



SEAN CARROLL

HIGGS:
EVRENİN SONUNDAKİ PARÇACIK

higgs bozonunun peşinde yeni bir
dünyanın kıyısına nasıl vardık

TÜRKÇESİ: MEHMET MORALI



GINKO BİLİM

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	11
BİR / İŞİN ÖZÜ	17
İKİ / TANRISALLIĞIN KIYISINDA	29
ÜÇ / ATOMLAR VE PARÇACIKLAR	47
DÖRT / HIZLANDIRICI ÖYKÜSÜ	61
BEŞ / İNŞA EDİLMİŞ EN BÜYÜK MAKİNE	79
ALTI / TOKUŞTURMAYLA GELEN BİLGİ	95
YEDİ / DALGALARDAKİ PARÇACIKLAR	115
SEKİZ / KIRIK BİR AYNADAN	133
DOKUZ / EVİ YIKMAK	159
ON / BİLGİYİ YAYMAK	185
ON BİR / NOBEL RÜYALARI	203
ON İKİ / BU UFKUN ÖTESİNDE	233
ON ÜÇ / SAVUNMAYA DEĞER KILMAK	257
SONSÖZ	271
EK BİR / KÜTLE VE SPİN	281
EK İKİ / STANDART MODEL PARÇACIKLARI	291
EK ÜÇ / PARÇACIKLAR VE ETKİLEŞİMLERİ	297
TEŞEKKÜRLER	311
DİZİN	327

Beni kütüphaneye götüren
Anneme

İnsanlar yeni bir gerçeğin etkisini küçümser.

-JOE INCANDELA, BÜYÜK HADRON
ÇARPIŞTIRICISINDAKİ CMS¹
İŞBİRLİĞİNİN SÖZCÜSÜ

1 CMS: Tıkız Müon Solenoidi (Compact Müon Solenoid) –ç.n.

GİRİŞ

JoAnne Hewett yüzünde geniş bir gülümsemeyle bir video kamera karşısında hevesle konuşurken, sersemlemiş gibiydi. San Francisco'daki İsviçre konsoloslukundaki partinin katılımcılarından heyecanlı bir uğultu yükseliyordu. Bu eşsiz bir vesileydi, Cenevre dışındaki Büyük Hadron Çarpıştırıcısının (LHC, Large Hadron Collider), yani Fransa-İsviçre sınırında kurulmuş olan ve evrenin sırlarını çözme yolundaki görevine başlamakta olan muazzam parçacık hızlandırıcısının yeraltı tünellerinde ilk protonların dönmeye başlaması kutlanıyordu. Şampanya su gibi akıyordu, beklendiği gibi. Hewett'in sesi vurgulu biçimde yükseldi: "Bugünü Yirmi. Beş. Yıldır. Bekliyordum."

Büyük bir andı. 2008'in o noktasında, fizikçiler ileri doğru o büyük adımın atılması için elzem olduğunda ısrarcı oldukları şeyi nihayet elde etmişlerdi: protonları çok yüksek enerjilerde çarpıştıracak dev bir hızlandırıcı. Bir ara Birleşik Devletlerin böyle bir makine inşa edeceğini düşünmüşlerdi ama işler beledikleri gibi gelişmedi. 1983'te, ABD Kongresi, Texas'ta Süperiletken Süper Çarpıştırıcısının (SSC, Superconducting Super Collider) inşasını ilk onayladığında Hewett lisansüstü eğitimine yeni başlıyordu. SSC'nin 2000 yılı öncesinde devreye girmesi planlanıyordu ve o zamana kadar inşa edilen çarpıştırıcıların en büyüğü olacaktı. O da kuşağının parlak ve ihtiraslı birçok başka fizikçisi gibi, oradaki buluşların araştırma kariyerinin temelini oluşturacağına inanıyordu.

Ama SSC iptal oldu ve gelecek on yıllarda alanlarının gidişatını şekillendirmesi için buna güvenen fizikçilerin altından halıyı çekti. Siyaset, bürokrasi ve iç çekişmeler yolu tıkadı. Şimdi, birçok açıdan SSC'nin tasarlanan halinin bir benzeri olan LHC nihayet ilk kez olarak ateşlenecekti ve Hewett ile meslektaşları

onun için fazlasıyla hazırdılar. “Geçen yirmi beş yılda yaptığım, herkesin aklına gelen tüm çılgınca kuramları alıp SSC ya da LHC’de yeni parçacıkları nasıl belirleyeceğimizi hesaplamakla geçti,” diyordu.

Hewett’in sersemlemişliğinin başka, daha kişisel bir nedeni daha vardı. Videoda kızıl saçları çok kısaydı, neredeyse asker tıraşı gibi. Bu bir moda tercihi değildi. O yılın başlarında saldırgan bir meme kanseri teşhisi konmuştu, beşte bir olasılıkla öldürücü bir kanser. Aşırı sert bir tedavi programını seçti, sert bir kemoterapi ve bitmez tükenmez gibi duran ameliyatlar söz konusuydu. Alameti farikası olan ve genellikle beline kadar uzanan kızıl saçları kısa sürede kayboldu. Zaman zaman, bir kahkaha eşliğinde itiraf ettiği gibi, LHC’de hangi yeni parçacıkların bulunacağını düşünerek moralini yüksek tuttu.

JoAnne ve ben birbirimizi yıllardır tanırız hem dost hem de meslektaş olarak. Benim uzmanlığım esas olarak kozmolojidir. Evrenin bir bütün olarak incelenmesi, bu son yıllarda elde edilen yeni veriler ve şaşırtıcı keşiflerle altın çağını yaşıyor. Entelektüel bir disiplin olarak kozmolojiden ayrılamayacak olan parçacık fiziği gene de kuramsal dağarcığımızı besleyip bizi yeni fikirlere doğru ilerletecek yeni deneysel sonuçların açlığını çekiyordu. Baskı uzun süredir birikmekteydi. Partiye katılanlardan bir diğer fizikçi, Washington Üniversitesinden Gordon Watts’a LHC için olan uzun bekleyişin stresli olup olmadığı soruldu. “Ah, evet, kesinlikle. Şurada bir tutam ağarmış saçım var. Karım bunun nedeninin çocuk olduğunu iddia ediyor ama aslında LHC yüzünden.”

Parçacık fiziği yeni bir çağın eşliğinde bulunuyor, burada kimi kuramlar çökerken, belki de başkaları doğru yere pey sürmüş olacak. Partideki her fizikçinin kendi gözde modelleri var, Higgs bozonu, süpersimetri, technicolor, ekstra boyutlar, kara madde gibi bir dizi egzotik fikir ve fantastik sonuçlar.

“LHC’nin ortaya çıkartacakları konusunda benim umudum, ‘yukarıdakilerin hiçbirisi’” der Hewett. “Samimiyetle, bunun bir sürpriz olacağını düşünüyorum çünkü bence doğa bizden daha akıllı, bizim için hazırladığı bazı sürprizler var. Hepsinin ne olduğunu anlamaya çalışırken çok eğleneceğiz ve bu muhteşem olacak!”

Bu 2008'deydi. 2012'de, LHC'nin devreye alınması için kutlanan San Fransisco partisi sona erdi ve buluş çağı resmen başladı. Hewett'in saçları gene uzadı. Tedavi dehşet vericiydi ama anlaşılan başarılı oldu. Bu arada tüm kariyeri için beklediği deney de tarih yazıyor. Yirmi beş yıl kuram oluşturduktan sonra, Hewett'in fikirleri nihayet gerçek veriler –evvelce insan gözünün görmediği parçacıklar ve etkileşimler, doğanın şimdiye kadar bizden gizlediği sürprizler– karşısında sınava tabi tutuluyor.

4 Temmuz 2012'ye sıçrayalım, Uluslararası Yüksek Enerji Fiziği Konferansının açılış gününe. Bu iki yılda bir, her sefer dünyanın başka bir kentinde düzenlenen bir toplantı ve o yıl da Avustralya'nın Melbourne kentinde düzenlendi. Aralarında Hewett'in de bulunduğu yüzlerce parçacık fizikçisi özel bir semineri dinlemek üzere ana oditoryumu doldurmuştu. LHC'nin tüm yatırımı, yılların birikimi, o beklenti karşılığını almak üzereydi.

Sunum Melbourne'a LHC'nin mekânı olan Cenevre'deki CERN laboratuvarından naklen verilecekti. Normal koşullarda konferans programının bir parçası olarak Melbourne'da sunulması gereken iki konuşma yapılacaktı. Büyükler, bu büyüklükte bir olayın LHC'nin o kadar başarılı olmasına katkıda bulunan birçok kişiyle paylaşılması gerektiğine karar vermişti. Bu duygu takdir görmüştü, CERN'deki yüzlerce fizikçi konuşmanın programlandığı Cenevre saatiyle sabahın dokuzundan saatler önce iyi bir yer kapma umuduyla uyku tulumlarıyla sıraya girmişlerdi.

CERN'in genel müdürü Rolf Heuer konuşmaları başlattı. LHC verilerini toplayıp çözümlemekte çalışan iki ana deneyin sözcüleri, Amerikalı fizikçi Joe Incandela ve İtalyan fizikçi Fabiola Gianotti konuşacaklardı. Her iki deney de üç biner işbirlikçi içeriyordu ve bunların çoğunluğu da bütün dünyaya dağılmış bilgisayar monitörlerine yapışmış bekliyordu. Olay yalnızca Melbourne'a değil, gerçek zamanlı olarak sonuçları duymak isteyen herkese canlı yayınlanıyordu. Modern büyük bilimin bu kutlaması için uygun bir ortamdı, büyük beklentileri ve heyecan verici sonuçları olan uluslararası bir yüksek teknoloji çabasıydı söz konusu olan.

Asabi enerji kırıntıları hem Gianotti'nin hem de Incandela'nın konuşmalarında bariz biçimde ortadaydı ama sunumlar açıldı.

Her biri deneylerin olası kılınmasında yardımcı olan mühendis ve bilim insanlarına yürekten teşekkür ettiler. Sonra titizlikle, sunmak üzere oldukları sonuçlara neden inanmamız gerektiğini açıkladılar, makinelerinin nasıl çalıştığını anladıklarını ve verilerin çözümlemesinin kesin ve güvenilir olduğunu gösterdiler. Ancak sahne titizlikle hazırlandıktan sonradır ki, bize ne bulduklarını gösterdiler.

Ve işte oradaydı. Eğitimsiz gözler için pek bir şey ifade etmeyen ama tutarlı özellikte bir avuç grafik: belli bir enerjiye sahip, beklendiğinden daha fazla olay (tek bir çarpışmadan çıkan parçacık toplulukları). Seyirciler arasındaki tüm fizikçiler bunun ne demek olduğunu derhal anladılar: yeni bir parçacık. LHC doğanın o zamana kadar hiç görülmemiş bir parçasına göz atmıştı. Incandela ve Gianotti gerçek buluşları talihsiz istatistiksel dalgalanmalardan ayırmayı amaçlayan zahmetli istatistiksel çözümlemeleri sundular ve her iki durumda da sonuçlar tereddüde yer vermeyecek şekilde açtı: Bu gerçektir.

Alkışlar. Cenevre’de, Melbourne’da ve tüm dünyada. Veriler o kadar kesin ve açtı ki yıllardır deneylerde çalışan bilim insanları bile şaşırmıştı. LHC’nin dolambaçlı güzergâhında sonuca varmasında herkesten fazla etkili olan Galli fizikçi Lyn Evans, iki deney arasındaki incelikli uyum karşısında “şoke olduğunu” ifade etti.

O gün ben de CERN’deydim, ana oditoryumun yanındaki basın odasında, gazeteci taklidi yapıyordum. Gazetecilerin izledikleri haberleri alkışlamaları beklenmez ama toplanan muhabirler o anın baskın heyecanına kapıldılar. Bu yalnızca CERN’in ya da fiziğin başarısı değildi; bu tüm insan ırkı için bir başarıydı.

Bulunanın ne olduğunu bildiğimizi düşünüyoruz: İskoç fizikçi Peter Higgs’e atfen “Higgs Bozonu” adı verilen bir temel parçacık. Higgs de seminerler için salondaydı, seksen üç yaşında ve açıkça heyecanlıydı: “Hayattayken bunu göreceğimi hiç düşünmedim.” 1964’te aynı fikri benzer şekilde öneren birçok önemli fizikçi de oradaydı; kuramların nasıl adlandırılacağıнын usulleri her zaman adil olmamıştır ama bu herkesin kutlamalara katılabileceği bir andı.

Peki, nedir bu Higgs bozonu? Doğanın, çeşitleri çok da fazla olmayan temel parçacıklarından biridir ve üstelik çok özel bir tür

parçacıktır. Modern parçacık fiziğinde üç tür parçacık bilinir. Madde parçacıkları vardır, elektronlar ve kuarklar gibi. Bunlar gördüğümüz her şeyi oluşturan atomları yapılandırır. Kuvvet parçacıkları vardır, bunlar madde parçacıklarını bir arada tutan kütleçekimi, elektromanyetizmayı ve çekirdek kuvvetlerini işlerler. Bir de kendine özgü kategorisi içinde Higgs vardır.

Higgs ne olduğuyla değil ne yaptığıyla önem kazanır. Higgs parçacığı uzayı kaplayan, adına “Higgs alanı” denen bir alandan doğar. Bilinen evrendeki her şey, uzayda ilerlerken, Higgs alanı içinde hareket eder; hep oradadır, ardalanda görünmez bir şekilde dolandır ve önem taşır: Higgs olmadan, elektronlarla kuarklar, tıpkı ışık parçacığı olan foton gibi kütsüz olurdu. Onlar da ışık hızında hareket eder ve bırakın bildiğimiz anlamıyla yaşamı, atomlarla moleküllerin oluşması bile mümkün olmazdı. Higgs alanı sıradan maddenin dinamikleri açısından etken bir oyuncu değildir ama ardalandaki mevcudiyeti yaşamsaldır. Bu olmasa, dünya tamamen farklı bir yer olurdu. Ne var ki artık onu bulduk.

Bir uyarıda bulunmakta yarar var. Elimizde olan çok Higgs-benzeri bir parçacığın kanıtı. Doğru kütleyle sahip, kabaca beklenen şekilde üreyip bozunuyor. Yine de bulmuş olduğumuzun kesinlikle özgün modelde öngörülen basit Higgs olduğunu güven içinde söyleyebilmek için daha çokbaştayız. Daha karmaşık bir şey ya da kapsamlı bir ilişkili parçacıklar ağıının bir parçası olabilir. Ama kesinlikle yeni bir parçacık bulduk ve bu tam da bizim Higgs’in davranacağını düşündüğümüz gibi davranıyor. Bu kitabın amaçları açısından, 4 Temmuz 2012’yi Higgs bozonunun bulunuşunun açıklandığı tarih olarak ele alacağım. Bunun daha ince bir şey olduğu ortaya çıkarsa, o zaman herkes için daha iyi olur, fizikçiler sürprizleri görmek için yaşar.

Higgs bulunuşunun parçacık fiziğinde yeni bir çağın başlangıcını temsil ettiğine dair umutlar çok güçlü. Fizikte şu anda bilip anladıklarımızdan çok daha fazlasının olduğunu biliyoruz; Higgs’i incelemek henüz görülmedik dünyalara açılan yeni pencereler sunuyor. Gianotti ve Incandela gibi deneycilerin elinde inceleyecek yeni bir örnek var; Hewett gibi kuramcılarının elinde de daha iyi modeller inşa etmek için yeni ipuçları. Evren anlayışımız ileri doğru muazzam, çoktandır beklenen bir adım attı.

Bu kitap gerçekliğin, Higgs'in de can alıcı bir parçası olduğu nihai doğasını keşfetmeye yaşamlarını adanmış olan insanların öyküsü. Kuramcılar var, ellerinde kalem kâğıt, espresso ve meslektaşlarıyla olan tartışmalar tarafından ateşlenen, zihinlerinde soyut fikirleri döndürüp duran insanlar. Mühendisler var, makineleri ve elektroniği var olan teknolojinin sınırlarının çok ötesine zorluyorlar. En önemlisi de deneyciler var, doğa hakkında yeni bir şeyler bulmak için makinelerle fikirleri bir araya getiriyorlar. Modern fiziğin ön safları milyarlarca dolara mal olan ve tamamlanması on yıllar alan, olağanüstü fedakârlıklar ve eşsiz ödüller için yüksek peyler sürülen projeler gerektiriyor. Bunlar bir araya geldiğinde, dünya değişiyor.

Hayat güzel. Bir kadeh daha şampanya alın.