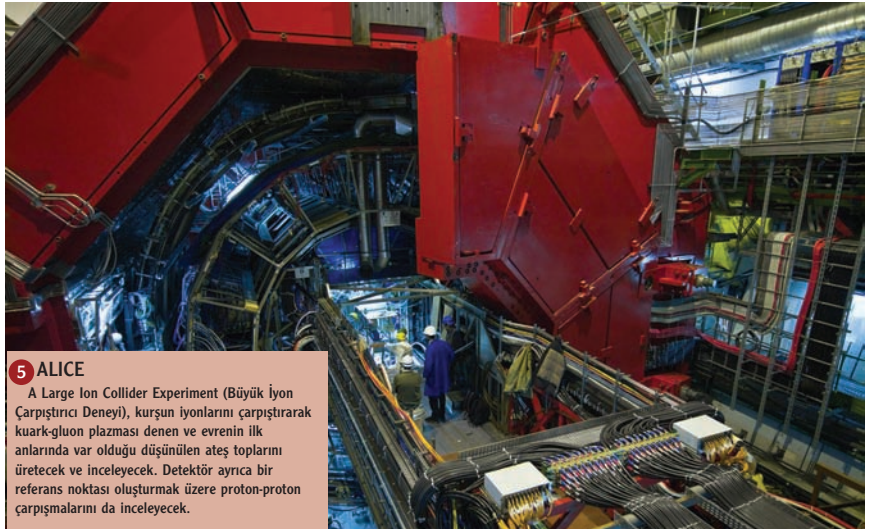
3 LHCb

Bu detektör “alt” kuark ve antikuarları araştırarak evrendeki antimadde bulunmayışının gizemini ortaya çıkarmaya çalışacak. Detektör, çarpışma noktasının yalnızca bir tarafını izleyecek.



4 ATLAS

LHC’deki genel kullanımlı ikinci dev detektör olan ATLAS geleneksel solenoid mıknatısların yerine toroidal mıknatıslara dayanıyor. Şekilde görülen dev tekerlekler müon adlı parçacıkları belliriyor.



5 ALICE

A Large Ion Collider Experiment (Büyük İyon Çarpıştırıcı Deneyi), kurşun iyonlarını çarpıştırarak kuark-gluon plazması denen ve evrenin ilk anlarında var olduğu düşünülen ateş toplarını üretecek ve inceleyecek. Detektör ayrıca bir referans noktası oluşturmak üzere proton-proton çarpışmalarını da inceleyecek.

MADDENİN ÜÇ KUŞAĞI

MADDE PARÇACIKLARI : FERMİYONLAR

KUARKLAR

LEPTONLAR

I	II	III	Yük	
 2.75 YUKARI UP	 1300 TILSIM CHARM	 178000 ÜST TOP	$\leftarrow \frac{2}{3}$	 91188 Z ⁰
 6 AŞAĞI DOWN	 1.10 GARIP STRANGE	 4500 ALT BOTTOM	$\leftarrow -\frac{1}{3}$	 80430 W ⁺ /W ⁻
 0.511 ELEKTRON ELECTRON	 105.7 MÜON MUON	 1777 TAU TAU	$\leftarrow -1$	 < 10 ⁻²³ FOTON PHOTON
 < 3 · 10 ⁻⁶ ELEKTRON NÖTRİNO NEUTRINO	 < 0.19 MÜON NÖTRİNO NEUTRINO	 < 18.2 TAU NÖTRİNO NEUTRINO	$\leftarrow 0$	 theory: 0 KURAM GLUON

TÜM KÜTLELER MİLYON
ELEKTRONVOLT CİNSİNDEN

HAYVAN KÜTLELERİ PARÇACIK
KÜTLELERİYLE ORANTILI

STANTART MODEL
TEMEL PARÇACIKLAR
HAYVANAT BAHÇESİ

inceleyecek. Bu veriler içinde, örneğin proton demetinin hareket ekseninden büyük bir açıyla sapmış bir müonun görünmesi gibi, özel koşullarda gerçekleşmiş “umut verici” bir çarpışma olayını belirleyebilecek.

Birinci kademe tetiklenme diye adlandırılan işlem, donanımaya yerleştirilmiş mantık birimleri olarak tanımlanabilecek yüzlerce bilgisayar kartı tarafından yerine getirilecek. Bunlar bir sonraki evrede daha üst kademedeki tetik tarafından incelenmek üzere saniyede 100.000 veri kümesi seçecek.

Daha üst düzeydeki tetikse, alt düzeyli olanın tersine detektörün milyonlarca kanalının hepsinden veri alacak. Yazılımı bir bilgisayar çiftliği üzerinden çalışacak ve 1. kademe tetiğin onayladığı her küme arasında ortalama 10 mikrosaniye bulunacağından, 2. kademe tetiğin “olayları” yeniden kurulumak için yeterli zamanı olacak. Bir başka deyişle, çarpışma ürünü parçacıkların izlerini geriye doğru sürerek ortak kaynaklarını belirleyecek ve böylece her çarpışmanın ürettiği ikincil parçacıkların enerjilerini, momentumlarını, izleklerini vb. kapsayan anlamlı bir veri seti oluşturacak.

Üst kademe tetik, LHC'nin küresel bilgisayar ağının kontrol merkezine saniyede yaklaşık 100 olay iletecek. Bir şebeke (grid) sistemi, bir bilgisayar merkezleri ağının bilgi işlem güçlerini birleştirerek bunları, dünyanın her ya-

nındaki araştırma enstitülerindeki kullanıcılarına sunacak.

LHC'nin bilgi iletim ve paylaşım şebekesi de kademeler halinde yapılandırılmış bulunuyor. Kademe 0, CERN'in içinde bulunuyor ve binlerce klasik ya da raf dizilerine yerleştirilmiş “kılıç” diye adlandırılan, piza kutusu boyutlarında siyah kılıflar içinde, modern bilgisayar işlemcisinden oluşuyor.

CERN'de planlanan dört deney (ATLAS, ALICE, CMS ve LHCb) için ayrı ayrı inşa edilmiş detektörlerin veri toplama sistemlerince Kademe 0'a gönderilen veriler, manyetik teyp üzerine kaydediliyor. Bu, DVD-RAM diskler ve flaş belleklerin yaygın olarak kullanıldığı, günümüzde modası geçmiş bir yöntem olarak nitelendirilebilir. Ama CERN yetkililerine göre hâlâ en ekonomik ve güvenilir olanı.

Kademe 0, kendisine gelen verileri, biri CERN'de, 11'i de dünyanın çeşitli yerlerindeki 11 büyük araştırma kurumunda bulunan toplam 12 Kademe 1 merkezine dağıtacak. Bunlar arasında ABD'deki Fermilab ve Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nın yanı sıra Avrupa, Asya ve Kanada'da konumlu başka merkezler de bulunuyor.

Böylece, henüz işlenmemiş veriler, biri CERN'de, öteki de 12 merkeze bölünmüş durumda iki kopya halinde bulunacak. Bu merkezlerde ayrıca ham verilerin, fizikçilerin üzerinde çalışabilecekleri için daha küçük bir paket halin-

de hazırlanmış tam kopyaları da bulunacak.

LHC bilgi işlem şebekesinde bir de, üniversite ve araştırma kurumlarında daha küçük bilgi işlem merkezlerinden oluşan Kademe 2 merkezleri de yer alıyor. Bu merkezlerdeki bilgisayarlar, verilerin analizi için tüm şebekeye dağıtılmış bilgi işlem gücü sağlayacaklar.

Taşlı Yol

Bunca yeni teknoloji hep bir arada çalışacakları büyük gün için hazırlanırken, kimi ufak tefek, kimi daha ciddi aksaklıkların ortaya çıkması kaçınılmaz. 2007 yılı Martında proton demetlerini çarpışma noktalarının hemen önünde odaklamak için kullanılan dört kutuplu (quadrupole) mıknatıslardan biri, örneğin proton demetleri hareket halindeyken bobinlerinden birinin süperiletkenliğini kaybetmesi durumunda maruz kalacağı büyük streslere dayanıp dayanamayacağını ortaya çıkarmak üzere denenirken, ciddi bir aksaklık meydana geldi. Mıknatısın destek ayaklarından bazıları çöktü ve büyük bir patlama sesiyle etrafa helyum gazı yayıldı. (Neyse ki, işçiler ya da ziyaretçiler hızlandırıcı tünelin içine girdiklerinde bir güvenlik önlemi olarak kendilerine acil solunum setleri veriliyor.)

Bu mıknatıslar üçlü setler halinde kullanılıyor. Görevleri, proton demetlerini önce yanlardan, sonra düşey doğrultuda ve en sonunda yine yanlardan sıkıştırarak odaklamak.

LHC'de bu mıknatıslardan 24 tane bulunuyor. Dev detektörlerin merkez-

Kısa kısa...

Proton hızı:

Işık hızının %99,9999991'i

Her kümedeki proton sayısı:

100 milyara kadar

Her saniye birbiri içinden geçen küme sayısı:

4 istasyonda 31 milyon kadar

Kümelerin birbiri içinden her geçişinde

çarpışma sayısı:

20'ye kadar

Çarpışma başına veri:

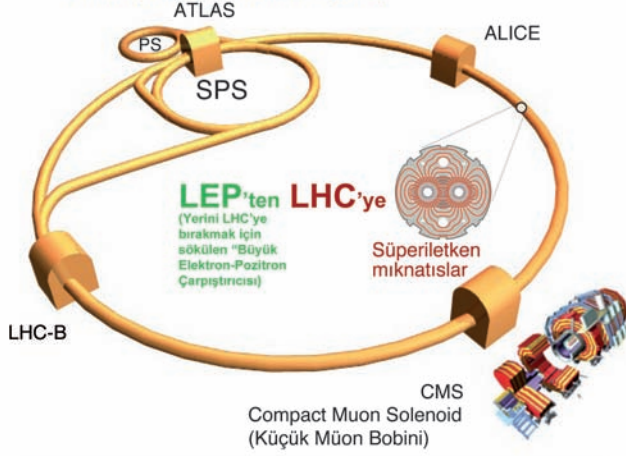
Yaklaşık 1,5 megabyte

Higgs Parçacığı Sayısı:

(Tavan parlaklık ve Higgs ile ilgili varsayımlar veri kabul edildiğinde)

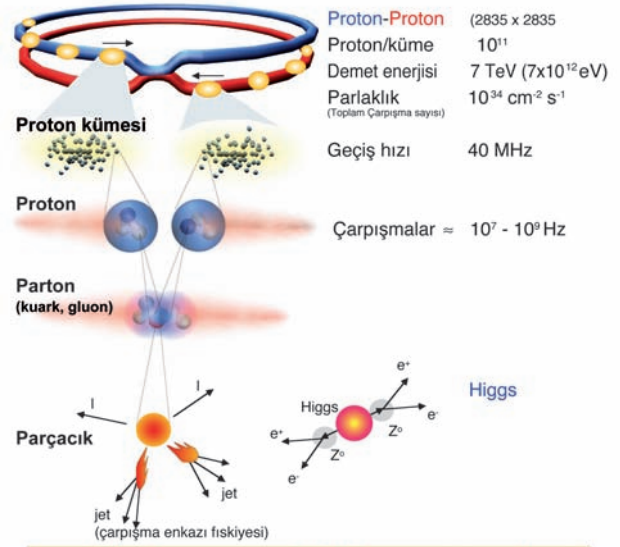
Her 2.5 saniyede 1

Büyük Hadron Çarpıştırıcısı The Large Hadron Collider (LHC)



	Demetler	Enerji	Parlaklık
LEP	e+ e-	200 GeV	$10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
LHC	p p	14 TeV	10^{34}
	Pb Pb	1312 TeV	10^{27}

LHC'de Çarpışmalar



Higgs bozonunun 10 trilyon çarpışmadan yalnızca birinde ortaya çıkması bekleniyor

lerinde bulunan 4 çarpışma noktasının her iki tarafında birer üçlü set halinde yerleştirilmişler. Kazadan sonra LHC araştırmacıları, bu 24 mıknatısın hepsinin sökölüp yeryüzüne çıkarılarak üzerlerinde değişiklik yapıp yapılamayacağı konusunda bir süre kararsız kaldılar. Çünkü bu takvimin en azından haftalarca geriye atılması demekti. Sorun, bir tasarım hatasından kaynaklanmıştı. Mıknatısın tasarımcıları (Fermilab araştırmacıları) mıknatısın dayanması gereken tüm kuvvetleri hesaba katmamışlardı. Sonunda CERN ve Fermilab araştırmacıları hummalı bir çalışmayla sorunu tanımladılar ve hasar görmemiş mıknatıslar üzerindeki değişiklikleri hızlandırıcı tünelin içinde gerçekleştirmek üzere bir strateji geliştirdiler. Hasar gören üçlü mıknatıs setiyse tabii ki yüzeye taşındı.

Haziran ayında CERN yöneticisi Robert Aymar, mıknatıs arızası nedeniyle hızlandırıcının çalışmaya başlama tarihinin 2007 Kasımından 2008 bahar aylarına sarktığını açıkladı. Bu durumda proton demetlerinin enerjisinin giderek yükseltilmesi işleminin de, Haziran'da "Fizik yapmaya başlamak" hedefinin tutturulması için hızlandırılması gerekiyor.

Aslında detektörleri kurma işlemini sürdüren teknisyenlerin bu ertelemeye çok üzüldükleri söylenemese de, düğmeye basmak için belirlenen tarihin ikide bir ertelenmesi, araştırmacıları endişelendiriyor. Neden belli: LHC'nin işe yarar miktarda veri biriktirebilmesi için gereken süre uzadıkça, ezeli rakip Fermilab'de hâlâ çalışmakta olan Tevatron'un, avı önce yakalama şansı artı-

yor. Eğer doğa (LHC araştırmacıları için) acımasız bir oyun oynayıp Tevatron'un dağ gibi birikmekte olan verileri içinde şimdi keşfedilebilecek bir kütle vermişse, Fermilab'ın makinesi Higgs bozonu ya da aynı derecede heyecanlandırıcı başka bir parçacığın ışıretini LHC'den daha önce bulabilir.

Bu arada gecikmeler, verilerin toplanmasını bekleyebilmek için kariyerlerinin ileri aşamalarını erteleyen öğrenci ve araştırmacılar için kişisel sıkıntıları da doğuruyor.

Ciddi olma potansiyeli taşıyan bir başka sorun da geçtiğimiz Eylül ayında ortaya çıktı. Hızlandırıcının sektörlerinden biri önce soğutulup sonra oda sıcaklığına geri döndürüldüğünde,

Biliyor muydunuz?

EĞİM!

LHC'nin halka biçimli tüneli, yatay düzleme göre %1,4 eğimli. Nedeni, tünelin mümkün olduğu kadar çok bölümünü sağlam kayanın içine yerleştirmek. Cenevre gölü tarafında yüzeyin 50 metre altındayken, öteki uçtaki derinliği 175 metre.

AY'IN EVRELERİ:

Ay'ın dolunay evresinde gelgit süreci nedeniyle Cenevre yakınlarındaki arazi 25 cm yükseliyor, LHC'nin çevre uzunluğu 1 milimetre artıyor ve proton demet enerjisi %0,02 oranında değişiyor. Deney yürütücülerinin bu etkinin farkında olmaları ve demetin enerji değerini %0,002 duyarlılıkla bilmeleri gerekiyor.

SEKİZGEN:

LHC'nin halka biçimli tüneli aslında bir sekizgen. Sekiz uzun yay, dört farklı deney için geliştirilmiş detektörleri ve proton demetlerini yönetecek tesislerin kurulu olduğu dört kısa ve düz bölümle birleştiriliyor.

proton demetlerinin hızlandırıldığı borular içinde bağlanma modülleri diye adlandırılan bakır sürgülerin bazılarının buruşmuş olduğu görüldü. Hasarın boyutu bilinmiyordu. Soğutma testinin yapıldığı sektörde bu modüllerden 366 tane bulunuyordu ve hepsini teker teker kontrol etmek ya da gerekiyorsa tamir etmek için açmak, takvim açısından bir felaket olacaktı. Neyse ki, bu sorunu çözmekle görevlendirilen grup yaratıcı bir çözüm buldu. Borunun içine pinpon topundan biraz daha küçük, boru içinde sıkıştırılmış havayla itilebilecek küçüklükte, ancak deforme olmuş bir modülün yakalayıp durdurabileceği büyüklükte bir top kondu. Kürenin içinde 40 megahertz frekansta, yani hızlandırıcı tam kapasiteyle çalıştığında proton demetlerinin dolaştırılacağı aynı frekansta yayın yapan bir radyo vericisi kondu. Böylece boru içinde her 50 metrede bir yerleştirilmiş olan demet sensörleri, kürenin hareketini izleyebilecekti. Sonuçta, sektördeki modüllerden yalnızca altısının, yani açılıp tamir edilmeleri fazlaca vakit almayacak bir sayının hasarlı olduğu belirlendi.

Hızlandırıcı mıknatıslar arasındaki son bağlantılar da 2007 Kasım ayında kurulup her sektörün birlikte soğutulması için yolu açtığında proje yöneticisi Lyn Evans şunları söyledi: "Böylesine karmaşık bir makine için işler ola-bildiğince yolunda gidiyor ve hepimiz LHC ile birlikte 2008 yazında fizik çalışmalarına başlamaya can atıyoruz".

Collins, G. P., The Future of Physics, Scientific American, Şubat 2008
Raşit Gürdilek