

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

KÜTLE

İLK MADDE

BİLİM

TARİHİNİN

EN BÜYÜK

AVI

IAN SAMPLE



AKILÇELEN
Siz PDF Kitabı Arşiv - https://

ROYAL
SOCIETY
EN İYİ BİLİM
KİTABI
ÖDÜLÜ
FINALİSTİ

KÜTLE

İlk Madde

Bilim Tarihinin En Büyük Avı

AKILÇELEN KİTAPLAR

Yuva Mahallesi 3702. Sokak No: 4 Yenimahalle / Ankara

Tel: +90-312 396 01 11 Faks: +90-312 396 01 41

www.akilcelenkitaplar.com

Yayıncı Sertifika No: 12382

Matbaa Sertifika No: 13651

Kitabın özgün adı ve yazarı: Massive: The Higgs Boson and The Greatest Hunt in Science, Ian Sample

© Ian Sample, 2011

© Türkçe yayım hakları Akılçelen Kitaplar'ındır. Yayıncının yazılı izni olmadan hiçbir biçimde ve hiçbir yolla, bu kitabın içeriğinin bir kısmı ya da tümü yeniden üretilemez, çoğaltılamaz ya da dağıtılamaz.

ISBN: 978-605-5381-98-1

Ankara, 2015

Çeviri : Sami Oğuz
Yayına Hazırlık : A. Gazi Vural, İlhami Buğdaycı
Sayfa Düzeni : Özlem Çiçek Öksüz
Kapak Tasarımı : Lodos Grup
Baskı : Yorum Basın Yayın San. Ltd. Şti.
İvedik Organize Sanayi Bölgesi Matbaacılar Sitesi
35. Cadde, No: 36-38
06370 Yenimahalle – Ankara

KÜTLE

İlk Madde

Bilim Tarihinin En Büyük Avı

Çeviri:
Sami Oğuz



AKILÇELEN
kitaplar

Anne ve Babama

İçindekiler

	Giriş	vii
1. Bölüm	Princeton'a Giden Uzun Yol	ii
2. Bölüm	Bombanın Gölgesi	29
3. Bölüm	Yetmiş Dokuz Satır	57
4. Bölüm	Büyülü Prens	84
5. Bölüm	Gerçek Bir İntikam	107
6. Bölüm	Reagan'ın Dönekliği	146
7. Bölüm	İri Maggie	174
8. Bölüm	Sonumuz Yakın Değil	198
9. Bölüm	Gordion'un Düğümü	229
10. Bölüm	Rüzgârı Kovalamak	254
11. Bölüm	Saklı Dünya	280
	Sonsöz	297
	Teşekkürler	331
	Kaynakça	335

Giriş

Fransa'nın doğusundaki dağ köyü Crozet, kilometrelerce uzağı görebilecek, hâkim bir yere kurulmuştur. Aşağıdaki araziye serpiştirilmiş köyleri ve çiftlik evlerini birkaç dar dolambaçlı yol birleştirir. Manzaranın en yukarısında devasa bir dairesel alan içine kurulu az sayıda modern bina dışında, burada olağandışı görünen bir şey yoktur.

Fakat burası sıradan bir yer olmaktan çok uzaktır. Bu yüzeydeki binalardan bazıları, insanlığın şimdiye kadar kurduğu en büyük, en karmaşık makineye ulaşan derin hava bacalarını gizler. Bir dev, bu makineyi topraktan söküp çıkarsa ve bir çember gibi yere dik olarak koysaydı çemberin tepe noktasının yerden yüksekliği 8 kilometreden fazla olurdu. Bu çemberi (sadece) çalıştırmaya başlamak için gereken elektrik enerjisi, orta boy bir şehrin bir günde harcadığı elektrik enerjisine eşittir.

Burası, Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi CERN'in milyarlarca dolarlık atom çarpıştırıcısı Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın (Large Hadron Collider – LHC) Cenevre yakınlarındaki yeridir. Bu devin masraflarını karşılamak için 20'den fazla ülke bir araya geldi. Yapımı 10 yıldan fazla sürdü. Hem CERN'de hem de dünya üzerindeki diğer laboratuarlarda çalışan 10 bin bilim adamı, bu çarpıştırıcıdan gelen bilgiler üzerinde çalışıyor.

Bu makinenin içinde, atomlar ışık hızında hareket ettirilerek birbirleriyle kafa kafaya  arpı tırılırlar. Bu planlı şiddet eylemi, evrenin olu unu sağlayan kozmik etkinin, yani büyük patlamanın ilk anlarındaki koşulları yeniden yaratır. Bilim insanları, bu ilk ateşin u u an zerrecikleri arasında, doğanın en temel gizemlerinin yanıtlarını aramaktadırlar.

Bu gizemlerden birisi, belki de en merak uyandırıcı olanı, yaklaşık 50 yıldır bilim insanlarını u ra tırıyor. Bunun zorluğu samimi olarak şöyle itiraf edilebilir: Bilim insanları, bir cismin neden a ırlı ının olduğunu ya da a ırlı a neden olan şeyin ne olduğunu a ıklayamıyorlar. Yanıta ne kadar yakla ırlarsa yaklaşırlar, her zaman eksik olan bir şey vardır. Bunun neden böyle olduğunu da bilirler. Bir şeyi parçalarına, sonra daha küçük toz zerreciklerine, sonra da atomlarına ayırın. Sonunda maddenin en küçük yapı ta larına ula ırsınız.  a ırtıcı, kafa karıştırıcı olan gerçek, doğadaki her şeyin temeli olan bu yapı ta larının ağırlıklarının olmadığıdır. Bilim insanları bunun neden böyle olduğunu bilmiyor.

1964'de Edinburgh'taki ofisinde kalem ve k  ıtla çalışan bir fizikçi, çoğu bilim insanının bu gizemin yanıtı olduğuna inandıkları şeyi tesadüfen buldu. Peter Higgs, evrenin her yerine yayılmış görünmez bir alan olduğunu fark etti. Zamanın başlangıcında bu alan hareketsizdi, ama yeni doğan evren genişleyip so uduk a bu alan canlandı ve varlığını hissettirdi.   te bu andan sonra, maddenin yapı ta ları ağırlıksız olmaktan ağır(lıklı) olmaya geçiş yaptı. Kütlesiz olan kütleli hâle geldi. Bunun sonuçları da etrafımızdaki her şeydir. Bunlar, varlığımızın temel taşlarıdır.

Bu alan olmadan, evrenimiz etrafta ışık hızında u u an çılgın bir parçacıklar fırtınası olurdu. Bildiğimiz atomlar, moleküller var olmazdı. Kozmik madde galaksileri, yıldı ları ve gezegenleri oluşturmak için bir araya gelemezdi. Evrende hiçbir tanıda  yapı, hatta yaşamın ortaya çıkacağı bir yer de olmazdı.

CERN'deki bir bilim insanı bir zamanlar bana bu alanın, o gece yağan ve Fransız-İsviçre manzarasını kaplayan kar gibi olduğunu söylemişti. Bütün yönlerde sonsuza kadar devam eden karla kaplı bir alan hayal edin. Işık demetleri, karın üzerinde ayaklarında kayak varmış gibi hareket ederler: Alan boyunca, sanki orada yokmuşlar gibi vınlıyarak geçerler. Bazı parçacıkların kar ayakkabıları vardır ve daha az hızlı hareket ederler. Başka parçacıklar çıplak ayakla dışarı çıkarlar ve etrafta bir salyangoz hızıyla güçlkle yürümeye mahkûmdurlar. Bir parçacığın kütlesi basitçe, onun bu (kar) alan(ın) a saplandığı miktar kadardır.

Büyük Hadron Çarpıştırıcı, Peter Higgs'in kafasında canlandığı bu alanın yapısını kesin olarak ortaya çıkarmak için tasarlandı. Makinenin bu alan içinde, Higgs bozonları adı verilen parçacıklar şeklinde görünecek dalgalar yaratması gerekiyor. Bunlar, bizim kozmik kar alanımızı oluşturan kar taneleridir ve bilim insanlarının, bir cismin ağırlığı olmasının nedenini tümüyle açıklamak için ihtiyaç duydukları en önemli kanıttır.

CERN, parçacıkların peşine düşülen tek merkez değildir. Chicago yakınlarında, Dünya'nın en güçlü ikinci çarpıştırıcısının bulunduğu Fermilab tesislerindeki bilim insanları da parçacığı gündemlerinin ilk sırasına almışlardır. Atlantik'in her iki yakasında eş zamanlı olarak on yıldır süren bu av, iki laboratuvar için de modern fiziğin en büyük yarışı haline geldi.

Higgs bozonlarını bulmak yalnızca bir gurur meselesi değil. Bozonlar, evrendeki bilinen tüm parçacıkları tanımlayan bir yasalar dizisi olan Standart Model'in tek kayıp parçası. Bu sadece bir başlangıç. Giderek artan sayıda bilim insanı, Higgs parçacığının yalnızca kütlenin gizemini çözmekle kalmayacağını, aynı zamanda şimdilik yalnızca hayal edebildiğimiz yeni parçacıklara ve kuvvetlere ait gizli dünyanın giriş kapısını da açacağına inanıyor.

Higgs parçacığının anlaşılması zor yapısı ve bu kadar önemli olması, Nobel  d ll  bir fizikçinin ona şatafatlı bir lakap takmasına yol açtı: Tanrı parçacığı. Kitabı okudukça göreceğiniz gibi, fizikçiler çok az şey üzerinde bu adı küçümsemekte anlaştıkları kadar anlaşırlar. Onların küçümsemesi ancak gazetelere manşet atanların keyfiyle karşılaştırılabilir. Bu lakap, manşet atanlar için çok farklı şekillerde bir kurtarıcı haline gelmiştir.

Bu kitap; evrenin ağırlığına nasıl kavuştuğunun ve yaklaşık yarım yüzyıl önce bir not defterine yazılan bir fikrin, binlerce bilim insanı ile şimdiye kadar yapılmış en büyük, en karmaşık makine-lerin karıştığı küresel, milyarlarca dolarlık bir avın odağı haline nasıl geldiğinin hik yesidir. Hangi açıdan bakarsanız bakın, bu hikâye “ağır” dır’.

[1] Kitabın İngilizce baskısında bu sözcük, kitabın  zg n adına *Massive* ve Higgs bozonuna atıfta bulunarak, “massive” olarak kullanılmaktadır. E. N.
Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - <https://rantey.org>

1. Bölüm

Princeton'a Giden Uzun Yol

Arabayla Princeton'a gitmek, eğer şanslıysanız günün en iyi zamanı olabilir. Yol, doğu sahili boyunca kıyı şeridinde, geniş Chesapeake Koyu'nun çevresini takip eder ve sonunda, geçmişte tüm zamanların en büyük fizikçisi Albert Einstein'a ev sahipliği yapan kente varmadan önce Washington, Baltimore ve Philadelphia üzerinden geçer.

Peter Higgs, biraz giysi ve araştırma notlarıyla dolu dosyasını topladı, karısı Judy ve altı aylık oğlu Christopher ile birlikte arabaya binmek için dışarı çıktı. Bavulu arkaya fırlattı ve karayolu haritasına uzun uzun baktı. Kent ilkbahar sabahının güneşi altında canlanmaya başlarken, kenarlarında ağaçların uzandığı caddelerden kuzey ve doğuya doğru geçip karayoluna çıkan Higgs, rotasından hoşnuttu.

Tarih 14 Mart 1966'ydı. Edinburgh Üniversitesi'nde fizikçi olan Higgs, önceki yıl şehir üniversitesinde¹ geçireceği ücretli araştırma izni için Kuzey Carolina'da Chapel Hill'e taşınmıştı. Buradaki çalışmaları ünlü bir bilim adamının dikkatini çekmiş ve Higgs'i dün-

[1] Higgs, Chapel Hill'deki North Carolina Üniversitesi'ne Bryce de Witt tarafından davet edilmişti. Witt, 1950'lerde Hugh Everett III tarafından geliştirilen kuantum mekanizmalarının çoklu-dünyalar yorumunun ateşli bir savunucusu olmuştu. 1780'lerde kurulan üniversite, ABD'nin en eski üniversitesidir.

yanın önde gelen bilim merkezlerinden biri ve Einstein'ın çalışma yaşamının büyük bölümünü geçirdiği Princeton İleri  alışmalar Enstitüsü'nde seminer vermeye davet etmişti. Bu seminer, tartişma yaratmaya mahk mdu; çünkü Higgs, kütlenin kökeni olarak bilinen şeyi keşfetmişti.

Bu yolculuk, bir akademik ziyaretten öte bir hâl aldı. Higgs'i bilimin sahne ışıklarının ortasına fırlatan olaylar zincirini başlattı ve modern fizikteki en büyük avın zeminini hazırladı. Binlerce bilim insanı Higgs'in teorisinin temel taşını oluşturan parçacığı bulmak için, kilometrelerce uzunlukta yer altı tünellerini işgal eden milyar dolarlık makineleri kullanarak onlarca yıl çalıştı. Sloganları basitti: *Higgs parçacığını bul, kütlenin kökeninin gizemini c z.*

Yüzyıllar boyu, kütlenin bir kaynağı olduğu konusunda bilim insanlarının, en azından sözcüğün modern anlamıyla bile bir fikirleri yoktu. *K t le sözcüğü, bir nesnenin ne kadar maddeye sahip olduğunu tanımlıyordu ve madde,* "şey" yerine kullanılan genel terimden başka bir şey değildi. Bir kaya parçasının kütlesi bir somun ekmekten fazlaydı, o kadar. Kütlenin anlamı o kadar sezgisel ve somuttu ki, hiç kimse sorgulamayı ciddi biçimde düşünmedi.

Kütleye ilişkin belirsiz ve yetersiz fikirler antik dönemde ortaya çıkmış ve Orta  ağ boyunca geliştirilmişti.  nl  teolog (Tanrıbilimci) ve 13. yüzyılın en etkili düşünürlerinden Romalı Giles, nesnenin boyutları ile içerdiği madde miktarının birbirinden ayrı şeyler olduğunu fark ettiğinde, kavramsal olarak da önemli bir adım atmıştı.² örneğin bir buz kalıbı, eriyip su olduğunda, buharlaştığında, sıvılaştığında ve tekrar donarak katılaştığında sadece şekil değiştiriyordu. Romalı Giles, madde her ne şekli alırsa alsın miktarının aynı

[2] Teologların k t le ve hacim hakkındaki düşünceleri için bkz. *Medieval Cosmology: Theories of Infinity, Place, Time, Void and The Plurality of Worlds*, Pierre Duham, University of Chicago Press, 1987.

kaldığını söylüyordu. Töz değiştirme hakkındaki hararetili teolojik tartışmalar için yapılan gözlemler, kütlenin ve hacmin modern tanımlarını ortaya çıkarmıştır.

14. yüzyılın başında Parisli düşünür Jean Buridan, bir nesneyi fırlatmanın, ne kadar madde içerdiğine ve atış hızına bağlı olarak o nesneye bir kuvvet kazandırdığını tarif ettiğinde, kütle kavramının da taslağını çizmişti.³ 16. yüzyılda, Alman gökbilimci Johannes Kepler, devasa kütlelerinden kaynaklanan eylemsizlik sayesinde gezegenlerin, bilardo topları gibi uzayda savrulmayıp sabit yörüngelerinde dolandıkları görüşünü dile getirerek bu düşünceyi daha da ileri bir aşamaya taşıdı.

Erken dönem filozofların ve gökbilimcilerin değerli çalışmaları, na karşın, kütle terimi, Isaac Newton'un, muhteşem ama anlaşılması pek de kolay olmayan eseri *Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri*'nde (*Principia*) klasik mekaniğin temellerini ortaya koyduğu 1687 yılına kadar, sistematik olarak kullanılmadı.⁴ Newton, kütlenin, nesnenin hacmi ve yoğunluğundan kaynaklanan maddenin niceliği olduğunu söyledi. Nesnenin kütlesi, o nesnenin eylemsizliğine ya da itilip kalmaya ne kadar direndiğine ve aynı zamanda yer çekimi kuvvetini ne denli güçlü hissettiğine hükmediyordu. Newton, bu tanımlar yardımıyla hareketin temel yasalarını türetti.

Newton'un madde ve kütleyle ilişkin sezgisel kavrayışı, *Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri*'nde açıkladığından çok daha derindi. Dünyevi nesnelerin, Tanrı tarafından yaratılan ve asla yok edilemez olan sayısız küçük parçacıktan oluştuğuna inanıyordu. Bu parçacıklar, değişik biçimler ve ölçülerde var oluyordu ve farklı maddeler oluş-

[3] Bkz. *Cosmology: The Science of the Universe*, Edward Robert Harrison, Cambridge University Press, 2000.

[4] *Philosophia Naturalis Principia Mathematica* adıyla Latince yayınlandı. Isaac Newton'un *Mathematical Principles of Natural Philosophy* (*Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri*) çalışması üç ciltten oluşmaktadır.

turmak için bir araya geliyorlardı. İnsanın yapmayı mit edebildiği tek Şey, gözle görülmeyen bu küçük parçacıklardan oluşan kümelerden yeni biçim ve Şekiller meydana getirmekti.

Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri yayımlandıktan yaklaşık yirmi yıl sonra, Newton, bir sonraki büyük, daha anlaşılır eseri “*Opticks*”de maddenin doğası üzerine kafa yordu. Newton bu kitabında, “Bana yle geliyor ki, Tanrı maddeyi başta katı, tek parça halinde, sert, nüfuz edilemez, hareketli parçacıklardan Őekillendirdi... ylesine sert ki, hiç aŐınmayacak ya da parçalara ayrılmayacak gibi” diye yazmıştı.⁵

Newton’un madde üzerine derin düşünceleri, hedefe yakındı. Bugün bilim insanları maddenin, neredeyse parçalanması imknsız bir kaç parçacıktan oluştuğunu düşünüyor. Bilim insanlarının, atomların i yapılarını oluşturmak için bir araya gelen maddenin en temel yapı taşlarını belirlemeleri yarım yüzyıldan fazla sürdü. Bu yapı taşlarının değişik biçimlerde bir araya gelmesiyle, periyodik tablodaki kimyasal elementler oluşur. Bu yapı taşları; metalleri, kristalleri, sıvıları ya da gazları ve neredeyse sonsuz sayıdaki moleküllerini oluşturmak için bir araya gelen atomlardır.

Bilim insanları, maddenin deđiŐmez yapı taşlarını temel parçacıklar olarak adlandırıyorlar. Doğası gereği bu parçacıklar daha küçük parçalara ayrılamıyorlar. Bu parçacıklardan ilki J. J. Thomson tarafından, 1897 yılında Cambridge Üniversitesi Cavendish Laboratuvarı’nda keşfedildi.⁶ Dönemin pek çok fizikçisi gibi, düşük basınçlı gazlarla dolu cam tüplere elektriksel gerilim uygulandığında ortaya çıkan parlak ışınların doğası Thomson’un da ilgisi-

[5] Newton’un İngilizce yazdığı ikinci büyük eseri *The Opticks* yansıma, ışığın kırılması ve renk kuramlarını kapsıyordu.

[6] Kesin bir tarih için bkz. *J. J. Thomson and the Discovery of the Electron*, E. A. Davis, Taylor & Francis, 1997. Keşfin yapıldığı tarih olarak Abraham Pais, *Inward Bound*, Clarendon Press, 1988, kitabında farklı bir gün vermektedir.

ni çekiyordu. Işınlr, eksi yüklü elektrot katottan artı yüklü elektrot anota doğru hareket ediyordu. Bu ışınların neyin oluşturduğu ise bir gizemdi.

Thomson, bu tuhaf “katot ışınları”nı incelemek için bir dizi deneye başladı. Bu deneylerden birinde, bir ucu fosforlu boyayla kaplı 38 santimetrelik cam bir tüp kullandı. Thomson, anotun üzerinde bir yarık açtı, bu sayede bölgeye katottan gelen demetlerin bir bölümü bu yarıktan geçip fosfora çarptıklarında parlak bir nokta oluşturacaktı. Thomson’un ustaca hamlesi, cam tüp içinde, demetlerin içinden geçeceği ikinci bir elektrot seti oluşturmaktı. Thomson, elektrotları bataryayla birleştirdiğinde, negatif plakadan pozitif olana doğru sıçrayan noktayı buldu.

Daha sonra yapılan deneyler, katot demetlerinin, çok küçük negatif yüklü parçacık akımlarından oluştuğunu gösterdi. Thomson, onlara, yirmi yıl önce İrlandalı George Johnstone Stoney tarafından ilk kez kullanılmış bir terim olan *elektron* adını verdi ve bilim insanlarının bildiğı tüm atomların her yerde var olan bileşenleri olduklarını önerdi. Bu keşfiyle cesaretlenen Thomson, atomun “üzümlü kek” olarak bilinen modelini önerdi, modele bu adın verilmesinin nedeni, atomları üstünde negatif yüklü, minik elektronların bulunduğu, pozitif elektrik yüklü bir madde topağı olarak resmetmesiydi.

Thomson’un atom modelinin, Doğa’nın istediğı şey olmadığı ortaya çıktı.⁷ Bu görüş, Yeni Zelanda asıllı kimyacı ve fizikçi Ernest Rutherford’un, atomların çoğunlukla boş olduğu yönündeki şaşırtıcı haberi duyurmasıyla yıkıldı. Rutherford 1911’de, aksine, bir atomun kütesinin neredeyse tamamının, merkezi, pozitif bir çekirdekte toplandığını söyledi. 1910’ların sonuna doğru Rutherford, çekirdeği

[7] Rutherford’un Thomson’un atom modelini çürütmesinin bir değerlendirmesi için bkz. *The Last Sorcerers: The Path from Alchemy to the Periodic Table*, Richard Morris, Joseph Henry Press, 2003.

daha derinlemesine inceledi ve içinde, yeni bir tür parçacığın, pozitif yüklü protonun kanıtını buldu.

1930'ların ortalarına kadar fizikçiler, maddenin temel yapı taşları olduğuna inandıkları şeyleri keşfettiler. Atomun ekirdeğ protonlardan oluşuyordu ve (en basit atomun bulunduğ hidrojen vakası hari⁸⁾) bir diğer parçacık türü, yüklü olmayan parçacık olan nötron, 1932 yılında İngiliz fizikçi James Chadwick tarafından keşfedildi.⁹ ekirdeğin çevresinde negatif yüklü bir ya da daha fazla elektron vardı. Bu, doğru iz üzerinde, ancak eksik bir açıkla-maydı. Bilim insanları daha sonra nötron ve protonların, madde-nin temel parçacıkları olmadığını keşfetti. Elektronun aksine, pro-ton ve nötronlar, *kuark* olarak adlandırılan çok daha küçük parça-cıklardan oluşuyordu.

Fizikçilerin, kuarkların gerçek olduğunu kabul etmeleri, özel-likle hiç kimse o güne kadar bir kuark grmediğinden uzun sr-d. Amerikalı fizikçiler Murray Gell-Mann ve Georg Zweig, kura-mı ayrı ayrı geliştirseler de, bu görüşü ilk kez 1964'de öne sürdüler.¹⁰ Her birinin bir kuark üçlüsü içermesi hâlinde, nötronlarla proton-ların hareketinin anlam kazandığını fark ettiler. Bu nerme, Peter Higgs 1966'da Princeton İleri alışmalar Enstitüsü'n ziyaret etti-ğinde hâlâ tartışmalıydı. Kuarklar, ancak birkaç yıl sonra maddenin gerçek temel parçacıkları olarak geniş kabul gördü.

[8] Hiçbir atom hidrojenen daha basit değildir. Hidrojenin ekirdeğinde, etra-fında tek bir elektronun dndğ tek bir proton vardır. Hidrojenen son-ra ki en basit atom olan helyum, ondan sadece etrafında iki elektronun dndğ ekirdeğinde iki nötron ve (izotopuna bağlı olarak) bir ya da iki nötron olma-sıyla ayrılır.

[9] Daha fazla ayrıntı için bkz. *The Neutron and the Bomb: A Biography of Sir James Chadwick*, Andrew Brown, Oxford University Press, 1997.

[10] Kuarkların tarihi hakkında daha fazla bilgi için bkz. *The Quantum Quark*, And-rew Watson, Cambridge University Press, 2004 ve *Quarks and Gluons*, M. Y. Han, World Scientific, 1999.

Thomson'un elektron üzerine çalışmasını izleyen yarım yüzyıl kadar bir sürede, fizikçiler, çoğu diğer atomaltı bileşenlerin iki ya da üçünün bir araya gelmesinden oluşan, 200 kadar farklı parçacık türünü belirledi.¹¹ Parçacıkların çoğalması giderek kafa karıştırıcı oluyordu, ancak 1970'lerin ortalarında parçacık fiziğinin en yüksek mertebesi olarak derecelendirilmesi gereken şeyle düzen sağlandı. Neredeyse hakaret sayılacak çok sıradan bir isimle tanınan Standart Model, bir avuç dolusu temel parçacıktan yola çıkarak tüm bilinen maddeyi açıklıyordu.¹²

Standart Model'e göre, maddenin yirmi dört temel yapı taşı vardır. Bunlar arasında altı tür kuark (yukarı, aşağı, üst, alt, tıslımlı ve garip olarak adlandırılan), renk yükü olarak bilinen bir niteliğe bağlı olarak üç değişik tipte ortaya çıkar.¹³ Renk yükü kırmızı, yeşil ya da mavi olabilir; öte yandan isimler görsel anlamda bir şey ifade etmez. Farklı renklerdeki kuarklar, birbirlerini çekerler. Kalan altı madde parçacığına "leptonlar" adı verilir. Lepton ailesi, elektronlar ve yolundaki her şeyin üzerinden adeta engellenmeden geçen, görünmez, neredeyse hacimsiz parçacıklar olan nötrinoları içerir. Evrenimizdeki bildiğimiz kararlı madde, kuarklar ve elektronlardan oluşmuştur.

[11] Bu konuda kapsamlı bir kaynak eser: *The Particle Odyssey: A Journey to the Heart of Matter*, Frank Close, Michael Marten ve Christine Sutton, Oxford University Press, 2004.

[12] Standart Model'e temel oluşturan keşiflerin kapsamlı bir tarihi için bkz. *Fermilab: Physics, the Frontier and Megascience*, Hoddeson, L. ve diğerleri, The University of Chicago Press, 2008.

[13] Madde parçacıkları birbirlerinden sadece kütleleri bakımından ayrılan üç kuşağa ayrılır. İlk kuşak kuarklar yukarı ve aşağı, ikinci kuşak kuarklar tıslım ve garip kuarklar, üçüncü kuşak kuarklar ise üst ve alt kuarklardır. Bir anlamda, ikinci ve üçüncü kuşak kuarklar, birinci kuşağın daha ağır olan kuzenleridir. İlk kuşak leptonlar, tanıdık elektronlar ve elektron nötrinolarıdır. İkinci daha ağır kuşak leptonlar ise muon ve muon nötrino'yu içerir. Üçüncü kuşak leptonlar tau ve tau nötrinodur. Muon ve tau elektronun daha ağır biçimleridir.

Standart Model ile tanımlanan diğer parçacıklar, maddenin yapı taşları değildir, ama başka görevleri vardır. Bunlardan dördü bozonlar olarak bilinir ve doğadaki kuvvetleri taşımaktan sorumludur.¹⁴ Işığı oluşturan parçacıklar olan fotonlar tarafından taşınan elektromanyetik kuvvet sayesinde baş aşağı düşmezsiniz. Atomal çekirdeklerin içinde kuarklar, uygun bir şekilde gluon (yapıştırıcı) adı verilen parçacıklarla uygun şekilde taşınan “şiddetli kuvvet” (strong force) sayesinde bir araya gelir. W ve Z bozonları olarak adlandırılan diğer parçacıklar, belirli radyoaktif elementler ayrıştığında iş başı yapan “zayıf kuvvet”in (weak force) taşıyıcılarıdır.¹⁵ Standart Model’i son bir parçacık, Peter Higgs’in teorisinde öngörülen kuramsal parçacık, Higgs bozonu tamamlar.

Standart Model’in bütün amacının, kütlenin kökeni hakkında bir şey söylemek olduğunu düşünmeniz mazur görülebilir. Eğer bildiğimiz tüm kararlı madde kuarklar ve elektronlardan oluşuyorsa, o hâlde bu basit parçacıkların kütlenin en küçük birimlerini oluşturması kesinlikle mümkün müdür? Bu hesaplama, onlar kütlenin kökenidir. Herhangi bir nesnenin ne kadar kütleyle sahip olduğunu, içindeki sonsuz sayıdaki (zilyon) tüm kuark ve elektronların katkısını toplayarak hesap edebilirsiniz. Sonuçta bunun o kadar basit olmadığı ortaya çıktı.

[14] Standart Model’in kuvvet taşıyıcı parçacıkları bozonlardır ve bozonlar da foton (elektromanyetik kuvvet), gluon (şiddetli çekirdek kuvveti) ile W ve Z parçacıklarından (zayıf çekirdek kuvveti) oluşur. Beşincisi ise Higgs bozonudur. Bozon adı, Hindistanlı fizikçi Satyendra Nath Bose’un adından alınmıştır. Bose hakkında daha fazla bilgi için bkz. *Satyendra Nath Bose: His Life and Times*, Kamleshwar C. Wali (ed.), World Scientific, 2009.

[15] Doğadaki kuvvetler arasında zayıf kuvvet muhtemelen en az bilinen kuvvettir. Gluonlar ve fotonlar hariç bütün parçacıklar zayıf kuvveti hisseder. Zayıf kuvvet o kadar küçük mesafelerde etki eder ki, ancak temas ettiği bir şey bundan etkilenir. Zayıf kuvvet radyoaktif beta bozunumunda etkindir. Radyoaktif beta bozunumunda radyoaktif elementler yüksek enerjili elektronları ya da pozitronları salarlar. Kuarklar, bir W bozonu alışıverşi yaparak, bir türden diğerine değişebilirler ve buna tat değişimi (flavour changing) denir.

Hesaplama baştan yanlış gidince, bu genellikle bir şeyi atladığınız anlamına gelir. İşte tipik bir örnek. Bir proton, iki üst ve bir alt kuark içerir. Üçünün kütlelerini toplarsanız, sonuç, protonun kütlelerinin yalnızca yüzde biri çıkar. Protonun kütlelerinin yüzde doksan dokuzu hesaplanmamış kalır. Aynı şey, bir üst, iki alt kuark içeren nötron için de geçerlidir. Newton'un, kütle basitçe maddenin ölçülmesi şeklindeki ifadesi, bu konudaki nihai önerme olsaydı kuarkların kütlelerini toplamamanın doğru cevapları vermesi gerekirdi. Ancak Newton, öykünün yalnızca bir bölümünü biliyordu. Kayıp kütle başka bir yerden geldi.

Kütle gözle görünenden fazlasını içerir. Ne kadar fazla olduğu, 1905 yılında, 26 yaşındaki Albert Einstein'ın, İsviçre'nin Bern kentinde patent bürosunda çalışırken yayınladığı, "Bir cismin eylemsizliği, içerdiği enerjiye mi bağlıdır?" başlıklı makale ile daha da netleşti. Işın sonu kötüye gidecek olsa da, cevap evettir. Einstein, kütle ve enerjinin, yer değiştirebilir olduğunu, kütlenin, bir nesnenin içerdiği enerji miktarının bir ölçüsü olarak kabul edilebileceğini gösterdi. Yerleşik bilim topluluğu için bu görüş, hiç beklenmedik bir haberdirdi, ancak bu Einstein'ın özel görelilik kuramının kaçınılmaz sonucuydu.¹⁶ Einstein'ın elde ettiği denklem $m = E/c^2$ idi. Bu denklemde bir nesnenin kütlesi, ışık hızının karesine bölünen enerjisine denk olur. Denklem yeniden düzenlendiğinde, ışık hızının devasa değerinin (saniyede 300 bin kilometreye yakın), çok küçük kütlelerin bile büyük miktarlarda enerjiyi içine aldığını görmeyi kolaylaştıran, çok tanıdık $E = mc^2$ denklemi hâline gelir.

[16] Newton'un hareket yasaları, ışık hızından yavaş hareket eden nesneleri tanımlamada geçerlidir. Ama ışık hızına yaklaştığında, yasalar büyük oranda değişir ve Einstein'ın özel gözellik kuramı devreye girer. Özel görelilik kuramı iki ifadenin bir sonucudur: ilk olarak, ışığın hızı, görelî hızlarından bağımsız olarak, izleyiciler için aynıdır ve ikincisi, fizik yasaları bütün eylemsiz gözlem çerçeveleri için aynıdır. Başka bir ifade ile fizik yasaları laboratuvarınız ister sabit olsun isterse sabit bir hızla uzayda gidiyor olsun, aynıdır.

Einstein'ın keşfi, protonun kütesinin, neden parçalarının toplamından daha büyük olduğunu açıklama konusunda biraz yol alınmasını sağladı. Protonun içindeki üç kuark, kütesinin yalnızca yüzde birini meydana getirir, ama bunlar, olağanüstü güce sahip kuvvetlerce bir arada tutulur. Protonun kütesinin büyük kısmı, içindeki kuarkların hareketinin içinde sıkışan enerjiden ve onları bir arada tutan kuvvetlerden gelir. Bu bizi, dikkat çekici bir gerçeğe götürür: evcil köpeğinizden cep telefonunuza kadar anmaya değer gördüğünüz her nesne, kütesinin büyük bölümünü, onu tek parça halinde tutan yoğun enerjiye borçludur.

Einstein'ın önemini ortaya koyduğu kütle ile enerji arasındaki etkileşim, en güzel şekilde, fizikçilerin atomaltı parçacıkları incelemek için kullandığı dev parçacık hızlandırıcıların içinde gösterilir. İki parçacığı birbirine yeterince yüksek hızlarda çarpıştırın, çarpışmanın enkazı muhtemelen başlangıçta sahip olduğunuzdan daha ağır parçacıklar içerir. Parçacıklar çarpıştığında ortaya çıkan enerji neredeyse anında yeni maddeye dönüşür (yeni bir madde olarak yoğunlaşır).

Newton ve Einstein, kütle'nin doğasını kavrayışımızın temellerini attı, ancak 1960'larda hâlâ eksik bir şey olduğu ortadaydı. Bilim insanları, temel parçacıkların kütlelerini nereden aldıklarını açıklayamıyorlardı. Higgs'in kuramının çözüyor görüldüğü gizem işte buydu. Higgs'in kuramı bilim insanlarına, bildikleri her şeyin kütesini bütünüyle tanımlama konusunda o ana kadarki en büyük umudu verdi.

Peter Higgs, hamileliğinin son döneminde olan Jody'yi ailesiyle Illinois Urbana'da bırakarak, 6 Eylül 1965'te evini kurmak için Chapel Hill'e geldi. Üniversitede, kütle'nin kökeni konusunda ilk önemli makalesini yazmaya başladı. 24 Eylül'de bölümünün kütüphanesinde çalışırken telefona çağrıldı. İlk oğlu Christopher doğmuştu.

Higgs, makalesini kasım ayında bitirdi, yayınlanması için bir dergiye ve ilgilenebileceğini düşündüğü birkaç fizikçiye birer kopya-

sını gönderdi. O dönemde bu henüz açıkça görünmese de, Higgs'in kuramı, evrenin oluşmasında kritik bir ana işaret ediyordu. Kuram, başlangıçta, maddenin yapı taşlarının, hemen hemen hiçbir ağırlığa sahip olmadığını gösterdi. Temel parçacıklar tamamen kütsesizdi. Ardından, evreni varoluşa savuran dehşet verici Büyük Patlama'dan saniyenin bir bölümü kadar süre sonra bir şey oldu.¹⁷ Uzayda dolaşan, daha önce bilinmeyen bir enerji alanı faaliyete geçti. O anda, ışık hızında etrafa saçılan kütsesiz parçacıklar bu alan içinde yakalandı ve kütleli hâle geldi. Alanın etkilerini daha güçlü biçimde hissettikçe, daha da ağırlaştılar.

Zaman, ilk patlamayla 13,7 milyar yıl önce başladı.¹⁸ O sırada, yoğun enerjiden oluşan mikroskobik bir top olan evren, bildiğimiz doğa yasalarının ortaya çıkamayacağı kadar sıcaktı. Ancak göz açıp kapayıncaya kadar (eğer etrafta bu göz açıp kapamayı lütfedecek biri vardiysa) kozmos, bir plaj topu kadar büyüdü ve Higgs'in alanının var olması için yeteri kadar –yaklaşık 10 bin trilyon dereceye kadar– soğudu. O anda, maddenin ilk yapı taşları çorbadaki sinekler gibi uysallaştı, ağırlaştı ve yavaşladı.

Higgs alanı, evrenin yapısı ve bu yapının bildiğimiz yaşamı destekleme yeteneği açısından çok önemlidir. Alan olmadan, temel parçacıklar, maddenin yapı taşları ışık gibi davranırdı. Bildiğimiz kimya, mümkün olmazdı.¹⁹ Madde bugün gördüğümüz atom-

[17] Bilim insanları, evrenin büyük patlamadan sonra 1 pikosaniye, ya da saniyenin trilyonda biri kadar bir an sonra Higgs alanının faaliyete geçmesine yetecek kadar soğuduğunu hesap ediyorlar.

[18] Bilim insanları genel olarak evrenin 13,7 milyar yaşında olduğunu kabul ediyorlar. Ondan önce ne oldu? Mevcut kuramlar bu konuda hiçbir şey söylemedi ve belki de hiç bilemeyeceğiz. Stephen Hawking Büyük Patlama'dan önce ne oldu sorusunu, şu soruya benzetir: Kuzey kutbunun kuzeyi nedir?

[19] Higgs alanını ortadan kaldırmanın veya değiştirmenin çok dramatik sonuçları olurdu. Bunun bir örneği kimyadır. Higgs alanı elektronların kütle kazanmasının bir yoludur. Higgs alanı olmadan, elektronlar kütsesiz kalırdı ve atom çe-

ların içinde kenetlenmezdi. Yıldızlar ve gezegenler oluşmazdı. Güneş sistemimiz ve evrenin diğer bölümlerindeki sistemler cansız bir çöl olurdu.

Higgs kuramının kalbinde, kütle-veren alanla bağlantılı yeni bir parçacık vardı. Higgs bozonu denen bu şey, bir anlamda, alanın parçacıklara kütle verdikten sonra geriye kalan parçasıdır.²⁰ Higgs'in kuramının doğru olduğunu kanıtlama konusunda bilim adamlarının en büyük umudu, bu parçacığın var olduğunu göstermektir.

Higgs, makalesini akademisyenlere göndermesinin üzerinden çok geçmeden, Chapel Hill'deki bürosuna bir mektup geldi. Mektup, 2. Dünya Savaşı'nda RAF bombardıman uçakları komutasında çalışan İngiliz asıllı matematikçi Freeman Dyson'dandı. Dyson, Atlantik'i 23 yaşındayken, elinde kendisini İngiltere'nin en iyi matematikçisi olduğunu belirten bir mektupla geçti. O zamandan beri de Princeton İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde tanınmış bir profesördü.

Dyson'ın mektubu dostane bir dille yazılmıştı ve bundan daha onur verici olamazdı. Higgs'in son makalesini ne kadar beğendiğini ve bir süredir kafasını meşgul eden konulara açıklık getirdiğini anlatıyordu. Higgs'e, o ilkbaharda enstitüde kuramı hakkında bir seminer verip veremeyeceğini soruyordu. Higgs, afallamasına karşın, tereddüt etmeden bunu kabul etti.

Dyson'ın Higgs'in çalışmasına karşı gösterdiği coşku, İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde zorlanmayacağı anlamına gelmiyordu. İleri Araştırmalar Enstitüsü, dünyada en parlak fizikçilerin bir bölümüne ev sahipliği yapıyordu ve onlar, Higgs'in kuramına katılmama konu-

kirdeğinin etrafında bir yörüngede yakalanamayacak kadar hızlı hareket ederlerdi. Bu da periyodik elementler tablosunun ölümü olurdu.

[20] Standart Model Higgs alanı karmaşık bir şeydir ve iki nötr (yüksüz) ve iki yüklü bileşenden oluşur. İki yüklü bileşen pozitif ve negatif yüklü W bozonlarına kütle verir. Nötr bileşenlerden birisi Z bozonlarına kütle verir. Higgs bozonu ise geri kalan bileşen alanın kuantumudur (nicemidir).

sunda kararlıydı. Amerikalı hayırsever Louis Bamberger'in 1930 yılında kurduğu enstitüye o zamandan beri ünlü bilim adamları akın etmişti. En ünlüsü Albert Einstein, yaşamının son yirmi yılını orada, doğadaki kuvvetlerin nasıl ortaya çıktığını açıklamaya çalışarak geçirdi.

Avusturya ve Amerikan vatandaşı mantıkçı Kurt Gödel de, insan bilgisinin sınırlarını yeniden tanımlamak ve Einstein'ın ünlü kuramlarının zamanda yolculuğa izin verdiğine işaret ederek ünlü bilim adamını şaşırtmak için oradaydı.²¹ Modern programlamanın babası, poker matematiğini Soğuk Savaş'ı kazanmak için siyasi bir stratejiye dönüştüren John von Neumann da oradaydı.²²

Atom bombasını yapmak için Manhatttan Projesi'ni yönetmiş, tanınmış bir bilim insanı olan Robert Oppenheimer 1946'da enstitünün başkanı olmuştu. Onun başkan olması ortama ürkütücü bir hava katıyordu. Oppenheimer, çabuk sinirlenmesi ve sivri diliyle ünlüydü ve kampusta düzenlenen haftalık seminerlere katıldığında en berbat halini ortaya koyabiliyordu. Kendinden fazla emin olmayan konuşmacıların gözünü korkutmak, onları bıkıp usanmadan sorguya çekmek ve yanıt vermelerine fırsat tanımadan düzeltmek, ona yabancı şeyler değildi. Bu, Dyson'ın nefret ettiği bir karakter özelliğiydi ve bazen seminerler sona erdikten sonra iki adam arasında tartışma çıkmasını tetikliyordu. Dyson bana, "Oppenheimer daima sana, onun kadar zeki olsaydın ne demiş olacağını söylemeye çalışırdı," demişti.²³

[21] Gödel'in çalışmaları konusunda daha fazla bilgi için bkz. *Thinking about Gödel and Turing: Essays on Complexity, 1970-2007*, Gregory J. Chaitin, World Scientific, 2007.

[22] Neumann'ın oyun teorisi üzerine yapmış olduğu çalışma hakkında daha fazla bilgi için bkz. *Prisoner's Dilemma: John von Neumann, Game Theory and the Puzzle of the Bomb*, William Poundstone, Anchor Books, 1993.

[23] Yazarla görüşme, Ağustos 2008.

Higgs, yolculuğu boyunca sadece bir gün sonra yapacağı konuşmayı düşünüyordu. Dinleyiciler, daha önce konuştuğu herkes-ten farklı olacaktı. Higgs dikkatini yola çevirdiğinde, aniden paniğe kapıldı.²⁴ Kontrolünü kaybetmek üzere olduğu endişesiyle arabasını kenara çekti. Yolun kenarında birkaç derin nefes aldı ve yeniden yola koyuldu. Higgs, biraz önce bir yol işareti görmüştü. Princeton'a çıkış sadece 1,6 km ötedeydi. Neredeyse varmıştı.

İleri Araştırmalar Enstitüsü, Princeton'ın 1,6 km dışında sekiz yüz dönüm arazide, evre düzenlemesi yapılmış bahçelerin ortasın-dadır. Higgs doğrudan oraya gitmek yerine, kente giden sapağı seçti ve arabasını park etti. Bir postaneye gitti ve memurla iki çift laf et-ti. Adam gişenin arkasında, Einstein'ın doğum günü (1879 yılında o tarihte dünyaya gelmişti) anısına bastırılmış 8 sentlik menekşe rengi pulların ilk gün zarfını hazırlıyordu. Her birinin üzerinde, babasını Alplerde yaptıkları yürüyüş esnasında öldürdüğü için Avusturya'da cezaevinde yatmış aile dostu Philippe Halsman tarafından yirmi yıl önce çekilmiş Einstein'ın fotoğrafları yer alıyordu. Pullar, Higgs'in canını sıktı, çünkü Einstein için "seçkin Amerikalı" ifadesi kullanı-lıyordu. Einstein, 1940'da ABD vatandaşlığını almış olsa da, Higgs, onun özünde Avrupalı olduğunu düşünüyordu. Buna rağmen, Edin-burgh'taki dostu ve danışmanı Nicholas Kemmer'e iyi bir hediye ola-cağını düşündü ve pulları İskoçya'ya postaladı.

Higgs, Jody ile birlikte, Freeman Dyson ile buluşacağı enstitüye vardığında akşam oluyordu. Çok iyi anlaştılar ve kısa bir süre son-ra Higgs yol boyunca kendisini saran endişelerinden kurtulmuştu. Sohbeti bitirdiklerinde, Higgsler konaklayacakları yere gittiler ve ih-tiya duydukları uykuya daldılar.

Higgs'in konuşması, ertesi gün öğleden sonra 4:15'deydi. Salona gittiğinde, önce Dyson'ın konuşacağını öğrendi. Maddenin kararlı-

[24] Yazarla görüşme, Ağustos 2007.

lığı üzerine entelektüel bir konuşmadı, ancak yeterince basit bir soruyu ele alıyordu: Çevremizdeki nesneler, inceden inceye dengelenmiş ama sıra dışı biçimde güçlü kuvvetler tarafından kontrol altına alınan sayısız parçacık içerdikleri düşünüldüğünde, nasıl olup da bozulmadan (bir bütün olarak) kalıyorlar? Örneğin, atomlarında muazzam miktarda enerji saklı olan bu kitap, neden aniden kendi kendine paramparça olmuyor? Giysileriniz neden kendiliğinden dağılarak sayısız atom altı parçaya dönüşmüyor?

Dyson, dâhiyane bir şekilde kurgulanmış konuşmasını tamamlayıp, sorulara geçti. Beklendiği üzere, katılımcılar zorlu ve saldırganlardı. Haftalık olarak düzenlenen ve “av tüfeği seminerleri” adı verilen bu ilgi çekici seminerleri enstitüde bir geleneğe dönüştürecek kadar da yetenekliydi. Her hafta düzenlenen bölüm seminerlerinde konuşmacılar önceden duyurulmaz, katılımcılar ve konuşmacının kendisi seminer günü öğrenirdi. Katılımcılar geldiğinde salonda bir şapka dolaştırılır ve herkes içinden bir kâğıt parçasını alırdı. Her kim son kâğıt parçasını seçtiyse o gün semineri o kişi verirdi. Amaç, herkesin tetikte olmasını sağlamaktı. Bir başka ifadeyle katılımcılar konuşma yapacak kadar hazır olmalıydılar; fakat aynı derecede konuşma yapanı sorguya çekebilecek kadar da donanımlı olmalıydılar.

Katılımcıların soruları tamamlandığında, Dyson küçük bir ara verdi ve konukları Peter Higgs'in bir sonraki konuşmayı yapacağını duyurdu. Higgs, katılımcılarla birlikte kantine giderek bir fincan çay aldı ve Alman fizikçi Klaus Hepp ile sohbete başladı. Daha önce 1960'da İskoçya'da bir yaz okulunda tanışmışlardı. Sohbet arasında Hepp, son derece saygın üç bilim insanı tarafından yazılan ve yayınlanmak üzere bekleyen bir makaleden bahsetti.²⁶ Bu makalenin,

[25] Yazarla Ağustos 2008'de yapılan bir görüşmede aktarıldığı gibi.

[26] Bkz. “Conserved currents and associated symmetries; Goldstone's theorem”,

Higgs'in kuramına büyük bir darbe vuracağı için  zg nd . Salona ger dönerlerken Hepp'in, "Hiç   p e yok. Bir şeyi yanlış anlamı sın," dediğini duydu.

En azından Oppenheimer orada değildi. Higgs, onun kanser hastası olduğunu ve üç ay sonra resmen görevinden ayrılacağını bilmiyordu.²⁷ Sahne Higgs'indi.  nce k ğıtlarını topladı ve yavaş yavaş katılımcıların ilgisini kuramına çekmeye başladı. Dyson, dikkatli bir şekilde dinliyordu. Higgs'in kuramının olağanüstü olduğunu düşünüyordu.²⁸ Higgs konuşmasını tamamladığında, beklendiği gibi salonun değişik yerlerinden eller yükselmeye başladı.

Higgs, seminer konusunda gergin olmasına karşın, tavırlarında bir güven seziliyordu. Kuramındaki denklemleri, derin anlamlarını hissedebilecek kadar iyi biliyordu. Ortaya attığı fikirlerin sağlam olduğundan emindi. Bu, elbette doğru oldukları anlamına gelmiyordu. Kuramsal açıdan olası olan birçok şey, doğada gerçeğe d n  mez. Ancak teori kusursuzsa, en azından kütlenin kökenini tarif etmek için yarı an rakip kuramlardan birisi olabilirdi.

Katılımcıların soruları konuyu anladıklarını gösteriyordu; kuramı sorguladıkları kadar ele tirdi. Bununla birlikte, soruların hiç biri Higgs'in kuramının mantıksal yapısında bir hata olduğunu iddia etmiyordu. Kuram en zorlu sınavını o anda geçmişti. Dyson, konuşması için Higgs'e teşekkür etti ve seminerin verimli geçmiş olmasından dolayı duyduğu memnuniyeti ifade ederek oturumu sona erdirdi. Higgs, seminerin sona ermesinin ardından katılımcılar arasında bulunan önde gelen fizikçi Arthur Wightman'ın, meslektaşlarına Higgs'in kuramıyla çelişen kendi "kanıtlarını" kontrol etmelerinin

Daniel Kastler, Derek W. Robinson ve Andr  Swieca, *Communications in Mathematical Physics*, c. 2, No. 2 (1966), s.108-120.

[27] Oppenheimer 1966'da g rtlak kanseri teşhisi konduktan sonra genel müdürlükten ayrıldı. Ertesi yıl 18  ubat 1967'de 62 ya ında öldü.

[28] Yazarla g r   me, Ağustos 2008.

daha iyi olacağını söylediğini duydu. Wightman, Higgs'in söylediği her kelimeye inanmıştı.

Ertesi gün Dysonlarla akşam yemeğinden sonra Higgs, yeniden yola koyuldu. İkinci davet, ünlü olduğu kadar şakacı da olan fizikçi Sidney Coleman'ın çalıştığı Harvard Üniversitesi'nden gelmiş ve Higgs, Chapel Hill'e geri dönmenden önce bir seminere daha katılmayı kabul etmişti. Konuşma, beklendiği üzere öğleden sonra için planlanmıştı. Coleman, sabah randevularını kaçırmakla ünlüydü. Bir keresinde sabah dokuzdaki dersini kaçırmasını, o kadar geç saate kadar ayakta kalmasının mümkün olmamasıyla açıklamıştı. Coleman, Higgs ile biraz eğlenmeyi umuyordu.²⁹ Çok sonraları, öğrencilerine biraz ahmak bir fizikçinin kendilerini ziyaret edeceğini ve "Onu paramparça edeceksiniz!" dediğini itiraf etmişti.

Coleman'ın beklediği hırpalama hiç yaşanmadı. Harvard'da, Higgs'in konuşması, herkesin katıldığı ateşli bir tartışmayla sona erdi. Kuram bir kez daha sorgulamalara karşı dayanıklı çıkmıştı. Her ne kadar katılımcılar kuramın hatalarını ortaya çıkarma ümidiyle seminere katılmış olsalar da, seminer sonunda kuram onlara da ilginç gelmişti. Higgs'in kuramı bir dönüm noktasıydı; keşiflerin yapılmayı beklediği fizik dünyasının yeni kapısını açan o çok hayati adımlardan biri.

Bilim, boşa giden parlak fikirlerden oluşan uzun bir tarihe sahiptir. Yanlış zamanda gelirler, beceriksizce açıklanırlar ya da doğru insanların dikkatini çekmezler. Bu parlak fikirlerden bazıları, bilinmezliğin anlaşılmasında büyük bir sıçrayışı engelleyebilir ve bilimin gelişmesinin önünü kesebilir. Higgs, bir haftadan daha kısa süren seyahatinde kuramının, hiçbir iz bırakmadan kaybolmadığından emin olmuştu. Giderek daha fazla sayıda fizikçi, kuramı ciddi-

[29] Bkz. "SBGT and all that", Peter Higgs, *Weak Neutral Currents*, içinde, ed. David B. Cline, Westview Press, 1997.

ye almaya ve Higgs mekanizması, Higgs alanları ve varlığının gerçekliğini kanıtlayan Higgs bozonu parçacığı hakkında d    nmeye ve tartışmaya başladı.

O sonbahar Higgs Edinburgh'a geri d  nd  ve büyük bir heyecanla kendisini çalışmaya verdi. Kuramının üzerinde bariz bir soru işareti vardı. Acaba kuram sadece parlak bir fikir miydi? Yoksa daha fazlası mı? Doğanın bizden gizlediğı zarif bir gizemi olabilir miydi? Kuramının, gerçek dünyada nasıl işlediğini göstermesi gerekiyordu. Bu şekliyle kuram, ayrıntılardan yoksundu. Ağırlıksız parçacıkların, evrenin ilk döneminde nasıl k t leli hâle gelmiş *olabileceğini* gösteriyordu, ancak fizikçilerin açıklaması gereken bir sürü parçacık vardı. Bazılarının k t lesi vardı, diğ erlerinin ise yoktu. Kuram, Higgs alanının hangi parçacıklara k t le verdiğini ve neden bu parçacıklara k t le verdiğini açıklamıyordu.

Bu sorunun yanıtının kaderinde yüzyılın ke iflerinden biri olmak vardı. Higgs'in fikrini gerçekten kavrayan bir avuç fizikçi, bunun, birçoğunun fizikteki en büyük amaç olarak d    nd ğ  şeyin   n n  açacağını tahmin ediyordu. Einstein, ömrünün sonuna doğru kafasını, elektromanyetizma ve k t le çekimi gibi doğanın farklı kuvvetlerinin, başlangıçta, evrenin doğuşu sırasında yalnızca geçici olarak var olan, her şeyi kuşatan bir süper kuvvetin parçası olduğunu kanıtlamaya takmı tı. O günden beri fizikçiler, Einstein'ın hayallerini gerçekleştiren, bir "Büyük Birleşme Kuramı"nın olup olamayacağını merak etti. Higgs'in kuramı, doğanın, evrendeki tüm parçacıkları nasıl alıp tek bir vuru la (maddenin bileşenlerinden) bazılarına ağır olmaları emri verirken, diğ erlerine (foton gibi) k t lesiz bırakabileceğini açıklıyordu. Fizikçilere göre, kuram bir ipucu gibi duruyordu; eğer Higgs'in kuramını yalnızca biraz öteye götürmeye cesaret edebilirlerse sonunda doğanın kuvvetlerinin hepsinin nasıl bağda tırılacağını görebilirlerdi.

2. Bölüm

Bombanın Gölgesi

Berrak sesi, kendisini Manhattan'dan Londra'ya ve kıtanın ötesine kadar, Viktorya tarzında inşa edilmiş opera binalarının yıldızı yapan Avustralyalı primadonna Dame Nellie Melba'ya Marconi Şirketi'nin Essex'te Chelmsford'daki genel merkezi dışında yükselen direkler çok ürkütücü gelmiş olmalıydı.³⁰

Diva, bu ziyareti isteksizce kabul etmişti. Şirketin yeni “kabloşuz” radyo alıcılarını önemsememişti ve binlerce insanın “sihirli oyuncak kutusu” için neden bu kadar yaygara kopardığını anlayamamıştı. Öte yandan, Nellie kaçın kurasıydı. On bin sterlin ve dünya basınının ilgisini vaat eden organizasyondan beklenen, burun kıvrılacak bir şey değildi.

Şarkıcı, tereddüt etseydi, ev sahibi Arthur Burrows'un onun endişelerini azaltmak için yapacak çok az şeyi vardı. Burrows, gökyüzünü işaret ederek, Dame'in sesinin, yüzlerce metre yükseklikteki devasa radyo direklerinin tepesinden; yüzlerce, belki binlerce km

[30] Melba'nın Chelmsford yayınının tam bir değerlendirmesi için bkz. *A Concise History of British Radio 1922-2002: 80 Years of Key Developments*, Sean Street, Kelly Publications, 2002 ve *The Emergence of Broadcasting in Britain*, Brian Hennessy, Southerleigh, 2005.

uzakta, Avrupa'nın kültür başkentleri Paris, Berlin, Madrid'de ve kim bilir nerelerdeki hevesli dinleyicilere nasıl ulaşacağını açıkladı.

Yeni nesil teknolojinin ilkelerine açıkça yabancı olan şarkıcı, temkinli bir şekilde antene ve daha sonra rehberine baktı. "Genç adam, yukarı tırmanacağımı düşünüyorsan, çok yanılıyorsun," dedi. 15 Haziran 1920'de o öğleden sonra, Dame Nellie, radyo üzerinden yayınlanan dünyanın ilk konserinin yıldıızı oldu.

Yarım saatlik resital, derme çatma bir stüdyoya dönüştürülen eski paketleme hangarında yapıldı. Orada, dünyanın önde gelen sopranosu, el çantasını sıkıca tutarak ve mikrofona (eski bir ahşap sigara kutusundan yapılan boynuzla tutturulan telefon ahizesi) eğilerek, kkk bir kuyruklu piyano eşliğinde şarkı söylemeye başladı. Yıldıızın şehirde olduğu söylentisi yayıldı ve dışarıda yerel polis gücü, büyüyen hayran kalabalığını zar zor kontrol altında tuttu.

Yayın, muazzam bir başarıydı. Mühendisler Londra'nın İmparatorluk Savaş Müzesi'ne ve yine 1851'in Büyük Sergisi'ne ev sahipliği yapan Kristal Saray'a, ziyaretçilerin gelip dinleyebileceği kablosuz telefon aygıtları yerleştirmişti. Dame Nellie, Herman Bemberg'in "Nymphes et Sylvains"ı ile *La Bohme*'den "Addio"yu söyledi ve konserini Birleşik Krallık'ın ulusal marşıyla bitirdi. Sesi, Burrows'un düşünmeye cesaret ettiğinden daha uzağa, İran ve Newfoundland adasına kadar ulaştı. Daha sonra gazetecilere, bunun, hayatının en güzel deneyimi olduğunu söyleyecekti.

Başarının gerçek boyutu, ancak onu izleyen günler ve haftalarda ortaya ıktı. Dünyanın her yerinden tebrik mektupları yağdı. Dame'in sesi, Paris'te Eyfel Kulesi alıcı istasyonuna çok net olarak geldi ve doğrudan bir gramofon plağına kaydedildi. Bu plak daha sonra konserin kopyalarının seri üretiminde kullanıldı.

Olay, Daily Mail gazetesinin biraz megaloman ve teknoloji hayranı sahibi Lord Northcliffe tarafından finanse edildi ve gazetenin

bir gün sonraki sayısında “sanat ve bilimin el ele tutuştuğu an” haberiyle duyuruldu. Gazeteciliğin temel prensiplerinden birini bize şu sözlerle anlatan kişi Lord Northcliffe’di: “Haber, birinin örtbas etmek istediği şeydir, kalan her şey reklamdır.” Northcliffe’in reklamcılık oyununda işin ustası olduğu ortaya çıktı. Halkın radyoya ilgisindeki ani yükseliş, tüm beklentilerin üzerindeydi.

Ülkenin diğer tarafında liman kenti Bristol’de, Birinci Dünya Savaşı’nın sonunda orduda çevirmen olarak bulunduğu Fransa’dan kısa bir süre önce ülkesine dönen Thomas Higgs’in tarihi yayınıla ilgili haberleri kaçırmış olması olanaksızdı. Higgs, Bristol Üniversitesi’nden elektrik mühendisliği diploması almıştı ve operadan çok caza ilgi duyuyordu. Öte yandan, radyonun geleceğine ilişkin hayal ettiği şey onu büyülüyordu.

Radyonun büyükbabası Guglielmo Marconi, bir gün herkesin evinde kablosuz alıcıların olacağını söylemişti. Ancak bunun için kat edilmesi gereken epey bir yol vardı. Nellie Melba’nın konseri, eğlence programı yayınlama konusunda ilk teşebbüslerden biriydi ve radyonun, o günün gazetelerinde yer almış iç sıkıcı haberleri okuyan ağırbaşlı seslerden daha fazla sunacak şeyi olduğuna halkı ikna etmeyi amaçlıyordu. Marconi geleceği görmüş ve eğlencenin bu işin temelinde olduğunu fark etmişti.

Bu ilk yayınlardan bazılarını dinleyen, iyi bir kulağa sahip herhangi biri, konserler söz konusu olduğunda, teknisyenlerin yeni zorluklarla karşı karşıya kaldığını fark edecekti. Radyo teknolojisi, konuşma seslerinde fena değildi, ancak konser salonlarının ve katedralerin akustik ortamlarını ya da müzik aletlerinin karmaşık ve zengin tonlarını vermekte yeterince iyi değildi. Piyano teneke gibi tınılıyordu. İngiltere’nin en eski müzik dergisi *Musical Times*’ın editörü Percy Scholes, keman resitalinin ilk yayını için “Yaylı olmaktan çok gürültülü ve büyütülmüş olan ses, vücuduma sanki bir cerrahi

operasyon yapılmıymış gibi giriyordu” diyerek³¹ okurlarına en azından şimdilik, ciddi müzik söz konusu olduğunda radyoyu unutmalarını öğütledi.

Yayınlanan müziğin kalitesizliği, 1922’de İngiliz Yayın Kuruluşu’nu (BBC) oluşturmak için bir araya gelen, başlıca kablosuz teknoloji şirketlerinin ivedi biçimde araştırmalar yapmasına yol açtı. Burrows, tecrübesiz BBC’de program sorumlusu olarak görevlendirilmişti ve farklı çalgılar ile konser salonlarının seslerinin gerçekçi biçimde yeniden üretilmesinin yollarını bulmaları için mühendislerine çağrıda bulundu. Mühendisler mikrofonları yeniden tasarladı, elektrik devrelerini iyileştirdi ve eko ile yankılanma gibi işitsel hileler ekledi. Deneme yanılma yoluyla, bando, üflemler ve telli çalgılar orkestralarını nasıl dengeleyeceklerini keşfettiler. Yayınlar, canlı performansların inceliğini ve güzelliğini yeniden üretmenin yanında, daha önce bu canlı performansları dinleme ayrıcalığına sahip olmayan dinleyicilere de ulaşmaya başladı.

Bütün bunların hepsi kaçırılmayacak kadar eğlenceli görünüyordu. 1923’te Thomas Higgs, bu sektörde ömür boyu sürecek bir kariyere başladı. BBC, bir yıl önce Londra’dan yayın yapmaya başlamıştı. Birmingham ile Manchester gibi diğer büyük şehirlerde de yerel istasyonlar kuruyordu. Higgs, İngiltere’nin kuzeydoğusunda bulunan Newcastle’daki BBC istasyonunda göreve başladı. Orada, müziğin yayın araçlarıyla doğru biçimde aktarılmasından sorumlu uzmanlık alanı olan “denge ve kontrol” görevine atandı.³²

Yayıncılık işinin hızla geliştiği bir dönemdi. Birkaç yıl içinde, BBC’nin sesi, İngiltere çapında duyulabiliyordu. Radyo alıcı sayısı

[31] Bkz. *Impacts and Influences: Essays on Media Power in the Twentieth Century*, ed. James Curran, Anthony Smith ve Pauline Wingate, Methuen Young Books, 1987.

[32] Daha fazla bilgi için yukarıdaki referansa bkz.

neredeyse iki milyona ulaşmıştır. Ne oldum delisi yayın kuruluşunun hükümetle ters düşmesi uzun sürmedi. Kömür endüstrisindeki ekonomik çöküşün tetiklediği 1926'daki genel grev, çok sayıda gazetenin baskıdan vazgeçmesine neden oldu. Gazetelerin yokluğu, daha hızlı ve dolaysız bir biçimde işleyen radyonun, bu boşluğu doldurmasını sağladı. Radyo, krizin medya tarafından izlenmesinin başını çekti ve haber bültenleri günde beş defaya çıkarıldı.

BBC'nin giderek artan bağımsızlığı, maliye Bakanı Winston Churchill'i rahatsız etti ve Başbakan Stanley Baldwin'den şirketi devletin kontrolüne almasını istedi.³³ Ancak, BBC'nin genel müdürü John Reith'in yürüttüğü kurnaz lobi faaliyetleri kuruluşu bu durumdan kurtardı. Bir sonraki yıl, yayın kuruluşuna *Kraliyet Ayrıcılığı* verildi ve ismi *Britanya Yayın Kurumu* (British Broadcasting Corporation) olarak değiştirildi.

1929'a gelindiğinde radyo, İngiltere'de yerini sağlamlaştırmıştı. Yeni medya devrimi de ufukta gözüküyordu. BBC'nin Londra verici istasyonunu 2LO'da, John Logie Baird'in ham 30 çizgili mekanik ekranı kullanarak, ilk günlük televizyon yayınlarına başlamak için planlar yapıyordu. BBC'nin başmühendisi planları uygulamaktan çekindi.³⁴ Hareketli görüntülerin kalitesi o kadar kötüydü ki test yayınlarına şiddetle karşı çıktı. Seyircinin kelimenin tam anlamıyla hayal kırıklığına uğrayarak düğmeyi kapatacağından endişe etmişti.

O yıl, 29 Mayıs Çarşamba günü ülke genel seçimlere odaklıydı. Baldwin'in hükümeti köşeye sıkışmıştı. Bir sonraki gün yapılacak seçimde ilkler de vardı; üç parti yarışıyordu ve 30 yaş altındaki kadınlar da oy kullanabilecekti. Fakat seçim, Higgs'in hanesinde

[33] Örneğin bkz. *Television and Radio in the United Kingdom*, Burton Paulu, University of Minnesota Press, 1981.

[34] Bkz. *Early Television: A Bibliographic Guide to 1940*, George Shiers, Routledge, 1996 ve *Television*, Francis Wheen, David & Charles, 1986.

ikincil bir olaydı. O gün, Thomas ve Bristol’da tanışıp evlendiği eşı Gertrude, ilk ve tek çocukları Peter Ware Higgs’in dünyaya gelişini kutluyordu.

Yayıncılık, açığa çıkarmaktan doğan bir devrimdi. Yayıncılık, doğa yasalarının, küresel toplumu dönüştüren teknolojik ilerlemenin sıırma tahtası olabileceğini anlamanın tarihteki en çarpıcı rneklelerinden biri olarak gösterilir. Mavi göklerin araştırma için önemiyle ilgili bir hikâye varsa yayıncılığın hikâyesi de buydu.

Her şey Dafty ile başladı. Dafty lakabı, 19. yüzyıl İşko fizikçisi James Clerk Maxwell’e, güçlü Dumfriesshire aksanı ve “taşralı ve tuhaf” görüntüsüyle (kaba ev yapımı ayakkabılarıyla ümitsiz bir vakaydı) dalga geçen Edinburgh’daki sınıf arkadaşları tarafından takılmıştı.³⁵ öte yandan Maxwell bir dhiydi. alışmaları, radyolardan dijital televizyonlara, cep telefonlarına ve uydula yn tayinine kadar modern iletişim araçlarının nn açtı.

Büyük isimleri en göze çarpan miraslarıyla andığımızda, onların gerçek başarılarını gözden kaçırma riskine gireriz. Maxwell’in çalışmasının mümkün kıldığı teknoloji, başarısına dayanak oluşturan kavramsal buluşu kolayca gölgeleyebilir. Bu İşkoyalı adam, o tarihten bu yana fiziği şekillendirecek kadar başarılı iki fikre sahipti ve bunların her ikisi de, Higgs hikyesinin merkezindedir. İlki, Maxwell’in “alanları” kullanmasıydı, bu, o dönemde tartışmalı ve ispatlanmamış bir kavramdı.³⁶ İkincisi, kendisinin çalışma yn-

[35] Maxwell’in alışılmadığ görünümü için, örneğin bkz. *The Atomic Scientists: A Biographical History*, Henry Abraham Boorse, Lloyd Motz ve Jefferson Hane Weaver, Wiley, 1989 ve *The Demon in the Aether: The Story of James Clerk Maxwell*, Martin Goldman, Adam Hilger, 1984.

[36] rneğin bkz. *The Gateway to Understanding: Electrons to Waves and Beyond*, Matthew Radmanesh, AuthorHouse, 2005 ve *Scientific American Inventions and Discoveries: All the Milestones in Ingenuity from the Discovery of Fire to the Invention of the Microwave Oven*, Rodney Carlisle, Wiley, 2004. “Manyetik alan” terimini ilk kez 1845’te Faraday kullandı.

temiydi. Maxwell, büyük keşiflerin sırrının, görünürde farklı doğal olgular arasındaki bağlantıları bulmak olduğunu gösterdi. Çok faydalı olduğu ortaya çıkan bu fikir, bilim insanlarının çalışma felsefesi hâline geldi.

Maxwell, 1860'da, 29 yaşındayken Aberdeen'de Marischal Üniversitesi'nde fizik profesörlüğü işinden (Rektörün kızıyla evlenmiş olmasına rağmen) kadro yokluğu nedeniyle çıkarıldı ve benzer bir işi yapmak üzere Londra King's Üniversitesi'nin (King's College London) yolunu tuttu. Maxwell'in burada geçirdiği süre, muhtemelen hayatının en verimli dönemiydi. Elektrik ile manyetizma sorununun üstesinden geldiği dönem de yine bu zamanlardı. Bu konuyla ilgisinin başlangıç noktası, Michael Faraday'ın yıllar önce Kraliyet Enstitüsü'nde yıkık dökük bir laboratuarda yaptığı deneylerdi. Zekice bir gösteride, Faraday, bir elinde spiral şeklinde sarılmış bir tel, diğerinde çubuk mıknatıs tutmuştu. Mıknatısı halkalardan oluşmuş spiral tel içinde hareket ettirdiğinde, telde elektrik akımı oluşuyordu. Mıknatısı hareketsiz tuttuğunda akım kayboluyordu. Faraday, bu etkiyi, hareket eden bir mıknatısın bir elektrik "alanı" yarattığını söyleyerek açıkladı.

Faraday'ın deneyleri, elektrikle manyetizmanın bir biçimde bağlantılı olduğunu gösteriyordu, ancak hiç kimse bunun nasıl olduğunu bilmiyordu. Maxwell, denklemleri kâğıda dökmeye başladı. Amacı, elektrik ve manyetizmayı matematiksel açıdan bağdaştırmanın bir yolu olup olmadığını görmektir. Elde ettiği formül, yalnızca elektrikle manyetizmanın ilişkili olduğunu değil, aynı zamanda bir elmanın iki yarısı olduklarını gösterdi.

Maxwell'in denklemleri, kâğıt üzerinde düzensiz ve anlaşılması zor görünür, fakat işin içine sayılar girdiğinde bir anlam ifade etmeye başlar. Örneğin, hareket eden bir mıknatısın elektrik alanı yarattığını söyler. Ancak bu, denklemlerin ifade ettiklerinden yalnızca

vizyonlara ilk puslu görüntüleri nakleden diğer tür elektromanyetik dalgalar keşfedildi.

Maxwell'in çalışması, madde üzerinde düşünen bilim insanları için doğrudan bir meydan okuma idi. O dönemde, Newton'un gerçeklik görüşü hüküm sürüyordu ve bilim insanları yaygın biçimde, doğadaki her şeyin, şu ya da bu biçimde madde kavramıyla açıklanabileceği konusunda hemfikir idi. Buna inanınca, alanlara başvurma ihtiyacı yoktu. Yalnızca Newton yasalarını kullanarak, evreni mekanik dev bir mekanizma gibi düşünerek içindeki tüm maddeyi ve hareketi açıklayabilirsiniz.

Açık çatışma, ışığın farklı şekillerde açıklanmasında çıktı. Newton, ışık demetinin, çok küçük parçacıklar ya da zerrecikler akımı olduğunu söylemişti. Ancak Maxwell'e göre ışık bir dalgaydı. Bu, dalgalanan şeyin ne olduğu sorusuna yol açtı. Elektromanyetik alanın doğası neydi? Bu, Maxwell'in kendisinin de nasıl yanıtlayacağını bilmediği bir soruydu. Bilim insanlarının bu soruna tepkisi, bilimde kökleşmiş görüşleri alaşağı edebilmenin ne kadar zor olduğunu ortaya koyar. Verdikleri karşılık, maddenin evrende hâkim olan tuhaf bir biçimini, yani "eter" in varlığını önermekti.³⁹ Ses dalgalarının havada yaptığı etkiye benzer şekilde, ışık dalgalarının da eterdeki basınç dalgaları olması gerektiğini söylediler.

Etere inanmak biraz zor olacaktı. Bilim insanları, ses dalgalarının sıvıların içinde, havada ve katı maddelerde olduğundan daha hızlı hareket ettiğini biliyordu. Aynı zamanda ışığın olağanüstü hızı hakkında da bilgi sahibiydiler. Işık, eterdeki basınç dalgalarının sonucuydu eter de gerçekten garip bir madde olmalıydı. Bu, tek başına çok da sorun değildir. Ancak, eter aynı zamanda görünmezdi ve ge-

[39] Eter konusunda daha fazla bilgi için bkz. *Quintessence*, Lawrence Krauss, Vintage, 2001 ve *From Newton to Hawking: A History of Cambridge University's Lucasian Professors of Mathematics*, Kevin C. Knox ve Richard Noakes, Cambridge University Press, 2002.

zegenlerin gökyüzünde hızla dönmelerine de engel olmuyordu. Bu gök cisimleri üzerinde oluşacak en hafif bir etki bile onların yavaşlamasına ve spiral bir yörünge izleyip eninde sonunda Güneş'e düşmelerine neden olurdu.

Geriye dönüp bakıldığında, eter, çaresiz bir şekilde yerleştirilmiş bir yama gibi görünür. Ancak, özenle hazırlanmış yamalar sağlamdır ve bugünkü bilim anlayışımızdaki çatlakların üzerini kapatır. Bu özenli yamalar en iyi olasılıkla, faydalı bir amaca hizmet eder, iyi fikirlerin, eksik olsalar da reddedilmemesini sağlar. En kötü olasılıkla da, bilimsel ilerlemeye, zombileri vurmanın yaptığı etkide olduğu gibi, zamanı boşa harcayan çıkmaz sokaklardır; çünkü zombiye ateş etmeniz onun vücudundaki çatlakları kapatmaz, yalnızca acıyla yavaş yavaş ilerlemeye devam etmesini sağlar.

Doğanın harikaları sıklıkla, Tanrı'nın yaptığı işin büyüklüğünün kanıtı olarak gösterilir, aynı şey eter için de geçerliydi.⁴⁰ Gerçek olsaydı, eter akıl almaz büyüklükte, tamamen kusursuz ve kabul etmesi zor özelliklere sahip olurdu. Dindarlar için, ki Maxwell de onlardan biriydi, yalnızca Tanrı böyle bir işi başarabilirdi. O dönemde tanınmış bir bilim adamı olan Lord Kelvin'in, ışığın, eterdeki basınç dalgaları tarafından taşındığına hiç şüphesi yoktu, öte yandan radyonun geleceği olmayacağından emindi ve "yolcu uçaklarının", asla gerçekleşmeyecek ahmakça bir fikir olduğunu savunuyordu.⁴¹ Kelvin, bilimin en garip paradokslarından ikisinin simgesi oldu: Herhangi bir anda, son doğa kuramının kesinlikle yanlış olduğu ortaya çıkacak ve bilim insanları, bugünün

[40] örneğin bkz. *The Cambridge Companion to Newton*, I. Bernard Cohen ve George E. Smith, Cambridge University Press, 2002.

[41] Kelvin'in tahminleri konusunda daha fazla bilgi için bkz. *The New Physics for the Twenty-First Century*, Gordon Fraser, Cambridge University Press, 2006 ve *Springs of Scientific Creativity: Essays on Founders of Modern Science*, Ted Davis, Roger H. Stuerwer ve Rutherford Aris, University of Minnesota Press, 1983.

keşfinin nasıl yarının teknolojisi hâline geleceğini öngörececek son kişiler olacaktır.

Maxwell'in ışığın doğasını keşfi, alanlar kavramını sağlam biçimde oluşturdu ve bu, Higgs'in kuramının temel dayanağını hazırladı. Ancak, Higgs'in buluşunu yapmasından önce, olayların çok daha dramatik yönde değişmesi gerekiyordu. Kuantum devrimi, Maxwell'in ölümünden yirmi yıl sonra başladı ve ilk evresi Higgs'in dünyaya geldiği dönemde sona erdi. Fizik, hiçbir dönemde bu kadar şaşırtıcı ve tartışmalı olmamıştı.

* * *

En büyük bilimsel devrimler, en olmadık deneylerle başlayabilir. Kuantum fiziğinde, söz konusu deney, ısınan bir fırına bakmak ve onun farklı renklerde parladığını izlemektir. 20. yüzyıl biliminin en güçlü ve genel inanışın tam karşıtı bir görüş için, bu pek cazip bir başlangıç değildi.

Bu deney, ortalama bir bilim insanının elinde hiçbir sonuç veremeyebilirdi. Fakat, Berlin Üniversitesi'nin bıyıklı fizikçisi Max Planck, ortalamanın çok ötesindeydi. Doğanın işleyişini anlamayı saplantı hâline getirmişti. Einstein, Planck'ın "ruhun açıklığıyla" hareket ettiğini ifade etmişti.⁴² Âşık bir adamın tutkusuna sahip olduğu söylenirdi.

Planck, otobiyografisinde, bilime olan adanmışlığını şu sözlerle ifade etmişti: "Dış dünyanın, insandan bağımsız, mutlak bir şey olması çok büyük bir öneme sahiptir ve bu mutlak için geçerli olan yasaları araştırmak, bana hayattaki en yüce bilimsel arayış gibi göründü."⁴³ Belki de, Planck, her gün yaşadığımız gerçekliğin, mik-

[42] Bkz. *Men Who Made a New Physics: Physicists and the Quantum Theory*, Barbara Lovett Cline, University Of Chicago Press, 1987.

[43] Aktarıldığı yer, *Great Physicists*, William Cropper (Kaynakçaya bakınız), bu kaynakta da şuna referans veriliyor: *Scientific Autobiography and Other Papers* (Physikalische Abhandlungen und Vorträge), Max Planck, New York Philosophical Library, 1949.

roskobik olanın gizli dünyasında etkili olan sayısız yasanın doruk noktası olduğunu herkesten daha iyi anlamıştı.

Etrafımızdaki her şey, elektromanyetik dalgalar biçiminde enerji yayar ya da soğurur. İnsanlar ısı yaydığında, enerji, kızıl ötesi ışıma olarak yayılır. Bu dalgalar, gözle görülmez, ancak polisin karanlıkta suçluların izini sürmek için kullandığı türden termal kameralarla fark edilebilir. Meraklı Planck'ın fırınları kullandığı deney, termal ışımayı araştırmak için özel olarak tasarlanmıştı.

Planck, deneyi bizzat kendisi yapmak zorunda değildi. O bir kuramsal fizikçiydi ve koridorun sonundaki niversite laboratuvarında çalışan dostlarından yardım alabilirdi. İşi, onların elde ettiği sonuçlardaki anlamı keşfetmekti ve bunu yapmak için fırınlardan yayılan gökkuşağı renklerine anlam kazandırmak zorundaydı.

Fırınlar ısındıkça kızılılaşıyordu, önce mat bir kırmızı, sonra parlak kırmızı, daha sonra turuncu, sarı ve en sonunda göz alıcı bir beyaz renkte parlıyorlardı. Ton, fırının sıcaklığına bağlıydı, hatta yalnızca parıltının rengine bakarak fırının ne kadar sıcak olduğunu söyleyebilirdiniz. Planck'a göre, değişen renkler "mutlak bir şey"e, doğayla ilgili temel bir gerçeğe işaret ediyordu.

Renklerin bu sırayla değişmesi için, fırınların, ısınırken gitgide daha kısa dalga boylarında ışık yayması gerekiyordu. Kırmızı ışık turuncu ışıktan, o da sarıdan daha uzun dalga boyuna sahiptir. Aynı zamanda, yayılan dalga boylarının menzili büyür. En sıcak derecelerde, fırınlar mavimsi bir beyaz ağığa çıkarırdı, çünkü gökkuşağının tüm renkleri aynı anda yayılırdı.

Bilim bazen sezginin ötesine geçmez, ancak Planck'ın sezgileri oldukça gçliydi. Bir ğleden sonra, fırınlardan elde edilen deneysel sonuçlarla neredeyse mkemmел biçimde uyan bir matematik formülü geliştirdi. Planck'ın denkleminin verdiği sonuçlar o kadar kesindi ki, bilim insanları cihazlarını iyileştirirken, parla-

yan fırınlardan elde edilen veri öngörülerıyla her zamankinden daha çok eşleşti.

Planck'ın bir sonraki görevi, başarısının sırrını çözmektir. Bir fırının yayabileceği ışığın miktarının, ısıyla sınırlı olduğunu biliyordu. Çünkü fırının ısısı, sahip olduğu enerji miktarı ve ışık yaydığında kaybettiği miktara göre ölçülüyordu. Fırın ne kadar çok ısınır- sa, yayacak o kadar çok enerjiye sahip olurdu. Planck, kabul görmüş bilginin aksine, ışığın daha kısa dalga boylarının, daha uzun olan- lardan daha fazla enerji taşıması gerektiğini fark etti. Fırın ılıkken yalnızca kırmızı ışık yayabiliyordu, öte yandan daha yüksek ısılarda, turuncu, sarı hatta mavimsi beyaz parıldamak için yeterli enerjiye sahip oluyordu.

Bunun ardından Planck'ın keşfinin gerçek sihri geldi. Formülünün ancak, enerjinin fırınlardan çok küçük titreşim akımları olarak ya da paketler hâlinde yayılması durumunda geçerli olduğunu fark etti. Her paketteki enerjinin miktarı, ışığın rengine bağlıydı. Kırmızı ışık paketleri, mavi ışık paketlerinden daha az enerji taşıyordu. Planck, bulgularını 1900'de yayınladı ve zaman içinde enerji paketleri "kuanta" olarak adlandırıldı. Bu keşif, yapılacak bir iş kalmadığı için fizikten uzak durması tavsiye edilen on yedi yaşındaki bir insan için hiç de fena bir keşif sayılmazdı.

Planck, bu devrimi tesadüflere borçluymuştu. Ne kendisi ne başka biri, ilk anda ne kadar büyük bir adım attığını anlamadı. Kuramını, fiziksel dünyanın gerçek bir tasviri olmaktan çok matematiksel bir kazanç olarak gördü. Neden ihtiyatlı olduğunu anlamak kolaydır. Planck'ın kuramı, ışığı sürekli elektromanyetik enerji dalgası olarak tanımlayan Maxwell'in gayet başarılı çalışmasına ters düşüyordu.

Albert Einstein, henüz yirmili yaşlarındayken Planck'ın çalışmasının ne kadar önemli olduğunu anladı. 1905 yılında Einstein,

kuanta'yı yorumlayabilirse dönemin gizemlerinden biri olan *fotoelektrik etkiyi* a ıklayabileceğinin farkına vardı.⁴⁴ Laboratu ar deneyleri, bir metal parçası üzerine çevrilen ışığın, o metalde bir elektrik akımı oluşturmasına ve bu akımın bir devrede dolanmasına neden olduğunu gösterdi. Ancak garip olan, bu etkinin mor ı ıkta iyi ı lerken kırmızı ı ıkta i e yaramamasıydı.

Einstein, bir metal parçası yüzeyindeki elektronlara belirli bir miktar enerji verilmezse bu elektronların kımıldamadan duracakları sonucunu çıkardı. Elektronlar, ancak üzerlerine çevrilen ışığın metalin onları tutmasını açacak kadar enerji kuantası taşıması durumunda hareket edebilirlerdi. ışık doğru renkte değilse metal parçası üzerine ne kadar ışık d    rseniz d    r n, kuanta çok az miktarda enerji taşıdığı için, tek bir elektronu bile hareket ettiremezsiniz. Bu, panayır alanında dizili Hindistan cevizlerini masa tenisi topları atarak d    rmeye çalışmaya benzer. Ne kadar çok atarsanız atın, Hindistan cevizini, daha ağır bir şeyle vurmadiğınız sürece yerinden oynamayacaktır.

Einstein, fotoelektrik etkiyi kuantaya kavramıyla açıkladığı çalışmasıyla Nobel Fizik  d   'ne layık görüldü.  alı ması, enerjinin kuantalar şeklinde bölündüğü görüşünün ciddiye alınması gerektiğini netle tirdi ve hemen kuramsal fiziğin itici gücü hâline geldi. Einstein, fotoelektrik etkiyi açıkladıktan dört yıl sonra, ışık kuantasının momentumunun olduğunu ve, bu sayede ışığın bir parçacık olarak d    n lmesi gerektiğini öne sürdü. Bilim insanları, maddeyi atom ölçeğinde açıklayan anlamlı bir kurama d n   t r lmeden önce, otuz yıl boyunca kuantaya görüşüne karşı mücadele etti.

[44] Einstein'in kuantum etki tanımı konusunda daha fazla bilgi için bkz. *Einstein, Bohr and the Quantum Dilemma: From Quantum Theory to Quantum Information*, Andrew Whitaker, Cambridge University Press, 2006 ve *Subtle Is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein*, Abraham Pais, Oxford University Press, 2005.

Radikal ve genel inanışa ters düşse de, fizikçiler, maddeyi anlamak istiyorlarsa kuantumun anlamını kavramak zorunda olduklarını biliyorlardı. Planck ve Einstein'ın çalışması, atom dünyasının, Newton'un gündelik deneyimlerimize hükmeden makroskobik (gözle görülebilir) dünya için yazdıklarından tamamen farklı yasalarla yönetildiğini gösterdi. Newton yasaları, araba ve top güllesi gibi büyük cisimler için geçerlidir. Ancak parçacıkların dünyasını, tuhaf ve sezgisel olmayan kurallar yönetir. Kuantum dünyasının kuralları anlaşılmadan, maddenin yapı taşları da anlaşılamaz.

Atomun günümüzdeki bilinen yapısı, kuantum fiziği sahneye çıktığında ete kemiğe bürünüyordu. Ernest Rutherford ve Danimarkalı fizikçi Niels Bohr'un önerileri, atomların, eş merkezli yörüngelerde dönen elektronların çevrelediği katı bir çekirdeğe sahip olduğunu gösterdi. Bohr, 1913'te elektron yörüngelerinin kuantum yorumunun, hidrojen gazı tarafından soğurulan ve salınan ışığın renklerini açıklamada işe yaradığını fark etti. Bu çok özgül bir çalışmaydı, ancak maddenin yapısını anlamanın anahtarının kuantum olduğu konusunda fizikçilerin güvenlerini güçlendirdi.

On yılı aşkın bir süre, fizikçilerin kuantum üzerine çalışması, bölük pörçük ve parçalara ayrılmış hâldeydi. İhtiyaç duydukları şey, seçtikleri herhangi bir molekül ya da atomdaki herhangi bir parçacığın hareketini açıklayan genel ve eksiksiz bir kuantum kuramıydı. Bu büyük başarı, 1925'de başlayan ve kuantum kuramının atomların dünyasında olup bitenlere uygulaması niteliğindeki "kuantum mekaniği"nin oluşturulmasıyla son bulan, yoğun çalışmayla geçen dört yıllık dönemde ortaya çıktı.

Bu konuda önemli bir sıçramayı ilk gerçekleştiren, Göttingen Üniversitesi'nden 24 yaşındaki fizikçi Werner Heisenberg'di. Heisenberg, 1925 yılı Mayıs ayı sonuna doğru, bahar nezlesinden muzdarip hâldeyken doktora danışmanı Max Born'dan on beş gün izin

istem ti. Doğruca,   ekler ve çimenlerin bulunmadığı, Kuzey Denizi'ndeki küçük bir ada olan Heligoland'a gitti. Oraya vardığında, y    o kadar  i mi  durumdaydı ki, ev sahibesi kavga ettiğini sandı ve hemen onu iyileştirme içine giri ti. Heisenberg'in ikinci kattaki odası, kum tepeleri ve engin denize bakan, k   n nefes kesici manzaralarından birine sahipti.

Heisenberg, fizikçilerin kuantum kuramını    zmeye çalışma girişimleri karşısında d   kırıklığına uğramış ve konuyu yeni baştan ele almaya karar vermişti. Elindeki malzeme yalnızca, laboratuarda yapılan     mlerden elde edilebilen, gazların soğurduğu ve yaydığı ışığın renkleri olan ve atom spektrumları olarak da bilinen atom   elikleriydi.⁴⁵ Heisenberg, elindeki bilgileri tablolar şeklinde d  zenleyerek renkleri, bir atom içindeki farklı enerji d  zeyleri arasında geçiş yapan elektronlar cinsinden tanımlayan bir kuantum kuramı geliştirmeye başladı. Elektronlar ışığı soğurduğunda yukarı atlıyor, geri d   erken de bu soğurdıkları kadar ışığı geri yayıyorlardı.

Bilim insanlarının, atomun yapısını anlamak için atom spektrumlarını kullanması ustaca bir hareketti. Bir atomun üzerine parlak ışık tutulduğunda, elektronlar, yalnızca kendilerini daha y  sek enerji y  r ngelerine sıçratmak için yeterli enerjiye sahip dalga boylarını soğuracaktır. Elektronlar daha sonra geri d   t ğ nde, soğurdıkları, aynı renkteki ışığı geri yayarak enerji verir. Bir atomun, ışığın hangi renklerini soğurduğunu ve saldığını araştırarak elektron y  r ngeleri ortaya çıkarılabilir.

[45] Gazlar, y  r ngedeki elektronlarının farklı enerjileri nedeniyle, farklı renklerde ışık soğurur ve salarlar. Y  r ngeleri, atom çekirdeği etrafındaki e merkezli halkalar olarak d    nebilirsiniz. Bir elektron yeterince enerji soğurursa daha y  sek enerjili bir y  r ngeye sıçrar. Soğurulan ışığın dalga boyunu y  r ngeler arasındaki boşluk belirler. Elektron tekrar geri d   t ğ nde, aynı dalga boyunda bir ışık yayar. Gazların "takım renklerini" inceleyerek, bilim insanları bu gazların elektron y  r ngelerinin d  zenlerinin nasıl değiştiğini öğrenebilirler.

Heisenberg'in çalışması ilerledikçe, atomun mekaniği gün ışığına çıkmaya başladı.⁴⁶ Heyecan içinde, onlarca hata yaptı; çok gergindi. Heligoland'da geçirdiği o dönem için şunları yazmıştı: "Çok telaşlanmıştım. Atoma ilişkin olguların dış yüzeyinden içeriye doğru, garip biçimde güzel olan iç dünyaya baktığımı hissediyordum ve neredeyse sersemlemiştim." Heisenberg, bir gün sabaha karşı saat 3'te, yeni tekniğiyle yaptığı ilk hesaplamayı tamamladı. Uyuyamayacak kadar heyecanlı olduğundan, evden ayrıldı ve Heligoland'ın güney ucuna yürüdü, denize doğru çıkıntı yapan bir kayaya tırmandı. Orada Güneş'in doğmasını bekledi.

Göttingen'e döndüğünde, Max Born, Heisenberg'in matematiksel formüllerine baktı ve kuramının doğru olduğunu fark etti. Orada, genç kuramcı Pascual Jordan'ın da yardımıyla, üç fizikçi, Heisenberg'in kuramını, *matris mekaniği* olarak bilinen şeye dönüştürdü. *Matris mekaniği* olarak adlandırılmasının nedeni, kullanılan terimlerin, tablolar ya da matrisler biçiminde yazılmasıydı.

Heisenberg'in çalışması, kuantum mekaniğinin doğru sonuçlar veren ilk formülasyonuydu, ancak kısa süre sonra ikinci bir kuram sahneye çıktı. 1925 Noel'i yaklaşırken sıra, o dönemde Zürich Üniversitesi'nde bulunan Avusturyalı fizikçi Erwin Schrödinger'e geldi. Schrödinger, Avusturya Alplerinde resimlere konu olacak kadar güzel, karlarla kaplı küçük bir otelde birkaç haftalığına yer ayırttı ve atomların kuantum kuramı üzerinde çalışmaya koyuldu. Schrödinger'in o zaman, eşi Anny'yi şehirde bırakarak, eski bir kız arkadaşını kendisine eşlik etmesi için davet ettiği herkesçe bilinir.⁴⁷ Ancak Anny, bu durumdan şikâyetçi olacak durumda değildi. Ona

[46] Heisenberg'in Heligoland'da geçirdiği zamanlarla ilgili düşünceleri konusunda daha fazla bilgi için bkz. *Truth and Beauty: Aesthetics and Motivations in Science*, Subrahmanyam Chandrasekhar, University Of Chicago Press, 1990.

[47] Örneğin bkz. *Facts and Mysteries in Elementary Particle Physics*, Martinus Veltman, World Scientific, 2003.

göre, Schrödinger eleştirilemezdi. Anny'nin de sevgilisi vardı, bu kişi, kocasının yakın arkadaşı ve üniversiteden meslektaşı matematikçi Hermann Weyl'di.

Schrödinger, Heisenberg'inkinden tümüyle farklı bir yaklaşım kullandı. Çıkış noktası, bir yıl önce, elektronların dalgalar gibi hareket ettiğini düşünen Fransız fizikçi Louis de Broglie tarafından ortaya atılan grşt.⁴⁸ Schrödinger, Noel boyunca durmadan çalıştı, zorlandığını da gizlemedi. 27 Aralık'ta, Münih'teki Nobel dll fizikçi arkadaşı Willy Wien'e gönderdiği mektupta:

şu anda yeni bir atom kuramıyla boğuşuyorum. Keşke daha fazla matematik bilseydim! Bu konuda çok iyimserim, çözmeyi başarabilirsem çok güzel olacağını umuyorum.

Schrödinger, Zürich'e dönünceye kadar, Broglie'nin muğlak görüşünü, kuantum mekaniğinin yeni bir versiyonuna dnştrmşt. Schrödinger, Heisenberg'in anlaşılması gc matrislerinin yerine, çok daha bilinen dalga benzeri bir denklem kullandı. Kuram ilk kez fizikçilere, herhangi bir atom ya da molekül içindeki parçacıkları tanımlamak için kullanabilecekleri, kesin bir kuantum formülü verdi. O Noel'de Schrödinger'e eşlik eden kişinin, beklediği o çok romantik fırsatı elde edip edemediği gerçekten merak konusudur.

Kuantum mekaniğinin iki versiyonunun olması, yeni dönemin kötü başlamasına neden oldu.⁴⁹ Heisenberg ile Schrödinger arasındaki ilişki pek dostane değildi. Schrödinger, matris mekaniğini gördüğünde hayal kırıklığına uğradığını söyledi. Heisenberg'in Schrödinger'in –dalga mekaniği olarak da bilinen– alışması hak-

[48] Schrödinger'in, de Broglie'nin kuantum kuramı ile ilgili fikri ve formülasyonuna dayanak olması konusunda daha fazla bilgi için bkz. *It Must Be Beautiful: Great Equations of Modern Science*, Graham Farmelo, Granta, 2003.

[49] Dirac, Schrödinger'in dalga mekaniği ile ilgili ilk makalesini okudu ve beğenmedi. Heisenberg'in matris mekaniğini tercih etti ve doktora tezinde kuantum mekaniğinin genel bir formülasyonunu inşa etmek için bunu kullandı.

kındaki görüşleri de çok övgü dolu değildi: “Üzerinde ne kadar çok düşünürsem onu o kadar itici buluyorum,” dedi. Bu iki kuram, fizik dünyasını, büyük bir amaç için olmasa da, iki ayrı görüş olacak şekilde kamplaştırdı. Kuramlar, kâğıt üzerinde çok farklı görünse-ler de, özünde aynı oldukları ortaya çıktı. Bir matematikçi, birinden diğerini elde edebiliirdi. Tarih, Schrödinger’in kuramının tarafında yer aldı ve kuram, özellikle kullandığı matematik onlara çok tanı- dık geldiği için, fizikçilerin büyük bölümü tarafından benimsendi.

Tüm bu başarısına karşın, Schrödinger’in denkleminin büyük bir kusuru vardı. Denklem, Einstein’ın 1905 tarihli ve tartışmalara yol açan olağanüstü kuramı özel göreliliğin kurallarıyla uyumlu gö- rünmüyordu. Hata ciddi idi. Bu şu anlama geliyordu: Işık hızında ya da ışık hızına yakın hareket eden yüksek enerjili parçacıkları tanım- lamak için Schrödinger’in denklemini kullanmaya çalışırsanız yanıt- lar işe yaramıyordu, saçmaydı.

Kuantum mekaniğini görelilikle birleştirmek, 20. yüzyıl fiziği- nin en önemli başarılarından birisidir. Son nokta, Thomas Higgs’ten bir yıl önce Bristol Üniversitesi’nde mühendislik öğrenimi gören, İs- viçreli göçmen bir babanın oğlu Paul Dirac tarafından koyuldu.⁵⁰ Higgs, BBC’ye katılmak için Newcastle’a taşındığında, Dirac, Cambridge Üniversitesi’ne gitmek için ayrılıp kendisini, Einstein’ın ve kuantumun öncüleri Heisenberg ile Schrödinger’in çalışmaları- na kaptırmıştı.

Dirac, 1927’nin sonunda 25 yaşındayken, birçok fizikçinin bilim tarihinin en güzel denklemlerinden biri olarak kabul ettiği denkle- mi yazdı. Bu denklem, halen Westminster Abbey’deki Dirac anı-

[50] Dirac, “görelî kuantum alan kuramını” yaratmak için kuantum kuramını Einstein’ın özel göreliliği ile başarılı bir şekilde birleştirdi. Daha fazla bilgi için bkz. *Explaining the Universe: The New Age of Physics*, John Charap, Princeton University Press, 2002. Dirac’ın en kapsamlı biyografisi, Grahām Farmelo ta- rafından yazılan *The Strangest Man* adlı kitaptır (kaynakçaya bakınız).

tının üzerinde yazılıdır. Denklem, kuantum mekaniğini görelilikle uyumlu hâle getiriyordu. Denklem aynı zamanda, elektronların manyetizmaya neden olan özelliğini, yani “spin” kavramını açıkladı ve hatta gizemli bir şekilde negatif enerjiye sahip olan parçacıkların varlığını ima etti. Tuhaf bir biçimde, negatif enerjili bir parçacık kendisini yokluğu ile açığa vurur, çünkü zıt yüklü benzer bir parçacık onun yerini alır. Birkaç yıl sonra, 1932’de California Teknoloji Enstitüsü’nde fizikçi olan Carl Anderson, pozitif yüklü elektronların ya da pozitronların, şu anda *anti-madde* olarak adlandırdığımız şeylerin ilk örnekleri olduğunu keşfederek, Dirac’ın kafa karıştırıcı öngörüsünü doğruladı.⁵¹

Başarısız bir mühendis olan ve fizikçiliğe soyunan Dirac, kuantum mekaniği tarihindeki en büyük başarılarından birini elde etmişti.⁵² O dönemde Freeman Dyson, İngiltere’nin güneyinde Winchester’da yaşayan genç bir çocuktur. Yaşamının ilerleyen döneminde, Dirac’ı baş tacı etti ve keşfin ilk yıllarını şu sözlerle özetledi:

Kuantumun diğer öncülerinin önemli makaleleri, Dirac’ın makalesinden daha eksikti, daha az kusursuzca biçimlendirilmişti. Onun büyük keşifleri, gökten birbiri ardından düşen, zarıfçe yontulmuş mermerden heykeller gibiydi. Doğa yasalarını saf düşünceden sıhirlirli bir el değmişçesine çıkarmayı başarmış görünüyordu— onu eşsiz kılan bu saflıktı.

Dirac’ın çalışması, evrendeki tüm bilinen maddenin modern tanımını erişilebilir bir duruma getirdi. Fizikçilerin, elektronların ve fotonların hareketini tanımlamak için “kuantum alan kuramı” oluşturmalarını sağladı. Bugün, bilinen temel parçacıkların hepsi, kuan-

[51] Anti maddeyi, anti maddenin doğasını ve ilk kez nasıl keşfedildiğini anlatan çok sayıda kitap vardır. En son kitap *Antimatter*, Frank Close, Oxford University Press, 2009, konuya giriş için en iyi kitaptır.

[52] Higgs’e göre, Dirac “matematikte harika idi, ama pratik mühendisliğe gelince ümitsiz bir vakaydı.”

tum alan kuramının daha geniş bir biçimiyle, yani “Standart Model” ile tanımlanmıştır.

BBC için çalışmak, nerede ihtiyaç duyulursa oraya gönderilmemiz anlamına geliyordu. Peter doğduktan bir yıl sonra, Higgs ailesi Birmingham’a taşındı ve 1941 yılındaki Hayırlı Cuma bombalı saldırısından birkaç gün önce Bristol’a geri döndü. BBC, Thomas Higgs’i tekrar başka bir yere gönderdiğinde, Peter ve annesini yanında götürmedi. Peter, şehirdeki Cotham Gramer Okulu’nda ilham kaynağını bulmuştu.

İngiltere, 2. Dünya Savaşı’na girdiğinde, Peter Higgs okulda olağan biçimde babasının ayak izlerini takip etmeyi seçti. Dillere âşıktı ve en çok kimya ve matematikten hoşlanıyordu, ama fizik derslerini can sıkıcı buluyordu. Daha genç ve dinamik öğretmenlerin çoğu savaşa gitmiş, Peter ve sınıf arkadaşlarının eğitimi daha katı olan yaşlı ellere kalmıştı. Diploma sınavına girdiğinde Higgs, İngilizce, Fransızca, Latince, matematik ve kimyadan tam puan alırken, fizikte başarı gösteremedi.

Günler sabah toplantısıyla başladılar. Arka sırada duran Higgs, burada bir duvarı kaplayan panodaki okulun ölümsüzleşmiş isimlerini okuyarak zaman geçiriyordu. Bunlar, okulun en önemli mezunlarıydı. Higgs’in dikkatini çeken bir ismin, farklı şeref listelerinde birçok kez adı geçiyordu. Bu, kuantum kuramcısı ve panodaki tek Nobel ödüllü kişi olan Paul Dirac’tı. Higgs okula ilk geldiği yıl, toplantıyı yapan kişi emekli olmak üzereydi, ama Dirac son sınıf öğrencisiyken o yeni müdür olmuştu.

Higgs, Dirac’tan büyüldü. Higgs’in fiziğe tutkusunu, kuantum mekaniğinin kurucu babaları arasında en fazla ateşleyen Dirac oldu. İngilizce öğretmeni, daha fazla okumasını, özellikle de Cambridge’li fizikçi Arthur Eddington, kozmolog James Jeans ve Albert Einstein’ın popüler kitaplarını okumasını tavsiye etti.

Eddington'un öykülerinden biri, Higgs doğmadan on yıl önce, 29 Mayıs 1919'da başladı.⁵³ Eddington, muhteşem bir plan yapmıştı. Doğanın, Einstein'ın, büyük cisimlerin uzayı eğrilterek çekim yaratığını söyleyen genel görelilik kuramını test etmenin bir yolunu sunduğunu fark etti. Eddington, hemen Afrika'nın batı sahili açığındaki ufak Principe adasına yelken açtı ve tam Güneş tutulmasına tanıklık etmek için oraya tam zamanında vardı.

Güneş, Güneş Sistemi'ndeki tüm cisimlerin toplamından daha fazla kütleye sahipti. Öyle olmasaydı gezegenler başka bir gök cisminin yörüngesinde dönerlerdi. Eddington, Güneş gerçekten uzayı eğriltiyorsa, bu etkinin kendisini, Ay Güneş'i kısa bir süre gizlediğinde gözle görülür hâle gelen, yıldızların alışıldık konumlarında değişim olarak göstereceğini fark etti.

Elbette yıldızlar hareket etmemişti, ancak Güneş'in çevresindeki eğri uzayı izleyerek onlardan gelen ışık, onların hareket etmiş gibi görünmesine neden oldu. Eddington'un gözlemleri, bir sonraki yıl yayımlandı ve Einstein'ın kuramına ikna edici ilk kanıt olarak tüm dünyada manşetlere taşındı.

Higgs, doymaz bir şekilde okuyordu. Einstein, Eddington ve diğerlerinin anlattığı öyküler, hayal gücünü etkiledi. Okulda öğrendiği fizik, bunlarla karşılaştırıldığında sıkıcıydı. Higgs, tüm iyi işlerin, müfredatın dışında bırakılmış olduğunu düşündü.

Savaş yılları, savaşın sonucunu doğrudan etkileyen bir şekilde, bilimin entelektüel manzarasını yeniden şekillendirdi. Nazizm'in yükselişi karşısında Yahudi bilim insanları işlerini kaybetti ya da iş

[53] Bkz. "Verifying the theory of relativity", S. Chandrasekhar, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Haziran 1975 içinde. Higgs Londra'daki King's College'de öğrenciliğe başladığında, Eddington'un bir " atlak" olduğuna karar vermişti. Eddington'un, kendisinin temel kuramı olarak bilinen, kuantum kuramını görelilik ve kütleçekimle birleştirme girişimi, Higgs tarafından "tam bir saçmalık" olarak tanımlanmıştı.

bulmak için başka ülkelere gittiler. Bu durum, fiziğin Kopenhag, Göttingen ve Berlin'deki Avrupa güç merkezlerini fiilen yıktı. Diğer bilim insanları da kaçtı. Einsteinlar, New Jersey'de Princeton'a taşındı, Max Born Cambridge'e gitti ve daha sonra Edinburgh Üniversitesi'ne yerleşti; Niels Bohr, bir RAF bombardıman uçağının bölmesinde İngiltere'ye kaçırıldı ve oradan Amerika'ya gitti.⁵⁴ Erwin Schrödinger, Oxford Üniversitesi'ne yerleşmeyi umuyordu, ancak aynı anda iki kadınla birlikte yaşama arzusunu hoş görmeyen üniversite yetkilileri tarafından önu kesildi. Bavyera'nın kuzeyinde Würzburg'da doğan Heisenberg, Almanya'da kalmayı sürdürdü ve daha sonra Berlin'de Kaiser Wilhelm Enstitüsü'nün yöneticisi oldu.

Temel fizik araştırmaları, savaş nedeniyle fiilen askıya alındı. Çatışmanın her iki tarafında bilim insanları, savaşa yardım edecek teknoloji projelerine yönlendirildi. Almanya füze bilimini, İngilizler radarı geliştirdi. Bilgi işlem, şifre kırıcı algoritmalar üzerinden ilerlerken, kitlesel olarak üretilmeye başlanan penisilin cephede sayısız hayatı kurtardı.

Savaş boyunca bilim insanları, *nükleer fisyon* adı verilen deneysel bir teknikle ilerleme kaydetti. Fisyon tepkimeleri, uranyum gibi kimi maddelerin atomlarını parçalayarak enerji açığa çıkarır. Hem müttefikler hem de mihver devletleri, ustalıkla yapılırsa zincirleme tepkime yaratmanın ve yıkıcı bir patlamada sayısız atomdan devasa miktarda enerji açığa çıkarmanın mümkün olduğunu biliyordu.

Paul Dirac, savaşı Cambridge'de, Isaac Newton'un 250 yılı aşkın bir süre önce ve Stephen Hawking'in 40 yıl sonra yaptığı gibi, Lu-

[54] Danimarkalı balıkçıların yardımı ile Niels Bohr bir RAF moskito (sivrisinek) bombardıman uçağı ile Danimarka'dan gizlice kaçırıldı ve İngiltere üzerinden, ABD'nin atom bombası yapma çalışmalarını oluşturan Manhattan Projesi'ne katılmak için Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'na götürüldü. Olay hakkında bilgi ve Bohr hakkında daha fazla bilgi için bkz. *Thirty Years That Shocked Physics*, George Gamow, Dover Publications, 1985.

casian Matematik Profesörü olarak geçirdi. Dirac, New Mexico'da Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'nda Robert Oppenheimer'in öncülüğündeki Amerikan atom bombası yapma çalışması olan Manhattan Projesi'nde kullanılan, uranyumdan nükleer silah yapmakla ilgili gizli teknikler üzerinde kısa bir süre çalıştı. Dirac yine de askeri araştırmadan çoğunlukla kaçındı ve bunun yerine Cambridge'de akademisyen olmanın zorluklarıyla boğuştu. Dirac'ın savaş dönemindeki baş belalarından biri, yaramaz ama parlak bir öğrenci olan Freeman Dyson'dı. Dyson, hava akınlarına karşı uygulanan karartmalar sırasında üniversite binalarının çatılarına çıkarak kendi kendine eğleniyordu. En favori sporu, Dirac'ı sayısız soru bombardımanına tutmaktı. Hatta bir seferinde Dirac, Dyson'ın sorularından birine yanıt bulmak için dersi yarıda bırakmak zorunda kalmıştı.

Fisyon fiziği, savaş çıkmadan neredeyse bir yıl önce, 1938'de geliştirilmişti. Berlin'de Otto Hahn liderliğindeki Alman bilim insanları, uranyumu nötron demetleriyle patlattı ve atomların daha hafif iki elemente ayrıldığını keşfetti.⁵⁵ Tepkime, enerjinin yanında, daha fazla sayıda nötron da açığa çıkardı. Bilim insanları, bu nötronların, daha fazla uranyum atomunu parçalamak için kullanılabileceğini ve bunun da tekrar daha fazla nötronu açığa çıkarabileceğini düşündü. Tepkimede her bir adım, daha da çok enerji açığa çıkardı.

Hahn'ın çalışması, birkaç yıl önce İtalyan fizikçi Enrico Fermi'nin Roma'da yaptığı deneyler üzerine inşa edilmişti. Fermi, laboratuvara uranyum üzerine nötronları göndererek radyoaktif elementler meydana getirebileceğini keşfetti. Bununla birlikte, gördüğü kadarıyla, deneylerinden hiçbirisi uranyumun fisyonuna neden olmadı. O dönemde, birçok fizikçi, nötronların, atomu daha hafif iki elemente

[55] Fisyon konusundaki çalışmaların çoğunu Hahn, meslektaşları Lise Meitner ve Fritz Strassman ile birlikte yaptı. Daha fazla ayrıntı için bkz. *The Harvest of a Century: Discoveries in Modern Physics in 100 Episodes*, Siegmund Brandt, Oxford University Press, 2009.

ayıramayacak kadar zayıf olduğunu düşünüyordu. Aksine, nötronlar atomların içinde sıkışıyor ve onları ağırlaştırıyordu. Fermi, “Çekirdek tepkimeleri sonucu oluşan radyoaktivite” konusundaki çalışmasından ötürü 1938 yılında Nobel ödülüne layık görüldü. Aynı yıl, o ve Yahudi karısı Laura, Benito Mussolini’nin faşist rejiminden kaçmak için İtalya’dan ayrıldı ve New York’a gitti.

Fermi Amerika’ya vardığında Manhattın Projesi’ne katıldı. Projede, göze çarpmayacak bir biçimde adlandırılan Chicago Metalurjik Laboratuvarı’na atandı ve şehirdeki üniversiteye ait eski stadyumun altında bir nükleer reaktör inşa etmekle görevlendirildi. 2 Aralık 1942’de, Ulusal Savunma Araştırma Komitesi’nin Başkanı James Conant’a, Chicago laboratuvarının yöneticisi Arthur Compton’dan bir telefon geldi. Compton’un, Fermi’nin gösterdiği gelişmeyle ilgili haberleri vardı. Compton “İtalyan kılavuz biraz önce yeni dünyaya iniş yaptı,” dedi. İmalî benzetme yalnızca tek bir anlama gelebilirdi: Fermi’nin reaktörünün, atomun enerjisini açığa çıkaran bir zincirleme tepkimeyi başardığı. Nükleer enerji çağı başlamıştı.

Bir sonraki yıl, Freeman Dyson, Buckinghamshire kırsalında, tepedeki bir ormanda kırmızı tuğlalı binalar yığına yerleşmiş RAF Bombardıman Uçakları Komutanlığı’nın Operasyonel Araştırma Bölümü’nde çalışmak için Cambridge’den ayrıldı. Dyson, yakındaki bir köye yerleşti ve her sabah işe gitmek için bisikletle yaptığı sekiz kilometrelik yolculuğu sırasında, kimi zaman patronu Sir Arthur “Bombacı” Harris’i hızla işe götüren bir RAF limuzini geçiyordu. Dyson’ın işi, Almanya’nın eski şehirlerine devasa ölçüde zarar verebilecek ateş fırtınaları yaratmak için yapılan bombardıman seferlerini daha etkili ve güvenli hâle getirmektir. Daha sonra hayıflandığı çalışma, onu “bir sonraki yüz binlerce insanı daha ekonomik biçimde öldürme” konusunda uzmanlaştırdı.

Almanya'nın teslim olduğu haberleri İngiltere'ye ulaştığında, Higgs on altısına gireli haftalar olmuştu. Başbakan Winston Churchill Londra'da başbakanlık bürosu olarak kullanılan 10 Numara'lı evdeki kabine odasından, kendine özgü dramatik tavrıyla ateşkes ilan edildiğini duyurdu. Ama açıklaması  l l yd . "Kendimize kısa bir sevinç dönemi ayırabiliriz, ancak bir an için bile bizi bekleyen zahmeti ve çabayı unutmamalıyız. Japonya, tüm hainliği ve ağ zl l ğ yle, dizginlenmemiş hâlde duruyor," dedi. Bristol'de ve ülkenin geri kalanında sokak partileri yapıldı. Barlarda bira kalmadığında, kutlamalar, kırmızı, beyaz ve mavi giysili insanların gecenin geç saatlerine kadar yakılan ateşlerin etrafında şarkı söylemesi ve dans etmesiyle sürdü.

Üç ay sonra savaş, teknolojinin korkunç şovuyula sonlandırıldı. 6 Ağustos 1945 sabahı, Amerikan bombardıman uçağı Enola Gay, Japonya'nın en büyük adası Honşu'daki liman kenti Hiroşima'nın üzerine 3 bin 184 kiloluk yükünü bıraktı. Düşmesi kırk üç saniye süren bomba, kentin 610 metre üzerinde patladı. Bombanın içinde, önce kuyruk kanatlarına yakın küçük konvansiyonel patlayıcı patladı. Patlama, zenginleştirilmiş uranyum topağını bir bidonun içinden aşağı doğru bombanın burnu yakınındaki bir diğer uranyum topağına doğru fırlattı.  kisi karşılaştığında, bir tetikleyici, nötronları uranyuma enjekte etti, bu da zincirleme tepkimeyi tetikledi.  lk nötronlar, birkaç uranyum çekirdeğini parçaladı, bunlar da süreç içinde daha fazla nötronu serbest bıraktı. Bu nötronlar diğer çekirdeği parçaladı ve daha da fazla nötronu serbest bıraktı. Tepkime hız kazandıkça, bomba gökyüzünde kendisini paralayana kadar devasa miktarlarda enerji açığa ıktı. Enola Gay, patlamayla sarsıldığında olay yerinden yaklaşık 19 km uzaktaydı. Dakikalar sonra karadan yükselen şokun yansımaları olan ikinci çok dalgası vurdu ve mürettebat duruma bakmak için geri döndü. şehir, yükselen mantarsı bir bulutla örtülüydü.

Saldırı haberleri, günün ilerleyen saatlerinde, o yıl daha önce yakalanan ve Cambridge'in dışında Farm Hall'da enterne edilen Alman bilim insanlarına ulaştı. Aralarında Otto Hahn ve Werner Heisenberg de vardı. Hahn teselli edilemez hâldeydi. Kendisini yüz binlerce kişinin ölümünden sorumlu hissediyordu. Nükleer fisyon üzerine çalışmasının potansiyelini fark ettiğinde intiharı düşündüğünü itiraf etti. Gizlice dinlenen konuşmaların deşifreleri, çalışmaları bombayı mümkün kılan diğer bilim insanları arasındaki güvensizlik ve korkuyu gözler önüne serer.⁵⁶

Werner Heisenberg, haberleri kuşkuyla dinledi. Bombayı yapmanın yıllar süreceğini ve haberin propaganda olduğunu düşünüyordu. Ancak, ihtiyaç duyulan kritik uranyum kütlesini hesaplarken temel hatalar yapmış ve bu nedenle bombayı çalıştırmanın zorluğunu abartmıştı. Hiroşima'ya atılan bomba, içindeki uranyumun yalnızca bir kilosunun ya da yüzde ikisinin enerjisini açığa çıkardı, ancak bu, şehrin birkaç kilometrekaresini yıkmak ve on binlerce kişiyi öldürmek için yeterliydi.

Farm Hall'daki tartışmalar, çalışmalarının sonuçlarını anladıklarında bilim insanlarının akıllarından ne geçtiğini gösterir. Otto Hahn, bir diğer Alman bilim insanı Walter Gerlach'ı, "Uranyum bombasını yapmadığımız için mi üzgünsün? Diz çöküp uranyum bombasını yapmadık diye Tanrı'ya şükrediyorum," diyerek rahatlamaya çalıştı. Gerlach, "Gelişmesini engelleyemezsin. Bombayı düşünmekten korkuyordum, ama onu geleceğin olayı olarak ve bombayı kullanmakla tehdit eden kişinin her şey elde edeceğini düşündüm," yanıtını verdi.

[56] Enterne edilen fizikçilerin arasındaki olağanüstü ve çoğunlukla da dokunaklı konuşmaların tutanakları şu kitapta toplanmıştır: *Operation Epsilon: the Farm Hall Transcripts*, Charles Frank, University of California Press, 1993.

Freeman Dyson, 1980'de bir televizyon belgeseli için yaptığı söyleşide, bomba konusundaki karmaşık duyguları hakkında karakteristik biçimde açık sözlü davrandı:

Nükleer silahların şaşaasını hissediyorum. Bir bilim insanı olarak o noktaya gelerseniz, bu karşı konulamaz bir şeydir. Onun ellerinizde olduğunu hissetmek. Yıldızları ateşleyen enerjiyi salmak. Onun sizin emirlerinizi yerine getirmesine izin vermek. Ve bu mucizeleri gerçekleştirmek, milyonlarca ton kayayı gökyüzüne savurmak, bu insanlara sınırsız g kuruntusunu veren bir şey ve bir şekilde tüm sorunlarımızın sorumlusu diyebilirim. Bu, zekalarıyla ne yapabileceklerini gördüğünde insanları alt eden 'teknik kibir' olarak adlandırabileceğiniz şey.⁵⁷

Hiroşima ve ardından Nagazaki'nin bombalanması, Peter Higgs'in desteklediği, Bristol niversitesi'nde bir atom bombası bilimi ve nükleer fisyon konusundaki fizik dersleri furyasını başlattı.

Bazı ğrenciler, kendi konularının tarihin seyri üzerinde sahip olduğu etkiden bylendi. Diğerleri ise iğrendi. Higgs, daha sonra "Japonya'ya atılan bombalar, ya insanları kuramsal fiziğe yöneltti ya da kitleler hâlinde uzaklaşmalarına neden oldu. Neler olup bittiğini o zaman öğrenmeye başladım. Ondan sonra da, silahlarla ilgili olan her şeyden uzak durmaya karar verdim," dedi.

Fizik, savaşın sonunda yeni bir gözle görülmeye başlandı. Savaş, şüpheye yer bırakmayacak bir şekilde, bu alandaki keşiflerin her kavşakta olayların gidişatını etkilediğini ortaya koydu. Yavaş olmanın, bir keşif yapmak ya da bunu kendi çıkarına kullanmakta başarısız olmanın bedeli çok açıktı. Uluslar kendilerini yeniden inşa ederken, fizikçiler baş tacı edildi. Şimdi, yeni kuşak fizikçiler için kuantum dünyasına daha derinlemesine girmenin ve kütlenin kökenini keşfetmenin zamanıydı.

[57] Freeman Dyson. Robert Oppenheimer'in yaşamı ve çalışmaları ile ilgili bir belgeselde aktarıyor.

3. Bölüm

Yetmiş Dokuz Satır

1950 yılı Mayıs ayında bir öğleden sonra, saat beşte Peter Higgs Londra'daki King's College (Üniversite) Maxwell Topluluğu'nun düzenlediği bir toplantıda yaptığı konuşmayla, ondan sonra asla durmayacak bir tartışmayı başlattı.⁵⁸ 20 yaşındaki Higgs, topluluğun öğrenci başkanı idi. Her hafta yapılan toplantılarda, üniversitede verilen dersler dışında kalan bilimsel konularda tartışmalar yapılırdı. Higgs bilim insanlarının gerçekten de doğa yasalarını bilmeyebileceklerini soruyordu. Kendisi bilebileceklerinden pek de emin değildi.

Başka herkes gibi, bir bilim insanının dünya algısı da yaşam boyu edindiği deneyimlerin toplamına dayanır. Bu deneyimler, bizim duyularımız beynimize dünyada ne olup bittiğini söylediği zamanlarda oluşur. Olayların olduğunu görürüz, çıkardıkları sesleri duyarız, hareketlerini hissederiz, kokularını alırız, onları tadarız. Beynimiz bütün bu duyuşsal verileri alır ve bunlardan bir dünya inşa eder. Bu bizim kendi kişisel, gerçeklik görüşümüzdür.

[58] Bu, Higgs'in dernekte yaptığı başkanlık konuşmasıydı. Toplantının tutanakları Londra'daki King's College arşivindedir.

Bilim, gerçeklik içinde örüntüler (pattern) bulma sanatıdır. Güneş gökyüzünde hareket ederken gölgeler nasıl düşer? Işık bir prizmadan geçerken ne yapar? Dştğnz zaman hağı yöne yuvarlanırsınız? Bilimsel deneyler bu örüntüleri ortaya çıkarmak için tasarlanır. Deneylerde tekrar tekrar aynı sonuçlar çıkarsa bu örüntü önemli olabilir; bir doğa yasaını ortaya çıkarabilir.

Higgs'in bu konudaki endişesi basitti. Bilim insanları yaptıkları gözlemlerin gerçek olduğundan nasıl emin olabilirler? Duyularımızın bize fiziksel dünyanın aslına sadık bir değerlendirmesini verdiğinden emin miyiz? Beynimiz deneyimlerimizden dünyanın doğru bir resmini oluştururken hatasız bir iş mi yapar? Higgs, böyle olduğuna inanmanın, bir mantık değil, inanç işi olduğunu söylüyordu. Aklımız bizi yanıltabilir. Belki de bir deney yaptığımızı hayal ederiz, ama bunun gerçek olduğunu düşünebiliriz. Yanıltılabiliriz ve olmayan şeyleri görebiliriz. Gerçeklik içindeki bir örüntü, bir doğa yasaı gibi görünebilen bir şey, imgelemin oyunundan başka bir şey olmayabilir.

O ğleden sonra yapılan toplantının tutanakları, Londra'daki King's College arşivindeki şarap rengi bir kitabın sararan sayfalarına düzgün bir yazıyla, siyah mürekkeple kaydedilmiş durumda. O günün kayıtları Higgs'in iddiasını nasıl ortaya koyduğunu tarif ederek başlıyor ve ardından toplantı odasındaki ğretim yeleri ve öğrencilerin tepkileri anlatılıyor. Kayıtta, "bu noktanın (iddianın) dikkate değer bir tartışma yarattığı" belirtiliyor. Higgs'in sorusu filozofların aşına olduğu bir soruydu. Modern bilimin ilk zamanlarında, 17. Yüzyıl Fransız filozofu Ren Descartes iki büyük sorun üzerinde çalışıyordu: ne(yi) bilebiliriz ve bunu nasıl bilebiliriz? Ren Descartes kendi argümanını, ortada kendisini şeytani akıl oyunları ile kandırmak isteyen bir şeytanın olduğunu varsayarak şekillendirdi. Eğer durum buyrsa, o hâlâ gerçekten emin olarak neyi bilebilirdi? şeyta-

nın onu inanmaya kandıramayacağı şey neydi? Descartes bunu tekil bir yanıtla indirgedi. Bizim emin olarak bilebileceğimiz tek şey şudur: eğer düşünüyorsak, o zaman varız: *cogito ergo sum*.⁵⁹ Düşünüyorum, öyleyse varım.

Descartes burada dursaydı, bizi iç karartıcı ve تنها bir dünya ile baş başa bırakırdı. Ama durmadı. Descartes sorunu tersine çevirdi. Ya, dedi, bize gerçek olan duyular ve bunlara denk beyinler veren müşfik (iyiliksever) bir Tanrı varsa ne olur? O zaman gerçeklik (le ilgili) görüşümüzün doğru olduğundan kesinlikle emin olabilirdik. Eğer Tanrı iyi ise duyularımıza güvenebilir ve gördüğümüz dünyanın var olan dünya olduğunu bilerek mutlu oluruz. Higgs bu ikilemden kurtulmak için Tanrı'nın yardımını aramadı. Çok sayıda insan aynı deneyi bağımsız olarak yapıp kesinlikle aynı yanıtları alırsa çok daha mutlu olacağını söyledi. Higgs'in arkadaşı Michael Fisher de dinleyiciler arasındaydı ve elini kaldırdı. Fisher, kendi dünyasında yanıtlar aradığını ve bunu kendi başına yapabileceğini söyledi. "Kendi duyularıma güvenmek zorundayım," dedi. Toplantı bir çıkmaza girdi ve böyle sona erdi.

Maxwell Topluluğu, Higgs'in okula girişinden yaklaşık 80 yıl önce King's College'de kendi ışık teorisini yazan James Clerk Maxwell'in anısına bu adı almıştı. Topluluk 2C odasında toplanırdı. Bu oda, İngiltere'de gaz lambasıyla aydınlatılan ilk oda olmasının yanında, nükleer bilimci Alan Nunn May'in 1946'da Sovyet casusu olduğu suçlamasıyla gözaltına alındığı sırada ders verdiği odaydı da aynı zamanda. Hiroşima ve Nagazaki'nin bombalanmasından bir ay önce, Nunn May ilişkide olduğu Sovyet casusuna küçük miktarda, silah yapımında kullanılabilecek nitelikte uranyum ve daha sonra da Japonya'ya atom bombasının atılmasının detaylarını vermişti. Karşılığında da 200 dolar para ve bir şişe viski almıştı.

[59] *Tekbencilik* (solipsism) ve Descartes'in felsefi düşünceleri için, örneğin bkz. *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, Bertrand Russell, Routledge, 2009.

Maxwell Topluluğu, sık sık misafir konuşmacılar çağırırdı. Bu konuşmalar Higgs için niversite yaşamının kaçırılmayacak anlarıydı. Aynı niversiteden kısa süre önce mezun olan Arthur C. Clarke da gelmiş ve gezegenler arası seyahat konusunda bir konuşma yapmıştı.⁶⁰ Atmosferin st tabakalarından biri olan iyonosferi, bu tabakaya radyo dalgaları gönderip geri yansıtarak keşfettiği için Nobel dl alan Sir Edward Appleton da katıldığı bir toplantıda, dünya dışı varlıkların gönderdiği sinyalleri yakalama olasılıklarını tartışmıştı. Üniversitenin ilk kuramsal fizik profesörü Charles Coulson da bir toplantıda fiziğin geleceğini tartışmış ve telepati gibi beklenmedik bir şey olmadıkça, bilim insanlarının fizikle ilgili her şeyi on ya da yirmi yıl içinde bilebilecekleri sonucuna varmıştı.

Higgs 17 yaşında iken bir yıllık bir yoğun matematik bursu ile St. Paul Katedrali yakınındaki City of London School'a gitti. Higgs, Oxford ya da Cambridge'e gitmeye can atmayan tek öğrencinin kendisi olduğunu düşünüyordu. Higgs ailesinde Oxbridge'e (Oxford ve Cambridge) karşı bir tutum vardı ve bu tutum Higgs'e de geçmişti. Higgs'in dediğine göre, "Babası birkaç yıl geçirmek için Oxbridge'e giden çok ğrenci olduğunu düşünüyordu. Bu niversiteler, gidip zamanlarını boşa harcamak isteyen avare zenginlerin çocukları ve öğretmenleri için iyiydi, ama niversite konusunda ciddiyseniz, başka bir yere giderdiniz."

Higgs niversitede okurken evinde yaşamak istiyordu. South Kensington'daki Imperial College'i, bu okulun yalnızca fen bilimleri alanında ders vermesi nedeniyle elledi. Bloomsbury'deki University College'e ve ardından King's College'e fizik öğrenimi görmek için başvurdu. University College'den bir yanıt alamayınca, Thames

[60] Bilimkurgu yazarı, King's mezunu idi ve Higgs kayıt olmadan birkaç yıl öncesine kadar üniversitede çalıştı. Gezegenler arası seyahat fikirleri ile zamanında çok dalga geçilmiştir.

Nehri'nin hemen kıyısındaki Strand yolu üzerindeki heybetli binalar dizisine yerleşmiş olan King's College'den gelen teklifi kabul etti.

Higgs bilimsel deneylerde yetenekli biri değildi. Bunu hem kendisinin hem de laboratuardaki çalışma arkadaşlarının anlaması çok uzun sürmedi. Aletlerle saatlerce uğraşıyor ve bir türlü deneye başlayamıyordu. Bir deneyde, bir teknisyen kendisine acıyıp, barometrenin tepesine yapıştırılmış plastik tıpayı çıkarmasını söyleyene kadar, barometreyle bir ölçüm yapmayı becerememişti. Bir defasında 1909'da yapılmış klasik bir "milikan" deneyini tekrar etmeye çalıştı. Bu deneyde elektrik yüklenmiş yağ damlaları bir elektrik alanı kullanılarak havada asılı durduruluyordu, ama Higgs tek bir damlayı bile havada tutamadı.

Higgs'in King's College'e başladığı yıl, Freeman Dyson bir rüyasını gerçekleştirmişti. Dyson, İngiltere'nin savaş sonrası bitkin düşmüş hâinden bıkmıştı ve Amerika'nın canlı iyimserliğine özlem duyuyordu. 23 yaşında kararını verdi ve New York eyaletindeki Cornell Üniversitesi'nde, Manhattan Projesi'nin kuramsal bölümünü yönetmiş olan Hans Bethe'nin yönetimi altında çalışmak için New York'a hareket etti.

Cornell'de Dyson kısa sürede kendisini, kuantum fiziğinin ilerlemesini engelleyebilecek ciddi bir problemle boğuşurken buldu. Problem, atomlar ve elektronların ışığı nasıl soğurup yaydıklarını açıklayan bir kurama duyulan ihtiyaçla ilgiliydi. Bu kuram bütün farklı parçacıklar ve bu parçacıkların kuantum mekaniği çerçevesindeki etkileşimlerini açıklamaya çalışan, büyük ve devam etmekte olan bir çabanın parçasıydı.

Problemin kalbinde, fizikçilerin fotonları ve elektronları tanımlamak için oluşturdukları kuantum alan teorisindeki bir hata (kusur) vardı. Kuantum elektro-dinamiği olarak bilinen kuram, belirli koşullarda işe yaramıyordu.

Robert Oppenheimer 1930'da 16 yaşındayken bu kusura dikkat çekmişti, ama araya savaş girince problem bir kenara konmuştu. Oppenheimer bir elektron bir ışık parçacığı salıp hemen geri soğurduğunda ne olacağını ortaya çıkarmak için kuantum alan kuramını kullanıyordu. Bu bir tenis topunu havaya atıp hemen tutmanın elektronik olarak aynısıydı. Tenis topunu atınca enerji kaybedersiniz, ama top düşerken yakalarsanız enerji kazanırsınız.

Bir tenis topunu atıp sonra da tutmak için kullanılan enerji miktarı bir insan için herhangi bir sorun yaratamayacak kadar küçük miktardadır, bir ışık parçacığını salıp (yayıp) sonra da soğurmak ise bir elektronu mahvedebilir. Doğa ışık parçacığının ne kadar enerjiye sahip olacağına bir üst sınır koymaz ve elektronlar her zaman bu “sana fotonlardan” sayısız miktarda yayabilir. Oppenheimer bu anlık fotonların bir atomun enerjisinde sonsuz değişimlere neden olabileceğini belirledi. Ama bu olanaksızdı ve bunun tek anlamı kuramda çok yanlış giden bir şeyin olmasıydı. Kuram kaba bir kılavuz olarak fena değildi, ama bu kadar, başka da bir işe yaramıyordu.

Dyson'un birlikte çalışmaya başladığı fizikçilerden birisi Richard Feynman'dı. Feynman, çıkmaza girmiş kuantum alan kuramını kurtarmaya kararlı, kendine güvenen ve zeki bir New Yorkluydu.⁶¹ Feynman 1947'de, bir elektron etrafında ortaya çıkan bütün ışık parçacıklarını ve her bir ışık parçacığını tek tek düşünmek yerine, geri çekilip, onları daha çok bir enerji bulutu olarak düşünmenin daha iyi olduğunu far ketti. Bunu yaparsanız, elektronun kütesini ve elektrik yükünü, foton bulutunun etkilerini hesaba katarak yeniden tanımlayabilirsiniz. Feynman bu konuyu matematik olarak hesapladığında, kuramı yolundan saptırma tehdidinde bulunan can sıkıcı sonsuzluklar kayboldu.

[61] Feynman hakkında birkaç mükemmel kitap yazılmıştır. Kendisinin *renormalizasyon kuramına* giden olayları yeniden anlatması konusunda, 11 Aralık 1965'de yaptığı Nobel ödülü konuşmasının üstüne yoktur.

Feynman'ın çalışması, daha sonradan “renormalizasyon” olarak adlandırılacak kavram için hayati öneme sahipti. Bu, fizikçilerin kuantum elektrodinamiğini sağlam bir temele oturtmak için ihtiyaç duydukları büyük buluştu. Bu, kuramın yalnızca yavaş hareket eden, düşük enerjili parçacıklar için değil, parçacıkların ışık hızında ya da ışık hızına yakın hızlarda hareket ettikleri yüksek enerjiler için de geçerli olduğu anlamına geliyordu. Feynman'ın çalışmasının bütün dünyadaki üniversitelerin fizik bölümlerinde kutlamalar başlatması gerekiyordu; ama ortada bir sorun daha vardı. İki fizikçi daha, kuramın yarattığı krizi, daha radikal yöntemlerle çözmüşlerdi. Fizikçilerden birisi Harvard Üniversitesi'nden Julian Schwinger, diğeri ise Tokyo Üniversitesi'nden Sin-Itiro Tomonaga idi. Tomonaga, problemi savaş sırasında çözmüştü, ama bu haberin Batı'ya ulaşması yıllar almıştı. Durum Heisenberg ve Schrödinger'in 1920'lerin sonunda kuantum mekaniği için iki rakip formülasyon geliştirdikleri zamanki durumun bütün çirkinliklerine sahipti.

1948 yazında, Dyson ve Feynman New York'tan New Mexico'daki Albuquerque'ye gitmek için yola çıktılar. Yol boyunca fizik konuştular, otostopçuları arabalarına aldılar, bir genelevde gecelediler (yerel otellerin tümü doluydu ve onlar da tek sığınabilecekleri bu yeri seçmek zorunda kalmışlardı) ve New Mexico'ya vardıklarında aşırı hızdan dolayı polisle başları derde girdi. Feynman bir kızın peşindeydi.⁶² O, kızı aramak için ayrıldığında, Dyson tek başına yolcuğuna devam etti.

Dyson Amerika'yı keşfe çıktığı bu seyahatinde, kentlerin en kenar mahallelerindeki terminaller arasında çalışan külüstür otobüslerle yolculuk ediyordu. Birkaç hafta sonra kendisini California'da

[62] Bunun Feynman'a saygısızlık gibi bir amacı yoktur. Feynman'ın ilişkileri ve evlilikleri ile ilgili değerlendirmelerde bolca bağlılık ve şefkat vardır. Daha fazla bilgi için bkz. *The Great Physicists*, William Cropper (Kaynakçaya bkz.).

buldu ve oradan evine dönmek için yine külüstür bir otobüsle uzun bir yolculuğa ıktı. Nebraska'nın ortalarında bir yerde otobüs camından dışarı boş boş bakarken, Dyson aniden bir şeyi fark etti. Fizik, haftalardır aklından çıkmıştı, ama fikirler aklına bir sel gibi doldu. Feynman, Schwinger ve Tomonaga'nın çalışmalarını yeni bir açıklıkla görebildi. Bu alışmalar birbirinden çok farklı grnmşlerdi, ama Dyson aslında bunların aynı şeyi birbirinden radikal olarak farklı biçimlerde söylediğini fark etti. Dyson'ın fikirlerini yazmak için kalemi ve kâğıdı yoktu, ama bunlara ihtiyaı da yoktu. Kafasında, bu üç kuramın nasıl tek bir kuramda birleştirilebileceğini görmüştü. Dyson, Cornell'e geri döndüğünde, fikrini tümüyle gözden geçirdi ve işe yaradığını gördü. 1949'da çalışmasını yayınladığında bir sansasyona neden oldu.

Bilim dşe kalka, bir problemden diğerine yalpalayarak ilerler; bu problemlerin sonu da yoktur. Dyson'ın çalışması, temellerini Maxwell'in elektromanyetizmanın alan kuramının attığı ve fizikteki her buluşla gelişen büyük bir yapının zirvesini oluşturdu. Dyson'ın çalışması da bu yapıdaki yerini alınca, bilim insanları nihayet evrendeki en önemli parçacıkların bazılarının, elektron ve fotonların davranışlarını açıklayan tümüyle işe yarar bir *kuantum alan kuramına* sahip oldular. Feynman kuantum elektrodinamiğinden (Quantum Electrodynamics – QED) o kadar etkilendi ki, ona *fiziğin mücevheri* adını verdi.

Kuantum elektrodinamiğinin zor elde edilen başarısı, yüzyılın geri kalanında kuramsal parçacık fiziğinin izleyeceği yolu belirledi. Bilim insanları gözlerini, atom çekirdeğindeki atomaltı yapı taşları gibi diğer parçacıkların davranışlarını da açıklamak için kuantum alan kuramını genişletmeye diktiler. Kuantum alan kuramları, dünyanın farklı alanların çeşitliliğinden oluştuğunu varsayar. Bu alanların kuantası, maddeyi oluşturan ya da maddeler arasındaki kuvvetle-

ri taşıyan parçacıklardır. Elektron, elektron alanının kuantumudur. Işık parçacıkları ya da fotonlar, elektromanyetik alanın kuantasıdır ve elektromanyetik kuvveti taşırlar.

Bu sıralarda, Peter Higgs Londra'da, üniversitenin son sınıfındaydı. Deney yaparken sık sık yaşadığı ümitsiz durumlar, onu geleceğinin kuramsal fizik alanında olduğuna ikna etmişti. Kararı şanslı bir zamana denk geldi: King's College yeni bir kuramsal fizik dersi açmış, o yıl dersi alan ilk ve tek kişi de Higgs olmuştu. Akademik yılın sonuna gelindiğinde, fizik bölümü bir sorunları olduğunu fark etti. Higgs için bir sınav hazırlamaları gerekiyordu, ama hiç kimse ona hangi soruları soracağını bilmiyordu; çünkü daha önce hiç kuramsal fizik sınavı yapmamışlardı. Profesörlerden birinin aklına harika bir fikir geldi. En önemli akademik dergilerden birinde daha yeni yayımlanmış bir fizik makalesi buldular. Higgs'in okumak bir yana, dergiyi bile görmemiş olduğunu bildikleri için, makaleyi bir soru şeklinde yeniden yazdılar ve Higgs'e sınav sorusu olarak verdiler.

Bu olayın üzerinden 50 yıldan fazla bir zaman geçtikten sonra, Londra'da Royal Society'de Michael Fisher ile görüştüm. Maryland Üniversitesi'nin seçkin profesörlerinden Fisher, sanki gelirken Savile Row'a⁶³ uğramış gibi tertemiz giyinmişti. Samimi, dikkatli cümlelerle konuşan ve anılarını hatırlamaya çalışırken yüzüne geniş bir gülümseme yayılan tıknaz birisiydi. Higgs ile Maxwell Topluluğu'nda yıllar önce yaptığı felsefi tartışmaları zar zor hatırlamasında şaşılacak bir şey yoktu, ancak üniversite arkadaşları ömür boyu arkadaş olur. Bana Higgs'in son yıl girdiği sınavı anlattı. Peter sınav bitip kâğıdını teslim ettiğinde, soruyu düzenleyen profesör gördüklerine inanamadı. Higgs doğru yanıt vermiş, hatta daha iyi bir yanıt bulmuştu. Fisher, "Bulduğu çözüm, orijinal makaledeki çözümünden daha iyiydi," dedi.

[63] Londra'nın merkezinde kişiye özel ısmarlama elbiselerin dikildiği terzileriyle ünlü cadde. Ç. N.

Son yıl, Higgs'in ne yapacağına artık karar vermesi gerektiği anlamına geliyordu. Kuantum alan kuramı konusunda doktora yapmayı çok istiyordu ve Paul Dirac'ın Cambridge  niversitesi'nde bu alandaki dünyanın en iyi gruplarından birinde çalıştığını biliyordu. Ancak bu konuda, birisi Dirac diğeri Cambridge olmak üzere iki sorunu vardı. Higgs hâlâ Oxbridge ve bu okullara gidenler hakkında endişeliydi. Ancak Dirac başka bir konuydu. Dirac o kadar sessiz ve az konuşan birisiydi ki, akademisyenler onun otistik olduğu şeklinde dedikodu yapıyorlardı. Bu durum, ilişkilerinin çoğunun tuhaf olmasına neden oluyordu. Ayrıca hiç doktora danışmanlığı yapmıyordu. Onun için doktora  ğrencilerinin çalışmalarını gözetmek angaryaydı ve öğrencilerin çalışmalarındaki ilerlemelerle de pek ilgilenmezdi. Daha sonradan İngiliz kozmologlar Stephen Hawking ve Sir Martin Rees'in doktora tezlerinin danışmanlığını yapacak olan genç fizikçi Dennis Sciama kısa bir süre için Dirac'ın doktora öğrencisiydi ve kozmosla ilgili zekice bir fikir aklına geldiğinde Dirac'ın tuhaf huyuyla sorun yaşamıştı. Sciama aklına gelen fikirden sonra hızla danışmanının odasına koştu ve kapıyı çaldı. İçeri girmesi söylendikten sonra, Sciama "Profesör Dirac, yıldıızların oluşumunu kozmolojik sorunlarla ilişkilendirmenin bir yolunu düşündüm, bunu size anlatabilir miyim?" dedi. Dirac doğrudan "Hayır." dedi ve Sciama'nın odadan çıkıp gitmekten başka şansı kalmadı.

Higgs'in geleceğini etkileyen daha ciddi bir sorun vardı. Seçenekleri konusunda konuştuğu Charles Coulson, onu kuantum alan kuramının bir karışıklık içinde olduğunu söyleyerek uyardı ve "ya hiçbir şey başaramayacağın ya da Nobel  d l  alabileceğin türden bir alan" dedi. Higgs o sırada bunu bilmiyordu, ama Coulson'un endişeleri yersizdi; çünkü onun bahsettiği problem en az bir yıl önce Freeman Dyson, Richard Feynman ve başkaları tarafından çözülmüştü.

Higgs güvenli yolu seçti ve King's College'de kalmaya karar verdi. Doktora çalışmalarında kimyadaki kuramsal problemler üzerine

yoğunlaştı. Bu problemler moleküllerin yapısını anlamak bakımından önemliydi.

Genç bilim insanları doktora tezlerini bitirdiklerinde, genellikle doktora sonrası bursların bilinmeyen akademik topraklarında zaman harcarlar.⁶⁴ Bu dönemde bulunan işler genellikle bir ya da iki yıllık işlerdir ve bu işler sürekli ucuz emek gücü bulmalarına yarayan üniversitelere hizmet eder. Higgs de doktora sonrası alanlarda dolaşarak birkaç yıl geçirdi. 1949'daki uluslararası festival sırasında otostop çekerken âşık olduğu Edinburgh kentinde, fizik bölümünde iki yıl çalıştı. Bundan sonra Londra'daki Imperial College ve daha sonra matematik dersi verdiği Londra University College'de çalıştı.

1960'da UCL'de çalışmaya başladı ve geçici olarak ikinci bir iş üstlendi. Bu *Nükleer Silahsızlanma Kampanyası*'nın (CND) bilim insanları grubunun sekreterliği idi. CND nükleer silahlar konusunda tek taraflı bir yasak konulmasını isteyen sol kanattaki tanınmış kişiler tarafından iki yıl önce kurulmuştu. İngiltere'nin nükleer bomba tesisi Aldermaston'a yapılan ilk yürüyüşe katılım çok büyük olmuştu ve bu yürüyüşte neredeyse herkesin elinde CND bayrakları vardı.

Higgs'in işi kampanyayı destekleyen bilim insanlarının vereceği konferansları düzenlemektir. O yıl Mart ayında, kimyasal bağlar üzerindeki çalışması ile 1954 yılında Nobel kimya ödülünü alan Amerikalı barış eylemcisi ve bilim insanı Linus Pauling'i konferans vermek için Londra'ya davet etme girişiminde bulundu. Oxford Üniversitesi'nden tanınmış göz doktoru Antoinette Pirie, Pauling'e bir mektup yazarak, "bir (CND) partisi ya da kokteyl partisine katılmak, belki de CND'nin bir toplantısında konuşma yapmak için" Londra'ya gelip gelemeyeceği konusunda Higgs'i bilgilendirmesi-

[64] 1950'lerde yüksek lisans bursları çok seyrek veriliyordu ve olağanüstü prestijliydi. Londra'da her yıl burs için çok az sayıda öğrenci aday gösterilirdi. Higgs, King's College'den, o yıl en yüksek dereceyle mezun olan fizik öğrencisi idi.

ni rica etti. 25 Mart 1960'da yazılan mektup, Pirie'nin o günlerde İngiltere'de nükleer sorunun durumu ile ilgili değerlendirmelerini de içeriyordu: "İngiltere'deki resmi tutum nükleer silahlardan uzaklaşıyor, ama örneğin maliyetler gibi tümüyle yanlış nedenler yüzünden, birçok siyasi parti hâlâ Amerika'nın caydırıcılığına güvenme fikrine bağlı." Mektup iyimser bir ifadeyle sona eriyordu: "Belki de Rusya'nın yeni kontrolle birlikte kısmi bir yasaklamayı kabul etmesi, Sayın McMillan (metinde aynen böyle) ya da Sayın Eisenhower'ın olumlu bir yanıt vermesine yol açabilir. Doğru yolda atılmış küçük bir adım bile çok b y  k öneme sahip olabilir." Hem İngiltere Başbakanı Harold Macmillan hem de ABD Başkanı Dwight D. Eisenhower soğuk savaş boyunca nükleer caydırıcılık güçlerini artırdılar.

Mektup Pauling'in California Pasadena'daki evine ulaştı, ama k ğit yığınları arasında kayboldu. Higgs 3 ay sonra, bol miktarda özür içeren bir yanıt mektubu aldı. Pauling'in mektubu, o sırada ne kadar b y  k bir baskı altında olduğunu vurguluyordu. O yaz adli bir güvenlik komitesi önünde ifade vermeye zorlanmıştı. Komite ondan, kendisinin organize ettiği, BM'den nükleer silah deneylerini yasaklamasını isteyen ortak dilekçeye imza toplamasına yardım eden kişilerin tamamının isimlerini de vermesini istedi. Pauling, böyle bir şey yapmaya hiç niyeti olmadığını açıkça belirtmişti. Mektubunu, CND'yi Londra'da ziyaret etmek için çok geç kalmadığını gerçekten umduğunu belirterek bitirdi. İki yıl sonra Nobel Barış  d l 'nü kazandı. Bu  d l  onu, iki farklı alanda Nobel  d l  alan yalnızca iki kişiden birisi yaptı. Diğeri ise radyoaktivite üzerindeki çalışmaları nedeniyle 1903'de fizik alanında, radyoaktif elementler olan radyum ve polonyumu bulduğu için de 1911'de kimya alanında Nobel  d l  alan Marie Curie idi.⁶⁵

[65] Pauling ayrıca başkası ile paylaşılmayan iki Nobel  d l  alan tek kişiydi. Madam Curie, 1903 Noel fizik  d l n  eşi Pierre Curie ve fizikçi Herni Becquerel ile paylaşmıştı.  . N.

1960 sonbaharında, Higgs uzun süredir istediği işe girdi. Dirac'ın Cambridge'deki iş arkadaşlarından birisi olan Nicholas Kemmer, kısa bir süre önce Max Born'un ayrılmasıyla boşalan profesörlüğü almak üzere Edinburgh Üniversitesi'ne gitmek için Cambridge'den ayrılmıştı. Kemmer bir fizik öğretmeni arıyordu ve Higgs de ideal adaydı. Kemmer, Dirac'tan daha fazla farklı olamazdı. Konuşkan ve rahat birisiydi, altında çalışanlara modern fizikle bağlarını "Ay"lar önce kopardığını söyleyerek şaka yapmışlığı vardı. Kemmer aynı zamanda CND içinde de aktif birisiydi ve kısa süre sonra düzenli CND çalışanlar toplantılarının örgütlenmesi de dâhil, kendi kampanya çalışmalarının dosyalarını Higgs'in önüne koydu.

Topyekûn bir nükleer savaş korkusu CND'yi baştan aşağı sarmıştı; ama örgüt, yol kapama ve toplu oturma eylemleri gibi şiddet içermeyen doğrudan eylemlerin meşru olup olmadığı hakkındaki bir dizi iç mücadeleyle sarsıldı.⁶⁶ Doğrudan eylem taraftarları mücadeleden galip çıktı ve 1961'de Savunma Bakanlığı ve Amerikan donanmasının Poseidon nükleer denizaltılarının üssü olan İskoçya'daki Holy Loch limanındaki protestolar sırasında binden fazla CND eylemcisi tutuklandı.

CND'nin popülerliğinin Higgs'e tek faydası, iş yükünü arttırmaktı. Ama o hiç şikâyetçi değildi. Bu çalışmalar onun sosyal hayatını değiştirdi. Edinburgh'daki ilk yılında, bir personel kulübünde, CND'den arkadaşları ile birlikte gelen 24 yaşında bir kızla çene çalmaya başladı. Illinois Urbana'dan Edinburgh'a konuşma gelişimi konusunda çalışmak için gelen bu kızın adı Jody Williamson'du. İkili hemen sıkı fıkı oldu.

[66] Nükleer Silahsızlanma Kampanyası'nın tarihini anlatan birkaç iyi kitap vardır. *Against the Bomb: The British Peace Movement 1958-1965*, Richard Taylor, Oxford University Press, 1988, bunlardan birisidir. Bertrand Russell'ın Linus Pauling'e karşı kampanyayla ilgili değerlendirmesi için bkz. *Bertrand Russell: Critical Assessments*, ed. Andrew Irvine, Routledge, 1998.

Higgs, fizik bölümünde, her hafta bölüm sekreterinin odasına gelen akademik dergilerin sorumluluğunu da üstlendi. Bu dergileri inceliyor, üstlerindeki tarihi işaretliyor ve diğer araştırmacıların dikkatine sunmak üzere sergilenmesini sağlıyordu.

1961 baharında, yeni gelmiş dergilerden birini karıştırırken, bir makale gözüne çarptı. Chicago Üniversitesi'nden Japon asıllı Amerikalı fizikçi Yoichiro Nambu, temel parçacıkların kütlelerini nasıl elde ettiklerini açıklamak için süperiletkenler kuramını kullandığı bir makale yazmıştı.⁶⁷ Chicago'ya taşınmadan önce Einstein ile birlikte çalışmış olan Nambu çok büyük bir üne sahipti. Meslektaşlarından birisinin ifadesine göre Nambu, kendi çalışma alanlarında o kadar ilerideydi ki, çoğu kez onu anlaşılmaz buluyorlardı.⁶⁸

Bakır tel gibi bir normal iletkenin elektriği iletmesinin nedeni, atomlarının bir arada olmasıdır. Atomlar, bir bakır atomunun etrafında dönen elektronların, yanındaki atomun etrafında elektronlarla örtüştüğü bir örgü oluştururlar. Bu örgü, neredeyse "özgür" elektronlardan oluşan bir denizdeki pozitif bakır iyonlarından oluşan bir örgüdür. Elektronlar kolayca dolaştıkları için bakır tel, elektriği çok iyi iletir. Elektronlar bakır telin içinde, suyun bir hortumdan akması gibi hareket eder.

Bakırın iletkenliği, tıpkı diğer metaller gibi, ısısına bağlıdır. Bir metal parçasını ısıtırsanız kötü bir iletken hâline gelir. Çünkü iyon örgüsü titreşir ve elektronların akışını engeller. Metal soğuduğu za-

[67] Nambu 1960'da, örneğin *Physical Review Letters* ve *Proceedings of the 10th Annual Rochester Conference on High Energy Nuclear Physics* içinde, birkaç ön makale yayınladı. Daha kapsamlı bir değerlendirme *Physical Review*, c.122, No.1 (1961), s.345-358'de bulunabilir.

[68] Berkeley'deki California Üniversitesi'nden Bruno Zumino, kendisinin Yoichiro Nambu'yu anlama çabalarını şöyle anlatmıştı: "Bir keresinde, Nambu'nun şimdi ne düşündüğünü anlarsam, oyunda 10 yıl öne geçebileceğim şeklinde bir fikre kapılmıştım. Bu nedenle onunla uzun süre konuştum. Ne dediğini nihayet anladığımda, 10 yıl geçmişti." Benzer bir şekilde, Princeton'daki İleri Araştırmalar Enstitüsü'nden Ed Witten, Nambu ile ilgili şunları söylemişti: "İnsanlar onu anlamıyorlar, çünkü o çok uzağı görüyor."

man, titreşme azalır ve elektrik daha kolay şekilde akar. Ancak normal bir metal yine de asla mükemmel bir iletken haline gelemmez, çünkü mutlak sıfırda (eksi 273 santigrat derecede) bile, elektronlar hâlâ örgü içindeki kusurlar ve safsızlıklar nedeniyle engellenir.

Bir süperiletken, normal iletkeniden çok farklıdır. Bir süperiletkeni soğuttuğunuzda, eksi 130 santigrat derecenin altında bir yerde aniden bütün elektriksel direncini kaybeder. Bu maddelerin bu garip davranışları bilim insanlarını, ülkeler içinde ve hatta ülkeler arasında hiçbir enerji kaybı olmadan elektrik taşımak için süperiletken teller kullanan aşırı verimli enerji ağları kurma fikrine yönlendirdi.

1950'lerin sonlarında bilim insanları, süperiletkenlerin adlarına layık olmasını sağlayan bir yol buldular. Bir süperiletken kritik bir sıcaklığın altına düşecek kadar soğutulduğunda, içindeki elektronlar çiftler hâlinde bir araya gelirler. Bu olağanüstü bir etkidir. Süperiletkenlerin içindeki elektronlar bu çiftleri oluşturduğu zaman, ortada bir örgü yokmuş gibi hareket ederler. Bilim insanları elektronların *süperakışkan* gibi hareket ettiklerini söyler; süperakışkan, enerji kaybetmeden hareket eden bir maddedir. Süperiletken bu kritik derecenin altında kaldığı sürece, elektrik en küçük bir direnç olmadan içinden geçer.⁶⁹

Bir süperiletkenin aniden bütün direnci kaybetmesine neden olan şey, bilim insanlarının *simetri kırılması* (broken symmetry) adını verdikleri olguya bir örnektir.⁷⁰ Nambu'nun kavramsal keşfi, ev-

[69] Süperiletkenlik benim burada anlattığımdan çok daha karmaşık ve anlaşılması zor bir süreçtir. Süperiletkenliğe iyi bir giriş yapmak için, bkz. *The Rise of the Superconductors*, P. J. Ford ve G. A. Saunders, CRC Press, 2004, ya da *The Early Universe*, Gerhard Börner, Springer, 2004.

[70] Simetri kırılmasını anlamana yardımcı olacak bir bölümü *New Theories of Everything*, John Barrow, Oxford University Press, 2007 içinde bulabilirsiniz. Ayrıca bkz. *The Second Creation: Makers of the Revolution in Twentieth-Century Physics*, Robert Crease ve Charles Mann, Rutgers University Press, 1996 ve *Broken Symmetries, A Scientific Backgrounder on the Nobel Prize in Physics*, Royal Swedish Academy of Sciences, 2008.

rende oluşan başka tür bir simetri kırılmasının, kütesiz parçacıklara kütle verip vermediklerini merak etmesiydi. Makalesi; protonlara, nötronlara ve diğer kimi parçacıklara kütle kazandırmanın nasıl olabileceğini etraflıca tartışıyordu. Çalışması hiçbir şey kanıtlamamıştı, ama Higgs dâhil pek çok fizikçinin aklına, simetri kırılmasının belki de kütlelerin kökeninin kilidi olabileceği düşüncesinin tohumlarını ekmişti.

Simetrinin fizik tarihinde oynadığı rolün önemini abartmak olanaksızdır. Daha Galileo'nun zamanından beri, fizikçiler simetriyi doğa yasalarını anlamanın rehberi olarak gördüler. Fizikçilerin simetriden kastı, doğanın özelliklerinin farklı koşullar altında aynı kalmasıdır.

Simetriyi etrafınızda her yerde görebilirsiniz. Bir bilardo topu her açıdan aynı görünür, çünkü tamamen simetriktir. Etrafında dönerseniz de görünümü aynı kalır. Bu dönme simetrisi adı verilen olguya bir örnektir. Sayısız simetri türü vardır. Topu alıp yukarı kaldırın ve yanınızdaki masanın üstüne koyun, hâlâ aynı görünür; bu uzay (spatial) ve öteleme simetrisine örnektir. Gidip on dakika dolaşın ve geri gelin, top aynı görünür: bu zamansal simetridir. Bunların herhangi biri bize neyi anlatır? Topun görünümünün, topun zaman ve mekân içindeki konumundan etkilenmediğini.

Simetriler bizim hayatımıza o kadar derin kök salmışlardır ki, onları kanıksamışızdır. Öte yandan fizikçiler için simetri, doğanın nasıl çalıştığını anlamanın bir aracıdır. Eğer doğadaki bir nesnenin ya da sürecin simetrisini bilerseniz onu anlamaya başlamışsınız demektir. Bir fizikçiye sol elinizde mükemmel simetriye sahip bir şey tuttuğunuzu söylediğinizi varsayın. Fizikçiler elinizde bir tür küre tuttuğunuzu varsayacaklardır. Şimdi de onlara sağ elinizde düşey eksene göre tümüyle simetrik olan, yatay eksenlerinden herhangi biri etrafında döndürdüğünüzde ise ancak bir tam dönüşten sonra ay-

nı görünen bir şey tuttuğunuzu söyleyin. Muhtemelen elinizde bir bilardo istekası tuttuğunuzu tahmin edeceklerdir. İstekanın tebeşirli ucuna bakın, ne kadar döndürürseniz döndürün aynı görünecektir. Ama onu bağımsız şekilde ya da dikey planda yanlara doğru çevirirseniz tebeşirli ucu ancak ilk konumuna geldiği zaman aynı görünecektir. Bir nesnenin simetrisini bilmek, bize onun neye benzediğini anlamakta yardımcı olur. Şans eseri, fizikçilerimiz doğru bir şekilde sizin bir kalem, bir dondurma külahı, hatta geniş kenarlı bir fôtr şapka tuttuğunuzu da tahmin edebilirlerdi.

2008’de Yoichiro Nambu simetri kırılması konusundaki çalışmaları nedeniyle Nobel fizik ödülünü aldı. İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi üyesi Profesör Lars Brink ödülü sunuş konuşmasına, basit bir cümle ile başladı: “Yerküre yuvarlaktır.” Konuşmasının devamında insanların simetriye ne kadar önem verdiklerini, ama aynı zamanda simetrinin fizik yasalarını belirlemede ne kadar önemli olduğunu söyleyerek devam etti. Yerküre diğer gezegenler gibi, yuvarlaktır, çünkü yerçekimi simetriktir. Yerçekimi, bütün yönleri aynı kuvvetle ve kendisini üreten kütle merkezine doğru çeker.

Yerküre, simetri yasalarının dünyayı simetrik bir şekilde biçimlendirmek zorunda olmadıklarını anlamamıza yardımcı olur. Gezegenimizin ne kadar büyük olacağını ve uzay boyunca nasıl döneceğini yöneten fizik yasaları simetriktir, ama Yerküre’nin mükemmel bir küre olmadığını görmemiz için o kadar yakından bakmaya gerek yoktur. Yerküre döndüğü için, ekvator boyunca daha geniştir. Kıta levhalarının hareketi sonucunda büyüleyici dağ silsilelerimiz oluştu. Yerküre, fiziğin yasalarının simetrik olduğu zaman bile, bu yasaların sonuçlarının simetrik olmak zorunda olmadığını kanıttır. Doğa, ona egemen olan yasaların simetrisini gizler.

Yataktan her çıkışınızda bir tür simetri kırılmasına tanık olursunuz. Yerküre’nin çekim alanları dünyamızın yön simetrisini kırar.

ekim hangi tarafın “aşağı” olduğunu belirler ve bir kez bu olunca, yukarı, sol ve sağ da kendi yerini bulur. ekim olmazsa hangi tarafın “aşağı” olduğu keyfi olarak belirlenir.

Simetriden sapmalar bazen simetriden daha anlamlı olabilir. Aynaya bir bakın. Eğer yakışıklı biriyseniz, ki öyle olduğunuzu sanıyorum, yüzünüzün ne kadar simetrik olduğunu göreceksiniz. Gözünüzün biri, diğerinden fark edilecek kadar aşağıda değildir, kulaklarınız aşağı yukarı aynı seviyededir ve yüzünüzün iki tarafından aynı büyüklükte birer çıkıntı yapar. Burnunuz ve ağzınız, gözleriniz arasından geçen bir çizgiyi enenizin ortası ile eşit bir şekilde birleştirir. Bugün saınıza ne yaptığınızı şimdilik bir kenara bırakalım.

Çoğu bilim insanı, insan yüzünün simetrisinin “gzellik” olarak yorumlanmasının nedeninin, simetrinin sağlıklı bir genetik gelişmenin işareti olarak yorumlanması olduğunu düşünür. Bunu destekleyen bir sürü kanıt vardır. Belirli genlerin ifadesini (gene expression) bozan biyolojik sorunlar, belirgin yüz asimetriteri ile sonuçlanan tıbbi koşullara neden olabilir. Belirli zel yüz asimetriteri *Fragile X Sendromu* denen genetik bir durumun işaretidir. Bu sendrom, en yaygın kalıtsal zihinsel bozukluktur. Fizikte olduğu gibi, biyolojide de simetri ya da simetri eksikliği, gözlerden ırak bir süreci köklü biçimde kavramamızı sağlayabilir.

Nambu *kendiliğinden simetri kırılmasının* parçacıkların kütlesinin kalbinde yer aldığını söyledi. Kendiliğinden simetri kırılmasına, bir kalemi bir ucu üzerinde dik tutup bıraktığınızda tanık olursunuz. Kalem düştüğünde ucu bir yönü ya da diğer yönü gösterir. Kalem simetrik bir konumda dik dururken asimetrik bir konumda yatay hâle geçmiştir. Simetri kaybı kaçınılmazdır; kalem Yerküre’nin çekim alanına yenilir ve düşer. Nambu’nun çalışması, evrenin başlangıçta, bütün parçacıkların kütlesiz olduğu simetrik bir düzeyde olduğunu öne sürüyordu. Ardından, yeni türden bir alan nedeniyle, simetri kırıldı ve bazı parçacıklar aniden kütle sahibi oldular.

Nambu'nun fikri çok etkileyiciydi, ama kendisinin de farkında olduğu bazı kusurları vardı. İngiliz fizikçi Jeffrey Goldstone, Nambu'nun önerdiği türden bir simetri kırılmasının, kaçınılmaz bir kütlesiz parçacıklardan oluşan yan düzenle birlikte geldiğine dikkat çekti.⁷¹ Yani, süreç içinde yeni parçacıklar yaratılmıştı. Eğer bu bilinmeyen parçacıklar varsa bunlar kolayca doğada üretilebilir, Güneş ve diğer yıldızlardan dışarı taşarlardı. Onları her yerde gördük. Onları görmememiz, Nambu'nun teorisinin yanlış olduğuna işaret ediyordu.

Higgs, açık kusuruna karşın, Nambu'nun araştırmasında köklü bir şey gören tek kişi değildi. New York eyaletindeki Cornell Üniversitesi'nde çalışan iki fizikçi Robert Brout ve François Englert de Nambu'nun makalesinin parçacık fiziği için derin sonuçları olduğuna inanmışlardı. İki fizikçi, daha önceden Cornell'de olan Brout bir asistana ihtiyaç duyunca, bir yıl önce bir araya gelmişlerdi. Brout, önde gelen Avrupalı bir fizikçi arkadaşı Pierre Aigrain'den birini önermesini istedi. Kısa süre sonra mühendislikten fiziğe geçen ve Brüksel'deki Özgür Üniversite'de Aigrain için çalışan Englert uçakla Amerika'ya hareket etti.

Englert yolculuğa çıkarken endişeliydi. Brout'la daha önce hiç karşılaşmamıştı ve Amerika'da kimseyi tanıımıyordu. Ancak endişelenmesine gerek yoktu. New York'ta havaalanı gümrüğünden çıktığında Brout onu bekliyordu. Brout bir içki içmeyi önerdi ve Cornell Üniversitesi'nin bulunduğu Ithaca'nın barlarının yolunu tuttular. İç-

[71] Goldstone bozonları adı verilen bu parçacıkların ilk başta, simetrisinin kendiliğinden kırıldığı herhangi bir sistemi bozduğu düşünülüyordu. Bunların sorun olmasının nedeni budur. Kütlesiz parçacıkları yapmak çok az enerji gerektirir, bu nedenle, eğer varlarsa tıpkı ışık saçan fotonlar gibi onları da doğada gözlemek kolay olmalıdır. Ancak hiç kimsenin bu kütlesiz parçacıkları şimdiye kadar görmemiş olması gerçeği, parçacıkların kütlesini ortaya çıkaran bir kendiliğinden simetri kırılması mekanizması olmadığını öne sürer. Bu sorun, Goldstone teoremi olarak bilinir.

kiler birbirini kovaladı ve sohbet fizik dışında hayatlarında olup biten diğer şeylere yöneldi. Zamanla ikili kardeş kadar yakın birer arkadaş oldular, mutlu mesut birbirlerinin cümlelerini tamamlıyor ve karşılıklı olarak ana dillerini konuşma konusundaki sakar çabalarıyla dalga geçiyorlardı.

Nambu'nun makalesinin yayınlanmasının üzerinden çok fazla zaman geçmemişti ki, Englert'in sabırsızlığı arttı. Kent yaşamının çekiciliğini özlemişti ve Brüksel'e dönmeyi düşünmeye başladı. Cornell'de fakültede önerilen bir iş teklifini reddetti ve 1962'de Brüksel'e döndü. Daha önce Brüksel'de bir süre yaşamış olan Brout da kısa bir süre sonra Brüksel'e gitti ve Özgür Üniversite'de işe başladı. Orada iki arkadaş, Nambu'nun çalışmasının ayrıntılarını didik didik etmeye başladı.

Cambridge, Massachusetts'de ise üçüncü bir grup fizikçi, Higgs, Brout ve Englert'in daha önce üzerinde çalışmaya başladıkları aynı sorun üzerinde çalışıyordu. Hiç biri, diğerlerinin ne işle meşgul olduğundan ya da daha sonra modern fiziğin en büyük ödülllerinden biri olacak şey için diğerleri ile bir yarış içinde olduğundan haberi yoktu. Üniversite öğrencisi olarak, Gerry Guralnik ve Dick Hagen birbirinden ayrılmaz bir ikiliydi. Guralnik Harvard'a gitti, Hagen ise MIT'e. Her iki üniversitede de iki arkadaşın aldığı ortak dersler veriyordu. İkili, çalışmaları 1940'larda kuantum elektrodinamiğini şekillendiren Harvard'lı fizikçi Julian Schwinger'e hayran kalmıştı. Schwinger derse girdiğinde karatahtanın sol üst köşesinden denklemleri yazmaya başlar, tahtanın sağ alt köşesine varana kadar yazmaya devam ederdi. Bu noktada durur ve sessizce sınıfın içinde turlardı. Dersleri ilk bakışta anlaşılabilir görünürdü, ama biraz sabredip dersleri sonuna kadar takip edince, adamın bir deha olduğu açıkça ortaya çıkardı.

Guralnik, 1964 yılında, Imperial College'den aldığı bir burs ile Londra'ya gitti. Okulda, o sıralar parlak bir fizikçi olan Pakistanlı

Abdüs Selam, simetri kırılması üzerine dünya çapında uzmanlar olduğu tartışılmaz olan bir grup kuramcıya liderlik ediyordu. Guralnik ve eşi Susan, kuzey Londra'da Hampstead'da orta halli bir daireye yerleştiler. Susan tarih alanındaki doktorası üzerinde çalışırken, Guralnik yeni iş arkadaşları ile tanıştı. Bunlardan birisi güçlü bir zekâya sahip uzun elf-gibi birisi olan Tom Kibble idi. Kibble, Guralnik'e Imperial College'in yemeklerini tanıttı. Öğle yemeklerinde yedikleri arasında beş para etmez katı pişirilmiş yumurtalar ve krem karamelle benzeyen bir şey içinde ıslatılmış tatlılar vardı.

* * *

Guralnik ve Kibble, parçacıkların kütlelerinin simetri kırılmalarının sonucu olabileceği fikri üzerinde çalışmaya başladı. Guralnik, aralarına Hagen de katılırsa daha iyi sonuç alabileceklerini biliyordu. Bu yüzden onun uzun bir ziyaret için Londra'ya gelmesi ile ilgili gerekli düzenlemeleri yaptı. Hagen, Guralnik ve eşinin yanına taşındı, böylece daireleri İngiltere'nin kalbinde Amerikan samimiyetinin mikro kozmozu hâline geldi.

Üniversite yaşamı Amerika'dakinden çok farklı değildi, ama Guralnik ve Hagen fildişi kulelerinin dışındaki hayata hazır değildi. Imperial'deki atmosfer, Guralnik'in alıştığından daha resmiydi, o nedenle yeni bir takım almak için metroyla Londra'ya gitti. Mağazada, Guralnik bir yelek ve iki pantolon istediğini söyleyince, mağaza çalışanlarınca garip karşılandı. Daha sonra siparişini verirken kullandığı sözcüğün, bir tüvit iç giyim anlamına geldiğini anladı.

Hampstead'daki dairenin ısıtması yoktu, Londra'da soğuk bir kış başlamak üzereydi. Daireyi ısıtmak için Guralnik tek borulu bir elektrikli ısıtıcı aldı ve tam kapasite çalıştırdı. Bir gün, Guralnik oturma odasından bir bağırış duydu. Odaya koştuğunda kazağın-dan dumanlar çıkan Hagen'in ortalıkta zıpladığını gördü. Kemiklerine kadar donmuş biçimde eve gelen Hagen, ısınmak için tam ısıtı-

cının önüne dikilmişti. O anda Guralnik metroda neden bacaklarında kırmızı şeritler olan o kadar çok mini etekli kıız olduğunu anladı. Kızlar çok şdkleri için elektrik ocağına gereğinden çok yaklaşıp, bacaklarını yakıyorlardı.

Bilim çevrelerindeki, tartışmaların akademik dergilerin sayfalarında srdrldğı gelenek ölmek üzereydi. Bir fizikçi bir makale yayınladığında, makaledeki görüşleri paylaşmayanlar yayıncıya eleştirilerini gönderir ve bunların dergide basılmasını isterler. Bu, bilimsel çalışmaların değerini tartışmanın özellikle hızlı olmasa da uygar bir yoludur. 1964 baharında Amerikan fizik dergisi *Physical Review Letters* dergisinin sayfalarında böyle bir tartışma patlak verdi. Bir yıl önce, New Jersey'deki Bell Laboratuvarları'nda çalışan fizikçi Philip Anderson, Nambu'nun kuramını yerden yere vuracak şekilde, görünen kütlesiz parçacıkların muhtemelen büyük bir sorun olmadığına işaret etmişti. Maddelerin yapısı üzerine yaptığı çalışmalarla 1977'de Nobel dl alan Anderson, kütlesiz parçacıkların süperiletkenler içinde ortaya çıktıklarını, ama hemen ağırlaşmalarına neden olan şeyin etkileşme biçimleri olduğunu söyledi. Nambu'nun doğru bir fikre, ama yanlış bir kurama sahip olduğunu düşünüyordu.

Pennsylvania'daki fizikçilerden Ben Lee ve Abraham Klein, dergide Nambu'nun çalışması üzerinde bazı iyileştirmeler yapacağını düşündükleri fikirlerini yayınlayınca tartışma başladı. Bu yayından hemen sonra Harvard'daki başka bir fizikçi olan Wally Gilbert'in mektubu yayımlandı. Gilbert'in mektubu, Lee ve Klein'in fikirlerini rtyordu.⁷² Gilbert'in mektubunu okuyan Higgs'in keyfi kaçmıştı. Mektup, kendi çalışmasının da muhtemelen yanlış olabileceği anlamına geliyordu.

Higgs Edinburgh'da kötümser bir hafta sonu geçirmeye hazırlanıyordu, ama Gilbert'in mektubu üzerine düşünürken aklına ge-

[72] Gilbert, Guralnik'in doktora danışmanı idi.

len bir düşünce ile çarpıldı. Gilbert bazı şeyleri gözden kaçırmıştı. Argümanında bir boşluk vardı. Higgs, Gilbert'in fark ettiği ve işaret ettiği hatadan sakınılmasını sağlayacak, Julian Schwinger'in kuantum elektrodinamiğini formüle etmek için kullandığı bir matematik numarası biliyordu. Eğer Higgs haklıysa bu, Nambu'nun kuramını bozan sorunlara yol açmadan, parçacıkların nasıl ağırlaşabileceklerini gösteriyordu.

Temmuz 1964'deki o Pazartesi sabahında Higgs ofisine gitti ve çalışmaya başladı. 79 satırlık yazı ve denklemlerden oluşan bir metin içinde, Gilbert'in argümanındaki boşluğu tanımladı. Yazıyı daktilo etti ve *Physics Letters* dergisinin yayın yönetmeninin çalıştığı, Cenevre yakınlarındaki Avrupa nükleer araştırma örgütü CERN'e gönderdi. Mektubu, Temmuz'un sonunda yayın yönetmeninin eline ulaştı.

Higgs gaza gelmişti. Bir sonraki işi, kuramını özetleyen bir devam makalesi yazmak olacaktı, ama makale bekleyecekti. O ve Joy bir yıl önce Edinburgh'da evlenmişler ve Peter hafta sonunu batıdaki dağlarda bir kamp gezisinde geçirmeyi kabul etmişti. İskoçya'da kamp yapmak, en iyi zamanlarda bile risklidir, ama çiftin bir arkadaşı muhteşem bir yer önermişti. Bu arkadaş bir yerde, önerdiği yerin ülkede en az yağış olan yer olduğunu okumuştur. O akşam Peter ve Joy, kamp yeri yakınındaki bir kasabada, yatak ve kahvaltı veren bir evde, soğuktan birbirlerine sokularak uyudular. Kamp yerine şiddetli yağmur altında vardılar ve ödünç aldıkları çadırı kurarken parçaladılar. Ertesi gün yenilgiyi kabul ettiler ve kamp yapmaktan vazgeçtiler. Peter hayal kırıklığına uğramış değildi. Çalışmak üzere Edinburgh'a geri dönmek için iyi bir mazeret çıkmıştı. Çamur içindeki çift eve döndüğünde, kamp yerini kendilerine tavsiye eden arkadaşına, karşılaştıkları berbat havayı söylediler. Arkadaşı ise süklüm püklüm, okuduğu makaleyi yanlış anladığını, aslında gittikleri yerin İskoçya'nın en çok yağış alan bölgesi olduğunu yanıtını verdi.

Higgs'in ilk makalesini yayın için göndermesinin üzerinden çok fazla zaman geçmeden, Amerika'dan bir mektup geldi. Mektubu gönderen, Higgs'in makalesini okuyan Wally Gilbert idi. Gilbert kibardı, ama kararlı bir biçimde Higgs'in her ŗeyi yanlış anladığını iddia ediyordu. Higgs'in, mektuba yanıt vermek için hiçbir zaman vakti olmadı; ancak on yıl sonra makalesindeki küçük bir eksikliğin Gilbert'in makaleyi yanlış anlamasına neden olduğu kafasına dank etti. Higgs bana, "O zaman bu eksikliği fark etmemiştim. O kadar heyecanlıydım ki, ortaya çıkardığım ŗeyi gerçekten çok hızlı bir şekilde yazdım. Çok çok hızlı bir şekilde," dedi.

Higgs ikinci makalesini, felakete dönüşen kamp yolculuğundan bir hafta sonra tamamladı ve CERN'e postaladı. Birçok dergi gibi *Physics Letters*'in yayın yönetmenleri de, Higgs'in makalelerini yayınlamadan önce bağımsız hakemlerin gözden geçirmesini istedi. Bir sabah CERN'den, derginin yayın yönetmeni Prentki'den bir mektup geldi. Prentki, Higgs'e makalesi üzerinde biraz daha çalışmasını ve bağımsız hakemlerin değerlendirmesini gerekli görmeyen İtalya'daki bir dergiye göndermesini öneriyordu. Higgs daha sonra Prentki'nin, makalesinin "parçacık fiziği ile ilgili olmadığını"⁷³ düşündüğünü öğrendi.

Higgs korkmuştu ve bir hayli öfkelenmişti. Makalesini ucuza satmış olduğunu fark etti. Makalesini tekrar okuduktan sonra, sonuna birkaç yeni paragraf ekleyerek süsledi. Son cümlede, Higgs kendi imzasını (adını) taşıyan parçacık ile ortaya çıkan kurama işaret etti. Bu cümle, Higgs bozonunu dünyaya ilk kez sunan cümleydi. Ardından Higgs, Prentki'nin önerisine uyarak yeniden yazılmış makalesini başka bir dergiye, ama İtalya yerine, ABD'deki *Physical Review Letters* dergisine gönderdi. Bu, CERN'deki derginin baş rakibi idi.

[73] Prentki, CERN'de kuram bölümünün başkanı idi.

Eylül'den önce Higgs'e dergiden yanıt geldi. Makalesi kabul edilmişti, ama bir koşulla. Hakem, Higgs'in makalesi derginin eline ulaştığı gün aynı dergide yayınlanan bir makaleye atıfta bulunmasını istiyordu.⁷⁴ Söz konusu makale, Brüksel'deki iki fizikçi Brout ve Englert tarafından yazılmıştı. İki fizikçi, farklı bir yöntem kullanarak, Higgs'inkine benzer bir sonuca ulaşmışlar ve Higgs'ten 7 hafta önce basıma göndermişlerdi. Higgs'in ikinci makalesi Ekim'e kadar yayınlanmadı, bu bir aydan fazla bir süre demekti. Higgs'in makalesi ile Brüksel'deki iki fizikçinin makalesi arasındaki temel farklılık; Higgs'in daha sonra kendi adını taşıyacak olan yeni bir parçacığa özel bir göndermede bulunmasıydı.

Brüksel'deki Brout ve Englert'in Higgs'in çalışmasından hiç haberleri yoktu. Kutlamak için Brüksel'deki bir parka yukarıdan bakan güzel bir 17. yüzyıl teras kafeye gittiler. Buluşlarının heyecanından daha yeni çıkmış olan ikili birbirlerinin sağlığına kadeh kaldırdı. Onlarca yıl sonra, Brout bana o sırada aklından geçenleri şöyle anlattı: "Hayatımda ilk kez, büyük bir fizikçi olmanın neye benzeceğini hissetmiştim."

Londra'daki Imperial College'de ise Guralnik, Hagen ve Kibble, parçacıkların simetri kırılması yoluyla nasıl kütle kazandıklarını açıklayan kendi kuramlarını geliştirdiler. Yayınladıkları makale bir başyapıttı. Kibble elinde üç makaleyi sallayarak kapıdan içeri girdiğinde, Guralnik ve Hagen kendi makalelerini bir kez daha gözden geçirmiş ve zarfa koymuşlardı. Elindeki üç makaleden ikisi Higgs tarafından, üçüncüsü ise Brout ve Englert tarafından yazılmıştı. Makaleler ya postada gecikmiş ya da koleje geldiklerinde kaybolmuşlardı.

Yeni makaleleri hızla okuduklarında gördüler ki, makaleler benzer bir temeli ele alıyordu, ama üçlü kendi makalelerinin daha ek-

[74] Birkaç yıl sonra, Yoichiro Nambu Higgs'e, sorudaki hakemin kendisi olduğunu açıkladı.

siksiz olduğunu d    nd  . Higgs, Brout ve Englert'in   alı malarına atıfta bulunmak için aceleyle birkaç ekleme yaptılar ve sonra kendi makalelerini yayınlanmak   zere postaya verdiler. Makaleleri 16 Kasım 1964'de dergide yayınlandı.

Bu üçü ayrı makale, uzay boşluğunda bulunan yeni türden bir alanı tanımlıyordu.⁷⁵ Bu makalelerdeki kuramlar  unu s  yl yordu: Bu alan çalışmaya başladığında, bazı parçacıklara k t le kazandırıyor, diğerlerine kazandırmıyordu.⁷⁶ Bu, fizikçilerin s perilektenler içinde olduğunu bildikleri şey ile çarpıcı benzerlikler taşıyordu. Bir süperiletken içinde elektronların yeniden düzenlenmesi elektromanyetik simetriyi kırıyordu ve bunun alışılmadık bir sonucu vardı. Kütlesiz ışık parçacığı olan foton bir süperiletkene çarptığında, derhal ağırlık (k t le) kazanıyordu. Bir süperiletken içinde kırılan simetri, fotonları k t leli yapıyordu. Fizikçiler buna "*Meissner etkisi*" diyorlar.

1965 yazında Werner Heisenberg, M n h yakınlarındaki Starnberg Gölü'nün kıyısındaki  ahane manzaralı Feldafing kasabasında k    k bir toplantı düzenledi. Toplantıya fizik alanındaki k demlilerin çoğu katıldı. Bunlar arasında Manhattan Projesi'nde Robert Op-

[75] Bu üçü ekibin kilit öneme sahip makalelerine verilen referanslar için Kaynakça'ya bakın.

[76] Higgs alanı, parçacığın tipine bağlı olarak, değişik yollardan k t le yaratır. Standart Model'de, kuvvet taşıyıcı dört tür parçacık vardır: foton, gluon, W bozonu (negatif ve pozitif yüklü olabilir) ve Z bozonu. Higgs alanı etkinle meden önce, bütün bu parçacıklar k tlesizdir ve onlarla bağlantılı dalgalar yalnızca enine düzlemde (transverse plane) dalgalanır, yani düzlem, parçacığın gittiği yöne diktir. Fotonlar ve gluonlar Higgs alanından etkilenmez, ama W ve Z parçacıkları Higgs alanı ile etkileşime girdiğinde, bu parçacıkların dalgaları bir boyut kazanır, yani bu parçacıklar gitmekte oldukları yöne doğru sahnabilirler.   te bu ek serbestlik derecesi, W ve Z parçacıklarını k t leli hâle getirir. Kuarklar ve leptonlar (belki de nötrinolar hariç) için ise durum farklıdır. Higgs alanı çalışmaya ba lamadan önce, kuarklar ve elektronlar tek spin durumu deneni bir durumdadırlar. Bazıları gittikleri yöne doğru dönerler, diğerleri ise ters yöne doğru. Higgs alanı etkinle tiğinde, bu parçacıklar her iki spin durumuna da sahip olurlar ve üçte bu sürecin onlara k t lelerini verdiği d    n lmektedir.

penheimer ile birlikte çalışan ve Soğuk Savaş'ın ilk yıllarında hidrojen bombasının geliştirilmesi için bastıran Edward Teller de vardı.

Guralnik ve Hagen, Heisenberg'in düzenlediği konferansın haberi gelince çok sevindiler. Bu onlar için aynı zamanda, Avrupa'nın daha çok bölgesini görmek için mükemmel bir fırsattı. Konferansa kara yoluyla gitmeye karar verdiler. İlk hedefleri Fransa idi. Sınırı geçince Paris'e yöneldiler. Paris'te Hagen ucuz bir Renault 8 satın aldı. Paris yemeklerini tattıktan ve enginarın ne olduğunu öğrendikten sonra, Bavyera'ya doğru yola çıktılar. Her ikisinin de konferanstaki konuşmaları planlanmıştı. Guralnik, kuramları ile ilgili Avrupa'da zaten birkaç konferans vermiş ve soğuk karşılamadan şaşkınlığa uğramıştı. Guralnik, yıllar sonra bana, kuramlarına "neredeyse hiç kimsenin inanmadığını" söyledi. Yine de Feldafing'de olanlar hiç beklemediği bir şeydi. Kuramı en ciddi eleştirenlerden birisi Heisenberg idi. Heisenberg kuramın bir "saçmalık" olduğunu söylemişti.

O yılın Ağustos ayında Peter ve Jody, Higgs'in Chapel Hill'deki Kuzey Carolina Üniversitesi'nde geçireceği bir yıllık izin için İskoçya'dan ayrıldılar. Higgs'in o sırada yayınlamış olduğu makaleler, doğanın belirli parçacıklara nasıl kütle kazandırmış olabileceğini açıklıyordu. Ancak bu makaleler yalnızca başlangıçtı. Fizik dünyasının kurama ikna olmaktan epeyce uzak olduğu çok açıktı. Doğru olduğuna ilişkin kesin kanıtlar olmadan, kuramın hiçbir değeri yoktu. Kuram ancak doğanın görmezden geldiği zeki bir numara olabilirdi. Kuramın kanıtını arama çabası kısa süre içinde fizikçilerin kafasında ön sıraya yerleşecekti. Yeni bir yarış başlamak üzereydi.

4. Bölüm

Büyülü Prens

Bilim insanları aynı yöne giderlerse bilim başarısız olur.⁷⁷ Bilim, bu durumda yeni olanla ileri gitmek yerine boşa kürek çekmek haline gelir. Gerçek bir devrim yapabilmek için, sorgulamadan itaat edenler yerine muhalif ve sorgulayıcı insanlara ihtiyacınız vardır. Altı kişi kütlenin kökeni konusunda tökezlediklerinde olan tam da buydu. Peter Higgs, Edinburgh Üniversitesi'nde bu kuram üzerine çalışmaya başladığında aykırı biri olarak görülüyordu. Dışarıda duruyordu, çünkü diğerlerinin yaptığı yapmıyordu.

1960'ların başında bilim insanları, ileriye dönük çalışmalarında kuantum alan kuramını terk ediyorlardı.⁷⁸ Bu, Freeman Dyson ve

[77] Salam, *Ideals and Realities: Selected Essays of Abdus Salam*, Z Hassan, World Scientific, 1983 içinde, bilimin nasıl fikir alışverişi ve sürekli eleştiri ile geliştiğini anlatır. Ontario'daki Perimeter Enstitüsü'nden Lee Smolin ve Columbia Üniversitesi'nden Peter Woit gibi bazı fizikçiler, sicim teorisi üzerine çok fazla odaklanarak fiziğin büyük bir alanının başarısız olduğunu ileri sürdükleri için tepki çekmişlerdir. Sicim kuramı, parçacıkları ince, titreşen enerji sicimleri olarak tasarlayarak, doğayı tanımlayan bir kuramdır.

[78] Daha fazla bilgi için örneğin bkz. *Fundamental Forces of Nature: The Story of Gauge Fields*, Kerson Huang, World Scientific, 2007. MIT'de fahri kuramsal fizik profesörü olan yazar, bu kitapta şunları söyler: "Belki de hayal kırıklığı nedeniyle, kuantum alan kuramına karşı bir ayaklanma vardı." Ayrıca bkz. *50 Years of*

diğerlerinin yaklaşık 20 yıldır üzerinde çalıştıkları bu kuram, atomların ışık parçacıklarını nasıl soğurup yaydıklarını çok başarılı bir şekilde açıklamıştı. Bilim insanları diğer kuvvetleri ve parçacıkları açıklayacak şekilde kuantum alan kuramını genişletmekte başarısız olduklarında, hoşnutsuzluklar başladı. Parçacık fiziği dünyasına son derece karamsar bir hava egemen olmuştu. Kuantum alan kuramının çok az şeyi açıklayabildiği sonucuna vardılar.

Çok azı dışında bütün üniversitelerde, fizikçiler kuantum alan kuramını terk etti ve parçacık fiziğini ileri götürme umudu olarak ortaya çıkan tamamen farklı bir hesaplama yöntemine inanmaya başladılar. Bu yeni kuram S-matris kuramı olarak biliniyordu.⁷⁹ Bu, parçacıkları, birbirine çarpmadan önce ve çarpıp geri yansıdıktan sonraki davranışlarını birbiriyle karşılaştırarak açıklamaya çalışan bir matematiksel çerçeve idi.

Higgs, S-matris kuramına olumsuz bakıyordu. Bu kuramda, parçacıkların gidip geldiği denklemler formüle ediliyor ve bu sırada aralarında ne olabileceğini ortaya çıkarmak için çok karmaşık matematik kullanılıyordu. Higgs, kuramın tam bir *kara kutu* olduğunu düşünüyordu.⁸⁰ Yaptığınız hesabın doğru olup olmadığını nasıl bile-

Yang-Mills Theory, ed. Gerardus 't Hooft, World Scientific, 2005 ve *Nobel Lectures in Physics*, 1963-1970, Stig Lundqvist, World Scientific, 1998, içinde Julian Schwinger ve görelî alan kuramı ile ilgili bölümler.

[79] S-Matris'in gelişimi konusunda daha fazla bilgi için bkz. *Pions to Quarks: Particle Physics in the 1950s*, Laurie Mark Brown, Max Dresden ve Lillian Hoddeson, Cambridge University Press, 1989. Ayrıca bkz. *Hyperspace: A Scientific Odyssey through Parallel Universes, Time Warps, and the Tenth Dimension*, Michio Kaku, Oxford University Press, 1994.

[80] Bu deyimî, Higgs benimle 2008'de yaptığı bir görüşme sırasında S-Matris'i tanımlamak için kullandı. Higgs kara kutu deyimî ile bilimsel anlama işaret ediyordu, bu bütün bilinenlerin girdiler ve çıktılar olduğu bir sistem ya da cihazdır. Yoksa ikisini birbirine bağlayan çalışmalara işaret etmiyordu. Bu kara kutu, uçakların kaza yapması sonrasında kullanılan ve kayıtların tutulduğu kara kutuyla karıştırılmamalıdır.

bilirdiniz ki? Etrafındaki herkes S-matris kuramını benimserken, o hiç bulaşmadı. Kuantum alan kuramının kayıp bir dava olmadığını bilecek kadar, kendisinin bu kuramı anlama biçimine güveniyordu. Wally Gilbert'in 1964 yazında gönderdiği mektuptaki hatayı bulmasına ve kendi kütle kuramını formüle etmesine yol açan şey, kurama olan bu inancıydı.

Higgs Ağustos 1966'da Edinburgh'a mutlu biçimde döndü. Chapel Hill'de geçirdiği yıl, bir fizikçi olarak anılmasında hayati öneme sahip olmuştu. Freeman Dyson kuramıyla ilgilenip, kuramı hakkında Princeton'daki İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde konuşmaya davet edinceye kadar Higgs'in kuramı neredeyse hiç dikkat çekmemişti. şimdi dünyanın en etkili fizikçilerinden bazıları onun kuramını biliyordu. Jody de iyi haberler almıştı. Edinburgh'a dönmelerinden kısa bir süre sonra, üniversitede fonetik dersleri vermek üzere  ğretim  yesi olması önerilmişti.

Bilimin basit olduğu hayali bir dünyada işler şöyle y r r: Peter Higgs ve kütle kuramı üzerinde çalışan diğer beş kişi, çalışmak üzere ofislerine geri döndü, kendilerine birer fincan kahve koyup bundan sonra evrenin hangi sırrını çözeceklerini düşünmeye başladılar. Bu arada, koridorun sonundaki bürolarında deneyciler sahneye girdi ve deney aletlerini çıkardılar. Birkaç saat içinde, eter benzeri Higgs alanının varlığını belirlediler. Biraz Higgs parçacığı toplayıp ardından hiç vakit kaybetmeden kütlenin kökenini teyit ettiklerini ilan ettiler. İpucu: her yerde sırtınızın sıvazlanması.

Bilim dünyası çok nadiren bu kadar basittir. Bilim insanlarının Higgs'in kuramını test etmeden önce yapması gereken dağlar kadar iş vardı. Bunun nedenlerinden birisi şuydu: Higgs ve diğerlerinin ortaya koyduğu kurama göre, bu kuramın kütle sahibi olmasını sağladığı parçacığın hangi parçacıklar olduğu belirli değildi. Higgs bozonu hakkında da çok fazla bir şey söylemiyordu. Aşağı yukarı ağırlıkları-

nın ne kadar olduğunu biliyorsanız, parçacıkları bulmak görece kolay bir işti.⁸¹ Higgs'in kuramının ironisi, parçacıkların kütlelerini nasıl elde etmiş olabileceklerini açıklıyordu, ama Higgs parçacığının kütlesi hakkında hiçbir şey söylemiyordu. Bilim insanları Higgs parçacığını aramaya çıkabilirlerdi, ama nereden başlayacaklarını bilmiyorlardı.

Ayrıca bir de Higgs alanı vardı. Bilim insanları bu alanı aramak için doğrudan işe başlayamazdı. Higgs alanı aslında uzayın boşluğunda gizliydi. Bu alanı görmeyi özellikle zor kılan şey, bir yerden ötekine farklılaşmamasıydı.⁸² Kütle çekim alanları üzerinde çalışmayı kolaylaştıran şeylerden birisi, bu alanların bazı yerlerde diğerlerinden daha şiddetli olmasıdır. Everest'in tepesine çıkarsanız yerçekiminin etkisi deniz seviyesine göre ölçülebilir oranda zayıf olacaktır, çünkü Yerküre'nin merkezinden daha uzağa gitmiş olursunuz. Kuramsal olarak, bilim insanları Higgs alanı içinde farklılıklar yaratabilirlerdi, ama bunu yapmak için evreni bir milyon kere milyar santigrat dereceye kadar ısıtmaları gerekirdi. Bu mümkün olsa bile, yapılması pek tavsiye edilecek bir şey değildir. Higgs alanını değiştirmek atomların ağırlığını değiştirecek ve sıradan maddeyi kararsız hâle getirecektir.⁸³

[81] Parçacıklar bir dizi niteliğe göre tanımlanırlar, ama bu niteliklerden en yaygın olarak kullanılanları kütle ve elektrik yüküdür. Bilim insanları hızlandırıcı içinde bir parçacık üretmek için ne kadar enerji gerektiğini bildikleri için, parçacıkların kütlelerini tahmin eden kuramlar özellikle yararlıdır, çünkü büyük kütleler büyük enerjileri gerektirir. Kararsız bir parçacığın kütlesi bilim insanlarına, kararlı parçacıklar bir kez yaratıldıklarında neye bozunacağını bulmalarında yardımcı olur. Bu bozunmalar genellikle bir parçacığın yapılmış olduğunun kanıtı olarak kullanılır.

[82] Yerkürenin manyetik alanını düşünün. Yerkürenin yüzeyinin (ve atmosferin) her noktasında, bu alanın bir yönü ve kuvveti vardır; en kuvvetli hissedildiği bölge kutuplardır. Aynı şey yerçekimi için de geçerlidir. Bir yönü ve kuvveti olan alanlara, vektör alanları denir. Örneğin ısıyı düşünün; ısı yerküre boyunca muazzam değişiklikler gösterir, ama "bir ısı alanı"nın hiçbir yönü yoktur. Aynı şey Higgs alanı için de geçerlidir. Bu tür, kuvveti olan ama yönü olmayan alanlara *skaler alanlar* denir.

[83] Higgs alanının kuvvetini değiştirmek mümkün olsaydı bu hemen atomların içindeki elektronların kütlesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olurdu, bu da atomların boyutunu ve kararlılığını değiştirirdi.

1964’de yazılan makalenin yayınlanmasından sonra, Peter Higgs yapabileceği tek Şeyi yaptı. H lihazırda elinde olan kuramdan daha büyük bir kuram inşa etmeye çalıştı. Hesaplamalar yaptı ve atomaltı parçacıkların dünyasına daldı. Er ya da geç, her Şeyin Higgs mekanizmasının neden bazı parçacıklara kütle verip diğerlerine vermediğini gösterecek bir kuram içinde bir araya geleceğini umuyordu. Bu yine de moral bozucu bir süreçti. Aylar hiçbir ilerleme gösteremeden geçti. Higgs ne denerse denesin, bir türlü baŐaramıyordu.

Brüksel’de de işler bundan daha iyi değildi. Robert Brout ve François Englert, Higgs’in sahip olduğu fikirlere sahipti, ama hiçbiri bir ilerleme gösteremiyordu. Ne kadar denerlerse denesinler, kuramlarının doğadaki bazı belirli parçacıkların kütlelerini açıklamasını sağlayamadılar. Nihayet, sorunu genç bir doktora öğrencisine devrettiler, ama bu kız  ğrenci de bir Şey yapamadı. Avrupalılar söz konusu olduğu sürece, Higgs mekanizması ile ilgili çalışmalar boca-lama içindeydi.

Gerry Guralnik tekrar Amerika’ya dönmüştü ve ilgilenmesi gereken başka Şeyler vardı. Bir fizikçi olarak yaŐamını sürdürüp sürdüremeyeceği konusunda endişe ediyordu. Heisenberg’in Feldafing’de kuramı sert biçimde eleŐtirmesi, Dick Hagen ve Tom Kibble ile birlikte geliştirdiği kurama ve kendisine duyduğu güveni sarstı. Bir  ğleden sonra konuştuğumuzda bana, orada yaşadığı deneyimin “kendisini depresyona soktuğunu ve bir miktar hırpaladığını” söyledi.

Guralnik, ülkesine dönmesinin üzerinden çok fazla geçmeden, kuram üzerinde çalışmaya son verdi. New York eyaletinde, Dick Hagen’in de çalışmakta olduğu Rochester  niversitesi’nde bir işe girdi. IŐe girmesinin üzerinden bir yıl geçmişti ki, Guralnik yüksek enerji fiziği bölümünün başkanı Robert Marshak ile bir görüşme yaptı. İekli gelecek üzerine konuştular ve Marshak, eğer Guralnik fizik alanında çalışmaya devam etmeye karar verirse simetri kırılması

üzerine çalışmayı bırakmak zorunda olduğunu açıkça belirtti. Yıllar sonra 1983’de Marshak, Guralnik’ten kamuoyu önünde özür diledi. New York’taki Shelter Adası’ndaki bir toplantıda yaptığı konuşmada, bu tavsiyesinin muhtemelen Guralnik’in Nobel ödülü almasına engel olduğunu söyledi.⁸⁴

* * *

Austin’deki Texas Üniversitesi’nin Robert Lee Moore Salonu, kentin en güzel binası değildir. Kampusun tam karşısındaki bu ürkütücü devasa bina, bir yanının üzerine yatmış, pencereler için kara delikler açılmış, koca bir ayakkabı kutusuna benzer. İçi ise kafaları karıştıracak ya da en azından aptalların bir adım bile atmalarının olanaksız olduğu bir şekilde tasarlanmıştır. Giriş katı aslında dördüncü kattır, bu asansördeki 5. katın aslında 9. kata çıktığı anlamına gelir ve dünyanın en saygı değer fizikçilerinden birinin odası da bu kattadır.

Steven Weinberg, Austin’deki kuramsal fizik bölümünün başkanıdır. Görüşmemize bir takım ile bir panama şapkası giymiş olarak ve dizinde eklem iltihabı çıktığından beri kullandığı bir bastonla geldi. Beni koridorda dostça bir gülümsemeyle karşıladı, odasının kapısını ardına kadar açtı ve oturup fıstık yemeye başladı. Benim ondan işitmek istediğim öykü 40 yıldan uzun bir süre önce başlamıştı.

1967 yılıydı. Weinberg 34 yaşındaydı ve Massachusetts’ten Cambridge’deki Massachusetts Institute of Technology’de (MIT –Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) çalışıyordu. Berkeley’deki California Üniversitesi’ndeki fizik profesörlüğü işinden izin alarak, eşinin Harvard Hukuk Fakültesi’ne devam edebilmesi için Cambridge’e taşınmıştı. Weinberg o sırada zor zamanlar yaşıyordu. Çift, ikinci kiralık evlerine yeni taşınmışlar ve hâlâ kreşte olan ikinci çocuklarının so-

[84] Aktarıldığı yer, Guralnik’in Hagen ve Kibble ile birlikte yaptığı çalışmanın tarihi ile ilgili, *International Journal of Modern Physics*, Şubat 2009’da yayınlanan yazısı.

rumluluğunu da o üstlenmek zorunda kalmıştı. Bütün bunların üstüne, çalışması da çıkmaza girmişti.

Weinberg, atom çekirdeğini oluşturan protonlar ile nötronlar arasındaki bazı zor anlaşılan farklılıkları Higgs mekanizmasını kullanarak açıklamaya çalışıyordu. Sohbahar aylarını elde kağıt kalem, kendisini nereye götüreceğini henüz bilmediği denklemler yazarak geçirdi. Kuramı, fizikçilerin zaten bildikleri *ro mezonunun* kütlesiz olduğunu gösterince vazgeçmesi gerektiğini anladı. Aslında, fizikçilerin de çok iyi bildiği gibi, *ro mezonu* kütlesiz değildi. Weinberg “Bu benim moralimi çok bozdu. Zaten yanlış olduğu bilinen öngörülerde bulunmak, fizikte ilerlemenin yolu değildir,” dedi.

Weinberg bu konudaki hayal kırıklığını John F. Kennedy’nin aynı adlı oğlunun kurucu ortağı olduğu, şimdi kapanmış olan, *George* adlı, kuşe kağıda basılan gösterişli bir dergide yayınlanan makalesinde şöyle anlattı:⁸⁵ “Genellikle, böyle bir çelişkiyle yüz yüze geldiğinizde, masanızda oturup hesaplamalar yapmanın bir faydası olmaz. Bu durumda yalnızca kısır bir döngüye girersiniz. Bazen size yardımı olacak şey, parktaki bir bankta oturup bir kızınızın kum havuzunda oynamasını seyrederken, problemi beyninizin gerisindeki fırında demlenmeye bırakmaktır.”

Birkaç hafta sonra, Eylül’ün ortalarında Weinberg, kırmızı Camero spor arabasıyla MIT’deki bürosuna giderken, kuramında yanlış olan bir şey olmadığı kafasına dank etti; aslında kendisi kuramı yanlış yorumluyordu. Yaptığı hesapların proton ve nötronların anlaşılmaz yanları ile bir ilgisi yoktu. Aksine, bu hesaplar doğanın dördüncü kuvvetinin çalışmasını çok güzel bir şekilde açıklıyordu. “Yanlış soruna doğru bir yanıt bulmuştum,” dedi.

[85] Makale, *Facing up: Science and Its Cultural Adversaries*, Steven Weinberg, Harvard University Press, 2001 adlı derlemde tekrar yayınlandı. Kendisiyle yaptığım görüşme sırasında Weinberg makaleden bir alıntıyı tekrarladı: “Zaten yanlış olduğu bilinen bir tahminde bulunmak, fizikte ilerlemenin yolu değildir.”

Doğanın dördüncü kuvveti, bütün kuvvetleri arasında belki de en az bilinenidir. Birçok insan, elektronik aletleri çalıştıran ve bir fırtınada insanların saçlarını dimdik eden kütle çekim ve elektromanyetik kuvvetleri bilir. Üçüncü kuvvet ise şiddetli çekirdek kuvveti olarak bilinir (elektromanyetik kuvvetten 137 kez daha güçlüdür) ve işi atom çekirdeği içindeki parçacıkları bir arada tutmaktır. Dördüncü kuvvet ise daha az bilinir. “Zayıf kuvvet” olarak adlandırılan bu dördüncü kuvvet belirli türden radyoaktif bozunmalardan sorumludur. Zayıf kuvvet, Güneş’in içindeki hidrojeni (hidrojenin ağır bir türü olan) döteryuma dönüştürür; bu dönüşüm Güneş’in ışımasını sağlayan füzyon tepkimelerinin başlama noktasıdır.

Zayıf kuvvetin olağandışı yönü, hareket etmemesidir. Elektromanyetik kuvvet muazzam aralıklarda etkiliyken, zayıf kuvvet bir nanometrenin ancak yüz milyonda biri kadar bir mesafede etkilidir. Bu uzaklık, atom çekirdeğinin genişliğinin yüzde biri kadardır. Bu mesafe o kadar küçüktür ki, fizikçiler onun ancak temas edildiğinde hareket ettiğini varsayarlar.

Weinberg, MIT’deki odasına varınca kuramının ayrıntılarının taslağını çizmeye başladı. Kısa süre sonra, daha önce hesaplarını mahveden kütlelessiz parçacığın foton olduğunun farkına vardı. Foton da ışığı oluşturan ve elektromanyetik kuvveti taşıyan gerçekten de kütlelessiz bir parçacıktı. Bunun büyük sonuçları vardı. Bu Weinberg’in hesaplamalarının tek bir geniş kuram içinde, yalnızca zayıf kuvveti değil, aynı zamanda elektromanyetik kuvveti de tanımladığı anlamına geliyordu. Weinberg farkında olmadan, doğanın kuvvetlerinden ikisini birleştirmişti. Maxwell’in 19. Yüzyılda elektrik ve manyetizmayı birleştirmesinden sonra ilk kez bir bilim insanı böyle bir başarı gösteriyordu.

Weinberg’in çalışması, bugün bilim insanlarının *elektrozayıf* (zayıf elektrik) kuvvet dediği şeyi ortaya koymuştu. Hesaplamaları, ev-

renin ilk zamanlarında, elektromanyetik ve zayıf kuvvetlerin iç içe geçmiş hâlde olduğunu gösterdi. Ardından evren genişleyip soğurken, bu ikisi, bugün bizim bildiğimiz iki ayrı kuvvet olarak ayrıldılar. Weinberg'in buluşu, Higgs mekanizması etrafında inşa edildiği için çok daha önemliydi. Elektromanyetik ve zayıf kuvvetleri birbirinden ayıran şey Higgs alanı idi.

Maxwell, elektrik ve manyetizmayı birleştirdiği zaman yaptığı hesaplamalar, bizim ışık olarak gördüklerimizden başka elektromanyetik dalgaların varlığını öngörmüştü. Bilim insanları bu öngörü için ona minnet borçlu sayılırdı, çünkü bu kendi kuramının doğruluğunu kanıtlamak için bilim insanlarına arayacakları bir şey vermişti. Şans eseri, Weinberg'in kuramı da birkaç öngöründe bulundu ve üç tür yeni parçacık olduğunu ileri sürdü. Bunlardan ikisi W ve Z bozonu olarak adlandırıldı. W (weak-zayıf) bozonu pozitif ve negatif olmak üzere, iki biçimde ortaya çıkıyordu. Z bozonunun ise elektrik yükü yoktu. Z, adını sıfır (Zero) elektrik yükü taşımasından ve alfabenin son harfi olmasından alıyordu. Weinberg bu bozonun zayıf kuvvet taşıyan parçacıklar ailesinin sonuncu üyesi olduğunu ummuştı.

Higgs mekanizmasının Weinberg'in elektrozayıf kuramının işlemedeki rolü çok önemliydi. Higgs alanı, W ve Z parçacıklarını ağır yaparken, fotonları kütesiz bırakarak elektrozayıf kuvveti ikiye böler. Fotonlar kütesiz oldukları için, elektromanyetik kuvveti ışık hızında, çok büyük uzaklıklara taşımaya devam edebilir. Ancak yeni elde ettikleri kütleleri nedeniyle, W ve Z parçacıkları hemen hemen hiç hareket etmez, dolayısıyla zayıf kuvvet ancak çok küçük mesafelerde etkili olur. Fizikçiler daha sonra bu alanın kuarkları ve elektronları da içine alıp onları da kütle sahibi yaptığını anladılar.

Weinberg'in elektrozayıf kuvvet hakkındaki makalesi sonraki ay, Kasım 1967'de yayınlandı⁸⁶ ve temel parçacık fiziği tarihinde en

[86] "A model of leptons". Kaynakçaya bakınız.

çok atfı yapılan makale oldu. Weinberg'in kuramı kabaca, yeni parçacıkların kütesinin ne olması gerektiğini anlatıyordu. Bu da bilim insanlarının onları aramaya başlayabilecekleri anlamına geliyordu. Parçacıklar doğada bulunuyorlarsa bu Weinberg'in kuramı ve bu kuramın üzerine kurulduğu Higgs mekanizması için moral veren büyük bir başarı olacaktı.

Weinberg, Austin'deki odasında fıstık kutusunu da alarak ayağa kalktı ve pencereye yürüdü. Odasının duvarları ödüller, sertifikalar ve çalışmalarını kutlamak için yapılan törenlerde tanıdık ünlülerle birlikte çekilmiş fotoğraflarla doluydu. Kitaplığının rafları ise birçoğunu kendisinin yazdığı kitaplarla doluydu. Popüler kitaplar da yayınlamıştı. Chicago'dan Austin'e gelirken uçakta, Weinberg'in birkaç ay önce *New York Review of Books* dergisinde yayınlanmış 5 bin sözcüklük "Tanrı Olmadan" (Without God) adlı makalesini okumuştum. Bu, dergide yayımlanan birçok yazısından yalnızca birisiydi. Weinberg konuşmasını bitirmişti. O zaman "Bu kadar şeyi nasıl yaptın?" diye sordum.

Weinberg gülümseyerek "Kiliseye gitmem ve kayak yapmam," dedi. Çoğu zaman üniversitesinde odasında değil, birkaç kilometre ötedeki Austin Gölü'ne bakan evinde çalışıyor. Çalışma masasının üzerinde bir televizyon var, böylece işler iyi gitmediği zaman oturup bir süre eski filmleri izleyebiliyor ve esin perisinin geri gelmesini bekliyor. "Masamda oturmayı seviyorum, her zaman sevmişimdir. Büyük esin çok sık gelmez, ama kimseye çok sık gelmez zaten," diyor.

Biz girdiğimizde Weinberg'in odasındaki kara tahta tertemizdi, ama şimdi etkileyici denklemler, birbirinin üstüne geçmiş eğriler ve tozlu karalamalarla dolu. Bütün bunlar birlikte, Higgs ve diğer fizikçilerin bulmayı başaramadığı yanıtı oluşturuyor: Higgs mekanizmasının doğadaki rolü. Austin'den kalkan uçağıma yetişmem için ayrılmak zamanı gelmişti ve Weinberg beni eşyalarımı almak

için otele bırakmayı önerdi. Arabasına bindik, eski arabası kırmızı camaro şimdi uzak bir anıydı ve şehir merkezine hareket ettik. Beş dakika sonra öğle yemeği zamanı trafiğinde, bir ya da iki şerit değiştirirken bir korna çaldı ve otelin dışında durduk. Weinberg “bir anlamda Higgs mekanizmasını yeniden keşfettim, şimdi kayıp eleman Higgs parçacığı. Sahip olmadığımız tek şey,” dedi.

Weinberg’in makalesi yayımlandıktan sonraki yıl, Londra’daki Imperial College’de teorik fizik profesörü olan, sonradan İtalya’nın Trieste kentindeki Teorik Fizik Merkezi Müdürlüğü’nü yapan Abdus Salam da, asıl olarak aynı kuramı bağımsız olarak yayınladı. Weinberg ve Salam’ın geliştirdiği kuramların, Weinberg’in New York kentindeki Bronx Lisesi’nden sınıf arkadaşı Sheldon Glashow’un 1961’de yayınladığı çalışmasıyla benzer özellikleri vardı. Glashow elektromanyetik ve zayıf kuvveti birleştiren bir kuramın taslağını çıkarmıştı. Bu kuram, bir W parçacığının varlığını öngörmüştü, ama önemli bir unsurdan yoksundu. Kuram Higgs mekanizmasını içermiyordu, ki mekanizma ile ilgili ilk yayın ancak 3 yıl sonra yapılacaktı. Higgs mekanizması olmadan kuram işlemedi.

Bilim insanları genellikle birbirleri ile yapabilecekleri düzeyde bir iletişim kurmazlar. Bunun nedeni oldukça insanidir. Uygun biçimde karşılaşp sohbet edemiyor olabilirler. Buna fırsat bulsalar bile diğer bir bilim insanının kafasında bir ışık yakacak şeylerden pek bahsetmezler. Bunun bir nedeni gizliliklidir. Zeki bilim insanları kafalarının içindekileri öyle uluorta söylemenin, en azından bu fikirler yayınlanana kadar, iyi bir şey olmadığını bilirler. Bunun sonucu, bilimde temel bir ilerleme sağlama şansının, nihayet kavranıp gereği yerine getirilmeden önce, genellikle birçok kez kaçırılıyor olmasıdır.

Peter Higgs, Sheldon Glashow ile 1960 yılında, Edinburgh dışında 50 hektarlık bir park alanı içindeki baş döndürücü bir 16. yüzyıl manastırında kurulu Newbattle Abbey College’de fizikçiler için

düzenlenen bir yaz okulunda karşılaşmıştı. Glashow 27 yaşındaydı ve elektromanyetik kuvvet ile zayıf kuvveti birleştiren formülasyonunu yeni yazmıştı ve birkaç ay içinde yayınlamayı umuyordu. Bir gece, bir grup fizikçi son çalışmalarını tartışmak üzere geç saatlere kadar oturdu. Eğer Higgs de orada olsaydı kesinlikle Glashow'un fikirlerinden haberi olurdu ve onu Weinberg'inki gibi başarılı bir kurama dönüştürebilirdi. Ancak bu şans kaçırıldı. O gece Higgs şarap garsonu olarak çalışıyordu ve diğerlerinin kendi getirdikleri şaraplarla kafayı çekerken, ne hakkında konuştuklarından hiç haberi yoktu.

Glashow 1979'da verdiği çok meşhur bir derste fiziğe kendi katkılarını değerlendirdi.⁸⁷ Glashow derste, kütle kuramı üzerinde çalışan Higgs ve diğer fizikçilerin neden elektromanyetik kuvvet ve zayıf kuvveti birleştirmek için hayati önemde olan ögeye sahip olmadıklarını hiç kavramadıklarını sorguladı. Higgs ve diğerleri ile birçok ke-reler konuşmuştu. "Onlara benim (birleştirici) modelimden bahsetmeyi mi unuttum yoksa onlar basitçe bunu unuttular mı?" diye sordu dinleyicilere. Nedeni ne olursa olsun, kaçırılan bu fırsat, fizikçilerin Weinberg, Higgs mekanizmasının bir kullanılış biçimini buluncaya kadar 7 yıl beklemeleleri anlamına geldi.

Higgs, Weinberg'in buluşunu duyduğunda Edinburgh'a geri döneli yalnızca bir yıl olmuştu. Weinberg'in makalesini karışık duygular içinde okudu. Higgs, "birisinin benim kuramımın anlamlı bir kullanılışını bulmuş olmasından dolayı memnundum, ama bu açıkça hayal kırıcı idi. Ben kuramımı aynı anda her şeye uygulamaya çalışıyordum ve bu bir hataydı. Ben yanlış bir uygulamaya kafayı takmıştım. Glashow ve ben basitçe iletişim kurmayı becerememiştik," dedi bana.

[87] Glashow'un 8 Aralık 1979'da Nobel fizik ödülünü alırken yaptığı konuşma. Glashow Nobel fizik ödülünü elektromanyetik ve zayıf kuvvetleri birleştirme konusundaki çalışmaları nedeniyle aldı.

Daha da     rtici olan, Glashow, Weinberg'i yanıt konusunda atlat(a)mamı tı. K t le kuramı üzerinde yazan altı fizikçi makalelerini, Glashow'un çalışmasından yalnızca birkaç yıl sonra, o zamanın en önemli dergilerinde yayınlamı lardı. Glashow bütün bu makaleleri görmemiş olsa bile, 1966'da Higgs'in kuramından haberdar olmuş olması gerekirdi. Higgs Princeton'da İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde konu tuktan bir gün sonra, Harvard'da kuramını anlattı ında, Glashow dinleyiciler arasındaydı. Hatta Glashow, konuşmadan sonra Higgs ile sohbet etmiş ve ona kuramını be endi ini söylemişti. Higgs, "kuramımın kendisinininki ile bir ilişkisi olup olmadığını görmemişti," dedi. Daha sonra Glashow, elektrozayıf kuvvet ile ilgili yaptığı çalışmayı "tamamen unutmu  olduğunu" kabul etti.

Kaçırılan fırsatlar bununla bitmiyordu. 1964'teki makaleler yayınladıktan sonra, Gerry Guralnik kendisini, Ford Anglia'nın John Charap ile girdiği bir tartışmanın yarattığı fırtınadan korunurken buldu. Londra Üniversitesi Queen Mary Koleji'nde bir kuramsal fizikçi olan Charap ve Anglia, k t le kuramı hakkında sohbet etmişler, hatta bu kuramı elektromanyetizma ile zayıf kuvveti birle tirmekte kullanmak da akıllarına gelmişti. Ancak bazı nedenlerden dolayı, bu fikir üzerinde ciddi olarak d   nmemi lerdi. Fikir, fırtınanın içinde sürüklenip kayboldu.

Başka bir sefer de Guralnik, Emperial College fizikçilerinden ve Abdus Salam'ın çalışma arkadaşlarından John Ward ile   le yemeği yemi ti. Guralnik, yemek sırasında kendi çalışmaları hakkında konuşmaya başlayınca, Ward susması için onu uyardı. Guralnik'i fikirleri konusunda bu kadar rahatça konu maması için uyardı, çünkü o fikirleri üzerinde çalışmayı bitirmeden başkaları onları  alabilirdi. "Eğer beni dinleseydi, ikimiz de birleştirme sorununu o anda çözmek konusunda bir  ansa sahip olacaktık," dedi Guralnik. Bir süre sonra yazdığı bir yazıda Guralnik, "Bunu nasıl kaçırdık?" diye sormu  ve

“Tutukluk, yavaşlık ve şansızlık,” diye yanıtlamıştı.⁸⁸

Şu ya da bu şekilde, 1964’de kütle kuramı ile ilgilenen fizikçilerin tamamı, kuramın gerçek dünyada nasıl çalıştığını gösterme şansını kaçırmıştı. Bunun yarattığı kişisel ve profesyonel hayal kırıklığının dışında, genel olarak fiziğin de bir kaybı vardı. Bilim insanlarının büyük bir bulmacanın farklı parçalarına sahip olmaları ve bu parçaları hiçbir zaman aynı anda, aynı yerde bir araya getirmeyi başaramamaları nedeniyle, aynı sorun hiç kuşkusuz bugün de devam ediyor. Bugün Weinberg ve Salam’ın yıllar önce yazdığı kuram, var olduğunu bildiğimiz bütün parçacıkların davranışlarını açıklayan Standart Model’in asıl temellerinden birisidir. Bu kuram ile Standart Model anlamlı hâle geldi. Bu kuram, Higgs mekanizmasının kuarklar ve elektronlar dâhil belirli parçacıklara kütle vermek için nasıl çalıştığını gösterir. Weinberg’den önce Higgs’in kuramı güzel bir fikir olmaktan başka bir şey değildi. Ondan sonra ise fizikçilerin maddeyi anlamasının merkezi hâline geldi.

Weinberg’in kuramı fizikçilerin dünyasını bir gecede aydınlatmadı. Bunun kendince geçerli nedenleri vardı. Fizikçiler bu kuramın kuantum elektrodinamiğini 1940’larda neredeyse batıracak olan aynı soruna sahip olmasından korktular. Belirli koşullar altında Weinberg’in kuramının sonsuzluklar içeren sonuçlar verebileceğinden korkuyorlardı. Bu, kuramın, her zaman yaptıklarından fazlasını yapan parçacıkları öngörmesi anlamına geliyordu ki, bu açıkça olanaksızdı. Richard Feynman, kuantum elektrodinamiğindeki sonsuzlar sorununu, “renormalizasyon” adı verilen bir tekniği keşfederek çözmüştü. Weinberg, aynı şeyin kendi kuramı için de yapılabileceğinden emindi. Tek sorunu, bunu nasıl kanıtlayacağına dair hiçbir fikri olmamasıydı.

Singel kanalı, Hollanda’nın Utrecht kasabasının etrafını, insanın vücudunu bir sıcaklığın sarması gibi sarar. Kanalin kıyısında

[88] Bkz. 8. nolu dipnot.

birbirine bitişik    ev, bir zamanlar   niversitenin Kuramsal Fizik Enstit  s  n n mek nıydı. Enstit  ,   alışmak için garip bir yerdi. Evlerden birinde sizi kontes olduğunu iddia eden bir kadın karşıladı ki, kesinlikle değildi. Yaz aylarında bahçede dolaşan tavuklar, pencerelerden içeri girer ve masaların üzerinde gezerdi.   le yemeği ve kahve molaları için fizikçiler bodrumdaki bir odaya inerlerdi. Oda nın dar penceresinden bir kat yukarıdaki yoldan geçen yayaların bacakları görünürdü. Binanın bir zamanlar kasabanın fahişeleri tarafından kullanıldığı da söylenirdi.⁸⁹

Gerardus 't Hooft, enstit  n n yakınlarında bir daire kiralamıştı. Higgs ve diğerlerinin k t le üzerine makalelerini yayınladığı 1964 yılında, liseden yeni mezun olup Utrecht'e gelmişti. Genç Hollandalı, erken yaşlarda kendisine fizikte bir kariyer yapmayı hedef olarak seçmişti. 8 yaşındayken,   retmeni, büyüdüğü zaman ne olmak istediğini sorduğunda "her şeyi bilen adam" yanıtını vermişti. Aslında "profesör" demek istemişti, ama bu sözcüğü unutmuştu. Gerçekte demek istediği ise "bilim insanı" idi; yani doğanın temel yasalarını bilmeye çalışan kişi.

Lise   rencisi olarak 't Hooft matematikte ender rastlanır bir yeteneği olduğunu göstermişti, ama bu problemleri çözme tarzı kadar olağandışı idi. Birçok yetenekli   renci sınıfta üst sıralara kendilerine öğretilen kuramları nasıl kullanacaklarını öğrenerek çıkardı. Gerardus 't Hooft farklı bir yol seçti. O, temelden kendi kuramlarını oluşturmayı hedefledi. Bu, "temel ilkelerden başlayarak çalışma" diye bilinen stratejiydi. Bir araba sürmeyi öğrenmek yerine, bir araba yapmayı öğrenmeye denk bir durumdu. 't Hooft, satır satır çalışarak kuramları tüm ayrıntısıyla   renirdi.

[89] Utrecht ve fizik bölümünün farklı amaçlarla kullanımının renkli bir anlatımı için Nobel Vakfı tarafından yayınlanan *Les Prix Nobel (Nobel  d l )*, 1999, adlı kitaptaki Gerardus 't Hooft'un otobiyografisine bakınız.

Enstitü yeni bir fizik profesörünü, Martinus ‘Tini’ Veltman’ı işe almıştı. Veltman, ’t Hooft’un üniversitedeki kılavuzu oldu; onu öğrencilik ve doktora çalışmaları boyunca yönlendirdi. Tıpkı ’t Hooft gibi, Veltman’ın da kendine özgü bir zekâsı vardı, ama daha inatçıydı ve kararlı bir anti-otoriter damara sahipti.⁹⁰ Veltman kendisini uzman gören herkesten uzak dururdu ve onların önerilerinin yerine daha çok kendi içgüdülerine güvenirdi. Bir dönemin tüm fizikçileri kuantum alan kuramının öldüğünü söylediğinde, Veltman onları görmezden geldi ve çalışmaya devam etti.

Veltman, Weinberg’inkine benzer kuramlar üzerinde çalışıyordu ve sonsuzluklar korkusunun temelsiz olduğunu kanıtlamaya kararlıydı. Yine de yavaş ilerleyebiliyordu. Veltman’ın hesaplamaları, nihayetinde 50 bin ayrı matematiksel terim içerecek kadar büyüdü de büyüdü. Bu terimlerin idaresi elle yazılamayacak kadar güçtü. Veltman bu kullanılması zor denklemlerle uğraşmanın daha iyi bir yolunun, onları bilgisayara yüklemek olduğuna karar verdi. Yoğun geçen üç ayın sonunda, gerekli bilgisayar kodlarını yazdı ve harekete geçmeye hazır haâ geldi.

Bu, bilgisayarların delikli kartlarla programlandığı ve sonuçları almanın günler aldığı bir dönemde, kahramanca bir başarıydı. Veltman, bavulunda yüzlerce kartla etrafta dolaşıyordu. Kartların güzelliği, hepsini yere düşürüp birbirine karıştırırsanız bile bilgisayar onları yine de okuyabilirdi, çünkü numaralanmışlardı. Veltman programına Flamanca’da “temiz gemi” anlamına gelen, *Schoonschip* adını verdi. “Temiz gemi” adı denizcilerin yeni bir seyahate çıkmadan önce gemilerini tepeden tırnağa temizledikleri zaman kullandıkları bir deyimden geliyordu. Bu, yeni bir başlangıcı temsil ederdi.

Veltman’ın *Schoonschip* ile test ettiği ilk kuramlar başarısızlığa uğradı. Program yanıtları verdiği zaman, sonsuzlukların hâlâ bir so-

[90] Veltman’ın kısa bir otobiyografisi için bkz. *Les Prix Nobel*, 1999.

run olduğu açıkça ortaya çıktı. Veltman yine de kuramları düzeltip onları *Schoonschip*'e tekrar yükleyerek denemeye devam etti. Bu arada, 't Hooft, en iyi yaptığı şeyi yaptı: Bir kuramı temel ilkelerinden başlayarak kurmak. Kuram ortaya çıktığında, Higgs mekanizmasının kuramın temel öğelerinden biri olduğunu gördü. Aslında Higgs'in kuramını yeniden keşfetmişti.⁹¹ Hesaplamalarını baştan sona kontrol edince, sonsuzlukların artık bir sorun olmadığını gördü.

1970 sonbaharının bir öğleden sonrasında, Veltman ve 't Hooft enstitünün bir binasından diğerine yürüdüler. Veltman durumdan şikâyet ediyordu. Renormalize edilebilir ve kütleli (ağır) parçacıkları tanımlayacak tek bir kuram oluşturmaya ihtiyaçları vardı. 't Hooft "Bunu yapabilirim," dedi. Veltman ona baktı ve "Ne?" dedi. 't Hooft "Bunu yapabilirim," diye tekrarladı. O an, Veltman afalladı. Neredeyse bir ağaca toslayacaktı. "O zaman yaz bakalım, görelim," dedi.

Notlarını karşılaştırdıklarında, Veltman'ın bir şeyi kuramının dışında bıraktığı anlaşıldı. Bunun hoş bir hile (fancy trick) olduğunu düşünmüş ve göz ardı etmişti. Bunu ekleyip programını tekrar çalıştırdığında, sonsuzların ortaya çıktığını, ama hemen birbirlerini ortadan kaldırdıklarını gördü. 1970'de tamamlanan çalışma, yalnızca Veltman'ın kuramının sağlam temellere dayandığını kanıtlamakla kalmadı, bunu Higgs mekanizması sayesinde başardığını da gösterdi. Sonraki yaz, Veltman Amsterdam'da bir parçacık fizik konferansı düzenledi ve konferansın sonunda keşiflerini ilan etmek için 't Hooft'a 10 dakikalık bir zaman verdi. Veltman, 't Hooft'a "Herkesi şoke edeceğiz!" dedi. Fizikçiler yerlerinde doğrulup, dikkat kesildiler. Harvard'lı fizikçi Sidney Coleman'ın söylediği gibi, "'t Hooft'un öpücüğü Weinberg'in kurbağasını büyümlü bir prene dönüştürmüştü."⁹²

[91] Gerardus 't Hooft'un yazarla 2009'da yaptığı görüşmedeki tanımı.

[92] Aktarıldığı yer, *The Nobel Prize: A History of Genius, Controversy and Prestige*, Burton Feldman, Arcade Publishing, 2001.

* * *

“Meşhursun!” Bunu duyan Peter Higgs kafasını kaldırıp baktığında, öğle yemeğini yeni bitirdiği Edinburgh Üniversitesi’nin öğretim üyeleri kulübüne giren arkadaşı ve meslektaşı fizikçi Ken Peach’ı gördü. 1972 yılının yazıydı ve Peach ABD’deki Fermi Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı’nda (Fermilab) düzenlenen bilimsel bir toplantıdan yeni dönmüştü. Fermilab, Chicago’nun dışındaki önemli bir fizik laboratuvarıydı. Fermilab’daki toplantıda simetri-kırılması ve kütlelerin kökeni ile ilgili neredeyse her konuşmada Higgs’in adı geçiyordu. Peter, birilerinin kamuoyu önünde Higgs alanı ve Higgs mekanizması gibi şeyleri andığını ilk kez duyuyordu.

Higgs gülümsedi. Haber moralini yükseltmişti. Kütlelerin kökeni ile ilgili yaptığı çığır açıcı onca işe karşın, bu alanda çalışan diğer bilim insanlarına ayak uydurmak ona giderek daha zor geliyordu. O zamanki durumla ilgili yıllar sonra konuşan Higgs, “Bütün bunları başlatan etkili bir makale yazdım diye, insanlar benim bundan sonra gelen her şeyi anlayacağımı varsaydılar. Ama giderek artan bir şekilde anlamıyordum. Veltman ve ’t Hooftman’ın yaptığı şey ortaya çıkınca, basitçe artık mücadele edemez hâle gelmiştim, batmıştım,” dedi.

Higgs başka şeylerle ilgilenmeye karar verdi. *Süpersimetri* denen bir kuramla ilgilenmeye başladı. Süpersimetri dünyanın olağanüstü bir manzarasını çiziyordu. Bir çırpıda evrendeki parçacık türlerini ikiye katladı. Her yeni parçacık, daha iyi bilinen bir parçacığın ağır –ve henüz görünmemiş– bir eşi idi. Elektronlarla eşleşen selektronlar ve kuarklarla eşleşen skuarklar vardı. Bilim insanları bu kuramı olağanüstü buldular, çünkü fizikte uzun süredir çözülmeyen bazı problemleri çözüyordu. Kuramın bazı versiyonlarında, bir değil beş tane Higgs parçacığı vardı ve hepsi de parçacıkların kütle kazanmasında bir rol oynuyordu.

alışmalarının artan karmaşıklığı, Higgs'in karşılaştığı zorluğun yalnızca bir kısmıydı. 1972'nin baharında, kendisinden başka bir oğulları daha olan Jody ile (asla boşanmamalarına rağmen) ayrıldılar. Higgs "Hiç de ayrıntılı *kuramsal* işlerle uğraşacak durumda değildim," diye hatırlıyor. Higgs 2008'de *Sunday Times* gazetesine verdiği bir röportajda, evliliğinin bitmesine, çalışma saplantısının neden olduğunu söylemişti. "Ayrıldık, çünkü bilim kariyerime evliliğimden daha fazla önem veriyordum. Bir keresinde Amerika'ya gitmek üzere çıkacağımız bir aile tatilinden vazgeçtim ve uçağa binip bir konferansa gittim. Eşim Jody yapmakta olduğum şeylere olan ilgisini kaybetmişti," dedi.

Tarihte Higgs'in adının ne zaman, hangi anda lmszleştiği tartışmalı bir konudur. Higgs bunun Fermilab'da 1972'de verdiği bir konferans olduğuna inanır. Higgs'e göre, kuram için tek başına meşhur olması bir şans eseridir. 1967'de Higgs, Kore asıllı Amerikalı fizikçi Ben Lee ile New York'ta Rochester'daki bir konferansın resepsiyon salonunda şarap içip sandviç yiyerek çalışmaları hakkında laflıyordu. Sonradan Lee'nin 1972'deki Fermilab konferansının rapor-türü olduğu ve Higgs'le sohbetini hatırladığı ortaya ıktı. Lee konferans programını yazarken, kuramı ve uzaktan yakından kuramla ilgili her şey için Higgs'in adını kısaltma olarak kullandı. O andan itibaren basitçe bu ad kaldı. Dick Hagen ise "Higgs bozonu" adının ilk kez 1966'da Berkeley'de yapılan "Rochester Konferansı"nda kullanıldığına inanıyor. Hagen, konferanstan sonra bu durumu protesto etmek için konferansı düzenleyenlere bir mektup yazmıştı.

Bir bilim insanının hayatında en önemli şey, doğa hakkında bilinmeyen bir şeyi keşfetmekse, bu keşiflerin onurunu almak da ikinci sırada olmalıdır. Kariyerler n üzerine kurulur ve tanınmak bunun önemli bir parçasıdır. İş büyük bir keşfe geldiğinde ise bunun uygun karşılığı içinde yükselme, n ve çok seyrek olarak zenginlik-

tir. Bu kadar çok şey söz konusuysen, belirli bir keşfin bulunmasının yolunu açan hayatı bir işi kimin başardığı konusunda gerginliklerin yüksek boyutlara çıkması şaşırtıcı değildir. Bir keşfe yüzlerce bilim insanı şu ya da bu şekilde katkıda bulunabilir. İlgisiz gibi görünen çalışmaların, bir gün gelir bir sonraki bulmacanın kayıp halkası oldukları ortaya çıkabilir.

1938'in Haziran'ında bir yıl önce Nobel fizik ödülünü kazanan George Paget Thomson, keşfettiği elektron dalgaları konusunda bir ders verdi. Elektron dalgaları ilk olarak 1924'de Paris'te belirsiz bir biçimde Louis de Broglie tarafından öne sürülmüştü. Thomson keşiflerin nadiren yalnızca bir kişi tarafından, genelde ise bir grup insanın sürdürdüğü gayretlerin sonucunda yapılmasının nedenlerini anlattı. Thompson bu durumu şöyle anlatıyordu:

Öğrenme tanrıçasının tam erişkin bir hâlde Zeus'un beyninden fırladığı anlatılır, ama bir bilimsel kavramlaştırma çok seyrek olarak nihai formu içinde doğar ya da tek bir anası/babası vardır. Daha sık olarak bir dizi aklın ürünüdür, her biri kendi hesabına ondan önce gelen fikirlere yeni şekiller verir ve kendisinden sonra gelene malzeme sağlar.

Söz konusu iş bir de Nobel ödülüne layık görülürse hak edene hakkının verilmesi konusundaki gerginlik en üst boyutlara çıkar. Steven Weinberg, Nobel komitesinin kuantum elektrodinamiğini çözümleme konusundaki katkıları nedeniyle Freeman Dyson'a ödül vermemesinin çok yazık olduğunu söylemişti. Freeman'ın yerine ödül, bu çalışmayı birlikte ortaya koyduğu Richard Feynman, Julian Schwinger ve Sin-Itiro Tomonaga'ya verildi. Tartışma yaratan sorun da burada yatmaktadır. Nobel komitesi asla bir ödülü üç kişiden fazlasına vermez. Bu, Dyson'ın hafife alındığını düşünmek için nedenleri olan çok sayıda ve saygıdeğer bilim insanları grubunun bir üyesi olması anlamına geliyor.

Nobel komitesi kütle kuramı konusunda da benzer bir ikileme yüz yüze gelmeye doğru gidiyor.⁹³ Geniş kesimler tarafından, kütle kuramının Nobel ödülü alacak kalitede bir iş olduğu kabul ediliyor. Weinberg, Salam ve Glashow elektrozayıf kuvvet konusundaki çalışmaları nedeniyle 1979'da birlikte Nobel fizik ödülünü aldılar. 20 yıl sonra Tini Veltman ve Gerardus 't Hooft, kuramın renormalize edilebilir olduğunu ve sonsuzlukların sorun olmadığını kanıtladıkları için ödülü birlikte kazandılar. Bu durumlarda, doğru bilim insanlarının seçilmiş olduğu apaçıktı. Kütle kuramının merkezindeki parçacık, fizikçiler ve dünya medyası tarafından Higgs bozonu olarak biliniyor. Bu, Peter Higgs'in gelecekte herhangi bir Nobel ödülünü hak etmesinin kesin olduğu anlamına geliyor. Öte yandan, aynı kuramı ortaya atan 5 fizikçi daha var. Bunlardan ikisi, kuramlarını Higgs'den daha önce yayınlamış durumdalar. Kuramla ilgili çalışmalara katılmış bilim insanları emekli olması ve Higgs bozonunun keşfinin ufukta belirmesi kuramın adlandırılması konusunda anlaşmazlığın doğmasına neden oldu.

Bir fizikçi bana birkaç yıl önce Brüksel'de kütle kuramının tarihi ile ilgili bir derse katıldığında yaşananları anlattı. Derste konuşmacı, Almanya'nın Aachen kentindeki Kuramsal Fizik Enstitüsü'nden Lalit Sehgal idi. Sehgal, bilgisayarını açar ve slaytlarını düzenleyip Higgs mekanizması üzerine konuşmaya başlar. Kısa bir süre sonra, ön sıradaki dinleyicilerden birisinin belirgin bir memnuniyetsizlik içinde kendisine bakmakta olduğunu fark eder. Yaptığı hatayı tahmin ederek, "Bu kuramın bir dizi araştırmacı tarafından tanımlandığını biliyorum, ama geleneğe uygun olarak, kuramı soyadı en kısa olan araştırmacının adıyla anıyorum," der. Sehgal daha sözlerine

[93] 2010'da 6 fizikçinin tamamına da kütle kuramındaki çalışmaları için, J. J. Sakurai kuramsal fizik ödülü verildi. Şubat 2010'da Washington'da yapılan ödül töreninin, 6 fizikçinin de ilk kez bir araya geleceği bir an olması bekleniyordu, ama Higgs törene katılamadı.

devam etme fırsatını bulamadan, ön sıradaki dinleyici sesini yükselterek “Benim adımda da 5 harf var!” der. Bu kişi Robert Brout’tur.

İki Brükselli araştırmacı, Brout ve François Englert’in adları sık sık Higgs mekanizması üzerindeki çalışmalarıyla anılır ve Peter Higgs’e karşı herhangi bir kuyruk acıları yoktur. Üçüncü grup; Gerry Guralnik, Dick Hagen ve Tom Kibble ise Higgs mekanizması üzerine çalışan fizikçiler arasında bile bu konuda çok az anılırlar. Guralnik ve Hagen, bazı Avrupalı fizikçilerin kendilerini tarih dışına çıkarmak için komplo kurduklarına bile inanmaktadır. Guralnik, kuşularını 2009’da yayımlanan bir makalede gündeme getirdi:

Englert ve Brout ile Higgs’in makaleleri konusunda eşit temelde olmaktan fazla biçimde yaptıklarımızın tanınması konusunda ilk başta fazla sorun yokmuş gibi görünüyordu. Bu durum, 1999’a gelindiğinde, bizim çalışmamızın daha önce bizim çalışmamıza referans veren yazarlar tarafından bile, önemli konuşmalar ve makalelerde verilen referanslardan çıkarılmaya başlandığı zaman değişmiş görünüyor.

Brüksel’deki Özgür Üniversite’de çalışan Robert Brout ve François Englert, bugün yaygın olarak Higgs mekanizması olarak bilinen şey üzerine ilk yayını yapan kişilerdi. İkili, uluslararası parçacık fiziği topluluğu ve bu alana yeni girenler tarafından izole edildi. Higgs bu konuda onlardan sonra yayın yapan ikinci, kuram doğru ise kuramın öngördüğü yeni bir parçacığın, yani Higgs bozonunun varlığına dikkatleri çeken ilk kişiydi. Kuram konusunda, üçüncü sırada yayın yapan (Higgs’den birkaç hafta sonra) kişiler ise Guralnik, Hagen ve Kibble idi.

Higgs, kurama yalnızca kendi adının verilmesinden rahatsızdı. Konuşmalar esnasında Higgs parçacığı, “Skaler Bozon” ya da “Higgs Bozonu” olarak adlandırıldı. Higgs, bir konferansta durumun garipliğini şöyle ifade etti: “Geleneklere aykırı olarak, bu konferansta

bilimsel yazında benim adımın, genel olarak bazı kavramlara bağlanmasındaki önceliği reddederek başlamak istiyorum.”⁹⁴ Konferansa Higgs mekanizmasının “ABEGHHK’tH mekanizması” olarak yeniden adlandırılmasını önererek devam etti. ABEGHHK’tH, mekanizmayı keşfeden ya da yeniden keşfeden bütün insanların soyadlarının baş harflerinden oluşuyordu: (Anderson, Brout, Englert, Guralnik, Hagen, Higgs, Kibble ve ’t Hooft).

Higgs mekanizmasına hangi adı verirsiniz verin, Glashow, Weinberg, Salam, Veltman ve ’t Hooft’un çalışmaları, bu mekanizmanın elektromanyetizmayı zayıf kuvvetle birleştiren daha büyük bir kuramın neredeyse kesinlikle en hayati unsuru olduğunu gösteriyor. Şimdi iş, Weinberg’in kuramının doğrulanıp doğrulanmadığına bakmaktı. Şans eseri, kuram daha önce asla görülmemiş olan üç yeni tür parçacığın var olduğunu öngördü. Weinberg’in hesaplamaları iki W parçacığının bir protonun dört katı civarında bir ağırlığa sahip olmaları, Z parçacığının ise protonun iki katı ağırlığa sahip olması gerektiğini gösterdi: Bu, fizikçilerin parçacıkları aramaya nereden başlayacakları konusunda iyi bir fikre sahip oldukları anlamına geliyordu.

[94] Bkz. “SBGT and all that”, Peter Higgs, *Weak Neutral Currents*, ed. David B. Cline, Westview Press, 1997 içinde.

5. Bölüm

Gerçek Bir İntikam

Uçağın tekerlekleri tiz bir sesle yere değdiğinde, iniş takımları uçağın ağırlığının altında esnedi. Motorlar düzenli bir mırıltıyla çalışacak şekilde yavaşladı ve uçak terminale gelip durdu. Pilot, iç mikrofondan yolcuların kemerlerini çözebileceğini belirterek, “Kasvetli ve kıştan kalma İngiltere’ye hoş geldiniz,” dedi.

Heathrow havaalanı terminalinde Oxford Üniversitesi fizikçilerinden Donald Perkins, bavullarını alan ve pasaport kontrol kuyruğuna giren yolcuları izliyordu. Tarih 30 Aralık 1972 idi. Almanya’dan gelen uçağın yolcuları, Yeni Yıl için tatile gelen ya da Noel tatilinden evlerine dönen insanlardı. Perkins, beklediği kişiyi görmek için dikkatle bakmak zorunda kalmadı. Aachen Üniversitesi fizikçilerinden Helmut Faissner onu zaten görmüştü. Yüzünde büyük bir gülümseme ile elindeki bir fotoğrafı sallıyordu. Faissner gümrükten çıktıktan sonra Perkins’i bir masaya götürdü ve birlikte bakabilmeleri için fotoğrafı masaya koydu. Fotoğraftaki siyah zemin, kurşun delikleri ne benzeyen beyaz benekler, yumuşak helezonik kıvrımlar ve halkalarla kaplıydı. Eğitilmemiş gözler için bu, bir anlamsız darbeler ve lekeler karmaşasıydı, ama Perkins ve Faissner için fotoğraf yürekleri hoplatmaya yeterdi. Perkins fotoğrafın önemini derhal anladı ve

doğrudan bara gidip kutlamayı önerdi. Fotoğraf, Faissner'in "*Bilderbuch* Vakası" dediği şeydi: Fizik dünyası için yeni olan bir şeyin fotoğrafı tipik bir örneği.⁹⁵

1972'de çok az fizikçi Higgs bozonunu duymuştu ve duyanlar da bozonu bulmak amacıyla çalışmalara başlamak için çok erken olduğunu biliyordu. Bunun nedeni basitti: Fizikçilerin onu nasıl bulacakları konusunda hiçbir fikirleri yoktu. Hakkında çok az şey bilerek onu aramaya başlamak, boşa kürek çekmeye benziyordu. Bunun yerine, parçacık fizikçileri gözlerini Steven Weinberg ile Abdus Salam'ın 1960'larda önerdiği ve Tini Veltman ile Gerardus 't Hooft'un 1971'de sağlam temeller üzerine oturttuğu elektrozayıf kuvvet kuramını kanıtlamaya diktiler. Kuramın önemi abartılamayacak kadar büyüktü: Kuram, Maxwell'in 19. yüzyılın sonunda yaptığından bu yana ilk kez, doğanın iki kuvvetini birleştirmişti. Fizikçiler kuramın doğru olduğunun kanıtını bulan kişi ya da kişileri Nobel ödülünün beklediğini biliyordu.

Şans eseri, kütle kuramı fizikçilerin aklındaki bu işle birbirine geçmiş durumdaydı. Elektrozayıf kuvvet kuramı Higgs mekanizmasına dayanıyordu. Kuramın, varlığını öngördüğü yeni parçacıklara kütlelerini veren Higgs mekanizması idi. Bu, elektrozayıf kuvvet kuramı doğrulanırsa o zaman Higgs mekanizması ya da ona benzer bir şeyin de büyük olasılıkla gerçek olduğu anlamına geliyordu. Bu, Higgs kuramının somut kanıtı olarak kabul edilemezdi, ama fikrin doğru olduğunun ilk geçici ve dolaylı kanıtı olurdu.

[95] Nötr kuvvetlerin keşfi ile ilgili iki ayrıntılı tarih, özellikle yararlıdır. Bunlardan ilki, bu tarihin merkezinde olan Donald Perkins tarafından yazılmıştır. Bkz. Bölüm 25, "Gargamelle and the discovery of neutral currents", *The Rise of the Standard Model*, L. Hoddeson, L. Brown, M. Riordan ve M. Dresden, Cambridge University Press, 1997, içinde. İkinci faydalı değerlendirme, Peter Galison'ın yazdığı "The discovery of neutral currents" (nötr akımların keşfi) adlı makaledir ve *Weak Neutral Currents*, ed. David B. Cline, Westview Press, 1997 kitabı içinde yayınlanmıştır.

Elektrozayıf kuvvet kuramı, fizikçilerin deneylerinde doğru olup olmadığını test edecekleri bol miktarda öngöründe bulunmuştu. Başlangıç olarak, iki yeni parçacık, W ve Z parçacığı vardı ve Higgs parçacığının aksine fizikçilerin onları nasıl bulacakları konusunda bir fikirleri vardı. Ayrıca aranacak “nötr akım” adlı bir gizli etki de vardı. Normal elektrik akımları bir yerden diğerine hareket eden negatif yüklü elektronlardan başka bir şey değildir. Kuram, (elektrik olarak nötr olan) Z parçacığı tarafından üretilen ve diğer parçacıklar arasında gidip gelen yeni bir akım türü öngörüyordu. Fizikçiler uygun aletlere sahip olurlarsa hareket hâlindeki bir nötr akımın fotoğrafını çekebileceklerine inanıyorlardı. Bu akım fotoğraf filmi üzerinde belirli bir kalıbın izini bırakacaktı. Bu, tıpkı Helmut Faissner’in o gün havaalanına geldiğinde elindi tuttuğu filmdekine benzeyen, film boyunca helezonik biçimde dönerek ilerleyen bir görüntü olacaktı.

W ve Z parçacıkları ya da kısa ömürlü nötr akımlar deneylerde ortaya çıkmazsa elektrozayıf kuvvet kuramı çöpe atılabilir ve Higgs’in parçacıkların nasıl kütle kazandığı ile ilgili kuramının üzerinde büyük bir kuşku ortaya çıkardı. Yanıtı bulmak için, fizikçiler parçacık fiziğinin esas iş yükünü çeken şeylere döndüler: Parçacık akımlarını metal plakalarla ya da tam karşıdan gelen diğer parçacıklarla kafa kafaya çarpıştırmak için, parçacıkları olağanüstü hızlara çıkaracak şekilde hızlandıran makinelere.

Parçacık hızlandırıcılar 1920’lerin sonunda, yedek parçalardan yapılan külüstür makineler olarak kullanılmaya başladılar, ama geçen onlarca yıl içinde dünyanın en büyük ve en karmaşık makineleri hâline geldiler. Hızlandırıcıların ilk modelleri atom çekirdeğini kırıp açmak için kullanılan yüksek hızlı parçacık demetleri üreten modellerdi. Sonunda makineler çarpışmalarda ortaya çıkan enerjiden tümüyle yeni parçacıklar üretebilecek kadar güçlü hâle geldiler.

Bu makinelerin ortaya çıkışının izlerini 1900’lerde benzer deneyler yapan Ernest Rutherford ve başka fizikçilere kadar geri götürmek mümkündür. Rutherford, radyoaktif maddelerin, atomun yapısını araştırmak için kullanılabilecek yüksek hızlı parçacık akımları ürettiğini biliyordu. Kullandıkları ortak madde radyumdur. Radyumun yaydığı alfa parçacıkları, iki proton ve iki nötrondan oluşur ve saniyede 20 bin kilometrenin üzerinde bir hızla hareket eder. 1911’de atom çekirdeğinin keşfiyle sonuçlanan deneyde Rutherford’un kullandığı da bir alfa parçacıkları demeti idi.

Rutherford, Manchester’da yaptığı bu ıgır açıcı deneyinden sonra Cambridge niversitesi’ne geçti ve orada prestijli Cavendish Laboratuvarı’nın ilham verici lideri oldu. 1927’de Royal Society’de yaptığı bir başkanlık konuşmasında, fizikçilerin parçacık demetleri üzerine daha güçlü bir şekilde eğilmeleri gerektiğini vurguladı.⁹⁶ “Bu yalnızca atom çekirdeğinin yapısı ve istikrarını sağlamakla kalmayacak, birçok başka doğrultuda da büyük öneme sahip olağanüstü bir yeni alan açacaktır,” dedi.

Rutherford’un sözleri duymazdan gelinmedi. Cavendish Laboratuvarı’nda, İrlandalı fizikçi Ernest Walton ve birlikte çalıştığı Yorkshi-relı John Cockroft, radyoaktif madde toprakları kullanmadan, parçacık demetleri üreten bir cihaz yapmaya giriştiler. Cihaz kabaydı, ama çalıştı. Cihazın bir ucunda hidrojen dolu bir cam tüp vardı. Tp boyunca elektrik gerilimi (voltaj) uygulayan Walton ve Cockroft, hidrojen atomlarından elektronları sıyırıp çıkardılar, böylece onları çıplak hidrojen çekirdekleri hâline getirdiler, ki bunlar proton diye bilinir.⁹⁷ Protonlar pozitif yüklü oldukları için, şişeye bağ-

[96] *The Particle Odyssey: Journey to the Heart of Matter*, Frank Close, Michael Martin ve Christine Sutton, Oxford University Press, 2004, fizikçinin çalışması ile ilgili muhteşem bir değerlendirmedir.

[97] Ayrıntılar için bkz. *Rutherford: Recollections of the Cambridge Days*, Sir Mark Oliphant, Elsevier Science, 1972.

lı 8 metre uzunluğundaki bir boru içinde uygulanan elektrik gerilimi ile hızlandırılabilirlerdi. Cihaz planlandığı gibi çalışırsa protonlar boru boyunca hızla gidecek ve iki bilim insanı önlerine ne koyduysa ona çarpacaklardı.

Walton ve Cockroft güvenliği de düşündüler. Makineyi denemeye başlamadan önce, laboratuvarın ortasına yaptıkları ve üzerini kurşunla kapladıkları küçük bir ağaç kulübenin içine girdiler. Cihaz Rutherford'un tahmin ettiği kadar başarılıydı. 1932'de fizikçiler kaba parçacık hızlandırıcılarında, demetleri, en hafif metal olan lityuma yönelttiler. Proton demeti hedefe çarptı ve lityum atomlarını ikiye böldü. Walton ve Cockroft 1951'de, yapay olarak parçacıkları hızlandırdıkları ve atomu parçaladıkları (böldükleri) için Nobel fizik ödülünü kazandılar.

Atomu parçalamak çığır açıcı bir başarıydı, ama fizikçiler, atomun en içerdeki daha küçük yapı taşlarını incelemek için atomları un ufak etmek istiyorlarsa daha güçlü hızlandırıcılara ihtiyaçları vardı. Fizikçiler hızlandırıcılarını, hızlandırıcının ürettiği parçacıkların enerjilerine göre derecelendirdiler. Kullanılan birime ise elektronvolt (eV) adı verildi. Bir elektronvolt, bir elektronun 1 voltluk elektrik alanı tarafından hızlandırıldığında kazandığı kinetik enerji miktarıdır. Bir elektronvolt, çok çok küçük bir enerji miktarıdır. Bir madeni parayı yerden bir milimetre yukarıya kaldırmak için yaklaşık 600 trilyon elektronvolt (eV) gerekir. Bir atomu ikiye bölmek çok daha az, yalnızca 100 bin eV gerektirir. Bir atomdaki elektronu sadece 14 eV ile ondan ayırabilirsiniz, bu bir araba aküsünün toplayabileceğinden yalnızca birkaç volt fazla elektrik gerektirir. Fizikçiler demet enerjilerini elektronvoltun katları ile tanımlar. Örneğin bin elektronvoltage keV, bir milyon elektronvoltage MeV, bir milyar elektronvoltage GeV ve bir trilyon elektronvoltage TeV ile.

İlk hızlandırıcıları yapanları uğraştıran ilk sorunlardan birisi, parçacıkları daha da yüksek hızlarda hareket ettirmek için gereken

Şiddetli elektrik alanlarının devamlılığını sağlamanın zorluğuydu. İlke olarak, parçacık demetlerini büyük uzaklıklar üzerinde güçlü elektrik alanları ile hızlandırarak daha yüksek enerjilere çıkarabilirsiniz. Ancak gerçek hayatta bu fikir başarsız oldu. Fizikçilerin kullandığı devasa elektrik alanları   kt  ve cihazları boyunca sıçrayan büyük kıvılcımlara yol açtı.

Walton ve Cockroft, boru temelli hızlandırıcılarını kullanmaya devam ederken, Berkeley'deki California  niversitesi'nde  alışan Amerikalı fizikçi Ernest Lawrence yüksek elektrik alanları sorununu çözen yeni bir tasarımıla bir adım ileri gitti.⁹⁸ Lawrence, yeni hızlandırıcının fikrini Norveçli mühendis Rolf Wideroe'nun Almanya'da yayımlanan bir teknik dergide yer alan makalesinden aldı. Lawrence metni okuyarak takip edemeyeceğı için, makalenin uyandırdığı fikri, içindeki diyagramları takip ederek ortaya çıkardı. Parçacıkları uzun düz bir boru içinde hızlandırmak yerine bir daire içinde sürekli döndürerek hızlandırmak için zayıf elektrik alanları kullandı.

Lawrence daha sonradan siklotron hızlandırıcı olarak bilinecek makineyi yaptı. K  k bir tabaktan biraz büyük olan makinenin içinde, parçacıklar, her dönüşlerinde onları tekrar iten bir alternatif elektrik alanı tarafından ileri fırlatılırlar. Bu, bir atlıkarıncayı yatmış hâldeyken giderek daha hızlı çevirmeye ve her birkaç saniyede bir kuvvetli bir şekilde hız vermeye benzer. Güçlü mıknatıslar tarafından yönlendirilen parçacıklar, ivme kazandıkça makinenin içinde dönmeye devam eder. Kısa süre sonra, Lawrence, parçacıkları 5 MeV'e yakın enerjiyle hızlandırabilecek duruma gelmişti. Walton ve Cokroft, en fazla 800 keV'e  ıkabilmişlerdi. Lawrence'ın "proton at-

[98] Bkz. *Lawrence and His Laboratory: A History of the Lawrence Berkeley Laboratory*, c.1, J. L. Heilbron ve Robert W. Seidel, University of California Press, 1989.

lıkarıncam” dediği makinesi yalnızca daha güçlü değil, aynı zamanda laboratuvar tezgâhının üstüne sığacak kadar da küçüktü.

Lawrence, her biri bir öncekinden daha büyük ve güçlü bir dizi siklotron yaptı. İlk siklotronu yalnızca 12,7 santim genişliğindeydi, ama 1939’a gelindiğinde tasarımları 1,5 metre genişliğindeki büyük bir makineyi içerecek boyutlara genişledi. Lawrence siklotronlarını, elementleri proton bombardımanına tutarak, bu elementlerin radyoaktif örneklerini yaratmak için kullandı. Yaptığı çalışmalar doğrudan, tıpta radyoaktif maddelerin kullanılmasıyla sonuçlandı. Kardeşi Doktor John Lawrence, radyofosforları kan kanseri tedavisinde kullandı. Kısa süre sonra meslektaşları, insan vücudundaki kanser hücrelerini öldürmek için, siklotron içinde üretilmiş proton demetlerinin nasıl kullanılacağını tasarladı. 1939’da fizikçi Lawrence, siklotron çalışmaları ve siklotronları kullanarak yaptığı keşifler nedeniyle Nobel Fizik Ödülü’nü aldı. Yaptığı keşifler arasında doğada bulunmayan yapay element teknetyum (tc) da vardı

Hızlandırıcılar güçlendikçe yeni teknik sorunlar da ortaya çıktı. Makinelerin içindeki parçacıklara ışık hızına yakın hızlar veriliyordu. Bu koşullarda enerjiyi daha da artırmak, parçacıkların hızında çok küçük değişiklikler yapıyordu. Einstein’ın görelilik teorisine göre, fazla enerji parçacıkların yörüngesini değiştirir ve parçacıklar onları döndüren alternatif elektrik alanlarının dikkatli biçimde değiştirilmesiyle idare edilir. Bu daha gelişmiş makineler, yeni kuşak hızlandırıcıları oluşturdu ve *senkrosiklotron* olarak adlandırıldı.⁹⁹

Soğuk Savaş yıllarında ABD ve SSCB’de dev parçacık hızlandırıcılarının yapımı, uzay yarışındaki sürekli olarak teknolojik üstünlük taslamanın bir benzeri gibiydi. İki ülke de makinelere para akıtmayı bilimsel bir zorunluluk olarak gördü. Sonuçta, İkinci Dünya

[99] Örneğin bkz. *The Quark Machines: How Europe Fought the Particle Physics War*, Gordon Fraser, Taylor & Francis, 1997.

Savaş'ını kazanan atom bilgisiydi. Atom ve atomların içine sıkışmış enerji hakkında daha fazla şey öğrenmek bir ulusal güvenlik sorunuymuş ve iki ülke de maliyete çok az önem vererek yarışa devam etti. Biri devasa bir hızlandırıcı yaptığında, öteki daha iyisini yapmak için harekete geçmek zorundaydı.

1950'ler büyük hızlandırıcıların en iyi günleriydi. Dünya'da, faaliyette ya da yapım hâlinde olan bir düzineden fazla büyük hızlandırıcı vardı. New York'taki Long Island adasındaki Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda 3 GeV düzeyindeki Cosmotron hızlandırıcısı çalışıyordu. San Francisco yakınlarındaki Berkeley'de Bevatron hızlandırıcısı rekor kırarak 6,2 GeV'e çıkmıştı. 1957'de Sovyetler Moskova'nın kuzeyindeki Dubna'da kendi hızlandırıcılarını faaliyete geçirerek yanıt verdiler, bu hızlandırıcı 10 GeV enerji düzeyinde parçacık demetleri ürettiyordu. Aynı yıl Sovyetler Dünya'nın ilk yapay uydusu olan Sputnik'i uzaya fırlattılar. Walton ve Cockroft'un ilk hızlandırıcılarını üretmelerinden bu yana 30 yıl geçmişti. Bu sırada en yeni makine, ilk makinenin 50 bin katı yüksek enerjilere ulaşıyordu.

ABD ve Rusya'da hızlandırıcılara yapılan devasa yatırım, bilimin savaş sonrası ekonomik depresyon içinde yerlerde süründüğü Avrupa için ciddi bir tehdit oluşturmuyordu. Makineleri çalıştırma uzmanlığı ve makinelerin yarattığı nükleer enerji konusundaki bilgi, makinelere sahip olan ülkelerin elinde kalıyordu. Avrupalı bilim insanları geride kalıyorlar ya da ABD ve başka yerlerdeki meslektaşlarına katılmak için ülkelerini terk ediyorlardı.¹⁰⁰

Avrupa'nın bilim alanındaki geleceği hakkındaki endişeler, aralarında iki Nobel ödülü sahibi fizikçinin, Fransız Louis de Broglie

[100] Abraham Pais ABD'de fiziğin İkinci Dünya Savaşı'ndan hemen sonra nasıl yükselişe geçtiğini *Inward Bound* (Kaynakçaya bakınız) kitabında anlatır. Kitabın 473. sayfasında şöyle der: "Avrupa bilim ve teknolojsi başka alanlardaki gelişmelerle (bu duruma) ayak uydurabilir ve beyin göçü ancak güçlerin birleştirilmesi ile yavaşlatılabilir."

ve Amerikalı Isidor Rabi'nin de bulunduğu önde gelen bilim insanlarının, hükümetler nezdinde büyük bir çokuluslu laboratuvar kurulması için lobi yapmalarına yol açtı. Bu laboratuvarın rolü, farklı ülkeler arasında işbirliğini kurmak ve Avrupalı bilim insanlarının fizikte son gelişmelere sahip olmalarını sağlamaktı. 1950'lerin başlarında yapılan birkaç toplantı, projeyi yürütmek için geçici olarak *Conseil Européenne pour la Recherche Nucléaire*, yani CERN'in (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi) kurulmasıyla sonuçlandı. 1954'te 12 Avrupa ülkesi, merkezi İsviçre'nin Cenevre kenti yakınlarında olacak Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi'nin kuruluşunu onayladı. Yeni kurumun adı da merkezin Fransızca adının baş harflerinin kısaltılması olan CERN olarak kabul edildi.

Avrupa laboratuvarının iddiası büyüktü. CERN'deki büyük hızlandırıcı, proton siklotronu, 200 metre genişliğindeydi ve bir futbol sahasına zar zor sığıyordu. Hızlandırıcının seyir defteri, CERN'in tarihine, 24 Kasım 1959'da saat 19.35'de makinenin protonları, rekor kırarak, 24 GeV'de hızlandırdığı anı kaydetti. Ertesi sabah CERN'in gelecekteki müdürlerinden John Adams başarıyı bir şişe boş votka şişesini sallayarak ilan etti. Votka, Rusya'daki Dubna hızlandırıcısında çalışan bilim insanları tarafından, ancak CERN kendi rekorlarını kırarsa içilmek üzere gönderilmişti. Adams şişeyi, içine makinenin ekranlarından birinden çekilen ve protonların 24 GeV'deki titreşimlerini gösteren bir polaroid fotoğrafı koyarak Sovyet bilim adamlarına geri gönderdi.¹⁰¹

CERN Laboratuvarı, Avrupa'da parçacık fiziği için temel bir çekim merkezi hâline geldi. Makine, bilimsel bir araç olarak kullanılmadan önce, fizikçiler, yüksek enerjili parçacıkların diğer maddelere çarptığında ne olduğunu incelemek için dedektörler yapmak zorun-

[101] CERN'in fotoğraf arşivinde Adams'ı elinde boş votka şişesi ile gösteren şahane bir fotoğraf var. Bkz. CERN Document Server, Record 39074.

daydı. Dedektörler, nötr akım ya da W parçacığı işaretleri gibi, özel yeni etkileri aramak için tasarlanmı tı. Bunlar mühendislik harikalarıydı ve planlanıp yapılmaları yıllar alabiliyordu.

Atlantik'in öteki yakasında (ABD'de) ise daha güçlü hızlandırıcılar yapmaktan vazge ilmemi ti. CERN ayaklarının üstüne bastığı sırada, metre ve adım yerine, mil ve kilometrelerle hesaplanan büyüklükteki hızlandırıcıları olan ilk milyon dolarlık laboratuvarlar faaliyete geçti. 3 kilometre uzunluğundaki Stanford doğrusal hızlandırıcısı Menlo Park'da kuruldu; diğer büyük tesis Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı'nın inşaatı, Chicago'nun 60 kilometre kadar kuzeyinde 27 bin 518 dönümlük bir  ayırılıkta başladı.

Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda ise mühendisler bir süreliğine Dünya'nın en güçlü hızlandırıcısı olan Alternatif Gradient Senkrotronu'nu inşa ettiler. Bu hızlandırıcıda demetler 33 GeV enerjisi düzeyinde hareket ediyorlardı. Bu makine, bilim insanlarına    Nobel  d l  kazandırdı. 1962'de Leon Lederman ve diğerleri bu hızlandırıcıyı kullanarak *muon nötrino* adlı bir parçacık keşfettiler. 1974'de Alternatif Gradient Senkrotronu'ndaki ve Stanford Doğrusal Hızlandırıcı Merkezi'ndeki fizikçiler, birlikte J/psi adı verilen bir parçacık keşfettiler. Bu parçacığın keşfi, cazip (t sımlı) kuark adı verilen yeni bir tür kuarkın varlığını kanıtladı.

Chicago laboratuvarının mimarı Robert Wilson'du. Wilson, Manhattan Projesi'nin deneysel nükleer fizik bölümünün başkanı ve bir zamanlar Ernest Wilson'ın lisansüstü öğrencisiydi. Wilson, kendisini bir Rönesans insanı olarak görüyordu. Başarılı bir heykeltıra tı ve hızlandırıcıları modern çağın katedralleri olarak görüyordu. Chicago'daki yeni hızlandırıcının rolünü "asıl olarak ruhani" bir rol olarak tanımlıyordu. Yeni hızlandırıcının "hayatlarımıza tatmin duygusunu getirecek" bir "büyük g zellik" olacağını söylemişti.

Wilson Wyoming'de ailesine ait bir sığır çiftliğinde büyümüştü ve yetenekli bir kovboy olmuştu.¹⁰² Wilson'ın Manhattan Projesi'ndeki yardımcısı Edwin Goldwasser, Wilson'ın "gençlik zamanlarında üç oğlundan herhangi birine ihtiyaç duyduğunda, kementle başarılı bir şekilde yakaladığını" söyledi. Makineler bozulduğunda, Wilson kendi kasabasındaki demirciye gidip yedek parçaları kendisi yaparak, yedek parça almak için bir sonraki kasabaya yapılacak uzun at yolculuğundan kurtulurdu. Bu deneyim onun üzerinde etkili oldu. "Kendi ellerinizle büyük mekanizmalar yapıp onları çalıştırabileceğinize inanırım," derdi.

Wilson, Cornell Üniversitesi'nde hızlandırıcı tasarımları üzerinde çalışırken, 1965'de Chicago laboratuvarını çalıştırmak üzere aday gösterildi. O sırada ABD Atom Enerjisi Kurumu, bilim insanlarını, Chicago'da yapılacak yeni makine için önerilerini sunmaya çağırıyordu. Wilson'un Berkeley'deki eski laboratuvarının hazırladığı planlardan birisi Wilson'ın önüne geldi. Wilson, ayrıntılı olarak incelediği planı, abartılı tasarlanmış olduğu ve 340 milyon dolar gibi çok yüksek miktarda bir maliyeti olacağı için ağır bir şekilde eleştirdi. Wilson'ın ciddi bir dayanak noktası vardı. Hızlandırıcıların aşırı maliyetlerinin fiziği ödürebileceğinden korkuyordu. Büyük projeler söz konusu olduğunda eli sıkıydı. Bir şey ilk seferinde kusursuz çalıştığında, onun abartılı tasarlanmış olduğuna, sonuçta çok pahalıya mal olacağına ve inşa etmesinin çok zaman alacağına inanıyordu.

İki yıl boyunca yüzden fazla hızlandırıcı önerisini değerlendiren Atom Enerjisi Kurumu, sonunda Wilson'ı çağırdı ve laboratuvarı kendi bildiği gibi inşa etmesini istedi. İnşaat çalışmaları devam ederken Wilson, projeye ilgili olarak sorulara yanıt vermesi için Kongre'nin

[102] Robert Wilson'ın kapsamlı bir portresi ve Fermilab'daki çalışmaları için Bkz. *Fermilab: Physics, the Frontier and Megascience*, L. Hoddeson, A. W. Kolb ve Catherine Westfall, University of Chicago Press, 2008.

Atom Enerjisi Ortak Komisyonu önüne çağırıldı. 1969'da yapılan komisyon toplantısı sırasında Senatör John Pastore, Wilson'dan projenin ulusal güvenliği nasıl güçlendireceğini açıklamasını istedi. Wilson, projenin ulusal güvenlikle bir ilgisi olmadığını söyledi, ama Pastore ısrar etti. Sonunda Wilson makinenin değerini "Proje yalnızca birbirimize karşı duyduğumuz saygı, insan onuru ve kültür aşkı-mızla ilgili" diyerek açıkladı.¹⁰³ "İyi ressamlar, iyi heykeltıraşlar, b-yk şairler olup olmadığımızla ilgili. Yani lkemizde saygı gösterdi-ęimiz bütün bu şeyleri ve söz konusu olduklarında vatansever oldu-ęumuz şeyleri kastediyorum. Ülkemizi savunmaya değer kılmanın dışında, ülke savunmasıyla doğrudan bir ilgisi yok."

Pastore'n sorusu, laboratuvarın Soğuk Savaş'ın zirvesinde oldu-ęu bir dönemde yapıldığı düşünülürse şaşırtıcı değildi. Politikacılar, hızlandırıcıların nasıl başka daha yıkıcı bir bomba yapabileceklerini gösterebileceğini sanıyor ya da ülkeyi dış bir saldırgandan koruma-nın yolunu sağlamasını bekliyor olabilirlerdi, ama makinelerin ama-cı bu değildi. Hızlandırıcılar, doğada faaliyet hâlindeki fiziği ortaya çıkarmışlardı; bu bilginin nasıl uygulanabileceği belki de on yıllar boyunca belirginleşmeyecekti. Daha da güçlü hızlandırıcılar yapma çabasının hiç şüphesiz orduya dolaylı bir faydası olmuştu; örneğin, karmaşık elektronik cihazlar yapma konusunda çok yetenekli olan çok sayıda fizikçi ve mühendis yetiştirmişi.

Wilson'ın yönetiminde, Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı'ndaki hızlandırıcının inşası planlanan tarihten önce, planlanan btceden daha ucuza ve ilk başta planlanan enerjinin iki katından fazla, 500 GeV enerji düzeyi potansiyeline sahip olarak bitirildi. Ucuza getir-menin sonuçlarını görmek hiç de zor değildi. Binalar dökülüyordu.

[103] Bu konuşmaların hoş bir değerlendirmesi için bkz. *The Second Creation: Ma-kers of the Revolution in Twentieth-Century Physics*, Robert P. Crease ve Charles C. Mann, MacMillan, 1986.

Hızlandırıcıyı yerleştirmek için açılan tüneller su sızdırıyordu. Deney tesisleri azdı ya da hiç inşa edilmemişti. Yılmayan Wilson, fizikçilerin hızlandırıcının kullanılmasını önerdiği deneyler listesinde eleme yapmaya başladı. CERN’de olduğu gibi, seçtiği deneyler ondan sonra yapılması gereken dedektör türlerini belirledi.

Wilson, projeyi ensesinden tutup tamamladığı için başkent Washington’da bir kahraman olarak selamlandı. Ancak bu balayı uzun sürmeyecekti. Wilson’ın elinde hızlandırıcıyı inşa ettikten sonra 6 milyon dolar para kalmıştı. Bu parayı hızlandırıcının enerjisini ikiye katlayacak küçük bir “yardımcı” makine yapmak için kullanmakta bir sakınca görmedi. Washington bunu öğrendiğinde, bu durumu onaylamadı. Wilson’ın gelen telefonlara cevap vermekten kaçınmak için telefonunu bürosundaki büyük bir çiçeğin içine saklamasının da bir faydası olmadı.¹⁰⁴

1970’lerin başında CERN ve Chicago’daki Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı ilk kez deneylere başlamaya hazırdı. Amerikalı fizikçilerin daha fazla deneyimi vardı, ama laboratuvarları görece daha az bir bütçeyle kurulmuştu. CERN’de ise Avrupalı bilim insanları hâlâ yeni teknolojinin üstesinden gelmeye çalışıyorlar ve dünyanın bilimsel seçkinleri arasında yerlerini almak için sabırsızlanıyorlardı. Her iki laboratuvar da öncelik elektrozayıf kuvvet kuramının kanıtını bulmaktı.

CERN ve Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı’ndaki fizikçiler benzer deneyler oluşturdular. Hızlandırıcıları nötrino denen parçacık demetleri yaratmak için kullandılar. Nötrinolar ışık hızına yakın bir hızda hareket ediyor ve normal maddenin içinden neredeyse her zaman doğrudan geçiyorlardı. Çok çok nadir durumlarda, fizikçiler

[104] Wilson’ın bu ve diğer tuhaf davranışları için bkz. *Fermilab: Physics, the Frontier and Megascience*, L. Hoddeson, A. W. Kolb ve Catherine Westfall, University of Chicago Press, 2008.

nötrinoların yollarına çıkan diğer parçacıkları sıyırıp geçeceklerini, bunun da elektrozayıf kuvvetin işbaşında olduğunu açığa çıkaran işaretleri bırakacağını öngörüyorlardı.

CERN’de bir keşif yapma umudu, Fransız fizikçi Andre Lagarri-
gue liderliğindeki bir ekibe ve ekibin *Gargamelle* adını verdiği 5 metre
uzunluğundaki dedektörlerine bağlanmıştı. Gargamelle adı, François
Rabelais’in 16. yüzyılda yazdığı masaldaki Gargantua adlı devin an-
nesinin isminden alınmıştı. Gargamelle, kabarcık odası denen türden
bir dedektördü. Kabarcık odası, fizikte elde edilen en güzel görüntü-
lerden bazılarının elde edilmesini sağlayan bir icattı. Gargamelle, içi-
ne 4,5 ton Freon gazı¹⁰⁵ doldurularak hazırlanmıştı. Deneyler sırasın-
da, dedektör içindeki basıncı azaltmak için Gargamelle’e eklenen bü-
yük piston geri çekildi. Bu, freon gazını kaynamanın eşiğinde, hassas
bir duruma getirdi. Bir nötrino dedektör içindeki bir elektrona çar-
parsa seken elektron Freon gazı içinde hızla ileri fırlayacak ve ardın-
da kabarcık izleri bırakacaktı. Bu izler flaş ampulünün yanmasına yol
açacak ve hareket hâlindeki parçacıkları film üzerinde yakalayacaktı.

Gargamelle deneyi 1972'nin sonbaharında başladı ve bir sonraki bahara kadar sürdü. Ara sıra dedektörden alınan fotoğraflar, elektrozayıf kuvvet kuramının göstergesi sayılan öngörülerden biri olan nötr akımlara tahrik edici biçimde benzeyen köpük izleri gösteriyordu.¹⁰⁶ Ancak CERN'deki bilim insanlarının çoğu yine de ikna olmamıştı. Nötr akımların o kadar nadir olmasını bekliyorlardı ki, bu akımları görmeleri neredeyse olanaksızdı.

O Aralık ayında, Almanya'daki Aachen Üniversitesi araştırma öğrencilerinden Franz-Josef Hasert, Gargamelle deneyinde çekilen

[105] Sıvı soğutucu kloroflor karbon gazı. Ç. N.

[106] Nötrinolar, şiddetli kuvvet ya da elektromanyetik kuvvetten etkilenmezler ve çok çok küçük bir kütleye sahip oldukları için, kütleçekiminden de çok nadiren etkilenirler. Ama zayıf kuvveti hissederler, bu da onları elektrozayıf kuramı araştırmak için ideal parçacıklar haline getirir.

fotoğrafların filmlerinden bazılarını kontrol ediyordu. Fotoğraflardan birinde boylu boyunca, nötr akımın tüm izlerini taşıyan, daha önce görülmemiş bir kabarcık spirali vardı. Hasert, danışmanına bundan bahsetti, o da fotoğrafı Aachen'deki Gargamelle ekibinin başı olan Helmut Faissner'e götürdü. Faissner bunun kesinlikle bulunmayacağını umdukları şey olduğunu anladı. Kısa süre sonra fotoğrafı paketleyip çantasına koydu ve Oxford Üniversitesi'ndeki Gargamelle ekibinin başı olan Donald Perkins'e göstermek için Londra'ya uçtu.

Gargamelle deneyindeki fizikçiler dedektörlerindeki parçacık izlerinin 1,4 milyon tane fotoğrafını çekmişti. Bu film dağının içinde nötr akımın neden olduğu 5 ile 30 kadar köpük çarpma izi bulacaklarını hesapladılar. Her bir fotoğraf aydınlık masada detaylı biçimde incelenecekti. Bu sıkıcı, ama gerekli bir işti. Perkins daha sonra, "Herkes bunun nasıl bir kâbus olduğunu tahmin edebilir," dedi. O sırada Gargamelle ekibi yalnızca 100 bin fotoğrafı incelemişti. Geriye kalan 1 milyon 300 bin fotoğrafı incelediklerinde, ellerinde nötr akıma benzeyen yalnızca 2 fotoğraf vardı.

Yeni yılda Faissner, Lagarrigue'ye ellerindeki fotoğrafı tarif eden bir not yazdı. "Olay bizi çok heyecanlandırdı. Aslında bir nötr akımın örneği olmaya güzel bir aday" dedi. Fotoğrafın önemli olmasının yanı sıra, CERN'deki fizikçiler, gördükleri şeyin ne olduğundan emin olmak için, onun gibi birçok fotoğraf daha çekmeleri gerektiğini biliyorlardı. Bilim insanları bir keşfi parmak uçlarında hissetmeye başladılar.

Fizikçiler eski verilerini tekrar elden geçirdiler ve benzer bir fotoğrafı gözden geçirip kaçırmadıklarını yeniden kontrol ettiler. Bütün Avrupa'daki ekipler bu işe ortak oldu. Bütün ekip üyelerinin inceleme yapabilmesi için, fotoları çok büyük oranlarda büyüttüler. Her umut vadeden fotoğrafın etrafında dikilen fizikçiler, bu çizginin ve şu girdabın anlamını tartıştılar. Bu bir nötr akım mıydı, yok-

sa başka bir şey mi? Herhangi bir   p he olduğunda fotoğraf “d  ar ” diye i aretlenip bir tarafa konuyordu.¹⁰⁷

18 Temmuz 1973’te Lagarrigue, CERN’de günlük postay  kontrol ederken, Chicago’daki Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı’nda nötr akımlar avının başındaki Carlo Rubbia’dan bir mektup geldiğini gördü.¹⁰⁸ Rubbia, CERN’in resmi olarak nötr akımı ke fetti ini ilan etmek üzere olduğunu duymuştu. Kendi ekibinin de nötr akımın 100 civarında temiz görüntüsüne sahip olduğunu ve yayınlanmak üzere bir makale yazımının son aşamasında olduğunu bildiriyordu. Rubbia, mektubunu bir öneri ile bitiriyordu: Her iki ekibin de öteki- nin bulgularını kabul edip ke fin onurunu birlikte paylaşması.

Lagarrigue’nin içine kurt d  m  t . Yarı an ekiplerin kendi açıklamalarını kendi ba larına yapmalarını gerektiğine inanıyordu. Rubbia’nın önerisini reddetti ve kendi ekibinin CERN’de 24 saat içinde bir açıklama yapmayı planlad ı ını bildiren bir mesaj gönderdi. Ertesi gün Gargamelle deneyini yapan fizikçilerden Paul Musset, CERN’de verdiği bir seminerle nötr akımları ke fettiklerini açıkladı. Dört gün sonra, ekip nötr akımlar üzerine yazdıkları makaleyi *Physics Letters* adlı dergiye gönderdi. Carlo Rubbia ise kendi ekibinin yazd ı ı makaleyi ABD’de yayımlanan *Physical Review Letters* dergisine gönderdi. Ancak yarı  henüz bitmemi ti. Dergilerin editörleri makaleleri hakemlere gönderdi ve hakemler de her iki makaleyi sorular eşliğinde yazarlarına geri gönderdi. Ke fin kimin hanesine yazılacağı hâlâ belirsizdi.

O yıl Eylül ayında parçacık fizikçileri Fransa’nın güneyindeki Aix-en-Provence’de önceden akademik takvime alınmış büyük bir

[107] Bkz. “The discovery of neutral currents”, Peter Galison, *Weak Neutral Currents*, ed. David B. Cline, Westview Press, 1997 içinde.

[108] Bu dönemin ilk anlamı için 12. nolu dipnottaki kaynağa ve “Distrust and discovery: the case of the heavy bosons at CERN”, John Krige, *Isis*, c.92, Eylül 2001’e bakınız.

konferans için bir araya geldiler. Paul Musset, CERN'den arabayla geldi. Şehre girerken, ağır bavullarını sürükleyen iki kişiyi geçti, muhtemelen istasyondan konaklayacakları yere gidiyorlardı. Musset arabayı kenara çekti ve adamlardan birisine “Siz Salam mısınız?” diye sordu. Elektrozayıf kuvvet kuramını Steven Weinberg'den bağımsız olarak yazan Abdus Salam “Benim,” diye yanıt verdi. Musset, “Arabaya binin, size verecek haberlerim var,” dedi ve “Nötr akımları keşfettik,” diye sürdürdü sözlerini.¹⁰⁹

O ay, *Physics Letters* Gargamelle ekibinin nötr akımlar üzerine yazdığı makaleyi yayınladı. Ekip ilk büyük keşfini yapmış ve CERN'in yerini haritada artık bilinir kılmışlardı. Ama kutlamalar fazla uzun sürmedi. Chicago'daki Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı'nda Rubbia'nın ekibi, dedektörlerinde düzeltmeler yaparken, makalelerinin yayınıni geçici olarak durdurdular. Dedektörde yapılan düzenlemelerle daha iyi sonuçlar almayı amaçlıyorlardı, ama hızlandırıcı yeniden çalışmaya başladığı zaman sonuçlar daha da kötü göründü. Daha önce nötr akım gibi görünen şekiller ortadan kaybolmuştu. Kasım ayına gelindiğinde ABD ekibi toptan fikir değiştirmişti. İyileştirilmiş dedektörleri hiçbir nötr akım kanıtı görmemişti. Fizikçiler hemen, bu U dönüşünü tanımlayan bir makale hazırladılar. Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı, Harvard Üniversitesi'ndeki, Pennsylvania ve Madison'daki Wisconsin Üniversitesi'ndeki deneyimli fizikçilerin elde ettiği sonuç, CERN'in makalesini çürütecek ve laboratuvarın ününü zedeleyecek kadar yıkıcıydı.

Birkaç hafta sonra Carlo Rubbia, elinde kötü haberi veren Lagarrigue'ye yazılmış bir mektupla CERN'e vardı. Mektupta, “*Physical Review Letters* dergisinde yayınlanmak üzere bir makale yazdık. Elbette makalenin bir kopyası da size gönderilecektir. An-

[109] Bkz. *Selected Papers of Abdus Salam*, Abdus Salam ve Ahmed Ali, World Scientific, 1994.

cak bilinen açık nedenlerden dolayı, sonuılarımızı yayınlamadan önce, onları size gayrı resmi olarak iletmek istedik,” diye yazıyordu. Lagarrigue mektubu ekibine dağıttı. Haber yayılırken, CERN’in genel müdürü Willy Jentschke, Gargamelle grubunu sonuıları hakkında sorguya çekmek üzere acil toplantıya çağırdı.¹¹⁰ Eğer Rubbia’nın ekibi haklı ise CERN ağır bir küçük düşme ile karşı karşıya idi. Gargamell grubu sonuılarını savundu. Fizikçiler, fotoğraflardaki o görüntüleri üretebilecek her şeyi düşünmüşler ve bunun nötr akım dışında başka bir şey olamayacağına karar vermişlerdi. ABD ekibi ne bulmuş olursa olsun, sonuıların doğru olduğunu söylediler.

Rubbia’nın CERN’e yaptığı ziyaretten kısa bir süre sonra, Rubbia’nın Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı’ndaki ekibinin içine yine kurt düştü. Ekip yelerinden David Cline, dedektörde nötr akımın sağlam kanıtına benzeyen 8 olay belirledi. Nötr akımın kanıtlarını bulma umutlarını yok eden makalelerini dergiye sunmak yerine, Amerikalı ekip, 4 aydır derginin editörlerinin elinde yayınlanmayı bekleyen ilk makalelerini değiştirdi. Bu ikinci U dönüşü yalnızca Amerikalı ekibin yaşadığı baskıyı değil, aynı zamanda karmaşık dedektörleri tamamen anlamının gerektirdiği uzmanlığın boyutlarını da ortaya koyuyordu. şakacılar, bilim insanlarının “alternatif nötr akımların” peşinde olduğu şeklinde şaka yaparken, Amerikalı ekibin makalesi de Nisan 1974’de yayımlandı.

Nötr akımları keşfetmek için gösterilen yoğun çaba hem CERN hem de şimdi Fermi Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı (Fermilab) adını alan Amerikan tesisindeki ekipleri çok yormuştu. Ama yine de dl bu çabalara değerdi. Bu, bilim insanlarının elektrozayıf kuvvet kuramının doğru olduğuna ve elektromanyetizma ile zayıf kuvvetin evrenin ilk zamanlarında tek bir kuvvet olarak birleştiğine dair elde ettikleri ilk kanıttı.

[110] Bkz. 12. nolu dipnottaki kaynak.

Çok az bilimsel keşfin değeri, yapıldığı anda tümüyle anlaşılır. Bilimsel keşifler, ilk başta gizemli, belirsiz ve pratik bakımdan değersiz görünür. Ardından, yeni keşfin üstünde çalışan bilim insanlarının sayısı arttıkça, bu keşiflerin anlamı nihayet ortaya çıkar. Nötr akımlar bu konuda temel bir örnek olmaya doğru gidiyorlar. Evrendeki en büyük gizemlerden birisi, neden yaşlı yıldızların yaşamlarının sonunda hafifçe titrek bir ışık vererek sönmedikleri, bunun aksine çarpıcı bir biçimde patladıklarıdır. Bu süpernovalar Güneş'in bütün ömrü boyunca yayması beklenen enerji kadar enerji açığa çıkarır. Ölüm sancıları çeken bir yıldız gerçekten de dramatiktir.

Nötr akımların keşfinden on yıldan fazla bir süre sonra, bilim insanları bu akımların ölen yıldızların davranışını anlama konusunda hayati öneme sahip olduklarını anlamaya başladı. Bu nötr akımlar süpernova patlamalarını yönetiyor gibi görünüyordu, bu patlamalar da yeryüzündeki yaşam için gerekli olan bütün ağır elementleri ürettiyordu.

Nötr akımların etrafımızdaki dünya için daha da büyük öneme sahip bir rol oynadığı ortaya çıkabilir. Birçok molekül iki biçimde ortaya çıkar; bu iki biçim, birbirlerinin ayna görüntüleri olmalarının dışında birbirinin aynısıdır. Bilim insanları bunlara *sağlak* ve *solak* biçimler adını verir. Doğanın en ebedi tuhaflıklarından birisi moleküllerin *sağlak* ya da *solak* olmalarının, bazı durumlarda son derece olmak üzere, önemli olmasıdır.

Richard Feynman bu noktayı, 1965'te yayımlanan Cornell derslerinde ortaya koymuştur. Şeker molekülü basittir, yalnızca 12 karbon atomu, 22 hidrojen atomu ve 11 oksijen atomundan oluşur. Eğer sentetik şekeri bir miktar suya koyar ve bakteri eklerseniz ne olur? Garip biçimde, bakteri şekerin yalnızca yarısını yer. Bunun nedeni, sentetik şekerin eşit miktarda solak ve sağlak şeker molekülleri içermesidir. Bu iki molekül türü kimyasal olarak aynıdır, ama birbir-

lerinin ayna görüntüleridir. Doğada, bilinmeyen bir nedenle, şeker molekülleri yalnızca sağlak tür olarak bulunur ve bakteriler yalnızca bu türü yiyecek şekilde evrimleşmişlerdir. Solak bir şekerle karşılaşırlarsa ona dokunmazlar. Çünkü onu ne yapacaklarını bilmezler.

Sağlak ya da solak olmak kelimenin gerçek anlamıyla genlerimize yazılmıştır. DNA'mızın ikili sarmalı sağlaktır. Proteinlerimizi yapan aminoasitler ise solaktır. Doğadaki bu sağlak ya da solak olma durumunun neden kaynaklandığı biyolojinin en kafa karıştırıcı bil-mecelerinden birisidir.

1984'de Londra'daki King's College kimyacılarından Stephen Mason, yanıtın ne olabileceğini buldu. Elektron ve kuark gibi parçacıkların, kendilerini sağlak ya da solak yapabilecek spin adı verilen bir özelliği vardır. Z parçacıklarının taşıdığı kuvvetler yalnızca solak spini olan parçacıkları etkiler. Mason'ın hesaplamaları, bu dikkate alındığında, solak amino asitler ve sağlak şekerlerin ayna görüntüleri olan benzerlerinden daha kararlı olduklarını gösterdi. Daha yaşam ortaya çıkmadan önce, nötr akımların bazı molekülleri diğerlerinden daha kararlı yapmış olması ve bu daha kararlı moleküllerin giderek (kendiliğinden) evrendeki egemen biçim hâline gelmiş olması mümkündür.

Doğanın sağlaklık ya da solaklık durumu, yalnızca bilimsel bir merak olmanın ötesindedir. Sağlak ve solak moleküllerin neden farklı davrandığını anlamak çok önemli bir tıbbi sorundur. 1960'larda birçk kadın hamileliğin erken dönemlerinde sabah bulantıları ile başa çıkabilmek için thalidomide denen bir ilaç kullandı. Bunun doğrudan sonucu olarak 10 binden fazla kusurlu bebek doğumu gerçekleşti. Bebeklerin birçoğunun kolları ve bacakları yoktu, ama ilaç aynı zamanda göz ve kulak şekillerinin kusurlu olmasına da yol açtı. Ayrıca bebeklerin kalplerinin, böbreklerinin, sindirim sistemlerinin, cinsel organlarının ve sinir sistemlerinin gelişimine zarar verdi. İlaç-

tan tek doz almak böyle sorunların çıkmasına yetiyordu. İlaç, sağlıklı ve solak moleküllerin karışımı olarak uygulanıyordu. Ama bilim insanları şimdi yalnızca bir biçiminin sabah bulantısı yaşanmamasına yardımcı olurken, diğer biçiminin doğuştan gelen kusurlara neden olduğunu biliyor. Bunun nedeni, gelişmekte olan bebeklerdeki genlerin hareketlerine müdahale olabilir. İlaç tek tip molekül içerseydi güvenli olacaktı.

Nötr akımların Dünya'daki hayat içindeki rolleri, Abdus Salam'ın ilgisini elektromanyetizma ve zayıf kuvveti birleştirmeyi önermesinden çok önce çekmişti. Paul Dirac anısına 1988'de verdiği bir derste şunları söyledi: "Günümüzde elektrozayıf kuvvetin gerçek 'hayat kuvveti' olduğu ve Tanrı'nın hayatın moleküllerine sağlamlık ya da solaklık vermek için Z parçacığını yarattığına dair gidecek artan bir inanç var."

* * *

CERN nötr akımları keşfederek ilk büyük başarısını elde etmişti. Elektrozayıf kuvvet kuramının geçerli olduğunu gösteren bu geçici ipuçları bilim insanlarını W ve Z parçacıklarının keşfedilebilir olduğuna ikna etti. Bu parçacıkları bulmak, parçacık fizikçilerinin bir sonraki açık hedefi hâline geldi. Parçacıkların bulunmasıyla elektrozayıf kuvvet kuramının sağlam temeller üzerine oturtulmasında önemli bir adım atılmış olacaktı.

Ama açık bir sorun vardı. W ve Z parçacıkları o kadar kararsızdı ki, bugünün evreninde çok fazla var olamazlardı. Fizikçilerin bu parçacıkları üretmeleri gerekiyordu ve bu iş çok kolay olmayacaktı. 1970'lerde çalışır vaziyette ya da yapım hâlindeki hiçbir hızlandırıcı bu parçacıkları yaratmaya yetecek kadar enerji üretemezdi. Fizikçilerin iki seçeneği vardı; ya daha büyük ve daha güçlü yeni bir kuşak hızlandırıcı yapacak kadar para ve zamanları oluncaya kadar bekleyecek ya da daha hızlı ve kirli bir alternatif bulacaklardı.

İlk hızlandırıcılar, maddeyi kaba güçle parçalamak için yüksek enerji demetleri kullandı. İncelemek istediğiniz parçalar ne kadar küçük olursa ihtiyaç duyduğunuz enerji o kadar artıyordu. Bir atomdan bir elektron çıkarmak görece daha küçük enerji gerektiriyordu, çünkü elektronlar atomlara normal elektriksel kuvvetle bağlıydılar. Çekirdek ise kırması daha zor bir cevizdi, çünkü içindeki parçacıklar, yani nötron ve protonlar birbirlerine (çok daha güçlü olan) şiddetli enerji ile bağlıydı.

Yeni kuşak hızlandırıcıların, daha üstü örtük nedenlerden dolayı, yüksek enerjilere çıkmaları gerekiyordu. Fizikçilerin ilgilendiği parçacıkların çoğu doğada serbest hâlde bulunmaz, dolayısıyla bunları yaratmanız gerekir. Einstein bunun nasıl mümkün olabileceğini $E = mc^2$ denklemi ile gösterdi. Bu parçacıklar yeni makinelerde, doğrudan, yüksek enerji demetlerinin hedeflerine çarptıklarında ortaya çıkardıkları enerjiden ortaya çıkar. Kuramcılara göre, Z parçacıklarını ortaya çıkarmak için en az 92 GeV'lik bir toplam çarpışma enerjisine, W parçacıklarını oluşturmak için de 160 GeV enerjiye gerek vardı; çünkü W parçacıklarının her birini yapmak için 80 GeV enerji gerekiyordu ve bu parçacıklar çiftler hâlinde ortaya çıkıyorlardı.

1960'ların sonlarında, Sibiryâ'nın Novosibirsk kentindeki Nükleer Fizik Enstitüsü'nde çalışan üstün yetenekli ve girişimci bir fizikçi olan Gersh Budker, hızlandırıcıların enerjilerini muazzam biçimde artırmak için radikal bir fikir ortaya attı. Budker ve meslektaşları tesislerini kapitalist modele göre yönetiyorlardı. Yaptıkları hızlandırıcıları ve yedek parçaları, kim olursa olsun, işlerini devam ettirmelerine yardımcı olabilecek herkese satıyorlardı. Budker, hızlandırıcıları, parçacıkları sabit hedeflere çarptırmak için kullanmak yerine, proton demetini, protonların antimadde denklemleri olan karşıdan gelen antiproton demetlerine çarptıracak bir hızlandırıcı tasarladı. Çarpışmadan çıkacak enerji muazzam miktarda olacaktı.

Parçacıkları kafa kafaya çarpıştırma fikri yeni değildi. Birkaç hızlandırıcı ekibi zaten daha önceden bu olasılığı incelemiş ve bu yöntemin kullanılabileceğini kanıtlamıştı. Parçacıkları otomobiller olarak düşünürseniz bu yöntemin üstünlüğü açıktır. Bir sürücü otomobiliyle park halindeki bir araca çarparsa büyük miktarda enerji duran arabayı ileri itmek için kullanılır. Parçacık hızlandırıcıları içinde de aynı durum geçerlidir. Yüksek enerjili parçacıklar sabit bir hedefe çarptıklarında, hedef içindeki parçacıkları geriye itmek için büyük miktarda enerji harcanır. Kafa kafaya çarpışmada olan şey ise çok farklıdır. İki yüksek hızlı parçacık, birbirlerine tam olarak kafa kafaya çarptığında, fiilen anında dururlar ve enerjilerinin neredeyse tamamını yeni parçacıklara dönüştürülebilecek biçimde yayarlar.

Budker'in dâhiyane önerisinin temelinde, antimadde kullanma fikri yatıyordu. Bir antimadde parçacığı, karşılığı olan normal maddenin parçacığıyla kesinlikle aynı kütleye sahiptir. Elektrik yükleri eşit, fakat zıttır. Bunun anlamı şudur: Proton ve antiprotonları aynı hızlandırıcının içine koyup makinede büyük maliyete yol açan değişiklikler yapmadan, ikisini de aynı hızlandırıcı içinde ters yönlerde hızla döndürebilirsiniz. Ondan sonra yapmanız gereken tek şey, dedektör içinde demetleri kafa kafaya getirip çarpıştırmak ve bu şiddetli çarpışmanın ortaya çıkardığı enkazın görüntülerini çekmektir.

Budker'in fikrini geçersiz kılacak tek bir engel vardı, o da antimaddenin kullanılması zor bir madde olmasıydı. Bilim insanlarının antimaddeyi, hızlandırıcılarda kullanılan temiz yüksek enerji demetlerine dönüştürüp dönüştüremeyecekleri konusunda hiçbir fikirleri yoktu. Novosibirsk'de Budker ve CERN'in önde gelen hızlandırıcı fizikçisi Simon van der Meer sorun üzerinde çalıştı ve umut verici gibi görünen bir çözüme ulaştılar. İki fizikçi, hızlandırıcı deneylerinde kullanılabilecek kadar yoğun ve istikrarlı olan "soğutulmuş" antiproton demetleri yapmanın mümkün olduğunu gösterdi.

Normal proton demetleri, bir gaz tüpünden doğrudan çıkan hidrojen çekirdeklerini hızlandırarak yapılır ve bunların hepsinin aynı biçimde hareket etmesini sağlamak kolaydır. Antiprotonlar ise protonları metal bir hedefe çarptırıp havaya uçan nadir antimadde parçacıklarını toplayarak elde edilir. Bu yolla yapılan antiprotonlar farklı enerjilere sahip bir bulamaçtır. Soğutmak, teorik olarak, bunları mükemmel ve temiz demetlere dönüştürmelidir.

1976 yazında Fermilab'ın elinde, hızlandırıcılarını proton-antiproton çarpıştırıcısına dönüştürmek için beş öneri vardı. Önerilerden ikisi Carlo Rubbia'nın başında olduğu ekipten gelmişti. İzleme komitesi, ayrıntılarıyla birlikte tartıştıktan sonra önerilerin tamamını, laboratuvarın ilerde izleyeceği yola karar vermek için çok erken olduğu gerekçesiyle reddetti. Bunun yerine, daha fazla inceleme yapılması gerektiğini önerdiler. Bu önerilerinin ardından, Wilson antimadde demetini soğutmanın mümkün olup olmadığını test etmede kullanılacak küçük ölçekli bir makine yapmak için 490 bin dolar istedi.

Rubbia bunu umursamadı. O kadar umursamadı ki, Atlantik'i geçip önerisini CERN'e sundu. CERN yeni parçacık hızlandırıcısını henüz faaliyete geçirmişti. Süper Proton Senkrotron'u (SPS), parçacıkları 7 kilometre uzunluğundaki bir yer altı tüneline hızlandırıp sert bir metal hedefe çarptırıyordu. Rubbia, CERN'de risk alma eğilimi olduğunu gördü. Laboratuvarın Genel Direktörü Leon van Hove, Fermilab'ın kendilerinden önde olduğundan endişe ediyordu. Fermilab'ın 500 GeV enerji düzeyinde çalışan hızlandırıcısı CERN'in hızlandırıcısından yaklaşık 100 GeV daha büyük enerjiye ulaşıyordu.

Van Hove kendi makinelerini bir proton-antiproton çarpıştırıcısına dönüştürmek için tüm güçleriyle çalışılması emrini verdi. Bunun W ve Z parçacıkları bulmak için en iyi şansları olduğuna inanıyordu. Çalışanlara gönderdiği kısa notta, CERN'in "Fermilab'da

zaten yapılmış ya da yapılmakta olan deneyleri daha iyi bir düzeyde tekrarlıyor olma” tehlikesi içinde olduğunu belirtti.^[11] Kendileri, “ekmeklerini kazanacakları” fizikten daha fazlasını yapma riskini almak zorundaydılar.

Van Hove araştırma genel müdürü iken, mühendis John Adams da idari genel müdür olarak CERN’in ortak yönetimindeydi. İki yönetici, Rubbia’nın planı üzerinde şiddetli bir tartışmaya girdi. Adams, CERN’i finanse eden Avrupa ülkelerinin bu plana olumsuz tepki vereceklerini düşünüyordu. Ülkeler henüz faaliyete geçen yeni hızlandırıcı için zaten yakın zamanda ödeme yapmışlardı. Şimdi de CERN onlardan radikal ve riskli bir yenileme için para mı isteyecekti? Van Hove uzlaşmaz bir tutum takındı; Rubbia’nın planı yeni keşifleri ilk kendilerinin yapabilmesi için sahip oldukları en iyi seçenekti ve CERN bu planı acilen hayata geçirmeliydi. Bir toplantıda plan üzerindeki tartışma o kadar şiddetlendi ki, van Hove Adams’a bilimsel programı kimin yürüttüğünü hatırlatmak zorunda kaldı ve eğer Adams planı desteklemezse istifa edeceğini söyledi.

Van Hove sonunda istediğini elde etti. CERN’deki mühendisler ve bilim insanları, hızlandırıcılarının bu kadar büyük bir oranda yenilenmesinin mümkün olup olmadığını ele almak için toplandı. İş çok büyüktü. Antimaddenin hızlandırıcıda kullanılabilecek kadar kontrol altında tutulabileceğini kanıtlamak zorundaydılar. Bunu kanıtlayabilirlerse antimadde yapmak ve depolamak için yeni tesisler yapmaları gerekecekti. Bir yıl içinde, mühendisler verecekleri iyi haberlere sahip oldular. Laboratuarda antimaddenin ömrünü birkaç mikrosaniyeden otuz iki saate kadar uzatmayı başarmışlardı. Ardından da antimaddeyi temiz, yoğun demetler hâline gelecek şekilde soğutmuşlardı. Van Hove’un kumarı tutmaya başlamış gibi görünüyordu.

[111] Bkz. Krige 2001.

8 Haziran 1978 günü, John Adams bu başarıyı olağandışı bir şekilde kayıtlara geçti. Rubbia ve van der Adams hakkında bir şiir yazdı ve bunu CERN'deki herkese bir not olarak gönderdi.^[112] Burada yeniden basmanın çok yanlış ve naho  olacağı  iir, Rubbia'nın kendi kariyerinde ilerlemek için van der Meer'in dehasını kullandığını ileri sürüyordu.

Bir ay sonra CERN  alı anları, Adams'ın konuşmasını dinlemek için bir salonda toplandı. Başarılı antimadde deneylerini  ovd  ve çalışmanın beyni olan Simon van der Meer'e özel bir değer verdi. Adams, bu deneylerin "daha önce pratiğe ge irilemeyeceğı düşünülen hızlandırıcı tasarımımda yeni bir adım atılmasını sağladığını" belirtti. Protonları antiprotonlarla  arpı tırarak, hızlandırıcı maksimum 540 GeV enerji  retebilecekti. Adams, laboratuvarın belki parçalanacağını, ama fikir olarak zengin olduğunu söyleyerek  aka yaptı. Moral konuşmasını, "Tesisin giri imcisinin ... Carlo Rubbia, başka bir CERN elemanı ve meşhur bir transatlantik yolcusu olduğunu da eklemeliyim," diyerek bitirdi.

Rubbia'ya, saklanmaya pek de gayret edilmeden atılan ta , CERN  alı anlarının bazılarının hiç hoşuna gitmedi. Bir sonraki ay Adams resmen    r dilemek zorunda kaldı.^[113] Personele g nderdiğı bir notta, "Kendisinin (Rubia'nın) rolünü girişimci olarak, mevcut İngiliz sanayi jargonunda bir planın fayda ve olanaklarını ilk gören ve bu planı başarılı bir sonuca ulaştıran kişi anlamında tanımladım. Ne yazık ki, öyle görünüyor ki, 'girişimci'nin diğer daha az tercih edilen anlamları da var ve sözlerim CERN'deki bazı kişiler tarafından aşağılayıcı sözler olarak yorumlanmış," diye yazdı.

[112] John Adams'ın C. Rubbia ve S. van der Meer'e 8 Haziran 1978'de g nderdiğı "Approval of ppbar facility" başlıklı bu not CERN arşivinde tutulmaktadır.

[113] Adams'ın 24 Ağustos 1978'de yaptığı "Talk to CERN staff" başlıklı bu düzeltme, CERN arşivinde tutulmaktadır.

CERN hızlandırıcısını dönüştürme çalışmalarına da kısa süre içinde başlandı. Giderek büyüyen laboratuara yapılan büyük ekleme, bir antimadde yapım ve depolama sistemiydi. Antiprotonlar bir proton demetini metal bir hedefe çarptırarak yaratılıyordu. Her 1 milyon proton 1 antimadde ürettiyordu. Bu antimaddeler alınıp demet hâline gelecek şekilde soğutuluyor ve makinenin içinde ateşlenmeye hazır hâle geliyorlardı.

CERN, parçacık çarpışmalarını izleyecek dedektörleri yerleştirmek için hızlandırıcının etrafına büyük oyuklar kazdı. İlk dedektör devasa büyüklükteydi. Carlo Rubbia'nın tasarladığı bu dedektör çok karmaşıktı ve 2000 tondan daha ağırdı. Fransız fizikçi Pierre Darriulat'nın başında olduğu bir ekibin tasarladığı ikinci dedektör ise daha küçük, daha basit ve daha ucuzdu. Darriulat'nın dedektörü Davut ise Rubbia'nın dedektörü Golyat büyüklüğündeydi, ancak CERN dedektörlere yerleştirdikleri “yer altı alanlarına” referansla UA1 ve UA2 adını verdi.

Peter Higgs 1979'da bir konferans için Cenevre'ye gittiğinde inşaat çalışmaları devam ediyordu ve CERN'i ziyaret etme fırsatı oldu. Tesisi görmesi için bir tura çıkarıldı ve antimadde tesislerinin yapılacağı büyük çukurlar gösterildi. O sırada Edinburgh'ta süpersimetri üzerinde sürdürdüğü çalışmalar pek iyi gitmiyordu. Dünya üzerinde ancak doktora derecelerini yeni almış kişiler, değerli bir şeyler yapabilirmiş gibi görünüyordu. Higgs, “Onlar benim haftalarca süren bir zamanda yaptığım şeyleri, birkaç günde yapabiliyorlardı,” demişti.

Einstein bir keresinde, muhtemelen şakayla karışık bir şekilde, “Otuz yaşına gelene kadar bilime katkısını yapamayan bir kişinin, asla katkıda bulunamayacağını,” söylemişti. Einstein'ın yorumunu destekleyecek çok az kanıt vardır, ama genç beyinler kesinlikle daha kıvraktı. Bu, Higgs'in CERN'i ziyaret ettiği sırada hissettiği bir sorundu. “Çoğu zaman aptalca şeyler yapıyorum, bu nedenle bir süre

sonra vazgeçtim. Bunun için zgnm. (Kimseyle) rakip değildim ve bunu kabul etmek zorundaydım.”

Chicago’nun dışındaki Fermilab’da ise kriz vardı. Robert Wilson ve Washington’daki bürokratlar arasındaki gerginlik kontrolden çıkmıştı. Wilson Fermilab’daki hızlandırıcıya, 1000 GeV gibi rekor sayılabilecek enerjiye çıkmak için, süperiletken mıknatıslar kullanan bir güçlendirici halka eklemek istiyordu. Washington’ın planı destekleyeceğinden emindi, ama bunun yerine planı sunması istendi. Wilson, kendi işinin, elinde şapkası bürokratların huzuruna çıkmak değil, hızlandırıcı çalıştırmak olduğunu söyleyerek karşı çıktı. Çatışma tıkanmayla sonuçlandı ve projeyi durdu. 9 şubat 1978’de Wilson istifa etti. İstifa mektubunda Fermilab’ı yarı kapasite çalışmak zorunda bırakan finansman eksikliğinden yakındı. Fermilab’ın, kendinden iki kat fazla parasal kaynağa sahip olan CERN ile rekabet edebilme gücü ciddi biçimde zayıflatılmıştı. Wilson, “Süperiletkenliği uygulayıp Fermilab’ın proton enerjisini 1000 GeV’e çıkararak onların mali avantajı boşa çıkarma planımız, kararsız ve asgarinin altındaki destekle engellendi,” diye yazdı.

Wilson, içindeki son aylarında laboratuara vereceği ayrılık hediyesi üzerinde çalıştı. Hediye, 10 metre yüksekliğinde, çelikten hiperbolik bir dikilitaştı. Heykelin yapımını planlarken, yalnızca profesyonel kaynakılara verilecek paranın 20 bin dolar olacağını dehşetle öğrendi. Wilson’ın buna tepkisi de mizacına uygundu. Kaynakları bizzat kendi yapacaktı.^[14] Ancak bir sorun vardı. Fermilab’ın kadrolu kaynakıları bunu yapamayacağını söylediler. Wilson “Neden yapamayayım, ben genel müdürüm. İstediğim her şeyi yaparım,” diye yanıt verdi. Kaynakçılar bunu yaparsa greve başlayacaklarını söylediler. Kaynak atölyesi sendikanın merkeziydi ve Wilson sendikalı değildi.

[14] Bkz. *Fermilab: Physics, the Frontier and Megascience*, L. Hoddeson, A. W. Kolb ve Catherine Westfall, University of Chicago Press, 2008.

Bunun üzerine Wilson sendikaya üye oldu, kaynakçı çırağı olarak işe girdi ve eline geçen her boş zamanda heykel üzerine çalışmaya başladı.

Wilson heykele "*Acqua alle Funi*" adını verdi. Bu terimin kökeni 16. yüzyıl Roma'sında ki bir öyküye dayanıyordu. Öyküde, bütün devlet adamları tam bir sessizlik içinde, bine yakın kişinin, taşa bağlı halatları çeken atlarla bir dikilitaşı dik pozisyona getirmeye çalışmasını izliyordu. İşin ortasına doğru, öğlen güneşinin sıcaklığı, ısıttığı halatların uzayıp bocurgatlar üzerinde kaymasına neden olur. Dikilitaş tehlikeli biçimde yere doğru inmeye başlarken, Cenevizli bir asker "*Acqua alle funi!*" diye bağırır. Bu sözün anlamı "halatlara su dökün" demektir. Dikilitaşla uğraşan insanlara halatlara su dökme-leri söylenir ve halatlar sıkışıp kaymaları durur.

Wilson'ın metal dikilitaşı yerine konup açılışı yapılacağı zaman, kendisi töreni Fermilab'ın ana binası dışındaki gölette küçük bir kayığın içinden izlemeye karar verir. Wilson kayığa elinde bir şampanya şişesiyle biner, yanına da istifasını bizzat verdiği üniversitenin araştırma derneğinin başkanı Norman Ramsey oturur. Dikilitaşın dikilmesi sırasında bir sorun yaşanınca, Wilson kendini tutamayıp "Halatlara su dökün!" diye bağırır.

Fermilab'ın vizyon sahibi, yeni bir lidere ihtiyacı vardı ve bu kişi de Leon Lederman'dı. New York'taki Columbia Üniversitesi kadrosunda olan Lederman, fiziğe büyük tutkuyla bağlı birisi olarak tanınıyordu ve ününü yeni parçacıklar keşfederek kazanmıştı. Çok şaka-cı bir mizaca sahip olan Lederman, zor zamanlarda çalışma arkadaşlarının moralini bu şekilde yükseltmeyi becerirdi. Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda çalıştığı sırada, Lederman büyük kalın bir metal zırh gerektiren bir deneyi yönetiyordu. Lederman her nasılsa bu iş için eski bir donanma top namlusu buldu, ama topu teslim alınca bir sorun olduğunu gördü. Çelik namlunun içinde deneyi bozabilecek, atışlardan kaynaklanan bir çizik vardı. Lederman ince yapılı

bir öğrenciye  elik y n  vererek, topun içine girip  iziği kapatmasını söyledi. Yarım saat sonra  ğrenci, “Bu kadar yeter. Pes ediyorum,” diyerek çıkmak istedi. Fakat Lederman “Ama pes edemezsin. Senin çapında bir öğrenciyi bir daha nasıl bulacağım,” diye öğrenciden i e devam etmesini rica etti.

Lederman fizik alanında bir romantikti. Fizikçilerin gündelik çalışmasının “gerginlik, acı, zorluk, endişe, umutsuzluk atakları, depresyon ve heves kırıklıkları ile dolu olduğunu” yazmıştı. Lederman, bütün bunların doğru olduğunu, ama o ender keşif anlarının bunların her dakikasına değdiğini söyledi. En iyi keşiflerin her zaman insanların çoğunun uykuda olduğu erken saatlerde yapılmış gibi göründüğünü söyledi. “Bakarsın, bakarsın ve birden diğer rakamlara benzemeyen bazı rakamlar, verilerde bir çıkıntı görürsün. Bazı istatistiksel testler yaparsın ve hatalar ararsın, ama ne yaparsan yap, o çıkıntı hâlâ oradadır. Gerçektir. Bir şey bulmu sundur. Dünya’da bunun gibi bir duygu yoktur.”

Lederman geldiğinde Fermilab’ı kargaşa içinde buldu. Çalışanlar geleceklerinin nerede olduğunu bilmek istiyordu. Laboratuvar, Wilson’ın süperiletken destek halkasını yapıp Dünya’nın ilk 1000 GeV’lik parçacık  arpı tırıcısını yapma hedefini gerçekleştirmeye mi  alı acaktı, yoksa CERN ile kıyasıya rekabete devam edip, mevcut hızlandırıcıların ana halkasını bir proton-antiproton  arpı tırıcısına dönüştürmek mi daha iyiydi? Lederman sorunu çözmek için “Ate kes Günü  atı ması” dediği bir şey düzenledi. Laboratuvarın geleceği ile ilgili bir fikri olan herkes g r   lerini sunmaya davet edildi. Lederman, hakemlik yapmak üzere üç bilge adamı, Cornell  niversitesi’nden Boyce McDaniel, Santa Cruz’daki California  niversitesi’nden Matt-hew Sands ve Stanford Doğrusal Hızlandırıcı Merkezi’nden Burton Richter’i çağırdı. Bu   l n n rolü, fikir ileri sürenleri “keskin, isabetli sorularla mümkün olduğu kadar utandırmak” idi.

Toplantı 11 Kasım 1978'de sabah saat 9'da başladı ve gece yarısından sonra 3'e kadar devam etti. Birbirlerine bağarmaktan bitkin düşen fizikçiler toplantıya son verdiler ve gergin bir şekilde Lederman'ın kararını beklemeye başladılar. Ertesi sabah Lederman somonlu simit ve kahve eşliğinde önerileri üç bilge adamla değerlendirdi. Fermilab'ın ana halkasını bir çarpıştırıcıya dönüştürmek, onlara W ve Z parçacıkları konusunda tek atımlık bir üstünlük sağlayacaktı, ama Lederman plana ikna olmamıştı. Bunun yerine, Wilson'ın kafasındaki süperiletken destek halkasını yapmaya ve bu halkayı daha da güçlü bir çarpıştırıcıya dönüştürmeye karar verdi. Yapılacak makine *Tevatron* adıyla bilinecekti.

Lederman'ın kararı W ve Z parçacıklarını arama konusunda CERN'in tek yarışçı olmasını engelledi. Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda özellikle bu öngörülmüş parçacıkları bulmak için yeni bir çarpıştırıcı inşa etmek için planlar hazırlanmaktaydı. *Isabelle* adı verilen makine, deneysel süperiletken mıknatıslara dayanıyordu ve CERN'in iyileştirilmiş makinesi ile hemen hemen aynı zamanda, 1980'lerin ilk yıllarında faaliyete geçirilmesi planlanmıştı. CERN'de işler iyi gitti. Antimadde tesisi hizmete girdi. Dedektörler yerlerine yerleştirilmiş ve denenmişlerdi. Demet soğutucu sistem sorunsuz çalışıyordu. Temmuz 1981'de, üç yıllık kahrmanca bir çabanın sonunda, dönüştürülmüş hızlandırıcı ilk kez antiprotonları ve protonları birbiriyle çarpıştırdı. Bu işlemde birkaç saat sonra dedektörler parçacıkların antimadde ile karşılaşp kuvvetli bir saf enerji esintisi içinde yok oluşlarının anlık fotoğraflarını çekiyordu.

Brookhaven'de Isabelle çarpıştırıcısı ciddi zorluklarla karşılaştı. Süperiletken mıknatısları tasarlamak beklenenden daha zordu. CERN'deki fizikçiler yeni makinelerini yeni parçacıkları aramak için kullanmaya başladıklarında, Brookhaven'deki fizikçiler hâlâ öl-

 ekli maketlerle çalışıyorlardı.  arpıştırıcının anlamlı bir biçimde test edilmesine daha yıllar vardı.

Fermilab ve şimdi de Brookhaven'in yarış dış kalmasıyla birlikte, W ve Z parçacıklarının keşfetme yarışı CERN'deki iki ekibin arasında geçmeye başladı. Hem Carlo Rubbia hem de Pierre Darriulat aynı laboratuarda çalışsalar da, farklı fizikçi grupları vardı ve farklı dedektörleri kullanıyorlardı. CERN'deki oyunun yapısı gereği; farklı dedektörlerde çalışan gruplar, elde ettikleri verileri çok sıkı biçimde kendilerine saklıyordu. Bu, bir grup keşif yaparsa diğer ekibin onu doğrulamak ya da karşı çıkmak için bağımsız biçimde davranmasını garanti altına alıyordu. Bu, aynı zamanda ekiplerin kendi i lerinde bir sadakat geliştirmesini ve birbirleri ile rekabet etmesini de sağlıyordu.

Ağustos 1982'de CERN'deki yöneticilere,  onemli bir ziyaretçi için hazırlanmaları söylendi. Ziyaretçinin ismi gizli tutuluyordu, ama açıklama o kadar güçlü biçimde yazılmıştı ki, bu, bir bomba konulmuş olma olasılığına karşı görevlilerin tesisi baştan sona aramalarına yetti. VIP ziyaretçi zamanın İngiltere Başbakanı Margaret Thatcher'dı. Thatcher, Falkland Savaşında çatışmaların sona ermesinden sonraki dinginlik döneminde özel bir ziyaret düzenlemişti.

Oxford  niversitesi'nde kimya eğitimi almış olan Thatcher kendisine bir meslektaş gibi davranılması konusunda ısrar etmişti. Thatcher'a W ve Z parçacıkları avından bahsedildi ve bu parçacıkların elektromanyetik ve zayıf kuvveti birleştiren elektrozayıf kuvvet kuramının kanıtını nasıl desteklediği anlatıldı. O günkü tur sırasında Carlo Rubbia'nın ekibinden Alan Astbury kısa bir sunum yaptı ve şunları söyledi: "şansımız, Noel Baba varsa yıl sonuna kadar W par acı ını görürüz." Bunu duyan Thatcher parmağıyla Astbury'yi işaret ederek "Tamam. Ocak ayında onu bulup bulmadı ınızı öğrenmek için size telefon ederim," dedi. Ancak fizikçiler, W par acı ını

bulmayı başaramazlarsa ne yapacakları konusuna girmedir. Thatcher ayrılmadan önce CERN Genel Müdürü Herwig Schopper'den, parçacık keşfedilir keşfedilmez kendisine kişisel olarak telefon etmesi konusunda söz aldı.¹¹⁵ Schopper, "Bu konuyu basından öğrenmek istemiyordu," diye hatırlıyor.

Kasım'a gelindiğinde, W parçacıkları gerçekten varsa CERN'in parçacık çarpıştırıcısı onları üretmeye yetecek kadar yüksek enerji ile çalışıyordu. Rubbia ve Darriulat, bir milyar kadar çarpışmadan, yakından incelemek istedikleri bir milyon çarpışmayı ayırdı. W parçacığının bizzat kendisi o kadar kararsızdı ki, neredeyse daha yaratılır yaratılmaz yok oluyordu. Bu yüzden CERN ekipleri yok oluşunun yan ürünü olabilecek bir elektron (ya da onun antimadde karşılığı bir pozitron) ve bir nötrino arıyorlardı. Nötrinolar dedektör içinde iz bırakmadan uçtukları için, bilim insanları onların varlığını çarpışmaların ertesinde enerji kaybı meydana gelip gelmediğine bakarak anlamaya çalışıyorlardı. Nötrinolar dışarı uçarken enerjilerini de birlikte götürüyorlardı.

Yıl bitmeden önce, CERN ekipleri, bir W parçacığının oluşmasına yol açmış gibi görünen az miktarda çarpışma tespit etti. Bütün gerekli kontrolleri tamamlamak aylar alacaktı. Noel'in hızla yaklaşmakta olduğunun farkında olan Herwig Schopper, Thatcher'a, Londra'da Downing Street 10 numaradaki Başbakanlık konutuna bir mesaj gönderdi. Başbakana, W ve Z parçacıkları bulunur bulunmaz temasa geçme sözünü hatırlatan Schopper, şunları yazdı: "Noel kutlama mesajıma böyle bir keşfin gerçekten de yapıldığı haberini eklemek isterdim, ama karşı çıkılmaz kanıtların yokluğunda, yine de size, sıkı bir gizlilik içinde, son günlerde alınan sonuçların böyle bir keşfin çok yakın olduğuna işaret ettiğini bildirmekten mutlu-

[115] CERN arşivindeki 20 Aralık 1982 tarihli mektup. Bir kopyası CERN konsey başkanı Sir Alec Morrison'a gönderilmiş.

luk duyarım.” Mektubunu Thatcher’a “nihai ve reddedilemez kanita sahip olur olmaz doğrudan temasa geçeceği” sözünü vererek bitirdi.

1983 yılının ocak ayında, Darriulat ve Rubbia elde ettikleri en son bulguları, Roma’da düzenlenen bir fizik konferansında kamuoyu ile paylaştılar. Rubbia, W parçacığı üretmiş görünen 5 çarpışmayı tarif etti, ama bu sonuçların “ok ham” olduğunu vurgulamayı da ihmal etmedi. Rubbia’nın konuşmasındaki bir slaytın başlığı şöyleydi: “*Si sono rose, fioriranno*”, yani “eğer gl iseler, açacaklardır.”^[116] Ondan sonra Darriulat konuştu. O da benzer biçimde ihtiyatlıydı ve W parçacıklarını hareket hlindeyken gösteriyor gibi olan 4 çarpışmayı vurguladı. Tesadüfen, bitiş konuşmasını yapacak kişi Leon Lederman’dı. W ve Z parçacıklarının keşfedilmesinin çok yakın göründüğünü söyledi, ama meslektaşlarından sonuçlar daha inandırıcı oluncaya kadar şpheciliklerini devam ettirmelerini istedi.^[117]

Bir hafta sonra, Rubbia ve Darriulat’nın ekibinden Luigi di Lella adlı bir fizikçi, değerlendirilmesi için ekibin bulgularını bir toplantı salonunda CERN bilim insanlarına sundu. İlk gün Rubbia konuştu ve bu değerli keşfe doğru rakip ekiplerin “birlikte yürümelerinin” hayati öneme sahip olduğunu vurguladı. Ertesi gün konuşan di Lella, bir keşif yapıldığını kesin olarak ilan etmeden önce ekibinin sonuçları sağlam temellere oturtmaya ihtiyaç duyduğunu söyledi. Di Lella’nın konuşmasının hemen ardından Rubbia kendi ekibini topladı. Kendi sonuçlarını yayınlamanın zamanı geldiğine karar verdi. O zamana kadarki bulgularını özetleyen bir taslak metin yazdı ve herhangi bir değişiklik yapmak isteyen varsa bunu gün bitmeden önce yapmasını

[116] Bkz. Krige, 2001.

[117] W ve Z parçacıklarının aranmasının çeşitli yönlerini anlatan başka birkaç makale arasında şu ikisi de vardır: CERN’deki Christine Sutton ve Almanya’daki Desy Laboratuvarı’nda alışan Peter Zerwas tarafından yazılan “The W and Z at LEP”, *CERN Courier*, Mayıs 2004 ve “The W and Z particles: a personal recollection”, Pierre Darriulat, *CERN Courier*, Nisan 2004.

istedi. Taslak metin W parçacığının bulunduğunu iddia etmiyordu, ama o zamana kadarki kanıtları sıralıyordu. Günün sonunda, el yazması *Physics Letters* dergisinin CERN'deki yayın yönetmenine verildi.

Ertesi gün Cumartesi idi, ama fiziğin doğası CERN'in hâlâ capcanlı olduğu anlamına geliyordu. O sabah, Carlo Rubbia kantine giderken di Lella'ya rastladı ve laflamaya başladılar. Rubbia, her iki ekibin de erken bir yayın yapmaları durumunda alacakları riski akıllarından çıkarmaması gerektiğini söyledi. "Eğer yayınlarsanız sizin bileceğiniz iş, ama o şeyler W parçacığı değilse kariyerin mahvolur," diye uyardı. Di Lella, "Hayır, Tanrım hayır. Biz çıldırmadık, tekrar üzerinde düşüneceğiz," dedi. Rubbia'nın yazısı o sırada değerlendirilmeye alınmıştı.

Pazartesi sabahı yazının yayınlanmak için onaylandığı haberini aldı. Hemen, ekibinden birisi, makaleyi kendi eliyle yayıncıya teslim etmek için Amsterdam'a uçtu. Bir iş seyahati için Japonya'da bulunan Herwig Schopper, makalenin kabul edildiğini belirten bir teleks mesajı aldı. Derhal Margareth Thatcher'e W parçacığının bulunduğunu bildiren bir faks mesajı gönderdi ve ardından hemen CERN'e geri döndü. Ertesi gün, Schopper bir basın toplantısı düzenledi. Toplantıda bir yanında Rubbia ve van der Meer, diğer yanında da Darriulat oturuyordu. Aynı gün yayınlanan basın açıklamasında, Rubbia'nın makalesinin W parçacığının keşfedildiğini teyit ettiği belirtildi. Haber ertesi gün çıktı ve *New York Times*'in birinci sayfasından yayınlandı.

Darriulat'nın makalesi Rubbia'nın makalesinden üç hafta sonra yayınlandı. Darriulat, 2004 yılında bu yarışla ilgili yazdığı bir yazıda, hiçbir kıskançlık belirtisi göstermiyor ve kendi ekibinin ihtiyatlılığını savunuyordu: "Yapmamız gerektiğini düşündüğümüz zamandan daha önce yayın yapmamız konusunda bize yapılan baskıya direndiğimiz için gururluyum. Bu baskıya boyun eğmek aptalca

ve çocukça olurdu. Ayrıca bilime çok saygılı davranılmamış da olurdu...  nemli olan, gerçekler üzerine iddiaya girmek değil, bizimkisi tek deneymiş gibi davranmaktı.”

1983’ n yazında, W parçacığının keşfinin ilan edilmesinden altı ay sonra, CERN Rubbia’nın ekibinin Z parçacığını da keşfettiğini ilan etti. Parçacığı açığa çıkaran kanıt, parçacığın bir elektron ile bir pozitrona ayrıldığını ve her ikisinin de birbirinden yüksek hızla uzaklaştığını gösteriyordu. Darriulat’nın ekibi de yine keşfi kısa bir süre sonra teyit etmek için oradaydı. Bu buluşla art arda üç gol atmış olan CERN, dünya sahnesinde büyük bir rakip olduğuna dair olası herhangi bir kuşkuyu da ortadan kaldırmıştı.

W ve Z parçacıklarının keşfi, fizikçilerin elektrozayıf kurama inanmak için gerek duydukları kanıttı. Bu, Higgs’in kuramına da ilaç gibi gelmişti. Elektrozayıf kuvvet kuramı fizikçiler için ancak Higgs mekanizması ya da ona çok benzeyen bir şey de ger ekse bir anlama sahip olabilirdi. Nötr akımların bulunması ile W ve Z parçacıklarının ilk izlerinin bulunması arasında geçen durgunlukta, CERN’deki kuramcılar, bir parçacık  arpıştırıcı içinde ortaya çıkacak olursa Higgs parçacığının neye benziyor olabileceğinin ilk detaylı resmini oluşturdular.^[118] 48 sayfalık bir çalışmayla polisın suçlularla ilgili çizdiği robot resimlerinin fizik ilerce yapılmış bir benzerini hazırladılar. Makale, polis robot resimlerindeki yüz ve görünüş özelliklerinin yerine Higgs parçacığının çarpışmalarda nasıl oluşturulabileceğini, ne tür parçacıklara ayrılacağını ve değişik makinelerde Higgs parçacığını görebilme şanslarını tanımlıyordu. Sonuç olarak da parçacık bir kez yaratıldıktan sonra, varlığını ne kadar devam ettirebileceğini kabaca hesaplıyordu. Bu süre 600 mikrosaniye ile saniyenin milyarda birinin milyarda birinin yüzde biri kadar bir süre arasında olabilirdi.

[118] Bkz. “A phenomenological profile of the Higgs boson”, J. Ellis, M. K. Gaillard ve D. V. Nanopoulos, *Nuclear Physics B*, c.106, 197, s.292-340.

CERN fizikçilerinden John Ellis, Mary Gaillard ve Dimitri Nanopoulos tarafından yazılan makale, ihtiyatlı bir notla başlıyordu: “Higgs bozonları ile ilgili durum tatmin edici olmaktan uzaktır. İlk olarak Higgs bozonlarının var olmayabilecekleri belirtilmelidir.” Makalenin bu bölümünü yazarlar, çarpıştırıcılarla çalışan deneycilerden, Higgs bozonunun kütesinin ne olduğu konusunda bir fikirlerinin olmaması nedeniyle özür dileyerek bitiriyorlardı. Makalenin sonraki kısmı, Higgs parçacığını bulmanın teknik zorluklarını öngörerek devam ediyor ve “Bu nedenlerden dolayı Higgs bozonu için büyük deneysel araştırmaları cesaretlendirmek istemiyoruz, ancak Higgs bozonuna yönelik (açık) deneyler yapan insanların, bu bozonun nasıl ortaya çıkabileceğini bilmeleri gerektiğini de düşünüyoruz,” diye bitiyordu. Makale bundan daha fazla ihtiyatlı olamazdı, ama bilim insanlarına Higgs bozonunu nasıl avlayabilecekleri konusunda ilk ipuçlarını da vermişti.

CERN’deki keşifler dizisinin, Amerika’daki parçacık fiziği üzerinde köklü etkileri oldu. Avrupa laboratuvarında W ve Z parçacıklarının bulunduğu ilan edilmesi, ABD’de kurulacak araştırma tesislerini planlayan Yüksek Enerji Danışma Kurulu’nun (HEPAP) bir hafta süren büyük toplantısının birkaç gün öncesine denk gelmişti. Keşif haberleri dikkatleri bir noktada topladı. Amerikalı fizikçiler geride kalıyorlardı ve dramatik bir silkinişe ihtiyaçları vardı. Los Alamos’taki fizikçilerden biri olan ve Ronald Reagan’ın 1980’de başkan seçildikten sonra bilim danışmanlığına atadığı George Keyworth, Amerika’nın yüksek enerjideki dünya liderliğinin yok olduğunu söyledi. Keyworth, “Amerikalı fizikçiler bir milletvekili seçim bölgesinin ödeneği kadar bir tahsisat için didinip dururken, Avrupalılar cecurca ilerlediler,” dedi.¹¹⁹

[119] Bkz. *Technology Review*, c.86 (1983), yayınlayan MIT.

New York Times'ın, Haziran 1983'de, fizikçiler HEPAP toplantısının ikinci günü için Massachusetts'de Woods Hole'a vardıkları gün yayınlanan manşeti bu havayı çok iyi yansıtıyordu:

AVRUPA 3, ABD SIFIR BİLE DEĞİL. ¹²⁰

Gazetenin başyazısında ayrıca, CERN, elektromanyetizmayı zayıf kuvvet ile birleştiren kuramı, kuşkuyla yer bırakmayacak şekilde teyit ettiği için övülüyordu.¹²¹ “Kötü haber, Avrupalıların maddenin yapı taşlarını keşfetmek için süren yarışta öne geçmiş olmaları,” denilen başyazı, Amerikalı bilim insanları da CERN ve diğer Avrupa laboratuvarlarında çalıştığı için “fizik alanında ulusal karşılaştırmaların çok az anlamı olduğunu,” kabul ediyor, ama bilimi ilerletme konusundaki rekabetin önemini vurgulayarak, Amerika’nın ya yarışı kazanmak için hızlandırıcıları inşa etmesini ya da hiç inşa etmemesi gerektiğini savunuyordu. Avrupalıların attığı bu üç gol; CERN’in W ve Z parçacıklarını ve Almanya’daki bir hızlandırıcının da gluonları bulması idi. Proton ve nötronlar içindeki kuarkları birbirine yapıştıran gluonlar, bu işlevlerine uygun bir sözcükle (gluon: tutkal) adlandırılmışlardı. Başyazıya göre, skor tahtası Avrupa’dan “gerçek bir intikam” alınması çağrısında bulunuyordu.

Bir ay sonra, HEPAP komitesi önerilerini yayınladı. 500 milyon dolarlık Brookhaven hızlandırıcısı planı reddedildi. Amerikalı fizikçilerin, nabızları hızlandıracak, CERN’i dümdüz edip gelecek on yıllar boyunca alana egemen olacak bir makineye ihtiyacı vardı. Makineye *Süperiletken Süperçarpıştırıcı* adı verilecekti. Parçacık demetleri birbirlerine 40 TeV gibi muazzam bir enerjiyle çarpacaktı. Bu, şu anda bile çizim aşamasında olan, CERN’in bir sonraki çarpıştırıcısı olarak planlanan makinenin sahip olacağı enerji kapasitesinden 400

[120] Kitabın özgün baskısında bu ifade, Z bozonuna atıfla “EUROPE 3, US NOT EVEN Z ZERO” şeklindedir. E. N.

[121] *New York Times*, Başyazı, 6 Haziran 1983.

kat büyük bir enerjidi. Bu devasa yeni makine, Higgs parçacığını ve böylece uzun zamandır bulunması beklenen kütlenin kökeninin kanıtını bulmak için inşa edilecekti.

Leon Lederman ve Sheldon Glashow ABD’de yayımlanan *Physics Today* dergisi için yazdıkları Süperiletken Süperçarpıştırıcı ile ilgili makalede, ABD bu makineyi inşa edemezse “yalnızca bizim bilimiz kayba uğramayacak, aynı zamanda daha geniş anlamda ulusal gurur ve teknolojik özgüven de kayba uğrayacak. Biz çocukken en iyi şeylerin çoğunu Amerika yaptı. Şimdi de bunu tekrarlamalı,” uyarısında bulundular.

6. Bölüm

Reagan'ın Dönekliği

Bir zamanlar Leon Lederman'ın poker arkadaşı olan Alvin Trivelpiece, elinde resimlerin bulunduğu çok büyük beyaz bir şövale ile Beyaz Saray'ın Batı Yakası'ndaki Kabine odasının dışında durdu.^[122] 1987'nin ocak ayının kasvetli bir öğleden sonrasıydı ve ortalıkta Başkan Reagan'ın gözlerinin eskisi gibi iyi görmediği söylentisi dolaşıyordu.

Trivelpiece'e, enerji araştırmaları bölümü müdürü olarak, Başkan Reagan'ın şimdiye kadar düşünülmüş en büyük ve en pahalı atom parçalayıcısına desteğini kazanmak için 15 dakika verilmişti. Projenin taraftarları, projeye onay verilmesinin yüksek enerji fiziği alanının ön cephesinde önümüzdeki on yıllar boyunca Amerika'nın egemenliğini garanti edeceğini savunuyorlardı. Reagan'ın projeyi desteklememesi durumunda, diğer ülkeler ilerlerken, Amerika'nın maddenin yapısını ortaya çıkarma konusundaki tarihsel liderliğini yitireceği kesindi.

[122] Bu değerlendirmelerin büyük kısmı Trivelpiece ile yaptığım iki görüşmeye dayanmaktadır. Kendisi bana ayrıca Süperçarpıştırıcı hikâyesi üzerine verdiği birkaç ayrıntılı dersin notlarını da verdi.

Süperiletken Süperçarpıştırıcı, insanlara sanki resimli romanlardaki bir süper kötünün gizli karargâhında dünyayı haraca bağlamak için inşa edeceği şeytani bir süper silah gibi geliyordu. Oysa dünyanın özel olarak Higgs bozonunu aramak için tasarlanacak ilk parçacık hızlandırıcısıydı.¹²³ Fizikçiler makineye Higgs avcısı adını verip yakalanması zor Higgs bozonunun, yüksek enerji fiziğinde en önemli ve en çok peşine düşülen ödöl olduğunu üstü örtülü biçimde resmen kabul etmişlerdi.

Süperçarpıştırıcı Amerikan parçacık fizikçilerinin rüya makinesi olarak sunuldu, ama bu makine Higgs bozonunu bulma konusundaki tek umutları değildi. Fermilab'da Lederman'ın Tevatron'u proton ve anti protonları çarpıştırmaya başlamıştı ve Higgs bozonunu ilk olarak keşfetme şansına sahipti. Tevatron'un kaderi iki yıl sonra faaliyete sokulan CERN'in LEP çarpıştırıcısı ile kıyasıya rekabet etmek iken, süperçarpıştırıcı bunların ikisini de geride bırakacaktı.

Trivelpiece toplantı için erkenden yola çıkmıştı. Gelirken Enerji Bakanı Yardımcısı William Martin ile sohbet olanağı buldu. Martin daha söze başlar başlamaz, bu toplantının ayarlanması için çok büyük zaman ve para harcandığı konusunda onu uyardı. Ardından da Alvin'in bütün meslektaşları ve arkadaşlarının, Başkan'ın desteğini kazanma konusunda ona güvendiklerini ekledi. Martin, ayrılırken "şimdi, gergin olma," dedi. Martin bunu söyleyinceye kadar Trivelpiece hiç de gergin değildi.

Beyaz Saray'da, toplantı odası dolmaya başlarken Trivelpiece şövaletini kurdu, notlarını masanın üzerine yerleştirdi. Başkan Reagan odaya geldiğinde, Trivelpiece Başkanla birlikte fotoğraf çektilme şansını kaçırmadı ve ardından sunumuna geçti. Başkan ve kabine

[123] Süperçarpıştırıcının yeteneklerinin ayrıntılı bir açıklaması ve kütlelenin kökeni sorununun merkezi önemi hakkında bkz. "The Superconducting Supercollider", J. David Jackson, Maury Tigner ve Stanley Wojcicki, *Scientific American*, 1986.

 yeleri sunumu izledi. Trivelpiece Washington'un iktidar koridorları hakkında, sunumu izlemek için bir araya gelmiş politikacılara temel parçacık fiziği üzerine kuru bir ders vermeyecek kadar bilgiye sahipti. Süperiletken Süperçarpıştırıcı kurulması konusunda onların desteğini almak için bir kumar oynadı ve onların daha iyi bildiklerini umut ettiği bir konuya geçti: Silahlar ve saman balyaları.

Konuşması yeterince geleneksel biçimde başladı. Sunumunda, atomaltı parçacıkların muazzam hızlarda birbirlerine çarptıklarında ortaya çıkan ince ateş toplarının büyük resimleri vardı. Atomun o ana kadar bilinen bileşenlerini gösteren diyagramlar vardı. Trivelpiece çok daha büyük g  te hızlandırıcılarla, bilim insanlarının atomun içine daha dikkatli bakabildiklerini açıkladı. Bilim insanları baktıkları bu yerde, elektronlardan oluşan bir bulut, bomboş bir alan ve merkezde, her biri kuarklardan yapılmış, proton ve nötron demetlerinden oluşan katı bir çekirdek bulmuşlardı.

Trivelpiece, bütün bu keşfedilenlere karşın, hâlâ ortada bir bilinmeyenler karmaşası olduğunu söyledi. Kavrayışlarındaki şaşırtıcı boşluklardan birisi, hiç kimsenin en temel parçacıkların bir ağırlığı olmasına neden olan şeyin ne olduğunu kesin olarak bilmemesiydi. Bu parçacıkların kütlesinin kökeninin Higgs bozonuna bağlı olduğuna inanılıyordu, ama bu kuram şimdiye kadar gerçekten test edilmemişti.

Trivelpiece ş valelerinden birinde son sayfayı çevirdi ve ortaya boş bir sayfa  ıktı. Odadakilere, "zaman zaman, 'bu sayfa bilerek boş bırakılmıştır' denilen gizli belgeler okursunuz. Ben bunun bir boş sayfa değil, aksine bir saman balyası olduğunu hayal etmeye çalışmanızı istiyorum. Bu balyanın içinde bir yerde, bir bilardo topu demeti var." Başkan ve danışmanları bunu hayal etmek için ellerinden geleni yaptılar.

Trivelpiece bastırdı. "Saman balyasını parçalamadan bilardo toplarının nerede olduğunu nasıl ortaya çıkarabilirsiniz? Ne kadar

büyük olduklarını nasıl bilebilirsiniz?” diye sordu. Oda, boş boş bakan yüzlerle doluydu.

Trivelpiece açıklamasını şöyle sürdürdü: “Havalı bir tüfekle nişan alır ve saman balyasına saçmaları ateşlersiniz, ama atış yeterince derine işlemeyebilir. Peki ya bir tüfeği doldurduktan sonra geri çekilip, yüksek hızlı mermileri saman balyasının her bir santimetre karesine ateşlerseniz ne olur? Kurşunlardan bazıları balyayı delip geçer, bazıları da bilardo toplarına çarpıp sapar. Kurşunların nereden geçip gittiğine ve nereden geri geldiğine bakarak, bilardo toplarının büyüklüklerini ve saman balyasının neresinde olduklarını bulmak kolay olacaktır.” Trivelpiece, bunun tam da kendilerinin parçacık hızlandırıcıları ile yaptıkları şey olduğunu söyledi. Tevatron hızlandırıcısının bulunduğu Fermilab'ın bir fotoğrafını gösterdi. Fermilab'ın Illinois'de olduğunu, ama çoğu kişinin düşündüğü gibi Chicago'nun 57 km kadar batısında değil, Başkan Reagan'ın doğum yeri olan Dixon'ın 57 km kadar doğusunda olduğunu belirtti. Odada bulunan diğerleri homurdanırken, Başkan gülümsedi.

Süperiletken Süperçarpıştırıcı, parçacık fiziğinde dünyanın en güçlü silahı olacaktı. Bu silahla onlar, atomun derinliklerine, başka ulusların birkaç on yıl sonra ancak hayal edebileceğinden daha fazla gidebileceklerdi. Makine açıkça Higgs bozonunu bulmak için tasarlanmıştı, ama kesinlikle, hiç kimsenin tahmin etmediği başka olguları da keşfedecekti. Brifingin verildiği sırada süperçarpıştırıcıyı inşaatmenin maliyeti 4,4 milyar dolardı. Bu, Trivelpiece'in hesaplamasına göre, sunumunun her dakikasında 300 milyon dolardan fazla para kazanmak zorunda olduğu anlamına geliyordu.

Kabine, makine ile ilgili tartışmaya başladı; bazıları ondan yanaydı, bazıları karşı. Amerikan parçacık fiziği gerileme içindeydi ve makine kesinlikle onu kurtarabilirdi. Ancak ulus büyük bütçe açığı ile sarsılmıştı ve söz konusu olan miktar çok fazlaydı.

Başkan Reagan'ın sağ yanında bütçe direktörü James Miller oturuyordu. Reagan'a döndü ve "Eğer bunu onaylarsanız, yalnızca bir avuç fizikçiyi mutlu edersiniz." Reagan da ona döndü ve öğrenciyken fizik profesörünü çok zdcği için, belki de onları mutlu etmesi gerektiğini söyledi. Kabine yeleri, sonunda bütün gözler Reagan'ın üzerinde toplanıncaya kadar sırayla kendi görüşlerini söylediler. Oda tamamen sessizliğe büründü. Başkan elini cebine attı ve bir kart ıkkardı. Karttan okumaya başladı:

Toz olmaktansa kl olmayı isterim; kıvılcımlarımın kuru bir rkte boğulmaktansa parlak bir alevde yanmasını isterim, uyuyan ve sabit bir gezegen olmaktansa içimdeki her atomun muhteşem bir parıltı içinde olduğu süper bir meteor olmak isterim.

Başkan, bu sözlerin Amerikalı romancı Jack London'a ait olduğunu ve bir keresinde Oakland Raiders (Amerikan) futbol takımıının, kötü ünlü ama muhteşem yönetici oyuncusu Kenny "Yılan" Stabler'a okunduğunu söyledi. Stabler'dan bu pasajın ne anlama geldiğini düşündüğü sorulmuş. O da yönetici oyuncuların takımlarını sahada ileriye doğru sürmek için tercih ettikleri yüksek riskli stratejiye atfen, "zorlamak" diye yanıt vermiş. Bu pasajı okuyarak Başkan Reagan olağanüstü makineyi desteklemek niyetinde olduğunun işaretini vermişti. Trivelpiece, toplantıdan sonra evine dönerken coşkulu ydu. Sunuş bundan daha iyi olamazdı.

Ertesi gün, Trivelpiece brosundayken telefonu çaldı. Arayan İsviçre'ye bir seyahate hazırlanan Enerji Bakanı John Herrington'dı. Reagan sperarpıştırıcıya destek vereceğini teyit etmişti ve Herrington haberi açıklamaya istekliydi, ama kamuoyunun önüne çıkmadan önce Jack London'ın toplantıda okunan sözlerinin nereden alındığını bilmek istiyordu.

Birkaç dakika içinde Trivelpiece'in bürosundaki herkes London'ın bu pasajı nerede yazdığını bulmak için sağa sola telefon

ediyordu. Bazı çalışma arkadaşlarını araştırma yapmak için Princeton Şiir Kütüphanesi ve büyük bir Jack London elyazmaları koleksiyonuna sahip olan California, San Marino'daki Huntington Kütüphanesi'ne gönderdi. Başkan Reagan'ın konuşmalarını yazan kişileri aradı, ama onlar da Reagan'ın bu pasajı nereden aldığını bilmiyorlardı.

Trivelpiece, Kenny Stabler'ın anılarını bir önceki yıl, 1986'da yazdığını biliyordu. *Yılan: Futbolun en vahşi dönüğünün saha içi ve dışında sömürülmesi* adlı kitaptan bir tane aldırdı. Trivelpiece kitabın her sayfasına baktı, ama alıntılanan pasajı bulamadı. "Sonunda, kitabı bıraktım ve alıntıyı lanet olası şeyin önsözünde buldum," diye hatırlıyor Trivelpiece. Önsözde pasajın Stabler'a *Los Angeles Times* köşe yazarı Jack Smith tarafından okunduğu yazıyordu.

Fakat bu işte bir yanlışlık vardı. Stabler'ın kitabındaki alıntı ile Başkan'ın okuduğu alıntı birbirine uymuyordu. Stabler'ın içinde ilk cümle yoktu, ama alıntının sonunda üç cümle daha vardı: "İnsanın uygun işlevi yaşamaktır, var olmak değil. Günlerimi uzatmaya çalışarak boşa harcamayacağım. Zamanımı kullanacağım."

Telefon furyası sonunda Kenny Stabler'ın nerede olduğu bulundu, ama o da sorunu çözemedi. "Zorlamak" deyiminin gittiği her yerde onu takip ettiğini, gittiği her yerde futbol fanatiklerinin kendisine bu deymi söylediklerini belirtti. Trivelpiece daha sonra Jack Smith'le telefonda görüştü. Smith, "O günler bana bir eş ve karaciğere mal oldu," diyerek, olayları hatırlamasının Trivelpiece'in umduğu kadar açık olmayabileceğini ima etti. Telefonu kapatmadan önce Smith, Trivelpiece'in bilmesi gereken bir şey olduğunu söyledi. Smith, pasajın aslında Jack London'ın komünist manifestosu olduğunu düşündüğünü ve bunu Başkan'a söylememenin en iyisi olacağını söyledi.

Brn bu telaşın ortasında, Trivelpiece'in asistanı Gretchen Seiler'a kocası telefon etti. Bayan Seiler konuşamayacağını, ümitsiz biçimde Jack London'ın bir pasajını bulmaya çalıştıklarını söyledi ve pasajı okudu. Kocası pasajı hemen hatırladı. Çalıştığı bir yerdeki ilan tahtasına asılıydı.

Kısa süre sonra pasajın tamamı Trivelpiece'in elindeydi. Pasaj Avusturyalı bir kadın eylemciye yazılmıştı ve San Fransisco gazetelerinden birindeki bir makalede alıntılanmıştı. Bu bir ilerlemeydi, ama hâlâ Herrington'a güvenilir bir kaynak veremiyorlardı. Bu işten bıkan Trivelpiece, doğrudan Reagan'a bir not gönderdi ve pasajın nereden geldiğini sordu. Trivelpiece gelen yanıtın "biraz sert" olduğunu söyledi. "Başkan benim pasajı doğru alıntılıyıp alıntılanmadığını sorguladığımı dşnmştı, ama ben yalnızca pasajı nereden aldığını ve neden bu pasajı sevdiğini öğrenmek istiyordum." Reagan mektubunda kaynak hakkında herhangi bir şey söylememişti. Trivelpiece, "Asla bir ipucu bulamadım," dedi.

Ortaya çıktı ki, Herrington ayrıntıları, bu önemli toplantı ile ilgili bir haber yazmakta olan *Washington Post* muhabirlerinden George Will'e vermek için istiyordu. Ertesi gün, haber "dolandırıcı zorladı" başlığı ile çıktı. Reagan'a "dolandırıcı" lakabı, 1940'ta, efsanevi Notre Dame kou Knute Rockne hakkında çekilen "Knute Rocke, All American" adlı bir futbol filminde George "Dolandırıcı" Gipp adlı bir futbolcuyu canlandırmasından sonra verilmişti.

Edinburgh'da ise, fizikte başka işlerle uğraşan ve doktora öğrencilerine danışmanlık yaparak önemli ölçüde zaman harcayan Peter Higgs, ortaya çıkan olayları şaşkınlıkla izliyordu. Daha sonra, "Zavallı yaşlı Reagan'ın, özellikle de bilim danışmanı Los Alamos'un eski patronu olduğu için, makinenin 'komünistleri avlamasına' (zap the commies) yardımcı olup olmayacağı konusunda tamamen kafasının karıştığını düşündüm," dedi.

30 Ocak 1987'de Başkan Reagan'ın süperçarpıştırıcıyı onayladığı açıklandı. Başkanın onayını bildiren açıklamada, Bakan Herrington makineyi, yer altındaki çapı yaklaşık 84 km olan bir tünel içinde inşa edilecek, "yarış pisti biçimindeki parçacık hızlandırıcı" diye tanımladı. Bu, Londra'nın altında kazılan Circle Line metro hattı tünelinin dört katına yakın büyüklükteydi. 50 yılı aşkın bir zaman önce Ernest Lawrence'ın yaptığı ilk hızlandırıcı, bir ayakkabı kutusundan daha büyük değildi.

Herrington'ın açıklaması sönüktü.¹²⁴ Başkanın kararının "muazzam olduğunu ve tarihsel sonuçları olduğunu" belirtiyordu. "Bir kez daha, bu ulus hiçbir rüyanın büyük, hiçbir icadın düşünülemez olmadığını ve erişemeyeceğimiz hiçbir sınırın da olmadığını," söyledi ve ekledi: "Yüksek enerji fiziğinde, Süperiletken Süperçarpıştırıcı Ay'a insan yerleştirmeye eşdeğerdir."

Bir gözü bütçede olan Herrington, hükümetin dev çarpıştırıcıyı yapmak için diğer ülkelerden para bulmaya çalışacağını açıkça belirtti. Ölçek ve tutku bakımından proje, Başkan Reagan'ın, Kuzey Amerika toprakları üzerinde bir koruyucu kalkan oluşturmak için uzaya yerleştirilmiş lazer silahlarını kullanmayı umduğu "Yıldız Savaşları" olarak bilinen Stratejik Savunma Girişimi de dâhil, diğer büyük projeleri ile eşit düzeydeydi. Yıldız Savaşları projesi gibi, süperçarpıştırıcı da taşkınlıktan fazla bir anlama sahipti. Kimilerine göre ise hiç de azımsanmayacak bir böbürlenmeydi.

Süperçarpıştırıcının öyküsünün başlangıcı, Amerikalı fizikçilerin 1983'de Avrupa'ya karşı "gerçek bir intikam" almaya çağrılmalarından çok önceki bir döneme kadar uzanır. 1950'lerde eski Fermilab müdürü Robert Wilson o kadar büyük bir parçacık çarpıştırıcı hayal etmişti ki bu, tek bir ulusun inşa edemeyeceği kadar pahalıya

[124] Bkz. "White House, DOE announce support for SSC", *Ferminews*, Fermilab'ın iç gazetesi, 13 Şubat 1987.

dı. Wilson'ın "Dünya Laboratuvarı" projesi geleceği görmüştü; parçacık fiziği alanında insanlığın uğraşının merkezi hâline gelecek bir tür süper-CERN.¹²⁵

İkinci Dünya Savaşı'nın ertesinde, böyle radikal bir küresel işbirliğinin kurulması Amerika ile Rusya arasında bir anlayış birliğini gerektiriyordu. Sovyetler Birliği lideri Nikita Kruşçev ile ABD Başkanı Dwight D. Eisenhower arasındaki görüşmelerin ardından, iki ülkenin atom enerjisi kurumlarının başkanları, düzenli olarak karşılıklı bilim insanı değişiminin yolunu açan ve dev bir parçacık hızlandırıcı inşa etme hedefini kabul eden bir antlaşma imzaladı. Altı ay sonra, Wilson, açıkça yeni bir hızlandırıcı yapımını tartışma niyetiyle Sovyetler Birliği'ne giden bir fizikçiler heyetine dâhil oldu. Siyasi olaylar kısa süre içinde fizikçilerin herhangi bir ilerleme sağlama olasılığını yok etti. 1 Mayıs 1960'ta, Amerikalı Pilot Francis Gary Powers'ın kullandığı bir U-2 casus uçağı Rusya üzerinde yüksek irtifada uçarken vurularak düşürüldü. Eisenhower, CIA'den, 70 bin feet (21 km) yüksekten uçan U-2'nin Sovyet uçaksavar füzelelerinin menzilinin dışında güven içinde uçacağı garantisini almıştı. Pilotun ayrıca intihar hapları da vardı ve herhangi bir sorun yaşarsa uçağı kendi kendini imha durumuna getirmesi emredilmişti. Böylece uçağı gelişmiş kameraları ve pilotun çektiği fotoğraflarla birlikte imha edecekti.

Eisenhower yönetimi bir örtbas etme hikâyesi uydurma kumarını oynadı. Meteoroloji uçağının rotadan çıktığını ve Rusya'ya düştüğü haberlerini yayınladı. Gerçekler, birkaç gün sonra, Kruşçev düşen uçağın neredeyse hiç parçalanmamış enkazının, çok canlı ve sağlıklı pilotunun fotoğraflarını yayınladığında ortaya çıktı. Soğuk Savaş'ın düşman taraflarının arasındaki gerginlik yeni bir zirveye tırmandı.

[125] Bkz. *Fermilab: Physics, the Frontier and Megascience*, L. Hoddeson, A. W. Kolb ve Catherine Westfall, University of Chicago Press, 2008.

Wilson ve heyetinin ilişki kurmaya çalıştığı Sovyet fizikçilerinin onlarla konuşması neredeyse olanaksızdı.

U-2 olayından hemen sonra, Amerika ve Sovyetler Birliği'ni nükleer savaşın eşğine getiren Küba füze krizi patlak verdi. Yine de, 1960'lar ve 1970'ler boyunca yaşanan umutsuz siyasi çalkantılara rağmen, Amerika, SSCB ve CERN'den küçük bir bilim insanı grubu Wilson'ın Dünya Hızlandırıcısı'nın planlarını tasarlamayı sürdürdü. Başkanlar ve Başbakanlar iktidardan düşerken, Wilson projesi savaşın yaralarını sarmanın, şüphe ve gizliliğin yerine güven ve işbirliğini koymanın bir yolu olarak gördü. Daha sonra, "Bir şekilde, Dünya Laboratuvarı'nı inşa edip işleterek yalnızca doğayı keşfetmeyecektik, belki de aynı zamanda barışın nüvelerini de arıyor olacaktık," diye anlatmıştı. Makine, fizikçilerin zihninde, çok yavaş bir hızla da olsa şekillenmeye başladı. Leon Lederman resmen ona "Çok Büyük Hızlandırıcı" (Very Big Accelerator-VBA) diye yeni bir ad verdi ve mühendisler protonları 10 ila 20 TeV'e yükseltecek tasarımları araştırmaya başladı. Ancak 1970'lerin sonuna doğru, Wilson'un hayali sönmeye başladı. Bütün dünyada bilim insanları projeyi destekledi, ama proje için ödeme yapmak durumunda olan hükümetlerdi. Bu noktada çoğu hükümetin sabrı tükenmeye başladı. Bunun üzerine ya kendi hızlandırıcıları üzerinde çalışmaya başladılar ya da CERN'e yatırımlar yaptılar.

Başkan Reagan'ın 1980'de seçilmesi VBA'ya farklı bir şekilde yeniden dönülmesinin yolunu açtı. Reagan'ın bilim danışmanı George Keyworth, Başkan Harry S. Truman için hidrojen bombasını yapan Edward Teller'in himayesinde çalıştığı Los Alamos'un üst kadrosundan koparılıp alınmıştı ve Reagan'ı Stratejik Savunma Girişimi üzerinde çalışmaya sevk etti. 41 yaşındaki genç ve dinamik Keyworth, Amerikan bilimini yeniden canlandırmanın acil ihtiyaç olduğunu gördü. Bilim alanında sıradanlık olarak gördüğü şeyden

kurtulmak için Wilson'ın heveslendiği türden heyecan verici büyük projeler istiyordu.

Leon Lederman bir frsat uzaktan tanrdı. 1982'de fizikçi meslektşlarını, çok büyük oranda VBA tasarımlarına dayanan ve Desertron adı verilen tümüyle Amerikan bir hızlandırıcıyı desteklemeye çağırdı. Lederman makineye 750 milyon dolar fiyat bti. Desertron, Higgs bozonu avına yoğunlaşacaktı, ama büyük patlamadan bu yana ulaşılmamış olan enerji düzeylerinde doğa yasalarının nasıl davrandığını ortaya çıkarmaya yetecek kadar da güçlü olacaktı.

Desertron fikrini kşkrtan, Avrupa'nın rekabetiydi. Birçok Amerikan fizikçisi için Avrupalıların W ve Z bozonları ile gluonları bulup büyük dlleri kapması yeterince kötüydü. Amerikalıların bu konuda gergin olma nedenlerinden birisi de CERN Genel Direktörü Herwig Schopper'ın o yılın başlarındaki Japonya ziyareti sırasında yaptığı konuşmaydı. Schopper, CERN'de yapmak istedikleriyle ilgili iddialı planları açıklamıştı. Bu açıklamalar, Avrupa'nın fizik masası-nın başında zor kazanılmış konumlarından vazgeçmeye hiç niyetleri olmadığını açıkça ortaya koyuyordu.

İnşaat mühendisleri, tünel açma makineleriyle CERN'de yeni bir hızlandırıcı olan Büyük Elektron-Positron (Large Electron-Positron – LEP) arpıştırıcısı için çalışmaya hazırды. Bu, o zamanlar, Avrupa'daki en büyük inşaat projesi olacaktı. Elektronları ve onların antiparacığı olan positronları arpıştıracak olan LEP, CERN'in önceki makinesinden farklıydı. Bunun, proton çarpıştırıcısına göre birkaç üstünlüğü vardı, ama en önemli olan çarpışmaların daha "temiz" olmasıydı. Bu da p yağmuru içinde, yaratılan yeni parçacıkların izlerini belirlemeyi daha kolaylaştırıyordu. Protonlar diğer parçacıklardan (kuarklar ve gluonlar) oluştuğu için, çarpıştıklarında ortaya çıkan artıklar çok daha karışıktı.

LEP, W ve Z parçacıklarının davranışını izlemek üzere tasarlanmıştı, ama her demetin enerjisinin 50 GeV'den 100 GeV'in üstüne çıkarılmasıyla bu hızlandırıcı Higgs bozonunun ciddi biçimde arayan ilk makine olma yolundaydı. Ancak LEP daha çalışmaya başlamadan, CERN ciddi bir yükseltmeyi düşünmeye başlamıştı bile. İlk başta 1990'ların sonu diye belirlenen ömrünün sonuna geldiğinde, LEP 27 km uzunluğundaki yer altı tünellerinden çıkarılacak ve yerini daha güçlü bir hızlandırıcı alacaktı. Binden fazla güçlü süperiletken mıknatısla güçlendirilmiş olan yeni makine, her biri 7,000 GeV enerjili, ışık hızının yüzde 99,999999 hızında dönen iki parçacık demetini içerebilecekti. Bu yeni makineye Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (Large Hadron Collider –LHC) adı verildi. Adını Yunanca “gürbüz” anlamına gelen *hadrostan* alan hadron, proton gibi, kuarklardan meydana gelen bir parçacıktır.

Amerikan parçacık fizikçileri, 1983 yazında yüksek enerji fiziği danışma grubu (HEPAP) toplantısında bir araya geldiklerinde, Desertron kavramı hazır bir biçimde bekliyordu. Makine hemen, daha etkili Süperiletken Süperçarpıştırıcı olarak yeniden tasarlandı. Bu, parçacık demetlerinin her birini 20,000 GeV hızında hızlandıracak şekilde tasarlanmış bir hızlandırıcı canavarıydı. Bu haliyle LHC'den iki kat daha fazla güçlü olacaktı. HEPAP bu makineyi hükümete önerirken, makinenin 2 milyar dolardan daha az bir maliyetle yapılabileceğini ve 12 yıl içinde kullanıma hazır hâle geleceğini belirtti. Diğer tüm yeni çarpıştırıcı önerileri gündemden kaldırıldı. İşler planlandığı gibi giderse makine yalnızca Avrupa'nın LHC'sini geride bırakmakla kalmayacak, aynı zamanda LHC'yi daha inşa edilmeden modası geçmiş hâle getirecekti. Ancak işler planlara göre ilerlemezse Amerikalı fizikçiler geride kalıp toz yutacaklardı ve bu riski göze almışlardı.

Süperiletken Süperçarpıştırıcı (SSC) daha ilan edilir edilmez tartışmalara yol açtı. Planın açıklanması Reagan yönetiminin yüksek

enerji fiziğinde “liderliği ele geçirme” çağrısı ile aynı zamana denk geldi. Bu açıklama, Amerika dışındaki fizikçilerin çoğu tarafından büyük oranda kışkırtıcı olarak görüldü. CERN yönetimi açık biçimde, koordineli bir küresel vizyon umutları ile çelişen, milliyetçi bir proje olarak yorumladıkları bu girişimi protesto etti. Matematikçiler Higgs bozonunu (ya da Higgs bozonu değilse bile parçacıklara ağrılığını veren şeyi) bulmak konusunda emin olmak için, bundan sonraki büyük hızlandırıcının, 1000 GeV civarında parçacıklar üretme kapasitesine sahip olması gerektiğini, ancak SSC’nin daha akıllı biçimde başka yerlere harcanabilecek çok büyük miktarda kamu parasını harcayacağını ileri sürdü. CERN, LHC’nin kendi yerlerinde ve büyük tamamlayıcı doğrusal elektron-pozitron çarpıştırıcının ise ABD’de kurulmasını istiyordu. LHC’nin, özellikle yapılacak tüneller zaten hazır olduğu için, SSC’nin maliyetinin beşte birine CERN’de kurulabileceğini ileri sürdüler.

CERN dışından da uluslararası protestolar yükseldi. Wilson ve Lederman’ın VBA planlarına dâhil olan ülkeler, makine üzerinde yıllarca yapılan çalışmaların SSC’nin planlarında kullanılmasından ve Amerikan fiziğini yeniden dünya lideri yapmak için fiilen bozulmasından alındılar. Başkan Reagan’ın bilim danışmanı George Keyworth şubat 1985’de Temsilciler Meclisi Bilim ve Teknoloji Komisyonu’nda yaptığı konuşmada şunları söyledi:

SSC’yi kuracak ülke ya da ülkeler topluluğu, yüksek enerji fiziğinde Dünya’nın yeni merkezi haline gelecek. Bu tesisin başka bir ülkede kurulmasının ABD’nin bilimsel liderliğine vurulmuş ciddi bir darbe olacağını düşündüğümü gizlemeyeceğim.

CERN’de ise LHC projesini gerçekleştirme işi Carlo Rubbia’ya verildi. 1984’te hızlandırıcı mühendisi Simon van der Meer ile birlikte, W ve Z parçacıklarının bulunmasına yol açan çalışmaları nedeniyle Nobel fizik  d l n  kazanan Rubbia, CERN’in geleceği-

ni planlayacak yeni bir komitenin başkanlığına atandı. Birkaç hafta sonra, Keyworth ülkesinde SSC'nin tamamen Amerikalıların yaptığı bir makine olmasının önemini vurgularken, Rubbia CERN'in LHC'yi 1992'ye kadar inşa etmeyi başarmakla kalmayacağını, aynı zamanda makinenin yapımının yalnızca 250 milyon dolara tamamlanabileceğini fizikçilere söylemek için Japonya'ya hareket etti.

Bazıları bu hareketin klasik bir Rubbia hareketi olduğunu söyledi. Bu hareket, Japon fizikçilerini –ve izleyen başkalarını– SSC inşa edilip çalışmadan önce en iyi keşifleri k(y)apabilecek bir makinede ciddi bir rol oynama konusunda baştan çıkardı. Rubbia'nın taktikleri karşısında, Lederman'ın şaşkınlıktan gözlerinin fal taşı gibi açılmasından başka yapabileceği bir şey yoktu. CERN'in LHC'yi 250 milyon dolar gibi az bir paraya yapabileceğini iddia etmesini “tuhaf” buldu.¹²⁶ Rubbia'nın 1940 yılı dolar fiyatları ile konuşup konuşmadığını merak etti.

Kısa süre sonra, Amerikan parçacık fizikçileri, ülkelerinde fiziğin başka alanlarında çalışan araştırmacıların eleştirileri ile karşı karşıya kaldı. Enerji Bakanlığı vaat edilen SSC'nin yabancı ülkelere gelecek “yeni para” ve destekle kurulabileceğini önerdi. Ancak projenin ilan edilmesinden kısa bir süre sonra, Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda kurulmasından vazgeçilen Isabella çarpıştırıcı projesinden 18 milyon dolar, SSC çalışmaları için bu projeye aktarıldı. Diğer alanlarda çalışan fizikçiler, kendi fonlarının da en iyi çarpıştırıcı için ellerinden alınabileceğinden korkmaya başladılar.

SSC şimdiye kadar görülen en büyük kuramsal bilim (pure science) projesiydi ve bu haliyle, yol boyunca büyük engellerle karşılaşması da kaçınılmazdı. Bu büyüklükte bir projenin yönetimi, zorluk-

[126] Lederman'ın Rubbia'nın LHC'yi sattığı şeklindeki düşünceleri, “Collision over the Supercollider”, Gary Taubes, *Discover* dergisinin, Temmuz 1985 sayısında çıkmıştır.

lardan yalnızca birisiydi. Makinenin yetenekleri ve makinenin çalışması için hayati öneme sahip güçlü süperiletken mıknatısların tasarımı konusunda da anlaşmazlıklar vardı. Bu zorlukların hiçbirinin çözülemez olmadığı ortaya çıkarken, periyodik btce değerlendirmeleri önceden tasarlanan maliyetlerin sürekli arttığını gösterdi. ABD btce açıklarının Kongre'nin omuzlarına ağır şekilde bindiği bir dönemde, maliyetlerin artması kötüye işaretti.

Başkan Reagan'ın yeni hızlandırıcıyı resmen onaylamasından sonraki aylarda projenin önde gelen taraftarları ve karşıtları Temsilciler Meclisi'nin alt komisyonları tarafından yapılan bir dizi oturumda kanıtlarını sunmaya çağrıldılar. Karşıtların önde gelenlerinden birisi, Princeton niversitesi'nden Nobel fizik ödülüne sahip fizikçi Philip Anderson idi. Anderson, Peter Higgs ve diğerleri kuramı tam olarak yazmalarından bir yıl ya da daha fazla zaman önce, Higgs benzeri bir mekanizmanın atomaltı parçacıklara kütlelerini vermiş olabileceğini ileri sürmüştü. Süperiletkenlik ve maddelerde manyetik etkileri üzerinde alışan Anderson, yüksek enerji fiziği alanında büyük miktarda kamu harcamaları yapılmasına karşı olmasıyla biliniyordu. Parçacık fizikçileri, çalışmalarının bilimin daha temel sorunları üzerine odaklandığını ileri sürdüklerinde, Anderson onların çalışmalarının Alan Turing'in bilgisayar bilimlerinde ve James Watson ile Francis Crick'in DNA'nın yapısını açığa çıkararak yaptıklarından daha önemli olmadığını savunmuştu.

Komisyon toplantılarında sperarpıştırıcıya karşı çıkan bir diğer tanınmış kişi de New York'taki Cornell niversitesi'nden seçkin malzeme bilimcisi James Krumhansl idi.¹²⁷ Krumhansl'ın konuşması, bir sonraki dönemde, bütün ülke çapında fizik alanını temsil eden

[127] James P. Sethna'da atfedilen yorum için bkz. *New York Times*'da, 22 Mayıs 2004'de "James Krumhansl, 84, Opponent of Supercollider" başlığıyla yayınlanan, Krumhansl'ın ölümü ile ilgili yazı.

örgüt olan Amerikan Fizik Derneği'nin başkanlığını alacak olmasından dolayı özel bir önem taşıyordu. Krumhansl süperçarpıştırıcının, muhtemelen ümit vaat eden araştırmalara ayrılan paraların azalmasına neden olarak fizik alanındaki geniş araştırma çabalarına zarar vereceğini ileri sürdü. Krumhansl'ın meslektaşlarından birisi olan James P. Sethna, daha sonra Krumhansl'ın "süperçarpıştırıcıya bilimsel açıdan büyük değer verdiğini, ama ona bilimin diğer alanlarından binlerce kat daha fazla değer vermediğini" söyledi.

Krumhansl, özellikle makinenin gereksiz bir biçimde büyük ve pahalı olduğunu, çünkü eski teknolojiye dayandığını savundu. Bir yıl önce fizikçiler, sürekli sıvı helyum içinde yılanmak zorunda olan eski türler kadar soğuk tutulmasına gerek olmayan yeni tür süperiletken maddeler keşfetmişlerdi. Bu yeni malzemelerle mühendisler, daha güçlü ve ucuz mıknatıslar üretebilirlerdi. Tartışma böylece sürüp gidiyordu. İlk süperiletkenleri kullanılabilir hızlandırıcı mıknatıslara çevirmenin yirmi yıl aldığı gerçeği bir yana itildi. "Bu malzemeler hiç şüphesiz SSC gibi özel parçacık hızlandırıcıların inşası ve işletilmesinde milyarlarca dolar tasarruf yapma potansiyeline sahiptir," diye yazdı Krumhansl.¹²⁸ "Bu malzemelerin teknolojik kullanılabilirliğinin sanılandan üç ya da beş yıl önce mümkün olacağını düşünüyorum." Bazı Kongre üyeleri çarpıştırıcının yeni mıknatıslarla inşa edilmesi durumunda kullanılması gereken toprak alanının, şimdiki projede gereken alanın yalnızca yüzde biri kadar olacağını ileri sürdü. Süperçarpıştırıcıyı destekleyenler bu iddiaları bir geciktirme taktiği olarak gördüler; onlara göre, yeni malzemeler kullanılabilir hâle gelinceye kadar proje dondurulmak isteniyordu.

1967 yılında ortaya attığı kuramıyla Higgs mekanizmasını kullanarak elektromanyetizma ile zayıf kuvveti birleştiren Steven We-

[128] Krumhansl'ın tahminine *Physics Today* Washington Reports, s.50, Ağustos 1987'de değinilmiştir.

inberg, olağanüstü çarpıştırıcıyı inşa etme davasını savunmaya davet edildi. Weinberg, Kongre komisyonunda konuşma fikrinden hoşlanmadı ve Anderson ve Krumhansl'ın ileri süreceği argümanların bazılarına karşı çıkamayacağını biliyordu. 1993'de yazdığı *Nihai Teori Hayalleri* adlı kitabında, o günleri şöyle hatırlıyordu: "Bütün bu süre boyunca bir jüri nne ağrılacağım ve sert bir sesle bana Higgs parçacığını bulmanın neden 4,4 milyar dolara değdiğinin sorulacağını düşünmek benim için bir kbustu." Belki de SSC için harcanan para, uygulama niteliği daha yüksek fizik alanlarına harcandığında olacağı kadar hızlı biçimde, yeni aygıtlar ve teknolojilere dnşmeyecekti. Parçacık fiziğinin entelektüel olarak bilimin diğer alanlarından daha nemli olduğundan emindi. Ancak bir şekilde, doğa-nın temel yapı taşlarını ve onlar üzerinde etki eden kuvvetleri anlama araştırmasının, bilimin diğer alanlarından daha temel olduğu-nu hissediyordu.

Weinberg, komiteye, parçacık fiziğinin evrenin yapısı hakkında bazı şeyleri en derin düzeyde ortaya çıkardığını söyledi. Doğa yasalarının, ne kadar daha iyi anlaşılırlarsa o kadar daha tutarlı ve evrensel hâle gelir gibi göründüğünü söyledi:

Fizik tarihinin bu anında belirli sorunları araştırmayı seçmemizin yalnızca bir tesadüf olmadığını, aksine, çok derin bir düzeyde evrenin mantıksal yapısında kurulu bir şeyi yansıtan, maddeyi yöneten kurallar içinde bulunduğumuz bir basitlik, bir gzellik olduğunu düşünmeye başlıyoruz.

Weinberg konuşmasını bitirdiğinde, Cumhuriyetçi Kongre yesi Harris Fawell ona ve diğer bilim insanlarına yorumları için teşekkür etti ve "Keşke süperçarpıştırıcının kurulmasının anlamını özetleyen bir sözcük olsaydı," dedi. Weinberg'e döndü ve "Maddeyi yöneten kuralların olmasının bir tesadüf olmadığını düşündüğünü söyledin ve ben hemen *bu bizim Tanrı'yı bulmamızı mı sağlayacak?* diye not

ettim. Eminim sen bunu iddia etmedin, ama makine kesinlikle bizim evren konusunda bu kadar çok şeyi anlamamızı mı sağlayacak?" Bu noktada, projeye pek olumlu bakmayan, başka bir Cumhuriyetçi Don Ritter araya girdi ve "Eğer bu makine bunu yaparsa, kendi görüşümden vazgeçerim ve onu desteklerim," dedi.

Weinberg sessiz kaldı. Kongre üyelerinin süperçarpıştırıcının Tanrı'yı bulma olasılığı konusunda kendi görüşlerini duymamaları daha iyi olurdu. Eğer kendi görüşlerini açıklasa projeye yardımcı olamazdı.

Süperçarpıştırıcı lehine görüşlerini açıklayacak olan başka bir seçkin fizikçi, Stanford Doğrusal Hızlandırıcı Merkezi Müdürü Burton Richter'di. Konuşmasını yaptıktan sonra, kendisine Harris Fawel'in görüşlerini yansıtan bir soru soruldu. Kuzey Carolina'dan Demokrat milletvekili Tim Valentine, Richter'i maddenin bileşenlerini ve bunları yöneten kuvvetleri anlamanın insanlık açısından ne kadar değerli olduğu konusunda sorguladı. Richter "Zor sorular soruyorsunuz," dedi ve ardından kendi düşüncelerini açıkladı:

Evrenin nasıl doğduğunu bileceksiniz, nasıl geliştiğini (evrildiğini) bileceksiniz, şimdi ve gelecekte nereye gitmekte olduğunu bileceksiniz. Fiziksel dünyamız hakkında bilinmesi gereken ne varsa bileceksiniz ve fiziksel dünyamızda insanın yerinin ne olduğunu çok daha iyi bileceksiniz.

Daha pratik bir düzeyde, eğer bütün bunları bilerseniz, belki de onu daha iyi kontrol edersiniz. Geçmişte ne zaman fiziksel dünya hakkında daha fazla şey öğrendiysek, iyi ya da kötü şeyler yapmak için onu daha iyi kontrol edebildik. 150 yıl önce ... elektrik ve manyetizmayı öğrendik... Fiziksel dünya hakkındaki bu bilgiden ışıklar, televizyon ve bugün sahip olduğumuz ne varsa o doğdu. Hiç kimse'nin gelecekte onu daha iyi kontrol edeceğimize söz vereceğini zannetmiyorum, ama geçmişte hep, onu öğrendiğimizde, evet, bilginin güç olduğunun gerçek olduğunu gördüğümüzü söyleyeceğim.

Richter'in yorumu, maddeyi en derin düzeyde anlamannn, topluma değişmek ve gelişmek için ya da Taş Devri'ne geri dönmek için kendisini bombalayacak teknolojiyi nasıl verdiğinin hatırlatılmasıydı.

Ama bu, fizikçilerin buluşları üzerine inşa edilecek yeni teknoloji beklentilerini ileri bir aşamaya taşı mıştı. Bugün çok az bilim insanı, onu yönlendirmek için gereken büyük miktardaki enerji nedeniyle Higgs alanını kontrol edebilme olasılığı üzerinde açıkça spe ulasyon yapıyor. Yapanlar da bunu kurcalamanın olağanüstü sonuçları olabileceği uyarısında bulunuyorlar. Higgs alanını değiştirince (bir milyon kere milyar santigrat derecelik sıcaklığa karşılık gelen bu iş olanaksızdır) insanlardan gezegenlere kadar bütün madde parçaları ve bileşenleri, kütlelerini kaybedip bir anda yok olacakları için, kararsız hâle gelebilirler.

Washington DC'de Alvin Trivelpiece okkanın altına gidiyordu. Başkan Reagan'ın SSC'ye verdiği destekle keyifleri yerine gelen bilim insanları, makinenin tasarımını geliştirmek için ufak tefek düzeltmeler yapmayı hayal ediyorlardı. Ancak bu süreç pek iyi sonuçlanmadı.

Trivelpiece daha sonra, "Henüz antlaşmanın mürekkebi kurmadan, fizikçilerden; şimdi anlaşma sağlandığına göre, gerçekten büyük bir pervane yuvasına sahip olmamız gerektiğini belirten ya da neden daha büyük bir enjektöre sahip olmayalım diyen telefonlar almaya başladım," diye hatırladı. "Kongre  yelerine ve senat rlerle bunların deneyimli bir grup olduğunu, işi zamanında ve b t ceye uygun biçimde yapabileceklerini söylemiştim, ama maliyetin 5,5 ya da 6 milyar dolara olacağını söylemeye başladılar. Kongre'den, onlara temel olarak yalan söylediğimi belirten telefonlar aldım, fizikçilerin beni işe ikna ettiklerinde yalan söylediklerini ifade ettiler. Her şey biraz  irkinleşmişti."

Ardından makinenin nereye kurulacağı meselesi geldi. Süperçarpıştırıcıyı mali olarak desteklemenin akıllıca olup olmadığı üzerinde tartışmalar hararetle devam ederken, Trivelpiece Ulusal Mühendisler Akademisi Başkanı Robert M. White'ı, hızlandırıcı için uygun bir yer araması için ikna etti. Öneriler için son gün geldiğinde, Enerji Bakanlığı 25 eyaletten 43 öneri almıştı. Öneri belgelerinin içinde bulunduğu dosyaların toplam ağırlığı üç tonu buluyordu. Weinberg yer seçme komisyonunun üyesiydi. Kendisini, Texas'taki Austin Üniversitesi'nde ziyaret ettiğimde, masasının altındaki kutuları hafifçe tekmeleyerek, "Bu kutuları görüyor musun?" dedi. "Bunların hepsi yer önerileri. Bunları atmaya asla vakit bulamadım." Kutular 20 yıldan uzun bir süredir oradaydılar.

ABD'nin çeşitli eyaletleri, haklı olarak süperçarpıştırıcıyı ekonomik yeniden canlanma için bir fırsat olarak gördüler. Bazı durumlarda, eyaletler açıkça ümitsizdi. Başarılı bir yerin, sağlam siyasi desteğe, sel ve deprem geçmişinin olmamasına, iyi yollara ve diğer altyapılara ve en önemlisi ziyaret eden bilim insanlarının gelip gitmekte kullanacakları yakın bir havaalanına ihtiyacı vardı. Weinberg, "Bu öneri Nevada'dan," diyerek, öneriden alıntı yaptı: "Yerimiz Reno havaalanından yalnızca yarım saat uzakta." Uçakla yarım saat demek istiyorlardı. "Önce Reno'ya uçmalısın, sonra önerilen yere gitmek için özel bir uçağa binmelisin." Weinberg gözlerini deviriyor. "Daha baştan kaybetmiş. Gülünç."

Yerler elenerek 7'ye indirildi ve yalnızca Arizona, Colorado, Lederman'ın Illinois'deki Fermilab'ının kurulu olduğu yer, Michigan, Kuzey Carolina, Tennessee ve Texas kaldı. Diğer eyaletler yarış dışı kaldıklarını öğrendiklerinde, projeye verdikleri destek de sona erdi.

İki öneri öne çıktı. Illinois'deki yer zaten Fermilab'ın olduğu yerdi; ulaşılabilir, gereksinimler için iyi hazırlanmış ve deneyimli bilim insanları ve mühendislerle canlanmış bir yer. Diğer eyalet Texas'tı,

yerel destek ve jeoloji nedeniyle ne çıkmıştı –kolayca delinebilen kireç taşı yatağı üzerine yerleşmiş– ve hlihazırda inşaat maliyetlerini karşılamaya yardımcı olmak için 1 milyar dolar toplamıştı.

10 Kasım 1988’de kazanan açıklandı. Hızlandırıcı Texas’taki Ellis ilinde (Ellis County) Waxahachie kasabasına kurulacaktı. Fermilab’da, her ne kadar birçoğu arabalarıyla işe gelirken yolda radyodan duymuş olsa da, Lederman haberi vermek için bütün çalışanları toplantıya çağırdı. Ruh hali kasvetliydi. Süperçarpıştırıcının kurulması, Fermilab’ın ölümü anlamına gelecekti. İki gün önce Texaslı George H. W. Bush ABD Başkanı seçilmişti. Kaçınılmaz olarak, siyasi müdahale olduğu şüpheleri vardı, ancak Weinberg özellikle, yerin siyasi nedenlerden dolayı seçilmediğinde ısrar etti.

Başkan Bush sperarpıştırıcıya destek vermeye devam etti ve diğer ülkeleri de maliyetleri paylaşmaya çağırdı. O sırada, Carlo Rubbia CERN’de Genel Direktrlğe yükselmişti ve Avrupa’nın SSC’nin inşasına yardım etmesine karşılık, Amerika’nın LHC’nin inşasına yardım etme sözü vermesini sağlamaya çalışıyordu. neri, görüşmelere rağmen bir sonuç vermedi. Keyworth, SSC’nin yanı sıra LHC’ye para aktarmanın kasayı tamtakır bırakacağını söyledi.

Amerikalılar 1991’de nihayet süperçarpıştırıcının inşaat işlerine başladılar. Mıknatıs geliştirme ve test laboratuvarı işleri ilerledi. Makinenin binlerce süperiletken mıknatısın etrafında sıvı helyumu –196 derecede döndürmek için gereken devasa soğutma ünitelerinin yerleştirilmesi işi de ilerledi. Yer altında hızlandırıcıya yer açmak için kilometrelerce kireç taşı kazıldı. Projenin maliyeti 8 milyar dolara yükseldi. İşler, projenin maliyetinin geri kalanının diğer ülkelerden gelmesi koşuluyla, Amerikan hkmetine maliyetinin 5 milyar doları aşmaması temelinde başlamıştı. Başkan Bush’un Japonya’yı Ocak 1992’nin başındaki ziyaretinde, nceliği Japonya’nın projeye katkı-

da bulunmasını sağlamaktı. Ziyaret çok büyük oranda başarılı olmadı. Başkan Bush, onuruna verilen akşam yemeğinde kustu ve Japonya Başbakanı Kiichi Miyazawa'nın üstüne yığıldı ve ülkeyi elleri boş terk etti. Japonya hükümet yetkilileri SSC'nin uluslararası bir proje olmadığını ve uluslararası bir proje oluncaya kadar kendilerinden destek almayacağını söyledi.¹²⁹

O yaz ABD Temsilciler Meclisi, ülkenin SSC projesi nedeniyle uğradığı kayıplara son vermek istedi, fakat karar Senato'dan geri döndü. Sonraki haziranda, yani Bill Clinton Başkanlığının altıncı ayında, aynı şey tekrar yaşandı. O ana kadar, genel muhasebe bürosu SSC'nin nihai maliyetinin 11 milyar dolara ulaşacağını hesaplamıştı.

Eylül 1993'de Steven Weinberg, Burton Richter ve Leon Lederman'ın da aralarında bulunduğu seçkin fizikçilerden oluşan bir heyet, süperçarpıştırıcının tanıtımını yapmak için George Washington Üniversite'sine gitti. Ünlü İngiliz fizikçi Stephen Hawking, kendi destek mesajını videoya kaydedip göndermişti. Heyet, geniş bir medya ilgisi olacağını umut etmişti. Ancak gündemde, Clinton'un İsrail Başbakanı Izak Rabin ile FKÖ Başkanı Yaser Arafat'ı Oslo barış antlaşmasını imzalamak için bir araya getirmesi olunca, fizikçilerden oluşan heyetin beklentisi günün ana haberleri altında kayboldu.

Bir ay sonra Kongre'nin Büyük Bilim projeleri hakkında yeniden oylama yapması planlanmıştı. SSC'nin de yine onaylanması gerekiyordu; aynı şekilde onay bekleyen bir proje de ilk hesaplamalara göre maliyeti 25 milyar dolar olan çok uluslu Uluslararası Uzak İstasyo-

[129] Enerji Bakanı Herrington bu konuda, 17 ve 18 Mart 1987'de Temsilciler Meclisi bilim komisyonunun enerji araştırmaları ve geliştirilmesi alt komisyonunda yapılan toplantıda konuştu. Herrington Cumhuriyetçi milletvekili Sherwood Boehlert ile karşılıklı konuşmaları sırasında, "Bu Amerika'yı yüksek enerji fizikine dâhil eden bir Amerikan projesidir ve bu özel alanda Amerika'nın liderliğini sürdürmek amacını taşımaktadır," dedi.

nu girişimi idi. Uzay istasyonu oylamayı geçti, fon ayrılması yalnızca bir oy farkla onaylandı. Süperçarpıştırıcı için oylama ertesi gün yapıldı ve destekçilerini hayal kırıklığına uğratan bir kararla, 1'e karşı 2 oyla reddedildi. Süperçarpıştırıcı, mühendisler Texas'ın kırsal kesiminde yer altındaki tünellerin dörtte birinden fazlasını daha yeni tamamlamışken ıskartaya çıkarıldı. Süperçarpıştırıcı projesinde 2 bin kişi istihdam edilmiş ve o zamana kadar 2 milyar dolar harcanmıştı.

İlk özel Higgs avlama makinesi süperçarpıştırıcının ölümü birçok parçacık fizikçi için Amerikan rüyasının sonuydu. Üniversitede zor elde edilen işlerini terk edip Texas'a yerleşen binlerce kişi, projenin bir serap gibi gözlerinin önünde yok olduğunu gördü. Kariyerleri bir uçurumun kenarına gelmişti. Süperçarpıştırıcı, Amerikan fizikçisini dünya klasi düzeyine çıkarmak için düşünülmüştü, ama Kongre projeyi reddederek, fizik alanını bir sıradanlığın geleceğine mahkûm etme riskine girmişti.

Süperçarpıştırıcının sonu, Higgs parçacıklarının araştırılmasını izleyen birçok insan tarafından ölümcül bir darbe gibi hissedildi; ama en azından bu izlenimin bir kısmı, bu araştırmanın, bu kadar güçlü biçimde tek bir Higgs avlama makinesi meselesi olarak sunulmasından kaynaklanmıştı. Makinenin pazarlanması ile ilgili olarak zamanında Lederman tarafından alınan notlarda şunlar deniyordu: "Birçok deneme ve yanılmadan sonra, en işe yarayan şey (vasıfsız kitle, diğer bilimler) simetri kırılmasını seçmektir; yani Higgs'i." Süperçarpıştırıcı girişimi başarısız olsa da, Amerikalı fizikçilerin elinde hâlâ Tevatron vardı. Köklü bir dedektör iyileştirmesi ve diğer geliştirmelerle birlikte, Tevatron Amerika'nın parçacığı bulma konusundaki en büyük umudu haline geldi.

Süperçarpıştırıcı, maliyetli bir bozgun ve Higgs bozonunu bulma mücadelesinin dibe vurduğu andı. Bir başarısızlık örneği, hükümetin öncelikleri, bilim insanlarının siyasi zekâsı ve doğa hakkında-

ki önemli soruların yanıtlanmasının toplum nezdindeki değeri konusunda ciddi soruları gündeme getirdi.

Weinberg, süperçarpıştırıcı olayından dolayı hâlâ acı duyduğunu kabul ediyor. Krumhansl'ın Amerikan Fizik Derneği'nin yeni dönemde başkanlık görevini alması beklenen bir kişi olarak görüşleri orantısız bir güce sahip olduğu için, makineye karşı çıkışının "rezilce" olduğunu düşünüyor. Daha da önemlisi yer seçimini Texas'ın kazanmış olmasından da üzgün. Sonunda yer seçimi konusundaki karar Texas ile Lederman'ın Illinois'deki Fermilab'ı arasındaydı. Weinberg, "Chicago'daki insanların tamamı 'benim arka bahçemde' değildi ve bu büyük bir faktördü. Yer olarak eğer Illinois seçilseydi, proje devam ederdi. Keşke Illinois'i seçseydik," dedi.

Makinenin Texas'ın Waxahachie kasabasında inşa edileceğinin açıklanmasından itibaren, süperçarpıştırıcı kendisini derhal Uluslararası Uzay İstasyonu ile beklenmedik bir rekabet içinde buldu. Makineyi destekleyen bilim insanları bunu öngörmemişlerdi. Süperçarpıştırıcı, yerin epey altındaki tünellerde doğayı inceleyerek bilimsel üstünlüğünü kanıtlamak için tasarlanmıştı. Uzay istasyonu ise yer yüzünden 322 km yüksekte uçan bir teknolojik güç gösterisiydi. Pek çok bakımdan farklı olmalarına karşın, uzay istasyonu NASA'nın Houston'daki Johnson Uzay Merkezi'nden yönetildiği için, her ikisi de bir Texas projesi olarak biliniyordu. Pek çok Kongre üyesi, ikisi de Texas'ta olan iki dev projeye oy verme düşüncesine ayak diredi. İki projeden, savunma sanayinin desteğine sahip olan uzay istasyonuna daha fazla oy verildi.

Bill Clinton'ın başkan seçilmesinin projenin hayatta kalma şansına yardımı olmadı. Süperçarpıştırıcıya karşı olmasa da, Clinton bu projeye başından beri makineden yana olan Reagan'dan ve Texas'la yakın ilişkileri olan Başkan George H. W. Bush'tan daha az yatırım yaptı. Clinton bir bilgisayar hizmet programları şirketi

müdürü olan Hazel O'Leary'yi Enerji Bakanı olarak atadı ve bakan makine için çok az mücadele etti. Bazı bilim insanları Clinton'ın o zamanki Texas Valisi Ann Richard'a, kendi hükümetinin aynı anda hem SSC hem de uzay istasyonunu desteklemeyeceğini söylediğini ve hangisinin devam edeceğine karar vermeyi ona bıraktığını iddia ettiler.¹³⁰

Alvin Trivelpiece, bugünlerde resmen emekli olsa da hâlâ hükümet laboratuvarlarında danışman olarak alışıyor. SSC projesinin bitmesi ile rüyaları paramparça olanlar için duyduğu "zntnn bir sonu olmadığını" söylüyor. Süperçarpıştırıcı projesinin sona ermesine yardım edenler, Amerika'nın çok az mühendis ve bilim insanı var diye sızlanıyorlar. Trivelpiece, "Bu kişiler olayı anlamıyorlar, ilham verici hedeflere sahip olmak ve büyük kariyer yolları arasında bir bağlantı vardır. Bu bir Amerikan trajedisi," diyor.

Trivelpiece, süperçarpıştırıcı bugün çalışıyor olsaydı bilim insanlarının ona Reagan adını verip vermeyeceklerini düşünmeden edemiyor. Bu, makinenin hikyesinin başlangıç günlerinde ortalıkta dolaşan bir neriydi. Süperçarpıştırıcı muhtemelen Reagan Hızlandırıcı Merkezi adını alacaktı. Hatta yaşayan 5 ABD Başkanının katılacağı bir törenin yapılması da konuşuluyordu. "Yaşayan beş Başkan'ın gelip işi başlatması ve projeye devam etme konusunda anlaşmaları durumunda hızlandırıcıya ayrılacak fonların kapatılacağını düşünebilir misin? Bu durumda, fonları durduracak siyasi hiçbir şey olamazdı," diyor Trivelpiece.

Süperçarpıştırıcı tek bir büyük darbe ile devrilmedi, aksine düzenli olarak onu zayıflatan bir olaylar serisiyle krtildi. "Washington'da bir kimseyi ldrmenize gerek yok. Gerekli olan şey, onunla bir kap-

[130] Texas valisine, Uzay İstasyonu ile Süperçarpıştırıcı arasında tercih yapmasının söylendiği ileri sürüldü. O da Süperçarpıştırıcıyı desteklemeyi tercih etmedi. Alvin Trivelpiece'in Florida'nın Tampa şehrindeki Amerikan Fizik Derneği toplantısında 19 Nisan 2005'de verdiği bir dersin notlarından.

lan gibi savaşmamaktır; o zaten kendi kendine ölecektir. Süperiletken Süperçarpıştırıcısı'nın durumunda da, binlerce kesik, onun kan kay-bından ölmesine neden oldu,” diyor Trivelpiece.

Süperçarpıştırıcısının öldüğü yıl “Tanrı Parçacığı”nın da doğdu-ğu yıldır.¹³¹ Leon Lederman ve Amerikalı bir bilim yazarı Dick Tere-si birlikte, parçacık fiziğinin süperçarpıştırıcısının Higgs bozonunun peşine düşmesine ortamı hazırlayan tarihini anlatan bir kitap yayın-ladılar. Lederman’a göre kitabın editörü, kitaba konulacak adlar ara-sında Higgs ve onun gizemli bozonunu ananların tamamını reddet-ti. Daha yaratıcı olmak zorundaydılar. Lederman kitaba, Higgs par-çacığını bulması çok zor olduğu için “*Tanrının Belası Parçacık*” adı-nı vermek istediklerini, ama sonunda *Tanrı Parçacığı* adında karar kıldıklarını ileri sürüyor. Lederman, bunun hak edilmiş bir takma isim olduğunu, çünkü parçacığın yakalanması çok zor olsa da mad-deyi anlamamız için çok hayati olduğunu yazdı.

Bu takma ad, fizik tarihinde en çok dalga geçilen takma ad de-ğilse de, çok dalga geçilenlerden birisi oldu. Bu konuda çalışan bi-lim insanları, bunun ne kadar rezalet bir isim olduğu konusunda atıp tuttular. Kimisi bunun tam bir sakat(lık) olduğunu düşündü. Kimi-leri de medyanın bu adı sırf Higgs bozonu teriminden daha merak uyandırıcı olduğu için kabul etmiş olmasına sinirliydi. Peter Higgs,

[131] Lederman'ın yayıncısı, kimsenin Peter Higgs'in adını duymadığını ileri sürdü-ğü için, Higgs'in adı kitabın adından çıkarıldı. Bu takma adla ilgili olarak ko-nuştuğum bütün fizikçiler, takma addan nefret ediyordu. Temel itiraz adın gör-kemli görüldüğü ve dine hakaret potansiyeli içerdiği idi. Ama şikâyet edilen başka noktalar da vardı. Haklı olarak, fizikçiler bu adın anlamsız ve saçma ol-duğundan yakınıyorlardı. Diğer parçacık adları belirsiz görünebilir, ama birçok durumda bir anlamları vardır. Bu adın verilmesi özellikle talihsiz bir işti, çünkü Lederman'ın kitabı, *Yaratıcılık* akımının birçok ABD okulu için büyük sorun haline geldiği bir dönemde yayınlandı. Gazetecilerin bu takma adı andıkların-da karşılaştıkları sorunlarla ilgili ipuçları için bkz. “What’s in a name? Parsing the God particle, the ultimate metaphor”, Dennis Overbye, *New York Times*, Ağustos 2007.

bu addan  rkm   t . Bu adın kibirli, hatta dini inancı olanlara kar   saldırıgan olduğundan endişe ediyordu.

Lederman şimdilerde doksanına yaklaşıyor ve profesyonel yaşamının büyük bölümünü Fermilab tesislerinde geçiriyor. Randevumuzu unutmu tu, ama sonunda geldi, hep aynı hava kuvvetleri tipi deri ceket, güneş gözlükleri ve sırtı ; dünyaya emekli bir savaş uçağı pilotu gibi bakıyor. Odasında zorunlu olarak denklemlerle dolu bir kara tahta var (bir el hareketi ile odasını başka bilim insanlarının da kullandığını belirtiyor). Masanın yanındaki büyük bir dosya dolabına bantla yapı tırılmı  bir k  ıt parçasındaki karikatürde, bir kişi diğerine silahı do rultmu  “Kıpırdama” diye bağırıyor. Lederman, “Dolapta k  ıtlarım var. Kimsenin onu kıpırdatmasını istemiyorum,” diyor.

Higgs bozonuna Tanrı parçacığı adını vermesi nedeniyle yıllar boyunca hakkında yapılan yorumları hatırlarken, sarsılmaz bir espri anlayışına sahip görünüyor ve sırtıyor. Bir keresinde bu adın iki grup insanı rahatsız ettiğini belirterek, ta  atmış: Tanrı’ya inananlar ve inanmayanlar. Ama daha sonra sohbet dinin Amerika’da bilim eğitimi üzerine etkisi ve ne yapılabileceği konusuna geldiğinde ciddile iyor: “Eğer SSC devam etseydi, Higgs bozonunu 1998’de ya da 1999’da bulmuş olacaktık,” diyor. “Ya bozonu bulacaktık ya da bütün Standart Model’in başka bir şeyi ifade ettiği s ylenecekti.” SSC’nin kaybı Amerika’nın Higgs parçacığı için süren yarı ta zafer umudunun Fermilab’daki Tevatron’a bağlı olması anlamına geldi.

S per arpı tırıcının talihi, Atlantik’in öte yakasında artar ve azalırken, Avrupa’daki bilim insanları Dünya’nın şimdiye kadar g rd   en büyük parçacık hızlandırıcısını faaliyete geçirdiler.  ng r len s per arpı tırıcının büyüklüğünün küçük bir bölümü kadar olan parçacık hızlandırıcısı, çapı 27 km olan tünellere inşa edilmişti ve CERN’in Cenevre yakınlarındaki laboratuvarında, yerin 100 metre

altında gömülüydü. Hızlandırıcıya Büyük Elektron-Pozitron çarpıştırıcısı adı verildi; Higgs bozonunun saklandığı yüksek enerji bölgesine çıkmadan önce Z parçacıklarını yaratıp incelemek için tasarlanmış, zarif ve hassas bir makine.

CERN'de Higgs bozonunu bulmaya çalışan bilim insanlarının, kendilerini neyin beklediği konusunda hiçbir fikirleri yoktu. Şimdi CERN'deki bilim insanları ile konuştuğunuzda, hâlâ anlamlandıramadıklarını görüyorsunuz. Olayların merkezindeki bir araştırmacı bana, LEP'teki avın stresinden kurtulmasının bir yıl aldığını söylemişti. Higgs bozunu avında, öyle görünüyor ki hiçbir şey asla basit değil.

7. Bölüm

İri Maggie

Cenevre Uluslararası Havaalanı'ndan batıya doğru Route de Meyrin boyunca CERN yerleşkesine giden yol arabayla çok kısa bir mesafedir. CERN'in girişinde güvenlik görevlileri kimlik sorar, kısa bir süreliğine kaybolur ve geri dönüp geçmenizi işaret ederler. Bariyerlerin arkasında, kıvrılan yollar ve kaldırımlarla birbirine bağlanan binalar ile araba park yerleri geniş bir alana yayılmış durumdadır.

Burası, çimentonun ucuz olduğu zamanlar inşaat çılgınlığına kapılmış bir üniversite havasına sahiptir. 300 dönüm büyüklüğündeki bu yerleşke, doğrudan Fransız-İsviçre sınırının üzerine kurulmuştur. Alanın bu kadar büyük olmasına karşın kaybolmak neredeyse imkânsızdır. Her binanın yan tarafında yazılı olan dev rakamlar, bütün kampusu aşırı büyük ve canlı bir haritaya dönüştürüyor.

CERN'deki herkes, ana kantinin bulunduğu 501 nolu binaya mutlaka gitmiştir. Kantin orta boy bir oteli andırır. Tepsiyi raftan alırsınız, kahveyi makineden doldurursunuz; tavşan güveci, makarna, pirinç pilavı ve pizzaları servis eden bir aşçı kalabalığına ulaşmadan önce, salata kâseleri ve meyvelerin dizili olduğu bir tezgâhın önünden geçersiniz.

Kasiyerlerin öteki yanında, öğle ve akşam yemeklerinde kot pantolon – tişört giymiş çalışanların doldurduğu sıra sıra masalar vardır. Eğer hava kötü değilse, bazıları havaalanı ve ötesindeki Alp dağlarına bakan terasa çıkar. Havanın açık olduğu bir günde terastan Mont Blanc dağını bile görebilirsiniz.

CERN, yerleşke içinde dolaştığınızda, basit görünmeyi neredeyse görev bilmiş, dünya ölçeğinde bir laboratuardır. Kurum, 20 üye ülkeden yılda (toplam) bir milyar dolarlık aidat toplar, ama bu para gösterişli binalar ya da bakımlı bahçeler yapmak için kullanılmaz. CERN’de para asıl olarak yer altında harcanır.

CERN’in parasını nereye harcadığını Lyn Evans’dan daha iyi bilen pek kimse yoktur. Kantine girdiğinde hiçbir şeyi umursamayan bir havası vardı. Şort ve polo tişört giyen Evans, doğrudan golf sahasının 18. deliğinden geliyordu. Resmi olarak izindeydi.

Emekliliğine bir yıl kalmış olan Evans’ın, düzenli kısa saçları, kopkoyu bronzlaşmış bir cildi vardı. Yer altında çalışmanın onun kanında olduğunu söyleyebilirsiniz. Galler’deki kömür madeni köyü Aberdare’de, çalışma yaşamının çoğunu kömür ocağında geçiren bir babanın oğlu olarak doğmuş.

CERN’deki 40 yıllık çalışması boyunca, Evans fiilen laboratuvarlarda kurulan parçacık çarpıştırıcıların hepsinde çalıştı. 15 yıl önce, CERN’in en büyük başarısı olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı’nın (Large Hadron Collider) paçalarını bir araya getirecek ekibin başına getirildi. Evans bu iş için en uygun kişiydi, çünkü hiç kimse bir çarpıştırıcının nasıl inşa edileceğini ondan daha iyi bilmiyordu.

LHC, CERN’in şu andaki hikâyesiydi, ama ben geçmişi öğrenmek için buradaydım. LHC’den önce, Evans laboratuvarın 1983 ile 1988 arasında inşa edilen bir önceki çarpıştırıcısı Büyük Elektron-Pozitron (LEP) çarpıştırıcısının başındaydı. Amerika’nın Süperilekten Süperçarpıştırıcı’dan vazgeçmesinden sonra LEP ciddi olarak Higgs

bozonu avına girişen ilk arpıştırıcı olmuştu.¹³² Fermilab'da alışan Tevatron, henüz Higgs bozonunu görme şansına sahip olmaya yetecek kadar yüksek enerjiye ulaşmıyordu. Tevatron'un parçacığı keşfetme konusunda ana yarışılardan biri olmadan önce ve LEP faaliyete geçtikten 15 yıl sonra arpıştırıcı ve dedektörü büyük bir tadilattan geçecekti. LEP kurulduğunda, Dünya'daki en büyük, CERN'in de şimdiye kadar yapmaya giriştiği en karmaşık makineydi. Makinenin kurulması ve işletilmesi mühendislik öğrencilerini on yıl boyunca örnek olay incelemeleriyle meşgul edecek kadar sorun ortaya çıkarmıştı.

CERN, nn protonları birbirine çarpıştırarak kazanmıştı, ama LEP bu gelenekten ayrılıyordu. Makine elektronları, onların anti madde eşitleri olan pozitronlarla çarpıştırmak için tasarlanmıştı. Bunlar temel parçacıklar olduğu, yani (başka) küçük parçalardan oluşmadıkları için, birbirleriyle kafa kafaya çarpıştırmak saf bir enerji patlaması ürettiyordu. Bu enerji de hemen yeni bir madde haline geliyordu.

Lyn Evans'ın bürosu, kantinden arabayla 5 dakikalık bir mesafede, CERN yerleşkesinin diğer yakasındaydı. Büroya vardığımızda, masasının üzerindeki birkaç kâğıdı kontrol etti ve anılarını anlatmak için oturdu. Arkasındaki raflar parçacık hızlandırıcı parçaları ile doluydu. Fotoğrafların kapladığı bir duvarda Peter Higgs ile çekilmiş bir fotoğrafı duruyordu. "LEP olağanüstüydü," dedi.

Tasarımına göre, arpıştırıcı iki düzeyde çalışacaktı. İlk düzeyde, parçacık demetleri çarpışmadan önce 50 GeV hızına ıkarılacaktı. Bunun amacı, büyük miktarda Z parçacığı yaratmaktır; böylece bu parçacıklar en ince ayrıntısına kadar incelenebilecekti. İkinci düzey-

[132] Büyük Elektron-Pozitron arpıştırıcısının tasarımı ve yapımı ile ilgili kapsamlı bir rehber için bkz. *LEP: The Lord of the Collider Rings at CERN 1980-2000*, Herwig Schopper, Springer, 2009. CERN'in yayın organı *CERN Courier*, makine ile ilgili özellikle çok yardımı dokunacak bilgilerin bulunduğu ve evrimii olarak ulaşılması serbest olan yararlı bir kaynaktır.

de, demetlerin her biri, W parçacıkları üretmeye yetecek enerji olan 80 GeV düzeyine çıkarılacak, böylece onlar da incelenebilecekti.

LEP gibi bir hızlandırıcı kurmak istiyorsanız sonsuz sayıda etkeni hesaba katmanız gerekir. Her şeyden önce, maliyetinizin karşılığını alıp alamama durumuyla karşı karşıya gelirsiniz. Küçük halka benzeri çarpıştırıcılar verimsizdir, çünkü eğer elektronları ince bir çember içinde hızlandırırsanız, çok miktarda enerjiyi ışıma şeklinde yayarlar.¹³³ Büyük çarpıştırıcılar daha verimlidir; çünkü elektronlar daha hassas biçimde hızlandırılır. Ancak bunları kurmanın maliyeti de bir o kadar büyüktür.

CERN, en başta LEP için 50 kilometrelik bir halka yapmayı planlıyordu, ama maliyet aşırı yüksekti. Kurum, 27 kilometrelik bir halkada karar kıldı. Bu halkaya her çarpışmada meydana gelebilecek yeni maddeyi keşfetmek için dört büyük dedektör yerleştirilecekti.

Bir kez makinenin büyüklüğüne karar verdikten sonra, onu yerleştirecek bir yer bulmanız gerekir. Bu karar da sandığınız kadar kolay değildir. LEP'in boyutuna bakıldığında, CERN'in yakınında bu büyüklükte toprak almak kasayı iflas ettirecekti. Yer altına yerleştireceğiniz şeyler için, ağır delme makineleriyle yer altında alan açmak daha ucuzdu.

Yer altına girmenin de bir sürü derdi vardır. Yerkabuğu, makinenin yayacağı radyasyona karşı etkili bir kalkandır. Yer altında çalışmak sabotaja karşı korunmayı da kolaylaştırır. Ayrıca güzel bir kır-

[133] Elektronların bükük bir yol izlediklerinde enerji kaybetmelerine *sinkrotron ışıması* denir. Bu kayıp enerji, yüksek enerjili ışınlar üretme konusunda baş belasıdır, çünkü elektronlar ne kadar hızlı hareket ederlerse o kadar fazla ışıma yayarlar, dolayısıyla hızlandırıcı cihazdan daha fazla enerji yüklenmesi gerekir. Ama jetonun bir de öteki yüzü vardır. Sinkrotron X ışınları inanılmaz derecede yoğundur ve proteinlerden uçak motorlarına kadar nesnelerin, bütün davranışlarını incelemek için bir o kadar da kullanışlıdır. Oxfordshire'daki Diamond sinkrotron tesisinde, sinkrotron ışıması, Ölü Deniz yazmalarının parçalarını hassas malzemeye zarar vermeden incelemek için kullanılmıştır.

sal çiftlik alanı boyunca uzanacak dikenli tellerle çevrilmiş bir metal ucube inşa etmeye de gerek kalmaz.

Öte yandan bu işin dezavantajları da vardır. LEP büyüklüğünde bir makineyi yer altında kurmak çok titiz bir planlama ve çok yaratıcı bir mühendislik gerektirir. Bir şeyler yanlış gittiğ nde tamir etmek ise çok emek ve sabır isteyen, yorucu bir iştir.

CERN yer altına inmeyi seçti, ama bu karar bir dizi yeni sorun yarattı. LEP halkası, yerüstünde; bir yanda Cenevre havaalanı, öte yanda Jura dağları arasına sıkıştırılamayacak kadar büyüktü. Yer altında da işler çok iyi gitmedi. Havaalanı gevşek bir kaya ve toprak karışımından oluşan bir zemin üzerine inşa edilmişti ve altından bir tünel geçirmek kâbus gibiydi. Jura dağlarının altı ise suyla dolmuş çatlak ve faylarla delik deşik kire taşıydı. Alanla ilgili düzenlenen bir jeolojik raporda, bu fay hatlarından yalnızca birinin üzerinden geçmeye çalışmanın faturaya 16 milyon dolar ekleyebileceğ  ve projeyi 1 yıldan fazla bir süre geciktirebileceğ  uyarısında bulundu.

Projeye devam etmeden önce, CERN mühendisleri bilim insanlarının bölgenin o zamana kadarki en kapsamlı jeolojik araştırmasını yapmalarına yetecek kadar keşif sondaj deliğ  açtılar. Bu araştırma sonunda ne yapacaklarını kararlaştırabildiler. Tünelin konumunu çok az değ ştirdikten sonra, biraz yan yatırdılar. Dolayısıyla biraz aşağı indi ve Jura dağlarının 50 metre altından havaalanının ise 100 metreden fazla altından geçti. Böylece 4 metre çapındaki beton kaplı tünelin neredeyse tamamı sert kayanın içinden geçti.

CERN'in kurulduğ  yerdeki yerel yasalara göre, birinin evinin altında, onun iznini almadan gidip çok kocaman büyük bir parça cık hızlandırıcı –ya da başka herhangi bir şey– inşa edemezsiniz. LEP  arpıştırıcısı, eğri büğrü Fransa-İsviçre sınırını dört ayrı yerde kesiyordu ve sınırın her iki yanında da evlerin altından geçiyordu. İsviçre'de yaşıyorsanız, yasaya göre evinizin altındaki toprağın-

kayanın 30 ila 50 metre arasındaki kısmına siz sahiptiriz. Yetkililer, bu kuralın hizmet şirketlerinin insanların evlerinin altına garaj yapmasını ya da kuyu açmasını önleyeceğini düşünmüşlerdi. Fransa'da ise yasa çok daha farklıydı. Fransa'da yaşıyorsanız evinizin altındaki toprağın-kayanın Dünya'nın merkezine kadar sahibi sizsiniz. Çarpıştırıcının tüneli İsviçre yetkililerini endişelendirmeyecek kadar derindeydi, ama Fransa'da CERN yönetimi delme işlemine başlamadan önce 2 bin civarındaki ev sahibinin yazılı iznini almak zorundaydı. Ev sahiplerinin bazıları ilk başta anlaşmayı reddetti ve onlarla Fransa hükümeti arasında bir anlaşmaya varılması için 2 yıl geçti.

CERN'in yakın çevredeki yerel çiftçi topluluğu ile ilişkileri, laboratuarda çalışan bir bilim insanının LEP'in bir milyon otomobil kadar kirlilik yaratacağı ve süreç içinde tarım ürünlerini mahvedeceği uyarısında bulunduğu zaman bozuldu. Beklenebileceği üzere çiftçiler ve yerel yetkililer isyan içindeydiler.

Fizikçi ciddi bir konuyu gündeme getirmişti, ama hesaplamalarında hata yapmıştı. LEP hızlandırıcısı içinde uçuşan parçacıklar yoğun X (röntgen) ışını demetleri yayacaktı ve bunlar havaya karışırsa ozon ve azot oksit gibi zehirli gazlar üretebilirdi. Yeryüzünde bu bir sorun olabilirdi, ama LEP hem yer altındaydı hem de kurşun, alüminyum ile birlikte ışın demetini yönlendirip belirli bir yöne odaklayan mıknatıslarla kaplıydı. CERN bu iddiayı incelediğinde, LEP'in havalandırma borularının yaratacağı kirliliğin, yerel yollarda giden fazladan birkaç otomobil kadar olacağını belirlemiştir.

Nihayet 1983'te inşaat başladığında, LEP Avrupa'daki en büyük inşaat mühendisliği projesi haline geldi. 27 kilometrelik yuvarlak tünel, yalnızca başlangıçtı. Tünelin etrafında, insanların aşağı inip çıkabileceği dikey erişim tünelleri açıldı. Tünel etrafında, çarpıştırıcının dedektörlerini yerleştirmek için kaya içine dört büyük mağara oyuldu. Buna 60 hücre ve oda eklendi. Sonunda, yer altından 1,4

milyon metreküp kayanın yarısından azı ana tünelden çıkarılmıştı.

CERN, LEP projesinin her adımını bütün boyutlarıyla planlamıştı, ama aldıkları bütün önlemlere karşın yine de kazalar oldu. 1986'da delme makinesi bir jeolojik fay hattına denk geldi ve tünel suyla doldu. Akıntıyı durdurmak, tüneldeki suyu boşaltıp kurutmak ve tekrar işe başlamak sekiz ay aldı. Havaalanının yakınlarında  dikey kuyu kazmaya çalışırken yeni bir sorunla karşılaşıldı. Yüzeyin altındaki toprak ve kayalar en az 100 metre derinliğinde su içindeydi ve bu da yerel halkın su kaynağını oluşturuyordu. Sorunu çözmek için mühendisler kuyunun geçmesi gereken yerde toprağa borular aktılar ve borulara soğutma gazı pompaladılar. Bu işlem toprağı katı bir blok halinde dondurdurdu ve normal bir şekilde kazılabilecek hâle getirdi.

LEP tüneli 1988'de Sevgililer Günü'nden bir gün önce tamamlandı. Uydu ve lazer güdümlü delme makinesi sayesinde tünelin iki ucu birleştiğinde, birleşme yerinde tüneller arasında yalnızca 1 santimetrelilik kayma vardı. Makineyi kurma işi ise tek başına 6 yıl sürdü.

6. yılın sonlarına doğru, LEP çalıştırılmadan önce, İngiltere Başbakanı Margaret Thatcher Londra'da, ülkenin en saygın bilim kurumu olan Royal Society'de bir konuşma yaptı. Thatcher, Peter Higgs'in bir ilkokul çocuğu olarak hikyelerini okuduğu Arthur Eddington'dan özlemlerle söz etti. Eddington, Güneş etrafındaki yıldız ışığı bklmelerini izleyerek Einstein'ın haklı olduğunu kanıtladığını iddia ettiği 1919'daki keşfini anlatmak için Royal Society'yi seçmişti. Thatcher, "Arthur Eddington 1919'da bu topluluğa sonuçlarını sunduğunda ... manşet olmuştu," dedi. "Kalabalık entelektüel bükülmüş uzay paradoksunun gerçekten kanıtlanıp kanıtlanmadığını o kadar çok merak ediyordu ki, birçok kişi salona girememişti. CERN'de Higgs bozonunu neden aradığımızı açıklamak için daha fazla şey yapmamıza gerek var mı?"¹³⁴

[134] Margaret Thatcher'ın 27 Eylül 1988'de, Londra'da Fismongers salonunda Royal Society'ye yaptığı konuşmadan.

Thatcher'ın bahsettiği hikâye o kadar büyüktü ki, New York Times gazetesi olaya yalnızca bir değil tam altı manşet ayırmıştı. Haber, 19 Kasım 1919'da Londra'dan özel telgrafla gönderilmiş ve şu başlıkla çıkmıştı: "Işıklar gök kubbede hep bükülüyorlar." Bu başlığın altında gazete şunu ilan ediyordu: "Bilim Adamları Tutulma Gözleminin Sonuçları Hakkında Oldukça Heyecanlı." Herhangi birinin gökyüzünün üstüne düşeceğinden korkabileceği ihtimaline karşı da gazete daha fazla ayrıntı veriyordu: "Yıldızlar Göründükleri Yerde ya da Hesaplanan Yerlerinde Değiller, Kimsenin Endişelenmesine Gerek Yok."

LEP'i inşa etmek bizatihi kendi başına bir festivaldi. Makinenin büyüklüğü bile mühendislik açısından büyük bir meydan okumaydı. Ama inşa etmek yalnızca bir başlangıçtı. Sohbet LEP'i çalıştırmaya gelince, Lyn Evans bürosundaki kanepede öne doğru eğildi. Daha canlandı. Bazı bakımlardan LEP gerçek olamayacak kadar iyiydi.

CERN'in yeni parçacık çarpıştırıcısıyla yapmaya giriştiği ilk iş Z parçacıklarının ağırlığını daha önce hiç olmadığı kadar kesin bir şekilde ölçmekti. Bunu yapmak için, laboratuardaki bilim insanlarının makinenin içinde uçuşan parçacıkların içinde ne kadar enerji olduğunu bilmeleri gerekiyordu. Bunu belirledikleri zaman, bir Z parçacığı yaratan her bir çarpışmada ne kadar enerji harcandığını bileceklerdi. Buradan da parçacığın ağırlığını hesaplayabilirlerdi.

1991'de tuhaf bir şey oldu. CERN'in ölçümlerinde tuhaf desenler belirlendi. Bunlar, CERN'in demetlerinin kafa karıştırıcı bir düzenlilik içinde önce güçlenip ardından zayıfladığını gösteriyordu. Makineden sorumlu olan Evans, bundan kusurlu bir donanımın – belki de düzgün çalışmayan bir güç kaynağının– sorumlu olabileceğini düşündü.

CERN'deki bilim insanları, bu garip sinyaller üzerinde aylarca kafa yordular ve bu sırada konuyu diğer laboratuarlardaki araştır-

macılar da duydu. Bir gün, Stanford Doğrusal Hızlandırıcı Merkezi'ndeki Gerhard Fischer, bir önsezi ile CERN'e telefon etti. Avrupa laboratuvarının başka bir şey denemesini önerdi.

Bu ipucunu takip etmek için CERN'in kıdemli çalışanlarından Albert Hofmann  ğlen saatlerinden ertesı sabah 04.00'a kadar süren uzun ve yorucu bir deney yaptı. Deney ve –bulduğu şey– CERN'de efsane oldu. Fischer'in şüphelendiği suçlu, Hofmann'ın kaydettiği veriler arasındaydı: Gökyüzündeki en yakın komşumuz, yani Ay.

Okulda herkes Güneş ve Ay'ın çekim kuvvetlerinin Dünya'da dalgaları nasıl yükselttiğini öğrenir. Her ne kadar Ay, Güneş'in kütlesinden çok çok daha küçük bir kütleye sahip olsa da, bize çok daha yakın olduğu için, dalgalar üzerindeki etkisi daha fazladır.

Ay ve Güneş'in aynı zamanda Yerkabuğu'nda dalgalar yarattığı ise daha az bilinen bir şeydir. Hofmann'ın deneyleri, Ay ve Güneş aynı hizaya geldiklerinde, yer altında CERN'deki yüzeyin yaklaşık 25 santimetre yukarı ve aşağı inip çıkmasına neden olan tümsekler yarattığını gösterdi.

LEP'in ayakları altındaki yer –kelimesi kelimesine– değişiyordu.^[135] Yer, Yerküre'nin dalgaları ile kabarıırken LEP halkası yaklaşık 1 milimetre uzuyordu. Makine ile çalışan herhangi biri için algılanamaz olan bu değişiklik,  arpıştırıcı içindeki parçacıkların her turda ne kadar yol alacaklarını değişirmişti. Etki minicikti, ama parçacıkların taşıdığı enerji miktarını değişirmeye yetecek kadardı. Evans, “Makine mükemmeldi. Böyle devasa bir makine ile bu türden bir hassasiyet elde edebileceğimizi düşünmek tamamen şaşırtıcı,” diyor. CERN'de çalışanlar kendi aralarında, “Araştırmacılar de-

[135] Yerkürenin dalgalarının LEP  zerindeki etkisi *New York Times*'da, “Moon is blamed for blips in particle accelerator” başlığıyla haber oldu. Malcolm W. Browne, 27 Kasım 1992. Bu konuda daha ayrıntılı bir raporu CERN'de “Effects of terrestrial tides on the LEP beam energy”, adıyla L. Arnaudon ve diğerleri yazdı, 2 Mart 1994.

neylerini yaparken Ay ve Güneş'in nerede olduğunu kontrol etmek için kendilerine bir almanak alsalar iyi olur!" diye şakalaşmaya başladılar, ama bu şakanın doğruluk payı da vardı.

LEP üzerinde çalışmalar devam ederken, makinenin çalışması üzerinde etkisi olanların yalnızca Güneş ve Ay olmadığı ortaya çıktı. Evans'ın ekibi Yeryüzü dalgalarına karşı gereken düzeltmeyi yaptılar, ama ondan sonra da demetlerin enerjilerinde çok daha zor algılanır dalgalanmalar belirlediler. Yeni işaretler daha da kafa karıştırıcıydı. Pazartesi'den cumaya LEP'in demetlerinin enerjisi her gün tam aynı anda yalpaladı. Hafta sonu da yalpaladılar, ama farklı bir zamanda. Bu acayip etki o kadar öngörülebilir ve dakikti ki, saatini zi ona göre ayarlayabilirdiniz.

Bilimsel işbirliği, CERN'dekinden daha fazla uluslararası olamaz. Laboratuvarın işletilmesine 20 ülke doğrudan katılıyor, ama birçok başka ülke de işe dâhil oluyor. CERN'deki deneylerde çalışan bilim insanları, bütün Dünya'daki yaklaşık 600 kurumdan geliyor. Bu kişilerin birçoğu gidiş gelişlerinde Cenevre'deki ana tren garı Gare de Cornavin'i kullanıyor. Bilim insanları makinelerinin başına bela olan en son garip etkilerin kaynağını da bu garda buldular.

Cenevre tren garını düzenli biçimde kullanıyorsanız LEP'in demetlerindeki dalgalanmalar da belli belirsiz size tanıdık gelebilir. Cenevre ile Paris arasında çalışan Train à Grand Vitesse ya da TGV adlı hızlı tren, dakik bir canavardır. Cern'deki dalgalanmalar da işte bu trenin istasyondan kalktığı dakikayla aynı zamana denk geliyordu.

CERN, TGV'nin çarpıştırıcıya nasıl etki ettiğini araştırmak için küçük bir ekip kurdu. LEP makinesinin etrafına algılayıcılar kurdular, Cornavin ve diğer tren istasyonları etrafındaki elektrik akımlarının kayıtlarını aldılar. Kısa bir süre sonra neler olup bittiğini belirlediler. TGV, Cornavin istasyonunu terk etmeye hazır olduğunda, gücünü artırmak için bir elektrik akımı artışına ihtiyaç duyuyordu.

Bu akımın bir kısmı tren raylarına ve oradan da yer altına sızıyordu. CERN ekibi bu kaçak akımların LEP halkasına ulaştığını ortaya çıkardı. Bu kaçak akımlar halkaya ulaştıklarında, makinenin manyetik alanlarını güçlendiriyor ve demet enerjilerini 12 MeV'e kadar yükseltiyordu.

Garip TGV olayı ile Ay'ın evreleri, CERN'deki bilim insanlarını, deneylerine istenmeden karışabilecek diğer meraklı sinyallere karşı önlem almaya itti. LEP resmen emekliye ayrılmadan önce, Cenevre Gölü'nün su seviyesinde değişiklikler kaydetti ve 2 bin kilometreden daha uzaktaki Türkiye'de meydana gelen bir depremin suçlusu olarak gösterildi.

LEP parçacıkları çarpıştırmaya başlar başlamaz, bilim insanları Higgs bozonunun izini aramaya geçtiler. Higgs bozonu değişik yollardan ortaya çıkabilirdi, ama belirlemesi en kolay olanı –ya da en azından en erkeni– yeni üretilmiş Z parçacıklarının bir Higgs bozonu ve bir grup diğer parçacık üzerine düştüğü zamandı. LEP'in dört dedektöründeki ekipler, bu parçacık izlerinin neye benzediğini biliyorlardı, ama aynı şekilde, Higgs parçacığı inanılmaz derecede hafif olmadığı sürece, gerçeği ortaya çıkaran bir Higgs işaretinin kendini kesin biçimde ortaya koymasından önce yıllar geçeceğini de biliyorlardı.

Makinenin çalıştırılmasından birkaç ay sonra, Higgs araştırmasında çalışan bir bilim insanı Jean-François Grivaz, CERN konferans salonunda yarım saatlik bir konuşma yaptı. İnsanları Higgs'in ortaya çıkabileceği değişik yollarda gezdirdi, ama fazla da bir şey söylemedi. Her şeyden öte, makine ancak birkaç haftalık veri üretmişti ve bir şey görebilmek için henüz çok erkendi. Yarım saat bittiğinde, Grivaz dinleyicilerine teşekkür etti ve soruları beklediğini söyledi. Bir el yavaşça havaya kalktı. Bu Nobel fizik ödülünü bir yıl önce Leon Lederman'la birlikte alan fizikçi Jack Steinberger'di. Sorusu-

na geçmeden önce, “Konuşmanın büyük kısmında uyuyordum,” diyen Steinberger, “Higgs’i buldunuz mu?” diye sordu.¹³⁶ Salon bir anda kahkahaya boğuldu.

CERN, W ve Z parçacıkları hakkında daha çok şey öğrenmek ve Higgs parçacığını yakalamak umuduyla LEP’i kurmak için milyarlarca İsviçre frangı harcadı. Makinenin başlangıçta bazı sorunları oldu, ama her iddialı projenin başlangıçta sorunları olur. Tamamlandığında, makine o kadar hassastı ki, bilim insanlarına etraflarındaki dünya hakkında beklediklerinden çok daha fazla şey söyledi. En azından Cenevre Gölü’ne ne kadar yağmur yağdığını belirledi ve gölün su seviyesini yükseltti. Ayrıca, bir sonraki tam Ay tutulmasının ne zaman olacağını ve Paris’e son trenin ne zaman kalktığının bilinmesini sağladı.

* * *

David Miller, bariton şarkılar söylemeyi ve bilimi popülerleştirmeyi seven uzun boylu bir adamdır. Her ikisini bir arada yaptığı zamanlar da olur. 1960’ların Londra’sındaki en asi matematik sınıflarından birisinde okuduğunu iddia eder ve bu sınıf Peter Higgs’in University College’de ders verdiği sınıftır. Miller, fahri fizik profesörü olduğu UCL’nin kantininde kahve içerken, Higgs’i kastederek, “Bana matematik öğretmekte tümüyle başarısız oldu. Eğer başarısız olmasaydı, bir deneyci olacak kadar şanslı olmazdım,” dedi.

Miller, üniversiteden sonra zamanını New York’daki Brookhaven Ulusal Laboratuvarı ve Chicago yakınlarındaki Fermilab’da geçirdi. Daha sonra Avrupa’ya döndü ve CERN’e katıldı. Miller CERN’e geldiğinde LEP çarpıştırıcısı bir süredir çalışıyordu ve bazı güzel sonuçlar üretmişti. Üretmediği şey ise herkesin söyleyebileceği gibi, Higgs bozonu idi.

[136] Jack Steinberger aktarıldığı yer, “The Aleph experience: 25 years of memories” adlı CERN belgesi, 2nd edition, Ocak 2006.

Miller, CERN'e gelişinden birkaç hafta sonra, alışanları Cenevre Havaalanına götüren bir servis otobüsüne bindi. Miller otururken otobüs bilim insanlarının laboratuarda ne yaptıklarını öğrenmeye gelen bilim muhabirleri ile doldu. Kısa süre içinde Miller gazetecilerle sohbete daldı. Gazeteciler Miller'e, kendilerine Higgs bozonunun ne olduğunu açıklamaya çalışan meslektaşı John Ellis'i ziyaret ettiklerini söylemişler. "Tek kelimesini anlamamışlardı," diye hatırlıyor Miller.

Bezgin ve kızgın olan gazeteciler, Miller'e Higgs bozonunu yapabileceği kadar en basit bir dille açıklaması için yalvarmışlar. Miller oturmuş ve bir süre düşünmüş. Onların bunu anlamalarını sağlayabileceğinden emin değilmiş. Birden aklına bir fikir gelmiş. "Hepinizin bir odada olduğunuzu ve şu ya da bu hikâye hakkında tartıştığınızı düşünün. Birden çok güzel bir kadın içeri giriyor." Onların durumu hayal etmeleri için bir süre ara vermiş. "Kadın odada gezerken, onun yakınında olanlarınız neyi tartıştığınızı unutuyor ve kadının etrafında bir küme oluşturuyorsunuz. Onun etrafında toplanarak, ilerlemesini engelliyor, onu yavaşlatıyorsunuz. Sanki kadın (kilo olarak) daha da ağır hâle geliyor." Benzetmenin kimi kusurları vardı, büyük kısmı bilimsel değildi, ama gazeteciler olayı kaptılar. Gazetecilerin içinde bulunduğu oda Higgs alanını temsil ediyordu. Kadın ise alan ile etkileşime geçerek ağırlık kazanan parçacıktı. Yaltaklanan erkekler topluluğu ise Higgs bozonu. Gazeteciler mutlu olmuş ve ferahlamışlardı.

LEP alışırken, CERN gözünü, onun yerini alacak olan yenisine, Büyük Hadron arpıştırıcısı'na (LHC) dikti. Onu da aynı yer altı tünelinde kurabileceklerini umut ediyorlardı. Projenin onaylanabilmesinden önce, CERN'in, laboratuvarın masraflarını karşılayan ülkelerin desteğini aldığından emin olması gerekiyordu. Desteğ isteği İngiltere için kötü bir zamanda geldi. Margaret Thatcher baş-

bakanlığı yeni terk etmişti ve yerini fizik bütçesinde büyük kesintiler yapmak isteyen John Major almıştı. İngiltere'nin CERN'e desteğinin devam etme kararı henüz kesinleşmemişti. Nisan 1993'te, İngiltere Fizik Enstitüsü, ülkenin güney sahilindeki Brighton'da yıllık kongresini topladı. Herkesin duymak istediği konuşmayı Bilim Bakanı William Waldegrave yaptı. Eski patronu Margaret Thatcher'ın 1989'da Royal Society'de yaptığı konuşmasını hatırlatan bir konuşma yapan Waldegrave, bilim insanlarına, eğer hükümetin desteğinin devam etmesini istiyorlarsa yaptıkları işi kamuoyuna açıklamalarının iyi olacağını söyledi.

Waldegrave fizikçilere meydan okumuştı. CERN, İngiltere'ye çok büyük paraya mal oluyordu, ama ülkenin, CERN'in ana avı Higgs bozonunun ne olduğu ve ne önemi olduğu konusunda hiçbir fikri yoktu. Dürüst olmak gerekirse fizikçilerden başka hemen hemen hiç kimse de ne olduğunu bilmiyordu. Meydan okuma, basit bir İngilizce ile tek bir dosya kâğıdının bir yüzünde Higgs'in ne olduğunu ve neden çok önemli olduğunu anlatmaktı. "Eğer benim onu anlamamı sağlarsanız benim parayı bulmanıza yardımcı olma şansım da daha çok olur," dedi Waldegrave. Yarışmayı kazananın, parasını kendi cebinden vereceği bir şişe kaliteli şampanya kazanacağını da ekledi.

O hafta saygın İngiliz bilim dergisi *Nature*'ın editörü yarışmaya tam bir sayfa ayırdı. John Maddox, İngiltere bilim çevrelerinde efsanevi birisiydi ve çok seviliyordu. Başyazısını, her seferinde, dergi yayma girmeden bir gece önce, bir şişe şarap ve bir paket sigara alıp masasına geçerek yazmasıyla meşhurdu. Waldegrave'in meydan okuması üzerine yazdığı yazı, güya yarışmayı nasıl kazanacakları konusunda okuyuculara bazı ipuçları vermek üzere tasarlanmıştı. Ancak yazının herhangi bir kimseye faydası olduğunu düşünmek de zordur. Yazının son iki cümlesi en zekice olan kısmıydı: "Higgs parçacığını

aramanın gerçek amacı, onun kesinlikle beklenen ŗey olmayabileceğidir. En iyisi bunu çok yüksek sesle sylememektir.”¹³⁷

Londra’da evinde olan David Miller, Waldegrave’in meydan okuması ile ilgili her ŗeyi duymuŗtu. Bu meydan okuma ona, CERN’den ayrılırken sohbet ettiği ve ondan Higgs bozonunu açıklamasını isteyen gazetecileri hatırlattı. Onlara yaptığı açıklamanın oldukça iyi olduğunu ve kendisi için bir ŗiŗe ŗampanya kazanmanın daha da iyi olabileceğini dűnd. İkinci bir gr almak için gazetecilere anlattığını karısına da anlattı. Eŗi çılgına döndü, anlattığının cinsiyetçi olduğunu söyledi. Berbat! Bunu bilim bakanına kesinlikle gndermezdi. Ama Miller’in baŗka bir fikri vardı.

Beŗ ay sonra, Waldegrave nihayet yarıŗmanın sonuçlarını açıkladı. O sırada İngiliz hükümeti, CERN’e yıllık üyelik aidatı 55 milyon sterlini ve LEP’in halefi için yapılan deneylere katılmak için kendi payına dŗeni zar zor ödediğini biliyordu. Waldegrave, yarıŗmaya verilen –toplam 117– yanıtın kendisinin Higgs bozonunu bulmanın önemini takdir etmesini sağladığını söyledi. Fizikçilere, “Eğer parayı bulamazsak –ve bu çok zor olacak– bunu bir kayıp olarak göreceğim,” dedi.

Toplamda beŗ kazanan vardı, ama hiç kimsenin hangisinin en iyisi olduğu konusunda ŗphesi yoktu. En iyi yanıt Londra University College ėretim yesi Dr. David Miller’dan gelmiŗti. Yanıt ŗyle bir ŗeydi: “Salonda eŗit biçimde daėılmıŗ olan milletvekilleri ile dolu bir kokteyl parti dűnn, her biri yanındaki ile konuŗuyor. Aniden kapıda bir kadın beliriyor. Politikacılar kapıya baktıklarında bunun eski Baŗbakan Margaret Thatcher olduğunu görüyorlar.” Miller daha önce gazetecilere anlattığı benzetmenin gerisini deėiŗtirmede ve

[137] Maddox harika bir editrd ve ben burada ona karŗı çok sert davranıyor gibi görünmek istemem. Söz konusu baŗyazı *Nature*, c.362, 29 Nisan 1993, s.785’de ıktı.

Waldegrave bu benzetmeyi çok sevdi. Miller'ın kazanan yanıtı kısa sürede bütün Dünya'da duyuldu ve Higgs alanı ile parçacığını tanımlamanın en popüler yollarından birisi haline geldi. Eğer eşinin bilgece uyarısı olmasaydı, belki de yenilemiş benzetme gün ışığına çıkamayacaktı.

Yarışmayı kazanan açıklama, fizikçilerin ümitsizce aradıkları parçacığa mükemmel bir giriş için yaratılmıştı. Ama Waldegrave'in yarışmayı kazananların yanıtlarından öğrenmediği şey, yıllardır, bilim insanlarının Higgs alanının rolünü daha da rafine hâle getirdikleriydi. Çalışmaları, Higgs alanının ne kadar kütleden (ağırlıktan) sorumlu olduğunu ve ayrıca Higgs alanı gibi davranan başka bir alanın genişlemede hayati bir rol oynadığını açıklığa kavuşturdu. Bu büyük buluşları anlamak için Waldegrave, Atlantik'in öteki yakasında büroları birbirinden yalnızca birkaç metre uzakta olan iki fizikçiye ziyaret etmekten daha iyi bir şey yapamazdı.

* * *

Frank Wilczek, yaşayan en parlak fizikçilerden birisiydi ve kütlenin kökeni konusunda herkesten daha fazla şey biliyordu. Polonyalı-İtalyan bir aileden gelen Wilczek, New York'ta, Queens'te doğup büyümüş ve 1971 yılında Princeton Üniversitesi'nde yüksek lisans öğrenimine başlamıştı. 21 yaşında, henüz çok gençken Princeton'da başladığı iş, 30 yıldan uzun bir süre sonra ona Nobel fizik ödülü kazandırmıştı.

Şimdi Massachusetts, Cambridge'de bulunan Wilczek, atomun çekirdeğindeki proton ve nötronları oluşturan kuarklar hakkında ilginç bir şey keşfetmeleri nedeniyle Nobel ödülünü başka bir fizikçiyle paylaşmıştı. Kuarkların birbirlerinden ne kadar fazla uzaklaştırılırlarsa birbirlerini o kadar büyük bir kuvvetle çektiklerini ve birbirlerine çok yakın olduklarında ise sanki asıl olarak serbestlermiş gibi hareket ettiklerini göstermişti. Sanki birbirlerine lastik bantla bağ-

lanmış gibiydiler. Normal kuvvetler böyle davranmaz: bu kuvvetler genellikle araya giren mesafe oranında zayıflarlar. Wilczek'in çalışması, o zamandan beri parçacıkların doğada davranış biçimlerini yöneten kurallar olan Standart Model'in bir köşe taşı haline geldi.

Wilczek'in çalışmasının, özellikle kütlenin nereden geldiğini anlama konusunda çok geniş boyutlu sonuçları vardı. Higgs alanının kuarklar ve elektronlara ağırlıklarını verdiği düşünülürken, bu tekil atomaltı bileşenlerin kütleleri tek bir atomun ağırlığına, neredeyse hiçbir katkıda bulunmuyordu. Atomun ağırlığının neredeyse tamamı, kuark ve elektronların toplam ağırlığından değil, aksine kuarklar dönerken onlarda depolanan enerjiden ve onları birbirine bağlayan alandan gelir.

İlk bakışta Wilczek'in alışması, "Higgs (alanı), gerçekten kütlenin kökeni olarak adlandırmayı hak ediyor mu?" diye düşünmenize neden olabilir. Yanıt, "Evet"tir, ama ortada popüler tanımlamalarda genellikle gözden kaçırılan küçük bir nokta vardır. Higgs alanı ilk planda, kuarklar, elektronlar ve diğer parçacıkların ağır olmasına neden olmaktan sorumludur. Bu parçacıklar –ne kadar küçük olsalar da– ağırlıkları olmadan, asla bizim bildiğimiz türden atomları oluşturmazlar. Ancak kuarkların bir araya gelmesi, ortaya çıkmalarını sağladıkları protonların ve nötronların sonuçtaki çok daha büyük ağırlıklarını ortaya çıkarır.

Wilczek, bu parçacığın evrendeki bütün kütleden sorumlu olmadığını açıklığa kavuşturarak, Higgs parçacığı hakkındaki popüler bir mitin devrilmesine yardımcı oldu. Aksine Higgs parçacığı ancak var olduğunu bildiğimiz kütlenin, çok küçük, ama hayati olan, ilk kez bahşedilmesinden sorumludur.

Alan Guth'un bürosu ise MIT fizik bölümündeki Wilczek'in bürosunun bulunduğu koridorda, birkaç metre ötededir. Wilczek'in hesaplamaları onu atomun derinliklerine götürürken, Guth'un he-

saplamaları onu evrenin yaratıldığı ana geri taşıdı. Guth orada, başlangıçta, Higgs alanına çok benzeyen bir şeyin, parçacıklara kütle vermekten çok daha fazla bir şey yaptığını buldu.

Guth, saçları bir çocuk gibi dağınık ve New Jersey aksanı olan iri birisidir. Diğer insanların futbol takımları hakkında konuştukları rahatlıkta evrenin doğuşu hakkında konuşur. Bütün kuramları, bu kuramların nereden geldiğini, farklı durumlarda nasıl bir performans gösterdiklerini ve onların arkasındaki oyuncuların her birini bilir. Bu kuramları tanımladığı zaman, fizikçilerin 14 milyar yıl önceki evren hakkında her şeyi bilmelerinin nasıl mümkün olabildiğinden şüphe duymamak mümkün değildir. Bir noktada, Guth büyük patlamadan sonraki bir saniyenin *trilyon kere trilyon kere trilyonda birlik bölümünde* evrenin durumunu ayrıntılı olarak anlatır; sanki bu, bir kişinin yapacağı en doğal şeymiş gibi. “Bütün bu fikirler,” der, bir sırtımayla “bir zamanlar bana da delice geliyordu.”

Guth’un buluşunun hikâyesi, 1978’de Cornell Üniversitesi’nde başladı. O sırada, Büyük Birleşme Kuramı (Grand Unified Theories –GUT ya da Türkçe ifadesiyle BBK) denen şey, bir sonraki büyük olay olmak üzere şekilleniyordu. BBK, kütleçekim dışında, doğadaki bilinen bütün kuvvetleri birleştirmeyi amaçlıyordu. Bu, bir çırpıda elektromanyetizmayı, atomun çekirdeğinde faaliyet gösteren zayıf kuvveti ve şiddetli kuvveti tanımlayan tek bir kuram bulmak anlamına geliyordu.

Bir gün, Guth’un Cornell’deki arkadaşlarından birisi yardım istedi. Henry Tye BBK’nin Paul Dirac’ın 1930’larda oynayıp durduğu bir kuramsal parçacığın varlığını öngörüp görmediğini öğrenmek istiyordu. Parçacık garip bir çekirdekti: fiilen tek bir kutbu olan mikroskobik bir mıknatıstı. Normal mıknatısların her zaman iki kutbu olur; biri kuzey, öteki güney. Gizemli parçacığın alışılmadık doğası, ona apaçık bir ad verilmesine yol açtı: bilim insanları ona manyetik tek kutup adını verdiler.

Guth'un hesaplamaları BBK'nin manyetik tek kutupların varlığını öngördüğünü gösterdi, ama yine de bir sorun vardı. "Henry'ye onları unutmasının iyi olacağını söyledim. Hiç kimse asla böyle bir parçacığı bir çarpıştırıcı içinde üretmeyi düşünmez, çünkü gülünç derecede ağırdı. Bana göre, bunlar da BBK'nin test edilemez öngörülerinden birisiydi," diyor Guth. Gülünç derece ağır ile Guth bir amip ağırlığı kadar bir şeyi söylemek istiyordu. Tye tatmin olmamıştı. Tekrar geldi ve bu garip manyetik parçacıkların birçoğunun büyük patlamada nasıl yaratıldıklarını ortaya çıkarmak için ikisinin birlikte çalışmasını önerdi. "Bu çılgınca bir fikirdi," diyor Guth. Tye, bu konuyu incelemede kendisine yardımcı olmaya ikna etme umuduyla sürekli onu ziyarete devam ederken, onun akli başka şeylerle meşguldü.

Guth Cornell'deki bir ders fikrini tamamen değiştirinceye kadar Tye'nin fikrinden uzak durdu. Üniversitenin fizik bölümü düzenli olarak diğer üniversitelerden bilim insanlarını konuşma yapmaya çağırırdı ve bu kez konuşma sırası Steven Weinberg'indi. Bir yıl sonra Nobel ödülünü kazanacak olan Weinberg, BBK'nin önde gelen savunucularından birisi olmuştu. Onun konuşmasının derinliği ve berraklığı, Guth'u kuramların hiç de çılgınca olmayabileceğine ikna etti.

Weinberg'in konuşmasından hemen sonra Guth, Tye ile konuştu ve nihayet büyük patlamada ne kadar manyetik tek kutup oluştuğunu bulmak üzere anlaştılar. Sonuçları şaşırtıcıydı; evren ağzına kadar bu gizemli parçacıkla dolu olmalıydı. Durum buysa evrenin kozmologların bildiğinden yüz trilyonlarca kere daha kütleli olması gerekiyordu. Fizikçiler evrenin kütlesini, yaşını hesaplamak için kullanabilirler. Evren ne kadar kütle kazanırsa genişlemesi de o kadar yavaşlar. Guth, matematik hesaplamalarını yaptığında, bu hesaplara büyük miktardaki tek kutupluları da kattığında, evren 30 bin yıl

kadar daha gençleşti. Guth, bulgusu üzerine, “Her türlü yorumun yapıldığını,” söyledi.

Guth’un hesaplamaları Büyük Birleşme Kuramı’na göre, büyük patlamadan hemen sonraki ilk anlarda Higgs benzeri birkaç alanın düğümlerle birbirine bağlandığını gösterdi. Bu düğümler manyetik tek kutuplardı. Guth, evrenin ilk zamanlarında bunun olmasını önlemek için bazı şeylerin olmuş olması gerektiğini fark etti. Evren kısa bir süre için soğusaydı Higgs benzeri alanların kendilerini örgütlemek için zamanları olacak ve dolayısıyla daha az düğüm oluşacaktı diye akıl yürüttü.

Guth’un gerçek buluşu doğrudan buradan çıktı. Bir akşam, evine döndü ve hesaplamalarının evrenin genişlemesi için ne anlama geldiğini ortaya koydu. “Hesaplamalarda bir seviyeye geldim ve aniden ne olduğunu gördüm. Genişleme üstel olarak artıyordu. İnanılmayacak derecede heyecan vericiydi,” diyor Guth.

Guth’un keşfettiği şey kozmik şişme (inflation) olarak adlandırıldı. Bu kurama göre, evren büyük patlamadan sonra saniyenin küçük bir bölümü kadar bir anda, daha sakin genişleme oranlarına geri dönmeden önce, aniden çok süratli bir hızda genişlemişti.

Kozmik şişme hâlâ gelişme halinde olan bir çalışma ve bilim insanlarının onunla ilgili görüşleri kesinleşmiş değil. Guth’un ilk düşünceleri, kuramı tanımladığı 1981’den bu yana birden fazla kez düzeltildi. Birçok fizikçi yine de genel olarak bir şey konusunda aynı fikirdeler: Kozmik şişmeyi sürdüren enerji, Higgs alanına çok benzer bir şekilde hareket eden bir alandan geldi.¹³⁸ Bazıları bunun ilk kez 1964’de tanımlanan Higgs alanı olduğunu düşünüyor. Bu alanın “şişme” adı verilen kendi parçacığı da var.

[138] Bazı bilim insanları gerçek Higgs alanının, evrenin ilk zamanlarındaki üstel genişleme olan, şişmeye gereken kuvveti sağladığını düşünüyor. Örneğin bkz. “The Standard Model Higgs boson as the inflaton”, F. Bezrukov ve M. Shaposhnikov, *Physics Letters B*, c.659, Iss. 3, 24, 2008, s.703-706.

* * *

CERN’de Lyn Evans devasa LEP arpıştırıcıyı çalıştırırken karşılaştıkları sorunları anlatmayı daha bitirmemişti. Her kış, elektrik enerjisi sağlayan kurumun, çevredeki toplulukların enerji ihtiyacı yıl içindeki en üst seviyesine çıktığı zaman makineye enerji vermeyeceğini öngören antlaşma gereği, makine birkaç aylığına kapatılıyordu. Bu dönem, mühendisler tarafından makinenin bakımı ve gerekli tamiratlar için kullanılıyordu.

13 şubat 1995’in sabahında, çalışanlar işyerine geldiklerinde inanılmaz bir manzara ile karşılaştılar. LEP’in içine parçacıkları fırlatmak için kullanılan küçük hızlandırıcının ana kontrol odası neredeyse tamamen darmadağın olmuştu. Kablolar makineden sökülmüş ve hızlandırıcıyı kontrol etmek için gereken 1200’e yakın modül yok olmuştu. LEP’in yeniden işlemeye başlamasından sadece birkaç gün önce, donanıma sabotaj yapılmıştı.

Suçlular daha sonra belirlendi. CERN’de 27 yıldır çalışan ve saygı duyulan kontrol odası operatörü Nicolas Blazianu, bütün hafta sonunu parçaları söküp saklamakla geçirmişti. Daha sonra ortadan kayboldu. CERN yönetimine telefon ederek eğer 2 milyon İsviçre frangı verirlerse parçaları nereye sakladığını söyleyeceğini bildirdi.

Blazianu, sonunda güney Fransa’daki Bourg-en-Bresse’de polise teslim oldu ve parçaları CERN kampusunun değişik yerlerine titizlikle sakladığını söyledi: zemine, tavan arasına ve duvarların arkasına. Çalışanlara göre, Blazianu, hâlâ CERN’de çalışan eski eşiyle tartışmalarından sonra delirmişti.¹³⁹

Bu tuhaf hırsızlık olayı CERN’e ciddi bir darbe oldu. Sabotaja uğrayan hızlandırıcıyı çalıştırmak için kullanılan elektronik do-

[139] Bu haber, zamanında geniş biçimde medyada yer almıştır. İngiltere’de *Independent* gazetesi manşetinden “Karı koca kavgası Büyük Patlama kuramının sigortalarını yaktı” diye ilan etmişti.

nanımlar, geçen yirmi yılda geliştirilmişti ve çeşitli parçaların nereden kullanılması gerektiğini gösteren belgeler de eksikti. Parçalar bu maceradan hasar görmeden kurtulsalar bile makinenin tümüyle yeniden monte edilmesinden sonra, kapsamlı olarak testlerden geçirilmesi gerekiyordu.

Blazianu, hırsızlık ve haraç almaya teşebbüsten yargılanırken, CERN güvenlik prosedürlerini gözden geçirdi ve mühendisleri son hızla hasar gören kontrol odasını yeniden kurmak için çalışmaya sevk etti. Bir şekilde, makineyi büyük bir gecikme olmadan tamir etmeyi başardılar.

Ondan sonraki kış, CERN başka bir sabotajla sarsıldı.¹⁴⁰ Makine, mühendislerin onu daha yüksek enerjide çalışabilecek şekilde yenileyebilmeleri için alışıldan uzun süre çalışmadan kalmıştı. LEP'i tekrar çalıştırma zamanı geldiğinde, Haziran 1996'da, makinenin içindeki iki parçacık demetinden hiçbirisi uygun biçimde hareket etmedi. İlk başta problem çözüldü, ama daha başka sorunlar çıktı. Ancak 5 günlük kontrolden sonra, mühendisler 27 kilometrelik tünelin 10 metrelik bölümünde bir tür tıkanma olduğunu buldular. Çarpıştırıcının tüneli açıldığında, CERN mühendisleri, paracık demeti borusuna baktılar ve her iki yönde borunun içine atılmış lens benzeri yeşil cam parçaları gördüler. Sonunda bu nesneleri borudan çıkardılar. Çıkarılan şeyler iki Heineken bira şişesiydi; etiketleri, üzerlerine çarpan parçacık demetleri tarafından yakılmıştı.

CERN yetkilileri, Heineken'in "başka biraların giremediği yerlere giren bira" şeklindeki reklam sloganı ile şakalar yapsalar da, bu ciddi bir vandallıktı. Şişelerden parmak izi almaları için polis çağrıldı.

[140] Bira şişesi olayı ile ilgili daha fazla bilgi için bkz. "The Aleph experience: 25 years of memories" başlıklı CERN belgesi, 2nd edition, Ocak 2006 ve "Two green bottles leave physicists hanging", Declan Butler, *Nature*, 27 Haziran 1996.

Evans, “Bu her zaman endişe edeceğiniz türden haince bir hareketti. İnsanlar, özellikle makine kapalı iken berbat, akılsız, aptalca şeyler yapar. Bu, kötü niyetin asla çok uzakta olmayacağını hatırlatan bir şeydi,” diyor.

LEP  arpı tırıcısının asıl rolü, bilim insanlarının onları derinlemesine inceleyebilmeleri için bolca W ve Z parçacıkları üretmekti, ki milyonlarca üretti. Bu i  devam ederken, makinenin dört büyük dedektöründe çalışan bilim insanları, Higgs bozonu işaretleri bulmak için verilerini didik didik ediyorlardı. On yıllık bir  arpı tırmanın içinde uzun süredir peşinde oldukları parçacığın (Higgs bozonu)   p e götürmez izi olan kalıntı desenlerini görmeyi umut ediyorlardı.

CERN, LEP’i 2000 yılına kadar çalıştırmaya karar vermişti. Ondan sonra  arpı tırıcı kapatılacak ve yerini çok daha güçlü olan LHC alacaktı. Son gün yaklaşırken teknisyenler LEP’i daha sıkı  alı tırdılar ve 2000 yılının baharında, her iki demet de makinenin kaldıracılabileceğinden çok daha yüksek enerjilerde halkanın etrafında dönmeye başladı. Makinenin içindeki hiçbir çarpışma hâlâ yakalaması zor olan Higgs bozonunu üretmiş görünmüyordu.

LEP’in faaliyetine son verilmesi, LHC’nin kurulumu bitene kadar CERN’in Higgs bozonu avına en az be  yıl ara vermesi anlamına geliyordu. Bu zaman süresince Fermilab’ın Tevatron’unu çalıştıran ABD liderliğindeki grup, Higgs parçacığını bulma konusundaki tek gerçekçi çaba olarak kalacaktı. Tevatron da dedektörleri yenilemek ve makinenin performansını artırmak için geçici olarak durdurulmu tu. ABD’nin  arpı tırıcısı tam da LEP’in tamamen kapatıldığı zamanlarda aktif olarak Higgs’i aramak için yeniden faaliyete geçecek şekilde planlanmı tı. CERN’de ise Higgs bozonuna tam ulaşmak üzere olduğu umuduyla, LEP  arpı tırıcısının tasarımıdaki kapasitesinin ötesinde çalıştırılması için baskı devam ediyordu.

CERN'in LEP'i tamamen kapatmasının beklendiği zamandan birkaç ay önce, dedektörlerden birisi, daha önce hiç yapmadığı bir biçimde titreşti. Kısa süre sonra diğer dedektörlerden birisi de kıpırdadı. Makineyle çalışan bilim insanları kalplerinin duracak gibi olduğunu hissettiler. Evans ondan sonra olanları, sanki dünmüş gibi hatırlıyor. "LEP'i sınırlarının sonuna kadar zorlamıştık. Makineyi kapatmaya hazırlanıyorduk. Ardından birden kızılca kıyamet koptu."

8. Bölüm

Sonumuz Yakın Değil

Manhattan'ın tam batısındaki nüfus yoğunluğu çok yüksek bir adanın caddelerinin altında bir yerde, talihsiz bir kaza olmak üzere-dir.^[41] Yıllardır hiçbir sorun olmadan işleyen bir parçacık çarpıştırıcı, ilk kez faaliyete başladığından bu yana yaptığı gibi altın iyonlarını birbirlerini çarpıştırmaktadır. Çarpışmaların içinde o kadar çok enerji vardır ki, iyonların içindeki nötron ve protonlar bunun etkisiyle erir. Ortaya, kuarklardan ve onları birbirine bağlayan gluon denen parçacıklardan oluşan bir sıcak çorba çıkar.

Bir sonraki çarpışma öncekilerin hepsinden farklıdır. Normal olarak iyonlar birbirine çarptığında, serbest bırakılan kuarklar tekrar bir araya gelir ve zararsız atomaltı parçacıklar oluşturur. Bu defa kuarklar, bilim insanlarının olanaksız olduğu için olasılık dışı bıraktıkları bir şekilde yeniden birleşir. Alışılmadık madde benekleri ana hızlandırıcı odasından dışarı fırlar ve dedektörlerden birinin etrafındaki devasa bir mıknaşıya yapışır.

Madde mıknaşıya yapıştıktan sonra garip bir şekilde davranmaya

[141] Bu son derece olanaksız senaryo, küçük bir grup protestocu, 20. yüzyılın sonunda parçacık çarpıştırıcıların güvenliği ile ilgili endişelerini dile getirdiklerinde, fizikçilerin incelemek zorunda kaldıkları en acayip fikirlerden birisiydi.

başlar. Etrafındaki atomları çekip içine alır ve büyüklüğü arttıkça atomik komşularına daha fazla bulaşır ve onları da içine alır. Sıradan bir atom büyüklüğüne ulaştığında, fark edilmeden laboratuvarın tabanına düşer, oradan da hemen betondan geçerek toprağa karışır. Gözden ırakta, bu kırıntılar, geçtiği yerlerde maddeyi dönüştürerek ve kaya ya da metali eritecek kadar enerji açığa çıkararak, gezegenimizin merkezine doğru inmeye başlarlar. Çok geçmeden New York'un güney batısının altındaki toprak sarsılmaya ve çatlamaya başlar. Daha sonra şehirler yıkıldıktan ve okyanus suyu kaynayıp buharlaştıktan sonra, gezegen kendi içine çöker. Dünyadan geriye kalan bütün şey, bir futbol sahasından daha büyük olmayan, sakın ve sıcak bir madde topudur.

Frank Wilczek normal olarak, yazlarını bu tür çılgın felaket senaryoları üzerinde düşünerek geçirmezdi. Normalde yaptığı şey, New Hampshire'a gidip, şehir dışındaki yazlık evinde, Güneş'in ve yaşama hızındaki değişikliğin keyfini çıkarmaktı. Evde telefon yoktu, dolayısıyla ona erişmek isteyenlerin beklemesi gerekirdi. En azından normalde işler böyle yürürdü.

Oysa 1999 yazı farklıydı. Haftalar önce, *Scientific American* dergisinin bürosuna birkaç mektup gelmişti. Mektupları gönderenler, Long Island'a kurulması planlanan yeni parçacık çarpıştırıcısı konusunda endişelerini dile getiriyordu. Dergi birkaç ay önce, konuşma dilinde "Rick" diye bilinen Görelî Ağır İyon Çarpıştırıcı (Relativistic Heavy Ion Collider –RHIC) adlı makine hakkında "Küçük Bir Büyük Patlama" adında bir yazı yayınlamıştı.¹⁴² Rick, altın iyonlarını birbiriyle çarpıştırmak için tasarlanmıştı. Böylece bilim insanları yaratılışın ilk anlarında var olduğuna inanılan garip maddeyi inceleyebileceklerdi.

Rick hakkındaki mektuplardan birisini, British Columbia'dan Michael Cogill göndermişti. "Fizikçilerin güvenli olmayacak bir şeye gözü kara daldıklarından endişeliyim. Nesnelerin doğasını bir kez

[142] Bkz. "A Little Big Bang", M. Mukerjee, *Scientific American*, Mart 1999.

daha eski haline getirilemeyecek biçimde değiştirirlerse ne olacak?” diye yazıyordu. Hawaii’den mektup yazan Walter Wagner ise bilim insanlarının, farkında olmadan, Rick’in Dünya’yı saniyeler içinde yutacak büyüklükte bir kara delik açma tehlikesi olmadığından kesinlikle emin olup olmadıklarını soruyordu. Bu mektuplar parçacık fiziği konusunda, medyanın yönlendirdiği bir sağlık tehlikesi korkusuna benzer bir şeyin başlangıç noktası oldu. Okuyucuların soruları, bilimin ilginç noktalarını gündeme getirmeleri bakımından meşruuydu, ama daha sonra olacağını düşündükleri olaylar zinciri neredeyse bölümün başında anlattığımız felaket senaryosu kadar saçmaydı. Korku dalgası, Amerika ve Avrupa’daki parçacık çarpıştırıcıların kapanması tehdidini taşıyan bir davayla sonuçlandı. Böyle bir sonuç Higgs bozonu araştırmalarını tamamen sona erdirebilirdi.

Scientific American yayın kurulu üyeleri, alanın önde gelen bir fizikçisinin, okuyucuların endişelerine yanıt verecek bir yazısını yayınlamaya karar verdiler. Wilczek’i aradılar ve böyle bir yazı yazıp yazmayacağını sordular. Wilczek, New Hampshire’a gitmeden kısa süre önce bir yazı yazdı ve dergiye postaladı. Yazı, derginin Temmuz sayısında mektuplarla birlikte yayınlanacaktı.

Wilczek, Rick’de kara deliklerin yaratılmasının olanaksız olduğunu belirtti, ama yazısını bu kadarla bitirmedi. Yazısında, son derece spekülatif, ama “yeterince önemli” olarak nitelenebilecek olan “strangelet” (acayip madde) adlı maddenin başka bir kararlı biçiminin yaratılabilme olasılığından söz etti. “İnsanlar ‘Buz-9’ tipinde bir dönüşümden endişe duyabilir, bu dönüşümde bir strangelet etrafındaki sıradan maddeleri içine alıp dönüştürerek büyür,” diye yazdı. Yanıtı, zararlı bir strangeletin bile küresel bir yıkımın aktörü olmasının olanaksız olacağını belirten güven verici bir notla sona erdi. Yanıt yeterince zararsız görünüyordu. Okuyucuları kısa bir zaman içinde New York’un altında bir kara delik açılacağından korkmalarına ge-

rek olmadığı konusunda yeniden güvence veriyordu ve beyin jimnas-tiği için merak uyandırıcı bir kuramsal kavramı tanıtıyordu. Wilczek 10 yıl sonra bana, “Fırsatı bir eğitim deneyimi olarak kullandığı-mı düşünmüştüm. Strangeletlerden söz etmek bilimsel olarak ilginç-ti, dolayısıyla yanıtımı daha cazip hâle getirecekti, eğer *gerçekten* bir şeyden korkacaksanız bundan korkun gibi bir şey demiştim,” dedi.

Wilczek’in yanıtı *Scientific American*’a ulaştığında, yayın yönet-menleri yazının çok uzun olduğunu gördüler ve yaklaşık üçte biri-ni keserek yazıyı kısalttılar.^[143] Wilczek’in yanıtı, düzeltilmiş şekli-yle yağmacı strangeletin tehlikeleri hakkında daha kuşku verici hâle gelmiş görünüyordu. Wilczek, “editörler strangelet senaryosunun bi-le olanaksız olduğunu tamamen belirsiz hâle getirmişlerdi,” dedi.

Çarpıştırıcının çalışmaya hazırlandığı Brookhaven Ulusal Laboratuvarı’nda, Müdür John Marburger derginin mektupları ve Wilczek’in yanıtını yayınlamak üzere olduğunu duydu. Marburger, hükümete ait laboratuvarın yönetimine bir yıl önce, araştırma reak-töründen zararsız bir radyasyon sızıntısı kamuoyunda büyük bir tep-kiye yol açtıktan sonra aniden atanmıştı.^[144] Laboratuara karşı tep-ki o kadar büyüktü ki, Enerji Bakanlığı reaktörü hemen kapattı ve milyonlarca dolarlık bir temizleme operasyonu yapılmasını emretti.

Daha sonra George W. Bush hükümetinde bilim danışmanlığı yapan Marburger, ufuktaki fırtınayı gördü. Wilczek, meşhur ve ze-ki bir fizikçiydi. Bölge halkı, hükümete ve laboratuvarı yönetim biç-i-mine güvenmiyordu. Mektuplar ve özellikle Wilczek’in yanıtı, daha

[143] Ne yazık ki, anlaşılabilir olsa da, ne *Scientific American* ne de Wilczek mektu-bun orijinalini bulamadılar.

[144] Ocak 1997’de, trituyum denen hidrojenin radyoaktif bir biçimi. Brookhaven Ulusal Laboratuvarı’ndaki High-Flux Işın Reaktörü’nün güneyindeki yer altı sularında tespit edildi. Trituyum birikimi, eyalet ve ülke içme suyu standartla-rındaki düzeyi aşıyordu, ama yalnızca Brookhaven bölgesiyle sınırlıydı. Enerji Bakanlığı, Rick çarpıştırıcısı hakkındaki tartışmalar çıkmadan iki yıl önce, 1997’de reaktörü tamamen kapatma kararı aldı.

küresel bir felaket çıkarmasa bile, bir halkla ilişkiler felaketinin bütün unsurlarına sahipti. Marburger, “Hemen bunun bir sorun olabileceğini anladım,” diye hatırlıyor. “Dünyayı yok etmekten bahsediyorsak, en kkk bir ihtimal bile büyük bir sorundur.”

Scientific American baskıya girmeden önce, Marburger fizikçilerden oluşan bir komite kurdu. Komiteden arpıştırıcının en kkk ihtimalle dahi olsa başlatabileceği en zorlama felaket senaryolarını incelemelerini istedi. Marburger, “Komiteye girmesi için ilişkiye geçtiğim ilk kişi Frank’tı,” diyor. “Tutumum, ‘tamam Frank, bu karışıklığı sen başlattın, şimdi de düzeltilmesine yardım etmek zorundasın’ şeklindeydi.”

Scientific American’ın satışa çıkmasından birkaç gün sonra Marburger’in beklediği fırtına koptu. 18 Temmuz’da Londra’da yayınlanan *Sunday Times* gazetesi, BÜYÜK PATLAMA MAKİNESİ DÜNYAYI YOK EDEBİLİR manşetiyle bir haber yayınladı. Haberde Rick’te “bir inceleme yürütüldüğünden” bahsediliyor ve Marburger’in uzmanlardan “projesinin felakete yol açacak bir yanlışa neden olup olmayacağı” üzerine bir rapor hazırlamalarını istediği iddia ediliyordu. “Beyaz önlüklü adamlar bizi ve kendilerini, yaptıkları kara deliğin içine gönderebilirler,” deniliyordu. İngiliz gazeteleri de yaz aylarını dinlenerek geçirmezdi.

Diğer yayın kuruluşları da kaçınılmaz olarak hemen haberin üzerine atladı. Bunlardan bazıları Rick’i “kıyamet makinesi” olarak adlandırdı. Brookhaven’deki basın bürosu, gelen telefonların istilasına uğramıştı. Telefon edenlerden birisi, eski ABD Başkam John F. Kennedy’nin oğlunun uçağını makinenin yarattığı kara deliğin mi düşürdüğünü öğrenmek istiyordu.¹⁴⁵ Marburger ortamı sakinleştir-

[145] Bkz. “The case of the deadly strangelets”, Robert Crease, *Physics World*, Temmuz 2000, s.19-20. Crease bir fizikçinin soruya şu yanıtı verdiğini aktardı: “Bu bağlantıyı, ah, ben kuramam.”

mek için basına yaptığı açıklamasında halka, “Bilim insanlarının, Dünya’yı ya da kendilerini başkalarından daha fazla tehlikeye atma niyetinde olmadıklarını,” belirtti.

Herkes Frank Wilczek ile konuşmak istedi, ama o çoktan New Hampshire’a gitmek için evden ayrılmıştı. Wilczek, “Orada bir telefon hattım yoktu ve cep telefonumuz da yoktu, ama tüm dünya basını tarafından kuşatıldım. Yolun ilerisinde bir yere arabayla gidip oradaki ücretli telefondan onları yanıtlamak zorundaydım,” dedi.

Çarpıştırıcı ile ilgili ortaya çıkan bu sansasyon tümüyle olumsuz değildi. *Sunday Times*’ın haberi, bütün dünyada makinenin tanınmasını sağlamıştı. Dünya’nın sonunun geldiğini ileri süren her habere karşılık, daha akli başında kalabilen ve Brookhaven’deki deneylerin değerini açıklayan bir haber yayınlanıyordu.

Cenevre’de ise CERN yönetimi, Avrupa laboratuvarının, sesi gür çıkan ve parçacık çarpıştırıcının kapanmasını istediklerini açıkça ortaya koyan, yerel bir azınlığın açık hedefi haline geldiğini anlamıştı. Devasa LEP makinesinin çalışmaya devam edeceği bir yıl ya da daha az bir süresi kalmış ve henüz Dünya’yı yok etmemişti. CERN’in canını daha fazla sıkın ise Dünya’nın en güçlü parçacık çarpıştırıcısı olmaya aday Büyük Hadron Çarpıştırıcısı’nın (LHC) kaderi idi. Kamuoyu desteğinin yok olması nedeniyle makine sökülürse Higgs bozonu asla bulanamayabilirdi. Büyük bir kuramlar dizisi de test edilmiş olanlar arasına atılmış olurdu. CERN Genel Müdürü Luciano Maiani bir tedbir olarak, yeni çarpıştırıcının güvenliğini değerlendirmek için fizikçilerden oluşan kendi ekibini kurdu.

Brookhaven Ulusal Laboratuvarı ve CERN’deki incelemelerle, hükümetler bilim insanlarından ilk kez laboratuvar deneylerinin gezegenimizi yok etme riski taşıyıp taşımadığını belirlemelerini istemişti. Bununla karşılaştırılabilir tek durum 1945’de yaşanmıştı. O zaman Manhattan Projesi’nde çalışan bilim insanlarından Emil Ko-

nopinski ve Edward Teller, nükleer bombaların Dünya'nın atmosferini tutuşturma olasılığını hesaplamışlardı. Bunun, en azından o gün mevcut olan bombalarla olanaksız olduğuna karar verdiler. Yine de bu, o yıl 16 Temmuz'da Trinity deneme alanında ilk nükleer bomba patlatıldığında, Enrico Fermi'nin Dünya'nın sonunun geleceği üzerine bahisleri kabul etmesine engel olmadı.

Brookhaven Ulusal Laboratuvarı ve CERN'de kurulan güvenlik komiteleri, Dünya'ya potansiyel olarak felaket getireceği düşünülen senaryoları inceledi. Bu senaryolar arasında kazayla (bazı türlerinin tamamen zararsız olduğu düşünülen) tehlikeli strangeletlerin retimi, Dünya'yı göz aıp kapayınca kadar yutacak olan bir kara deliğin oluşturulması, atomları yok eden manyetik tek kutupların yaratılması ve "vakum bozunumu" adıyla anılan bir felaket senaryosu da vardı.

Wilczek'in "Buz-9"a yaptığı gönderme, Kurt Vonnegut'un 1963'de yayımlanan *Kedi Beşiği* romanından alınmıştı. Vonnegut, ordunun geliştirdiği alternatif ve daha kararlı bir buz çeşidinin kazayla yayılması ile dönüşüme uğrayan bir Dünya'yı anlatıyordu. Buz-9 amuru yok etmeyi ve çamurla birlikte ordu birlikleri ile araçlarının çamura saplanma ihtimalini de ortadan kaldırmak için tasarlanmıştı. Geniş bir çamurlu alana atılan küçük bir Buz-9 parçası, bir çekirdeklenme noktası haline geliyordu. Bu noktanın etrafındaki moleküller, birbirine bağlanarak masa kadar sert bir kristal yapı halinde donuyordu. Buz-9, normal donmuş suyun aksine 45,8 dereceye kadar ısıtılmazsa erimiyordu.

Kedi Beşiği'nin yayınlanmasından bir yıl önce, Rusya'daki bilim insanları Buz-9'a benzer korkulara neden olan bir şey üretmişlerdi. Nikolai Fedyakin, Rusya'nın orta kesimlerindeki gizli bir devlet laboratuvarında çalışan bir kimyacıydı. Zamanını, kılcal tüplerdeki suyun davranışlarını inceleyerek geçiriyordu. Yarıya kadar suyla

doldurduğu bu tüpleri incelediği bir gün; normal su seviyesinin üstünde, yeni, ayrı su zerrecikleri ortaya çıktığını fark etti. Bunlar zamanla, alttaki suyu azaltarak büyüdüler. Deneyler, bu yeni su damlalarının normal sudan çok daha yoğun olduğunu gösterdi. Fedya-kin afallamıştı. Deneyleri, suyun yeni bir evresine işaret ediyordu. Bu, çok daha kararlı ve ilişkiye girdiği saf suyu dönüştürme yeteneği olan bir evreydi.

Büyük keşifler küçük laboratuvarlarda uzun süre saklanamaz. Buluşun haberi yayılınca Fedya-kin'in çalışmaları Moskova'ya aktarıldı ve çalışmayı Rusya'nın en önde gelen bilim insanlarından Boris Deryagin devraldı. Kılı kırk yaran ve dikkatli biri olarak ünlenen Deryagin, Fedya-kin'in deneylerini tekrarladı. Deryagin, ardından hayatın en değerli sıvısı olan suyun, yeni ve daha önce bilinmeyen bir evresi olan "aykırı su"yun (anomalous water) keşfedildiğini ilan etti.¹⁴⁶

ABD Standart Bürosu'nda bilim insanlarından oluşan bir heyetin Rusların bulgularını destekleyen bir çalışma yayınlayana kadar, bilim dünyası bu buluştan ciddi kuşku duyuyordu. Amerikalı heyet aykırı suyun kızılötesi demetleri nasıl soğurduğunu gözlemlemişlerdi. Bu su, normal sudan farklıydı. Heyet, bu sıvıyı "çok(lu) su" diye yeniden adlandıracak kadar ileri gitti; çünkü su moleküllerinin polimer benzeri bir jel oluşturmak için bir araya geldiğine, uzun zincirler ve altıgen su halkalarından oluştuğuna ikna olmuşlardı.

Çoklu su, Buz-9 ile bazı rahatsız edici benzer özelliklere sahipti. Bazı bilim insanları, onun normal sudan daha kararlı olduğunu ve buzdan daha yüksek sıcaklıklarda eridiğini düşünüyorlardı. Bu doğruysa ve üretilip Dünya'nın su kaynaklarına boşaltılırsa belki de Dünya'nın su rezervini arttırabilirdi. Başka bir deyişle, plastiklerde olduğu gibi, su molekülleri dev moleküller oluşturacak şekilde birbirine bağlanabilirdi. Bunun Dünya üzerindeki yaşam açısından so-

[146] Olayın tam bir anlatımı için bkz. *Polywater*, Felix Franks, MIT Press, 1981.

nu ları d    n lemezcek kadar korkunçtu. Ekim 1969'da *Nature* dergisi, Pennsylvania'daki Wilkes College'den F. J. Donohoe adlı bir okuyucunun mektubunu yayınladı. Donohoe,  oklu suyun güvenli olduğu konusunda bilim insanlarından güvence istiyordu. "Bu madde konusunda yanılıyormak o kadar ciddi bir şeydir ki, ancak ortada bir tehlike olmadığını gösteren somut kanıtlar kabul edilebilir," diye yazmış ve şöyle s rd rm  t  Donohoe: "Polimerin Dünya'daki en tehlikeli malzeme olduğunu düşünüyorum... Tüm Dünya'daki bilim insanları, çoklu suya sahip olmanın tehlikeleri konusunda dikkatli olmak zorundalar. Güvenli olduğu kesin olarak anla ılıncaya kadar ona en tehlikeli virüs gibi davranın."

Çoklu su inanılabilirlik kazanmıştı, ama pek çok bilim insanı hâlâ ikna olmamıştı. İkna olmayanlar, ortada gerçekten daha kararlı bir su biçimi varsa kesinlikle çok uzun zaman önce bunun yapışkan filmlerinin bulunmuş olması gerektiğini savunuyordu. Fizikçi Richard Feynman, milyonlarca yıllık evrimin bize tek yaşam aracının su içip, çoklu su dışarı çıkarmak olan canlılar vermiş olacağına, çünkü dönüşümün organizmanın ona dayanarak geli ece i enerjiyi salmı  olacağına dikkat çekti.

Feynman'ın   phelendi i gibi, çoklu suyun anlamsız olduğu ortaya  ıktı. Yıllar süren deneylerden sonra, bilim insanları çoklu suyu normal sudan ayıran tek şeyin içerdiği kirlilik olduğunu ortaya çıkarı. Bu kirliliğin büyük kısmı, çoklu suyun içinde tutulduğu kılcal cam tüplerden kaynaklanıyor gibiydi. Heyecanlandırıcı bir ke iftten utanç verici bir reddetmeye kadar, çoklu su bilim çevrelerini on yıl oyalamı tı.

Çoklu suyun Dünya nehirlerini ve okyanuslarını donduraca ı korkusu hızla azaldı, ama Dünya'yı d n   t recek egzotik madde arayışı bitmedi. Yaygaranın bitmesinden birkaç yıl sonra,  in asıllı Amerikalı Nobel  d ll  fizikçi Tsung-Dau Lee ve İtalyan kuramcı

Gian Carlo Wick, parçacık çarpıştırıcısının atom çekirdeklerini, kararlı ve inanılmaz yoğun bir madde biçimine dönüşecek kadar sert çarpıştırabileceğini ileri sürdüler. Lee bu fıkirden o kadar çok heyecanlanmıştı ki, bilim insanlarının böyle bir madde yapıp yapamayacaklarını görebilmek için iki parçacık hızlandırıcısının birleştirilmesini önerdi.

California'daki Lawrence Berkeley laboratuvarındaki mühendisler işe koyuldu. İki hızlandırıcıyı, birinin ötekini içine bir atom çekirdeği fırlatabileceği şekilde birleştirdiler. İki hızlandırıcı birlikte çekirdekleri daha da fazla hızlandırıyor ve onları bir hedefe çarpıyordu. Makine 1970'lerin ortalarında faaliyete sokulduğunda, bilim insanları Lee ve Wick'in "anormal maddesi"ni yapabileceklerinden emin değillerdi. Bildikleri şey, eğer yapabilirlerse, bu maddenin tümüyle güvenli olmayabileceğiydi.

Mayıs 1979'da, "Bevalac" çalıştırıldıktan yıllarca sonra, fakat uranyum gibi ağır iyonları hızlandırmaya başlamadan önce, kıdemli bilim insanları Bevalac'ın anormal madde üretip üretemeyeceğini ve bunun bir risk oluşturup oluşturmadığını tartışmak için laboratuvarında gizlice toplandı.¹⁴⁷ Bir kez daha, Buz-9 senaryosu önem kazandı. Anormal madde normal maddeden daha kararlı ise onun çok küçük bir miktarı, temas ettiği bütün maddeleri dönüştürerek küresel bir felaketi tetikleyebilirdi.

Aralarında Tsung-Dao Lee ve Lawrence Berkeley laboratuvarının nükleer fizikten sorumlu müdür yardımcısı Bernard Harvey'in de bulunduğu toplantıya katılan uzmanlar, felaket senaryoları ve Bevalac'taki deneyden vazgeçilip geçilmemesi üzerinde bir buçuk gün tartıştılar. Toplantı bittiğinde, anormal maddenin bir tehlike oluşturmadığında hemfikirtiler. Kozmik ışınlardaki parçacıklar ayın yü-

[147] Bkz. "Accelerator disaster scenarios, the Unabomber, and scientific risks", Joseph Kapusta, *Physics in Perspective içinde*, Springer, 2008.

zeyine hızla çarptığında olduğu gibi, daha büyük enerjili çarpışmalar ayda milyarlarca yıldır oluyordu. Anormal madde tehlikeli olsaydı Ay'ı çok uzun bir zaman önce yok etmiş olurdu. Bilim insanları, Ay'ın durumu iyi görüldüğüne göre, endişelenmek için bir neden olmadığı sonucuna vardılar.

Makine üzerinde çalışan bilim insanları için, çoğu kendilerini güvende hissetse de, endişelenecekleri daha kişisel bir sorun vardı. 1970'lerin sonundan 1990'ların ortalarına kadar ABD'de bilim insanlarını ve havaalanı çalışanlarını hedef alan bir dizi düzensiz bombalama eylemi olmuştu. Olay üzerinde çalışan FBI ajanları, peşinde oldukları, *Unabomber* adıyla bilinen kişinin, teknolojinin kör ilerleyişi olarak gördüğü şeye ve bunun insanlık için muhtemel sonuçlarına şiddetle karşı olduğunu biliyorlardı.

Bevalac'ın çalışması durdurulmadan bir yıl önce, Michigan State Üniversitesi'nden Gary Westfall ve McGill Üniversitesi'nden Sabul Das Gupta adında iki fizikçi; *Physics Today* dergisinde yazdıkları bir makalede Bevalac'ın başarılarını kutlamışlardı. Güvenlik gerekçesiyle, deneylerden kaynaklanabilecek felaket riskinin ciddi olup olmadığını belirlemek için "kapalı kapılar ardında tartışmalar yapıldığını" belirtilen makalenin sonuna, "deneylerin sonunda gerçekleştirildiği ve şükür ki şimdiye kadar böyle bir felaket olmadığı" ekleniyordu.

Makale yayınlandığında FBI, Westfall ve Das Gupta'nın, Unabomber'ın hedefi haline gelebileceklerinden korktu. Her ikisi de izleme listesine alındı ve Westfall kendisine gelen postaların patlayıcı aramasından geçmesini kabul etti. Das Gupta reddetti ve kontrol yerine Kanada posta servisi ve üniversitedeki sekreterine güvenmeyi seçti. İki bilim insanına gönderilen her hangi bir patlayıcı tespit edilmedi.

Unabomber, Westfall ve Das Gupta'nın muhtemel hedefler listesine alınmasından bir yıl kadar bir süre sonra yakalandı. Harvard-

lı eski bir matematikçi olan ve daha sonra Berkeley'deki California Üniversitesi'nde profesör olan Theodore Kaczynski bir dağda yaşıyordu ve bombalama kampanyasını Montana'daki bir kulübeden yürütüyordu. Kardeşi, Kaczynski'nin üslubunun, iki gazetenin yayınlamayı kabul ettikleri sekiz sayfalık manifestosunda kullanılan üsluba benzediğini fark ettikten sonra yakalandı. Kaczynski, manifestosunda Edward Teller'in hidrojen bombasını geliştirme nedenlerini sorguluyor ve "teknopolisler hepimizi bilinmeze doğru pervasız bir yolculuğa çıkarıyor," diye uyarıyordu.

Brookhaven'deki Rick çarpıştırıcısının çalıştırılmaya hazır olduğu sırada, Lee ve Wick'in anormal maddesi konusundaki kaygılar yok olmuştu. Ancak Wilczek'in *Scientific American*'daki makalesi, açgözlü sözde acayip madde parçacıklarının (strangeletlerin) Dünya'yı sona erdiren ürkütücü varlığın rolünü üstlenmeye hazır olduğunu ortaya koydu. Bilim insanları strangelet fikrine, atomun çekirdeğindeki proton ve nötronlar olağanüstü bir baskı altında sıkıştırılırlarsa ne olacağı hakkında düşünürken ulaştı. Böyle bir şey doğal olarak, normal yıldızlar patlayıp kendi çekim güçleri altında çöktüklerinde oluşan nötron yıldızlarının kalbinde olabilirdi. Nötron yıldızları şaşırtıcı derecede yoğun nesnelerdi: Bir nötron yıldızının çekirdeğinden alınacak bir çay kaşığı kadar madde, yaklaşık 100 milyon ton ağırlığında olabilirdi.

Normal protonlar ve nötronlar, yukarı kuark ve aşağı kuark adlarıyla bilinen iki tür kuarktan yapılmıştır. Bilim insanları, bu kuarkların bazılarının, büyük basınç altında acayip kuark olarak bilinen, üçüncü bir türe dönüşebileceğinden kuşkulanıyordu. Bunun sonucunda ortaya çıkan kuark karışımına strangelet adı veriliyor. 1984'de Princeton'daki Gelişmiş Araştırmalar Enstitüsü'nden, çoğu kişinin Einstein'ın doğal halefi olarak kabul ettiği Ed Witten, bir kez yaratıldıklarında, strangeletlerin bir zamanlar onları yaratmak için gereken

devasa basıncı serbest bırakılınca bile var olmaya devam edebileceklerini hesapladı. Makalesi, strangeletlerin normal maddeden daha kararlı olması halinde, Wilczek'in tarif ettiği Buz-9 benzeri bir senaryoyu tetikleyip tetiklemeyecekleri kuşkusunu doğurdu.

Brookhaven ve CERN'deki güvenlik komisyonları, her iki çarpıştırıcıda da strangeletlerden neden endişe duyulmaması gerektiği konusunda kapsamlı kuramsal açıklamalar hazırladı.¹⁴⁸ Her şeyden önce, strangeletler olsa bile, bunları üretmek çok zordu. Üretildiklerinde de o kadar kararlı olmazlardı. Beklendiğinden daha fazla sayıda strangelet ortalıkta amaçsızca dolaşüyor olsa bile pozitif yüklü olmaları gerekir, ki bu durumda da atomun çekirdeği içine çekilemezler ve dolayısıyla çekirdeği yiyemezler. Gezegenimizin güvenliği hakkındaki güvenceler ancak bu kadar ileri gitti. Harvardlı fizikçiler Sheldon Glashow ve Richard Wilson, Aralık 1999'da *Nature* dergisinde yayımlanan bir makale ile bu konuda duyulan rahatsızlıkları özetlediler: "Eğer strangeletler varsa (mantıklı) ve eğer negatif yükllerse (her ne kadar kuram güçlü biçimde pozitif yüklü olduklarını savunuyor olsa da) ve eğer küçük bir miktar strangelet Rick'de yaratılabilirse (bu çok çok ihtimal dışı bir şey), o zaman ortaya bir sorun çıkabilir. Yeni doğmuş bir strangelet atomun çekirdeğini ele geçirebilir, sınırsızca büyüyebilir ve nihayetinde Dünya'yı yiyip bitirebilir. 'İhtimal dışı' kelimesi, ne kadar çok tekrarlanırsa tekrarlansın, basitçe söylemek gerekirse bu toptan felaketle ilgili korkularımızı bastırmak için yeterli değil."

[148] Bu konuda birkaç rapor ve makale yardımcı oldu. En ilgili olanları: "Review of the safety of LHC collisions" CERN LHC Safety Assessment Group, *Journal of Physics G*, Eylül 2008 ve daha sonra yayınlanan "Study of potentially dangerous events during heavy ion collisions at the LHC: Report on the LHC safety study group" başlıklı CERN Raporu, 28 Şubat 2003. Brookhaven'in açıkladığı bir değerlendirmede, sorunların ayrıntılı bir analizi vardı. "Review of speculative 'disaster scenarios' at RHIC", ilk kez 8 Eylül 1999'da ve düzeltilmiş şekli de 14 Temmuz 2000'da yayınlandı.

Güvenlik komisyonları, sonuçlarını güçlendirmek için Toprak Ana'nın zaten bizim için çoktan Rick deneyini yaptığını ileri sürdü. Metal iyonları içeren kozmik demetler neredeyse ışık hızında seyahat eder. Bunlar Ay'daki, göktaşları üzerindeki mineraller ile yıldızlar arası toz ve gaz bulutlarındaki serbest gezen iyonlara çarpar. Tehlikeli strangeletleri üretmek kolay olsaydı şimdiye kadar uzayda üretilmiş olurlardı.

Bevalac ve anormal madde ile ilgili kaygılara gelince, Ay'ın dayanıklı varlığı kötücül strangeletlerin en azından olağanüstü biçimde seyrek olduklarının kanıtı olarak gösterildi. 5 milyar yıldır kozmik ışınların sert darbelerine maruz kalmak Ay'ı devasa garip madde topağına dönüştürmediyse Rick'deki 5 yıllık çarpıştırmaların Dünya'ya yönelik bir tehdit olması neredeyse olanaksızdı. Ek bir güvence göktaşlarının kaderinin değerlendirilmesinden geldi. Kozmik ışınlar onları strangeletlere çevirerek "katil göktaşları" yaratmış olsaydı bunlardan bazıları kaçınılmaz olarak Güneş ya da diğer yıldızların üzerine düşer ve onları yok etmiş olurdu. Oysa bilim insanları, görünür evrende 70 milyar civarında yıldızı gözlemlediklerinde, ancak yıldızların süpernova patlamaları yoluyla doğal olarak ölmelerinden başka bir şey görmemişlerdi.

Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın sevimsiz bir sürprize dönüşmesinin nasıl olanaksız olduğu duygusuna sahip olmak için, CERN bilim insanları bir hesaplama yaptılar. En az LHC çarpıştırıcıları kadar enerjiye sahip olan kozmik ışınlar Güneş'e sürekli çarpar. Görünür evrenin içindeki yıldızların sayısına dayanarak, CERN bilim insanları LHC'nin ömrü (yaklaşık 20 yıl) boyunca yaptığı deneyleri Doğa'nın evrenin başlangıcından bu yana *10 milyon kere trilyon kere trilyon* gerçekleştirdiği tahmininde bulundular. Buna ek olarak, kozmik ışınların uzak yıldızlar üzerindeki toplam etkisi her bir saniyede, LHC deneylerini 10 trilyon kez tekrarlamaktadır.

Medya en büyük ilgiyi, CERN ve Brookhaven'deki bilim insanlarının incelediği bütün felaket senaryoları arasından, gezegeni yutacak bir kara deliğin yaratılmasına gösterdi. Her iki gurup da böyle bir tehlike olasılığını reddetti. Sıradan bir kara delik yapmak için, bir parçacık çarpıştırıcısının gerçekten çok şaşırtıcı miktarda parçacığı o kadar kk hacme sığdırmalıdır ki, kütleçekim, madde topunun kendi üzerine çökmesine neden olsun. Bunu yapmak bilinen –ve öngörülebilir gelecekteki– bütün çarpıştırıcıların kapasitesinin o kadar üstündedir ki, iki ekip de bu senaryo üzerinde çok az zaman harcadı.

Senaryoların reddi, Einstein'ın denklemlerinin kütleçekim üzerindeki nihai söz olduğunu varsaydı, ama meselenin *yerçekimi olma olasılığı* da çok azdı. Son dönemdeki kimi kuramlar doğanın, çok kk kıvrımlar halindeki bizim göremeyeceğimiz “gizli değişkenler”e sahip olduğunu söylüyordu. Ancak henüz, bizim dört boyuttan – meknsal boyut ve bir zaman– fazla boyuta sahip bir Dünya'da yaşadığımızı gösteren bir kanıt yok. Ancak ek boyutlar varsa mikroskobik kara delikler mantıksal olarak modern parçacık çarpıştırıcılar içinde kolayca meydana getirilebilir.

Yine, bilim insanları kendi çarpıştırıcılarında mikroskobik kara delikler üretilse bile, korkacak bir şey olmadığı sonucuna vardılar. 1975'de Cambridgeli kozmolog Stephen Hawking kara deliklerin ısı yaydığını gösterdi. Ne kadar kk olurlarsa o kadar fazla ısı kaybediyorlar. Ek boyutları işin içine katan kuramlara göre, LHC'de yaratılacak herhangi bir kara delik, kozmik bir cüce olacak; *bir milimetrenin bir milyon kere trilyonda biri* boyutunda. Bu boyutta, kara delikler aşırı sıcak iğne delikleri olacaklar –Güneş'in merkezinden yaklaşık bir milyar kat daha sıcak. İyi haber ise şu; o kadar hızla ısı kaybedecekler ki bir anda varlıkları buharlaşacak.

Fizikçilerin kolayca reddettiği başka bir potansiyel felaket senaryosu, manyetik tek kutupların yaratılmasıyla ilgiliydi. Manyetik tek

kutuplar gerçekten de garip parçacıklardır. Alan Guth, kozmik genişleme fikrine ulaşmadan hemen önce, bunların günümüzde tasarlanabilecek herhangi bir çarpıştırıcıda yaratılamayacak kadar ağır olduklarını bulmuştu. Bir parçacık çarpıştırıcıda şimdiye kadar üretilmiş en ağır parçacık, 1995’de Tevatron’da keşfedilen üst kuark’tı ve yaklaşık 170 GeV ağırlığındaydı. Eğer varlarsa, manyetik tek kutuplar muhtemelen bundan bir trilyon kere daha ağır olacaklar.

Sırf meraktan, CERN güvenlik komisyonu, kendi makinelerinde bir tane manyetik tek kutup yaratılırsa ne kadar zarar verebileceğini hesapladı. Kimi kuramlar, manyetik tek kutupların, proton ve nötronları elektronlara, pozitronlara ve diğer parçacıklara dönüştürdüğü için tehlikeli olabileceğini söyler. Ancak, asıl olarak normal maddeyi buharlaştırırlar. CERN komisyonu, bir manyetik tek kutbun serbest bıraktığı enerjinin, onu uzayın dışına fırlatmasından önce ancak yarım gram normal madde yok edebileceğini hesapladı.

Dünyanın sonunun geleceği kesindir; ne biçimde olursa olsun, bu bir insanın hayal edebileceği en kötü gelecektekenden daha da kötüdür. Bu kesinlikle insanlık ve gezegeni paylaştığımız milyonlarca tür için de doğrudur. Ama dördüncü kıyamet günü senaryosunda, bilim insanları evimiz olan gezegen ve üzerinde yaşayan her şeyin bir felakette yok olmasından daha kötü bir kaderi düşünmeye zorlandı. Dördüncü kıyamet günü senaryosu olan “vakum bozunması” (vacuum decay), yalnızca Dünya üzerindeki bütün yaşamı ortadan kaldırmıyor, uzayın geniş alanları boyunca zamanın geri kalanında herhangi bir yaşam umudunu da bitiriyor.

17. yüzyıl ortalarına bilim insanları için vakum, yeni çıkmış pompalardan birini bir cam kaba takıp bu lanet şeyi uyguladığınızda cam kabın içinde kalan şeydi. Eğer ısrarcı olur ve kabın içindeki bütün havayı çekebilirseniz gerçekten de bomboş bir kabınız olur; içinde kesinlikle hiçbir şey bulunmayan bir kap.

Modern bilim insanları için boşluk (vakum), boş olmaktan çok uzak bir şeydir. Boşluk, gelişen alanlar ile onlara eşlik eden ve sürekli var olup yok olan parçacıkların görülmemiş dünyasını ieerir. Bu alanlara sıkışmış olan enerji, bilim insanlarının mantıklı biçimde evrenin boşluk enerjisi diye adlandırdıkları şeyi meydana getirir.

Bir evrenin içinde bulunabileceği en kararlı durum, mümkün olan en az enerjiye sahip olduğu zamandır. Sorun şu ki, bilim insanları bizim evrenimizin en kararlı durumunda olup olmadığını bilmiyor. Boşluk gerekli olandan daha fazla enerji içeriyor olabilir, ki bu durumda doğru itki verildiğinde, aniden yıkılır ve daha kararlı bir düşük enerji yapılanmasına çökebilir. Benzer bir sürecin oturma odanızda yaşandığını görebilirsiniz. Odadaki bir rafa eşinizin ailesinin glmseyan bir fotoğrafını koyduğunuzda, bu fotoğrafın belirli bir potansiyel enerjisi vardır. Yerçekimi fotoğrafı aşağı doğru çekerek o potansiyel enerjiyi azaltmak ister. Beklenen tek şey, fotoğrafı yerleştirildiği yerden ayıracak talihsiz bir esinti ya da fotoğrafı sallayacak hafif bir dokunuştur.

Evren de benzer bir riskli durumdaysa –ve bu büyük bir “eğer”dir– bir enerji darbesi mantıklı bir şekilde evreni kozmik yerinden çıkarabilir ve daha kararlı bir duruma getirebilir. Brookhaven ve CERN’deki bilim insanları, Rick ya da LHC gibi bir parçacık çarpıştırıcısında üretilen enerjinin evrene böyle bir darbe vurup vurmayacağı üzerinde düşündü. Sonuçlar her zaman olduğu gibi, sırra dışıydı.

Harvard niversitesi fizikçilerinden Sidney Coleman’ın ağzı iyi laf yapar. Sınıf arkadaşı Peter Higgs’e, Higgs 1966’da Princeton’da İleri Araştırmalar Enstitüsü’ndeki temel seminerini verdikten bir gün sonra, büyük fikrini yırtıp atmasını öneren kişi de Coleman’dır. İnsanlığın yalnızca metakararlı, yani çok iyi çalışan, ama doğru (ya

da) yanlış koşullarda düşük bir enerji durumuna düşebilecek bir evrende yaşıyor olabileceği ihtimali Coleman'ın ilgisini çekmişti.

Coleman, evrenin bir köşesinde şu ya da bu nedenle vakum enerjisi aniden raftan düşerse –yani kararlı görünen bir durumdan çok daha kararlı bir duruma geçerse– ne olabileceğini hesapladı. Bir “gerçek boşluk” damlasının şaşırtıcı bir hızla var olup büyüyebileceğini gösterdi. Gerçek boşluk damlası ile eski evrenin “yanlış” boşluğu arasındaki eşik ışık hızında dışarı doğru yayılacaktır.

Boşluk içindeki enerji, doğa yasalarının dayandığı temeldir. Eğer aniden düşerse, fiziğin yasaları da bir anda değişecektir. Bu bizim için ve Yeryüzü'ndeki diğer bütün canlılar için kutlanacak bir şey olabilir, ama Coleman daha da rahatsız edici bir şey buldu. Bizim eski evrenimizin yerini, yeni ve daha kararlı bir türü alacaktır, ama bu yeni evrende yaşamın asla bir kez daha yeniden başlayamayacağı koşullar egemen olacaktır.

Coleman 1980'de yayınladığı 11 sayfalık yazısının 10. Sayfasında araştırmasının sonuçlarını, bir bilimsel dergide yayınlanmış en dikkat çekici paragraflardan birisiyle özetledi:

Yanlış boşluk içinde yaşıyor olabileceğimiz ihtimali, hiçbir zaman üzerinde düşünmeye değer, iç açıcı bir ihtimal olmamıştır.¹⁴⁹ Vakum bozunması, en son ekolojik felakettir; yeni bir boşluk içinde doğanın yeni sabitleri olacaktır. Vakum bozunmasından sonra, yalnızca bildiğimiz anlamda bir yaşam mümkün olmaktan çıkmakla kalmayacak, aynı zamanda bildiğimiz anlamda kimya da mümkün olmayacaktır. Ancak, insan her zaman, belki de zaman içinde, bizim bildiğimiz anlamda yaşam değilse bile en azından eğlenme kapasitesine sahip bazı yapıları sürdürebileceği ihtimalini metanetle karşılayabilirdi. Bu olasılık şimdi elenmiştir.

[149] Bkz. “Gravitational effects on and of vacuum decay”, Sidney Coleman ve Frank de Luccia, *Physical Review D*, Haziran 1980.

Coleman'ın çarpıcı makalesinin yayınlanmasından birkaç yıl sonra, Wilczek ve bir meslektaşı Michael Turner, bizim evrenimizin en düşük enerji durumunda olup olmadığı sorununu incelemeye çalıştı. *Nature* dergisine yazdıkları makalede şu sonuca vardılar:

Açıkça mümkün görünüyor ki... Bizim şimdiki boşluğumuz ancak metakararlı olabilir ve buna karşın evren onun içinde “tutunmayı” seçerdi. Eğer durum buysa, o zaman hiçbir uyarı olmadan, bir gerçek boşluk damlası evrenin bir yerinde ortaya çıkar ve ışık hızında etrafa yayılırdı.¹⁵⁰

Hiçbir şey ışık hızından daha hızlı hareket edemediği için, böyle bir felaketin önümüze çıkacağından hiçbir şekilde haberimiz olmazdı. “Hiçbir şey görmezsiniz. Yok olur gidersiniz,” diyor Wilczek. “Hepimiz mor duman halini alırız.”

Bize neyin vuracağını bilemesek bile, marazi biçimde bize ve çevremize fiziksel olarak ne olacağını merak etmeye duyulan düşkünlüğü bastırmak zordur. Bir olasılık, yeni boşluk yayılırken, atomun çekirdeğindeki parçacıkları bir arada tutan şiddetli kuvvet, kısa menzilli hâle gelir, tıpkı Higgs alanı etkinleştiğindeki W ve Z bozonlarının olduğu gibi. Eğer bu olursa, atomlar basitçe ve kendiliğinden parçalara ayrılır. İşte böyle.

Her ihtiyaç duyulduğunda olduğu gibi, ki kesinlikle duyuluyordu, beklenen güven verici not, daha sonra İngiliz gökbilimcisi ve Royal Society başkanı olan Martin Rees ve Princeton'daki İleri Araştırmalar Enstitüsü fizikçilerinden Piet Hut'dan geldi. Bir kez daha, insanlığın varoluşsal korkularını sakinleştirmek için kozmik demetlerin tuhaf davranışları imdada yetişti.¹⁵¹

[150] Bkz. “Is our vacuum metastable”, Michael S. Turner ve Frank Wilczek, *Nature*, c.298, 12 Ağustos 1982.

[151] Bkz. “How stable is our vacuum?”, Piet Hut ve Martin Rees, *Nature*, c.302, 7 Nisan 1983.

Hut ve Rees, evrenin mevcut vakumu ile yaklaşık 14 milyar yıldır iyi idare ettiğine işaret ettiler. Bundan varılan sonuç, insanların vakumun bozunmasına neden olmak için, evrenin herhangi bir yerinde meydana gelenlerden daha şiddetli bir şey yapmalarının zorunlu olduğu idi.

Dünyamızdaki en yüksek enerjiye sahip parçacıkların çarpışmaları, kozmik ışınlarla atmosferdeki iyonların çarpışmasıdır. İki bilim insanı, atmosferimizde her saniye, modern çarpıştırıcılarda yapılabilecek olanlardan çok daha şiddetli yüz milyon civarında çarpışma olduğunu hesapladı.

Hut ve Rees'in mesajı, evrenin Dünya'da üretilebilecek bir parçacık çarpışması ile parçalanabilecek kadar kırılgan olmadığı yönündeydi. Parçacık çarpıştırıcılar 100 kat daha güçlü hâle gelirse bu sorunun tekrar sorulması gerekebilir. Ama şimdilik güven içindeyiz. İki bilim insanı *Nature*'daki makalelerinde, "Öngörülebilir bir gelecekte hiçbir parçacık çarpıştırıcının bizim vakumumuza yönelik herhangi bir tehdit oluşturmadığından emin olabiliriz," diyorlardı. Bu açıklama memnunlukla karşılandı, her ne kadar bundan sonraki yirmi yıl içinde CERN'in kapıları önünde toplanmış "Elinizi vakumumuzdan çekin" türü mesajlar içeren pankartların taşındığı protesto gösterilerini akla getirse de.

Böyle bir gösteri Dünya'nın sonunun gelmesini durdurmak umuyla bir parçacık çarpıştırıcı önünde yapılan ilk gösteri olmazdı. 1990'ların ortalarında küçük bir grup protestocu, Tevatron çarpıştırıcısı yapılan yenileştirmelerden sonra tekrar faaliyete geçirilirken, bilim insanlarının "evrende bir delik açtıklarından" o kadar endişe duymuşlardı ki, Fermilab'ın önünde kamp kurdular. Protesto ılımlı sayılırdı ve başlarında Hawaii Üniversitesi'nde Psikolog olan Paul Dixon vardı. Dixon'un taşıdığı yatak çarşafından yapılan bir pankart, Fermilab'ın "yeni süpernovanın evi" olduğunu ilan ediyordu.

Hem Brookhaven hem de CERN güvenlik komisyonları, kendi parçacık çarpıştırıcılarının vakum bozunması yaratma tehlikesi taşımadığını teyit etmek için, Hut ve Rees'in geliştirdiği kozmik ışın argümanını kullandı. Bu soru daha güçlü çarpıştırıcılar kurulduğunda kesinlikle tekrar gündeme gelecektir.¹⁵²

İlk Brookhaven güvenlik raporu Eylül 1999'da yayınlandı. Rapor kamuoyuna açıklanmak için yazılmamıştı, ama daha geniş bir halkla ilişkiler faaliyetinin temel taşı haline geldi. Raporun, en azından Marburger için, değeri rahatlıkla dünyadaki en iyileri denilebilecek dört bilim insanının oybirliği ile varılan –ve büyük oranda olumlu– sonuçları içermesiydi. Marburger rapora dayanarak, kamuoyuna Rick'in gezegenimiz için bir tehdit olmadığı güvencesini tekrar verdi.

Mektubu kara deliklerle ilgili özel korkular yaratan Walter Wagner, verilen güvenceden ikna olmayanlardan birisiydi. Mektubu *Scientific American* dergisinde yayınlamadan önce California'da bir mahkemeye başvurarak, Brookhaven'deki Rick arpıştırıcısının çalışmasının geçici olarak durdurulması kararı verilmesini istedi. Başvurusu reddedilince, Wagner kararın yeniden gözden geçirilmesi için üst mahkemeye başvurdu. Böyle  temyiz isteğinden sonra, mahkeme davayı toptan reddetti.

[152] *Our Final Century* kitabında Martin Rees şunları yazıyor: "Hut ve ben, boş uza-yın, fizikçilerin hızlandırıcı deneylerinde yapabilecekleri herhangi bir şey nede-niyle parçalanacak kadar kırılgan olmadığı sonucuna vardık. Eğer böyle olsaydı o zaman evren bizim burada olacağımız kadar uzun süre var olmazdı. Ancak, bu hızlandırıcılar yüz kat daha güçlü hâle gelirlerse –bu mali kısıtlılıkların hâlâ en-gellediği bir şeydir, ama daha zeki tasarımlar geliştirilebilirse mali olarak yapı-labilir– o zaman bu endişeler bizim yalnızca kuramla daha sağlam ve daha g-ven verici öngörüler yapmamızı gerektirir." Böyle zeki tasarımlardan birisine, "plazma izi alanı" (plasma wake field) denir. Bu tasarımda, çok kısa mesafeler-de parçacıklar hızlandırılarak olağanüstü enerjilere çıkarılır. Eğer bu yapılab-ilirse hızlandırıcılar şimdiki devasa boyutlarının kkk bir parçası boyutlarında inşa edilebilirler.

Wagner alışılmadık bir karakterdi.¹⁵³ San Francisco’da görev yapmış eski bir radyasyon yetkilisi olarak, mahallelerde radyoaktivite araştırmalarını başlatmasıyla tanınıyordu. Resmi binaların duvar kaplama fayanslarını kontrol etmek için çatılara tırmanabilecek birisiydi. Yabancıların kapısını çalıp, elindeki Gayger sayacını sallayarak, içeri girip banyolarındaki fayansları kontrol etmek isteyebilirdi. Bir bilim konferansında, Wagner yerel okullardaki güvensiz radyasyon düzeyleri olarak gördüğü şeyi duyurmak için stant açmıştı. Eyalet sağlık idaresi Wagner’in okullarda yaptığı radyasyon okumalarını çok fazla telaş yaratıcı olarak gördüğü için, Wagner’e karşı onun-kinin yanında rakip bir stant açtı.

Wagner, Rick’i mahkeme kararıyla kapatma girişimlerinden sonraki yıllarda CERN’in LHC’sinin faaliyete geçmesini önlemek için de benzer taktikler uygulamaya çalıştı.

Wagner, parçacık çarpıştırıcılara karşı çıktıkları için medyada meşhur hâle gelen birkaç kişiden birisiydi, ama bu kamuoyunun geniş bir kesiminin tümüyle makinelerin güvenliğini kabul ettiği anlamına gelmiyordu. Yapılan birkaç kamuoyu yoklaması, toplumun dikkate değer bir azınlığının oldukça endişeli olduğunu ortaya çıkardı, her ne kadar bu tür yoklamaların temsil gücüne sahip olmadıkları ya da başka şekillerde kusurlu oldukları ortaya çıkacak olsa da. Peter Higgs bütün çarpıştırıcıların Dünya’yı yıkacağı fikrinin saçmalık olduğunu düşünüyordu.

Parçacık çarpıştırıcıların güvenliği konusundaki tartışmalarda rahatsız edici olmaya devam eden sorunlardan birisi, bilimin sentetik biyoloji ve genetik gibi diğer en ileri alanları ile ilişkili olsa da, bu konularda mantıklı bir şekilde bilinçli bir kamuoyu tartışması-

[153] Örneğin bkz. “Catching rays with radiation man”, Justin Berton, *East Bay Express*, 27 Ağustos 2003. *People* dergisine göre Wagner bir süre hapis de yattı. “Walter Wagner’s bizarre courtship: after 21 months, Gail Morton has him jailed for harassment”, Al Donner ve Dan Walters, 26 Eylül 1977.

nın mümkün olmamasıydı. Tartışma konusu sorunu en iyi anlayanlar bu alanda çalışıyorlardı, dolayısıyla bu araştırmalardan köklü çıkarları olduğu suçlamalarını engellemek olanaksızdı. İronik olarak, yeni bir teknolojiye en gürültülü şekilde karşı çıkanlar da genellikle konuyla ilgili o kadar kötü bilgilendirilmişlerdi ki, derhal kaçıklar diye reddediliyorlardı. Bunu yapmakta da haklıydılar. Sonuç bir kamuoyu tartışması illüzyonudur. Yetersiz bilgi sahibi kişiler, risklerin dengeli bir şekilde tartışılması fırsatını harcayarak, gerçekten ilgi ve kaygı sahibi olan insanlara kötülük ediyorlar.

Medya da ciddi bilim insanlarını bilgileri zayıf muhaliflerle karşı karşıya getirerek, parçacık çarpıştırıcılarının güvenliği ile ilgili yanıltıcı bir tartışmayı destekleme suçunu işledi. Bu gereksizdi. Ciddi akademisyenler arasında Brookhaven ve CERN güvenlik raporlarını nesnel biçimde eleştiren bir ya da iki kişi vardı. Sağlıklı bir tartışma ruhu ile kaygılarını dile getirenlerin çok azı, teknik makaleler ve bilimsel dergiler dışında seslerini duyurabildiler.

John Marburger, Brookhaven güvenlik raporundaki bazı argümanların insanları en kötü ihtimalden korkmaya açık hâle getiren eksikleri olduğunun çok iyi biliyordu. Örneğin, Güneş ve Ay'ın milyarlarca yıldır kozmik ışınlarca dövülmesine karşın hâlâ yok olmamış olmaları gerçeği, insanlık için felakete yol açacak süreçler doğada dikkate değer ölçüde seyrek ise hiçbir anlama gelmezdi. Belki de bu felaketin henüz yaşanmamış olması tamamen şansa bağlı olabilirdi.

Başka bir karışıklık nedeni de şudur: Brookhaven'in karşı karşıya olduğu risk oranını veren sayı kuramsal bir üst sınırdır ve bunun bazı şeylerin yanlış gitme olasılığı(nın oranı) olarak yorumlanması beklenmez. Brookhaven raporu, Rick'de bir strangeletin yaratılması olasılığının makinenin çalıştığı her yıl içinde 1 milyarda 2'den az olduğunu ileri sürmek için kozmik ışın argümanını kullanmıştı. Makinenin 10 yıl çalışması beklendiği için, çalışmanın dünyayı

yok etme şansı 50 milyonda 1'e çıkıyordu. Bu sayı yine de rahatlatıcı değildi ve Rick'deki çarpışmalar doğadakiler gibiye, makinenin bir "mahşer" in kıvılcımını çakma şansının bir yıl içinde 1 milyarda 2'den fazla olamayacağı anlamına geliyordu. Bu, muhtemelen trilyon kere trilyonlarca daha küçük olabilir, ama biz bu sayıyı bir üst sınırdır değil, bir risk tahmini olarak yorumlarız. O zaman sayı, felaketin gerçekleşeceği konusunda küçük ve gerçek bir olasılık haline gelir.

Strangeletlerin varlığını destekleyen ya da karşı çıkan kanıtların olmaması, işleri daha da zorlaştırıyor. Bilindiği kadarıyla, bilim insanlarının verilerini özellikle taramalarına karşın, şimdiye değin bir parçacık çarpıştırıcıda herhangi bir strangelet üretilmedi. Strangeletlerin uzaya fırladıkları, Ay ya da başka gezegenlerin üstünde oldukları da asla tespit edilmedi. Bunların mutlaka var olmak zorunda olduklarını söyleyen kesin bir kuram da yok. Ancak hiçbir kuram da onları özel olarak olasılık dışı ilan etmedi. Böyle bir durumda, strangeletlerin bir parçacık çarpıştırıcı içinde yaratılması ve ardından gezegeni yok etme riskini anlamlı bir şekilde hesaplamak olanaksızdır.

Marburger bu sorunu, Lcoh Ness gölüne dalan birinin gizemli İskoç canavarı tarafından yenme riskine benzetiyor. Hiç kimse bu canavarı gerçekte görmedi; bilim hakkında bildiğimiz her şey onun var olmadığını düşünmemize yol açıyor, ama hiçbir doğa yasası canavarın var olabileceği olasılığını da reddetmiyor. Hâlâ görülmemiş olmasına karşın (ve Kuzey İskoç Turist İdaresi'ninin işine gelen bir şekilde) canavarın varlığına inananlar, buna inanmaktan vazgeçmiyor.

Bazı yorumcular ayrıca, güvenlik komisyonunun kozmik ışın çarpışmalarının parçacık çarpıştırıcılar içindekilerle denk olduğu varsayımını da sorguladı. Her ne kadar doğa, gezegenler ve yıldızlararası toz bulutları üzerine kozmik ışınlar göndererek kendi parçacık çarpışmalarını gerçekleştiriyor olsa da, bu çarpışmalar, çarpışma bilimcilerin Yeryüzü'nde gerçekleştirdiklerinin aynısı değildir. Bu çar-

pışmalar arasındaki farklar belki önemsiz olabilir, ama bunların yaratabileceği parçacıklarla ilgili kuramlar henüz daha taslak halindeyken, buna karar vermek zordur.

Ay’a çarpan kozmik ışınların içindeki iyonlar ışık hızına yakın bir hızla hareket ediyor. Eğer bir çarpışmadan sonra bir strangelet yaratılırsa herhangi bir zarar verme şansına sahip olmadan önce Ay’ın toprağı içinde yüksek hızlı bir seyahat yapmak zorunda kalacaktır. Bir arpıştırıcının içinde ise parçacıklar bir boşlukta kafa kafaya çarpışırlar. Dolayısıyla çarpışmanın yarattığı p daha yavaş hareket eder ve doğduğu andan itibaren Ay kayalarının sert darbelerine maruz kalmaz. Bu koşullarda ortaya çıkabilecek bir strangelet Ay’da ortaya çıkacak bir strangeletten daha tehlikeli olabilir mi?

Cambridge niversitesi’nden kuantum kuramcısı Adrian Kent, arpıştırıcılar için öne sürülen güvenlik varsayımlarına doğrudan karşı ıktı.¹⁵⁴ Brookhaven raporu, kozmik ışın argümanlarının tek başına Rick’in güvenliğini garanti etmek için yeterli olduğunu ileri sürdü. Kent, bu sonucun “ciddi biçimde hatalı” olduğunu ileri sürdüğünde, Brookhaven güvenlik komisyonu raporlarını dzelitti ve bu iddiayı rapordan çıkardı.

Kent, 50 milyonda 1’lik bir üst risk sınırı, düşük bir risk gibi gelse de –bir kişinin İngiltere’de piyangoda büyük ikramiyeyi kazanma şansının yaklaşık dörtte biri– bunun kaybetme olasılığımız olan şeye göre dengelenmesi gerektiğini söyledi. İşler kötü giderse bu 6,7 milyarlık Dünya nüfusunun tamamı için perdenin derhal kapanması demektir. Aynı zamanda, insanlığın ve bütün öteki türlerin geleceği de yok olacaktır.

[154] Bkz. “Problems with empirical bounds for strangelet production at RHIC”, A. Kent, 10 Eylül 2000, arXiv: hep-ph/0009130, ve “A critical look at risk assessments for global catastrophes”, A. Kent, 10 Aralık 2003, arXiv: hep-ph/0009204.

Sigorta çevrelerinde 6,7 milyarı öldürme şansının 50 milyonda 1 olması, 134 kişinin ölmesini beklemeye eşit olarak görülür. Bu sayıya; oransal riski, risk altındaki hayatların sayısıyla çarparak ulaşırlır. Böyle yüksek ölüm riski öngören hiçbir deney hükümetten kesinlikle izin alamaz. Ama Rick deneyleri, kısmen Brookhaven'in ilk güvenlik analizinin gücüne dayanarak devam etti. Kent, "Bildğim kadarıyla, Brookhaven düzeltilmiş değerlendirmelere dayanarak yetkilendirme almak ya da önemli ölçüde düzeltilmiş konuyu medya ve kamuoyunun dikkatine sunmak için herhangi bir çaba göstermedi," yorumunda bulundu.

Kent, şeytanın avukatı gibi, parçacık çarpıştırıcılarının güvenliğini savunmak için bilim insanlarının ileri sürdüğü argümanlarda daha fazla hata bulmak için inatla çalıştı. Bir keresinde, bu bilim insanlarının hiç birisinin üstünde düşünmediği bir potansiyel felaket senaryosu belirledi. Her iki güvenlik komisyonu da, pozitif yüklü strangeletlerin etraflarındaki atom çekirdeklerini yutmak yerine geri itecekleri için güvenli olduğunu ileri sürmüştü. Oysa bir strangelet, bazı derinden uydurulmuş yollardan Güneş'e kadar ulaşırsa ne olur? Bir kez Güneş'in içine girdiğinde, muhtemelen Güneş'i yok edecek bir felaket senaryosunu başlatabilir.

Kent, çarpıştırıcılardaki dedektörlere, hiç kimse farkına varmadan, pozitif strangeletlerin bulaşabileceğini ileri sürdü. Bu parçalar belki de bir gün yeniden kullanım yoluyla uzaya gidecek bir aracın yapımında kullanılabilir ve bu araç, araştırma için uzaya gidip nihayetinde Güneş'e düşebilir. Kent, teknoloji düşkünü teröristlerin bu bulaşmış malzemelerden bir kısmını ele geçirip bu maddelerin bazılarını Güneş'e göndererek bir mahşer günü başlatma tehdidinde bulunabileceklerine ilişkin bir olasılık bile öne sürdü. Kent, "Potansiyel olarak pozitif yüklü strangelet bulaşmış laboratuvar malzemelerinin bu şekilde, küçük de olsa, dikkatle idare edilmesi gereken bir potan-

siyel tehlike kaynağı olabilecekleri,” uyarısında bulundu. Kent, para ve bilgiye sahip her grubun, “İstenmesi durumunda, inanılır bir şekilde daha az ilginç yollardan felaket yaratma tehdidinde bulunabileceğini,” de kabul etti.

Tabiat Ana yalnızca parçacık çarpıştırıcılar içinde planlananlara benzer deneyler yapsaydı kuramsal argümanlar daha değerli hâle gelirdi. Oysa burada bile, güvenlik değerlendirme grupları dışındaki bilim insanları gizli tehlikeler belirledi. Kurama dayanan bir risk değerlendirmesi, söz konusu kuramın belki de yanlış olabileceği olasılığını hesaba katmalıdır. Bir kuramdaki belirsizlik fark edilebilir büyüklükteyse o kurama dayalı bir risk değerlendirmesi değersiz hâle gelebilir. Örneğin, LHC’nin kara deliklere yol açma tehdidin çok küçük olduğuna karar verildi. Bunun nedenlerinden birisi, modern çarpıştırıcılarda kara delik oluşturmak için, kütleçekim kuvveti mikroskobik ölçeklerde tuhaf davranmak zorundadır; bu, kabul edilen, ama bilinmeyen bir şeydir. Bu doğruysa ve kara delikler oluşursa Stephen Hawking’in kara deliklerin ısı yayacakları ve buharlaşıp yok olacaklarını varsayan kuramına göre, bunlar zararsız olmalı. Bu çok kesin bir kuram değildir ve ayrıntıları henüz kesinlikle doğrulanmamıştır.

Kara deliklerin belki –sadece belki– de bir parçacık çarpıştırıcıda bir sorun olabileceği ihtimali bilim insanlarının bir yaratıcı çözüm düşünmelerine neden oldu. Kara delikler –gezegenleri yiyen varlıklar gibi– oldukça acınacak durumda muhtemelen aşırı derecede yavaş büyüyeceklerdir. Bu, araştırmacılara bir negatif kutup (yüklü) ışın tüpünü kara deliğin üzerine çevirip onu elektronlarla doldurmalarına yetecek zaman verecektir. Kara delik parçacıkları yutunca negatif bir yük geliştirecektir. Bilim insanları ondan sonra kara deliği negatif yüklü metal duvarlarla kaplanmış bir kutunun içine hapsedebilir. Kutunun duvarları kara deliği geri püskürtecek, dolaşıyla, bir vakumda olması koşuluyla, tehditk r delik, bilim insan-

ları onu ne yapacaklarını araştırırken, yavaş yavaş dönüp duracaktır. Seçeneklerden birisi, onu bir roketle yükleyip uzayda patlatmak olabilir. Bu fikri öne süren bilim insanları, fikrin bazı kusurları olabileceğini kabul ediyor.

Francesco Calogero, Pugwash Bilim ve Dünya Sorunlar konferanslarının 8 yıl boyunca genel sekreterliğini yapan bir İtalyan kuramsal fizikçi. Bu konferanslar İtalyan akademisyenler ve kamu görevlileri için samimiyetle ve gizlilik içinde, çatışmaları ve silahlanma yarışı sorununu çözmenin yollarını aradıkları bir sığınaktır. 1995’de Calogero, nükleer silahsızlanmanın önde gelen savunucularından olan Polonya doğumlu fizikçi Joseph Rotblat’a birlikte Nobel barış ödülünü aldı. Rick konusundaki yaygara başladığında Calogero, Rick’in güvenliğini değerlendirmenin daha iyi bir yolunu önerdi.¹⁵⁵

2000’de Calogero, “Bir laboratuvar deneyi Dünya gezegenini yok edebilir mi?” adında, salt abartısız başlığı için ödüller alabileceği bir bilimsel makale yayınladı. Calogero bu makalede, Brookhaven’in iki grup bilim insanı istihdam etmesini önerdi: Çarpıştırıcı üzerine nesnel bir güvenlik raporu hazırlamakla görevli bir mavi ekip ve şeytanın avukatlığını üstlenecek, aktif olarak deneyin tehlikeli olduğunu kanıtlamaya çalışacak bir kırmızı ekip. İki ekip de çalışmalarını tamamladığında, bir uzlaşmaya varmalı ve eğer mümkün olursa üzerinde anlaştıkları riskleri derecelendirmeliler.

Bu strateji, kamuoyunu en azından bir halkla ilişkiler hareketi ile aldatılmadıklarına ikna edecektir. Birbirine karşı iki ekip kurmanın başka bir güçlü etkisi de, meslektaşları isteksiz gördüklerinde, tarafsız ve açık eleştiri meşrulaşacaktı. Brookhaven çarpıştırıcısının güvenliği konusunda meslektaşlarından görüş isteyen Calogero, gelen yanıtları şöyle özetledi: “Birçoğu, aslında çoğunluğu, bana

[155] Bkz. “Might a laboratory experiment destroy the world?”, F. Calogero, *Interdisciplinary Science Reviews*, c.25, No.3 (2000), s.191.

gerçeklerin tam bir bilimsel tarafsızlıkla sunulmalarını garanti altına almaktan daha çok, söylediklerinin ya da başkalarının söyledikleri ve yazdıklarının halkla ilişkiler bakımından etkisiyle ilgililer gibi göründü.” Resmi çizgiyi uysallıkla kabul etmeleri suç ortaklığına yakın bir şeydi.

Rick’in risk değerlendirmesinin eksikliklerini, saygı değer bir Amerikan yargıcı olan Richard Posner, 2004’de yayınladığı *Felaket: Risk ve Tepki* adlı kitabında da vurguladı. Posner, kitabında deneylerin güvenliğini değerlendirmek için görevlendirilen bilim insanlarının tarafsızlığı ile ilgili kuşkularını ortaya koydu ve toplumun belirli bir risk düzeyini kabul etmekten hangi yararı beklemek zorunda olduğunu sordu. Posner, her ne kadar birçoğundan varsayımsal parçacıkların kuantum kuramlarını ve risk değerlendirmesinin inceliklerini tümüyle kavramalarını beklemek iddialı olsa da, avukatları bilimsel açıdan daha bilgili olmaya çağırdı. Sonunda Posner bu türden kararların, “insanlığın devamına yönelik gereksiz bir risk” taşımalara durumunda projeleri veto edebilecek bir sürekli “felaket riski değerlendirme kurulu” tarafından verilmesini sağlayacak yasalar çıkarılması gerektiğini savundu.

Bundan hangi dersi çıkarmalıyız? Tarih her zaman bilim insanlarının kuramları içinde gizlenmiş dünyayı sona erdiren bir şeyin olacağını ve bu şeyi harekete geçirme şansının neredeyse kesin biçimde belirsizliğe brl olacağını gösteriyor. Tehlikeli strangeletler ve manyetik kutuplar tümüyle reddedilse bile, muhtemelen fizikçilerin kuramından başka bir olasılık çıkacaktır. O zaman toplum, tam bir felakete neden olma konusunda çok küçük bir riske sahip olan bir deneyin başlatılıp başlatılmayacağına nasıl karar vermelidir? Uzak geçmişte, bir deneyin yanlış gitmesi, yalnızca onu yapanlar ya da yakınlarındakileri etkilerdi, ama durum artık böyle değil. Bir iddia, parçacık çarpıştırıcıların asıl olarak yalnızca kuramsal bilime doğrudan

faídası olduğu için, zaten çok ileri gittiğimizi söylemektedir. Ancak bu dar görüşlü bir iddiadır. Yüksek enerji fiziğı deneyleri, bize internet ve kanser tedavisinde iyon demetleri kullanımı gibi benzersiz devrimci teknolojiler kazandırmıştır. Kuramsal bilimlerde ilerleme sağladığımız zaman, genellikle bunun arkasından teknolojik faydaları gelir. Belki de umabileceğimiz en iyi şey, gerçek risklerin ortaya konduğu, gerçekten açık ve kamusal tartışmaların yapılabilmesidir. Bu olmadan, bir bütün olarak toplumun bilinçli bir tercih yapma şansı hiç yoktur. Bunu nasıl başarabileceğimiz, bilim ilerledikçe, yalnızca daha acil bir sorun haline gelecektir.

Emil Konopinski ve Edward Teller bir atomik patlamanın atmosferde kaçak bir füzyona yol açıp açmayacağını hesaplamaya oturduklarında, atmosferin nükleer özellikleri hakkında, ortada böyle bir tehlike olmadığına emin olmalarına yetecek kadar bilgi sahibiydiler. Vardıkları sonuçlar rahatlatıcıydı, ama tarihte bilim insanlarının dünyayı yok etme gücünün kendi ellerinde olduğu olasılığını ciddiye almaları gerektiğı bir anı da işaretlemiş oldular. Bu an, *Scientific American*'daki yazışmalar parçacık çarpıştırıcılar hakkında bir kıyamet günü telaşını ateşlediğı zaman Marburger'in aklındaydı. "Herkes bu kaygıların Trinity deneyi ile ilgili kaygılara benzediğini düşünüyordu. Yanıtını verirken, bunun Franz'ın da aklında olmasını dilerdim," dedi bana. 16 Temmuz 1945'de New Mexico çölünde yapılan Trinity denemesi ilk nükleer silah gösterisiydi.

Brookhaven ve CERN'deki bilim insanlarının dikkate aldığı kıyamet günü senaryoları tuhaf görünüyor. Dünya'yı yok etme olasılığı zor olan bir parçacık çarpıştırıcı kurmayı istemek yerine, kötü niyetli bazı yetkililerin bilim insanlarına istendiğı zaman gezegeni yok edebilecek makine yapmalarını emrettiklerini düşünün. Bunun nasıl yapılacağı üzerine tartışmalar olacaktır. Nihai planlar bütçeyi çökretecektir. Yapıldıktan sonra bile, her şey yolunda gitmeden önce hata

yapacaktır. Benim demek istediğim, gezegeni yok etmek öyle basit, sıradan bir iş değildir.

Kıyamet günü senaryoları konusunda Frank Wilczek ile konuşurken, yanlışlıkla olsa bile, bilim insanlarının kendilerini gezegenimizi yok edecek g  te görmeleri konusunda, az da olsa bir g   zehirlenmesi olup olmadığını merak ettim. Yanıtı i  karartıcıydı:

“Klasik fizik kendi tarzı içinde harikuladeydi, ama modern fiziğin de kendi tarzının olması şaşırtıcı değildi. Kuantum dünyasında işler farklıdır. Dünya’nın k  k    ekli yapısı içinde muazzam bir enerji sıkışmış durumdadır ve kimse bunu günlük yaşamında tahmin etmenin yanına bile yaklaşamadı. Buna kibir diyebilirsiniz, ama olayları derinlemesine anlarsak sihir gibi görünecek şeyler yapabileceğimiz fikrinin gerçekçi temelleri vardır. Yeni şeyler keşfedilip anlaşıldı  a, olasılıkların neler olacağına her aşamada dikkat etmek zorundayız. Yapılabilecek yanlışların miktarının bir üst sınırı olduğunu düşünmüyorum. Dikkatli ve ciddi olmak zorundayız.”

1999’da kıyamet günü hakkında kopan patırtı, bilim, risk yönetiminin doğası ve kamuya hesap verme konusunda bazı yararlı tartışmaların yolunu açtı, ama bu patırtı, hızlandırıcı laboratuvarlarında sürdürülmekte olan işte temel bir sapmaydı. Fermilab’da mühendisler Tevatron’un performansını arttırmaya yönelik büyük bir güncellemeyi bitirmek üzereydiler. Tekrar çalıştırıldığında, makine ilk büyük Higgs parçacığı avına çıkmaya hazır olacaktı. CERN’de ise LEP  arpıştırıcısının kapatılmasına daha bir yıl vardı ve LEP kapatılınca, yakalanması zor parçacığı bulmak için kazananı baştan belli olan bir yarışta Tevatron’u tek başına bırakacaktı.

9. Bölüm

Gordion'un Düğümü

Dünyanın, her şeyin nasıl bitebileceğini öğrendiği yıl, CERN'in her türlü riske girmeye karar verdiği yıldır. 1999'da, LEP çarpıştırıcısı neredeyse 10 yıldır çalışıyordu ve bütün beklentilerin ötesine geçmişti. Resmi olarak kapatılmasına yalnızca bir yıl kalmışken, yöneticiler makinenin dayanabileceği kadar zorlanmasına yeşil ışık yaktilar. Akıllarında tek bir hedef vardı: Fişi çekmeden önce Higgs bozonunu yakalamak.

Çarpıştırıcı başlangıçtakinden iki kat daha fazla enerji ile çalışacak şekilde yenilenmiş, yine de hiçbir çarpışma Higgs bozonu yakalamamıştı. CERN'in eski çarpıştırıcısı en yüksek düzeyinde çalıştırmak ve beklemekten başka yapabileceği bir şey yoktu. Şansları yaver giderse parçacık ortaya çıkardı belki.

En yüksek düzeyde çalışmakta olan bir çarpıştırıcıdan daha da fazla enerji çıkarmak yaratıcı bir düşüncüyü gerektirir. Düğmeyi bir üst rakama çevireceğiniz bir kadran, elektrik idaresine biraz daha elektrik yüklemesi için telefon açacağınız bir numara ve LEP gibi bir makinede, seçeneklere göz atabileceğiniz bir kullanma kılavuzu yoktur.

Çarpıştırıcıyı tasarım sınırlarının ötesinde zorlama işi, 1987'de CERN'e katılan Fransız deneyçi Patrick Janot'un gözetimindeydi.

Hollywood Higgs bozonu avıyla ilgili bir film yaparsa –ve CERN de bu tartışmalı işte önceden yer alırsa– Janot senaryo yazarları için bulunmaz bir nimet olurdu. Janot 40’li yaşlarda, epey yakışıklı ve parlak zekâlı birisiydi. Ama en önemli özelliği huyuydu. Janot uzlaşmaz biriydi ve tutkularını gizlemezdi.

Dünya’nın en büyük makinesinin gücünü arttırmayı denemeden önce makinenin içinde olup biteni bilmeniz gerekir. 1999’da LEP hakkında bilgi edinmek için gideceğiniz yer 874 numaralı binaydı. CERN kampusunun karşısındaki yolun üzerinde bulunan binada, LEP kontrol odası, yani çarpıştırıcının beyni bulunuyordu. Bu binadan çıkan 3 bin kilometreden fazla optik kablo, toprağın altından geçerek makineye bağlanıyordu. Bu kablolar, 24 saatlik çalışma vardiyalarındaki teknisyenlerin, bilgisayar ekranlarında dans eden binlerce hayati sinyali izlediği kontrol odasına sinyal getirip götürüyorlardı.

Janot 1999’da kontrol odasında epey zaman geçirdi. Operatörlerle konuştu, onların tartışmalarını dinledi ve nasıl çalıştıklarını izledi. Makinenin psikolojisini anladı. Janot, CERN kantininde oturup o günleri hatırlarken şunları söylüyor: “Makinenin çalışma biçimini nasıl iyileştirebileceğimi anlayabilmek için toplayabileceğim her bilgiyi topluyordum. Görevimin ne olduğu, araştırma direktörü tarafından bana açıkça bildirilmişti. Görevim LEP’i, eğer oradaysa, Higgs’i keşfedeceğimiz noktaya taşımaktı.”

Higgs avlaması zor bir canavardır. Parçacık o kadar kararsızdı ki *saniyenin sadece bir trilyon kere 100 trilyonda biri* kadar zamanda var oluyordu. Bu, parçacık LEP’de ortaya çıksa bile göz açıp kapayıncaya kadar yok olacağı anlamına geliyordu. Parçacık fizikçileri “Higgs uçmaz” diyorlardı, bu parçacığı bir dedektörde doğrudan görme şansınızın olmadığı anlamına geliyordu. Metaforik olarak bir nefeste, başka ve daha az ilgi çeken parçacıklara bozunup yok olması, ortaya çıkmasından daha az zaman alıyordu. Sorunu zorlaştıran

bir etken de, Higgs bozonunun LEP'te asla tek başına ortaya çıkmayacak olmasıydı. Higgs bozonu genellikle bir Z parçacığı ile birlikte oluşurdu. Z parçacığı da diğer parçacıklara bozunan bir parçacıktı. Higgs bozonunu bulmak için, bütün bu parçacıkların bir dedektörde yarattıkları izleri tespit etmek zorundasınız. Ondan sonra da bu izlerin kaypak canavardan gelip gelmediğini belirlemek için geriye doğru inceleme yapmanız gerekir.

Higgs bozonunu bulmak için, çarpma ve geriye fırlamaların izinin ortaya çıkmasını beklemekten daha fazla şey yapmak gerekir. Her Higgs avında ek bir hayal kırıklığı vardır. Makinede üretilen diğer parçacıklar tıpkı Higgs bozonu gibi sinyaller üretebilir. Örneğin, 1997'nin sonlarında LEP 182 GeV enerji düzeyine ulaştığında her çarpışma iki Z parçacığı üretecek kadar kuvvetliydi. Bu iki parçacıktan her biri toplam dört "jet" parçacığı üreterek iki kuarka bozunabilir. Bir Z ile birlikte bir Higgs üretildiğinde, her ikisi de benzer desen oluşturan kuarklara bozunur.

1999'un yazında çoğu kuramcı, Higgs'in 100 ile 250 GeV civarında bir yerde bulunduğuna inanıyordu. LEP'i daha da sıkı çalıştırarak, CERN bu alanı keşfetmeyi umdu ve makinenin çalışacağı son yıl olan 2000'de kapasitesini güçlendirmek için planlar yapıldı. Daha yüksek enerjileri zorlamanın başka geçerli nedenleri de vardı. CERN'in bir sonraki makinesi olan Büyük Hadron Çarpıştırıcı (LHC), eğer Higgs 110 GeV daha düşük enerjilerdeyse onu bulmakta zorlanacaktı.¹⁵⁶ Bu makinede çarpışmalar o kadar çok atomaltı kalıntı üretiyordu ki, bu kadar hafif bir Higgs parçacığının geride bi-

[156] Eğer kütlesi 140 GeV civarında bir kütleden az ise Higgs bozonunu LHC'de tespit etmek zor olacaktı, çünkü bu aralıkta kütleyle sahip bir Higgs parçacığı büyük olasılıkla bir alt kuark ve bir anti-alt kuarka bozunacaktı ve bu parçacıklar makinedeki neredeyse her çarpışmada büyük miktarlarda üretiliyordu. Bu kuarklar fiili olarak, aşırı miktarda üretildikleri için, bozunan bir Higgs parçacığından yaratılan herhangi bir ek kuarkın tespitini çok zorlaştırırlar.

rakacağı parlak izi görmek neredeyse olanaksızdı. CERN, Higgs'in nerede saklanıyor olabileceği konusunda hiçbir Şeyi atlamamayı garantiye almak zorundaydı. Üstelik işin içinde bir de rekabet vardı. LEP ne kadar fazla mesafe alırsa, Amerikan Tevatron arpıŐtırıcısının Higgs'i ilk önce keşfetme Şansı da o kadar azalıyordu. Hatta CERN'deki bazı bilim insanlarının Şöyle bir savı vardı: ıkabildikleri fazladan 1 GeV, Tevatron'daki Higgs avcıları için bir yıllık fazladan çalışma anlamına geliyordu. Sonuçta, Higgs parçacığının sözde imzası, daha yaygın olan öteki parçacıkların bozunma ürünleri arasında saklanıyordu.

İlk önemli düzeltme yeni soğutucu sistemiydi.¹⁵⁷ LEP içinde parçacık demetini hızlandıran birimlerden bazıları süperiletkenler kullanılıyordu. Süperiletkenler, yeterince soğuk tutarsanız aşırı derecede verimlidir. Yeni soğutma sistemi, hızlandırıcı birimlerini sıvı helyum içinde yıkamaktan daha iyi bir yöntemdi ve bu birimleri yaklaşık eksi 269 dereceye kadar soğutuyordu. Dış uzayda, eksi 270 dereceden daha fazla soğuk elde edemezsiniz. Sistemin montajı yapıldıktan sonra, teknisyenler parçacık demetlerine yaklaşık yüzde 5 daha fazla enerji ykleyebildiler.

Bunu diğer değişiklikler izledi. CERN'in emekliye çıkardığı bazı eski hızlandırıcı ünitelerinin tozu alındı, civataları sıkıŐtırıldı ve tekrar kullanıma sokuldu. Ardından demet yörüngeleri kıvrıldı, böylece onları odaklamak için kullanılan devasa mıknatıslar onlara fazladan enerji verdi. Her ayarlama ile birlikte Janot ve ekibi makineyi çökme noktasına doğru daha fazla zorluyordu. CERN'deki bazı bilim insanları için bu, bilimkurgu uzay macerası dizisi Star Trek'teki Yıldız Gemisi *Enterprise*'deki yüzü gözü yağa bulanmıŐ Baş Mhen-

[157] 1999 ve 2000 arasında performansını artırmak için LEP'te 6 büyük iyileştirme yapıldı. Bunların her biri ve iŐın enerjisi üzerindeki etkilerinin ayrıntılı bir açıklaması için bkz. "Direct search for the Standard Model Higgs boson", P. Janot ve M. Kado, *Comptes Rendus Physique*, c.3 (2002), s.1193.

dis Scotty'nin makine dairesinden, "Gemi daha fazla dayanamaz!" diye bağırmasına benliyordu.

Yaşlanmakta olan hızlandırıcıyı ayarlamak için her şey yapıldıktan sonra, ekip makineyi, sigortası atacak kadar zorlamaya karar verdi. LEP'te hızlandırıcı üniteleri klistron denen mikrodalga jeneratörler tarafından çalıştırılır. Evdeki mikrodalga fırınınızda da bir klistron vardır, ama daha küçüktür. Genel olarak, çarpıştırıcının bir güvenlik aralığı vardır, yani bir klistron (sigortası) atarsa, parçacık demetlerinin dönmeye devam etmesini garanti altına almak için yedekte iki tane daha olur. 2000'in yazında, makine herhangi bir yedek olmadan çalışıyordu. Eğer tek bir klistron atarsa makine çökebilirdi.

Janot'nun, hızlandırıcı teknisyenlerini makinenin böyle kırılgan bir biçimde çalışmasına ikna etmesi biraz zaman aldı. Makinenin sigortası atarsa demetleri tekrar çalıştırmak ve döndürmek hem uzun hem de yorucu bir süreç olacaktı. Sonrasında da, elde ettiğiniz demetlerin kaybettiğiniz demetler kadar iyi olacağından asla emin olamazdınız. Bu hızlandırıcı teknisyenleri için yorucu, demetler kaçınılmaz olarak tekrar azalmadan önce yakalayabildikleri kadar veri yakalayabilmek için yalnızca birkaç dakikaları olan dedektör bilimcileri için ise sinir bozucu bir işti.

O yaz iki hafta boyunca LEP yalnızca 208 GeV üzerinde çalıştı, bu dönem makinenin ömrünün en rahatsız edici dönemlerinden biriydi. Klistronlar her beş dakikada bir atıyordu ve makineyi yeniden uçan parçacıklarla doldurmak en az yarım saat alıyordu. Teknisyenler ve bilim insanları hem yorgun düşmüş hem de gergindi.

Bu noktada Janot'nun aklına bir fikir geldi. Hızla bir hesap yaptı ve kontrol odasına gitti. Operatörlere makineyi her biri 45 dakikadan fazla süren birbiri ardı sıra iki tur çalıştırabilirlerse kontrol odasında çırılçıplak soyunacağını söyledi.¹⁵⁸ Bir şekilde ondan sonraki

[158] Daha geniş bir değerlendirme için bkz. "The Aleph experience: 25 years of me-

iki turdan ilki 51 dakika ve ikincisi bir saat 40 dakika sürdü. Janot, “Bunu nasıl yaptılar anlamadım... Yapmaları olanaksızdı çünkü,” diyor. Farkları hesapladı ve dikkate alınmayacak kadar küçük olduğuna karar verdi. Kontrol odasındakileri rahatlatan bir karar verecek sözünden caydı ve soyunmak yerine onlara şampanya ısmarladı.

Çarpıştırıcı yoruluyordu. Her ufak tefek düzeltme, onu tıkr tıkr çalışan kesin bir makineden, ne yapacağı tahmin edilemeyen bir canavar makineye dönüştürüyordu. Yalnızca birkaç dakika sonra, sanki yorgunluktan çökmek üzere olan makine etkileyici bir yorgunlukta hayata karşı kükreyecekti. LEP tünelinin içinde demetlerin yaydığı radyasyon, makinenin bazı parçalarını pişirmeye, onları sağlıklı sarı-kahverengi renge dönüştürmeye başlamıştı.¹⁵⁹

15 Haziran'da, Nikos Konstantinidis adında bir Yunan fizikçi, sonuçlara bakmak için CERN'deki çarpıştırıcının dört büyük dedektöründen biri olan Aleph'in yerel internet sitesine girdi. Dedektör her sabah otomatik olarak, önceki günkü çarpışmayı tarayıp ilginç görünen herhangi bir olayı siteye yükleyen bir bilgisayar programını çalıştırıyordu. O sabah program bir şey buldu.¹⁶⁰ Konstantinidis olayla ilgili girdinin üzerine tıkladı ve inceledi. İncelemesinde, çarpışmadan çıkan bir kuarkın oluşturduğu dört belirgin parçacık izini gördü. Konstantinidis birkaç kontrol daha yaptıktan sonra, kuarklardan ikisinin 91 GeV civarında kütlesi olan bir parçacığın –kesinlikle bir Z parçacığı– bozunmasıyla ortaya çıktığını fark etti. Diğer iki kuark ise 114 GeV civarındaki başka bir parçacıktan kaynaklanı-

mories" başlıklı CERN belgesi, 2nd edition, Ocak 2006.

[159] Hasarın büyük kısmı kabloların etrafındaki plastik yalıtımlardaydı. Bkz. “Absorbed doses and radiation damage during the 11 years of LEP operation”, H. Schönbacher ve M. Tavlet, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, c.217, Iss.1, (2004) s.77-96.

[160] Bu ilk Higgs benzeri iz, LEP'in 54698. çalışması kapsamında Aleph dedektörü tarafından 6 Temmuz 2000'de kaydedildi.

yordu. Bunlar Z parçacığı olamayacak kadar ağırdı. Konstantinidis yan odadaki meslektaşlarının yanına gitti ve onlarla konuştu. Onların önerisi üzerine Konstantinidis birkaç kontrol daha yaptı. Konstantinidis daha sonra, “Parçacığı incelerken sorular soruyordum, onu sorguluyordum. Daha fazla inceleyip kontrol ettikçe Higgs’e daha fazla benziyordu. Güzel, olağanüstü bir olaydı,” dedi.

Sabırsız insanlar parçacık fizikçisi olmazlar. Dedektör, bozunan bir Higgs parçacığının sonrasına benzeyen bir şeyi tespit etmişti, ama anlık görüntüler fizikte hiçbir şey ile aynı anlama gelir. Gördüğünüz şeyin doğanın bir oyunu olmadığından emin olmak için, aynı şeyi defalarca görmemiz gerekir. Kuantum dünyasında bolca kafa karıştırıcı olay vardır.

Parçacık fiziğinde bir şey keşfetmenin kuralı şudur: “Buldum!” diye bağırıp laboratuvarın içinde sağa sola koşmadan önce, yeni parçacığınızın öylece ortaya çıkıp verilerinizi karıştıran sıkıcı bir şey olmadığından kesinlikle emin olmanız gerekir. Nasıl kesinlikle emin olabilirsiniz? Parçacık o kadar açık ve güvenilir biçimde ortaya çıkmak zorundadır ki, veriler içinde istatistiksel bir değişim olma şansı birkaç milyonda birden az olmalıdır. Bunu gözlemlediğiniz olayı, eğer parçacık var olmasaydı görmeyi beklediğiniz şeylerle karşılaştırarak yaparsınız. Fizikçiler potansiyel keşiflere güvenlerini derecelendirmek için standart sapma denilen –Yunanca sigma işareti ile gösterilen– bir istatistiksel ölçüm kullanırlar. Eğer 3 sigmalık bir keşif yaptıysanız yeni bir parçacığın “kanıtını” bulduğunuzu ileri sürebilirsiniz. Ama gerçek bir keşif için en az 5 sigmalık bir işaret gerekir. Bu, sonucun yanlış olma şansının 5 milyonda birden az olması anlamına gelir. Sigma ölçeğinde gerçek bir sınır yoktur. Ölçekteki her bir basamaklık artış, sonucun daha güvenilir olduğu anlamına gelir.

Haziran’ın sonunda Aleph ekibi en son aldıkları sonuçları tartışmak için toplandı. Konstantinidis öne çıktı ve toplantı boyunca üs-

t nde çalıştığı olayı anlattı. Bu olayın bütün diğer çarpışmalardan ayrıldığını belirtti. Bu yalnızca bir olaydı, ama insanlar giderek “nihayet Higgs’in bir izini görmüşler olabilir miyiz?” diye düşünmeye başladı.

Parçacık  arpıştırıcılarında çalışan fizikçi ekipleri arasında bir gizlilik geleneği vardır. Her grup kendi çarpışması üzerinde çalışır, kendi analizlerini yapar ve keşiflerini kendilerine saklamak için uğraşır. Ancak CERN büyüklüğündeki bir laboratuarda söylentiler hızla yayılır. Aleph ekibinin ihtiyatlı heyecanının herkes tarafından fark edilmesi çok gecikmedi. Patrick Janot birçok CERN bilim insanının duygularını şöyle özetledi: “Sanki yıllar süren sakınma ve hayal kırıklığı nihayet karşılığını almıştı. Ama siz bilim insanısınız ve istatistikler içinde, olayların gelip gittiğini bilirsiniz. Tamam, kendimizi kaybetmeyelim dersiniz. Bu bizim son şansımız. Gelin onu kullanalım.”

Aleph fizikçileri ise buna karşıydılar. İhtiyaçları olan tek şey zamandı ve zaman kısıtlıydı. LEP  arpıştırıcısının eylül ayının ortalarında çalışmasına son verilmesi planlanmıştı. Bu da, daha fazla Higgs benzeri işaretlerin ortaya çıkıp çıkmayacağını görmek için onlara yalnızca birkaç aylık bir zaman bırakıyordu.

Temmuzda CERN, LEP deneyler komitesinin olağan toplantılarından birisini yaptı. Bu toplantılarda, bilim insanları ve makinenin farklı parçaları ile ilgili mühendisler ilerleme raporları verir ve varsa sorunları ortaya koyarlardı. Aleph ekibinin bulduğu işaretle heyecanlanmış olan dört dedektörde çalışan grupların hepsi de yönetime makineyi planlanandan iki hafta daha fazla çalıştırmasını önerdi.¹⁶¹ CERN yönetimi her olasılığa karşı iki haftalık rezervi vardı ve makinenin çalışmasını kabul etti. Yönetim  arpıştırıcısının eylül ayının

[161] Bkz. LEP deney komitesinin 20 Temmuz 2000 tarihli 55. toplantısının tutanakları.

sonuna kadar çalışabileceğini söyledi. Eylül başı için, az sayıda araştırmacının durumu gözden geçirmek için kapalı bir toplantı yapması kararlaştırıldı.

CERN ekipleri 24 saat çalıştı. Bir Higgs bozonu bulma şanslarını arttırmak umuduyla, çarpışmaları analiz etme konusunda yeni yöntemler denediler. Operatörler, makinenin kapasitesini sonuna kadar kullanarak çalışmaya devam etmesini sağladılar.

Eylül ayında CERN Genel Müdürü Luciano Maiani, Araştırma Müdürü Roger Cashmore, diğer üst düzey yetkililer ve CERN bilim insanları herhangi bir ilerleme olup olmadığı konusunu görüşmek için toplandı. Hazirandan bu yana, Aleph ekibi umut verici düzeyde Higgs parçacığına benzeyen desenler üreten iki çarpışma daha belirlmişti. Bu çarpışmalar tıpkı Konstantinidis'in 15 Haziran'da gördüğü çarpışmaya benziyordu. Bu çarpışmaların sinyal gücü 3,9 sigma olarak ölçüldü –sağlam ve cesaret verici, ama bir keşif yapıldığını iddia etmek için yeterli değil. Delphi dedektörü üzerinde çalışan ikinci bir ekip de Higgs parçacıkları üretmiş olabilecek iki çarpışma belirlmişti, ama onlar daha az emindi. Dört dedektörden gelen sonuçlar birleştirildiğinde, Higgs parçacığı kanıtı 2,7 sigma olarak hesaplandı.¹⁶² Bir fizikçi gözüyle bu, parçacığın varlığının kanıtı olarak kabul etmek için yeterli değildi.

Artan kanıtlara bakarak, dört dedektörde çalışan ekiplerin tamamı, CERN yönetimine kapatma kararını bir süre daha ertelemesini önerdi. Resmi olarak, LEP'in çalışmak için dört haftadan az zamanı kalmıştı. Dedektör ekipleri 2 aylık uzatma istedi. Bu, makinenin Aralık 2000'in ilk haftasında tümüyle kapatılması anlamına geliyordu. Bu süre içinde ekipler daha fazla Higgs sinyali almayı umut ediyordu. Toplantıdan sonra Delphi dedektörünün başkanı Tiziano

[162] Bkz. LEP komitesinin özel seminerinin 5 Eylül 2000 tarihli kapalı toplantısının tutanakları,

Camporesi, “Tarihe Higgs’i kaçıran bilim insanları olarak geçmeyi istemiyoruz,” dedi. CERN’deki fizikçilerden Chris Tully ise iyimserdi: “Higgs ufukta göründü.”^[163]

CERN yönetimi açıkça, LEP’in çalışmaya devam etmesine, ancak “Belli belirsiz bir gözlemi önemli bir keşfe dönüştürme olasılığı varsa,” izin vereceklerini belirtti.^[164] Uzun bir tartışmadan sonra, yönetim bir uzlaşma üzerinde anlaştı ve süreyi 2 Kasım’a kadar bir uzatmayı kabul etti.^[165] Yönetim, LEP’i bundan daha fazla çalıştırmaya devam etmenin Büyük Hadron arpıştırıcı üzerindeki mühendislik çalışmalarını gereksiz yere geciktireceğini belirtti.^[166] Higgs bozonu orada olsa ve makine aralık ayına kadar alıştırılrsa bile, bilim insanlarının bir keşif iddiasında bulunmak için gereken tlsm-lı 5 sigma düzeyine ulaşmalarına yetecek Higgs bozonu üretme olasılıkları yoktu.

CERN’de bir keşfin eli kulağında olduğu söylentileri, laboratuvarın epey dışına taştı. 6 bin mil uzakta, Kore yarımadasının güney ucu açıklarındaki Jefu adasında bir grup bilim insanı akşam yemeği için bir araya geldi. Bu insanlar, evrenin başlangıç dönemi kuramları ve parçacık fiziği konusunda düzenlenen *Cosmo 2000* adlı bir konferans için adaya gelmişlerdi. Sohbet fizik üzerine odaklanınca, Michigan Kuramsal Fizik Merkezi Başkanı Gordy Kane, CERN’in Higgs parçacığının bir izini yakalamış olabileceğini belirtti. Sohbet çok iyi bilinen bir sesle kesildi. Bu Kane’e bahse girmeyi öneren Step-

[163] Bkz. “CERN considers chasing up hints of Higgs boson”, Alison Abbott, *Nature*, c.407, 7 Eylül 2000.

[164] Bkz. LEP komitesinin yukarda anılan seminerinin tutanakları.

[165] Bkz. CERN araştırma kurulunun, 14 Eylül 2000 tarihli 148. toplantısının tutanakları.

[166] CERN araştırma kurulunun, 14 Eylül 2000 tarihli 148. toplantısının tutanaklarında şöyle deniyor: “LEP’i 2001’de de çalıştırmak LHC’yi 18 ay geciktirecek ve bunun tahmini maliyeti 100 milyon İsviçre frangı olacaktır.”

hen Hawking'di. Hawking, Higgs bozonunun ne LEP ne de başka bir parçacıkta asla bulunamayacağını söyledi. İki bilim insanı 100 dolarına bahse girmek konusunda anlaştılar.

Hawking'in, Higgs bozonunun keşfi konusundaki şüpheleri 1995'te yayınladığı bir çalışmasına dayanıyordu. Hawking bu çalışmasında "sanal kara delikler" in parçacığın gözlemlenmesini olanaksız kılacağını söylüyordu.¹⁶⁷ Sanal kara delikler, ilginç kuramsal varlıklardı. Bilim insanları, elektronlar ve onların antimadde karıştları olan pozitronlar gibi parçacık çiftlerinin kuantum ölçeğinde enerji dalgalanmaları nedeniyle boşluktan bir anda ortaya çıkabileceklerini biliyor. Sanal kara delikler de buna benzer, ancak uzay-zamandaki dalgalanmalar tarafından üretilirler. Varlıkları çok kısa bir anlık olabilir, ama Hawking, Higgs bozonunu engellemeye yetecek kadar sorun yaratabileceklerini savunuyordu.

Peter Higgs, Hawking'in iddiaya girdiğini duyunca bundan etkilenmedi. Hawking'in parçacık fiziği ile kütleçekimini, "hiçbir parçacık fizikçisinin doğru olduğuna inanamayacağı bir şekilde" birleştirdiğini söyledi. Higgs bana, "Bu biraz saygısızlıktı. Hesaplamaları konusunda epey kuşkuluyum," dedi.

Kişisel bir anlaşmazlık olarak başlayan bu şey, bir süre sonra kamusal bir tartışmaya dönüştü.¹⁶⁸ Edinburgh'daki bir akşam yemeğinde Higgs, Hawking hakkında bir şeyler söyledi; söyledikleri de konuşmaya kulak misafiri olan bir muhabir tarafından *Scotsman* gazetesinde yayınlandı. Higgs, Hawking'le bir tartışmaya girmenin zor olduğunu ve ünlü kozmologa diğer fizikçiler gibi açıktan karşı çıkıl-

[167] Bkz. "Virtual black holes", S. W. Hawking, arXiv: hep-th/9510029v, 16 Ekim 1995. Hawking makalenin özetinde şöyle diyor: "Bu kuantum tutarlılığı kaybı skaler alanlar dışında, her şey için düşük enerjilerde çok küçüktür, bu da bizim Higgs parçacığını göremeyeceğimizi öngörmeye yol açıyor.

[168] Bkz. "Clash of the atom-smashing academics", Alastair Dalton, *The Scotsman*, 2 Eylül 2002.

madığını söylemişti. Habere göre, Higgs, “Diğer insanların yapmadığı bir şekilde açıklamalarla işi kurtarıyor. nl olması, ona diğer insanların sahip olmadığı bir hazır inanırılık veriyor,” demişti. Bu açıklamalara Hawking, “Higgs’in sözlerindeki derin duygusal ton beni şaşırttı. İnsanların bilimsel sorunları kişisel değerlendirmeler olmadan tartışabilmesini umarım,” diye yanıt verdi. İkililer daha sonra aralarındaki anlaşmazlığı giderdiler, fakat parçacığı görme umudu konusundaki anlaşmazlıkları devam etti.

2000 yılının ekim ayının başlarında, CERN, LEP döneminin bitişi için uzun süredir planlanan bir kutlama yaptı. Makine o ana kadar hiçbir yeni parçacık bulamamıştı. Bununla birlikte, W ve Z parçacıklarını çok büyük kesinlikle ölçmüş ve fizikçilerin temel madde kuramı olan Standart Model’i daha sağlam temellere oturtmuştu. Kutlamalar başlarken, CERN yöneticileri, Higgs avının nasıl gittiğini öğrenmek için küçük bir bilim insanı grubu ile kapalı bir toplantı daha yaptı. Fazla bir değişiklik yoktu. Olası ipuçları yalnızca Aleph ve Delphi dedektörlerinden gelenlerdi ve dört dedektörün tamamından gelen verilerin toplam gücü 2,5 sigma olarak hesaplanmıştı. Kabul edilebilir genişleme miktarı, araştırmacılara bunu 3 sigma sinyaline çıkarma şansı veriyordu –ki bu en azından Higgs bozonlarının (varlığı konusunda) resmi “kanıt” olduğunu iddia etmek için yeterliydi. Bilim insanlarına gidip nihai sonuçlarını 3 Kasım’a kadar hazırlamaları söylendi.

CERN’deki bilim insanları haklı olarak kaydettikleri Higgs benzeri olaylar konusunda ihtiyatlıydı. Ortaya çıkan beş olay da Higgs bozonu ve ona eşlik eden Z parçacığı gibi görünüyordu ve her ikisi de kuarklara bozunuyordu. Bu, Higgs’in kendini göstermesinin en olası yolu olsa da, tek yolu değildi. Normal olarak olayların yüzde 70’inde parçacığın kendini bu yolla göstermesi beklenir. Yüzde 20’lik durumda ise Z parçacığı nötronlara bozunur; bunlar da dedektörde bir

iz bırakmadan yok olur. Geri kalan zamanda ise Z elektronlara ya da muon denen daha ağır kuzenine parçalanır. Yaklaşık olarak üçte bir oranında gerçekleşmesi gereken bu izlerden hiç birisinin belirlenmemiş olması kuşku uyandırıcıydı.¹⁶⁹

Birkaç hafta sonra, L3 adı verilen başka bir LEP dedektöründe görevli olan Ross Berbeco adlı bir fizikçi, laboratuarda uzun bir çarşamba günü geçiriyordu. Son toplantıdan önce son bir hanile yapmak için, dedektörün geçen iki haftada topladığı verileri işliyordu. Duvardaki saat gece yarısını gösteriyordu. Berbeco, "Veri işlemeyi bitirdikten sonra, eve gidip, rahatlamayı ve kız arkadaşını aramayı umuyordu."¹⁷⁰ Verilerin işlenmesi tamamlandığında, Berbeco sonuçlara bir göz attı. 16 Ekim'de saat 23'te kaydedilmiş Higgs benzeri bir olay vardı. Farklı bir sinyal türüydü, Z parçacığının nötronlara bozunacağı en olası ikinci türden bir olay.

Ekrandaki bir sayı Berbeco'nun donakalmasına neden oldu. Sayı dedektörün yazılımı tarafından hesaplanmıştı ve kaydedilen çarpışmanın çöpünün, bir Higgs ile birlikte ortaya çıkması beklenen çöpe ne kadar benzediğini söylüyordu. Bu sayı 0 ile 1 arasında herhangi bir değerde olabilirdi ve 1 en iyi sonuçtu. Ekrandaki sayı ise 0,9995 idi. Berbeco olayı incelemek için birkaç saat daha geçirdi. Hiçbir şeyi yanlış yapmadığından emin olmak için, yaptıklarının üstünden bir daha geçti. Sabahın dördünde artık uyumak için eve gitmeye karar verdi. Yolda giderken patronuna bir e-posta attı ve olaya bir de onun bakmasını istedi.

L3'ün Higgs bozonunu görmüş olabileceği söylentisi kısa sürede yayıldı. Üç şey olayı çok önemli hâle getiriyordu. Hesaplama-

[169] Farklı bozunmalar ve olasılıkların ayrıntılı bir tartışması için bkz. "Direct search for the Standard Model Higgs boson", P. Janot ve M. Kado, *Comptes Rendus Physique*, c.3 (2002), s.1193.

[170] Ross Berbeco'nun BBC 4. Radyosunun "Frontiers (Ufuklar) programında 1 Kasım 2000'de yaptığı konuşmadan.

lar, bu bir Higgs bozonu ise bunun Aleph dedektörünün gördüğünü d    nd ğ  par ac kla hemen hemen aynı k t leye sahip olduğ nu gösteriyordu. Bu başka bir dedektörden gelen bir teyitti, böylece Aleph'in sinyallerinin makinedeki bazı garip rastlantılardan gelmiş olabileceğ  endişelerini azaltıyordu.     nc  olarak, L3' n yakalad ğ  Higgs benzeri desen, Aleph'tekinden farklıydı. Bütün bunlar gerçekten Higgs bozonu varsa tam da görmeyi beklediğ iniz şeylerdi.

 arp        n n kapanmasına yalnızca günler kalmıştı, ama birçok bilim insan  ve mühendis Higgs bozonuna neredeyse parmaklarının ucuyla dokunduklarını hissetmi ti. Makinenin operatörleri ve dedektör grupları derhal yönetimi makinenin biraz daha fazla çalışmasına izin vermeye zorlamak için kalkı ılan iddialı bir girişim üzerinde çalışmaya başladı. Makinenin yalnızca birkaç hafta değ l, k   tatilinde ve 2001'in ortasına kadar yüksek enerjide çalışmasını istiyorlardı. Hızlandırıcının tüneli, halen devam eden LEP'in halefi Büyük Hadron  arp         (LHC) inşaatının etkisi altında sarsılmakta olmasına karşın, eski hızlandırıcı ünitelerini yenileyerek LEP'i 208 GeV'in üstüne  ıkarabilirlerdi. Bu plan uygulanırsa ve deneylerin şimdi g sterdiğ  gibi Higgs bozonu 115 GeV civarında ise bilim insanlarının toplam 2,9 sigma olan Higgs sinyallerini karşı çıkılamaz 5,3 sigma keşif düzeyine çıkarma şansları yüksek olurdu.

Bilim insanları planlarını CERN yöneticilerine sundu, onlar da plan  LEP deneyler komitesi ile birlikte ayrıntılı olarak inceledi. statistiklere göre, Higgs benzeri desenlerin rastlantı olması ve gerçek bir Higgs par ac ğ  ile hiçbir ilgisinin olmaması olasılığı sadece yüzde 0,2 idi. Bunun  zerine, komite tutucu bir tavır takınd . Komite Higgs bozonunun 115 GeV düzeyinde kendilerini bekliyor olma olasılığının 50'ye 50'den fazla olmadığına karar verdi. Kafalar  karıştıran şey, Higgs par ac ğ  115 GeV'den çok az daha ağır, 116 GeV olsa bile, 2001'e kadar  arp        y   alı tırsalar da resmi bir ke-

şif yapma olasılıkları olmayacaktı. Toplantının tutanaklarına göre, “LEP’in 2001’e kadar çalıştırılması durumunda, Higgs’in keşfedilme olasılığı oldukça büyüktü”, ama bu iyimserlik koşullara bağlıydı.¹⁷¹ Tutanaklarda daha sonra şöyle deniyordu: “Mevcut olaylar bir Higgs nedeniyle gerçekleşmiş olsa bile, bu parçacığın kütesinin, bir keşif yapmak için çalışma süresini bir yıl uzatmaya değmeyecek kadar büyük olma olasılığı yüzde 20 idi.” Bilim insanları ne yapmak gerektiği konusunda uzun ve yoğun tartışmalar yaptı. Higgs parçacığı çok yakın görünüyordu ve kanıtlar her geçen hafta daha da iyileşiyordu. Şimdi çalışmaları durdurmak, fırsat önceliğini en az 5 yıllığına ABD’deki Tevatron’a vermek olacaktı. İşin dezavantajı ise LEP’i 2001’e kadar çalıştırmak Büyük Hadron Çarpıştırıcısı’nın faaliyete geçmesini muhtemelen geciktirecekti. Bu yeni makine çok daha iyiydi ve CERN’in de geleceği idi. Birçok bilim insanı 6 ay daha LEP’le devam etmek için CERN’de kulis yaparken, deney komitesi konuyu yönetimin önüne koymaya yetecek bir resmi uzlaşmaya varamadı.

O öğleden sonra, CERN’deki yüzlerce bilim insanı, Higgs bozonu avı ile ilgili son gelişmeler konusunda ilk açık toplantı için ana toplantı salonunu doldurdu. CERN Higgs çalışma grubu üyesi ve Heidelberg Üniversitesi fizikçilerinden Peter Igo-Kemenes, katılanlara kanıtları anlattı. Bütün kanıtlar 115 GeV düzeyinde kütleyle sahip bir Higgs bozonuna işaret ediyordu. Bir özet slaytını gösterirken, durdu ve dinleyicilere dönerek “oldukça heyecan verici” dedi. Dinleyiciler patladı ve Igo-Kemenes’i ayakta alkışladılar, ama asıl alkış çarpıştırıcının son günlerinde bu kadar çok büyük bir iş başaran bütün bilim insanları ve mühendisleriydi. Igo-Kemenes, konuşmasını makinenin 2001’e kadar çalışmasına izin verilmesini isteyen bir slaytla bitirdi ve ekledi: “Dört deney grubu da Standart Model – Higgs bozonu araştırmasının çok büyük öneme sahip olduğunu ve

[171] Bkz. LEP deney komitesinin 3 Kasım 2000 tarihli 56. toplantısının tutanakları.

CERN'in böylesine benzersiz bir keşif fırsatını kaçırmaması gerektiğini düşünüyor.”

Toplantıdan bir gün önce, Patrick Janot bürosunda çalışırken, Genel Müdür Luciano Maiani'ye yakın kıdemli bilim insanlarından birisi kendisine telefon etti. Telefon eden kişi “Tebrikler Patrick, kazandın,” dedi. “Maiani karar verdi. Bir yıl daha.” Bu resmi açıklama değildi, ama Janot coşku içindeydi. LEP'in çalışmaya devam etmesi için herkesten daha fazla bastırımış, daha fazla kulis yapımmıştı. Janot, Maiani'nin dinleyiciler arasında olup olmadığını görmek için, ertesi gün yapılan toplantıya gitti. Bir açıklama olursa kaçırmak istemiyordu. Bunun yerine, Igo-Kemenes konuşmasını bitirip soruları almaya başladığında, Maiani L3 dedektörünün gördüğü desen konusunda onu sıkı bir soru yağmuruna tuttu. LEP'in bir yıl daha çalışması konusunda hiçbir şey söylemedi.

Toplantıdan sonra Janot'a, telefon eden aynı kişiden bir telefon daha geldi. Maiani U dönüşü yapımmıştı. LEP'i 2001'e kadar alıştırma planı bir gecede yırtılıp atılmıştı. Janot deliye döndü. Janot *New York Times*'e verdiği bir röportajda, “ok mutluyken birden acı eker olmuştum. Bu aşırı zordu. Atlatmam bir yıldan fazla sürdü. Bütün bir yıl boyunca kaybettiğim bir şeyin özlemini çektim. Onun için o kadar çok çalışmıştım ki, en önemli parçacığı keşfedebilecektim, sonra aniden bana ‘Hayır. O kişi sen değilsin’ dendi. İnsanlık tarihine bir katkı yapma olasılığınız olduğu zaman, o şansı kaçıramazsınız. Önümüzdeki seçenek işte buydu.”¹⁷²

CERN'den kimi bilim insanlarına göre, Maiani, laboratuardaki kıdemli araştırmacılarla yaptığı bir dizi teke tek görüşmeden sonra fikrini değiştirdi. Onların her biri ile Higgs bozonu için ellerindeki kanıtlar hakkında konuştu. Peter Igo-Kemenes'in konuşmasını yapmasından önceki gece, herkes eve gittikten sonra, dedektörlerden bi-

[172] Patrick Janot, aktaran *New York Times*, 4 Kasım 2000.

rinde çalışan fizikçilerden birisi özel olarak Maiani'yle görüşmek için geri döndü. Maiani'ye L3'deki olay konusunda yanıltıldığını söyledi. Olay hiçbir şekilde uygun bir Higgs sinyali değildi. Çöptü.

L3 sinyalinin şiddeti, Higgs bozonunun yanı sıra üretilen ve iki nötrinoya bozunan Z parçacığına dayanıyordu. Nötrinoları doğru-
dan göremezsiniz, çünkü dedektörde iz bırakmadan geçip giderler. Ancak onların varlığını, kendileri ile birlikte götürdükleri “kayıp enerji”den anlayabilirsiniz; bu kayıp enerji de dedektör tarafından kaydedilir. Bu süreci, gama demetleri adı verilen yüksek enerjili fotonlara bozunan diğer parçacıklar gibi, diğer süreçlerden ayırmak aşırı zordur.

Maiani, L3 Higgs sinyallerinin beklenen arka planı üzerinde çalıştı, ki bu arka plan yanlış bir sinyal üretebilecek bütün diğer parçacık türlerinin bir ölçüsünü veriyordu. Maiani bana sonucun onu “bir gemici gibi terlettiğini”, çünkü çok küçük olduğunu söyledi. Bu sonuç, bir Higgs sinyalinin kolayca dikkat çekmesi gerektiği anlamına geliyordu. “Bu beni bir Higgs’in üstünde mi oturuyoruz acaba diye düşünmeye itti, bu en son anda olan bir şeydi. Bunu tartıştık, tartıştık, tartıştık, ama nihai olarak L3'te hiçbir şeyin kanıtına sahip olmadıklarına ikna oldum,” dedi. Maiani, L3'ten gelen reddedilemez bir kanıt olmadan, daha da ileri gitmenin büyük bir kumar olacağını hissetmişti.

Igo-Kemenes'in dolu toplantı salonunda yaptığı konuşmadan birkaç gün sonra, CERN'deki üst düzey araştırma heyeti, yaşanan çarpıştırıcının kaderi üzerinde nihai kararı vermek için toplandı. Toplantı, CERN'in ana binasının en üst katında yapılıyordu. Laboratuardaki çoğu bilim insanı toplantıyı son şansları olarak gördü. Bilim insanları bir blok ötede, toplantının yapıldığı binayı gören başka bir binada toplandı.

Kampusun üzerine karanlık çökerken toplantı da uzadıkça uzadı. Bilim insanlarından birisi, “Işıklar sönene kadar izlemeye devam

ettik, çünkü ışıkların sönmesinin bir karar alındığı anlamına geldiğini biliyorduk,” dedi. Işıklar gece yarısına kadar sönmedi.

Toplantıda en büyük endişe LEP’i bir yıl daha çalıştırmanın Büyük Hadron Çarpıştırıcısı’na (LHC) etkisi ile ilgiliydi. LHC projesinin başındaki Lyn Evans, makinenin tamamlanma süresinin değiştirilmesinin zorunlu olduğunu söyledi. Makine güçlkle 2006’nın sonuna yetiştirilebilirdi, ama bu bir kumardı. Büyük olasılıkla, ilk yüksek enerji çarpışmasının 2007’ye ertelenmesi gerekecekti. Geciktirme ve LEP’i bir yıl daha çalıştırmanın maliyetinin 120 milyon İsveçre frangı olduğu hesaplanmıştı.

Maddi zarar yalnızca LEP’i altı ay daha çalıştırmanın maliyetinden kaynaklanmıyordu. CERN, LHC’nin inşaatını geciktirerek yeni çarpıştırıcı için parçalar üretmeye başlamış olan mühendislik firmaları ile imzaladığı antlaşmalarını da bozmuş olacaktı. Maiani bana, “Bu firmaların bizi mahkemeye vereceği açıktı. Onların işçilerine bir yıl boyunca hiçbir şey yapmadan para ödemek zorunda kalacaktık,” dedi.

Araştırma heyeti bunun ardından, LEP’i kapatırlarsa Higgs parçacığı avında ABD’nin Fermilab laboratuvarındaki Tevatron’un onları yenip yenemeyeceğine baktı. Bu konuda kesin bir karar vermek zordu, ama CERN yöneticileri Tevatron’un 2007’den önce Higgs’i görme olasılığının olmadığını düşündüler, o zaman da LHC hazır ve çalışıyor olacaktı. Ancak yine de Amerikan çarpıştırıcısının CERN’in yeni makinesi tam kapasite çalışmaya başlamadan önce, bazı kanıtlar gözlemleme olasılığı vardı.

Toplantıyı bir maratona dönüştüren şey, LEP’le devam etmenin artıları ve eksilerinin her biri üzerinde yapılan tartışmalardı. Higgs parçacığı CERN için büyük bir ödül –muhtemelen bir Nobel ödülü– olacaktı ve sanki orada bir Higgs parçacığı varmış gibi görünen kanıtlar artıyordu. Şimdi LEP’in çalışmasına son vermek, yanıtı muallakta bırakmak ve keşfi Tevatron’daki bilim insanlarına hediye et-

mek demekti. Diğerleri ise Higgs kanıtlarının LHC'nin inşaatını er-
telemeye yetecek kadar güçlü olmadığını ve katlanılacak maliyetin
de çok büyük olduğunu savundu. Hayati bir biçimde, bazıları deney
komitesinin kendisinin de eski makinenin çalışma süresini uzatıp
uzatmama konusunda bir karara varamadığını belirtti. Toplantı so-
na yaklaşırken ekip ikiye bölünmüştü.¹⁷³ Genel Müdür'e verebilecek-
leri bir öneri üzerinde uzlaşamıyorlardı.

Patrick Janot, LEP'in çalışmaya devam etmesi için zaten daha
önceden bir kampanya başlatmıştı. Yönetimin kararını değiştirme-
si umudu ile CERN bilim insanları arasında bir dilekçeyi imzaya
açmıştı. Kulis faaliyetleri sırasında laboratuordakilerden birisi ona
LHC'nin gayrı resmi inşaat takviminin bir örneğini gönderdi. Buna
göre makine zaten gecikmelerle karşı karşıyaydı ve LEP'i 2001'de de
çalıştırmanın LHC'nin inşaat takvimi üzerinde neredeyse hiçbir et-
kisi olmayacaktı. Janot bu gayrı resmi takvimi kendi internet sitesin-
de yayınladığında, yönetim ekibinden biri ona bir telefon etti. Janot,
"Onu derhal kaldırmamı aksi takdirde işten atılacağımı söylediler,"
dedi. Maiani bu takviminin hazırlanmasını kendisinin istediğini ka-
bul etti, ama takvimin LHC'yi kısa sürede inşa etmeye çalışmanın
gerçekçi olmadığını teyit ettiğini söyledi.¹⁷⁴

Araştırma heyetinin toplantısından sonraki gün CERN'deki bi-
lim insanları, laboratuvarın bir basın bildirisi yayınladığını gördük-
lerinde şaşkına döndüler. Bildiride, LEP'in artık çalışmasına son ve-
rildiği belirtiliyordu.¹⁷⁵ Maiani danıştığı hiçbir yüksek bilimsel ko-

[173] CERN araştırma kurulunun 7 Kasım 2000 tarihli 149. toplantısının tutanak-
larında şöyle deniyor: "LEP işbirliklerinin sözcüsünün notunu da dikkate alan,
uzun ve yorucu bir tartışmadan sonra, araştırma kurulu üyeleri Genel Müdür'e
sunulacak bir öneri üzerinde anlaşamadılar."

[174] Bkz. Almanya'nın Desy laboratuvarında yapılan Avrupa Gelecek Hızlandırıcılar
Komitesi'nin 30 Kasım 2000 tarihi sınırlı toplantısının notları.

[175] CERN basın açıklaması, 8 Kasım 2000.

miteden açık bir öneri alamamıştı, dolayısıyla LEP'i kapatma ve LHC'nin nn açma yönündeki mevcut plan yürürlüğe girecekti. Gordion'un düğümünü kesmişti. Çalışanlar böyle önemli bir haberi basından duyduklarına inanamadılar. CERN'de çalışanların üçte ikisinden fazlasının ye olduğu CERN alışanları Derneği sözünü sakınmadı ve "Böyle bir karar, artık bir bütün olarak bilimsel topluluğu nasıl dinlemesi gerektiğini bilmeyen bir genel müdür tarafından gizlice alınamaz," şeklinde açıklama yaptı.¹⁷⁶ ümitsizlik had safhadaydı, neredeyse parçacık fizikçileri topluluğu ikiye blnecekti.

CERN'deki iyimserler erteleme için son bir şans daha gördü. Basın açıklamasında CERN yöneticilerinin laboratuara ye ülkelerin onayını almadan LEP'i sökmeye başlamayacakları söyleniyordu. lkeler gelecek iki hafta içindeki bir cuma günü karar vermek üzere toplanacaktı. Delegeler toplantıdan çıkar çıkılmaz toplantı haberleri sızdı. Aleph ekibinin başkanı Dieter Schlatter kendi grubuna gönderdiği bir e-postada, "zc haber, LEP'in sökülmesine pazartesi günü başlanıyor. Henüz resmi bir haber almadım, ama konsey komitesinin üyelerinden birisinden, son komitelerde gelenek olduğu üzere, herhangi bir çözüm üzerinde uzlaşma sağlanamadığını ğrendik. Dolayısıyla genel müdürün sökme isteği geçerlidir," diyor ve e-postayı şu sözlerle bitiriyordu: "Hayaller her zaman gerçek olmaz, ama hayallere sahip olmak da güzeldir."

Janot için bu, CERN'in Higgs bozonunu yakalama konusundaki en iyi şansından vazgeçtiği andı. ABD'de Tevatron'daki bilim insanları, Büyük Hadron arpıştırıcısı hazır olup faaliyete geçmeden önce, parçacığı bulmak için bütün çabalarını göstereceklerini söyledi. Janot İngiltere'de yayımlanan *Physics World*'de yer alan açıklamasında "CERN şansını kaçırdığı için gülünç düşecek ve CERN'in geleceği çok karanlık olacak," dedi.

[176] Bkz. "CERN split over collider closure", *Physics World*, 1 Aralık 2000.

Michigan'da, Gordy Kane bir mektup yazıp postaya verdi. Mektup Cambridge Üniversitesi'nden Stephen Hawking'e yazılmıştı ve zarfa 100 dolarlık bir çek konmuştu. Birkaç yıl sonra kendisiyle e-posta ile haberleştiğimizde Profesör Hawking bana Higgs bozonunun asla bulunamayacağı konusunda girdiği bahsin LEP'in kapatılması ile sona ermediğini söyledi. Bahis Fermilab'ın Tevatron'u ve CERN'in Büyük Hadron Çarpıştırıcısı için de geçerliydi. Bana yazdığı bir e-postada, "Sanal kara deliklerin Higgs'in gözlemlenmesini olanaksız hâle getirmesi olasılığının yüksek olduğunu düşünüyorum, ama elbette, Higgs bulunursa bahsi öderim," dedi.¹⁷⁷ Bunu duyan Kane, Hawking'e parayı gönderdiğini, parasını bir gün geri alacağından emin olduğunu söyledi.

* * *

Brasenose Koleji, Oxford Üniversitesi kadar güzeldir. Kent merkezinin gürültüsünden kısa bir yürüyüş mesafesi uzaktadır ve nefes kesici 18. yüzyıldan kalma Radcliffe Camera kütüphanesinin egemen olduğu bir meydana açılan, düzenli biçimde döşenmiş parke taşlı bir yolun sonundadır. Kolejin kendisi de 200 yaşındadır ve sayısız taş duvarları ve güzel pencere pervazları, bir santim uzunluğunda düzgünce kesilmiş ve bakımlı çimenlikleri çevreler.

LEP kapatıldığında CERN araştırma direktörü olan Roger Cashmore 2003'de Brasenose müdürlüğü görevine başladı. Havadar bir büroda, muhtemelen Kopernik'in Güneş'in Güneş Sistemi'nin merkezinde olduğunu keşfetmesinden bu yana burada olan büyük bir tahta masanın arkasında oturuyor. LEP'i kapatma kararının verildiği zaman Cashmore CERN'deki tartışmaların göbeğindeydi. "Çok endişelerle yüklü bir zamandı," diyor.

Kararın püf noktası basitçe, Higgs parçacığı kanıtının, yarışta geri kalmaya değmeyecek kadar küçük olmasıydı. Bilim insan-

[177] S. W. Hawking'den gelen e-postalar.

ları, laboratuvarın varlık nedeni yeni fiziği keşfetmek olduğu için, LEP'in bir yıl daha fazla çalışması gerektiğini savundular. Higgs bozonu 2001'de bulunsaydı Büyük Hadron Çarpıştırıcısı kurulurken, bilim insanları Higgs'in varlığının sonuçları üzerinde çalışmalarını tamamlayabilirlerdi. Sonuç olarak, karar yalnızca bilimsel keşfin değerine dayanılarak alınamazdı.

Daha sonra, Maiani'nin liderliği sırasında, CERN'in mali yapısında büyük bir delik açıldığı ortaya çıktı. Yaklaşık 850 milyon İsviçre Frangı (zamanın fiyatlarıyla 570 milyon dolar kadar) olan açığın boyutu 2001 sonbaharına kadar açıklanmadı. Maiani sorun hakkında dürüst olmasının uzun zaman almasından dolayı özür diledi, ama CERN'deki Higgs heyecanının dikkatini dağıttığını söyledi.¹⁷⁸

"Eğer LEP'i daha fazla çalıştırsak ve hiçbir şey elde edemesek ondan sonra da Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın finansmanındaki büyük deliği bulmuş olsaydık, bu..." diyen Cahsmore eliyle boyununu keser gibi yaparak, bunun ne anlama geleceğini belirtti. "Bu olayın sonu olabilirdi. Olay bu kadar dramatikti. Çok zor bir durumdu. Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın yapımı kesin değildi. İnsanlar fişi çekebilirdi. Bizim sorumsuz olduğumuzu, sahip olmadığımız parayı harcadığımızı söyleyebilirlerdi. Olup olmaması eşit şansa sahipti ve uzak bir ihtimaldi. Sonuçta elimizde hiçbir şey kalmayabilirdi."

"Karar vermek zorundaydık: kapatacak mıyız, yoksa devam mı edeceğiz? Kapatmanın doğru karar olduğuna ikna oldum, ama binlerce düşman kazandık. Bu düşmanlar bir köşe başında bizi arkadan bıçaklayabilirdi. LEP'i kapatmanın yanlış karar olduğuna kesinlikle inanan çok kişi vardı," diyor Cashmore. Edinburgh'daki Peter Higgs ise çarpıştırıcıyı kapatma kararını tümüyle destekledi.

[178] Bkz. "CERN's head rejects mismanagement claims", Alison Abbott, *Nature*, c.413, 18 Ekim 2001.

Zamanla LEP'teki Higgs parçacığına ilişkin ipuçları silikleşti. Makine kapatıldıktan sonra, bilim insanları dedektörlerden alınan bütün kanıtları daha ayrıntılı olarak incelediler. İncelemeyi bitirdiklerinde, çarpıştırıcıda yaratılan diğer parçacıkların arka planına karşı, yalnızca Aleph'in Higgs sinyalleri ayakta kaldı. Diğerleri daha yakın inceleme içinde yok oldular. Kanıtın toplam önemi 1,7 sigma'ya düştü.¹⁷⁹ Bu durum zamanında biliniyor olsaydı LEP'i kapatma kararı daha az sarsıcı olabilirdi. LEP'in son sözü, Higgs bozonunun 114,4 GeV'den daha ağır olmak zorunda olduğuydu. Anlamlı Higgs sinyallerinden çıkan en muhtemel kütle ise 115,6 GeV'di.

LEP kapatıldıktan bir yıl sonra, eski çarpıştırıcı, birçok bilim adamının gördüklerine inanamayarak, başlarını ellerinin arasına almalarına yol açacak bir şekilde bir kez daha manşetlere çıktı. İngiltere'de yayımlanan bilim dergisi *New Scientist*, Higgs bozonunun aslında hiç olmadığını ileri süren bir makale yayımladı.¹⁸⁰ San-ki bu yeterince kötü değilmiş gibi, *Times* gazetesi de makaleyi haber yaptı. *Times*'in haberinin manşeti, TANRI PARÇACIĞI 6 MİLYAR STERLİNLİK GİDERDE KABYOLDU şeklindeydi. Haberde, meşhur hedefleri olan Higgs bozonu bilim insanlarının hayalinin ürünü ise CERN'in yeni projesi, Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın neye yarayacağı soruluyordu. CERN'deki fizikçiler sinirliydi.

Olanlar bir kulaktan kulağa fısıldama oyununa benziyordu. CERN elektrozayıf çalışma grubu diye bilinen ve yeni oluşturulan bir grup bilim insanına ev sahipliği yapıyordu. Grubun adından da anlaşılacağı gibi, bu bilim insanlarının çıkarları, elektromanyetiz-

[179] Bkz. "Search for the Standard Model Higgs boson at LEP", *Physics Letters B*, c.565 (2003), s.61.

[180] 5 Aralık 2001'de yayınlanan "No sign of the Higgs boson" (Higgs bozonundan bir iz yok) başlıklı makale şöyle başlıyordu: "Fizikçilerin maddenin neden kütleyle sahip olduğunu açıkladığını düşündükleri efsane parçacık, büyük olasılıkla yok."

ma ile zayıf kuvvetin birleştirilmesine önem veren fizikte yatıyordu. Bu kuram büyük oranda Higgs mekanizmasına dayanıyordu. Grup, başka fiziksel ölçümlere dayanarak, farklı k t lelerde Higgs parçacıkları bulma olasılıklarını senaryolaştırmıştı. Senaryoya göre, Higgs büyük olasılıkla 80 GeV’de bulunacaktı.

Hik ye, CERN grubunun bir  yesi olan John Swain’in *New Scientist* dergisi muhbirine LEP’in Higgs parçacığının sahip olacağını düşündükleri k t lelerin yarisını olasılık dışına ittiğini s ylediğ  zaman patladı. Swain, habere göre şöyle demişti: “Ortada bir Higgs olmaması olasılığı, olması olasılığından daha fazla.” Bu bir yorumdu, ama Swain böyle demek istemediğini ileri sürdü. Swain’in daha sonra bana a ıkladığ na göre, Higgs par acığın  avlamak evin kapısının kayıp anahtarlarını aramaya benzer. Anahtarı oda oda ararsınız ve fazla zaman geçmeden evin yarısından çoğunu ararsınız. Eğ r buna meyilliyseniz, orada ve o anda evinizin anahtarlarının artık olmadığına karar verirsiniz. Oysa büyük olasılıkla, onları nerede bıraktığ n z konusunda yanlış tahminlerde bulunuyorsunuzdur.

CERN bilim insanlarından üst düzey bir grup, *New Scientist* dergisi editörüne habere itiraz etmek için bir mektup yazdı. “Verilerinin tamamının, parçacık fiziğini anlamada kilit rolü oynamaya devam eden Higgs bozonunun varlığına uygun ve uyumlu olduğu,” dikkate alındığında, haberi okumanın kendilerini şaşırttığını yazdılar.

Swain’e e-posta ve telefon yağıdı. Meslektaşları  fkelenmişti. ABD mali fon sağlama ajansı Ulusal Bilim Vakfı, ne olup bittiğini öğrenmek için telefon etti. Swain, “ ok çok öfkeli birçok kişinin kendisiyle görüştüğünü,” söyledi. Swain hasarı azaltma çabası için de *Times*’in editörüne göndermek için bir mektup hazırladı. Mektupta, Higgs parçacığının basitçe beklentilerin en u  noktası olabileceğini açıklamaya çalıştı. Higgs parçacığı olmasa bile, ona benzer bir şeyin

de aynı işi yapacağını ve Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda bunun bulunabileceğini açıkladı. Mektubu asla yayınlanmadı. Swain, "Onlara yazdım, faks çektim, telefon ettim, e-posta attım, her şey yaptım. Tüm bunlara karşın hiçbir sonuç alamadım," dedi. Sonunda Swain vazgeçti ve yanlış giden şeyin ne olduğunu açıklamak için, mektubunu aklına gelen her fizikçiye e-posta ile gönderdi.

Bu olay bilim insanlarının medyaya güvenini artırmadı, ama Higgs bozonunu avlamaya çalışan bilim insanlarının bazılarının aklından geçenlerle ilgili ender bir bilgi verdi. Swain, araştırmacılardan, Higgs bozonunun olmak zorunda olduğunu ve meslek yaşamlarını onu aramakla geçirdiklerini söyleyen mesajlar aldı. Swan, "Bu kişiler, bütün bu hikâyeyi derinden bağlandıkları bir inanca saldıırı olarak gördüler. Bu, bilim insanlarının bile bir şeye ne kadar çok inanacaklarını gösterdi. Eğer bir şey arıyorsanız inancın yardımcı olabilir. Ama bir fikri ne kadar severseniz sevin, onun doğru olmayabileceğini de bilmek zorundasınız. Eğer olayların nasıl olduğunu bildiğimizden kesinlikle emin olsaydık, aramanın bir anlamı olmazdı," dedi.

10. Bölüm

Rüzgârı Kovalamak

Chicago'ya kim Rüzgârlı Şehir adını verdiyse kesinlikle bardağın boş tarafını gören bir kişi olmalı. Kentin olağanüstü güzel tarihi bir mimarisi vardır; müzeleri ve sanat galerileri dünya standartlarındadır. Kentin canlılığı, 1600 kilometre karelik bir alanda kesinlikle rakipsizdir. Bununla birlikte kentin takma adı, rüzgârın en şiddetli olduğu bir zaman denk geldiğinizde evden çıkıp bir kafeye gitmenin ölüm kalım meselesi haline geldiği kış aylarında kenti ziyaret edenlere bir uyarıdır. Rüzgâr o kadar soğuktur ki, iliklerinize işler.

Jarmo, bunlara hazırlıklı olarak gelmiş görünüyordu. Onu bir kutup kabanı ve kaşlarına kadar indirdiği sıcak bir yün şapka ile otelin lobisinde otururken gördüm. Jarmo hakkında, Finlandiyalı bilim yazarı olması ve bir aracı yardımıyla onu Tevatron parçacık çarpıştırıcısının bulunduğu, kentin 57 km kadar batısındaki Fermilab laboratuvarına götürmek üzere anlaşmış olmam dışında bir şey bilmiyordum.

Kent merkezinden Fermilab'a gitmek için Michigan Gölü'nü bulup ters istikamete gitmeniz gerekir. Otoyolda yaklaşık bir saatlik bir yolculuktan sonra, kent arka aynadan kaybolur ve laboratuvarın bu-

lunduğu 28 bin dönümlük kampusa giden bir yan yola saparsınız. Şubat 2009'da bir salı günü laboratuara vardığımızda, giriş yolunda bizi çıplak bir kış ormanı, donmuş göller ve sabah yağın karla kaplı sararmış otlara sahip bir manzara karşıladı.

Daha da ileride yol, Talos'un Arganotları beklemesi gibi bacaklarını açarak yolun ortasına dikilmiş, dev turuncu-kahverengi bir heykelin ayakları arasından geçer. 15 metre yüksekliğindeki heykel, laboratuvarın ilk müdürü Robert Wilson'ın gözdesiydi. Heykelin yerden yukarı doğru zarif biçimde bükülen üç ayağı vardır, ama bunlar yolun üzerinde farklı yüksekliklerde birbirleriyle birleşirler. Tasarım, hangi açıdan bakarsanız bakın, heykelin size zorlama ve dengesiz görünmesini sağlar.¹⁸¹ Ancak heykelin altına uzanıp yukarı bakarsanız heykelin gerçek güzelliği görülür. Wilson heykele "Simetri Kırılması" adını vermiştir; simetri kırılması kavramı Higgs mekanizmasının tam kalbinde yatar.

Fermilab'daki çalışmaların merkezi, Wilson Hall denen devasa binadır. Bina, yandan bakıldığında dev bir tost makinesine benzer, ama uzunlamasına bakıldığında, Yunanca Pi harfine, ya da dua etmek için birleştirilmiş iki dev elden oluşan bir tapınağa benzetilebilir. Wilson Hall, yerin 7,62 metre altındaki 6,43 km çapında bir tünele sahip Tevatron çarpıştırıcısının bir yanındadır.

Tevatron, CDF (Collider Dedector at Fermilab) ve DZero (adını hızlandırıcı halkasının üzerindeki yerden almıştır) adlı iki dedektörde, protonları antiprotonlarla çarpıştırmak için kuruldu. Tasarımın avantajları ve dezavantajları var. Avantaj olarak, protonlarla antiprotonlar aynı kütleyle ve eşit fakat zıt elektrik yüklerine sahip oldukları için, aynı hızlandırıcı içinde her iki ışını da yüksek hızlara çıkarabilirsiniz. Bir proton demetini bir yöne iten bir elektrik alanı antiproton demetini de öteki yöne iter. Dezavantaj olarak ise antip-

[181] Fermilab'ın eski müdürü Leon Lederman'ın ileri sürdüğü bir fikir.

rotonları oluşturmak zordur ve iyi huylu demetlere çevirmek de alengirli bir iştir.

Makinede ilk çarpışmalar 1985’de gerçekleştirildi, ama Tevatron’daki bilim insanları en büyük keşiflerini ancak on yıl sonra yaptılar. Mart 1995’te dedektör ekipleri, bilinen en ağır temel parçacık olan “st Kuark”ı bulduklarını duyurdu. Üst kuark yaklaşık 170 GeV ağırlığındaydı. Bir başka ifadeyle üst kuark yaklaşık bir altın atomu ağırlığındadır. Bu da neredeyse kesin olarak bilim insanlarının olması gerektiğini öngördükleri değerdir.

Daha sonra, tüketilen bira kasa şampanyadan sonra, Tevatron, önceden planlanan bir güncelleme için kapatıldı. Makine parçacık demetlerine biraz daha g katarak, toplam çarpışma enerjisini 1,96 TeV’e çıkarmak için yenilendi. Temel iyileştirme dedektörlerde ve hızlandırıcı donanımlarında yapıldı. Hızlandırıcı donanımları daha parlak ışınlarla çalışabilecek şekilde yenilendi. Tevatron daha yoğun ışınlarla, çarpışma oranını saniyede bir milyonun üstüne çıkardı.

CERN’in LEP arpıştırıcısında Higgs parçacıklarının izi ortaya çıktığında, yenilenmiş Tevatron, Higgs parçacığını aramak için tekrar çalıştırılmak üzereydi. CDF ekibinin iki yöneticisinden biri olan Robert Roser, “st Kuark”ın bulunduğu günlerden beri Fermilab’daydı. CERN’in Higgs’i bulmuş olabileceği söylentileri başlayınca hayal kırıklığına uğramamak mümkün değildi. Roser, CDF kontrol odasının dışında donanımların gürültüsü içinde “Bütün bu zamanı Higgs’i bulmak amacıyla denemede bulunmak için harcamıştık ve tam hazırlanmak üzereyken, bazıları onu bulmuş olabileceklerini söyledi. Aslında tek derdimiz sorulara aradığımız yanıtlar olsa da, gururumuz var ve rekabetiyiz. Bir işe kanınızı, canınızı, terinizi verdiğiniz zaman, yanıtı bulan kişi olmak istemeniz doğaldır,” dedi.

LEP eli boş olarak kapandığında, Tevatron yarışta tek başına kalmıştı. Tevatron 2001 baharında çalışmaya başladı, ama kısa bir süre

sonra bir şeylerin yanlış olduğu ortaya çıktı. Mühendisler hızlandırıcıyı düzeltmeye çalıştı. Yıllardır ilk kez hızlandırıcı düşük performans göstermişti. Laboratuvar, basında eleştiri oklarının hedefi haline geldi ve makineyi çalıştıran ekiplerle dedektörlerdeki bilim insanları arasındaki ilişkiler gerginleşti. Higgs bozonu arayışı hiçbir sonuç vermiyordu, çünkü makine yeterince parçacık çarpıştırmıyordu.

Tevatron'da başlangıçta ortaya çıkan sorunlar, yüksek enerjilerde, demetleri kontrol altında ve iyi tanımlanmış bir yörüngede tutmanın zor olması anlamına geliyordu. Bu, demetlerin kafa kafaya çarpışması için gereken hassasiyeti bozuyordu.

Bütün yönlendirici mıknatısların oluşturduğu halkanın tamamının, GPS cihazları ve lazer izleme donanımları ile yeniden ayarlanması gerekiyordu. 2005 yılının başında hızlandırıcı tam güçle çalışıyor ve bilim insanlarına nihayet Higgs bozonunu görebilme umudu verebilecek kadar parçacığı düzenli biçimde çarpıştırabiliyordu.

Meslek sahibi herkes gibi, parçacık fizikçileri de iş neredeyse oraya gider. Yüksek enerjili tesisler farklı kıtalarda açılıp kapanırken bilim insanları da doğada yeni bir şey bulma şansı en çok neredeyse oraya göç eder. Modern bilgisayar ağları sayesinde bazıları sanal olarak göç edip çarpışma verilerini üniversite bürolarının konforu içinde analiz ederler. Ancak bazıları çarpışmayı takip etmek zorundadır.

John Conway bu tür bir bilim insanıdır. Davis'teki California Üniversitesi'nden bir deneyci olan Conway, Higgs parçacığının boşa ümit veren izlerini gören CERN'deki Aleph ekibiyle birlikte uzun yıllar çalıştı. Bu heyecanlar boşa çıkmadan çok önce, Conway, Fermilab'daki CDF dedektörünün modernizasyonuna yardımcı olmak için ABD'ye geri dönmüştü. Bir süre sonra, Aralık 2006'da tekrar CERN'e döndü. Bu kez inşası süren Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'ndaki Compact Muon Solenoid (CMS) dedektöründe, parçacıkları izlemek için tasarlanan bazı hassas elektronik cihazların teslim edil-

mesini ayarlamak için CERN'e gelmişti. Conway, CERN'e yaptığı bu yolculuğu başka bir nedenden dolayı hatırlıyor.¹⁸² Ekibiyle yılın büyük bölümünü beklemekle geçirmişti. CDF dedektöründe, Higgs paracığıının izlerini bulmak için yeterli miktarda çarpışma olmasını bekliyorlardı. Tevatron'da bir proton ile antiproton arasındaki çarpışma, kuramsal olarak, elektronların daha ağır kuzenleri olan *tau leptonu* denen iki parçacığa çabucak bozunan bir Higgs retebilirdi.

Conway, New Jersey'deki Rutgers niversitesi'nden fizikçilerle tau leptonlarına bozunan bir Higgs parçacığı arayan CDF dedektörü içindeki çarpışmaları sayacak bir program üzerinde çalıştı. Diğer iyi bilinen parçacıklar da pratik olarak benzer sinyaller üreter, dolayısıyla ekip, yazılımlarının çok sayıda yanlış sinyal de yakalayacağını biliyordu. Bu sinyaller arasında bir Higgs bozonu olduğunu bilmenin tek yolu, diğer parçacıkların potansiyel olarak neden olabileceği sinyallerden farklı sinyal görmektir. Hiçbir şey görmemek bir felaket değildir; en azından nerede Higgs bozonu olmadığını ortaya çıkarmanıza yardımcı olur.

Conway'a bir cumartesi sabahı CDF verilerinin geldiği, bütün gerekli kontrol ve denetimlerin yapıldığı bildirildi. Artık, fizikçilerin söylediği gibi, "kutuyu açıp" dedektör bir şey bulduysa bunun ne olduğuna bakabilirdi. Conway, CERN'de, LHC'nin Atlas ve CMS dedektörlerinde çalışan bilim insanlarının bürolarının olduğu 40 numaralı binanın orta avlusunda tek başına oturdu ve dizüstü bilgisayarını çalıştırdı. Birkaç tuşa bastı, sonuçları aldı. Ekranda grafik belirlediğinde, ensesindeki kılların dikildiğini hissetti. Beklendiğinden daha çok tau leptonu sinyali vardı. Conway, "Vay anasını! Bu da ne?" dedi. Eğer Higgs parçacığı varsa gördüğü şey, basitçe parçacığın kendisini gösterme biçimiydi.

[182] Conway, *Discover* dergisinin yayınladığı *Cosmic Variance* adlı blogda bu dönemle ilgili dört ayrıntılı değerlendirme yazısı yayınladı. Bu yazılardan ikisi 26 Ocak 2007'de blogda yer aldı, bunları 9 ve 22 Mart'ta yazılan iki devam makalesi izledi.

Conway Fermilab'a geri dönmek zorundaydı. Havayolu şirketlerini aradı. Pazar gününe yerleri yoktu, ama pazartesi günü Chicago'ya bir yer buldu. Biletini değiştirdi ve Rutgers'deki ekibe neler olup bittiğini bildirmek için bir e-posta attı. Ekiptekiler hâlâ uykundaydı, ama e-postayı almaları uzun sürmeyecekti. Conway, yukarı, avlunun camdan çatısına baktı. Çok yoğun bir hafta sonu yaşayacaktı.

Conway'ın bilgisayarındaki grafik, yaklaşık 160 GeV ağırlığında bir Higgs parçacığının anlık görünüşüne benzeyen, açık bir çıkıntı gösteriyordu. Conway bunun istatistiksel bir dalgalanmadan başka bir şey olmayabileceğini de biliyordu. Parçacık fizikçilerinin hayatlarının başında öğrendiği şeylerden ilki, bir gün heyecanlandırıcı görünen bir sinyalin ertesi gün yok olabileceği idi. Conway'ın kontrol etmesi gereken şey, ortada bir Higgs bozonu yoksa bu büyüklükte bir çıkıntının şans eseri görünme olasılığının ne olduğuydu. Fizikçiler, bunu hesaplamanın sınanmış bir yoluna sahipti, ama bu zaman alan bir işlemdi. Higgs parçacığının olmadığını varsayan, olağanüstü çok sayıda hayali çarpışmanın sonuçlarını toplayan bir bilgisayar simülasyonunu çalıştırırınız. Ardından, sizinkine benzer bir çıkıntının ne kadar sıklıkta görüldüğüne bakarsınız. Eğer çok sık görünüyorsa, "Buldum! (Evreka!)" diye bağırmayı unutabilirsiniz.

Conway, simülasyonu çalıştırması için gereken yazılımları topladı ve işi yirmi bilgisayar arasında bölüştürmek için ek bir kod ekledi. Bir tuşa basarak, California Üniversitesi'nde sessizce işe başlayan çok sayıda bilgisayara komutları ışınladı. Birbirine bağlı olarak çalışan bilgisayarların, sayıları işleyip bir yanıtla geri dönmelerine daha birkaç günlük bir süre vardı.

Yapılması gereken başka işler de vardı. Conway, Higgs avının sonuçlarını, gelecek ocak ayında Aspen'de düzenlenecek bir konferansta sunmaya davet edilmişti. Bu da, yeni verilerin kontrol edilip, kesinleştirilip, kamuya sunulmak üzere onaylanması için yalnızca dört

hafta kaldığı anlamına geliyordu. Bu, kendi kuralları olan ve uzun bir süreçti. Her şeyin yazılıp iki grup toplantısında savunulması gerekiyordu. Bu grup toplantılarındaki sorgulamanın yoğunluğu pek çok fizikçiyi kanlı bir spora başlatacak düzeydeydi.

Conway'ın grubunun Higgs parçacığını bulmuş olma olasılığı düşüktü. Büyük olasılıkla bu, CDF ekibi daha fazla çarpışmayı incelediğinde ortadan yok olacak olan, verilerdeki acı ama rastgele bir sinyaldi. Eğer durum buysa grafikteki çıkıntı bir eziyetti. Conway, Aspen'deki konferansında en azından ekibinin Higgs için belirli kütleleri olasılık dışı bıraktığını ve olması gereken aralığı daralttığını söyleyebilmeyi umuyordu. Buldukları sinyal işleri daha da belirsiz hâle getirdi. Verilerdeki çıkıntı, 160 GeV'deki bir Higgs bozonunun olasılık dışına itilemeyeceği anlamına geliyordu.

Conway, pazartesi günü Fermilab'a döndü ve meslektaşları Anton Anastassov, Cristóbal Cuenca Almenar ve Amit Lath ile acil bir toplantı yaptı. Veri üzerinde kontrolleri yaptılar ve aptalca bir hata yapmadıklarını görüp mutlu oldular. Veriler içindeki çıkıntı ya yalnızca rastlantısal bir dalgalanma ya da yeni bir parçacıktı. Tam o sırada, Conway'ın California'da faaliyete soktuğu üniversitenin bilgisayarlarından bir yanıt geldi. Çıkıntının istatistiksel bir rastlantı olma olasılığı yüzde 2 idi.

“Ön-onay” diye bilinen ilk grup toplantısı bir aksilik olmadan yapıldı, ama kısa sürede Conway’in grubunun ilginç sonuçlara sahip olduğu haberi yayıldı. İkinci toplantıya daha fazla fizikçi katıldı ve ekibi çok sayıda zor soruyla sorguya çekti. Nihayetinde grup son onayı aldı ve birkaç gün sonra Aspen’de sonuçlarını tartışmalarına izin çıktı.

Konferansta Conway, CDF'deki Higgs araştırmasını ayrıntıları ile anlattı. Verilerdeki bir çıkıntının 160 GeV'de bir Higgs parçacığını olasılık dışı saymayı olanaksız hâle getirdiğini açıkladı. Dinleyi-

ciler arasındaki fizikçilerin kendi gözleri ile görmesi için, CERN’de Noel’den önce ensesinde soğuk yeller estiren aynı grafiği sundu. Conway, “Bu işe yaramaz bir sonuçtu ve bunu da söyledim. Onlara verilerde küçük bir çıkıntı bulduğumuzu, bunun ya bir istatistiksel dalgalanma ya da bir sinyalin başlangıcı olduğunu ve bunu ne kadar önemsemek gerektiğini bildiklerini söyledim,” diyor.

Conway’in ihtiyatlı tutumuna karşın, ekibin Higgs parçacığının bir anlık görüntüsünü yakalamış olabileceği söylentisi büyük bir hızla yayıldı. Conway, “24 saat içinde konuyla ilgili bilgi almak isteyen mailer ve telefonlar gelmeye başladı. Arayan ve yazan herkes Higgs’i görüp görmediğimizi bilmek istiyordu,” diyor.

Topluluğun heyecanlanması için yeterli neden vardı. Eğer Conway’in verisindeki çıkıntıya, üretilen ve tau leptonlarına bozulan bir Higgs parçacığı neden olduysa bunun temel doğa yasaları için büyük sonuçları vardı. Conway’in avlamaya çalıştığı Higgs parçacığı türü sıradan, bildik bir tür değildi. Bu süpersimetri diye bilinen bir teoremin öngördüğü beşiz Higgs parçacıklarından birisiydi. Süpersimetri bir evrende, bildiğimiz her parçacığın gölgelerde saklanan daha ağır bir eşi vardır. Kuram matematiksel olarak enfestir, ama genel düşünme biçimine derinden aykırıdır. Bu kuramı kanıtlamak ve iyi bir başlangıç olarak kabul edilen süpersimetri bir Higgs’i keşfetmek, nihayet Standart Model’in ötesindeki bir dünyaya kapıları açarak fiziği durağanlıktan çıkaracaktır.

Güzelliği gerçek olarak gören kuramcılar için, doğa süpersimetriye sahip değilse utanmalıdır. Fizikte çoğu zaman olduğu gibi, kuramın önemi birleştirme yeteneğine bağlıdır. Maxwell, elektrik ve manyetizmayı birleştirdi ve bu sayede ışığı açıkladı. Einstein uzay ve zamanı birleştirdi ve enerji ile kütlenin birbirinin yerine geçebilen değerler olduğunu gösterdi. Süpersimetri, muhtemelen şimdiye kadarki kuramların en iddialısıdır ve maddeyi doğanın kuvvetleri ile birleştirir.

Süpersimetri bir evren, scrable oyuncusunun rüyasıdır.¹⁸³ Her kuvvet taşıyıcı parçacık, varsayımsal bir madde parçacığı ile eşleşir. Elektromanyetik kuvvetin taşıyıcısı olan foton fotino ile bir ekip oluşturur. Benzer şekilde, atom çekirdeğİ içinde şiddetli kuvvet taşıyıcısı olan gluonlar gluinolarla eşleşir. Zayıf kuvvet taşıyıcısı W ve Z bozonları da wino ve zinolar ile. Düzenleme tersinden de işler. Bildiğimiz her madde parçacığı varsayımsal bir kuvvet taşıyıcı parçacıkla eşleşir. Elektronlar selektronlarla ve kuarklar s-kuarklarla eşleşir. Higgs bozonunun da kendi süper ortağı vardır: Higgsino.

İlk bakışta, süpersimetri dünyayı şİmdi olduğundan daha karmaşık hâle getiren haylaz bir oyuna benzer. Ancak kuramın, doğanın temel yapısının doğru bir tanımı olabileceğinin düşünülmesini gerektiren inandırıcı nedenler vardır. Estetik ve dilbilimsel açıdan kazanılan puanlar bir yana, Standart Model'deki bazı utandırıcı çatlakları çözen süpersimetri, onun yerini daha iyi bir kuramın alması gerektiğİne de işaret eder.

Higgs parçacığını ele alalım. Kuantum dünyasında Higgs, boşluktan çıkıp yok olan sanal parçacıklardan kolayca etkilenir. Bu kısa ömürlü parçacıklar, Higgs bozonunun kütlesine katkıda bulunur ve makul bir şekilde onu aşırı ağırlaştırabilirler. Bu sanal parçacıkların Higgs'e eklediğİ ek kütleyi toplayabilerseniz Higgs'in ağırlığı, deneylerin gösterdiğinin *milyon kere milyar daha fazlasına* yükselir. Fizikçiler buna *hiyerarşı sorunu* diyorlar. Ağır bir Higgs parçacığı, yapması için tasarlandığı işi yapamaz, yani elektrozayıf simetriyi bozar. Higgs şişko bir miskin ise bilim insanları kütlenin kökenini bulmak için sil baştan başlamak zorunda kalırlar.

[183] Başlangıç düzeyinde süpersimetri için Fermilab'da çalışan bilim insanı Dan Hooper'ın kitabı, *Nature's Blueprint: Supersymmetry and the Search for a Unified Theory of Matter and Force*, Smithsonian, 2008. Daha derinlemesine bir inceleme için, bkz. *The Quantum Theory of Fields: Supersymmetry*, Steven Weinberg, Cambridge University Press, 2000.

Doğanın yasalarının, sanal parçacıkların ağırlık kazanma etkilerinin iptal olup, Higgs parçacıklarının hafif kalacağı kadar güzel ayarlanmış olması mümkündür. Ancak böyle bir olasılık bilim insanlarını rahatsız eder. Bunun olması için, Standart Model içindeki parçacıkların ve kuvvetlerin özelliklerinin en azından 15 basamaklı bir kesinlikle ayarlanması zorunludur. Neden doğanın yasaları en küçük değişikliklere bu kadar duyarlı olsunlar ki? Süpersimetri bir çıkış önerir. Süpersimetri kuantum dünyasında, süper ortaklar Higgs bozonunun sanal parçacıklardan elde ettiği kütleyi iptal edip sıfıra indirir. Bir W bozonu ortaya çıkar ve geçmekte olan bir Higgs parçacığını daha da ağırlaştırırsa W 'nin gizli ikizi wino, ağırlığı tekrar geri almak için hazırdır.

Süpersimetri, Standart Model'in sallantıda bıraktığı yarım kalmış bir işi de tamamlar. Fizikçiler, büyük patlamanın hemen sonrasında, bugün etrafımızda gördüğümüz doğa yasalarının tek bir süper kuvvette birleştiğine inanırlar. Evrenin ısısı bir milyon milyar derece civarına kadar soğuduğunda, Higgs alanı faaliyete geçerek elektromanyetik ve zayıf kuvvetleri birbirinden ayırdı. Ancak proton ve nötronlar içindeki kuarkları bir arada tutan şiddetli kuvvet, daha da önce kozmik termometre *10 milyar kere milyar kere milyar* dereceyi gösterirken ayrılmıştı. İşte kusur buradadır. Saati evrenin başlangıcına geri sararsanız bilim insanları farklı kuvvetlerin, sonunda karşılaşp tek bir kuvvet içinde birleşmesi gerektiğine inanıyor, ama Standart Model'de bu böyle olmaz. Kuvvetler karşılaşır, fakat asla eşit olmaz. Süpersimetri kuramda ise bu karışıklık giderilir ve bütün kuvvetler tek bir noktada buluşur. Fizikçileri daha da heyecanlandıran şey, süpersimetrinin bu kuvvetleri kütleçekimle birleştirmenin bir yolunu göstermesidir, ki bu Standart Model tarafından tamamen göz ardı edilmiştir.

Ayrıca süpersimetrinin bilim insanlarına karşılaştıkları en zor bulmacalardan birini çözme fırsatı verme olasılığı da var. 21. yüzyılda göz-

lenebilir evrenin yüzde 96'sının neden oluştuğunu a ıklayamamamız bir ayıptır. Kozmik komşularımız üzerinde yapılan gözlemler, bilim insanlarının var olanın, her ne ise bu, yüzde 70'inin karanlık enerji olduğu sonucuna ulaşmasına yol açtı. Karanlık enerji, evrenin geniş-lemesinin arkasındaki gizemli kuvvettir. Kimse karanlık enerjinin ne olduğunu bilmiyor, fakat bunun ne olduğunu bilmek fiziğin en büyük hedeflerinden birisi. Standart Model, uzayda gördüğümüz maddenin ancak yüzde 4' n  tanımlıyor. Geriye kalanın yaklaşık dörtte biri karanlık madde. Bu isim bilerek, aydınlatıcı olmayan bir isimdir. Karanlık madde, ışık sa maz ya da ısı yaymaz; onu üzerinden yansıyan ışıklarla göremezsiniz. Pek çok kuramcı, kara maddenin, kuramın  n-görebileceği en hafif parçacık türü olan n tralinolar (neutralinos) adlı süpersimetri parçacıklardan oluştuğunu düşünüyor.

Yine de herkes süpersimetri yanlısı değil. Kurama karşı olanlar, kuramın taraftarlarına tek bir soruyla meydan okuyor. Eğer evren süpersimetri ise bütün diğer parçacıklar nerede? Neden hâlâ selektronları, fotinoları ya da winoları keşfedemedik? Buna genellikle hemen, gerçek dünyada süpersimetrinin bozulduğu, bunun da süper-ortak parçacıkların kütlelerini ağırlaştırdığı yanıtı verilir. Bu savunma o kadar da saçma değildir. Higgs alanı, elektrozaıf kuvveti önemli hâle getirerek s persimetriyi bozar. Böylece W ve Z bozonlarını ağırlaştırır ve fotonları k tlesizleştirir. Süpersimetri de benzer bir şekilde bozulmuş olabilir, bu da s perpar acıkları normal maddeden daha ağır hâle getirir.

Fermilab'da ise Conway, minimal süpersimetri Standart Model (Minimal Supersymmetric Standart Model – MSSM) denen şeyin öngördüğü bir Higgs parçacığı çeşidini arıyordu. Kurama göre, toplam 5 Higgs parçacığı vardır ve bunların hepsinin farklı ağırlıklı ve süpersimetri eşleri vardır. Parçacıklardan     nötr, ikisi elektrik yüklüdür.

Conway, Aspen'deki konuşmasını tamamladıktan sonra, kenti dünyanın en büyüleyici kayak merkezlerinden biri haline getiren ışıltılı karlı dağlara doğru yola çıktı. Dağda, Rhode Island'daki Brown Üniversitesi fizikçilerinden Greg Landsberg'le buluştu. Landsberg, Fermilab'da CDF'nin dengi olan DZero dedektöründe çalışıyordu. Landsberg, Conway'e DZero ekibinin, ilginç bulabileceği bazı yeni sonuçlar açıklamaya hazırlandığını söyledi. Bu konuşma o öğleden sonra Conway'in aklından hiç çıkmadı. DZero ekibi de mi Higgs'in bir izine rastlamıştı? O akşam nihayet Landsberg ağzındaki baklayı çıkardı. DZero ekibi Higgs'e benzer hiçbir şey görmemişti. Conway'in CDF ekibinin verilerinde yükselen bir çıkıntı gördükleri yerde, onlar bir azalma görmüşlerdi. Higgs'in orada olma olasılığı eskisinden de daha az görünüyordu.

Beklemekten başka yapacak bir şey yoktu. Conway'in ekibinin daha fazla çarpışmayı incelemesi gerekiyordu. Eğer Higgs parçacığı oradaysa çıkıntı zaman içinde büyüyecekti. Eğer değilse çıkıntının büyümesi duracak ve sonunda kaybolacaktı. Ekip gelecek 6 ay boyunca daha fazla çarpışma kaydetmeye ve yazın sonunda sonuçları tekrar incelemeye karar verdi. O zamana kadar, araftaydılar.

O zaman çok az fizikçi Higgs parçacığının görülme potansiyelinin, bilimin en değerli ama yazılmamış yasalarının bazılarını meydan okumak üzere olduğunun farkındaydı. Yalnızca parçacıkları ve kuvvetleri yöneten fiziksel yasalar değil, aynı zamanda bilim insanları ve onların davranışları üzerinde etkili olan toplumsal yasalar da tehdit altındaydı. Geleneksel olarak, parçacık fiziğinde yapılmak üzere olan keşiflerin işaretleri, kulaktan kulağa ve e-postalar yoluyla söylentilerle yayılır ve ancak çok seyrek olarak toplumun geniş kesimleri bunları işitir. Conway'in Higgs-benzeri çıkıntısı bu durumu sonsuza kadar değiştirdi.

Binyılın başında, internette günlük yazmak isteyenlerin kullanacağı araçlar çok yaygınlaştı. Birkaç yıl sonra, bilim insanları kendi internet bloglarına (günlüklerine) sahip oldu. Beklenebileceği üzere, bloglarında bilim insanlarının ilgisini çeken konular üzerine yoğunlaştılar, ama bazıları hâlâ resmi olarak kabul edilmemiş, üzerinde çalışılan yeni bulgular üzerine de bir şeyler yazdı. Bu bir dönüm noktasıydı. Bilimsel çalışmaların katı kuralları vardır ve yeni bulgular ancak bağımsız hakem denetiminden geçtikten sonra kamuya açıklanır. Süreç bariz hataları ayıklamak ve ancak geçerli (sağlam) çalışmaların bilimsel literatüre girmesini garanti altına almak için tasarlanmıştır.

Conway, Aspen’de konuştuktan birkaç hafta sonra, ABD’de yayımlanan *Cosmic Variance* (Kozmik Değişken) adlı bloga ilk yazısını yazdı. İki renkli yazıda, verileri arasında Higgs’e benzeyen bir çıkıntı bulduğunda yaşadığı heyecanı anlattı, ama bu çıkıntının neredeyse kesin olarak bir istatistiksel dalgalanma olduğunu da açıkça belirtti. Yazılar bir fırtınaya yol açtı. Bilim insanları blogtaki yazıya, Conway’a şans dileyen yorumlar yaptılar ya da teknik ayrıntılar istedi. Blogtaki yazıları okuyanlardan birisi, bilim insanları nihayet onu bulduklarında, Higgs parçacığının bir işe yarayıp yaramayacağını sordu. Bu soruya karşılık olarak Conway, 1897’de elektron’u keşfeden J. J. Thompson’un, nasıl bu buluşun asla pratik bir uygulaması olmayacağını düşündüğünü yazdı ve şöyle devam etti: “Higgs’in ise hemen yararlanabileceğimiz pratik bir kullanımı yok. Higgs’in bulunması da, Thomson’un bizim modern elektronik çağımızı hayal edemeyeceği kadar değiştirmesi gibi, teknolojiyi bizim hayal edemeyeceğimiz şekilde değiştirebilecek kuramsal ve deneysel atılımlar yapmamıza yol açabilir.”

Conway, Tevatron’daki Higgs benzeri sinyaller konusunda blogunda yazan ilk kişi değildi. Başka bir CDF fizikçisi olan Tommaso

Dorigo da bir hafta önce blogunda bu çıkıntıdan bahseden bir yazı yazmıştı.¹⁸⁴ Dorigo, bunun muhtemelen anlamsız bir istatistiksel dalgalanma olduğunu vurgulamış, ama burada yeni bir buluşun gelişmekte olabileceği olasılığını da tartışmaya devam etmişti. Hatta, 160 GeV ağırlığında bir Higgs parçacığının varlığını destekler görünen, CDF'deki diğer çarpışma analizlerinden de bahsetmişti.

Büyük medya işe karışınca sorun da başladı. O mart ayında *New Scientist* bu blog yazılarını aldı ve parçacık fizikçilerini çok heyecanlandıran sinyallerden söz eden kışkırtıcı bir makale yayınladı.¹⁸⁵ Bundan kısa süre sonra *Economist* dergisinde bir yazı yayınlandı. Birkaç ay sonra, *New York Times* gazetesi de konuyla ilgili bir haber yayınladı. Kimsenin Higgs bozonunun bulunduğunu iddia etmediği ve en muhtemel açıklamanın bu sinyallerin bir istatistiksel sinyal olduğunun açıkça belirtildiği dikkate alınırsa bu haberler ve makalelerin parçacık fiziği topluluğu içinde şaşırtıcı bir etkisi oldu. Medya, sanki yalnızca olayı haber yapıyormuş gibi, fizikçilerin iddialarını abartmıştı.

Tepki çabuk geldi. Bilim insanları medyayı hikâyeyi abartmakla suçladı, suçlanan haberler ve makaleler doğruluklarını onaylatmak için fizikçilere sunulurken bile. Olanlar görülmedik şeyler değildi. Karmaşık çekincelerle beyan edilmiş belirsiz bir bulgu, muhabirlerin elinden geçerken daha cesur bir hâl alır. Bazıları için böyle bir değişim bile tek başına kabul edilebilir bir şey değildir ve sözleri aktarılan bilim insanları, kolayca kendilerini suç ortağı gibi hissedebilir. Ancak tek suçlu medya değildi. Fizikçiler Conway ve Dorigo'yu, bloglarında böyle belirsiz şeyleri yazdıkları için suçladı. Temelde duygu,

[184] Dorigo scientificblogging.com adresinde, "A Quantum Diaries Survivor" adıyla, bilgilendirici ve eğlendirici bir blog yazmaktadır. Burada bahsedilen makalesi blogda 19 Ocak 2007'de yayınlandı.

[185] Bkz. "Glimpses of the God particle?", *New Scientist*, 3 Mart 2007.

blog sahiplerinin, fizikçi topluluğunun çoğunu rahatsız eden bir sınırı aşmış oldukları şeklindeydi.

Conway, “İşbirliği yaptıklarımızın çoğu, blog gibi gayrı resmi bir ortamda bilimsel sonuçlar hakkında yazı yazmamıza gerçekten kızdı. Yazdıklarımızı yalnızca bir grup ahmağın okuduğunu sanıyordum. Medya işe karışınca, bu bir ders oldu,” diyor. Dorigo, blogunda açık bir özür mektubu yayınlayacak kadar ileri gitti ve CDF ekibindekilere, “bazılarınız kendini ihanete uğramış gibi hissettiği için özür dilerim,” dedi.

Fermilab’daki bazı bilim insanları, blogda yazmanın mahremiyetlerine bir müdahale biçimi olmasından endişe duydu. Onlar, o gece bir blogda neler yazılacağından endişe duymadan, toplantılara gitmek ve akıllarındakini özgürce söylemek isterlerdi. Bazıları sonuçların resmen denetlenmeden önce, kamuoyuna açıklanmasına itiraz ettiler; ama bu olayda, bütün sonuçlar iç denetimin iki düzeyinden de geçmiş ve kamuoyuna açıklanmaları onaylanmıştı. Dış bir denetimin, yapılan işte herhangi bir bariz hata bulma olasılığı yoktu. Belki de en hassas konu, tek bir kişi tarafından yazılan bir blog yazısında, sonuçların bazen yüzlerce kişinin çalışmasının bir sonucu olduğunun tümüyle kabul edilmesinin zor olmasıydı. Bloglar, kaçınılmaz olarak bireyleri vurgulayıp ekip çalışmasının ruhuna aykırı görünmüştü.

Blog tartışması, Robert Roser, başka bir fizikçi Jacobo Konigsberg ile birlikte CDF’nin eş sözcüsü iken yaşandı. Roser hiçbir zaman Conway ya da Dorigo’nun bloglarında yazarak sınırı aştıklarını düşünmedi, ama medyadaki bazı haberlerden rahatsız oldu. Roser, CDF kontrol odasında bana, “Bu, haberlerin ve makalelerin bir araştırma yazısından değil, bir blog yazısından kalkarak yazıldığı ilk örnekti. Burada fizikçilerin gösterdiği tepki, her türlü basın iyi basındır şeklinde bir fikirden, bunun olmasına nasıl izin verebildik şeklinde bir tepkiye kadar geniş bir yelpazedeydi.”

İki sözcü bir araya geldi ve blogcuların hangi davranışlarının kabul edilebilir, hangisinin kabul edilemez olduğuna ilişkin kuralları hazırladı. Blogculardan kamuoyuna kirli çamaşırlarını açıklamamalarını, meslektaşlarına saygı göstermelerini ve resmen izin verilmeden önce sonuçlar hakkında bloglarında yazmamalarını istediler. İlke olarak, analizin yapılmasında aslan payını kim üstlenmişse sonuçları kamuoyuna ilk açıklama hakkını da o kazanır, ama teknik olarak, sonuçlar iç denetimde onaylanır onaylanmaz her yerde ortaya çıkabilir. Roser, “Gerçek şu ki, yüksek enerji fiziği bloglarla nasıl başa çıkacağını yeni yeni öğreniyor,” dedi.

O yazın sonlarına doğru, Conway’in ekibi, Tevatron’daki son çarpışmalardan toplanan sonuçları incelemeye hazırdı. Eğer çıkıntı hâlâ duruyorsa ya da büyümüşse bu Higgs’in orada olduğunu ve bizim süpersimetri bir evrende yaşadığımızı gösteren kesin bir işaret olacaktı. Bütün kontroller yapıldıktan sonra, Conway incelemeyi başlattı. Grafik bir ya da iki saniye sonra ortaya çıktı. Yok. Çıkıntı yok olmuştu. Conway da böyle bir şey bekliyor olsa da, bu bir hayal kırıklığı idi. Conway, blogunda durumu özetledi: “Pekâlâ, bu canavarı arama çalışmaları hâlâ devam ediyor. Tabiat Ana büyük şişko bir şakacı!”

O yıl, lunaparkta hız treni sürer gibi geçmişti. Bir süre sonra, o geçen yıl üzerine konuşurken, Conway CERN’de tümüyle yalnızken, çıkıntıyı ilk gördüğü o Cumartesi sabahı yaşadığı duyguya değişti. Bu çoğu kişiyi bilime yönelten duygudur. “Bir gün gerçekten yeni olan bir şey, dünyada hiç kimsenin daha önce asla görmediği bir şeyi göreceğin duygusunu taşırsın. Bir keşif yapmak istersin,” dedi bana.

Jarmo’yu tekrar Chicago’ya geri götürmek için aramaya gitmeden önce, Fermilab’daki DZero dedektörünün sözcülerinden birisini, Dmirti Denisov’u bulmaya gittim. Denisov, eğitimini Moskova’da,

Rusya'nın en saygı duyulan fizikçilerinin bazılarından almıştı. İsteğim, yaşlanmakta olan Tevatron'un Higgs parçacığını CERN'in yeni pırıl pırıl Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'ndan önce bulma şansının ne kadar olduğunu öğrenmekti. Denisov, kuark keşfetmek için buradaydı. Bardağın yarısı boş diyenlerden değildi. Bana, Tevatron birkaç yıl daha çalışırsa ve Higgs parçacığı çok ağır değilse Tevatron'un parçacığı bulma şansının yüzde 50 olduğunu söyledi. "İstekliyiz. Nasıl keşif yapılacağını biliyoruz," diyordu.

* * *

19 Eylül 2008'de, CERN'in personel bürosunda koyu bir sohbetin ortasında Lyn Evans'ın cep telefonu çaldı. Arayan kontrol odasıydı. Çabucak gelse iyi olurdu. Çok kötü şeyler olmuştu. Evans, kampus boyunca, teknik ekibin Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nı parçacıkları birbirine çarpıştırmaya hazır hâle getirme çalışmalarının son aşamasında olduğu binaya kadar koştu. Gözlerine inanamadı. Her yerde alarm çalıyordu. Vakum sistemi çökmüş, sayısız mıknatıs parçalanmıştı. Sensörler devasa çarpıştırıcının içinde bulunduğu tünel boyunca büyük bir helyum bulutunun hızla yayıldığını gösteriyordu. Kaza nedeniyle acilen sistem kapatılmıştı. Evans, görevlileri kriz toplantısına çağırdı. Bazılarını ne olup bittiğini öğrenmek için tünele indirmek zorundaydılar. Helyum bulutu kötü haberdi. Gaz yayılırken, tüneldeki havayı dışarı çıkarmış ve nefes almayı olanaksız hâle getirmişti. Yetkililer itfaiyeyi çağırdı, itfaiyeciler gaz maskeleri ve hava tüplerini alıp olayı araştırmak için tünele girdiler. Birkaç saat sonra tüneldeki helyum, CERN'in kendi mühendislerinin tünele inip hasarı incelemelerine izin verecek kadar temizlenmişti. Manzara bir katliam manzarası gibiydi. Devasa mıknatıslar, betondaki yerlerinden kopmuş, birleştirici donanımlar eğrilmiş ya da parçalanmış ve havalandırma kapıları parçalanarak açılmıştı. Enkaz is, buz ve erimiş metal parçaları ile kaplanmıştı. Evans "başımız beladaydı" diyor.

9 gün önce, 10 Eylül 2008’de, Lyn Evans en mutlu gününü yaşıyordu, bundan daha mutlu olamazdı. Dünya medyası, neşeyle “Büyük patlama günü” diye adlandırdığı Büyük Hadron Çarpıştırıcısı’nın resmen faaliyete geçmesini izlemek için CERN’e akın etmişti. Evans için bu, dünyanın en karmaşık makinesini tasarlamak ve inşa etmekle geçen 15 yıllık çalışmanın zirvesine ulaştığı andı. Bugünün gelişini görmekten mutlu olan yalnızca o değildi. CERN’de çalışan 6 bin ya da daha fazla bilim insanı için, 10 Eylül 2008, parçacık hızlandırıcı ve inceleyecek hiçbir çarpışma olmadan geçen 8 uzun yılın sonu anlamına geliyordu.

Sabah saat dokuzdan kısa bir süre sonra, CERN’in Globe binasındaki devasa ekranlar LHC kontrol odasındaki Evans’a odaklandı. Evans, çok sayıda bilgisayar ekranının önünde kot pantolon ve çizgili kısa kollu bir tişörtle oturuyordu. Şakacı bir biçimde kalkış için ya da bu durumda, çarpıştırıcının içine gönderilecek ilk proton ışını için geri sayımı başlattı. “Beş, dört, üç, iki, bir!” Hiçbir şey olmadı. Ardından, ekranların birinde parlak bir nokta yandı. “Evet! Evet!” diye çığlık attı Evans. Noktaya, çarpıştırma tüneli boyunca hızla fırlatılan parçacıklar neden olmuştu. Makine ilk büyük engeli aşmıştı. Birkaç saat sonra protonlar makinenin 27 kilometre uzunluğundaki tüneline iki yönlü olarak gönderiliyordu. Büyük Hardon Çarpıştırıcısı kimsenin umut etmeye cesaret edemeyeceğinden bile daha iyi çalışıyordu. İşini yapmaya hazırdı.

Daha önceki makinelerde olduğu gibi, Büyük Hadron Çarpıştırıcısı’nın çalıştırılmasının tehlikeli olduğunu düşünen insanlar da vardı. 10 yıl önce New York’ta bir hızlandırıcının kapatılması girişiminde başarısız olan eski radyasyon ölçüm yetkilisi Walter Wagner Hawaii’de, makinenin gezegeni ya da belki de evreni, yok edebileceği endişelerine dikkat çekerek bir dava açtı. Wagner, çarpıştırıcının yüzde yüz güvenli olduğu kanıtlanıncaya kadar faaliyet-

lerinin durdurulmasını istedi. İddialarının aşırı kuşkucu olduğunu belirten federal hükümetin avukatları, “Mahşer Günü Davası” diye adlandırılan davanın reddedilmesini sağladı.

LHC çalıştırılmadan birkaç hafta önce, California Teknoloji Enstitüsü’nden kuramsal fizikçi Sean Carroll, yeni çarpıştırıcının bulabileceği yeni fiziksel olguların bir listesini çıkardı ve listeyi Kozmik Değişken adlı blogda yayınladı.¹⁸⁶ Carroll’un listesinin başında Higgs parçacığı vardı. Carroll, Higgs parçacığının bulunma olasılığının yüzde 95 kesinlikte olduğunu düşünüyordu. “Higgs, parçacık fiziğindeki Standart Model’de hâlâ bulunamayan tek parçacıktır ve dolayısıyla LHC’nin kesinlikle birincil hedefidir; eğer bu arada Tevatron araya girip onu daha önce bulmazsa,” diye yazan Carroll, şunları ekledi: “Higgs’in var olduğu neredeyse kesindir.” Carroll’un listesinde ikinci sırada, keşfedilme olasılığı yüzde 60 olan süpersimetri vardı. Hiçbir yeni şey bulamama olasılığı, ki bu fizikçiler için en rktcsyd, yüzde tt. Laf arasında Carroll, arpıştırıcının Dünya’yı yutacak bir kararlı kara delik yaratma olasılığını ise yüzde 10-25 olarak gösterdi. Bu, *yüzde birin milyon kere milyar kere milyardının onda biri* demekti. Carroll, doksanların meşhur filmi *Salak ile Avanak*’taki bir diyaloga göndermede bulunarak “yine bir olasılık var diyorsun yani” diyerek şaka yaptı.

Bilim insanlarının, LHC’nin içindeki parçacık çarpışmalarının molozundan yeni fiziksel buluşları ayırmak için kullandıkları dedektörler teknolojik şaheserlerdir. Açık ara en büyük olanına uygun biçimde ATLAS dedektörü adı verilmiştir. (A Toroidal LHC Apparatus adının kısaltması). ATLAS o kadar büyüktür ki, bir olimpik yüzme havuzuna zar zor sığar. 7 bin tonluk ATLAS ve pek de küçük olmayan CMS dedektörü, Higgs parçacığı dşnlrek tasarlanmış-

[186] Bkz. Sean Carroll’un blog yazısı “What will the LHC find?”, Cosmic Variance’de, 4 Ağustos 2008.

tır. Ancak bu dedektörler çok daha başka şeyleri de görebilir, örneğin karanlık maddenin tuhaf parçacıklarını ya da fazladan boyutları.

Higgs bozonu Büyük Hadron Çarpıştırıcı içinde birkaç yoldan varlık kazanabilir, ama bunun en olası yolu, protonlar içindeki kuarkları birbirine tutturan gluonlardan ikisinin birbiriyle çarpışıp birleşmesidir. Her ne kadar bu parçacık hemen bozunacak olsa da, bu çarpışmadan çıkan enerji, kolayca bir Higgs bozonu üretebilir. Eğer Higgs hafifse yani CERN'in LEP çarpıştırıcısının gördüğü merak uyandırıcı Higgs benzeri sinyallerin işaret ettiği ağırlık civarındaysa Higgs muhtemelen bir anlık gama ışını içinde yok olacaktır. Eğer Higgs biraz daha ağırsa diyelim ki 130 GeV'den daha ağırsa bilim insanları elektronları da içeren parçacık ailesinden olan, dört leptonun bıraktığı izleri arayacak. Higgs parçacığını bulmak, LHC içindeki çarpışmalarda bolca ortaya çıkan atomaltı kalıntılardan, bu sinyalleri alıp çıkarmaya dayanmaktadır.

Çarpıştırıcıda, ATLAS'dan biraz ötede LHCb dedektörü vardır. Bu dedektörde çalışan bilim insanları, Paul Dirac'ın 1933'de Nobel ödülünü alırken yaptığı konuşmada ortaya koyduğu bir sorunu çözmeye çalışıyor. Yaklaşık 14 milyar yıl önce, evren büyük patlamada yaratıldığı zaman, eşit miktarda madde ve antimadde vardı. Bütün bu anti maddeler(e) ne oldu? Antimadde gökadalarda parlayan antimadde yıldızları mı var? LHCb dedektörü alt kuarklardan yapılmış parçacıkları yakalamaya çalışmak üzere tasarlandı. Bunların yakalanması, evrende neden normal maddenin üstün geldiğinin açıklanmasına yardımcı olabilir.

Her yıl bir ay, CERN teknisyenleri LHC'yi protonlardan temizleyip ALICE (A Large Ion Collider Experiment– Büyük İyon Çarpıştırma Deneyi) üzerinde odaklanmış deneyler için kurşun iyonları ile doldurur. Bu iyonlar, ışık hızına yakın bir hızla çarpıştırıldıklarında, Güneş'in merkezindekinden 100 bin kez daha fazla sıcaklığa

neden olur. Bu koşullarda, iyonlar eriyerek kuark-glukon plazmasına dönüşürler. Bu sıvı, maddenin evrenin başlangıcında var olduğuna inanılan tuhaf bir biçimidir. ALICE deneyinde çalışan bilim insanları, bu kuark-glukon plazmasının nasıl davrandığını izleyerek bunun nasıl bugün evrende gördüğümüz parçacıkların doğuşuna yol açtığını ortaya çıkarmayı ummaktadır.

Rusya'daki matematikçilere göre, muhtemelen Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın Higgs parçacıklarını beklenmedik bir yoldan ürettiğini işitecektik. Steklov Matematik Enstitüsü'nden Irina Aref'eva ve Igor Volovich'in önderliğindeki, Lebedev Fizik Enstitüsü'nde ise Andrey Mironov'un önderliğindeki iki grup matematikçi, Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın muhtemelen zaman makineleri yaratacağını düşünüyordu.¹⁸⁷ Ancak bunlar H. G. Wells'in 1895'de hayal ettiği türden, Noel Baba'nın kızıağını antika bir kanepeler ve bir plaj şemsiyesi ile modifiye etmesine benzeyen türden zaman makineleri değildi. Bu zaman makineleri, insanların değilse bile parçacıkların gelecekte bu zamana geri seyahat etmelerine izin veren, ince solucan delikleri ya da uzay-zamandaki bozulmalar olacaktı.

Fikir tuhaf görünüyordu. Öyleydi de. Ancak matematikçiler belirli koşullar altında LHC içinde iki parçacığın kafa kafaya çarpışmasından, uzay-zamanın mikroskobik bölgelerini bozabilecek çok dalgaları yayılmasına neden olabilecek bir enerji çıkabileceğini ileri sürüyordu. Çoğu fizikçi, bir solucan deliği yaratılmasının elde edilemeyecek kadar büyük miktarda enerjiyi gerektireceğini düşünüyor, ama başkaları LHC'nin böyle bir güce sahip olduğuna inanıyor.

Aref'eva ve meslektaşı matematikçiler haklıysa LHC içindeki

[187] Bkz. "If LHC is a mini-time-machines factory, can we notice?", Andrey Mironov ve diğerleri, arXiv: hep-th 0710.3395v1, 17 Ekim 2007, ve "Time machine at the LHC", I. Aref'eva ve I. Volovich, arXiv: hep-th 0710.2696v2, 26 Ekim 2007, ve "2008: Does time travel start here?", Michael Brooks, *New Scientist*, 9 şubat 2008.

çarpışmalar fizikçilerin kapalı zaman-benzeri eğri dediği şeyi üretebilirdi. Bu eğride, zaman kendi üzerine kapanır. Bu bir tür zaman yolculuğunun sıfır yılını belirtir. Solucan delikleri oluşturulana kadar hiçbir şey zamanda geriye doğru yolculuk yapamaz ve solucan delikleri oluştuktan sonra bile ancak zaman döngüsünün belirlediği an kadar geriye gidebilir. Kurama göre (bunun bir hayli spekülatif olduğunu söylememe gerek yok), gelecekteki bazı kuşaklar CERN'e bir anlığına oluşan solucan deliği üzerinden bir mesaj gönderebilirler. Bundan küçük miktarda fazla bir olasılıkta ise laboratuarda çalışan bilim insanları, parçacık çarpışmalarının yarattığı atom altı kalıntıları bir zaman döngüsü içine düşerken görecektir. Ruslar buna memnun oldular, çünkü bu solucan deliklerinin ve zamanda yolculuğun mümkün olduğunun deneysel kanıtı olacaktı.

19 Eylül 2008'de saat 11.18'de CERN'de meydana gelen kaza, Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda yeni keşifler yapma umutlarının hepsini askıya aldı.¹⁸⁸ CERN kontrol odasına alarm sinyalleri gönderen arıza küçük bir hata değildi. İlk olarak, makinenin çalışmasının güvenli hâle getirilmesi gerekiyordu: Tüneldeki desteklerinin yarısını koparmış olan mıknatısların toplam ağırlığı 5 tondur ve bu büyük bir tehlikeydi. Ardından asıl iş başladı; enkazı kaldırıp, neyin hatalı olduğunu bulmak ve gerekli tamiratları yapmak.

Patlama, CERN mühendisleri çarpıştırıcıya elektrik veren son büyük elektrik ünitesini ateşlerken meydana gelmişti. Makinenin içinde, çok büyük elektrik akımları, parçacıkları çarpıştırıcının çemberi içinde yönlendiren alanları yaratmak için, süperiletken mıknatıslar içinde dolandır. Mıknatıslar birbirlerine süperiletken kablolarla bağlanmışlardır ve uygun biçimde çalışmaları için eksi

[188] Olayın çok ayrıntılı bir değerlendirmesi CERN tarafından hazırlanmıştır. Bkz. "Report of the task force on the incident of 19 Eylül 2008 at the LHC", M. Bajko ve diğerleri, *LHC Project Report 1168*, 31 Mart 2009.

271 derecedeki süperakışkan helyum içine batırılmak zorundadırlar. Kazanın olduğu gün, 10 bin bağlantıdan birisi ısındı ve süperiletken özelliklerini kaybetti. Bu arıza, mıknatıslardan birinin etrafındaki helyum tankı içinde tur atacak devasa bir kıvılcım çıkardı. Kıvılcım tankın kaplamasında bir delik açtı ve helyumun, mıknatısın kabı içindeki komşu kısma akmasına neden oldu. Acil güvenlik vanaları derhal helyumun tünelin içine akması için açıldı, ama helyumun fazlalığı nedeniyle kısa sürede tıklandılar. Mıknatıslar içinde bir basınç oluştu ve bu basınç mıknatısları bağlantılarından kopardı. Yer yer çarpıştırıcının tünelinin beton zemini dahi parçalandı. Zarar sarsıcıydı. Kısa devrenin yarattığı kıvılcım yaklaşık yarım ton bakırı eritecek enerjiye sahipti. 6 ton helyum tünele aktı ve bu da 53 büyük mıknatısa hasar verecek kadar bir basınç yarattı. Makinenin 500 metreden fazla bir bölümünü ince bir is tabakası kapladı. “Tam da son anda, son büyük enerji yüklemesini yaparken bununla karşılaşmak herkesin yüzüne gerçekten de bir tokat atılması gibiydi,” diyor Evans.

Mühendisler kısa sürede arızanın nedenini belirledi. İki tonluk ağırlığa dayanacak şekilde lehimlenmiş olması gereken süperiletken kablo, hiç lehimlenmemişti. Isınıp buharlaşmasına şaşmamak gerekir. Mühendisler, hasar gören mıknatısları yenileriyle değiştirirken teknisyenler de diğer 10 bin bağlantıyı kontrol etmeye başladı. Buldukları şey iç rahatlatıcı değildi. Bağlantılardan yaklaşık yarısı sağlıklısızdı ve çarpıştırıcının yeniden güvenle çalışabilmesi için onarımları gerekiyordu. Diğer yapılması gereken şey, bir erken uyarı sistemi ve makinenin çeşitli yerlerine daha fazla güvenlik vanaları kurmaktı. Böylece, gelecekte benzer bir kaza daha olursa helyum birikmeyecek ve bu kadar büyük hasara yol açamayacaktı. Onarım nedeniyle çarpıştırıcı bir yıldan uzun bir süre kapalı kaldı ve bu CERN’e 24 milyon sterline mal oldu. !

CERN'in dertleri bununla da bitmedi. Mühendisler çarpıştırıcı üzerinde çalışırken, kaza ile ilişkili olmayan bazı mıknatıslarda başka sorunlar tespit etti. Mıknatısları güven içinde çalıştırmaya başlamadan önce, onları giderek artan yüksek elektrik akımları ile çalıştırarak "eğitmek" gerekir. Eğitimin her aşamasında, mıknatıslar giderek daha güçlü alanlar yaratır. Mühendislerin korktukları başlarına geldi; 49 mıknatısın, yerlerine takıldıktan sonra eğitimlerini kaybettiklerini keşfettiler, ama bunlar yalnızca makinenin kontrol edilen kısmındakilerdi. Belki de bu durumdaki mıknatısların sayısı çok daha fazlaydı. Mıknatısları kısa sürede yeniden eğitime elverişli olmadığı için, CERN bilim insanları Büyük Hadron Çarpıştırıcısı bir sonraki sefer çalışmaya hazır olduğunda, tam güçle güvenli biçimde çalışmayacağını kabul etmek zorunda kaldılar.

CERN'deki aksamalar, parçacık fiziği için de ciddi bir darbeydi. Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın tarihinde yıllar süren gecikmeler yaşandı, bunlar aşırı çalışmaya ve yıkıcı kazalara neden oldu. Onarımın bitmesinden bir ay önce, olayları yeniden anlatan Evans ihtiyatlıydı: "Hepimiz gerçekten çökmüştük. Bu durumu uzatamazsınız, ama hatırlamak zorundasınız. Hiç kimse daha önce hiç Büyük Hadron Çarpıştırıcısı gibi bir şey inşa etmemişti," dedi.

2009 yılı Higgs parçacığının doğumunun 45. yılıydı, en azından Peter Higgs'in not defterine yazılmış kuramsal denklemlerle doğuşunun. Fizikçiler o zamandan beri parçacığı arıyorlardı ve 1980'lerden bu yana ciddi ciddi onun peşindeydiler. Parçacığın henüz ortaya çıkmamış olması, biraz kuşku yaratmaya başlamıştı. Onu yanlış yerlerde aramışlardı. Birçok fizikçinin kafasında bu yalnızca kötü şans-tı. Ama Holger Nielsen böyle düşünmüyordu. O bunun kader olduğunu düşünüyordu.

Holger Nielsen, Kopenhag'daki Niels Bohr Enstitüsü'nde çalışan bir kuramsal fizikçiydi ve sicim kuramının kurucularından biri

olarak kabul ediliyordu. Sicim kuramı evrendeki bütün parçacıkları, titreşen enerjinin mikroskopik sicimleri olarak görüyordu.

Nielsen, Japonya'daki Kyoto  niversitesi'nden başka bir kuramcı olan Masao Ninomiya ile birlikte Higgs'in neden hâlâ bulunmadığını açıklamak üzere h nzırca bir öneride bulundu.¹⁸⁹ Doğanın kendisi ya da hatta "Tanrı", ona karşı komplo kuruyordu. Nielsen'in kuramına göre, Higgs parçacığı Doğa'ya karşı o kadar namertti ki, parçacıkları parçalama yetisine sahip her makinenin kaderi, gelecek tarafından sabote edilmekti. Nielsen bu durumu, zaman içinde yolculuk çevrelerinde büyükbaba paradoksu diye bilinen şeye benzetiyordu. Bu paradoksta, bir kişi zaman içinde geriye doğru yolculuk eder ve kendi b y kbabasını öldürür. Kuram  imdiki zamanı gelecekle öyle bir şekilde birleştirir ki, gelecekteki olaylar zaman içinde geriye doğru dalgalanır ve bilim insanlarının bugün yapmakta oldukları şeyleri etkiler.

Nielsen ve Ninomiya CERN'e yardımcı bir jest olarak, yönetimin gelecekteki bir kötü gücün Higgs bozonunu bulma girişimle-rindeki talihsizliklerinden sorumlu olup olmadığını görmek için, bir kart oyunu oynamalarını önerdi. Oyun basitti. Milyon tane oyun kartı alır ve i lerinden birisinin  zerine "LHC'yi kapat" mesajını yazarsınız. EĞer yöneticilerden biri kartı çekerse bu, gelecekte onlara

[189] Nielsen ve Ninomiya'nın kuramı, Dennis Overbye'nin *New York Times*'da 12 Ekim 2009'da "The Collider, the particle and a theory about fate" başlığıyla yayınlanan eşit derecede zararlı makalesi tarafından daha geniş kamuoyunun dikkatine sunulduğunda da, büyük gürültü koparmı tır. Nielsen "Imaginary part of action, future functioning as hidden variables", (arXiv: quant-ph 0911.4005v1, 20 Kasım, 2009 tarihli) makalesinde, şunları söyler: "Kendi modelimizde biz SSC'nin (Süperiletken S per arpı tırıcı) ABD Kongresi tarafından, eğer çalışmasına izin verilmiş olsaydı üreteceği büyük miktardaki Higgs parçacıklarından kaynaklanan geriye doğru nedensellik nedeniyle durdurulduğunu ileri sürüyoruz." Birçok fizik  Nielsen ve Ninomiya'nın ciddi olup olmadıklarını anlayamadı. e-posta ile yaptığımız bir görüşmede Nielsen bana, "Bu gerçek bir kuram değildi ve biz ke imiz de gerçekten buna inanmadık," dedi.

bir şeyler söylemeye çalışan Higgs (bozonu) olabilir. Ya da buna benzer bir şey, Nielsen'e göre.

Kuramı diğer fizikçiler soğuk karşıladı. Tevatron'daki olası Higgs izleri konusunda bloguna bir şeyler yazan İtalyan kuramcı Tommaso Dorigo, kendi internet sitesinde Nielsen'in çalışması hakkında "Saygıdeğer Fizikçiler Çıldırdı" başlığıyla bir özet inceleme yayınladı. Dorigo yazısında, "Bazı değerli akılların böyle bir saçmalık yığını yazdıklarını görmek çok üzücü," diyerek kendi kartlarını masaya koydu.

Nielsen, kuramının kendisini de tamamen ikna etmediğini kabul etti, ama Higgs avının tarihinde kuramı destekleyecek bol miktarda kanıt gördüğünü de belirtti. Süperiletken Süperçarpıştırıcı yarı yarıya inşa edilmişken, ABD Kongresi tarafından 1993'de rafa kaldırılmıştı. Büyük Hadron Çarpıştırıcısı yıkıcı helyum sızıntısı nedeniyle bir yıl kapatılmıştı. Bu aksamaların ikisi de, eğer "Tanrı" Higgs parçacığını tiksindirici buluyorsa anlamlı olur diyordu Nielsen. "Bu 'Tanrı' genel olarak onlardan uzak durmaya çalışıyor. Dahası Higgs parçacıklarından nefret ediyor," diye ekliyordu.

11. Bölüm

Saklı Dünya

Peter Higgs, üzerinde bir tek fıstık yeşili bir mankini ile deniz kıyısında sığ suda yürüyor ve kameraya iki başparmağını kaldırıp “tamam” işareti yapıyor. Güneş ışınları arkasındaki sudan yansırken arka planda, bir aşağı bir yukarı sallanan, milyonlere ait yatların krom ve cam aksesuarları parıldıyor.

John Ellis, yanımdan geçerken, Peter Higgs’in kafasının Borat’ın vücuduna çok gerçekçi biçimde monte edildiği, “photoshop” ile yapılmış bu devasa fotoğraf için “Son derece yakışksız” diyor. Borat, televizyon komedyeni Sacha Baron Cohen’in 2006 tarihli aynı adlı filminin Kazakistanlı kahramanı idi. Ellis, bir açıklama getirmek amacıyla, “Borat bir süre önce bizim Noel gösterimizin temasıydı. Bunu öğrencilerimden biri yaptı. Bu tür şeylerde inanılmaz yetenekli,” diyor.

Ellis’in CERN’deki masası, bürosunun her tarafına hâkim bir yerde duruyor ve üzeri araştırma yazıları ile dolu. Masada karşılıklı olarak oturduğumuzda, birbirimizi göremeyeceğimizi fark eden Ellis, odanın ortasına iki sandalye çekiyor ve oturup konuşmaya başlıyoruz. Ellis, dünyanın en geniş ilgi alanına sahip ve yazdığı 900 makaleyle belki de en verimli kuramsal fizikçilerinden birisi. Bana fizik-

çilerin, şiddetli kuvveti taşıyan gluon'u nasıl keşfettiklerini anlattı. Ellis, süpersimetri tarafından öngörülen en hafif parçacığın esrarengiz "karanlık madde"nin bir parçası olduğunu ileri sürmüş ve bilim insanlarına Higgs parçacığını aramanın en iyi yolunu göstermişti. "Karanlık madde", evrenin kütlesinin yüzde 25'ini oluşturan görünmez kozmik maddedir. Tolkien'in cana yakın büyücüsü Gandalf'a çok benzeyen Ellis, 1960'lardaki Paul Dirac kuantum teorisi derslerinin sonuncusu sırasında Cambridge Üniversitesi'nde öğrenciydi ve 1973'de CERN'e gelmişti.

Ellis, 1976'da Higgs parçacığının avı konusunda en deneyimsiz haliyle çalışmaya başladığında, odası koridorun sonundaydı. O yıl diğer kuramcı arkadaşları Mary Gaillard ve Dimitri Nanopoulos ile birlikte Higgs bozonunun ilk ayrıntılı profiline ve bu bozonun parçacık çarpıştırıcı deneylerinde kendisini nasıl ortaya çıkaracağına ilişkin bir makale yayınladılar. Ellis "O yıllarda çok az kişi Higgs bozonunu umursuyordu. Bu bozonu bulmanın ne kadar uzun sürebileceğini hiç düşünmedim," dedi.

Ellis'in bu makalesinin yayınlandığı yıllardan bu yana, bilim insanları acılar içinde sürünerek de olsa bu ele avuca sığmaz parçacığı keşfetmeye çok yaklaştı. Ellis bir tebeşir kapıp kara tahtanın başında, CERN ve Chicago yakınlarındaki Fermilab'ın Tevatron hızlandırıcısında 10 yıldan fazla süren çalışmalarından ne öğrendiğini yazdı. CERN'in son atom çarpıştırıcısı LEP hızlandırıcısı, Higgs parçacığının 114,4 GeV'den daha ağır olmak zorunda olduğunu söylüyordu. Temmuz 2010'da, Tevatron çarpıştırıcısı bir Higgs parçacığının 158 ile 175 GeV arasında olamayacağını belirtti. Diğer deneysel sonuçlarla birlikte, Higgs parçacığının olası kütlesi 115 ve 130 GeV arasında çıkıyordu.

Tarih Şubat 2010'du ve buradaki bilim insanlarının kısaca "yeni fizik" dedikleri şeyin ne olduğunu bulmak amacıyla ilk ciddi giri-

şimlerinde bulunmak üzere, LHC çarpıştırıcısı çalıştırılmak üzereydi. CERN yönetimi, makineyi tam kapasite çalıştırmanın çok riskli olduğuna karar verdi ve bu yüzden yaklaşık iki yıl makine kapasitesinin yalnızca yarısında çalıştırıldı. Bu, hızlandırıcının demetlerinin her birinin dedektör içindeki çarpışmalara yönlendirilmeden önce 3,5 TeV'lik enerjiye kadar hızlandırılacağı anlamına geliyordu. 2011'in sonuna doğru, çarpıştırıcı 15 aylığına kapatılacaktı. Bu ara, mühendislerin, yüksek enerjilerde işlerin kötü gitmesi durumunda makineyi hasardan korumak için gereken tamiratları yapmaları ve bir güvenlik sistemini kurmak için gereken zamandı. Ancak bu iş yapıldıktan sonra LHC tam kapasite çalıştırılabilecekti.

LHC'yi tasarlanan enerjisinin yarısı kapasitesinde çalıştırma kararı kolay alınmadı, ama CERN, makineyi 2008'de bir yıllığına kapatan ve makineyi felce uğratan kaza gibi bir kazayı daha kaldıramazdı. Çarpışma yoksa veri de yoktu; bu fizik için rahatsız edici, bir doktora tezi yazmak için gelip giden öğrenciler için ise yıkıcıydı. Ama bu kararın sonuçları da oldu. Pek çok fizikçi, makinenin 2015'ten önce somut bir Higgs keşfi yapamayacağını itiraf ediyordu.

Ellis dizüstü bilgisayarını aldı ve Şubat 2010'da Fermilab'daki Tevatron çarpıştırıcısından alınan son sonuçları içeren bir araştırma yazısını açtı.¹⁹⁰ Parmağını bir grafiğin üzerine getirdi ve ekrana tıkladı. Ortaya çıkan grafik, Amerika'daki çarpıştırıcıdan alınan sonuçların, farklı kütlelere sahip bir Higgs parçacığına ne kadar ya-

[190] Ben ziyaret ettiğim zaman, Fermilab kısa süre önce Higgs parçacığı avı ile ilgili üç makale yayınlamıştı. Bu makalelerin ilk ikisini CDF ve DZero dedektör ekiplerinin başkanları yazmış, üçüncüsü ise birleştirilmiş sonuçlarla ilgili olarak yazılmıştı. Potansiyel bir 115 GeV Higgs parçacığı için verileri içeren makaleyi CDF grubundan T. Aaltonen yazmıştı, BKz. arXiv: 1001.4468v2. Tevatron'daki 115 GeV'lik bir Higgs parçacığı işaretleri konusunda daha fazla bilgi için Bkz. "New Tevatron Higgs limits got worse, but the 115 GeV excess is growing!", Tomasso Dorigo, *A Quantum Diaries Survivor* adlı blog, 19 Kasım 2009.

kından uyduğunu –ya da uymadığını– gösteriyordu. “Bu ilginç, eğer bir Higgs bozonu varsa bu tam da görmek istediğimiz şey,” dedi Ellis. Gösterdiği grafiğin bir parçası 115 GeV ağırlığındaki bir Higgs bozonu ile uyumluydu. Bu tam da CERN’in önceki çarpıştırıcısının 2000’de Higgs bozonunun bir an görünür gibi olduğu anda gördüğü yerdı. “Biz kuramcılar bunun hakkında biraz ağız dalaşı yapıyoruz. Bu o olabilir, tam da orada. Belki de Amerikalılar Higgs parçacığını zaten görmüş durumdalar,” diye konuştu.

Bir ipucu ile keşif arasında çok büyük fark vardır. 2010’un başında ABD hükümetinin Tevatron çarpıştırıcısını 2011’in sonuna kadar çalıştırması bekleniyordu. Bu, hemen hemen LHC’nin onarım için kapatılacağı zamana denk geliyordu.¹⁹¹ Çoğu fizikçiye göre Higgs parçacığını kesin olarak keşfetmeye yetecek zaman kalmamıştı. Bu fizikçiler, Tevatron bilim insanlarının umabilecekleri en iyi şeyin, CERN’i 2000’de LEP çarpıştırıcısının tamamen kapanmasından aylar önce çılgınlığa sürükleyen Higgs parçacığının büyük acı veren görünür gibi olması türünden bir şey olduğunu söylüyordu. “Fermilab iyi bir deneme yapıyor, herhangi birinin düşünebileceğinden daha iyi bir deneme. Ama bir büyüler olduğunu sanmıyorum. Yeteri kadar çarpışma gerçekleştiremeyecekler,” diyor Ellis. “Eğer çok şanslılarsa bazı kanıtlar bulduklarını söyleyebilirler, ama bir keşif yapamayacaklar.” Bu tahmin erken olabilirdi. Eylül 2010’da Fermilab’ın müdürü Pier Oddone, Tevatron’u 2014’e kadar çalıştırmaya devam etmeyi planladıklarını açıkladı. Bu konuda nihai kararın 2011’de verilmesi bekleniyordu.

Ellis’in odasından kısa bir yürüyüş mesafesinde 40 Numaralı Bina vardır. Bu bina, LHC’nin ATLAS dedektörü grubunun fiili karargâhıdır. Grupta 3 binden fazla fizikçi çalışmaktadır (bunların

[191] Bkz. “Endgame for the Tevatron”, John Conway, *Cosmic Variance* adlı blog, 21 Eylül 2009.

Çoğu çalışmalarını kendi ülkelerindeki üniversitelerden yürütmektedir) ve bilim tarihinde bir araya getirilmiş en büyük ekiplerden birisidir. Grubun başkanı, CERN'e 1987'de katılmış bir İtalyan bilim kadını olan *Fabiola Gianotti*'dir. Medya bazen bir kadının böyle büyük bir gruba başkanlık etmesi konusunda yaygara – ok olumlu bir yaygara–  ıkarır, ama bu kendini beğenmiş e ve kaba görünür. CERN belki de kültürü ve çeşitliliği bakımından benzersiz bir zenginliğe sahiptir. Nereli olduğun, yaşın, cinsiyetin önemli değildir.  nemli olan; işini bilmen, bu konuda tutkulu olman ve herkesle iyi ge inmendir.

ATLAS grubu ve CMS (Compact Muon Solenoid) adlı dedektörde çalışan diğer grup, LHC'de yürütülen Higgs avının  n safında olacaklardı. Her iki grup da, başından beri bir keşif yapma şanslarını en yükseğe çıkarmak için, verilerini paylaşmayı planlıyordu. Gianotti, "Bu Higgs için uzun süredir devam eden bir arayış. Benim için ise uzun bir maceranın devamı. Bir noktada bu makine ile bu arayışta nihai sözü söylemeye gidiyoruz." dedi.

Bu kadar uzun bir yarıştan sonra, bir ilginç olasılık da, 2011'in sonundaki makinelerin uzun süre kapalı kalacağı dönemde, bilim insanlarının LHC ve Fermilab'ın Tevatron  arpıştırıcısından alınan sonuçları bir araya getirebilecek olmalarıydı. Eğer her iki makine de o zamana kadar Higgs bozonuna ilişkin işaretleri görürlerse verileri bir araya getirmek, belki de bir keşif yapıldığını ilan etmek için yeterli olabilirdi. Her iki makine de bitiş çizgisini birlikte geçerek Higgs parçacığı avını birlikte sona erdirebilirlerdi.

Bilim için bir yarışı kazanmaktan daha önemli şeyler vardır. Fizikçilerin nefeslerini tutup bekledikleri şey, Higgs parçacığının yapısı ile ilgili haberlerdir. Konuştuğum fizikçilerin çoğu, Higgs ne zaman bulunursa bulunsun, bunun süpersimetrisinin öngördüğü bir şey olacağını umuyorlardı. Süpersimetri, bildiğimiz bütün parçacık-

ların bir ağır ve görünmez eşi olmasını gerektiren bir kuramdır. Süpersimetri bir Higgs parçacığı, fiziğin yeni bir düzeyinin kapılarını açacaktır; bu düzey, bilim insanlarını, doğanın bütün kuvvetlerini ve parçacıklarını tanımlayan bir kurama büyük bir adım daha yaklaştıracaktır.

En basit olasılık, ki basit olması onun bazı fizikçilerin kafasında en muhtemel olmasına yeter, bilim insanlarının Standart Model içine bilmecenin nihai parçası olarak rahatça uyacak tek bir yüksüz Higgs parçacığı keşfetmeleridir. Bu, kütlenin gizemini çözebilir ve Standart Model'in sallanan tek gevşek parçasını sağlamlaştırabilir. Öte yandan, bu fiziği korkunç bir konuma sokar. Fizikçiler Standart Model'in evrendeki her şeyi tanımlamadığını biliyor. Standart Model, karanlık madde ya da kütleçekim kuvveti ile ilgili bir şey söylememektedir. Fizikçiler, büyük bir umutla, Higgs bozonunun bu ve diğer gizemleri anlamanın yolunu göstermesini bekliyorlardı.

Steven Weinberg'i Austin'deki Texas Üniversitesi'nde ziyaret ettiğimde, parçacık fiziğinin, kimsenin suçu olmamasına karşın, kuramsal fikirlerin, nasıl olup da deneycilerin deneylerinde, gözlemlemeyi umabilecekleri şeylerin ötesine geçtiği, sağlıklı bir duruma geldiğinden acı acı yakınmıştı. Higgs bozonu, bu sorundan kurtulmanın bir yolu olabilir, ama bunun da bir garantisi yok. Weinberg, görüşmemizde, "Bir nötr (yüksüz) Higgs bozonu bulmak bizi sıkıntılardan kurtarmaz, bizi sıkıntıya sokar. Bu, aynı şimdi yaşamakta olduğumuz duruma benzer bir durum olur ve yeni olan hiçbir şeyle ilgili ipucu vermez. Birkaç çeşit Higgs bozonu bulmak, hatta hiçbir Higgs bulmamak, daha iyi olacaktır," dedi.

Avın hiçbir sonuç almadan bitmesi olasılığı çok gerçekçiydi, en azından bazı bilim insanlarına göre. Aralık 2009'da, LHC ilk deneysel çarpıştırmalarına başladıktan yalnızca günler sonra, 1970'lerde Higgs mekanizması ile ilgili çalışmaları nedeniyle Nobel Fizik

 d l n  Gerardus 't Hooft ile paylaşan Tini Veltman, CERN'de bir seminer verdi. Veltman, Higgs'in düpedüz olmayabileceği ve parçacıkların başka bir yoldan k t le kazanmış olabilecekleri fikrini ortaya koydu.^[192] Başka bir olasılık ise şuydu: Eğer Higgs varsa belki de görünmezdir ve çarpışmalarda yaratıldığı zaman, modern dedektörlerin göremeyecekleri parçacıklara dönüşebilir. Veltman konuşmasını, "Eğer yakın gelecekte hiçbir Higgs görülmezse o zaman ya Higgs yoktur ya da görünmezdir. şu anda 'Higgs yoktur' olasılığı bana daha uygun görünüyor," diye bitirdi.

Veltman, Higgs parçacığının çoğu bilim insanının düşünme eğilimi gösterdiği biçimde, var olup olmadığından endişe eden tek kişi değildi. Davis'deki California  niversitesi'nden iki fizikçi David Stancato ve John Terning, 2009'da Higgs'in belki de parçacık bile olmayabileceğini söylediler.^[193] Higgs'in kendilerinin *par acıkolmayan* (unparticle) dedikleri şey olabileceğini ileri sürdüler. Par acıkolmayanlar, fizikçilerin son meraklarından birisidir. Bunların, normal parçacıklarla pek çok ortak yönü olmakla birlikte, bazı tuhaf davranışları vardır. Normal parçacıklar iyi-tanımlanmış k t lelere sahipken, bir par acıkolmayanın k t lesi kaybolmuştur ve belirsizdir. Bu gerçek bile tek başına bir Higgs-olmayanı aramayı sorunlu hâle getirir. Durumu daha da kötüleştiren şey, Stancato ve Terning'in, eğer LHC içinde bir Higgs-olmayan ortaya çıkarsa dedektörlerin bunu fark etmelerinin neredeyse olanaksız olduğuna inanmalarıdır.

[192] Bkz. CERN'in 3-4 Aralık 2009'da düzenlediği, "From the Proton Synchrotron to the Large Hadron Collider -50 Years of Nobel Memories in High-Energy Physics" adlı seminer. Veltman seminerin ikinci gününde, "The LHC and the Higgs boson" dersini verdi. Seminerin video görüntüleri ve slaytlarına CERN internet sitesinden ulaşılabilir.

[193] Bkz. "The Unhiggs", David Stancato ve John Terning, *Journal of High Energy Physics*, No.11, 2009, s.101.

John Ellis'in bürosundayız tekrar ve Ellis bize Higgs parçacığı bulunduğu zaman fizikçilerin yanıtlaması gereken bazı temel soruları açıklıyor. Fizikçiler, Higgs parçacığının temel bir parçacık mı olduğunu yoksa daha küçük parçacıklardan mı oluştuğunu bilmiyor. Eğer başka parçacıklardan yapılmışsa bu parçacıklar zaten bildiğimiz parçacıklar da olabilir tamamen yeni parçacıklar da. Bunu ortaya çıkarmak muhtemelen fizikçileri uzun süre meşgul etmeye yetecektir.

Ben varmadan önceki gece, Cenevre kar yağışlıydı ve CERN'in etrafındaki bölgeler hafif tozlu bir kar tabakası ile kaplıydı. Manzara, Ellis'in Higgs alanı için kullanmayı en sevdiği benzetme için uygundu. Ellis, bu benzetmede şöyle diyor: "Bütün evreni kaplayan sonsuz bir kar tabakası düşünün. Bazı parçacıklar kar üzerinde sanki kayıyorlarmış gibi hızla hareket ederler. Bunlar kütesiz parçacıklar olan fotonlardır ve Higgs alanının onlar için bir önemi yoktur, dolayısıyla etrafta ışık hızında hareket ederler. Elektron gibi diğer parçacıklar ise ayaklarında kar ayakkabıları varmış gibi hareket ederler. Karda birazcık batarlar, yavaş hareket ederler ve küçük bir kütleleri vardır. Ardından üst kuark gibi parçacıklar gelir, ki bunların hiç ayakkabısı yoktur. Karda derine batarlar ve zamanla süperağır hâle gelirler. Higgs bozonunu aramak, bu kozmik kar alanından kar taneleri toplayıp bu taneleri mikroskop altında incelemek gibidir."

Bazı parçacıkların Higgs alanında neden diğerlerinden daha fazla battıkları hâlâ yanıtlanması gereken bir sorudur. Bu soru, kütle sorununun özü ile doğrudan ilgilidir. En ağır kuark çeşidi olan üst kuarklar, yaklaşık olarak bir elektrondan 400 bin kez daha ağırdır. Higgs alanı, kuarklara ve elektronlara kütle kazanmaları için bir yöntem verir, ama sahip oldukları kütlelere neden sahip oldukları konusunda bir şey söylemez. Neden bazı parçacıklar diğerlerinden daha ağırdır? Ellis, "Bu konuda hiçbir fikrimiz yok. Neden bazı parçacık-

ların kar ayakkabısı giyerken diğerlerinin karda çıplak ayakla dolaştıklarını açıklayan bir kurama sahip değıliz,” diyor.

* * *

İngiliz yazar Ronald W. Clark, 1972’de yayınlanan *Einstein: Hayat ve Zamanlar* adlı biyografisinde, Cambridge niversitesi’nin Cavendish laboratuvarında yapılan olağndışı bir kutlamanın hikâyesini anlatır. Kutlamanın yapıldığı sırada laboratuvarın başındaki kişi J. J. Thomson’du. Thomson, 1897’de elektronları bulduğı için 1906’da Nobel fizik dln kazanmıştı. Thomson’un birlikte çalıştığı ünlü fizikçi Edward Andreda “yararsız elektron” a kadeh kaldırarak “Ve uzun süre de öyle kalacak olan (elektrona)!” dedi.

Hiç kimse elektronun dünyayı değıştireceğini bilmiyordu. Thomson yeni bulduğı parçacıkla ilgili konuşmalar yaptığında, dinleyiciler ona pek inanmamış ve onları işlettiğini sanmışlardı. Atomdan küçük bir parçacık fikri saçma görünüyordu. Ona inananlar bile bunun gerçekte ne işe yarayacağını görmekte zorlanıyorlardı.

Bu hikâye bilimde zaman zaman yaşanır. James Clerk Maxwell, 19. yüzyılın sonlarında elektrikle manyetizmayı birleştirdiğinde, ışığın bir elektromanyetik dalga olduğunu gösterdi. Günümüzün modern toplumu, bu bilgidен yararlanarak teknolojiler üzerine kuruludur. Elektromanyetik dalgaları bize cep telefonlarını, elektronik araba anahtarlarını, hastanelerdeki CT tarayıcıları ve uydu televizyonunu kazandırdı. Yine zamanında hiç kimse bu olanakları önceden görememişti. Niels Bohr’un meşhur yorumunda olduğı gibi, “Tahmin etmek özellikle zordur, özellikle de gelecekle ilgili olduğunda.”¹⁹⁴

Bazı fizikçiler, tıpkı elektromanyetik alanı kullanmayı öğrendiğimiz gibi, sonunda Higgs alanını da kullanmayı öğreneceğimiz tah-

[194] Bu terim ve terimin değışik biçimleri genel olarak hem Niels Bohr hem de Yogi Berra’ya atfedilir. Bohr’un kullanımı, diğerleri ile birlikte, *Between Inner Space and Outer Space: Essays on Science, Art, and Philosophy*, John Barrow, Oxford University Press, 2000 içinde bulunabilir.

mininde bulunuyor. Bohr'un bizi uyardığı saçmalığa bodoslama düşmeden, bu alanın herhangi bir açık uygulamasını tahmin etmek zordur. Temel parçacıkların kütesini değiştirmek dünyadaki obezite sorunun çözmeyecektir. Mühendislerin havada kütesiz biçimde hareket eden arabalar tasarlamasını sağlayıp herhangi büyük bir şehirdeki trafik sıkışıklığını da çözmeyecektir. Bilim insanlarından biri, bana biyık altından gülerek, ordunun sözcüğün gerçek anlamıyla "kütle imha silahları" yapmaya çalışabileceğini söylemişti.¹⁹⁵ Higgs alanını kapatırsanız bu alandaki nesneler, onları oluşturan temel parçacıklar aniden kütesiz kalıp ışık hızında hareket edecekleri için, bir anda yok olurlar. Bu gerçekçi değildir. Higgs alanının etkisini kuramsal olarak değiştirmek mümkün olabilir, ama bu üretmesi olanaksız bir enerji miktarına mal olur.¹⁹⁶ Herkes Dünya'nın, daha geleceksel yollardan daha az enerji kullanılarak gerçekleştirilecek bir kitlesel imha tehdidi ile karşı karşıya olduğuna bahse girebilir.

Higgs parçacıklarının daha umut vaat eden bir kullanımı ise hızla fizikteki en heyecan verici yeni alanlardan biri haline geliyor. Fizikçilerin sayıları giderek artan bir bölümü, 21. yüzyılın başından bu yana Higgs parçacığının bilimde bundan sonraki büyük devrimin merkezinde olacağına inanmaya başladı. İnsan düşüncesindeki ve gerçekliğin algılanış biçimindeki büyük değişimler devam ederken, bu fizikçilerin akıllarındaki devrimi anlamak zordur.

İnsanlar her zaman kendilerinin özel olduğunu düşünmüşlerdir. Bildiğimiz kadarıyla evrende dil kullanabilen, büyük sanat ve edebi-

[195] Higgs alanını yönlendirme fikri ile ilgili daha fazla bilgi için fizikçi Kim Griest'in Davis'deki California Üniversitesi'nde verdiği çevrimiçi seminere bakınız. Bu seminer "Atoms to X-rays: The Mystery of Empty Space: Higgs Bosons, Vacuum Energy and Extra Dimensions" adlı seminer dizisinin bir parçasıdır ve videosu UCSD TV'nin internet sitesinde bulunabilir.

[196] *A Zeptospace Odyssey*, Oxford University Press, 2010, kitabında yazar Gian Francesco Giudice, şöyle diyor: "Bu, ancak evreni 10

yat ürünleri üreten ve doğanın yasalarını formüle edebilen tek trz. Ama insanlığı, yaşamın zirvesi olarak görme düşüncemize bilim büyük darbeler vurdu. Her zaman kibrimizin temellerini sarsacak devrimci fikirler ortaya çıkar.

İnsanları temelden sarsmaktan daha fazla etkisi olan üç büyük devrim oldu. Bunlardan ilki, Polonyalı astronom Nicolaus Kopernik ile birlikte 16. yüzyılda yaşandı. Kopernik, Dünya'nın evrenin merkezi olduğu şeklindeki dinsel temelli düşünceyi yıkmak için matematiksel argümanları kullandı. Kopernik, Dünya'nın bizim Güneş Sistemimizin bile merkezi olmadığını, Güneş etrafında dönen birçok gezegenden yalnızca birisi olduğunu söyledi.

Bir sonraki devrimi Charles Darwin ve çağdaşlarına borçluyuz. Kopernik'ten 300 yıldan daha uzun bir süre sonra, Darwin insanların özel olmadığını kanıtladı. Darwin 1859'da *Türlerin Kökeni* kitabında, doğal seçilim yoluyla evrim kuramını açıkladığında, insanların da yalnızca başka türden bir hayvan olduğunu açıklığa kavuşturdu. Eğer evrimin zaferini talandırdığınızı düşünüyorsanız bunu bir kez daha düşünmenizi öneririm.

nc devrim ise yaklaşık bir yüzyıl sonra, 1953'te, iki Cambridge bilim insanı James Watson ve Francis Crick DNA'nın yapısını ortaya çıkarınca yaşandı. İki bilim insanının çalışması yeni genetik çağının başlangıcını oluşturdu ve insan kibrine karşı yeni bir meydan okuma oldu. Bazı bilim insanlarına göre, bizler bencil ve kendi-kendini üreten moleküllerin geçici taşıyıcılarından başka bir şey değiliz ve hayattaki asıl amacımız bu molekülleri bir sonraki kuşağa geçirmektir.

Bugün fizikçiler ciddi olarak Higgs parçacıklarının bilimdeki bir sonraki büyük devrimin köşe taşı olup olmadığını soruyor. Bu, daha önceki bütün devrimlerden daha köklü bir devrim olacaktır. Higgs parçacığının gizli dünyalara açılan bir köprü olabileceğini sy-

luyorlar.¹⁹⁷ Eğer haklılarsa gerçek dediğimiz şey –yani bildiğimiz her şey– tamamen bihaber olduğumuz çok daha büyük ve daha karmaşık bir gerçekliğin parçası haline gelir.

CERN'deki fizikçilerden James Wells'e göre, saklı dünyaların varlığı, insan deneyiminin hiçbir ayrıcalığa sahip olmadığını kabul ettiğiniz anda, neredeyse kaçınılmaz görünüyor. Wells, parçacık fiziğinin son zamanlara kadar çok insan merkezli olduğunu ileri sürüyor. Fizikçilerin şimdiye kadar genel olarak ilgilendikleri parçacıklar vücudumuzu oluşturan ya da vücudumuzun içinde karşılıklı etkileşimde bulunan parçacıklardı. Wells'in işaret ettiği nokta, basitçe bizim hiç de fark etmediğimiz, faaliyet halindeki başka sayısız parçacığın ve kuvvetin olabileceğidir. "Var olan her şeyin bizim bedenimizin hissettiklerinden ibaret olması çok garip bir şey olurdu. Bu kadar özel olmamız için hiç de özel bir neden yok," diyor.

Bilim insanları, evrenin göremediğimiz ya da hissedemediğimiz bir madde içerdiğini zaten biliyor. Gökadalarda gizli gizli dolaşan ve varlıklarını yalnızca etraflarındaki gök cisimleri üzerindeki kütleçekim kuvveti ile ortaya koyan muazzam miktarda karanlık madde var. Kozmologlar, karanlık maddenin evrenin kütlelerinin yaklaşık yüzde 25'ini oluşturduğunu düşünüyor.

Bu dünyalar bizden nasıl saklanıyor? Etrafınızdaki dünyaya şöyle iyice bir bakın. Elinizdeki bu kitaptan, mutlu biçimde üzerinde oturduğunuz koltuğa ya da sandalyeye kadar, her şey basit yapı taşlarından oluşur. Atom çekirdeği birbirlerine güçlü kuvvetle bağlı kuarklardan oluşur. Bu, merkezi ögelerin etrafında, elektromanyetik kuvveti kullanan çekirdeği kaplayan elektronlar vardır. Atomlar ve

[197] Saklı dünya fikri konusunda birkaç yazar makaleler yazmıştır. İyi bir başlangıç için bkz. James Wells'in, *Lectures on Higgs Boson Physics in the Standard Model and Beyond* içindeki "Higgs bosons of a hidden world" adlı 12. Bölüm ve bu bölümdeki referanslar. Bu bölüm çevrimiçi olarak 25 Eylül 2009 tarihli, arXiv: hep-ph/0909.4541v1, adresinde bulunabilir.

moleküller normal nesneleri oluşturmak için birbirlerine bağlanırlar, bu bağlanmayı da elektromanyetik kuvvet sağlar. Bu süreç, etrafımızdaki maddi dünyayı oluşturmak için sonsuz permütasyonda tekrarlanır. Bütün bu parçacıkların bir ağırlığı vardır, bu da Higgs alanı ve onları birbirine bağlayan kuvvetler sayesinde olur. Bunların kütlesini, Yerküre'nin kütleçekim kuvveti onları çektiği için hissederiz. Bunlardan başka bildiğimiz tek bir başka kuvvet daha vardır ve bu da belirli türden radyoaktif bozunumları düzenleyen zayıf kuvvettir.

Neden bizim bulduğumuz madde parçacıkları ve şimdiye kadar bildiğimiz dört kuvvet, kendi türlerindeki tek türler olsunlar ki? İnsan bedeninin evrendeki her şeyi hissedecek kapasiteye sahip olması için bir neden yok. Karanlık madde, böyle olmadığının kanıtıdır. Faaliyetlerini tamamen bizim algımızın ötesindeki bir dünyada devam ettiren çok sayıda parçacık ve kuvvetin olabileceği olasılığı olağanüstüdür.

Saklı bir dünya, bizim dnyamızdakine benzeyen, ama bildiğimiz madde ile etkileşime girmeyen farklı türden karanlık parçacık ve kuvvetlerden yapılmış olabilir. Hatta Standart Model'in karanlık bir versiyonu bile olabilir. Eğer durum buysa karanlık yıldızların doğmasını ve yaşamlarının sonunda patlamalarını ya da karanlık kozmik döküntülerin bir araya gelerek karanlık gezegenleri oluşturmasını engelleyen şey ne olabilir ki? Bazı karanlık hayat formları da olabilir mi? Oxford niversitesi'nde saklı dünyalar kuramı üzerinde çalışan kuramsal fizikçi John March-Russell, "Buna ilişkin kanıtımız yok. Ancak bunu olasılık dışı bırakamayız. Karanlık bir dünyanın, bildiğimiz dünyadan daha az karmaşık olması için bir neden yok. O da zengin bir olgular kümesi olabilir," diyor ve sözlerine şöyle devam ediyor: "Kopernik devriminin bize Dünya'nın özel olmadığını söylemesi gibi, aynı şey şimdiye kadar keşfettiklerimiz için de geçerli olabilir. Etrafımızdaki bütün bu şeyler, bizim gerçekliğimize ait şeyler,

evrenin en karmaşık ve baskın parçası mı? Belki de öyle değildir.”

Orada bir yerlerde saklı dünyalar varsa Higgs parçacığı belki de bu dünyaları bulmak için en iyi şansımız olabilir. Bunun nedeni ise şu: Bazı fizikçiler, bizim Higgs alanımızın gizli dünyadaki parçacıklara kütlelerini veren öteki Higgs alanlarına belli belirsiz bir şekilde bağlanacağına inanıyor. Bu bağlantı, saklı dünyalara göz atmak ve o dünyada ortaya çıkan parçacık türlerini incelemek için bir “köprü” oluşturacaktır. Higgs alanı birkaç nedenden dolayı, bunu yapabilecekler arasında tektir. Higgs alanını bütün diğer alanlardan ayıran en önemli özellik, onun skaler bir alan olmasıdır. Bunun anlamı, yalnızca Higgs alanının her yönden (hangi yönden bakılırsa bakılsın) aynı görünüyorsa olmasıdır. İkinci bir özellik ise Higgs alanı ve onunla bağlantılı parçacıkların uzayın her alanına yayılmış olmasıdır. Bu iki özellik Higgs alanını, saklı dünyadan taşabilecek en küçük enerji dalgalanmalarına karşı bile inanılmaz düzeyde hassas hâle getirir. Eğer Higgs parçacığı LHC içinde bulunursa fizikçiler bu parçacığın ölüm sancılarının saklı dünyaların içine bir ışık tutacağına inanıyorlardı.

Higgs parçacığı çok kararsızdır ve yaratılır yaratılmaz hemen diğer parçacıklara bozunması beklenir. Eğer saklı dünyalar varsa Higgs bozonu görünmez saklı dünya parçacıklarına da bozunabilir. O zaman bunlar, bizim görebileceğimiz “gerçek” parçacıklara da parçalanabilir. Bu etki LHC’nin dedektörleri içinde hiçbir şeyden gelmiyormuş gibi görünen ani bir parçacık izleri patlaması olarak ortaya çıkacaktır. Buna benzer izlerin tespit edilmesi, bilim insanlarının izleri geriye doğru izleyip Higgs bozonunun bozunmuş olması gereken saklı dünya parçacıkları türleri hakkında bir fikir oluşturmalarına izin verecektir.

Saklı dünyalar fikri, fizikçilerin boş zamanlarında hayal ettikleri çatlak fikirlere benziyormuş gibi görünebilir, ama bu ciddiye alı-

nan bir olasılık. Wells, “Eğer Higgs bozonunu saklı dünyalara ulaşmak için bir köprü olarak kullanabilirsek bu, bilim tarihinde zaman ve uzayın içyüzü hakkında sahip olduğumuz en önemli bilgilerden birisi olacaktır,” diyor.

* * *

Guardian gazetesinin Londra’nın merkezindeki eski ofislerinden, Clerkenwell’de bulunan merkez bürosundaki masama, Haziran 2007’de elle yazılmış bir mektup geldi.  zerindeki damgada, Satürn bulutsusunun bir görüntüsü vardı; simsiyah bir arka planın içinde maviler ve kırmızıların göksel helezonları. Mektubu ters çevirdim ve gönderenin adresini gördüm. Mektup Peter Higgs’den gelmişti.

Bütün  midimi kaybetmiştim. Aylar  nce, *Guardian*’ın *Hafiasonu* dergisi için Higgs hakkında bir yazı yazmayı düşünmüştüm. O sırada LHC’deki çalışma tamamlanmak üzereydi ve makine ile ilgili tanıtım çalışmalarının çoğunda Higgs bozonununun ya da daha gazeteci jargonu ile söylersek “Tanrı Parçacığı”ndan bahsediliyordu. Bu parçacık, kütlenin kökenini anlamamanın sırrı olarak sunuluyordu. Bu fikir benim için kafa karıştırıcıydı ve Peter Higgs genellikle inziyaya çekilmiş biri olarak görülüyordu. Bu konuda bir şeyler yazmamız zorunluydu.

Peter Higgs’in Edinburgh  niversitesi’nden emekli olduğunu, ama hâlâ fahri profesör olarak çalıştığını biliyordum. Fizik bölümüne telefon ettim, basın bürosu ile ilişkiye geçtim ve meslektaşlarına bir görüşme yapabilir miyiz diye e-postalar gönderdim. Bunların hiçbiri sonuç vermedi. Sonunda *Kim Kimdir*’in bir baskısını inceleyerek bir ev adresi buldum ve doğrudan kendisine yazdım. Yanıt, altı hafta sonra geldi.

Birkaç yazışmadan sonra, bir tren yolculuğu yaptım ve işte Edinburgh’un Yeni şehir bölgesinde, yapraklarla örtülü bir parkın yanındaki güzel bir Georgian tarzı terasın dışındayım. Az ileride k -

şede, James Clerk Maxwell'in 1831'de doğduğu India Caddesi var. Zili çaldım ve Higgs diafondan yukarı gelmemi söyledi. Binanın son katındaki dairesinin kapısında beni gülümseyerek karşıladı.

Higgs'in dairesi 1970'ler stilinin bir anıtı gibi. Her yeri eski model sandalyeler, lambalar ve duvar üniterleri ile dolu. Raflar sanat kitapları ve *Gramophone* dergisinin sayıları ile tıklış tıklış, kahve masasının üstü ise *Scientific American*, *Physics World* ve *Private Eye* dergisinin sayfalarından oluşan küçük dağlarla kaplı. Oturma odasının duvarlarından birine dayanmış eski model bir Leak marka ses sistemi duruyor.

Sohbete başlar başlamaz bir şey açıklığa kavuşuyor. Higgs'in inzivada yaşayan bir dahi olduğu şeklindeki ünü, herhangi bir basmakalıp söylem kadar yanlış. Emekli, ama hâlâ çok meşgul birisi. Dünyanın her yerinden, her türden basın yayın kuruluşları görüşme talepleriyle onu bombardımanına tutuyor. Bu isteklerin birçoğu başarısız oluyor ya da yanıt almak o kadar uzuyor ki, belirli bir tarihe kadar röportaj yapmak zorunda olanlar da bu yüzden başarısız oluyor. Telefonlara yanıt verdiği sürece hep savunmada kalıyor ve yalnızca arayanı ve arama zamanını önceden biliyorsa telefonlara yanıt verme eğiliminde. "Bir cep telefonu olmadığını," söyleyen Higgs "ama büyük ihtimalle oğullarım, yaşıma dikkate alarak, daha kolay iletişim kurmam gerekçesiyle, beni bir tane almaya zorlayacaklar. Bana mesaj gönderilmesini pek istemesem de, 'İmdat! Felç geçirdim ve yerde yatıyorum!' şeklinde bir mesaj gönderebilmem gerek," diyor.

Higgs bilgisayarlardan uzak duruyor. Bu, öğrenciliği zamanında, eski moda bilgisayarları kullandığında yaşadığı kötü deneyimlerden kalan bir çekince. Higgs'in doktora tezini bitirmek üzere olduğu sırada, araştırma öğrencilerinin hesaplamalarının yapılmasını bekleyerek gecelerini harcadığı zamanlar da yaşanmıştı. Higgs, "Belki de çağımızın bilgisayar teknolojisine uzak kalmakla tepkimi aşırı uçlara götürüyorum," diyor.

Higgs, CERN'in LHC çarpıştırıcısı ve ondan önce de kader mahkûmu Amerikan SSC çarpıştırıcısının, Higgs avlayan makineler olarak tanıtılmalarından tümüyle memnun değil. Higgs parçacığı keşfedilmezse insanların bu milyarlarca dolarlık devasa makineler zaman ve para kaybı değil mi diye sormaları olasılığı açık bir tehlike olarak ortada duruyor. Higgs LHC'nin yalnızca Higgs parçacığını değil, süpersimetri ve fazladan boyutlar gibi önemli fikirlerin kanıtlarını da arayacağını belirtiyor ve bu makinelerin tanıtılmasında kullanılan yolun "bazen kamuoyunun zekâsına bir parça hakaret niteliği taşıdığını" belirtiyor.

Oturmuş sohbet ederken, Higgs uzayın hiçliğinde parçacıklara kütlelerini veren bir şeye nasıl rastladığının hikâyesini anlatıyor. Ellerini öbür omzunu kavrayacak şekilde birleştirirken, "Bunun sonuçları var," diyor ve ekliyor: "Eğer o olmasa, biz de burada olmazdık," diyor. Parasını bilim insanlarının birden fazla Higgs parçacığı bulacağına, eğer şansları varsa süpersimetri tarafından tanımlanan tam bir Higgs parçacığı seti bulacaklarına yatırıyor.

Higgs'in 1949'da Edinburgh'a gelmesine neden olan yıllık uluslararası festival, onu ilk ziyaret ettiğim gün de tam hızla devam ediyordu. Higgs'in akşam için planları vardı ve hızla zamanımız tükeniyordu. Monteverdi'nin madrigallerini dinleyeceğimiz bir geceye hazırlanırken, kapıya yöneldim. Çıkmak üzereyken, onun için bilim insanlarının Higgs parçacığını bulduklarını görmenin önemli olup olmadığını sordum. Bunun kendisi için bir "rahatlama olacağını" belirterek, "çok uzun bir yolculuk" dedi.

Sonsöz

4 Temmuz 2012 günü, sabah saat 7'yi biraz geçe, CERN Genel Müdürü Rolf-Dieter Heuer işyerine geldi ve doğada bulunan yeni parçacık hakkındaki bilgileri Dünya'ya duyurmak için hazırlandı. Açıklamanın yapılacağı salon çalışanlar ve öğrenciler tarafından tıklım tıklım doldurulmuştu. Heuer, o gün her şeyin tıkr tıkr işleyeceğinden emin olmak istiyordu. CERN'in girişinde muhabirler ve televizyonların çekim ekipleri, kendilerini laboratuvarın merkez binasına götürecekt servisleri beklerken Güneş altında çene çalışıyorlardı. Ana binada ise ağır siyah botlar giyen ve pek az gülümseyen iri yarı güvenlik görevlileri kalabalığın düzenini sağlamakla meşguldü.

Laboratuarda çalışanlardan bazıları bütün geceyi binada geçirmişti. Dizüstü bilgisayarlar, kuştüyü yorganları ve uluslarının bayrakları ile gelmiş; kâğıt oynayıp içki içerek CERN'in ana konferans salonunun dışındaki salonda yere serilmiş hâlde vakit geçiriyorlardı. Heuer'in bulunduğunu ilan edeceği Higgs bozonu hakkında o sabahki iki konuşma bu salonda yapılacaktı. Konferans salonunun kapılarının açılmasına daha saatler varken, CERN çalışanları sohbet edip içtiler, uyuyup uyandılar ve gönülsüzce bilgisayarlarında bir

şeylerle meşgul oldular. Sabahın erken saatlerinde binanın dışında daha resmi bir kuyruk oluşmaya başladı ve bununla birlikte kaçınılmaz olarak kuyruğun ne tarafa doğru uzanması gerektiği tartışıldı. Bir ara herkes ayağa kalktı, ileri geri sallandı ve tekrar eski yerlerine oturdu. Sabah 05.30 gibi yangın alarmı çaldığında bile, CERN'in yangın söndürme görevlilerinin bütün çabalarına karşın, kimse yerinden bir milim bile kıpırdamadı. Heuer binaya girdiğinde, birinci kattaki konferans salonunun girişinden başlayan kuyruk, giriş katına kadar bütün merdivenleri doldurmuştu. Kuyruktakilerin çoğunun içeri girme şansı yoktu. Zaten üst katta çok sayıda insan vardı. Normal günlerde Heuer 5. kattaki odasına çıkmak için asansörü kullanırdı, ama bugün birinci katın düğmesine bastı. Merdivenler yukarı çıkılamayacak kadar kalabalıktı. Birkaç saniye sonra asansör kapısı açılıp Heuer başını dışarı uzattığında, coşku içinde kendisini kutlayan bir insan kalabalığı ile karşılaştı. Coşkulu kalabalığa doğru "Tamam, tamam" diyerek el sallayıp odasına yöneldi. Sonradan bu sahne için Heuer, "Birinci katın nasıl görüldüğünü görmek istemiştin. Muhteşem bir atmosferdi," demişti.

Güvenlik görevlileri sabah 07.30'da insanları onar onar içeri almaya başladı. Konferans salonunun ön yarısı CERN'in önemli isimlerine ve misafirlerine ayrılmıştı. O gün ilk sıradakilerin en az dördü eski genel müdürlerden oluşuyordu. Aralarında 1994'de Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın (LHC) kurulmasına onay veren eski genel müdür Chris Llewellyn Smith ile bu devasa makinenin yapım sürecinde genel müdürlük yapan Lyn Evans da vardı. Onun arkasındaki koltukta, 1976'da fizikçilere çarpışan parçacıkların artıkları arasında Higgs bozonunu nasıl bulacaklarını söyleyen John Ellis oturuyordu.

Konferans salonunda bulunan diğerlerinin de bu hikâyenin başlangıcında rolleri bulunmaktadır. Ellis'in iki sıra arkasında, beyaz sa-

kalları ve siyah çerçeveli gözlükleriyle oturan kişi François Englert'di. Englert, 1964'de Robert Brout ile birlikte daha sonra Higgs mekanizması olarak bilinecek şey hakkında ilk yazıyı yazmıştı. Bir süredir hasta olan Brout, Higgs bozonunun ilk ipuçları LHC içinde görülmeden önce Mayıs 2011'de ölmüştü. Ellis'in oturduğu sıranın yanındaki sırada Gerry Guralnik ve Dick Hagen oturuyordu. Guralnik ve Hagen, ABD'deki fizikçilerin kendilerini bu yolculuğu yapmaya değdiğine ikna etmelerinden sonra Cenevre'ye uçmuşlardı. Guralnik ve Hagen'in Londra Imperial College'den Tom Kibble ile birlikte yazdıkları Higgs kuramı ile ilgili makale Ekim 1964'de yayınlanmıştı. Kibble o gün, daha önceden belirlenmiş bir işi olduğu için CERN'e gelememişti. Salona geç gelen ve yüzyıllık bir başarının sahiplerine layık bir alkışla karşılanan 83 yaşındaki Peter Higgs, Guralnik ve Hagen'in arkasında bir koltuğa oturdu.

CERN'in akademik resmi diliyle toplantı, CERN'in en son "Higgs araştırması güncel bilgilendirme" toplantısı olarak ilan edilmişti. Bu tekdüze başlık, laboratuardaki Higgs avıyla ilgili en son haberlerden öte pek bir şey vaat etmiyordu. Toplantının Amerika'nın Bağımsızlık Günü'ne denk gelmesinin de özel bir anlamı yoktu. Toplantı için 4 Temmuz'un seçilmesinin tek önemi, Melbourne'daki büyük bir fizik toplantısının da o gün başlamasıydı. Melbourne'daki Uluslararası Yüksek Enerji Fiziği Konferansı'nda (ICHEP) daha ayrıntılı bir sunum yapılması planlanmıştı. O gün, iki büyük LHC deneyinin başkanları, ATLAS dedektöründen Fabiola Gianotti ve CMS'den Joe Incandela, CERN'de düzenlenecek toplantıda konuşacak ve bu konuşmaları canlı olarak Melbourne'daki konferanstaki dinleyicilere internet üzerinden aktarılacaktı. O günkü seminerin duyurusunun 22 Haziran'da yapılmasından itibaren dedikodu kazanı tavan yapmıştı. Söylentilere göre CERN'in elinde, açıklayacağı büyük bir haber vardı.

Saat 9'u biraz geçe, kömür karas bir takım, siyah gömlek ve gümüş rengi saçlarıyla yürüyen bir gri renk cmb gibi görünen Heuer, CERN teknisyenlerinden birinin elinden bir mikrofon aldı ve dinleyicilere döndü. Binada sabahlayan, salonunun en arkasındaki yorgun öğrenciler balarını kaldırıp gözlerini ovdu. Büyük gösteri balamak üzereydi. ne yakın sıralardaki, geceyi uyuyarak geçirmiş ve belki de kariyerlerini Higgs avıyla harcamış fizikçiler, hiçbir söz-cğ kaçırmak istemiyordu. Heuer hepsine "Ho geldiniz," dedi ve Melbourne'da kendilerini izleyen yüzlerce kişiye teşekkür etti. Mikrofonu iki eliyle kavrayan Heuer, "Bugün, zel bir gün," dedi.

Tam bu sırada, hem Fabiola Gianotti hem de Joe Incandela garip bir durumdaydı. Dinleyiciler içinde oturup kariyerlerinin konuşmasını yapmalarına çok kısa bir zaman kalmıştı, ama ikisi de son haftalarda pek iyi uyuyamamışlardı. İleri; hem ağır hem de zen gerektiren stresli bir iti. Elbette ikisi de ne söylemek istediklerini biliyordu ve hazırladıkları yüzlerce slaytın üzerinde görünen şeyin ne olduğu da belliydi. İi tamamlama telaı içinde, verecekleri mesajın büyüklüğü henüz ağırlığını yeterince hissettirmemiti. Bunu ancak, dinleyiciler kısa süre sonra bu ağırlığı hissettiklerinde, kendi gözleriyle grecekleirdi.

Bir yıl önce, Temmuz 2011'de Peter Higgs'in ev telefonu çaldı. Peter beklemediği telefonlara çok seyrek baktığı için, arama yanıt-sız kaldı. O sırada Peter de çok megld. Küçük oğlu Jonny, yeni aldıkları evde büyük bir tamirat yaptırdıkları için, ei ve iki çocuğu ile birlikte geçici olarak Peter'ın yanına taınmıştı. Ev içi i bölümü basitti ve Higgs'in lehineydi. Higgs kahvaltıları, msafirler de akam yemeklerini hazırlıyordu. Peter telefonundaki mesajları kontrol ettiğinde, sokağın köşesinde yaşayan komşusu Jane Murray'ın not bıraktığını fark etti. Bayan Murray'ın oğlu Bill de CERN'de fizikçiydi ve Higgs parçacığını arama çalışmaları kapsamında ATLAS dedektörü

ekibinde çalışıyordu. Higgs'in hatırladığı kadarıyla mesaj şöyleydi: "Bill'den yeni haber aldık. Gelecek hafta Grenoble'da çok ilginç bir şeyin açıklanacağını sana söylememi istedi." Grenoble'un anlamı, o ayın 22'sinde hem ATLAS hem de CMS ekibinin konuşma yapacağı Avrupa Fizik Derneği toplantısıydı. Orada iki ekip de kayıp parçacık avında kat ettikleri son gelişmeleri açıklayacaklardı.

Grenoble toplantısından önce, Büyük Hadron Çarpıştırıcısı ile ATLAS ve CMS ekiplerinin kendilerinden beklenenin ötesine geçtikleri açıkça ortaya çıkmıştı. Bilim insanları bir yılda toplamaları beklenen veriyi daha temmuz ayının başında toplamayı başarmıştı. Ama Grenoble'daki konuşmalar kaçamaktı. Hem ATLAS hem de CMS ekibi Higgs bozonunun sahip olması gereken kütle aralığının büyük kısmını elemişlerdi. Jane Murray'ın Higgs'i aramasına neden olan ilgi çekici özellik, geri kalan 120 ile 140 GeV arasındaki alandaydı. Her iki grup da verilerinde küçük değişimler görmüştü. Bunlar muhtemelen Higgs bozonu bozunurken ortaya çıkan fazladan parçacıklardan kaynaklanıyordu. Doğru açıdan bakıldığında, iyimser bir tahminle bunların kayıp parçacığın ilk ipuçları olabileceği söylenebilirdi. Higgs daha sonra, "Ortada fazladan veri görünüyordu, o kadar," dedi.

LHC parçacıkları sonbahar boyunca, birbirine çarpıp veriler toplayarak hummalı bir şekilde çalışmalarına devam etti. 2011 çalışma döneminin sonuna gelindiğinde, 30 Ekim günü saat 15.15'te makine her deney için 400 trilyon kadar proton çarpışması gerçekleştirmişti. Bu miktar, o yılın hedefinin 5 katından bile fazlaydı. 2010'daki ilk çalışma dönemi ile karşılaştırıldığında, çarpıştırıcı 4 milyon kat daha fazla veri üretmişti. Higgs bozonu gerçekse LHC içinde belirlenebilecek onlarca bozon yaratılmış ve bozunmuştu. Bu bozonların hepsi çok kısa zaman için ortaya çıkıp hemen daha sıradan parçacıklara bozunmuşlardı.

ATLAS ve CMS 2011 verilerini incelerken, CERN ekipleri sonuçları birbirleriyle paylaşmak için pe  pe e seminerler düzenledi. 13 Aralık'ta, laboratu r  alı anları, ATLAS ekibinden Fabiola Gianotti ve CMS'nin o zamanki başkanı Guido Tonelli'nin son bulgularını    renmek için ana konferans salonunda toplandı. İkisinin de hik yeleri büyük bir uyum içindeydi. 125 GeV civarında ince bir merak uyandırıcı çizgi dışında, diğer bütün kütle değerlerinde bir Higgs bozonu olasılığını dı lıyorlardı. Bu ince aralıkta, deneylerde o zamana kadar bir Higgs bozonu konusunda görülen en güçlü ipucunu g rm  lerdi. Her iki ekip de verilerinde istatistiksel olarak 2 standart sapma ya da sigma öneme sahip bir farklılık tespit etmişti. Bazı fizikçiler bu sayıları ne kadar iyimser biçimde yorumlamak gerektiği konusunda birbiriyle tartışırken Fabiola Gianotti ge eklere sıkı sıkıya sadık kalarak, "Bazı ilginç sinyallere sahibiz, ama daha fazla veriye ihtiyacımız var," dedi.

LHC'de çalışanlar için her yıl, kışın makinenin kapandığı bir dönemle biter. Bu dönemde mühendisler makinenin gerekli bakımlarını yapar.  arpı tırıcı tekrar çalışmaya ba latılmadan önce, CERN hızlandırıcı ekibi, Fransa Alplerindeki Chamonix da  kasabasına gider ve bir keşif yapma şansını en y kse e çıkarmak için makineden daha fazla verimin nasıl elde edilebileceği üzerinde tartışır. Parçacık fiziğinde genellikle bu, daha fazla çarpışma ya da daha yüksek enerjili çarpışma hatta daha iyisi her ikisini birlikte yapmak anlamına gelir.

LHC hızlandırıcı fizikçileri 2012'de ikisini de arttırdı. Bu kararı vermek, her zaman bir denge bulma sorunudur. Makineyi çok az sıkıştırarak keşifler yapmak çok zordur. Ama  arpı tırıcıyı çok fazla zorlamak da makinede bir delik açan ve bir yıl süreyle kapanmasına yol açan 2008'deki kısa devre gibi felaketleri beraberinde getirme riskini artırır. Karar vermek 2012'de özellikle zordu. CERN yıl

bitmeden bir keşif yapma baskısı altındaydı; bu, Higgs bozununun olmadığı anlamına gelse bile. O kış, çarpıştırıcı iki yıllığına kapanacaktı. Bu sürede mühendisler tünellere inecek ve 2015 ya da buna yakın tarihlerde, baştaki tasarımına uygun olarak tam enerjiyle çalışması için, parçalarını güçlendireceklerdi. Makineyi ellerine bir şey geçmeden kapatmak, fizikçilerin önlerindeki boş zamanda üzerinde çalışacakları bir şey olmaması anlamına geliyordu. Bu, laboratuvarın ünü açısından da iyi olmazdı. O sırada CERN'in Avrupa'daki üye ülkelerinin çoğu mali sıkıntı ya da hükümet değişiklikleri, hatta çoğu zaman her ikisini birden yaşıyordu. Öte yandan, laboratuvar başka bir felaketi daha kaldıramazdı. Açık sözlü bir İrlandalı olan Steve Myers, 18 Eylül 2008'de, LHC içinde bir delik açan kazadan yalnızca 15 saat önce, hızlandırıcıların müdürlüğüne getirilmişti. Durumu şöyle özetledi: "Eğer makinede bir delik daha açarsak ünümüzü sonsuza kadar yitiririz."

Mühendisler şubat ayında, tatilin sonunda bir plan hazırladı. Myers'in ekibi LHC demetlerinin enerjisini artıracak, böylece uçuşan parçacıklar 8 TeV'lik bir toplam enerji ile kafa kafaya çarpışacaktı. 2010 ve 2011'de makinede 7 TeV'lik çarpışmalar gerçekleştirilmişti. Bu hareket makineyi biraz zorlayacaktı, ama Myers bunun yaratacağı ek riskin küçük olduğunu hesaplamıştı, başka bir zarar verici kaza olma riski hâlâ yılda 100 binde 1 civarındaydı. Daha fazla enerji kullanan makinenin, eskisinden yaklaşık yüzde 30 daha fazla Higgs bozonu üretmesi gerekiyordu. Bu, üzerinde anlaştıkları değişikliklerden birisiydi. Diğer değişiklik ise LHC demetini dedektörlerden geçtikleri noktalarda sıkıştırmaktı. Bu, parçacıkları daha sınırlı bir uzaya girmeye zorlayacak, bunun sonucunda da daha fazla parçacık demeti birbiriyle çarpışacaktı. Demetleri 50 mikron civarından 19 mikrondan daha aza inecek şekilde sıkıştırmak, her bir saniyede meydana gelen çarpışmaların sayısını ikiye katlayacaktı.

İnce ayarları yapmak, tasarlamaktan daha zordur. LHC demetlerine bulaşırsanız başınıza sayısız bela açarsınız. Işını bir yerde sıkıştırırsanız o başka bir yerden prtler, tıpkı ortasından sertçe sıkılan sosis benzeri balonlar gibi. Makineyi bu parçacık demetlerinden korumak için, yönlendirici çeneler daraltılır ve bu şekilde çok fazla sapan demetler soğurulur. Öte yandan, çeneleri çok fazla birbirine yaklaştırırsanız, protonların yalnızca bir milyonda birini kaybedersiniz ve parçacıklar makineye saçılır, makinenin parçalarını ısıtır ve demetlerin dağılmasına yol açar. Başka bir sorun da dönen protonların etraflarında alanlar yaratması ve demetlerin bu alanları toplam direnç olarak hissetmesi. Demet ile yönlendiriciler arasındaki aralık ne kadar küçük olursa bu direnç o kadar büyük olur. Direnç çok fazla olduğunda, demet kararlılığını kaybeder ve düşer. Tek sorun bu da değil. Protonlar LHC içinde saniyede 11 bin tam tur döner. Dönerlerken aşağı – yukarı ve sağa – sola olmak üzere iki düzeyde salınır. Her dönüşteki salınım sayısı tam sayı ya da diyelim ki yarım, üçte bir veya dörtte üç ise salınımlar zamanla birikir. Bu “doğrusal olmayan salınımlar” kontrol edilmezse de demetler başarısız olur. Bu konudaki ustalığı, bir LHC mühendisi için hayati bir sanattır. O kadar şey kötüye gidince, her şeyin iyi gitmesi bir mucizedir. Yani neredeyse her şeyin. LHC’nin 2012’deki faaliyet döneminin başında, nisan ayında Myers’in hiçbir şekilde unutmayacağı, insanların yüreklerini ağızlarına getiren bir kaza oldu. Parçacıklar çarpıştırıcıya sokulmadan önce, CERN’deki SPS (Super Proton Synchrotron-Süper Proton Hızlandırıcı) adlı eski bir hızlandırıcıda yüksek hızlara çıkarılıyordu. Parçacıklar SPS’den LHC’ye geçtikleri an hassas bir şekilde ayarlanmıştı. Parçacıklar LHC’ye girerken, hızlı etki gösteren mıknatıslar açılır, bu da parçacıkları doğru yörüngeye sokacak, anlık güçlü alanlar yaratır. Bu mıknatısların, parçacıkların yönünü değiştirmek için etki etmesi gerekir. Tam bu anda proton demetleri ışık hızına

yakın bir hızda hareket etmektedir ve 2 MJ (Mega Jul) enerjiye sahiptir. Bu enerji, çoğu metalde bir metrelik delik açmaya yetecek kadar büyüktür. Sinirleri ayağa kaldıran kaza, 15 Nisan sabaha karşı 04.47’de meydana geldi. Tam 108 proton kümesi LHC’nin içine girmişken, bir etkileyici mıknatıs kıvılcım saçtı ve alanı sıfıra düştü. LHC içindeki 108 proton kümesinden yalnızca 32’si doğru yörüngeye girdi, geri kalanı girmedi. Yörüngeleri değiştirilmeyen demetler düz bir doğrultuda ilerledi. Bu risk daha önceden öngörülmeseydi demet, çarpıştırıcıda bir delik açabilirdi. Ama tam da yolundan sapan demetin yolu üzerinde yerleştirilmiş soğurucu bir levha ile koruma önlemleri alınmıştı. Myers sonradan bu olayla ilgili, “Demet, koruyucu plakaya çarptı ve neyse ki bir şey olmadı. Buna karşı bir koruma önlemimiz vardı, ama bu asla denemek istemediğiniz bir şeydir. Bu bizim için, Tanrıya şükür güvenlik mekanizması çalıştı dediğimiz bir vakaydı. Böyle bir şeyi olur olmaz görürsünüz. Alarmlar her yerde ötüyordu,” diyecektir.

Chamonix’de kararlaştırılan iyileştirmeler sonucu 2012’de LHC’nin çalışması olağanüstüydü. 5 Nisan’da gece yarısından sonra saat 1’den kısa bir süre önce, makine içinde zıt yönlerden gelen kararlı proton demetleri karşılaştı ve parçacıklar 8 TeV düzeyinde çarpıştı. Bu enerji düzeyine daha önce insan yapımı bir deneyde hiç ulaşılmamıştı. Nisan ayından haziran sonuna kadar geçen üç ay içinde, makine bir önceki yılın toplamında üretilenden daha fazla veri üretti. Başarı, büyük bir yeteneğe sahip hızlandırıcı ekibi ve bu ekibin, özellikle de makineyi tam zamanında ayarlamalarını sağlayan geri besleme sistemleri sayesinde, demetler üzerinde sahip oldukları inanılmaz kontrolünün ürünüydü.

Hızlandırıcı ekibinde, Dünya’nın en büyük makinesine hükmetme duygusuyla uyumlu bir gereksiz maçoçluk vardı. LHC’nin 2012’de sıkı biçimde çalıştırılması, ATLAS ve CMS dedektörleri-

ni veri işleme kapasitelerinin üzerinde veriye boğma tehdidinin ortaya çıkmasına neden oldu. Yığılma diye bilinen bu sorun katlanılmaz hâle geldiğinde, hızlandırıcı ekibi demetlerin yoğunluğunu azaltmaya hazırđı, ama ATLAS ve CMS ekiplerinin bu zorluğun üstesinden gelebileceklerini umuyorlardı. CERN'deki hızlandırma operasyonlarının başkanı Mike Lamont'un o sırada *Nature* dergisine söylediği gibi: "Eğer bunu başarabilirlerse bunu onlara verebiliriz." Bu pratikte, dedektör ekiplerini, makinenin şimdi sağladığı çarpışma akını ile başa çıkabilmek gibi zor bir işin beklediği anlamına geliyordu.

Gianotti ve Incandela bunun olacağını önceden görmüşlerdi. LHC'deki her bir demet 1380 proton kümesi taşıyordu. Demetlerin yoğunluğu o kadar büyüktü ki makine içinde iki demet kümesinin kafa kafaya geldiği her anda, 30 bazen de 40 parçacık çarpışmış oluyordu. Çoğu zaman, bu çarpışmalar Higgs bozonu üretmiyor, bunun yerine bir sürü bilinen atom altı parçacık üretiyordu. Bu parçacıklar dedektörde iz bırakıyor, bu da herhangi bir değerli Higgs bozonu izini çöplerden ayırmak için gereken işlem gücünde büyük bir kayba yol a ıyordu. CMS'de Joe Incandela, bu işi farklı bir şekilde yapmazlarsa çarpışmaları işlemek için kullandıkları bilgisayarlardaki hafızaların üçte birine ihtiyaçları olacağını, bunun da her olayı işlemek için gereken zamanı ikiye katlayacağını hesapladı. Bu onların elinde, neredeyse iki katı bir işi yapmak için, ham bilgi işlem gücünün üçte ikisinin kalması anlamına geliyordu. Incandela bu sorunu çözmek için 2011'in sonlarında bir ekip kurdu ve 2012'nin şubat ayına geldiğinde, bu ekip, fiilen yığılma sorununun üstesinden geldi ve hatta verilerden Higgs sinyallerini çıkarma yeteneklerini önemli oranda arttırdı. Bu ekibin yaptıkları arasında, yalnızca en umut vaat ediyor görünen çarpışmaları kaydeden "tetikleyiciler" de dâhil, CMS algoritmalarında yaptıkları d hice ince ayarlar vardı. ATLAS ekibi

de benzer iyileştirmeler yaptı. 2012 deneyinin başlangıcında her iki deney ekibi de, LHC'nin verebileceği her şeyi almaya hazırды.

İki ekip de 2012 deneyinin başlamasından bir ay kadar sonra ilk grup veriyi inceledi. Bu noktada, Higgs bozonunun yeni izlerini aramıyorlardı. Gianotti ve Incandela'nın verdiği kesin emirlere uygun olarak, Higgs parçacığının olmayacağını daha önce belirlendiği ya da sinyallerin ortaya çıkmasının beklenmediği sonuç örneklerine bakıyorlardı. Aralık ayında Higgs ipuçlarının ortaya çıktığı dar kütle aralığı kesinlikle belirlenmişti. Körleştirme olarak bilinen bu sınırlandırma, katı ve gereksiz görünebilir, ama kesinlikle hayati bir şeydir. Bu süreç insanların gerçekte orada olmayan şeyleri görmemesini ve analizi tamamen çarpıtmamasını garanti altına alıyordu. Bu süreç ayrıca ekiplerin, dedektörlerin kaydettiği, iyi bilinen parçacıklardan gelen arka plan sinyallerinin beklentilerine uyup uymadığını kontrol ederek analizlerinin kesin referans doğrulamasını yapmalarına olanak tanıyordu. Bunun sonucunda, analizlerinden memnun kalırlarsa birkaç tuşa basarak verilerde ne olduğunu görmek için, verinin geri kalanını körlükten kurtarıyorlardı. Incandela daha sonra “körlükten kurtarmanın ‘buranın grafiğini çıkarma’ diyen bir dizi kod satırını silmek ve programı yeniden çalıştırıp ne olacağına bakmak” olduğunu söyledi.

Ham çarpışmadan grafik üzerindeki bir noktaya kadar geçen süreç, uzmanlık bilgisine sahip yüzlerce kişinin çalışmasına dayanan bir olaylar dizisidir. LHC deneyleri sırasında, çarpışmalar CMS ve ATLAS kontrol odalarında her hafta 7 gün 24 saat kaydedilir. Örneğin ATLAS'ta sürekli değişen vardiyalarda çalışan 9 kişilik ekipler, verilerin mümkün olduğu kadar verimli bir şekilde kaydedilmesini sağlar. Çıkan sorunlara anında müdahale ederler. Başka bir uzman ekip ise gerektiğinde telefonla yardım için hazır bekler. Diğer gruplar her sabah dedektörün güne tam çalışma düzeni içinde başlaması-

nı garanti altına almak için toplanır. LHC'nin 2012'de yarattığı verinin yüzde 90 ya da daha fazlasının kullanılmasını sağlaması bakımından, dedektörlerdeki bu sistem temel öneme sahipti.

Taze kaydedilmiş veriler doğrudan CERN'in bilgi işlem merkezine gönderilir. Burada, verinin yüzde 10 kadarı derhal işlendiği acil veri kanalına girer. Böylece fizikçiler ayarlamaları kontrol ederek, dedektörler içindeki parçacık izlerinin uygun biçimde yeniden yapılandırıldığından emin olurlar. Verinin temiz olduğu anlaşıncaya geri kalan veri asıl işlemde geçirilir ve CERN'in güçlü Grid ağı üzerinden bütün Dünya'daki bilgi işlem merkezlerine gönderilir, buralarda CERN merkezi dışındaki ekipler çalışmalarını yürütür. Higgs bozonu birkaç yoldan bozunabilir ve her bir bozunma biçimi dedektörlerde özel bir iz-imza bırakır. Örneğin bazen Higgs parçacığı iki yüksek enerjili foton ışıması olarak bozunur. Başka zamanlarda ise 4 lepton (elektron, muon ya da bunların ağır akrabaları) şeklinde yok olur. Her iz-imza ya da kanal üzerinde, birkaç grup paralel olarak çalışır ve gördükleri aday Higgs vakalarının sayısını bağımsız olarak sayar. Bu ekipler bir çalışma grubu halinde birleşip her kanal için alınan bütün sonuçları inceler. Sonunda, kanallar dedektörün genel sonucunu ortaya çıkarmak için birleştirilir ve çıkan sonuç onay için bütün deneyin ortak sonucuna dâhil edilmek üzere gönderilir.

Körlükten kurtarma, gerçeğin ortaya çıktığı andır. O ana kadar, bütün sonuçlar olasılık dâhilindedir. Parçacık belki de yoktur ve hiçbir kuşkuyla yer bırakmayacak şekilde olasılık dışına itilir. Belki de verinin içindedir ve gün gibi ortaya çıkar. Ya da sonuçlar kesin değildir ve bilim insanlarını, ne düşünecekleri konusunda hâlâ bir şey bilmedikleri bir durumda bırakır. CERN Genel Müdürü Rolf-Dieter Heuer Aralık 2011'de, 2012'nin sonunda yanıtı elde etmiş olacağını söylemişti. Ama o tarihten itibaren Myers'in ekibi LHC'yi daha yüksek kapasitede çalıştırdığı için, ATLAS ve CMS ekibi de buna uygun

bir tempoda çalışmıştı. Ekipler verilerini haziranda körlükten kurtardı. O andan itibaren, Dünya asla bir daha eskisi gibi görünmedi.

Bir ay önce Peter Higgs, şehirde düzenlenen Fikirler Festivali'nde halka açık bir tartışmaya katılmak ve Londra Bilim Müzesi için, 1946'da ayrıldığından beri görmediği çocukluğunun geçtiği evlerinin etrafında, Cotham Okulu'nda yapılacak film çekimlerine katılmak için Bristol'a gitmişti. 17 Mayıs'ta Bristol Üniversitesi'nde meşhur bozon hakkında bir konuşma yaptı. Konuşmadan sonra CMS ekibinde çalışan fizikçilerle sohbete daldı. Daha yeni geçmişi hakkında konuştuğu kayıp bozonun şimdi de geleceğini öğreniyordu. Daha yapılacak çok şey olduğunu söylediler kendisine. Parçacığın yakında bulunması beklenmiyordu.

ATLAS ve CMS, 18 Haziran günü saat 18.00'da veri almayı kesti. O sırada her iki ekip de analizlerini körlükten kurtarmıştı. Bir hafta kadar önce Fabiola, Higgs bozonlarının fotonlara bozunmuş olabileceğini gösteren bir ATLAS grafiğine gözlerini dikmişti. Veride büyük bir çıkıntı vardı. Çıkıntı Higgs bozonu olamayacak kadar büyüktü, ama daha fazla veri geldikçe, sinyal küçüldü ve nihayetinde 126 GeV civarında kütleyle sahip bir Higgs parçacığı için daha makul olan bir düzeyde sabitlendi. Haziran ayının ortalarında ATLAS, izledikleri öteki kanalı da körlükten çıkardı; bu kanalda Higgs parçacıkları 4 leptona bozunmuştu. Ortada neredeyse hiçbir şey yoktu. Ancak analize daha fazla veri yüklendikçe, veride bir çıkıntı ortaya çıkmaya başladı.

14 Haziran günü saat 22:30 civarında Joe Incandela, CMS'de çalışan meslektaşı Chiara Mariotti ile telefonda konuşuyordu. Bayan Mariotti "Higgs'den ZZ'ye" adı verilen kanal üzerinde çalışıyordu. Bu kanal Higgs parçacıklarının iki Z bozonu aracılığıyla 4 leptona bozunmasını ölçüyordu. Ancak Incandela bununla ilgili aramamıştı –CMS ekibi verilerini ertesi gün körlükten çıkarmayı planlamıştı–

ama Mariotti kendini kontrol etmeye çalışıyordu. Incandela 3 hafta sonra bu konuşmayı hatırladığında, “Grafiği daha yeni görmüştü. Çok heyecanlıydı ve gülme krizine girmiş gibi geliyordu sesi,” dedi. Incandela İtalyan aksam ile konuşarak Mariotti’nin “Güzel! Güzel!” demesini taklit etti. Mariotti’ye, “Tamam, bulduğun şeyi bana g nder,” dedi. Grafiği internete yüklemek çok riskli olduğu için, Moriotti bir ekran görüntüsü aldı ve meslektaşına gönderdi.

O akşam Joe Incandela’nın evinde baktığı grafikte 125 GeV civarında m kemm l bir çıkıntı vardı.  ıkıntı, Higgs bozonunun tipik ders kitabı iz-imzası örneğiydi. Incandela o anı şöyle anlatıyor: “Bakar bakmaz anında hayatımın sonsuza kadar değiştiğini anladım. Chiara’dan (Mariotti) gelen grafiği ilk g rd ğ  mde, birkaç dakikalık mutluluk anımdan sonra, hemen endişelerimin inanılmaz bir şekilde büyüdüğünü hatırlıyorum. Bunun nereye varacağını, şimdi neleri yapmak zorunda olduğumuzu biliyordum. Her şeyi doğrulamak zorundaydık, bütün diğer kanallara bakmak zorundaydık, belgelendirmeyi tamamlamak zorundaydık ve her şeyin kontrolünü tamamlayana kadar bu konuda sessiz olmaya da dikkat etmek zorundaydık. Bir deneyin başkanı olarak gerçekten de oturup tadını çıkarma olanağınız yok. O gece uyuyamadım. Listeler kafamda büyüyordu.”

Peter Higgs’in CERN’de olanlardan hiç haberi yoktu. CERN’in sonuçlarının gücü açıklığa kavuşmadan haftalar önce Bristol’da bir konuşma yapmıştı. Elbette Bristol’dan, yakında yeni haberler gelmeyeceğini düşünerek ayrılmıştı. Aynı hikâye tekrarlanmak üzereydi. 19 Haziran’da Peter kendisine verilen onursal doktora unvanını almak üzere Cambridge  niversitesi’ne gitti. Kentte birkaç gün geçirdi ve oradayken Fabiola’nın ATLAS ekibindeki araştırmacılarla karşılaştı. Yine, henüz bir keşif yapılmamış olduğu izlenimini edindi. Sinyallerin bir keşif yapıldığını açıklamak için gereken 5 sigma düze-

yine ulaşacak kadar güçlü olmadığını söylediler. Gelmekte olan tsunamiden habersiz, keyifli bir şekilde Edinburgh'a döndü.

Higgs eve döndüğünde Hollandalı film yapımcısı Jan van den Berg'den bir telefon mesajı aldı. Jan ve arkadaşları birkaç yıl önce "Higgs: İmgelemin Kalbine Yolculuk" adıyla, ödül kazanan bir belgesel film yapmışlardı. O zamandan bu yana belgesellerini bir son-sözle güncelleyip Higgs bozonunun keşfedildiği gün yayınlamak istiyorlardı. Jan, parçacığın yıl sonuna doğru keşfedileceğini tahmin ederek Peter'in Edinburgh'da filmini çekmek istiyordu. Tatil dönemi yaklaşıyordu ve daha fazla beklerlerse film yapım ekibi bulmak çok zor olacaktı. Peter projede yer almaktan mutluydu, ama Jan'a o hafta sonu meşgul olduğunu söyledi. Jan, "Bu arada, bana CERN analistlerinin kesinlikle daha fazla zamana, belki de eylül ya da sonrasına, kadar bir zamana ihtiyaçları olduğu söylendi," dedi. Temmuz sonlarında Edinburgh'da buluşmak konusunda anlaştılar.

Peter ve Jan'ın konuştuğu günün ertesi günü Heuer, Joe Incandela ve Fabiola Gianotti ile bir toplantı yaptı. Analizlerinin ne durumda olduğunu sordu. Her ikisi de 4 sigmanın üzerinde olduklarını söyledi. Sonuçlar yeni bir iddia ileri sürecek kadar yeterliydi. Melbourne'daki ICHEP toplantısı, ATLAS ve CMS ekiplerinin ayrı oturumlarda, Higgs araştırmalarında her kanaldan aldıkları sonuçları sunacakları paralel oturumlarla başladı. Bu sonuçların özetleneceği genel oturum, toplantıların son günü yapılacaktı. Bu, haberlerin parça parça geleceği anlamına geliyordu. O güne kadar, CERN konseyi çoktan sonuçların, ne olurlarsa olsun, ilk olarak laboratuarda açıklanmasına karar vermişti. Buna uygun olarak, 22 Haziran Cuma günü CERN, 4 Temmuz'da hem ATLAS hem de CMS ekiplerinin Higgs konusundaki haberlerini ilk kez açıklayacakları iki seminer ve bir basın toplantısı düzenleyeceğini açıkladı.

Seminer için belirlenen tarih ATLAS ve CMS ekiplerine sonuç-

larına son halini vermek için iki haftadan az bir zaman bırakıyordu. Son çarpışmaların sonuçlarının ham veriden onaylanmış veri düzeyine ulaşması için yüzlerce insanın elinden geçmesi gerekiyordu. 24 Haziran Pazar akşamı Fabiola evinde verilere bakıp, sonuçları kontrol ederken meslektaşlarından iki grafik geldi. Grafiklerde ATLAS'daki iki en önemli kanaldan, yani Higgs bozonlarının 2 foton ve 4 leptona bozunduğu kanallardan alınan sonuçlar vardı. Higgs sinyalleri 5 sigma civarına kadar yükselmişti. Grafikleri görünce verdiği tepki saf bir coşkudan daha karmaşıktı. Birkaç hafta sonra, parçacık fizikçilerinin terminolojisi ile dolu bir dille, "Grafiklere bakarken büyük bir duygu ve coşku patlaması oldu. O zirveler, Higgs benzeri parçacıkların sinyalleri idi ve aynı zamanda birçok kişinin devasa boyutlardaki zahmetli çalışmasının, yoğunluğunun ve adanmışlığının sonucuydu. O haftalar hayatımda daha önce hiç yaşamadığım bir deneyimdi. Çok yoğun, çok gergindi. Hata yapmadığımızdan emin olmak için çok az zamanımız vardı, ama çok mutluyduk, duygu elle dokunulacak kadar somuttu," dedi.

Ertesi sabah Jan van den Berg, Stan Bentvelsen'in Amsterdam'daki Ulusal Atomaltı Fizik Enstitüsü'ndeki odasına girdi. Bentvelsen ATLAS ekibinde çalışıyordu ve Hollanda yapımı belgeselin ana karakteriydi. Belgeselin yönetmeni Jan, o gün yalnızca biraz sohbet etmek için uğramıştı, ama zamanlama mükemmeldi. Bentvelsen ATLAS'ın aldığı sonuçları daha yeni görmüştü. Jan, "Stan'ı yüzünde büyük bir gülümsemeyle buldum. Bana 'Gel şuna bir bak. Bundan sonra artık, onu daha fazla inkâr edemem. Bu uzun süredir aradığımız şeye çok fazla benziyor,' gibi bir şey söyledi," diye hatırlıyordu görüşmelerini. Birkaç saat sonra Jan "vur kaç" dediği şey için ılınca bir heyecan içinde planlar yapıyordu. İlk olarak Bentvelsen ile birlikte, seminerleri için hazırlanan ATLAS'ta alışan Hollanda ekibinin filmini çekmek için CERN'e uçacak, ondan sonra daha yeni

bir yaz okulu için Sicilya'nın batı ucunda bir tepe üzerindeki antik zamanlardan kalma Erice kasabasına giden Peter'in filmini çekmek için Sicilya'ya uçacaktı. Jan ertesi sabah Peter'e telefon ederek, o hafta sonu kendisiyle çekim yapmak için Sicilya'ya geleceklerini söyledi. Peter'a, "Görmeyi beklemediğimiz şeyleri görüyoruz, duymayı beklemediğimiz şeyleri duyuyoruz," dedi.

Film ekibi Bentvelsen'le birlikte 28 Haziran'da CERN'e uçtu. Jan ve Hannie iki hafta süreyle Hollanda ekibinin ve ilk belgeselde yer alan diğer CERN çalışanlarının filmini çekti. Bunlar arasında Rolf-Dieter Heuer, John Ellis ve CERN'in araştırma müdürü Sergio Bertolucci de vardı. Bu kişiler Jan'a hiçbir şey söyleyemeyeceklerini söylediler, ama gülümsemeleri her şeyi anlatıyordu. Jan, "Fizikçileri daha önce hiç bu kadar heyecanlı görmemiştim. CERN'deki herkesin ağzı kulaklarındaydı," diye hatırlıyor.

O cuma günü Heuer, Fabiola ve Joe ile bürosunda son bir toplantı yaptı. Bu kez, her iki ekip de 5 sigma civarında Higgs sinyallerine sahipti. Ekiplerin analizi henüz çok yeni, çok tazeydi. Hatta bu sonuçları ne Fabiola ne de Joe tümüyle sindirmişti. Heuer de önündeki grafiklerden dolayı benzer bir şaşkınlık yaşıyordu. Birkaç hafta sonra bürosunda konuştuğumuzda, duygularını anlatmak için kelime aradı, çok az kelime bulabildi, ardından 5 ya da 10 saniye hiçbir şey söylemedi ve bunun yerine yarısı boş bir su şişesiyle masasına – tap tap tap – diye bir ritimle vurdu. "Coşkulu muyduk? Bu komik bir şeydi. Bir keşif yaptığımızı görmüştük, ama henüz bunun ne anlama geldiğini kavrayacak durumda değildik. Havalara sıçramıyorduk. O zaman henüz bunu sindirememiştik," dedi.

O akşam, Jan, Hannie ve Bentvelsen, Cenevre'den Roma'ya giden bir uçağa bindiler ve Roma'dan da Palermo'ya geçtiler. Gece yarısına doğru ulaştıkları Palermo'da biraz bira içtiler ve birkaç saatlik bir uykudan sonra ertesi sabah 50 km kadar bir kara yolculuğu ile

Erice'ye vardılar. Jan film çekmek istediği mek nları belirledi. Stan ve Peter Higgs, Erice'nin antik bir arka sokağında birbirleriyle karşılaşacaklar ve sanki daha önce hiç tanışmamış gibi davranacaklardı. Daha önce yalnızca Jan'ın 2009'daki belgeselinin gösteriminde karşılaşmışlardı. İekli daha sonra körfezin nefes kesen manzarasına bakan taş bir duvarın üstüne oturacaklar, Stan dizüstü bilgisayarını alıp Peter'e ATLAS'ın en son grafiklerini gösterecekti. Bir kadeh şarapla yapılan kısa bir kutlamadan sonra Stan, Peter'e keşfin ilanını için CERN'e gelmesi gerektiğini söyleyerek çekimi bitirecekti. Sahnele-ri çekmek, senaryoyu yazmak kadar kolay değildir. Erice küçük bir yerdi ve yaz okuluna gelmiş fizikçilerle dolup taşıyordu. Bu, Bentvelsen için bir sorun oldu. Özellikle Fabiola, ATLAS'ta çalışan herkese laboratuvar dışındaki kişilere onaylanmamış sonuçların söylenmesini yasaklayan bir e-postayı henüz göndermiş olduğu için, Peter Higgs ve film ekibiyle birlikte görülmekten korkuyordu. Jan ve Hannie, kendilerinin gazeteci değil, sanatçı olduğunu söyleyerek buna karşı  ıktı. Film, fizikte olanların sanatsal bir ifadesiydi. Birkaç hafta sonra Peter film çekim gününü hatırlarken, "Stan, orada bulunmaktan dolayı kendini suçlu hissediyordu, çünkü ATLAS'taki meslektaşlarından bazıları yaz okulunda ders veriyordu ve gizli olması gereken şeyleri sızdırdığını d ş nebilirlerdi. Aslında bir şekilde de bunu ya-pıyordu," dedi.

Hollandalı film yapımcıları ısrar etti. Daha ilk sahnede planlardan sapan bir başlangıç yaptılar. Peter ve Stan planlandığı gibi karşılaştılar, ama derhal eski zamanlardan bahsetmeye başlayarak hemen senaryonun dışına  ıktılar. Parke taşları döşenmiş sokakta yürürken, sohbet birbirlerine neredeyse hiç tanımayan, farklı diller konuşan ve hiçbir rol yapma geçmişi olmayan iki fizikçi arasında olabilecek en doğal şekilde akmaya başladı. Stan bir sahnede Peter'e, "Ni-hayetinde, Higgs parçacığının uzun süredir peşindeyiz," dedi. Peter

başıyla onayladı ve “Benim için 48 yıldır,” dedi. Bentvelsen, “Belki de tam zamanıdır, değil mi?” dedi. Bu cümle seksenlik yol arkadaşını sessizliğe boğdu.

Taş duvar sahnesinde de aksaklıklar çıktı. Bentvelsen dizüstü bilgisayarını açtı ve ATLAS’ın son grafiklerinden bazılarını Peter’e göstermeye başladı. Ama onlar grafiklere bakarken, Stan sürekli bunların geçen yıl aralık ayında alınan sonuçlar olduğunu söylüyordu. Jan dehşete düştü. “Sürekli, montajda bu cümleleri nasıl kesebileceğimi düşünüyordum. Her cümlede, yanlış şeyler söylüyordu. Onun yalnızca şunu söylemesini istiyordum: ‘Parçacığı bulduğumuzu düşünüyorum!’” Bu sırada Peter grafiklerin ne anlama geldiğini anlamaya çalışıyordu. Rolü, sonuçları gördükçe giderek mutluluğunun arttığını göstermekti. “Duvara gittik, Stan bana bazı grafikleri gösterdi, ama samimi olmak gerekirse onları nasıl yorumlamak gerektiğini bilmiyordum. Bana çıkıntıların önemli olduğunu söylemeleri gerekirdi. Bu nedenle yeterince mutlu görünmek için birkaç çekim yapmak zorunda kaldık,” dedi.

Çekimin sonunda, grup öğle yemeği için yakındaki Venüs restorana gitti. Sohbet ederek yemeklerini yerken, Edinburgh Üniversitesi’nden Peter’le birlikte Sicilya’ya gelen Alan Walker’ın telefonu çaldı. Arayan, Higgs’e bir mesaj vermek isteyen CERN çalışanlarından John Ellis’di. Kimse mesajın kesin sözlerini hatırlamamıştı, ama Peter’in aldığı mesaj, eğer CERN’deki seminerleri kaçırırsa muhtemelen buna pişman olacağı şeklindeydi. ABD’deki söyleniler çoktan Dick Hagen ve Gerry Guralnik’in seminer için CERN’e uçmalarına neden olmuştu ve Ellis, Peter ve Tom’un bunu bilmeleri gerektiğini düşünmüştü. Bundan ayrı olarak, CERN’deki basın bölümünün başkanı James Gillies, Higgs, Kibble ve Brüksel’deki François Englert ile temasa geçti. Seminere gelmelerinden memnurluk duyulacağı bildirilmiş, ama resmen davet edilmemişlerdi, çünkü

CERN'in ne söyleyeceği hâlâ açık değildi. Heuer daha sonra, "Aptalca bir güncelleme için onları davet etmenin hoş olmayacağını düşündüm, dolayısıyla kararı onlara bıraktım," dedi.

Gelen telefon, Venüs'deki    le yemeğini altüst etti. Peter ve Alan seyahat planlarını değiştirip CERN'e gitmek zorunda kaldılar. İptal edilecek u u lar, yer ayırılacak u u lar ve göz ardı edilecek seyahat sigortaları vardı. İki adam yeterli i  çamaşırları olup olmadığını sorup mutlu bir şekilde Cenevre'ye gidecek kadar stoklarının olduğunu gördü. Restorandaki garsonlar, masada ani bir şekilde kopan kıyamete  a ırmı , öylece bakakalmı lardı.

LHC 2010 yılında tam havasına girdiğinden bu yana, Chicago'nun yakınlarındaki Tevatron  arpı tırıcısını geride bırakmıştı. Ancak Tevatron, ya lı ve sonunda hurdaya çıkarılmaya mahkûm olsa da, Higgs arayışını sonuna kadar sürdürdü. Eylül 2011'de ABD Enerji Bakanlığının çalışmasının uzatılmasını reddetmesi üzerine kapatıldığında bile, makine hâlâ yarı a d hildi. Tevatron'da yürütülen CDF ve DZero deneylerindeki Higgs avcısı ekipler, kayıp parçacık konusundaki son sözlerini söylediler. İki ekibin birlikte ürettiği sonuçlar, veri içinde, muhtemelen 115 ile 135 GeV arasında bir yerde bir kütleye sahip bir Higgs parçacığından kaynaklanan geniş bir çıkıntıyı gösteriyordu. Sonuçların gücü 2,9 sigmaydı, bu değer bir keşif ilan etmeye yetmekten çok uzaktı. Tevatron'un son atı ını yaptığı gün, Higgs, Alan Walker ile birlikte CERN'e geldi. Ak am geç vaktite geldikleri için, doğrudan kantine yemek yemeye gittiler. Eski dostları ve Edinburgh'dan eski öğrencileri halini hatırlarını sordukları ve birlikte fotoğraf çektirmek ve imzasını almak istedikleri için, kısa süre içinde Peter'in önünde uzun bir kuyruk oluştu.

ATLAS ve CMS ekipleri için ise 4 Temmuz  ar amba'ya kadarki günler daha da çılgınca bir hâl aldı. Bir gün önce Incandela'nın elinde bir düzene sokması gereken 50 sayfalık not ve yüzlerce slayt vardı.

Slaytların çoğunun ertesi günkü seminer için yeniden düzenlenmesi gerekiyordu. Malzemeleri düzene sokmak için, bürosunun bulunduğu koridorun sonunda bir durum odası kurdu ve odayı analiz uzmanı ve ekiplerinin geri kalanı ile sürekli ilişki içinde olan en seçkin gençlerle doldurdu. Gençlerden bazılarının 6 ay öncesine göre daha zayıflamış göründüklerinden emindi.

O öğleden sonra, slaytlarla çalışmaları güçlkle ilerlerken, Incandela'nın ekibinden, UCLA'dan Bob Cousins, yazmayı kesti ve "Eyyvah eyyvah" demeye başladı. Joe, "Ne oldu?" diye sorunca da "Bilmek istemezsin," diye yanıtladı. Ancak olanı saklamanın bir anlamı yoktu. Incandela CERN için bir video kaydı yapmış ve kayıta belirsiz biçimde de olsa ekibinin sonuçlarını anlatmıştı. Bu video, kesinlikle ertesi gün yapılacak seminerden sonra, Fabiola'nın da hazırlayacağı benzer bir video ile birlikte yayına verilecekti. Bu video şimdi, her nasılsa bir şekilde internete düşmüştü. Joe (keşif sözcüğünü kullandığı) video çekiminin erken versiyonundan hoşlanmamıştı ve bunun yerine "gözlem" kelimesini kullandığı yeni bir video kaydı yapmıştı. CERN'in video ekibi videoyu yüklerken, sistemdeki kısa süreli bir hata ya da yanlışlık nedeniyle, video güvenlik düzenlemelerini kaybetti ve derhal internette herkesin erişimine açıldı. Bloglar çoktan videoyu kapmışlardı bile. İnterneti icat eden ve onu dünyaya ücretsiz olarak sunan CERN, kendi internet güvenliğini berbat ederek yakın tarihteki en büyük hikâyesini istemeden dışarı sızdırmıştı.

Birkaç hafta sonra Incandela o günleri şöyle hatırlıyordu: "Video her yerdeydi. New York'taki arkadaşlarımdan video hakkında mesajlar alıyordum. Buna inanamadım. Sonra dedim ki, bak, bunun hakkında düşünmeye bile zamanım yok. Utanç verici, ama bu konuda yapabileceğim bir şey yok. Başka hiçbir şeyin beni rahatsız edemeyeceği bir noktaya gelmiştim. Zaten böyle yüksek bir gerginlik düzeyine erişmişseniz hiçbir şey önemli değildir." Basın bürosundaki

James Gillies'in söyleyeceği birkaç rahatlatıcı söz vardı. Video, daha az açık yollardan CERN'den zaten sızmış, bloglar ve haberlerde yerini almış olan bilgilerden daha az bilgi veriyordu. CMS ekibi ertesi sabahki seminere sunulacak slaytlar üzerinde çalışmalarını hızlandırarak sürdürdü. Üzerlerinde aşırı bir baskı vardı. Incandela, "Bunun çok çok yakın olacağını biliyordum ve Fabiola da biliyordu. Her günü kendime birkaç kere paniğe kapılmamamı söylemek zorunda kalarak geçirdiğim 10 günlük bir dönem hatırlıyorum. Bütün bu şeyleri nasıl yapacağımızı hiç bilmiyordum. Nasıl yapmamız gerektiğini de göremiyordum. Sonra, seminerden önceki gece, ilk kez tamam diye düşündüm, yapabileceğimizi düşündüm," dedi.

Binanın teki tarafında ise Fabiola kendi semineri için slaytlara son şeklini veriyordu. İşini gece yarısından sonra 1 ya da 2 gibi bitirdi ve sonra gidip kütük gibi uyudu. Joe'nun hâlâ bitirmesi gereken slaytlar vardı, ama toptan bir çöküşe de iyice yaklaşmıştı. Evine gitti ve 5 saatlik bir uyku çekti. Bu haftalardır uyuduğu en uzun uykuydu. Ertesi sabah saat dokuzda ilk konuşmacıydı.

Peter Higgs'in günü ise sakin geçmişti. James Gillies onu bürosunda konuk etmiş ve hikâyenin CERN'in dışarı sızdırmadığı kısmını kendisine anlatmıştı. Birileri Peter'a CERN'in ertesi gün yapmayı planladığı basın açıklamasını verdi. Açıklamayı hızla okuyan Peter yine hızla bir video konuşması kaydetti. Allahtan CERN bunu sızdırmamayı başardı. Basın açıklamasında, hem Fabiola hem de Joe 5 sigma düzeyinde sinyallerden bahsediyorlardı, ama "keşif" sözcüğünü asla ağızlarına almamışlardı. Bu sözcük yalnızca bir kere, o da Rolf-Dieter Heuer'den yapılan bir alıntının içinde geçmişti. Heuer, alıntıda, fizikçilerin doğayı anlamaları konusunda bir "dönüm noktasına" ulaştıklarını belirterek, "Higgs bozonu ile birbirini tutan bir parçacığın *keşfi* daha ayrıntılı incelemelerin yolunu açıyor... Ve muhtemelen evrenimizin diğer gizemlerini de aydınlatacak," di-

yordu. Higgs çekilen videoda kendi tepkisini verebilmesi için, basın açıklamasını önceden gördü. Bir ay sonra yaptığı açıklamada Higgs, “Basın açıklamasının da yardımı ile mutlu görünmem bekleniyordu. Sanırım bunu becerdim. Açıklama (keşif hakkında) gördüğüm ilk resmi işaretti,” dedi.

Basın açıklamasının yazım biçimi basit görünebilir, ama nasıl yazılacağına günler süren tartışmalar sonunda karar verilebilmişti. Incandela, Gianotti, Heuer ve metnin yazım biçimi konusunda kendisine danışılan CERN’in Bilim Politikaları Komitesi Başkanı Fabio Zwirner arasındaki görüşmeler ve e-posta trafiğinden anlaşıldığına göre, tartışmalar, o sırada olayın içindeki fizikçilerin psikolojisi ve modern dünyada parçacık fiziğinin nasıl yapıldığı hakkında çok şey söylüyor.

ATLAS ve CMS grupları “keşif” sözcüğünün kullanılmasından birkaç nedenden dolayı rahatsızdı. Parçacık fiziğinde, istatistiksel olarak 5 sigma önemine sahip bir sonuç “keşif” olarak kabul edilecek kadar güçlüdür ve çoğu durumda resmi bir keşfe denk gelir. Gerçek koşullarda ise 5 sigma düzeyindeki bir sonucun rastlantısal olarak gerçekleşme olasılığı 3 milyonda 1 civarındadır. Dolayısıyla neden böyle bir şey keşif olarak ilan edilmez? Bunun bir nedeni “keşif” sözcüğünün yan anlamları vardır, örneğin ödüller için, ki bu bir şekilde saf bilimsel ideallerle uyuşmaz. Ama “gözlem” sözcüğü nötrdür; olgunun nesnel bir ifadesi. Bu nedenle rahatlıkla tercih edilen bir sözcüktür. Öte yandan, süreç sorununun da bir rolü vardır. Sağduyulu bilim insanları resmi keşif iddialarını, ancak bu konuda yazdıkları makale yayınlandıktan sonra yapma eğilimi içindedir. Diğer bir ifadeyle, sonuçları tümüyle denetlendikten, aynı alanda çalışan diğer uzmanlarca değerlendirildikten ve onay verildikten sonra. Seminerlerin yapıldığı sırada, sonuçlar daha ön sonuçlardı ve henüz yayınlanmaya hazır değildi. Başka bir etken de, ATLAS ve CMS si-

hirli 5 sigma düzeyine ya da ona ramak kalan bir düzeye henüz gelmişti. Analizler çok hızlı yapılmıştı ve ekiplerin bu analizlere güvenmek için zamana ihtiya ı vardı. Arka planda bir yerde, bütün dünya medyasının gözleri önünde bir yanlış yapmanın maliyetinin bilinci akıllardan çıkmıyordu. Birkaç hafta sonra yazdığı bir e-postada, Zwirner bu konudaki kişisel görüşünü şöyle açıklamıştı: “En gelişmiş bilimde her zaman bir olasılık olan, bir hatanın CERN’in, LHC deneylerinin ve genel olarak parçacık fiziğinin inanılirlığına  l m c l bir darbe vurabileceği endişesi vardı ve ışık hızından daha hızlı nötrinolar vakası ile ilgili son zamanlarda yaşananlar akılda olduğu için, herkes aşırı ihtiyatlı olmak istiyordu.” Sözde ışık hızından hızlı nötrinolarla ilgili kanıt, CERN’de Eylül 2011’de, İtalya’daki Gran Sasso Laboratuvarı’nda sürdürülen OPERA deneyinde çalışan bilim insanları tarafından açıklandı. Birçok bilim adamının da şüphe ettiği gibi, ölçümler hatalıydı, ama bu başka bir hik yedir.

CERN basın açıklamasının son biçimi, Joe ve Fabiola’nın Heuer ve Sergio Bertolucci ile yaptığı toplantıda kesinleştirildi. Toplantıda hiçbir ekibin “keşif” sözcüğünü kullanmaması, iki ekibin toplam sonuçlarının gücüne dayanarak Rolf’un bu sözcüğü kullanabileceği konusunda anlaştı. Bu anlamlı bir karardı; hangi sözcükler üzerinde anlaşırlarsa anlaşsınlar, tarih bu seminerleri, kesinlikle keşif konuşmalarının geçtiği yer olarak hatırlayacaktı. Heuer daha sonra bürosunda yaptığımız bir görüşmede, “Bir keşif yaptıklarını söylemeye yeterince istekli değillerdi, çünkü çok ihtiyatlıydılar ve bu da iyi bir şeydi. Ama her iki sonucu da görmüş biri olarak, bir keşif yapıldığını söyleyebilirdim. Çünkü risk almak benim işim,” dedi.

4 Temmuz’dan önceki gece Peter Higgs sakin bir kutlama yaşadı. John Ellis onu, Alan Walker ve Chris Llewellyn Smith’i CERN’in bulunduğu Cenevre’nin kuzeyindeki, arabayla kısa sürede gidilebilen Tannay köyündeki evine davet etti. Eski bir elma bahçesinin için-

deki ev kontrolden çıkmış morsalkımlarla çevriliydi. John'un Kolombiyalı eşi, yemek masasına manyok kökü nişastası ve peynirle yapılan bir Kolombiya ekmeği "pan de yuca"ları koyup, bahçeden toplanan nane ve elmalarla yapacağı sufle için işe koyulduğunda, fizikçiler sıcak yaz gecesinde bahçeye çıktılar ve bir şişe şampanya açtılar.¹⁹⁸

Konferans salonuna ilk girenler, o gece binada sabahlayanlardı. Bazıları, gözlerini kapayıp kafalarını öndeki koltuğun arkasına yaslamalarının dikkat çekmeyeceği, salonun arka sıralarına geçtiler. Laboratuvarın kıdemli çalışanları ve yöneticileri, en azından kendilerine koltuk ayrılanlar, daha sonra dolduracakları ön sıraları aldı. Salondaki gürültü durmadan artıyordu; ev sahibi bir futbol takımının seyircilerinin, bu sezon egemenliklerini tasdik edecek kesin zaferden önceki gürültüsü gibiydi bu.

40 numaralı binada ise Joe Incandela hâlâ kendi sunumunu hazırlamaya çalışıyordu. Sunumunu 08.42'de tamamladı, biraz sonra bir dosya yükledi ve salona gitti. Saat 9'u biraz geçe Rolf-Dieter Heuer dinleyicilerin önüne çıkmıştı. İki konuşmacıyı tanıttı ve Incandela'yı kürsüye davet etti. Söyleyecek çok şey vardı. Joe belki de binden fazla kişinin yıllar süren çalışmasını yaklaşık 100 slayta ve muhtemel soruları yanıtlamak için hazırladığı 70 kadar yedek slayta sığdırmıştı. Dinleyicilere tek tek bu slaytları göstererek anlattı. LHC'nin performansını övdü ve CMS'nin veri yığılması ile nasıl mücadele ettiğini anlattı. Elde edilen ilk önemli sonuç, Higgs parçacığının iki fotona bozunduğunun kanıtı idi. Slayt siyah noktalar boyunca ilerleyen ve verilerde güzel, açık bir çıkıntıyı ortaya koyan, kırmızı bir çizgiyi gösteriyordu. Bu noktada Incandela sustu. Geriye yaslandı ve öylece slayta baktı. 5 belki de 10 saniye kadar sonra, bir sonraki slayta geçti ve "Bir an kendimi kaybettim, özür dilerim," dedi.

[198] Ellis, içtikleri Perrier-Jouet marka şampanyanın boş şişesini, daha sonra istek üzerine Londra Bilim Müzesi'ne bağışladı.

Sonuçlar ağır ağır ortaya çıkıyordu. Birlikte ele alındığında, Higgs bozonunun ya 2 foton ya da 4 lepton'a bozunduğu en temiz kanallar, sağlam bir 5 sigma sinyali vermişti. Slaytlar zaten bunun söylenmesinin beklendiği yere geldiğinde, salon alkışa ve kutlamalara boğuldu. Incandela kalabalıkta Steve Myers'i buldu, ona doğru gidip elini sıktı ve salona dönerek, "Bunu makinenin son aykı çalışmasında başardık," dedi.

Incandela'nın elinde diğer üç kanaldan elde edilen grafikler de vardı ve bunların bazıları daha ilginç sonuçlar ortaya koydu. Higgs parçacıklarının elektronların ağır kuzenleri olan 2 tau parçacığına bozunmasının ölçümlerinden hiç Higgs bozonu işareti alınmamıştı. Belki bir istatistiksel etki, belki de yeni fiziğin ilk izi olan bu sonuç, toplam sinyal değerlerini aşağı çekmişti ve CMS dedektör ekibi bütün kanalları birlikte ele alarak, 4,9 sigma düzeyinde 125 GeV civarında kütlesi olan bir Higgs bozonu sinyali bulduklarını açıkladı.

Birkaç hafta sonra Incandela tam da konuşmasını yaparken, sonuçların ne kadar önemli olduğunun farkına vardığını anlattı. "Chiara'nın bana grafiği gönderdiği geceden, daha yeni bitirdiğim bu konuşmaya kadar, yapmak zorunda olduğumuz her şeyin yapıldığını anladım. Başarmıştık. Konuşmamı hatırlıyorum, bir noktada bu çıkıntı olan slaytı gösterdim ve dinleyiciler içindeki insanlar nefeslerini tuttu. Durdum ve bir süre buna takılıp kalacağımı düşündüm. O zaman gerçekten anladım; gerçekten bir şey keşfetmiştik. Konuşma sırasında bunun tadını çıkarmaya başladım. O an rahatlamaya başladığım ilk andı ve hayatımda yaptığım en stresli, baskısı en ağır konuşma bu konuşmaydı."

Sonraki konuşmacı Fabiola idi. Konuşmasında iki en yüksek  z n l rl k sahibi kanalın sonuçlarını bir araya getirdi. Bu iki kanal Higgs parçacıklarının 2 foton ya da 4 leptona ayrıştıkları kanallardı. Tek tek, her iki kanalın da sonuçları güçlüydü. Ama Gianotti her iki

sonucun birleşimini gösteren slaytı gösterdiğinde, salonda bir fırtına koptu. Bunu tetikleyen şey, küçük kırmızı bir kutuda vurgulanmıştı: “5,0 sigma” yazıyordu. Alkış tufanı çılgıncaydı. Fabiola dinleyicileri sakinleştirmek istedi ve “Henüz bitirmedim, dahası var. Sabırlı olun,” dedi ama topluluk duymayı beklediği her şeyi duymuştu zaten. ATLAS grubunun sonuçları 126,5 GeV’lik bir kütleye sahip bir Higgs bozonunu gösteriyordu. Bayan Fabiola birkaç hafta sonra bürosunda, “Tarihsel bir an olacağının farkına varmamıştım. Sonuçları tamamlamaya ve sağlam bir şekilde sunmayı garanti altına almaya o kadar yoğunlaşmıştık ki, salona gidene kadar bunun farkına varmadım,” dedi.

Fabiola konuşmasını tamamladığında dinleyiciler tekrar bir alkış tufanı kopardı. Ayağa kalktılar, bağırıldılar, ayaklarını yere vurduklar ve ıslık çaldılar. Bu CERN’de 20 yıldan fazla bir zamandır, bozonun çarpıştırıcılarda nasıl kendini gösterebileceğinin anlaşılmasından LHC’nin inşasına ve parçacığın avına kadar süren çabanın ödülüydü. Kalabalığın tepkisi Peter Higgs için çok fazlaydı. Cebinden buruşuk beyaz bir mendil çıkardı, gözlüklerini çıkardı ve gözyaşlarını sildi. İzleyicilerin geri kalanından yavaş olsa da alkışladı, şoka girmiş birine benziyordu. Sanki ne yapacağını tamamen unutmuş gibi, yukarıya ve etrafına bakıyordu. Salonun ön tarafında Heuer eline bir mikrofon aldı, dinleyicilere döndü ve “Meslekten olmayan biri olarak, şimdi neye sahip olduğumuzu söyleyebileceğimi düşünüyorum. Haksız mıyım?” Kalabalığın yanıtı bir kükreme olarak geldi. “Bir keşfimiz var. Bunu ifade etmeliyiz. Bir keşfimiz var,” dedi. Cep telefonu, Almanya’daki DESY hızlandırıcısındaki bir arkadaşından o anda gelen bir mesajı sessizce kabul etti. Mesajda, “Şimdi uçakta şampanyanın tadını çıkar,” deniyordu.

Mikrofon sırayla bütün her şeyi 1964’de başlatan kuramcılardan toplantıya katılan 4 kişiye geçti. İlk olarak mikrofonu ceket yakası

yukarı kalkmış olsa da kendine gelmiş olan Higgs aldı. CERN çalışanlarını başarıları için kutlayan Higgs, “Benim için, bunun ben yaşarken gerçekleşmiş olması, gerçekten inanılmaz bir şey,” dedi. Englert merdivenlerden inerek Higgs’in yanına geldi. Bu iki kişi daha önce hiç karşılaşmamışlardı. Englert de CERN çalışanlarını takdir ettiğini belirtti ve yalnızca yaşam boyu arkadaşı ve ortağı Robert Brout’un bugünü görecek kadar yaşayamamış olmasından dolayı üzüldüğünü belirtti. Birkaç adım ötede Guralnik, bir fizik olayının da bir futbol maçı kadar alkış tufanı koparmasından etkilendiğini söyledi. Hagen ise “Makinenin kalitesinin, analizin kalitesinin ve bu sonucu almak için harcanan yoğm emeğn aklını başından aldığini,” söyledi.

Hollandalı film yapımcıları Jan ve Hannie ise Amsterdam’da töreni canlı olarak izledi. Belgesellerine, son olarak, Hauer’in keşfi ilan ve Higgs’in bu habere tepkisi ile ilgili bazı sahneler eklediler ve tamamlanan belgesi o akşam haberlerinden sonra yayınladılar. Higgs’in gözyaşları içindeki görüntüleri Jan’ı etkilemek için yeterliydi. “Hissettiklerim Peter için duyduğm sevgi ve takdirin bir bireşimiydi, aslında yalnızca birkaç gün önce görüşmüş, birlikte film çekmiş, birkaç kadeh şarabı paylaşmış ve hiç şüphesiz tam bir yorgunluğ paylaşmış olmanın yarattığı bir his,” dedi.

O sabah erken saatlerdeki siyah botlu devasa adamlar bu kalabalığa uygun görünmüyorlardı. Ama şimdi öyle değildi. Basın toplantısından sonra, Higgs gazetecilerin ve televizyon ekiplerinin hücumuna uğradı. Güvenlik görevlileri o gün için en azından bir rock yıldıızı haline gelen 83 yaşındaki adamı koruyup onları ellerinden geldiği kadar uzakta tutuyordu. Birkaç röportajdan sonra Peter ve Alan havaalanına gitti ve ucuz bir uçuşla Edinburgh’a geri döndü. Uaktayken, Alan, Peter’a “Bir şişe Proceso marka köpüklü beyaz şarapla kutlama yapmak ister misin?” diye sordu. Peter istemedi ve bir ku-

tu London Pride birası ısmarladı. Peter onu çöp kutusuna atmasaydı boş kutu güzel bir anı malzemesi olabilirdi.

Joe Incandela ve Rolf-Dieter Heuer de kısa süre sonra Cenevre'den ayrıldı. ICHEP konferansı için Melbourne'a gitmeleri gerekiyordu. Joe'nun bütün yolculuk boyunca uyuduğu bir uçuşla gece yarısından sonra bağlantı noktası Singapur'a ulaştılar. Bekleme salonlarından birine geçtiler. Incandela, orada o günkü *Wall Street Journal Asia* gazetesini buldu. Gazetenin ilk sayfasında güzel bir CMS çarpışma olayı anlatılıyordu. "Vay, çok hızlılar," diye düşündü. Melbourne uçuşunda Rolf bir *International Herald Tribune* gazetesi aldı. Birinci sayfada her ikisinin sözlerinden alıntılar yayınlanmıştı. Joe'nun bundan sonra fark ettiği ilk şey, uçuş görevlilerinin kendisine çok iyi davrandıklarıydı. Rolf gazeteyi onlara gösterip, Joe'nun hangi koltukta oturduğunu onlara söylemişti.

Seminerlerden sonra, Fabiola basın toplantısında soruları yanıtladı, hemen sonrasında daha fazla röportaj verdi ve oradan LHC makine komitesi ile yaptığı düzenli Çarşamba öğleden sonra toplantısına gitti. Başkan Fabiola, ATLAS'ın ofislerinin bulunduğu 40 numaralı Bina'daki içkileri özlemişti. O gün geç vakitler toplantıdan ayrıldı, Melbourne'da geçireceği on gün için valizlerini topladı ve erkenden yattı. Sabah uçağa bindi ve saatlerce uyudu.

4 Temmuz 2012 Çarşamba günü, CERN'de artık bundan sonra her zaman keşif günü olacaktı, ama o gün, hiç kimse ne keşfedildiğinden tam olarak emin değildi. İnsanlar, "Higgs parçacığı ile birbirini tutan yeni bir parçacıktan," bahsediyorlardı. Bu terimler yuvarlak ve hazır gazete yazıları için yeterliydi, ama bilim insanlarının neden emin oldukları ve neyin kesinleştirilmesi gerektiği konularını belirsiz bırakıyordu.

ATLAS ve CMS verisindeki çıkıntılar ve "fazlalıklar" bir kez üretildiğinde, derhal fotonlar ve elektronlar dâhil öbür maddelere

bozunan yeni bir parçacığa işaret ediyordu. Dolayısıyla bu anlamda yeni parçacık Standart Model'in Higgs bozonu ile çok benzer bir şekilde davranıyordu. Diğer ayrıntılar, parçacığın kimliğini daha da aydınlattı. Standart Model'in matematiği ancak bir bozonun iki temiz fotona bozunabilece ini söylüyordu. Dolayısıyla yeni parçacık kesinlikle bir tür bozundu. Başka bir özellik ise bir topacın d n   ne benzetilen spin idi. Standart Model'de parçacıklar ya "bozon" ya da "fermion"dur. Foton, W ve Z parçacıkları gibi kuvvet taşıyıcı bozonların spinini 1'dir. Kuarklar ve elektronlar gibi fermionların ise spinini 1,5'tur. Higgs bozonu ise spinini sıfır olan bir bozon olarak biriciktir; en azından şimdiye kadar. Yeni parçacığın yapılan ölçümleri spinin 1 olmasını zaten olasılık dışı bırakmıştı (spinini 1 olan parçacıklar iki fotona bozunmaz). Her şey yeni parçacığın büyük olasılıkla aslında spininin 0 olduğunu gösteriyordu.

Öyleyse bundan sonra ne olacak? Yeni parçacık, Standart Model'in Higgs bozonuna ne kadar uyduğunu görmek için, ömrüne bakılarak adlandırılacak. 2012 yılı bitmeden önce CERN fizikçileri yeni parçacığın spininin 1 olup olmadığını teyit etmeyi umuyorlardı. Bunu teyit etmenin yollarından birisi, parçacığın dedektörlerin içinde nasıl hareket ettiğine bakmaktır. Spin 0 olan bir Higgs bozonunun, bozundu unda ortaya çıkardığı ürünler muhtemelen dedektörlerde, bazı yönlere diğer yönlerden daha fazla değil, bütün yönlere eşit şekilde dağılan izler bırakacaklardır. Diğer ölçümlerde ise parçacığın  arpı malarında ne sıklıkta ortaya çıktığına ve farklı kanallar yoluyla hangi oranlarda bozundu una bakılır. Örneğin, 125 GeV a ırlı ındaki bir Standart Model Higgs bozonu, zamanın yüzde 57'lik bir oranında alt kuarklara ve (alt kuarkların anti madde karşılıkları olan) anti-alt kuarklara bozunması ve zamanın yüzde 0,2'sinde ise iki fotona bozunması gerekir. Bu değerlerdeki herhangi bir uyumsuzluk, ki bunları teyit etmek yıllar alabilir, fizi in yeni bir alanının kapılarını açabilir.

Pek çok fizikçi samimi olarak, yeni parçacığın davranışlarında uyumsuz olan bir şey görmek istiyordu. Steven Weinberg'in belirtmiş olduğu gibi, Standart Model bozonunu bulmak, fiziği sıkıntılarından kurtarmayacak, aksine sıkıntıya sokacaktı. Bunun nedeni basitti. Fizikçiler Standart Model Higgs bozonunun gerçek olduğu varsayımına dayanarak onlarca yıldır çalışıyorlardı. Bu bozonu bulmak Standart Model'in ötesine nasıl geçebilecekleri, doğanın bu modelin tanımlamadığı yönleri, örneğin kütleçekim ve karanlık madde konusunda onlara yeni ipuçları vermeyecekti. Yeni parçacığın herhangi bir kendine özgü davranışı daha ilginç, yeni bir şeyin işareti olabilirdi ve belki de Dünya'nın daha doğru biçimde anlaşılmasının bir yolunu gösterebilirdi.

4 Temmuz'da yeni parçacığın herhangi bir garip niteliğe sahip olup olmadığını söylemek için henüz çok erkendi. İlk verilere göre, bu parçacık fotonlara beklenenden daha fazla, tau parçacıklarına ise daha az bozunan bir parçacık gibi görünüyordu. Daha fazla veriye bakıldığında, bu tutarsızlıklar kolayca ortadan kalkabilirdi, ama eğer kalkmazsa bu fizikçilerin uzun zamandır ümit ettiği şeye yol açabilirdi. Bir başka olasılık da şuydu: Yeni parçacık süpersimetri diye adlandırılan kuramın tanımladığı Higgs bozonları ailesinden bir bozundu. Bu konudaki bir soru üzerine, John Ellis, "Kütle, bizim boşluğumuza yeni fizik eklediğiniz sürece muhtemelen kararsız olacağı bir aralık içindedir ve bu yeni olan şey süpersimetri olabilir." dedi.

Bu sorulardan en azından bir kısmını yanıtlaması için ATLAS ve CMS'ye en iyi şansları tanımak üzere, CERN LHC proton-proton çarpıştırma çalışmalarını 2012'de aralık ortalarına kadar, 7 hafta uzattı. Bu, muhtemelen yeni parçacık ile Standart Model'in Higgs bozonu arasındaki göze batan herhangi bir tutarsızlığı tespit etmek için yeterli olacaktı. Ancak yeni parçacığın davranışındaki daha az göze

çarpan tuhafıkların ise 2015 ve ertesini beklemleri gerekiyor. 2015, LHC'nin yeniden tasarımına göre tam kapasite enerji ile çalıştırılacağı tarihti. Dolayısıyla bu bilimin akışına bırakılacak. Bir soru yanıtlanır yanıtlanmaz, başka bir soru onun yerini alacak; sonra başka bir soru ve başka bir soru daha... Bu süreç kesinlikle sonsuzdur. Gerçekliğin açık ve doğru bir tanımı kesinlikle ufukta bir yerde yatıyor ve bu her zaman erişilemez bir yerde olacak. Ama bilim insanları doğanın çalışması ile ilgili ne kadar çok şey keşfederlerse ufuktaki o yere o kadar çok yaklaşmış olacağız.

* * *

Edinburgh'da yağmur o kadar şiddetli yağıyordu ki, üniversitenin fizik bölümü binasının üstündeki "James Clerk Maxwell Binası" yazısı zar zor görünüyordu. İşte burada, tam 48 yıl önce, Peter Higgs ilk kez, kalem ve kâğıda yazdığı denklemlerden çıkan yeni bir parçacık tanımladı. CERN'in keşfi ilan etmesinden iki hafta sonra, koyu mavimsi bir pantolon ve fitilli kadifeden bir gömlek giyen, 83 yaşına göre iyi görünen Higgs tekrar buradaydı. Yaşın getirdiği tek görünür rahatsızlık, kullandığı biri kötü ayarlanmış ve tiz ses çıkaran diğeri ise pili bittiği için çalışmayan ikili işitme cihazıydı. "Bu kulağıma konuş diyerek," kulağını gösterdi.

Higgs için o 4 Temmuz Çarşamba duygusal bir gündü, ama gösterdiği tepkinin arkasında neyin yattığı o gün yeterince açık değildi. Bir masada dizüstü bilgisayar ile oturan Higgs, şimdi o sabahki seminerlerin bitiş dakikalarını seyretmekten açıkça duygulanmış görünüyordu. Görüntü, Higgs bir ya da iki damla gözyaşı döktüğü sırada, neredeyse kendinden geçmiş görünürken, insan neşesinin garip bir ifadesi, etrafındaki neşe dolu yüzler denizinin içinde daha da garip görüldüğü bir sırada, adil olmayan bir yerde durdu. Tam da o anda ne hissetmişti? "Gözyaşlarına boğulmak üzereydim. Dinleyicilerin tepki seli beni yıkmıştı. O ana kadar duygusal olarak kendi-

mi tutuyordum, ama dinleyiciler tepki gösterince artık kendimi tutamadım. O anı ancak böyle açıklayabilirim” dedi.

Higgs’in yaklaşık 50 yıl önce çiziktirdiği fikir, bir not defterine yazılan denklemlerden daha fazlası haline geldi. 20 yüzyılda fizikçiler onun gerçek bir amacı olduğunu bulup, onu matematik olarak kanıtladıkları ve kuramın doğasının doğru biçimde tanımladığını gösteren dolaylı kanıtı ortaya çıkardığı için, kuramın kendisi de güçlendi. İlk olarak, bir günlükteki belirsiz bir not olan kuram, milyarlarca dolarlık makinelerle, on yıllar süren ve binlerce bilim insanı ile mühendisin kariyeri, rüyası ve yaşamları haline gelen bir araştırmayı meşrulaştıran bir önem kazandı. Higgs’in döktüğü gözyaşları, yaptığı katkı için değil, aksine o katkının diğerleri için temsil ettiği şey içindi.

Bilimsel sürecin yoğunluğu tümüyle tüketici olabilir. Bir işi yeterince takip ederseniz, o işin kendi içinde bir amaç haline gelebildiğini görürsünüz: Zarif, karmaşık makineler yapmak, onları iyi çalıştırmak, bu makinelerin çıkardıkları gürültüden, bazı belirsiz, ama anlamlı sinyaller çıkarmak. Bütün bu şeyler olağanüstü değerlidir. Bunlar beceriyi geliştirir ve teknolojiyi ileri götürür. Ama bunların üzerine odaklanmak, bu işin asıl, baştaki hedefini gözden kaçırmak demektir. Bu deneyler doğanın işleyiş biçimlerini temel bir düzeyde ortaya çıkarır. Şimdi, eskiden bilmediğimiz neyi biliyoruz? Parçacığı bir an için unutun. O yalnızca bir amaç için bir araç olabilirdi, daha büyüleyici bir şeyi teyit eden kesin kanıt. Şimdi evrenin kütesiz parçacıkları kütleli yapan bir alan ile dolu olduğunu biliyoruz. Bütün bunların nasıl olduğunu şimdi biraz daha fazla anladık.

Fizik bölümünün kantininde, Peter, bir tavuk kızartma ile gazlı elma suyu alıp öğretmenler ve doktora sonrası öğrencilerin arkasında parasını ödemek için kasada kuyruğa girdi. Higgs parçacığının fizik için ne anlamı olabileceğini ve önlerindeki yıllarda yapılacak

işleri tartışmak için Alan Walker ile ATLAS dedektöründen bazı fizikçilere katıldı. CERN'deki keşiften bu yana, Higgs'e gelen e-posta ve mektuplar sel gibiydi, mektuplar şimdi dairesinin oturma odasının tabanının kaplıyordu. Bazılarına hemen cevap verilmesi gerekiyordu, ama ötekiler beklemek zorundaydı. Öğle yemeğinden sonra, Higgs aşağı giriş salonuna indi, eşyalarını topladı, birkaç kişiye hoşçakal dedi. En azından gördüğü ilginin bir süre sonra dineceğini söyledi. Bunu söyledikten sonra, paltosunu topladı, göğe baktı ve yağmurun içine daldı.

Teşekkürler

Bu kitap, fizikçiler tutkularını benimle paylaşmak üzere zaman ayırdıkları için ortaya çıktı. Onların coşkusu, benim parçacık fiziğine olan düşkünlüğüme ve Higgs parçacığının hikâyesine ilgi duymama yol açtı. Yıllar boyunca binlerce insanın yer aldığı bu hikâyenin tümüyle anlatılması, bir kütüphaneyi doldurur. Ben bu olaya dâhil olanların yalnızca çok küçük bir azınlığına yer verebildim. Burada anlatılan, olayların yalnızca bir özetidir.

The Science Factory'deki temsilcim Peter Tallack, başından beri kitap fikrimin büyük bir destekçisiydi, önerileri ve beni ikna ettiği anlar paha biçilmezdir. Fikrimi bir kitaba dönüştürmek için gereken heyecanı duyan *Virgin* yayınevindeki editörlerim Ed Faulkner ve Davina Russell'e şükran borçluyum. Ayrıca ABD'deki *Basic Book* yayınevindeki editörüm Lara Heimert'e de teşekkür borçluyum, yönlendirmeleriyle bana çok büyük yardımlarda bulundu.

Guardian gazetesinde ise Nick Hopkins, işimden bana izin vermeseydi kesinlikle dibe batardım. Meslektaşlarım Alok Jha, David Adam, Karen McVeigh ve James Kingsland'a haberleri için teşekkür ederim. Eski bir meslektaşım bu fikirden vazgeçip, yemek hakkında yazmamı tavsiye etmişti. Üzgünüm, Onu dinlemedim.

Kitap için araştırma yaparken sayısız bilim insanı ve mühendis, değerli zamanlarını ayırdılar, hepsine çok çok teşekkür ederim. Sonuçta ortaya çıkan kitap, acemi taslaklarımı kontrol edenler sayesinde çok büyük oranda iyileştirilmiş bir ürün oldu: Steven Weinberg, John Ellis, Michael Fisher, Lyn Evans, John Conway, Gerry Guralnik ve Dick Hagen. Peter Higgs anahtar öneme sahip bölümler üzerinde kapsamlı, paha biçilmez yorumlar yaptı ve birçok kez beni düzeltti. Onun yardımı, ödeyemeyeceğim bir borçtur.

Freeman Dyson'a, Higgs'in 1966'da İleri Araştırmalar Enstitüsü'n ziyaretini hatırlamak için hafızasını zorladığı ve Robert Oppenheimer ile ilgili düşünceleri için teşekkür ederim. Kütlenin kökeni kuramına katkılarını açıkladıkları için, bu fikri ilk kez ileri süren şu altı kişiye teşekkür ederim: François Englert, Robert Brout, Peter Higgs, Gerry Guralnik, Dick Hagen ve Tom Kibble.

Londra'da King's College'deki arşiv görevlileri, Maxwell Derneği'nin eski toplantı tutanaklarının araştırılmasını aklıma getiremeyeceğim bir eğlenceye dönüştürdüler. Oregon State Üniversitesi Kütüphaneleri zel Koleksiyonu'nun küratörleri Ava Helen ve Linus Pauling Papers'e, Higgs ile Linus Pauling arasındaki mektuplaşmalara ulaşmamda gösterdikleri parmak ısırtan etkinlik için teşekkür ederim. McMaster niversitesi'nin Bertrand Russell arşivi yetkilileri de benzer biçimde etkileyiciydiler. British Library'nin bilim okuma odasındaki görevliler, belirsiz araştırma makaleleri ve ABD Kongresi toplantı tutanakları ile ilgili isteklerim karşısında her zaman nazik ve becerikliydiler.

Cambridge niversitesi'nde Ben Allanach ve CERN'de Gian Francesco Giudice, Higgs mekanizmasını anlamama yardımcı olma konusunda iyiden de iyiydiler. Aynı şekilde şişmenin (inflation) hayatı yönlerini bana açıklayan Alan Guth ve Paul Steinhardt'a da teşekkür ediyorum.

Steven Weinberg, Nobel kazanan çalışmasını açıklarken yeterince kibardı ve uçağımı kaçırmamamı sağladı. Gerardus 't Hooft ve Martens Veltman kendilerinin Higgs mekanizması üzerine yaptıkları çalışmaları, neden Higgs'in belki de görünmez olabileceği ve basitçe olmayabileceğini anlamama yardımcı oldular.

Frank Wilczek ve John Marburger III'e, kıyamet senaryoları ile ilgili sorularımı ciddiye aldıkları için şükran borçluyum. Aynı şekilde Stephen Hawking ve Gordon Kane'e de, Higgs parçacığının bulunup bulunmayacağı konusundaki fikirlerini paylaştıkları için teşekkür ederim. David Miller, Jonathan Butterworth, Mark Lancaster ve Nikos Konstantinidis dâhil, Londra University College'deki yüksek enerji fiziği grubu üyelerinin hepsi, bana büyük hikâyeler anlattı, anlamlı yönlendirmelerde bulundu ve çoğunlukla her ikisini birden yaptılar.

Alvin Trivelpiece Süperiletken Süperçarpıştırıcı'nın hikâyesini bir bütün haline getirebilmem için, bundan daha fazla yardımcı olamazdı. Derin bilgisi ve sezgisi hayati öneme sahipti.

Fermilab'da, Kurt Riesselmann görüşmelerimi ayarlamama yardımcı ederken, Adrienne Kolb'un derin bilgisi laboratuvarın geniş arşivlerinden mükemmel biçimde yararlanabilmemi sağladı. Fermilab'da çalışan bilim insanlarının hepsi, Chris Quigg, Leon Lederman, Dmitri Denisov, Robert Roser, Jacobo Konigsberg ve John Conway, zaman ve tavsiyeleri konusunda çok cömert davrandılar.

CERN'de, James Gillies ve iletişim bürosundaki diğer çalışanların hepsi görüşmelerimi ayarlamaya yardımcı olurken, gerektiğinde başımı sokacak bir dam altı da sağladılar. CERN'in şu an çalışan ya da eski istatistik görevlileri her zaman sabırlı ve yardımcı oldu. Özellikle Jos Engelen, Luciano Maiani, Herwig Schopper, Chris Tully, Roberto Tenchini, Fabiola Gianotti, Jim Virdee, John Swain, John Ellis ve Patrick Janot'a şükran borçluyum. Lyn Evans ve Ro-

ger Cashmore'a bana bilim ve mühendisliğin ayrıntılarını açıklamak için bu kadar zaman ayırdıkları için özellikle teşekkür ederim.

Kitap  zerine çalışmaya başladığımda, Higgs portalı ve saklı dünyaları hiç duymamıştım. Bana bu fikri açıkladıkları ve heyecan duyacağım derin bir Şey verdikleri için CERN'den James Wells ve Oxford  niversitesi'nden John March-Russell'e minnettarım.

Aynı oranda ihmal ettiğim arkadaşlarım ve aileme gelince, hâlâ yanımda olduğunuz için teşekkür ederim. Son olarak, Jo Marchant'a sabrı ve tavsiyeleriyle beni hayatta tuttuğu için ve Poppy'ye, kitabı bitirmeyi giderek daha çok değerli hâle getirdiği için çok teşekkür ederim.

Kaynakça

Aleph collaboration, "The Aleph experience", CERN Raporu, Ocak 2006.

Ananthaswamy, A., "Glimpses of the God particle", *New Scientist*, Mart 2007.

Araf'eva, I., ve Volovich, I., "Time machine at the LHC", *arXiv*, Ekim 2007.

Arnaudon, L. ve diğlerleri, "Effects of terrestrial tides on the LEP beam energy", CERN Raporu, Mart 1994.

Bajko, M. ve diğlerleri, "Report of the task force on the incident of 19 September 2008 at the LHC", CERN Raporu 1168, 2008.

Berton, J., "Catching rays with radiation man", *East Bay Express*, Ağustos 2003.

Brooks, M., "Does time travel start here?" *New Scientist*, Şubat 2008.

Calogero, F., "Might a laboratory experiment destroy planet Earth", *Interdisciplinary Science Reviews*, 2000.

Cashmore, R. ve Sutton, C., "The origin of mass", *New Scientist*, Nisan 1992.

Cline, D., *Weak Neutral Currents: The Discovery of the Electro-weak Force*, Westview Press, 1997.

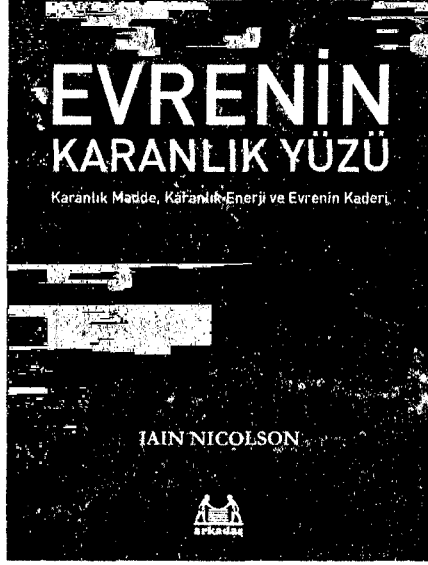
Close, F., *Antimatter*, Oxford University Press, 2009.

- Crease, R., "Case of the deadly strangelets", *Physics World*, 2000.
- Cropper, William H., *Great Physicists: The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking*, Oxford University Press, 2001.
- Ellis, J. ve diğerleri, "A phenomenological profile of the Higgs boson", *Nuclear Physics B*, 1976.
- Ellis, J. ve diğerleri, "Review of the safety of LHC collisions", *Journal of Physics G*, 2008.
- Englert, F. ve Brout, R., "Broken symmetry and the mass of gauge vector bosons", *Physical Review Letters*, Ağustos 1964.
- Fancey, N., "Interview with Peter Higgs", *Physics Education*, Ocak 1998.
- Farmelo, Graham, *The Strangest Man: The Hidden Life of Paul Dirac, Quantum Genius*, Faber and Faber, 2009.
- Giudice, Gian Francesco, *A Zeptospace Odyssey: A Journey into the Physics of the LHC*, Oxford University Press, 2010.
- Glashow, S., "Towards a unified theory: Threads in a tapestry", Nobel Lecture, Aralık 1979.
- Glashow, S. ve Wilson, R., "Nuclear physics: Taking serious risks seriously", *Nature*, Aralık 1999.
- Gould, S. J., "Ice-nine, Russian style", *New York Times*, Ağustos 1981.
- Greene, B., *The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*, Vintage Books, 1999.
- Guralnik, G., Hagen, C. R. ve Kibble, T., "Global conservation laws and massless particles", *Physical Review Letters*, Kasım 1964.
- Halpern, P., *Collider: The Search for the World's Smallest Particles*, Wiley, 2009.

- Hawking, S. W., “Virtual black holes”, *arXiv*, Ekim 1995.
- Higgs, P. W., “Broken symmetries, massless particles and gauge fields”, *Physics Letters*, Eylül 1964.
- Higgs, P. W., “Broken symmetries and the masses of gauge bosons”, *Physical Review Letters*, Ekim 1964.
- Higgs, P. W., “Spontaneous symmetry breakdown without massless bosons”, *Physical Review*, Mayıs 1966.
- Hoddeson, L. ve diğerleri, *The Rise of the Standard Model: Particle Physics in the 1960s and 1970s*, Cambridge University Press, 1997.
- Hoddeson, L. ve diğerleri, *Fermilab: Physics, the Frontier and Megascience*, The University of Chicago Press, 2008.
- Jaffe, R. L., “Review of speculative ‘disaster scenarios’ at RHIC”, Brookhaven National Laboratory Raporu, Temmuz 2000.
- Jammer, M., *Concepts of Mass in Contemporary Physics and Philosophy*, Princeton University Press, 2000.
- Kane, G., “The dawn of physics beyond the standard model”, *Scientific American*, Haziran 2003.
- Kane, G., “The mysteries of mass”, *Scientific American*, Temmuz 2005.
- Konopinski, E. ve diğerleri, “Ignition of the atmosphere with nuclear bombs”, Declassified Technical Raporu, Los Alamos National Laboratory, 1946.
- Krige, J., “Distrust and discovery: The case of the heavy bosons at CERN”, *Isis*, Eylül 2001.
- Leake, J., “Big bang machine could destroy Earth”, *Sunday Times*, Temmuz 1999.
- Lederman, L. ve Teresi, D., *The God Particle: If the Universe is the Answer, What is the Question?*, Mariner Books, 2006.

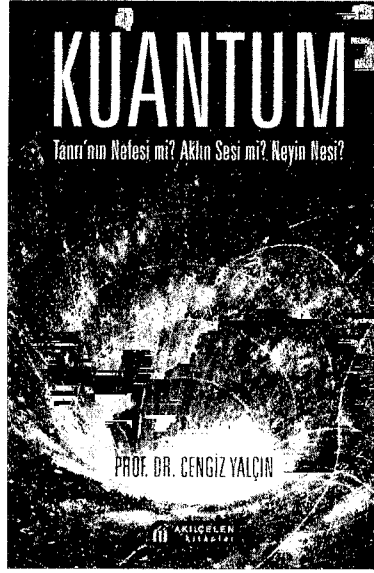
- Llewellyn-Smith, C., "How the LHC came to be", *Nature*, Temmuz 2007.
- Maddox, M., "The case for the Higgs boson", *Nature*, Nisan 1993.
- Mironov, A. ve diğerleri, "If LHC is a mini-time-machines factory, can we notice?", *arXiv*, Ekim 2007.
- Pais, A., *Inward Bound: Of Matter and Forces in the Physical World*, Oxford University Press, 1986.
- Quigg, C., "Spontaneous symmetry breaking as a basis of particle mass", *Reports on Progress in Physics*, 2007.
- Quigg, C., "The coming revolutions in particle physics", *Scientific American*, Şubat 2008.
- Randall, L., *Warped Passages: Unravelling the Mysteries of the Universe's Hidden Dimensions*, Allen Lane, 2005.
- Rees, M., *Our Final Century: Will Civilisation Survive the Twenty-First Century?*, Arrow Books, 2003.
- Salam, A., "Gauge unification of fundamental forces", Nobel Lecture, Aralık 1979.
- Salam, A., *Unification of Fundamental Forces*, Cambridge University Press, 1990.
- Salam, A., "The role of chirality in the origin of life", *Journal of Molecular Evolution*, 1991.
- Schopper, H., *LEP: The Lord of the Collider Rings at CERN 1980–2000*, Springer, 2009.
- Shears, T. G. ve diğerleri, "In search of the origin of mass", *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Ekim 2006.
- Smolin, L., *The Trouble with Physics: The Rise of String Theory, the Fall of Science and What Comes Next*, Allen Lane, 2006.
- Steinhardt, P. J., ve Turok, N., *Endless Universe: Beyond the Big Bang*, Weidenfeld and Nicolson, 2007.

- Stewart, I., *Why Beauty is Truth: A History of Symmetry*, Basic Books, 2007.
- 't Hooft, G., "A confrontation with infinity", Nobel Lecture, Aralık 1999.
- Veltman, M., "From weak interactions to gravitation", Nobel Lecture, Aralık 1999.
- Weinberg, S., "A model of leptons", *Physical Review Letters*, Kasım 1967.
- Weinberg, S., *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*, Basic Books, 1977.
- Weinberg, S., "Conceptual foundations of the unified theory of weak and electromagnetic interactions", Nobel Lecture, Aralık 1979.
- Weinberg, S., *Dreams of a Final Theory: The Scientist's Search for the Ultimate Laws of Nature*, Vintage Books, 1992.
- Weinberg, S., *Facing up: Science and its Cultural Adversaries*, Harvard University Press, 2001.
- Weinberg, S., "From BCS to the LHC", *CERN Courier*, Ocak 2008.
- Wilczek, F., "Masses and molasses", *New Scientist*, Nisan 1999.
- Wilczek, F., "Mass without mass: Part I", *Physics Today*, Kasım 1999.
- Wilczek, F., "Mass without mass: Part II", *Physics Today*, Ocak 2000.
- Wilczek, F., "The origin of mass", MIT annual paper, 2003.
- Wilczek, F., "Asymptotic freedom: From paradox to paradigm", Nobel Lecture, Aralık 2004.
- Wilczek, F., "In search of symmetry lost", *Nature*, Ocak 2005.
- Wilczek, F., *The Lightness of Being*, Basic Books, 2008.
- Woit, P., *Not Even Wrong: The Failure of String Theory and the Continuing Challenge to Unify the Laws of Physics*, Jonathan Cape, 2006.



Uzayın derinliklerinde kendisini saklayan evrenin en önemli gizemi, nasıl meydana geldiğini ve nelerden yapıldığını bir türlü anlayamadığımız karanlık madde ve karanlık enerjidir. Bilimin tüm gayretlerine ve ölçü teknolojilerindeki olağanüstü gelişmelere rağmen, evrenin %95'ini oluşturan kozmolojinin bu nazlı güzeli, yüzüne siyah bir peçe takmış kendisini göstermiyor, bir gizem olmayı sürdürüyor.

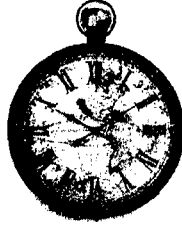
Yerin altında binlerce metre derinlikte laboratuvarlar kurduk, uzaya uydular gönderdik, bir haber alamadık. Şimdi CERN deneyinin sonuçlarını bekliyoruz. 7TeV gibi şimdiye değin laboratuvarında ulaşılabilecek en yüksek hızda iki proton demetini alın alına çarpıştıracamız, içinden ne çıkacak bakacağız. Belki bu gizem protonun içinde saklıdır. Bu konuda bir miktar çalışmış biri olarak CERN deneyinin bilim dünyasında çok şeyi değiştireceğinden hiç şüphem yok. Karanlık maddeyi oluşturan temel parçacıkların CERN dedektörlerine takılacağını umuyoruz.



Düşünmek, nedenlerin, nasılların arkasına takılmak, yani özgün bilgi üretmek, bilginin her türlü değerini üstüne çıktığı günümüzde, fikir işçileri denilen yeni bir sosyal sınıf yaratmıştır. Apple, Samsung, IBM, Intel, Microsoft gibi dünyaya ekonomisine yön veren dev kuruluşlar, bu yeni sosyal sınıfın kontrolüne girmiştir. Bill Gates işe başladığında, sizin gibi, Afrika'da safari yapacak parası yoktu, şimdi ise dünyanın en zengin adamı. Apple markasını yaratan Steve Jobs, özgün düşünmenin ekonomik değere nasıl dönüşebileceğini kanıtlayan bir teknoloji ikonu oluverdi. Bütün bu gelişmelerin motoru kuantum kuramıdır. Yirminci yüzyılın en önemli entelektüel başarısı olan kuantum, yirmi birinci yüzyılın dinamiğini belirleyen bir efsaneye dönüştü. Cengiz Yalçın, kitabında sizleri bu efsanenin mantığı ile tanıştırıyor. Karmaşık sandığınız günümüz teknolojilerinin nasıl basit olayların nedenlerini düşünerek yaratıldığını hayretler içinde göreceksiniz, bilgisayar ekranına bile başka gözle bakar olacaksınız.

ZAMAN İMPARATORLUKLARI

EINSTEIN
S A A T L E R İ
POINCARÉ
H A R İ T A L A R I
P E T E R G A L I S O N

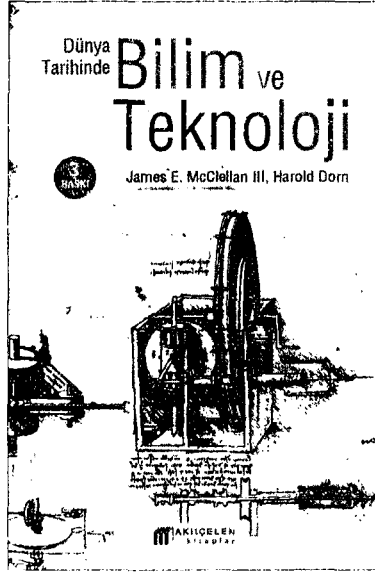


MİLLİETLİ
LİTERATÜR

Saatler ve trenler, telgraf ve sömürgeleşme yarışı...
On dokuzuncu yüzyıl sonundaki bu meydan okuyuşlar,
muazzam bir kuramsal buluş olan görelilik için gerçek
dünyada gerekli zemini oluşturmuştu. Bu günlerde, modern
bilimin temellerini atan iki dev şahsiyet, adım adım cevaba
yaklaşmakla meşguldüler: Telgraf ağlarını kullanarak zamanın
ölçümü ve tren istasyonlarındaki saatlerin ayarlanması
üzerine deneyler yapan ve henüz pek tanınmayan genç Alman
fizikçi Albert Einstein ve kıtalararası zaman koordinatlarının
haritasını çıkaran Fransız Boylam Dairesinin başkanı,
ünlü matematikçi Henri Poincaré...



Robert P. Crease, Muhteşem Buluşlar'da insanlık tarihine damga vuran denklemleri keşfediyor ve bizleri pek çok masalda karşımıza çıkan ve rasyonel, düzeni en ince ayrıntısına kadar belirlenmiş bir dünya vadeden $1 + 1 = 2$ ifadesinden Heisenberg'in insan bilgisinin sınırlarını çizen belirsizlik ilkesine kadar uzanan gizemli bir yolculuğa çıkarıyor. Matematik diliyle ifade edilmiş her denklem, belirli bir düşüncüyü ve felsefeyi temsil eder. Dolayısıyla, sadece matematik diliyle bir denklemi anlamak yeterli değildir. Bu denklemin ardında yatan düşüncüyü ve bu düşünce bağlamında yapılan tartışmaları da bilmek zorunludur. Crease, her denklemin arka planında yaşanan bu canlı tartışmaları, denklemin ortaya çıkış sürecini başarılı bir biçimde anlatıyor.



Günümüzün endüstriyel dünyasında bilim ve teknoloji arasındaki ilişki zorunlu bir ilişki olarak kabul edilir. Oysa tarihsel açıdan bakıldığında, bilim ve teknoloji arasındaki ilişki belirsiz ve anlaşılır olmaktan uzaktır. Bunun en önemli nedeni, insanlık tarihi boyunca teknolojinin bilim insanlarının çabalarından ziyade maharetli ustaların icat yapma çabaları sonucunda gelişmiş olmasıdır. James E. McClellan III ve Harold Dorn'un da ifade ettikleri üzere, "uygulamalı bilim" olarak teknoloji, yakın zamanların ürünüdür. Devletin ve sanayi kuruluşlarının bilimsel araştırmaları desteklemesi sonucunda yeni ve/veya daha gelişkin teknolojiler ortaya çıkmış, sonuç olarak bilim ve teknoloji arasında zorunlu ve belirgin bir ilişki doğmuştur. Dünya Tarihinde Bilim ve Teknoloji, insanların ilk aletleri yaptığı tarih öncesi dönemden başlayarak, bilim ve teknoloji arasındaki ilişkinin değişimini ve gelişimini, tarihsel kaynaklara dayanarak anlatıyor.

21. YÜZYILIN EN BÜYÜK KEŞFİ

Doğanın en temel gizemlerinden biri, cisimlerin neden ağırlığı olduğu ya da ağırlığa neden olan şeyin ne olduğudur.

Peter Higgs, bu gizemi 1964 yılında tesadüfen çözdü. Higgs, evrenin her yerine yayılan görünmez bir alan olduğunu ileri sürüyordu. Zamanın başlangıcında bu alan hareketsizdi, ama yeni doğan evren genişleyip soğudukça canlandı ve varlığını hissettirdi. Böylece, maddenin yapı taşları ağır(lıklı) olmaya başladı ve kütsüz olan kütleli hâle geldi.

CERN'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcı, Peter Higgs'in kuramsal düzeyde ileri sürdüğü bu alanın yapısını kesin olarak ortaya çıkarmak için tasarlandı. Bu makine aracılığıyla evrenin oluşumunu sağlayan kozmik etki, yani büyük patlamanın ilk anlarındaki koşullar yeniden yaratılacak ve ilk madde keşfedilecekti.

Peter Higgs'in kuramsal düzeyde çözdüğü bu gizem, bilim tarihinde en heyecanlı ve en uzun soluklu avın başlamasına neden oldu. Ian Sample, *Kütle, İlk Madde: Bilim Tarihinin En Büyük Açı* isimli kitabında soluk soluğa yaşanan ve sonunda başarıyla taçlanan bu parçacık avının hikâyesini anlatıyor. Anlaşılır bir dille yazılmış ve bir roman tadında okunan *Kütle*, bilimsel keşif ve araştırma süreçlerine, bilim taribine ve evrenin oluşumuna ilgi duyan herkesin kesinlikle okuması gereken bir kitap.

"Bu kitabı okuyun ve bilim tarihindeki en heyecanlı keşfin son sahnesini izleyin."

The Guardian

www.akilcelenkitaplar.com

Yayın Sertifikası No: 12382

ISBN 978-605-5381-98-1



9 786055 381981

t 22