

Stephen Hawking

KARA



DELİKLER
VE BEBEK
EVRENLER



Türkçesi: Nezihe BAHAR

Tarama Ve Düzenleme: AYHAN

Tarih: 05-20-2006

Email : matrixx2030@hotmail.com

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	7
1 Çocukluk	9
2 Oxford ve Cambridge	21
3 Als Deneyimim	27
4 Bilime Karşı Halkın Tavrı	35
5 "Kısa Tarihi"nin Kısa Tarihi	39
6 İnançlarım	47
7 Kuramsal Fizikte Son Yakın mı?	53
8 Einstein'ın Rüyası	73
9 Evrenin Kökeni	87
10 Kara Deliklerin Kuantum Mekaniği	101
11 Kara Delikler ve Bebek Evrenler	113
12 Her şey Belirlenmiş midir?	125
13 Evrenin Geleceği	137
14 İssız Ada Diskleri - Bir Söyleşi	151

ÖNSÖZ

Bu kitapta 1976 ile 1992 yılları arasında yazdığım bazı yazılar yer almaktadır. Bunlar arasında otobiyografik yazılardan bilim ve evren hakkındaki heyecanımı açıklama girişimi niteliğindeki yazılara kadar değişik yazılar var. Kitap katıldığım Desert Island Disks programının metni ile sona ermektedir. Bu İngiltere'ye özgü bir programdır. Konuğa ıssız bir adada yalnız kalmış olduğunu düşünmesi ve kurtarılan dek dinleyerek zaman geçirebileceği sekiz plağı seçmesi söyleniyor. Neyse ki ben uygarlığa geri dönene kadar fazla beklemek zorunda kalmadım.

Yazılar on altı yıllık bir dönem içinde yazılmış oldukları için yıllar içinde artmış olduğunu umduğum bilgimin o zamanki durumunu yansıtıyorlar. Bu nedenle her yazının tarihini ve hangi nedenle yazılmış olduğunu belirttim. Her biri kendi başına bir bütün olduğundan kaçınılmaz olarak belli miktarda tekrar var. Tekrarları azaltmaya çalıştım, fakat bazıları kaldı.

Bu kitaptaki bazı yazılar konuşmalar için hazırlanmışlardı. Sesim o kadar kötüleşmişti ki, konuşmaları ve seminerleri genellikle beni anlayabilen veya yazdığım metni okuyan bir araştırma öğrencim yardımıyla gerçekleştiriyordum. Ancak 1985 yılında konuşma gücümü tümden yok eden bir ameliyat geçirdim. Bir süre için hiçbir iletişim aracım olmadı. Sonunda bana bir bilgisayar sistemi ve çok iyi bir konuşma sentezcisi sağlandı. Şaşırtıcı bir şekilde büyük dinleyici gruplarına seslenen başarılı bir konuşmacı olabileceğimi gördüm. Bilimde açıklamalarda bulunmak ve soruları yanıtlamaktan zevk alıyorum. Bunu nasıl daha iyi yapabileceğim konusunda öğreneceğim çok şey olduğuna eminim, fakat ilerlediğimi umuyorum. Bu sayfaları okuyarak siz de ilerlemiş olup olmadığımı konusunda değerlendirmede bulunabilirsiniz.

Ben evrenin bilinmez ve anlaşılmaz bir şey, insanın sezgileri olabileceği fakat hiçbir zaman tam olarak analiz edemeyeceği veya kavrayamayacağı bir şey. olduğu görüşüne katılmıyorum. Bu görüşün hemen hemen dört yüz yıl önce Galile tarafından başlatılan ve New-

ton tarafından devam ettirilen bilimsel devrime karşı haksızlık ettiğini düşünüyorum. Onlar evrenin en azından bazı alanlarının, gelişigüzel şekilde davranmadıklarını kesin matematiksel yasalar tarafından yönetildiklerini gösterdiler. O zamandan beri geçen yıllar içinde Galile ve Newton'un çalışmalarını evrenin hemen hemen her alanına uzatmış bulunuyoruz. Şimdi normal yaşamda karşılaştığımız her şeyi yöneten matematiksel yasalara sahibiz. Şimdi parçacıkları çarpıştırdıkları zaman ne olacağını bilmediğimiz kadar yüksek enerjilerde hızlandırmak üzere dev makinalar inşa etmek için milyarlarca dolar harcamamız başarımızın bir ölçüsüdür. Bu çok yüksek parçacık enerjileri yeryüzünde normal durumlarda oluşmaz, bu yüzden onları incelemek için büyük paralar harcamak akademik veya gereksiz görünebilir. Fakat bu yüksek parçacık enerjilerinin evrenin başlangıç aşamalarında var olmuş oldukları anlaşılmaktadır, bu yüzden kendimizin ve evrenin nasıl başladığını anlamak için bu enerjilerde ne olduğunu araştırmalıyız.

Hâlâ Evren hakkında bilmediğimiz veya anlamadığımız çok şey var. Özellikle son yüzyılda gerçekleştirmiş olduğumuz büyük ilerlemeler tam bir anlayışın gücümüzün ötesinde olmadığına inanma konusunda bizi cesaretlendirmelidir. Sonsuza kadar karanlıkta el yordamıyla yürümek zorunda olmayabiliriz. Evrenin tam bir teorisini ortaya koyabiliriz. O durumda aslında Evrenin Efendileri oluruz.

Bu kitaptaki bilimsel yazılar evrenin şimdi kısmen kavrayabileceğimiz ve fazla uzak olmayan bir gelecekte tam olarak anlayabileceğimiz bir düzenle yönetildiği inancıyla yazılmışlardır. Bu umudun yalnızca bir serap olması, en temel tçori niteliğinde bir teori olmaması, varsa da bizim onu bulamamamız söz konusu olabilir. Fakat insan zihninden umutsuz olmaktansa tam bir anlayış için uğraşmanın daha iyi olduğu kesindir.

ÇOCUKLUK (*)

Ben Galile'nin ölümünden tam olarak 300 yıl sonra, 8 Ocak 1942'de doğdum. Ancak tahminimce o gün iki yüz bin başka bebek de doğdu. Onlardan herhangi birinin daha sonraları astronomiyle ilgilenip ilgilenmediğini bilmiyorum. Ailem Londra'da oturuyordu ama ben Oxford'da doğdum. Bunun nedeni Oxford'un İkinci Dünya Savaşı sırasında doğmak için güvenli bir yer olmasıdır. Almanlar, İngiltere'nin Heidelberg ve Goettingen'i bombalamaması karşılığında Oxford ve Cambridge'i bombalamama konusunda bir anlaşma yapmışlardı. Ne yazık ki bu tür uygarca düzenlemeler daha fazla şehri kapsayacak şekilde genişletilememiştir.

(*) Bu yazı ve bundan sonra gelen yazı Eylül 1987'de Uluslararası Motor Nöron Hastalığı Derneği'nde yaptığım bir konuşmaya dayanmaktadır ve Ağustos 1991'de yazılmış yazılarla birleştirilmiştir

Babam Yorkshire'lidir. Onun babası, benim büyük babam varlıklı bir çiftçiydi. Çok fazla çiftlik satın almış ve bu yüzyılın başındaki tarımsal deprasyon sırasında iflas etmişti. Bu durum babamın ailesini çok kötü duruma sokmuşsa da onu tıp eğitimi aldığı Oxford'a göndermeyi başarmışlardı. Babam daha sonra tropik tıpta araştırma çalışmasına başladı. 1935 yılında Doğu Afrika'ya gitti. Savaş başladığında gönüllü olarak askeri hizmete katılmak için İngiltere'ye gidecek bir gemi bulmak üzere Afrika'da bir kara yolculuğu yaptı. Ancak ona tıbbi araştırmada daha değerli olduğu söylendi.

Annem Glasgow'da ,bir aile doktorunun yedi çocuğundan ikincisi olarak doğmuştu. On iki yaşına geldiğinde aile güneye Devon'a taşındı. Babamın ailesi gibi durumları kötüydü. Ancak onlar da annemi Oxford'a göndermeyi başarmışlardı. Oxford'dan sonra annem sevmediği Vergi Denetmenliği de dahil olmak üzere çeşitli işlerde çalıştı. Bir sekreter olmak üzere bu işten çıktı. Bu onun savaşın ilk yıllarında babamla tanışmasını sağladı.

Biz kuzey Londra'da Highgate'de oturuyorduk. Büyük kız kardeşim Mary benden on sekiz ay sonra doğmuştu. Bana onun doğumunu iyi karşılamadığım söylendi. Bütün çocukluğumuz boyunca aramızda az yaş farkıyla beslenen belli bir gerilim vardı. Ancak yetişkinlik dönemimizde farklı yollarda ilerlerken bu gerilim ortadan kayboldu. O babamın hoşuna giden bir şekilde doktor oldu. Küçük kız kardeşim Philippa ben yaklaşık beş yaşındayken doğdu ve neler olup bittiğini anlayabiliyordum. Üçümüz oyun oynayabilmemiz için onun gelişini ipe çektiğimi anımsıyorum. O çok hareketli ve kavrayışlı bir çocuktü, düşünüş tarzı ve fikirlerine her zaman saygı duyardım. Küçük erkek kardeşim Edward çok daha sonraları ben on dört yaşındayken doğdu bu yüzden pek çocukluk dönemime girmede. Akademik ve entellektüel olmayışıyla diğer üç çocuktan çok farklıydı. Bu büyük

olasılıkla bizim için iyi bir durumdu. Oldukça zor bir çocuktı, fakat onu sevmekten kendinizi alamazdınız.

Anımsadığım en eski şey Highgate'de Byron House Çocuk Yuvası'nda duruşum ve çılgınca ağlayışımıdır. Her tarafımda çocuklar sevimli oyuncaklarla oynuyorlardı. Onlara katılmak istiyordum fakat yalnızca iki buçuk yaşındaydım ve bu tanımadığım insanların yanında ilk bırakılışımdı. Ailemin benim tepkime oldukça şaşırmış olduğunu sanıyorum, çünkü ben onların ilk çocuklarıydım ve onlar çocukların iki yaşında sosyal ilişki kurmaya başlamaları gerektiğini söyleyen çocuk geliştirme kitapları okuyorlardı. O korkunç sabahın sonra beni aldılar ve bir buçuk yıl sonrasına kadar Byron House'a geri götürmediler.

O zamanlar, savaş sırasında ve savaştan hemen sonra, Highgate bazı bilimsel ve akademik kişilerin oturduğu bir yerdi. Bir başka ülkede onlara entellektüeller denirdi, fakat İngilizler hiç bir zaman entellektüelleri olduğunu kabul etmemişlerdir. Tüm bu aileler çocuklarını o zamanlar çok ilerici bir okul olan Byron House okuluna gönderiyorlardı. Ben aileme bana hiçbir şey öğretmedikleri konusunda yakındığımı anımsıyorum. Onlar o zamanlar kabul edilmiş olan konuları tekrarlatarak öğretme yöntemine inanmıyorlardı. Onun yerine size bir şey öğretildiğini farketmeden okumayı öğrenmeniz gerekiyordu. Sonunda okumayı öğrendim, ama bu oldukça geç sekiz yaşında gerçekleşti. Kızkardeşim Philippa'ya daha geleneksel yöntemlerle okuma öğretildi ve dört yaşına geldiğinde okumayı öğrenmişti. O zamanlar o, kesinlikle benden daha parlak bir çocuktı.

Ailemin savaş sırasında herkesin Londra'nın bombalanıp dümdüz edileceğini düşündüğü bir zamanda çok ucuza satın almış olduğu uzun, dar bir Viktorya tipi evde oturuyorduk. Esasen bir kaç ev uzağa bir V2 roketi düştü. O sırada ben, annem ve kız-kardeşimle birlikte dışarıydım, fakat babam evdeydi. Neyse ki ona bir şey olmadı ve evde fazla hasar yoktu. Fakat yıllarca, yolun aşağısında, karşı sırada üç ev ötede oturan arkadaşım Howard ile üzerinde oyun oynadığımız büyük bir bomba alanı vardı. Howard benim için bir keşifti, çünkü onun ailesi bildiğim tüm diğer ço-

cukların aileleri gibi entellektüel değildi. O Byron House'a değil konsey okuluna gitti ve benim ailemin devam edilmesini hayal etmiş olamayacağı futbol ve boks gibi sporları biliyordu.

Bir başka eski anı ilk tren setimi alışımı. Savaş sırasında en azından yurt içi pazar için oyuncaklar imal edilmiyordu. Fakat ben maket trenlere karşı tutkulu bir ilgi duyuyordum. Babam bana tahtadan bir tren yapmayı denedi ama ben çalışan bir şey istediğim için o beni tatmin etmedi. Böylece babam elden düşme mekanik bir tren aldı, lehimleyerek tamir etti ve yaklaşık üç yaşındayken Noel hediyesi olarak bana verdi. Bu tren iyi çalışmadı. Savaştan hemen sonra babam Amerika'ya gitti. Queen Mary ile geri geldiğinde o zamanlar İngiltere'de bulunmayan bazı naylon eşyalar getirdi. Kızkardeşim Mary'ye yatırıldığı zaman gözlerini kapatan bir bebek ve bana lokomotif mahmuzu ve sekiz şeklinde rayları olan bir Amerikan treni almıştı. Kutuyu açtığım zamanki heyecanımı hala anımsıyorum.

Mekanik trenlerin hepsi çok iyiydi, fakat benim gerçekte istediğim şey elektrikli trendi. Highgate yakınında Crouch End'de bir vagon maketini izleyerek saatler geçiriyordum. Elektrikli tren rüyası görüyordum. Sonunda annem ve babamın her ikisinin de uzakta bir yerde olduğu bir gün bankadan insanların bana vaftiz edilişim gibi çok özel olaylarda vermiş oldukları çok mütevazı miktardaki paranın tamamını çekme fırsatı buldum. Parayı bir elektrikli tren seti almak için kullandım; ama

şansına iyi çalışmayan bir tren çıkmıştı ve ben çok bozulmuştum. Şimdi biz tüketici haklarını biliyoruz. Tren setini geri götürüp dükkanın veya imalatçının onu değiştirmesini istemem gerekiyordu; fakat o günlerde bir şey satın almak bir imtiyazlı ve eğer arızalı çıkarsa o yalnızca sizin kötü şansınız oluyordu. Böylece makinanın elektrik motorunun tamiri için para harcadım; ama hiç bir zaman istediğin gibi çalışmadı.

Daha sonraları ilk gençlik dönemimde maket uçaklar ve gemiler yaptım. Ellerimi gereken beceriyle kullanamıyordum. Maket

yapımında benden çok daha iyi olan ve evlerinde babasının bir atölyesi bulunan okul arkadaşım John McClenahan ile birlikte uğraşıyorduk. Benim amacım her zaman kontrol edebileceğim çalışan maketler yapmaktı, neye benzediklerine aldırış etmiyordum. Kanımca beni bir başka okul arkadaşım Roger Ferneyhough ile bir dizi çok karmaşık oyun icat etmeye yönelten de aynı itkiydi. İçinde farklı renklerde ünitelerin yapıldığı fabrikaları, bu ünitelerin üzerlerinde taşındıkları kara yolları, demiryolları ve bir borsası olan imalat oyunu vardı. 4000 kareli bir tahtada oynanan bir savaş oyunu ve hatta içinde her oyuncunun bir aile ağacı olan tüm bir hanedanı temsil ettiği bir feodalite oyunu da vardı. Kanımca trenler, gemiler ve uçakların yanısıra bu oyunlar herşeyin nasıl çalıştığını anlama ve kontrol etmeyi bilme konusundaki bir dürtüden geliyordu. Doktorama başlayalı bu gereksinimim kozmolojideki araştırmam tarafından karşılanmıştır. Eğer Evren'in nasıl çalıştığını anlarsanız, onu bir şekilde kontrol edersiniz.

195.0 yılında babamın iş yeri, Highgate yakınındaki Hampstead'den Londra'nın kuzey kenarında Mili Hill'de yeni inşa edilen National Institute for Medical Research'e, taşındı. Highgate'den dışarı yolculuk yapmak yerine Londra dışına çıkmak ve şehre yolculuk yapmak daha akla uygun geldi. Bu nedenle ailem Mili Hill'in on mil, Londra'nın yirmi mil kadar kuzeyinde St. Albans katedral şehrinde bir ev satın aldı. Bu ev belli bir güzellik ve özellik taşıyan büyük, Viktorya tipi bir evdi. Bu evi satın aldığı anda ailemin durumu pek iyi değildi ve taşınmadan önce üzerinde oluca fazla iş yapmak zorunda kaldı. Daha sonra bir Yorkshire'lı olarak babam herhangi bir tamir işine para ödemeyi reddederek onarım ve boya işini elinden geldiğince kendi yapmaya çalıştı. Ama bu büyük bir evdi ve babam bu tür işlerde fazla becerili değildi. Ancak ev sağlam yapılıydı, bu eksikliğe dayandı. 1985 yılında babam ağır hastayken (1986 yılında öldü) ailem bu evi sattı. Satılmadan önce onu gördüm, pek onarılmış gibi durmuyor, hala eskisine çok benzer görünüyor.

Bu ev hizmetçileri olan bir aileye göre tasarlanmıştı ve kilerde hangi odadan zil çalındığını gösteren bir gösterge tahtası vardı. Kuşkusuz hizmetçilerimiz yoktu, fakat benim ilk yatak odam L şeklinde büyük olasılıkla daha önce hizmetçinin kaldığı bir odaydı. Ben onu benden biraz büyük olan ve kendisine büyük hayranlık duyduğum kuzenim Sarah'ın önerisi üzerine istedim. Sarah orada çok eğlenebileceğimizi söyledi. Odanın ilgi çekici yönlerinden biri pencereden bisiklet barakasının çatısına geçilebilmesi, oradan yere inilebilmesiydi.

Sarah annemin bir doktor olarak yetişen ve bir psikanalist ile evlenen en büyük kız kardeşinin kızıydı. Onlar beş mil daha kuzeyde bir köy olan Harpenden'de oldukça benzer bir evde oturuyorlardı. St. Albans'a taşınmamızın nedenlerinden biri onlardı. Sarah'a yakın olmak benim için büyük bir şans ve sık sık otobüsle Harpenden'e gidiyordum. İngiltere'de Londra'dan sonra en önemli Romen yerleşim yeri olan St. Albans, eski Roma Verulamium şehrinin kalıntılarının yanındaydı. Orta çağlarda Britanya'nın en zengin manastırı buradaydı. Bu şehir Britanya'da Hristiyan inancı nedeniyle idam edilen ilk kişi olduğu söylenen bir Roma yüzbaşı Saint Alban'ın türbesi etrafında inşa edilmişti. Manastırdan tüm kalan çok büyük ve oldukça çirkin bir manastır kilisesi ve daha sonraları benim

gittiğim St. Albans School'un bir parçası haline gelmiş olan eski manastır giriş binasıydı.

Highgate ve Harpenden ile kıyaslanırsa, St. Albans biraz kaba ve tutucu bir yerdi. Annem ve babamın burada pek arkadaşı yoktu. Onlar, özellikle babam, içe kapalı kişiler olduklarından bu kısmen onların kendi hatalarıydı. Fakat bu şehir aynı zamanda farklı bir nüfusu yansıtıyordu. Kuşkusuz St. Albans'daki okul arkadaşlarımla ailelerinden hiç biri entelektüel olarak tanımlanamazdı.

Highgate'de ailemiz oldukça normal karşılanmıştı, fakat kanımca St. Albans'da ekzantrik olarak değerlendirildiğimiz kesindi. Bu durum para tasarrufu sağlaması koşuluyla görünüm konusunda

hiç bir şeye aldırış etmeyen babamın davranışıyla artmıştı. O gençken ailesi çok yoksulmuş ve bu onda kalıcı bir etki bırakmış. Daha sonraki yıllarda maddi durumu uygunken bile, kendi konforu için para harcamaya dayanamazdı. Çok üşüdüğü halde kalorifer tesisatı koymayı reddetti. Onun yerine normal elbiselerinin üzerine çeşitli süeterler ve bir röbdöşambır giyerdi. Ama başka insanlara karşı çok cömertti.

1950'lerde yeni bir araba almaya maddi gücümüzün yetmeyeceğini düşündü ve savaş öncesinden kalma bir Londra taksisi satın aldı. O ve ben garaj olarak bir baraka yaptık. Komşular öfkelenmişlerdi, fakat bizi durduramadılar. Çocukların çoğu gibi genele uygun olma gereksinimi duyuyordum ve ailem beni utandırıyor. Fakat bu hiç bir zaman onların canını sıkmadı.

St. Albans'a ilk geldiğimizde adına rağmen on yaşına kadar erkek çocukların da alındığı Kız Lisesine gittim. Fakat bir dönem orada kaldıktan sonra babam hemen hemen her yıl yaptığı Afrika gezilerinden birine çıktı ve bu dört ay kadar oldukça uzun bir süreyi aldı. Annem tüm o süre içinde terk edilmiş olmak istemedi ve iki kız kardeşimi ve beni şair Robert Graves ile evlenmiş olan okul arkadaşı Beryl'i ziyarete götürdü. Onlar İspanyol adası Mayorka'da Deya adlı bir köyde yaşıyorlardı. Bu savaştan beş yıl sonraydı ve Hitler ve Mussolini'nin müttetiği İspanya diktatörü, Francisco Franco hala iktidardaydı (Esasen o yirmi yıl daha iktidarda kaldı). Yine de savaştan önce Genç Komünistler Birliği'nin bir üyesi olan annem üç küçük çocukla gemi ve tren yoluyla Mayorka'ya gitti. Deya'da bir ev kiraladık ve çok güzel vakit geçirdik. Robert'ın oğlu William ile birlikte aynı öğretmenlerden ders alıyorduk. Bu öğretmen Robert'ın himayesi altında biriydi ve bize öğretmenlik yapmaktan çok Edinburgh festivali için bir oyun -yazmaya ilgi duyuyordu. Bu nedenle bize hergün İncil'den bir bölüm okuma ve onun üzerine bir parça yazma görevi verdi. Burada amaç bize İngiliz dilinin güzelliğini öğretmektir. Ben ayrılmadan önce tüm "Genesis" bölümünü ve "Exodus" bölümünün bir kısmını bitirdik. Bundan öğ-

rendiğim başlıca şeylerden biri cümleye "Ve" ile başlamamaktı. İncil'deki cümlelerin çoğunun "Ve" ile başladığına işaret ettim, ama bana kral James'in zamanından beri İngilizce'nin değişmiş olduğu söylendi. O durumda neden bize İncil okutturulduğunu sordum. Bu boşunaydı. Robert Graves o zamanlar İncil'deki sembolizm ve mistisizme çok düşkündü.

Mayorka'dan döndüğümüzde bir yıl için bir başka okula gönderildim ve ardından "eleven-plus" sınavı denen sınava girdim. Bu o zamanlar devlet okulunda eğitim isteyen tüm çocukların girdiği devlet yönetiminde bir zeka testi idi. Esas olarak bazı orta sınıf çocukları başarısız kaldığı ve akademik olmayan okullara gönderildikleri için şimdi bu sınav kaldırılmıştır. Fakat ben testler ve sınavlarda kurs çalışmasından daha başarılı olma eğilimindeydim, böylece eleven-plus sınavını geçtim ve St. Albans School'da ücretsiz öğrenim hakkı elde ettim.

On üç yaşındayken babam başlıca "halka ait" -yani özel- okullardan biri olan Westminster School'a girmeyi denememi istedi. O zamanlar güven ve insana daha sonraki yaşamında yardımcı olacak arkadaş çevresi kazanmak için, uygun özel okula gitmenin çok önemli olduğu düşünülürdü. Babam bunların eksikliğini hissediyordu ve ailesinin yoksulluğu onu geride tutmuş ve daha az yetenekli fakat daha fazla sosyal üstünlüğü olan kişiler tarafından geçilmesine yol açmıştı. Ailemin durumu iyi olmadığı için bir burs kazanmak zorunda kalacaktım. Fakat sınav günü hastaydım ve sınava giremedim. St. Albans School'da kaldım ve Westminster'de olacağından daha iyi değilse de onun kadar iyi bir eğitim aldım. Hiç bir zaman sosyal konumumdan ötürü bir engelle karşılaşmadım.

O zamanlar İngiliz eğitimi son derece hiyerarşik idi. Okullar akademik olanlar ve olmayanlar diye ayrılmakla kalmıyordu, akademik okullar da yeniden A, B ve C bölümlerine bölünmüşlerdi. Bu durum A bölümünde olanlar için iyiydi, ama B bölümünde olanlar için o kadar iyi değildi, cesaretleri kırılan C bölümünde

olanlar için ise daha kötüydü. Eleven-plus sınavı sonuçları temelinde A bölümüne yerleştirildim. Fakat ilk yıldan sonra sınıfta yirminciden sonrası B bölümüne indiriliyordu. Bu kendilerine güvenleri açısından bazılarının hiç bir zaman altından kalkamadığı muazzam bir darbeydi. Saint Albans'daki ilk iki dönem yirmi dördüncü ve yirmi üçüncü oldum fakat üçüncü dönem on sekizinci oldum ve böylece ucu ucuna kurtuldum.

Hiç bir zaman sınıf ortalamasının üstüne çıkmadım. (Sınıfım çok parlak bir sınıftı). Sınıf çalışmam çok düzensizdi ve el yazım öğretmenlerimi hayal kaklığına uğratiyordu. Fakat sınıf arkadaşlarım bana "Einstein" lakabını takmışlardı, belki de onlar olumlu birşeylerin işaretini görmüşlerdi. On iki yaşındayken arkadaşlarımdan birisi bir başkasıyla benim asla bir baltaya sap olamayacağım konusunda bir paket tatlısına iddiasına girdi. Bu iddianın sonuçlanıp sonuçlanmadığını, sonuçlandıysa nasıl sonuçlandığını bilmiyorum.

Altı yedi yakın arkadaşım vardı, bunların çoğu ile hala bağlantıdayım. Radyo kontrolünden dine, parapsikolojiden fiziğe kadar hemen hemen herşeyi kapsayan uzun tartışmalarımız oluyordu. Konuştuğumuz şeylerden biri Evren'in kökeni, kurulması ve işlemesi için bir Tanrı'ya gerek olup olmadığı idi. Uzak galaksilerden gelen ışığın spektrumun kırmızı ucuna doğru kaymış olduğunu ve bunun Evren'in genişlemekte olduğunu gösterdiğinin kabul edildiğini duymuştum. (Mavi uca doğru bir kayma büzülmekte olduğu anlamına gelecekti.) Fakat kırmızıya kaymanın bir başka nedeni olması gerektiğine emindim. Belki ışık bize gelirken yoruluyor ve kırmızılaşıyordu. Esas olarak değişmeyen ve sonsuza kadar süren bir evren bana çok daha fazla doğal görünüyordu. Ancak iki yıllık doktora araştırmasından sonra yanıldığımı kavradım. Evren genişlemektedir.

Okulun son iki yılına geldiğimde Matematik ve Fizikte uzmanlaşmak istedim. Bize esin veren Mr. Tahta adlı bir Matematik öğretmeni vardı ve okulda matematikçilerin kendi sınıfları olarak

ayırdıkları yeni bir Matematik odası yapılmıştı. Fakat babam buna çok karşıydı. O matematikçilerin öğretmenlikten başka iş bulamayacağını düşünüyordu. Aslında benim tıp eğitimi almamı istiyordu, takat bende, fa/la tanımlayıcı olduğunu ve yeterince temel olmadığını düşündüğüm biyolojiye karşı hiç bir ilgi yoklu. Ayrıca biyolojinin okuldaki statüsü de oldukça düşüktü. En parlak çocuklar matematik ve İldikleydiler, daha az parlak olanlar biyolojideydiler. Babam biyolojiye girmeyeceğimi biliyordu, fakat benim kimyaya girmemi ve yanında matematik almamı sağladı. O bunun benim bilimsel seçeneklerimi açık tutacağını düşünüyordu. Ben şimdi bir Matematik profesörüyüm, fakat on yedi yaşında St. Albans School'dan ayrıldığımdan bu yana hiç resmi Matematik eğitimi almadım. İlerledikçe bildiğim Matematiği kullanmak zorunda kaldım. Cambridge'de lisans öğrencilerine denetmenlik yapıyordum ve derste onlardan bir hafta ilerde oluyordum.

Babam tropik hastalıklar konusunda araştırmaya başlamıştı ve beni Mili Hill'deki laboratuvarına götürürdü. Bu, özellikle mikroskoplardan bakmak, hoşuma giderdi. O ayrıca beni tropik hastalıklar taşıyan sivrisineklerin bulunduğu böcek yuvasına da götürürdü. Bu beni endişelendirirdi. çünkü her zaman ortada serbestçe dolaşan birkaç sivrisinek görünürdü. O çok çalışkandı ve kendisini araştırmasına vermişti. O kadar iyi olmayan fakat uygun geçmiş ve bağlantıları olan başkalarının onu geçtiğini düşündüğü için biraz öfkeliydi. Bent bu tür insanlara karşı uyarırdı. Fakat kanımca fizik tipten bira2 farklıdır. Hangi okula gitmiş olduğunuz veya kiminle ilişkiniz olduğu önem taşıyor. Ne yaptığınız önem taşıyor.

Her şeyin nasıl çalıştığı konusuna her zaman ilgi duyuyor ve nasıl çalıştıklarını anlamak amacıyla eşyaları parçalara ayırıyordum fakat onları tekrar biraraya getirmede o kadar iyi değildim. Pratik yeteneklerim hiç bir zaman teorik sorgulamalarım ile uyuşmuyordu. Babam bilime ilgimi cesaretlendirdi ve hatta ondan bir aşama öteye gidece kadar bana Matematik'te yol gösterdi. Bu

geçmiş ve babamın işiyle bilimsel araştırmaya girecek olmam bana doğal görünüyordu. Erken yaşlarda bir bilim türü ile diğeri arasında ayırım yapamıyordum. Fakat on üç veya on dört yaşından itibaren en temel bilim olduğu için fizikte araştırma yapmak istediğimi biliyordum. Bu, okulda en sıkıcı konu olmasına karşın, fiziğin çok kolay ve açık olması nedeniyle böyleydi. Kimya çok daha eğlenceliydi çünkü sık sık patlamalar gibi beklenmedik şeyler oluyordu. Fakat fizik ve astronomi nereden geldiğimizi ve neden burada olduğumuzu anlama ümidi sunuyorlardı. Evren'in çok daha derinlerine inmek istiyordum. Belki küçük ölçüde başarmış bulunuyorum, fakat hala bilmek istediğim çok şey var.

OXFORD VE CAMBRIDGE

Babam Oxford veya Cambridge'e gitmem konusunda çok ısrarlıydı. O kendisi Oxford University College'e gitmişti, bu yüzden benim oraya başvurmam gerektiğini, çünkü girişte daha fazla şansım olacağını düşünüyordu. O zamanlar University College'de Matematikte araştırma görevlisi yoktu. Bu da onun benim kimya çalışmamı istemesinin bir başka nedeniydi: Matematik yerine doğal bilimlerde bir burs için şansımı deneyebilirdim.

Ailem bir yıllığına Hindistan'a gitti, fakat ben A düzeyi sınavlarına ve Üniversite giriş sınavına girmek üzere geride kaldım. Okul müdürüm Oxford'a girmeye çalışmak için fazla genç olduğumu düşünüyordu ama ben Mart 1959'da okulda benden önceki yıldan iki erkek çocukla birlikte burs sınavına katılmaya gittim. Sınavın çok kötü geçtiğine inanıyordum ve uygulamalı sınav sırasında Üniversite öğretim üyelerinin diğer kişilerle konuşmaya

gelip bana uğramamalarına çok üzülmüştüm. Ancak, Oxford'dan döndükten birkaç gün sonra burs kazandığımı bildiren bir telgraf aldım.

Onyediyi yaşıyordum ve benim dönemdeki diğer çocukların çoğu askerliklerini yapmışlardı, çok daha büyüktüler. İlk yılımda ve ikinci yılımın bir kısmında kendimi oldukça yalnız hissettim. Ancak üçüncü yılımda orada gerçekten mutlu oldum. O zamanlar Oxford'da egemen tavır çalışmaya karşıydı. Çaba sarfetmeden parlak olmanız veya sınırlılıklarınızı kabul edip dördüncü sınıf bir derece almanız gerekiyordu. Daha iyi bir derece almak için fazla çalışmak gri adam olmak anlamına geliyordu, bu da Oxford sözlüğünde en kötü lâkapdı.

O zamanlar Oxford'daki fizik dersi çalışma gerektirmeyecek şekilde düzenlenmişti. Oxford'da üç yıl yalnızca final sınavlarına girdim. Bir defasında orada olduğum üç yılda yaklaşık bin saat çalışmış olduğumu hesapladım. Bu da ortalama olarak günde bir saat anlamına geliyordu. Bu çalışma eksikliğinden gurur duymuyorum, yalnızca o zamanki arkadaşlarımla çoğuyla paylaştığım tavrımı anlatıyorum. Bu tam bir can sıkıntısı tavrı ve hiç bir şeyin çaba göstermeye değmediği hissiydi. Hastalığımla bir sonucu tüm bunları değiştirmek oldu: Bir erken ölüm olasılığı ile karşı karşıya olduğunuzda yaşamın yaşanmaya değer olduğunu ve yapmak istediğiniz bir çok şey bulunduğunu kavrarınız.

Çalışma eksikliğim nedeniyle final sınavını teorik fizik problemlerini yapıp, olaylara dayanan bilgi gerektiren soruları yapmadan geçmeyi planladım. Ancak sınavdan önceki gece sinirsel gerilim nedeniyle uyuyamadım, bu yüzden sınav iyi geçmedi. Birinci ile ikinci arasında sınırdaydım ve hangisini alacağımın belirlenmesi için sınavcılar tarafından sözlüye alınmam gerekiyordu. Sözlüde bana geleceğe ilişkin planlarımı sordular. Eğer birinci derece alırsam Cambridge'e gidecektim, yalnızca ikinci derece alırsam Oxford'da kalacaktım. Bana birinci dereceyi verdiler.

Temel olan ve üzerinde araştırma yapabileceğim iki teorik fizik

alanı olduğunu düşünüyordum. Biri **kozmoloji**, çok büyüğün incelenmesi, diğeri elemanlar parçacıklar, çok küçüğün incelenmesiydi. Ancak elementer parçacıkların daha a/, çekici olduğunu düşünüyordum. Çünkü o zamanlar bilim adamları çok sayıda yeni parçacık buluyorlardı ama doğru dürüst bir teori yoktu. Tüm yapabildikleri botanikteki gibi parçacıkları aileler halinde düzenlemektir. Diğer taraftan kozmolojide iyi tanımlanmış bir kuram. Einstein'ın genel görecelik kuramı vardı.

O zamanlar Oxford'da kozmoloji üzerinde çalışan kimse yoktu. Ancak Cambridge'de o zamanın en tanınmış İngiliz astronomu Fred Hoyle vardı. Bu nedenle Hoyle ile doktora yapmak için başvurdum. Birinci dereceyi kazanmam koşuluyla Cambridge'de araştırma yapma başvurum kabul edildi. Fakat beni sıkıcı bir şey oldu; denetmenim Hoyle değil, adını duymamış olduğum Denis Sciama isimli bir adamdı. Ancak sonunda bunun en iyisi olduğu ortaya çıktı. Hoyle uzun süre yurt dışında oluyordu ve büyük olasılıkla onu pek fazla görmeyecektim. Diğer taraftan Sciama oradaydı ve sık sık onun fikirlerine katılmasam da, her zaman teşvik ediciydi.

Daha önce okulda veya Oxford'da fazla Matematik çalışmamış olduğum için başlangıçta genel görecelik kuramı çok zor geldi ve fazla ilerleyemedim. Ayrıca Oxford'daki son yılımda hareketlerimin oldukça hantallaştığını farketmişim. Cambridge'e gidişimden kısa süre sonra bana ALS, "amyotrophic lateral sclerosis", ya da İngiltere'de bilindiği şekliyle motor nöron hastalığı teşhisi kondu. Doktorlar herhangi bir tedavi ya da daha fazla kötüleşme olmayacağı konusunda bir teminat veremiyorlardı.

Başlangıçta hastalık oldukça hızlı ilerliyor göründü. Araştırma çalışmasını yapmam pek anlamlı görünmüyordu, çünkü doktoramı bitirmeye yetecek kadar uzun süre yaşamayı beklemiyordum. Ancak zaman geçtikçe hastalık yavaşlar gibi oldu. Ayrıca genel göreceliği anlamaya ve çalışmamda ilerlemeye başladım. Fakat gerçekte farkı yaratan şey ALS teşhisi konduğu günlerde tanışmış olduğum Jane Wilde adlı bir kızla nişanlanmamdı. Bu bana uğruna yaşanacak bir şey verdi.

1970'e kadar araştırmam kozmoloji, çok büyüğün incelenmesi üzerineydi. Bu dönemde en önemli çalışmam tekillikler üzerindeki çalışmamdı. Uzak galaksilerin gözlemlenmesi onların bizden uzaklaştığını gösteriyor: Evren genişlemektedir. Bu galaksilerin geçmişte birbirlerine daha yakın oldukları anlamına geliyor. O zaman şu soru gündeme gelir: Geçmişte tüm galaksilerin birbirinin üzerinde olduğu ve Evren'in yoğunluğunun sonsuz olduğu bir zaman var mıydı? Ya da galaksilerin birbirine çarpmayı önlemeyi başardığı daha önceki bir büzülme aşaması var mıydı? Belki birbirlerinin yanından uçup geçtiler ve birbirlerinden uzaklaşmaya başladılar. Bu soruya yanıt vermek yeni Matematik teknikleri gerektiriyordu. Bunlar 1965 ile 1970 yılları arasında esas olarak Roger Penrose ve benim tarafımdan geliştirildi. Penrose o zamanlar Londra Birkbeck College'de idi, şimdi Oxford'dadır. Biz bu teknikleri, eğer gene! görecelik kuramı doğruysa, geçmişte bir sonsuz yoğunluk durumunun var olması gerektiğini göstermek üzere kullandık.

Sonsuz yoğunluk durumu Büyük Patlama tekillliği olarak isimlendirilir. Bu, eğer genel görecelik kuramı doğruysa, bilimin Evren'in nasıl başlamış olduğu konusunda kestirimde bulunamayacağı anlamına gelecekti. Ama benim daha sonraki çalışmalarım, eğer çok küçüğün teorisi kuantum fiziği dikkate alınırsa evrenin nasıl başlayacağı konusunda kestirimde bulunmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

Genel görecelik aynı zamanda kütleli yıldızların nükleer yakıtlarını bitirdiklerinde kendi üzerlerine çökeceği kestiriminde bulunur. Penrose ile benim yaptığım çalışma onların sonsuz yoğunlukta bir tekillığe ulaşmalarına kadar çökmeye devam edeceklerini göstermiştir. Bu tekillik, en azından yıldız ve onun üzerindeki herhangi bir şey için, zamanın bir sonu olacaktır. Tekillğin kütle çekim alanı o kadar güçlü olur ki, ışık onun çevresindeki bölgeden kaçıp kurtulamaz, kütle çekim alanı tarafından geriye çekilir. Kendisinden kaçıp kurtulmanın mümkün

olmadığı bölgeye kara delik, onun sınırına da olay ufku denir. Olay ufkundan kara deliğin içine düşen herhangi bir şey veya herhangi bir kişi tekillikte zamanın sonuna gelecektir.

1970 yılında bir gece kızım Lucy'nin doğumundan kısa süre sonra yatarken kara delikler üzerinde düşünüyordum. Birdenbire Penrose ve benim tekillikleri kanıtlamak için geliştirmiş olduğumuz

tekniklerin bir çoğunun kara deliklere uygulanabileceğini kavradım. Özel olarak kara deliğin sınırı olay ufkunun alanı zamanla azalamazdı. Ve iki kara delik çarpıştıkları ve tek bir delik oluşturmak üzere birleştiklerinde en son deliğin ufkunun alanı başlangıçtaki kara deliklerin ufuklarının alanlarının toplamından daha büyük olacaktı. Bu çarpışmada yayılabilecek enerji miktarına önemli bir sınır getiriyordu. O kadar heyecanlanmıştım ki, o gece pek uyuyamadım.

1970'den 1974'e kadar esas olarak kara delikler üzerinde çalıştım. Fakat 1974 yılında belki de en sürpriz keşfimi yaptım: Kara delikler tamamen kara değildirler! Maddenin küçük ölçekli davranışı dikkate alındığında, paraçacıklar ve radyasyon bir kara delikten dışarıya sızabilir. Kara delik sanki bir sıcak nesneymiş gibi radyasyon yayar.

1974 yılından beri genel görecelik ve kuantum mekaniğini tutarlı bir teori halinde birleştirmeye çalışıyorum. Bunun bir sonucu benim Santa Barbara Kaliforniya Üniversitesi'nden Jim Hartle ile 1983 yılında yaptığım şu öneri oldu: Hem zaman hem de uzay boyut olarak sonludurlar, fakat bir sınıra veya kenara sahip değildirler. Onlar yeryüzünün yüzeyi gibidirler; fakat iki boyutları daha vardır. Yeryüzünün yüzeyi alan olarak sonludur, fakat bir sınırı yoktur. Tüm yolculuklarımda Dünya'nın kenarından düşmeyi başaramadım. Eğer bu öneri doğruysa, hiçbir tekillik olmaz, ve bilimin yasaları Evren'in başlangıcı da dahil olmak üzere her yerde geçerli olur. Evren'in başlayış şekli bilimin yasaları tarafından belirlenmiş olur. Evren'in **nasıl** başlamış olduğunu keşfetme tutkum başarıya ulaşmış olur. Fakat hala **neden** başlamış olduğunu bilmiyorum.

ALS DENEYİMİM(*)

Bana sık sık "ALS hastalığınız olması sizde nasıl bir duygu yaratıyor?" diye soruluyor. Bunun yanıtı, "fazla bir şey değil" dir. Mümkün olduğu kadar normal bir yaşam sürdürmeye, durumumu düşünmemeye ve durumumun yapmamı engellediği şeyler için üzülmemeye çalışıyorum.

İngiltere'deki adıyla motor nöron hastalığına yakalandığımı öğrenmek benim için büyük bir şok oldu. (Amerika'da bu hastalık Lou Gehring'in Hastalığı olarak bilinir, bilimsel adı ise amyotrophic lateral sclerosis'dir.) Çocukluğumda bedensel sağlığım

(*) Ekim 1987'de İngiliz Motor Nöron Hastalığı Derneği konferansında yapılan konuşma

hiçbir zaman dört dörtlük almadı. Top oyunlarında iyi değildim ve belki bu nedenle spor veya bedensel faaliyetlere fazla aldırış etmiyordum. Fakat Oxford'da gittiğim zaman durumun değiştiği görüldü.

Dümencilik ve kürekçilik yaptım. Bot Yarışı standardında değildim fakat kolejler arası yarışma düzeyindeydim.

Oxford'daki üçüncü yılımda gittikçe daha fazla hantallaşmaya başladığımı farkettim ve bir iki defa görünürde bir neden yokken düştüm. Ancak ertesi yıl Cambridge'e başladığımda babam durumu farketti ve beni aile doktorumuza götürdü. O da beni bir uzmana gönderdi ve yirmi birinci yaş günümde kısa süre sonra testler için hastaneye gittim. Orada iki hafta kaldım ve bu süre içinde çok çeşitli testlerden geçtim. Kolumdan bir kas örneği aldılar, elektrotlar taktılar, omurgama radyo-saydam bir sıvı enjekte ettiler ve onlar yatağı eğerken X ışınlarıyla sıvının aşağı yukarı gidişini izlediler. Tüm bunlardan sonra bana neyim olduğunu bilmediklerini, ama "multiple sclerosis" olmadığını, benim durumumun tipik olmayan bir durum olduğunu söylediler. Ancak hastalığının ağırlaşmasını beklediklerini ve bana vitaminler vermekten başka yapabilecekleri bir şey olmadığını anladım. Vitaminlerden fazla bir etki beklemediklerini görebiliyordum. Daha fazla ayrıntıyı sormak içimden gelmedi, çünkü ayrıntıların kötü olduğu açıktı.

Bir kaç yıl içinde ölümüne neden olabilecek, tedavisi olmayan bir hastalığım olduğunu kavramak bir şok gibiydi. Böyle bir şey nasıl benim başıma gelebilirdi? Neden böyle kesilip atılmalıydım? Ancak hastanedekeyken karşımdaki yatakta bildiğim kadarıyla kan kanserinden ölen bir çocuk görmüştüm. Hiç de hoş bir görünümü yoktu. Benden daha kötü durumda insanların olduğu açıktı. En azından benim durumum beni hasta etmiyordu. Kendime üzülmeye eğilimi duyduğumda o çocuğu anımsarım.

Bana ne olacağını veya hastalığın ne kadar hızlı ilerleyeceğini bilmeden boşlukta duruyordum. Doktorlar bana Cambridge'e dönmemi ve yeni başlamış olduğum genci görecelik ve kozmoloji araştırmama devam etmemi söylediler. Fakat fazla matematiksel

temelim olmadığı için iyi ilerleliyordum -ve ne de olsa doktoramı bitirmeye yetecek kadar uzun süre yaşamayabilirdim. Kendimi biraz trajik durumda hissediyordum. Wagner dinlemeye koyuldum, fakat çok fazla içtiğim şeklinde dergilerde çıkan haberler abartmalıdır. Sorun şu ki, bu bir defa bir yazıda söylendi, diğer yazılar ondan kopya çekti, çünkü çarpıcı bir öykü oluşturunuyordu. Basında sık sık yazılan birşeyin doğru olduğuna ilişkin inanç oldukça yaygındır.

O zamanlar rüyalarım oldukça sıkıntılıydı. Durumum teşhis edilmeden önce yaşamdan çok sıkılmışımdı. Yapmaya değer hiçbir şey yok gibi görünüyordu. Fakat hastaneden çıkışımdan kısa süre sonra rüyamda idam edilecek olduğumu gördüm. Birden bire cezam ertelenirse yapmaya değer çok şey olduğunu kavradım. Çeşitli defalar gördüğüm bir başka rüyada ise başkalarını kurtarmak için hayatımı feda ediyordum. Sonunda, nasıl olsa öleceksem, bu bir işe de yarayabilirdi.

Fakat ölmedim. Aslında geleceğimin üzerinde asılı bir bulut olmasına karşın, beni şaşırtacak bir şekilde mevcut yaşamdan eskisinden daha çok tad aldığımı farkettim. Araştırmamda ilerlemeye başladım, fakat gerçekte farkı yaratan şey tam hastalığının teşhis edildiği günlerde tanışmış olduğum Jane Wilde adlı bir kızla nişanlanmış olmamdı. Bu nişanlanma benim yaşamımı değiştirdi. Eğer evleneceksek bir iş bulmak zorundaydım ve bir iş bulmak için de doktoramı bitirmem gerekiyordu. Bu yüzden yaşamımda ilk defa olarak sıkı çalışmaya başladım. Şaşırdım ama bunu sevdiğimi gördüm. Belki de bunu iş diye isimlendirmek doğru olmaz. Birinin bir zamanlar söylediği gibi bilim adamları ve fahişeler zevk aldıkları işi yapma karşılığında para alırlar.

Caius College'e (Keys olarak okunur) araştırma görevliliği için başvurudum. Jane'in başvurumu daktilo edeceğini umuyordum fakat o Cambridge'e beni ziyarete geldiğinde kırılmış olan bir kolu alçıdaydı. Olması gerektiği kadar sempatik davranmadığımı kabul etmeliyim. Ancak sol kolu kırılmıştı, bu yüzden o benim dikte et-

ligim başvurumu kaleme alabilir ve bende daktiloya çekecek birilerini bulabilirdim.

Başvurumda çalışmamla ilgili referans verebilecek iki kişinin adını belirtmem gerekiyordu. Denetmenim Herman Bondi'den bu kişilerden biri olmasını istememi önerdi. O zamanlar Bondi Londra Kings College'de matematik profesörü ve genel görecelik uzmanı idi. Onunla bir kaç defa

karşılaşmıştım ve benim yazdığım bir yazıyı Proceedings of the Royal Society adlı dergiye yayınlanmak üzere vermişti. Cambridge'de verdiği bir konferanstan sonra kendisine isteğimi bildirdim, bana donuk gözlerle baktı ve isteğimi yerine getireceğini söyledi. Beni anımsamadığı açıktır, çünkü kolej ona referans istemek üzere yazdığında benim adımla duymamış olduğu yanıtını verdi. Günümüzde araştırma görevliliği için başvuran o kadar çok kişi var ki, onlardan birinin referans vereceğini belirttiği kişi onu tanımadığını belirtirse bu o kişinin şansının kapanması anlamına gelir. Fakat o zamanlar her şey daha rahattı. Kolej bana referans vereceğini belirttiğim kişinin utanç verici yanıtını yazılı olarak bildirdi. Denetmenim, Bondi'ye giderek onun belleğini tazeledi. Daha sonra Bondi büyük olasılıkla hakettiğimden çok daha iyi bir referans yazdı. Şaşırtıcı şekilde öğretim görevliliğini elde ettim ve böylece Caius College'de bir öğretim görevlisi oldum.

Öğretim görevliliği Jane ve benim evlenebileceğimiz anlamına geliyordu, bunu 1965 Temmuz'unda gerçekleştirdik. Suffolk'da bir haftalık bir balayı geçirdik; maddi gücümüz o kadarına yetiyordu. Daha sonra New York'un merkezden uzak bir bölgesinde Cornell Üniversitesi'nde genel görecelik üzerine bir yaz okuluna gittik. Bu bir hataydı. Özellikle gürültülü küçük çocukları olan çiftlerle dolu bir yatakhane kaldığımız için bu evliliğimizi oldukça gergin bir ortama soktu. Ancak diğer yönlerden yaz okulu benim için çok yararlıydı, çünkü bu alandaki pek çok önde gelen kişiyle tanıştım.

Caius'da öğretim üyeliği benim acil iş problemimi çözmüştü. Teorik fizik alanında çalışmayı seçmiş olmakla şanslıydım, çünkü

bu benim durumumun ciddi bir engel olmayacağı birkaç alandan biriydi. Ve yetersizliğimin arttığı günlerde bilimsel saygınlığım artmış olduğu içti de şanslıydım. Bu insanların bana ders vermek zorunda kalmadan yalnızca araştırma yapmak zorunda olduğum bir dizi pozisyon önermeye hazır oldukları anlamına geliyordu.

Ev bulma konusunda da şanslıydık. Evlendiğimizde Jane hala Londra'da Westfield College'de öğrenciydi, bu yüzden hafta içinde Londra'ya gitmek zorundaydı. Bu benim kendi kendime bakabileceğim ve uzun süre yürüyemediğim için merkezi bir yerde bir ev bulmamız gerektiği anlamına geliyordu. Kolej'e yardımcı olup olamayacaklarını sordum, o zamanki Muhasebe Müdürü tarafından öğretim görevlilerine ev bulmada yardım etmemenin Kolej'in politikası olduğu yanıtı verildi. Bu nedenle pazar yerinde inşa edilmekte olan bir gurup yeni daireden birinde kiracı olmak üzere adımızı yazdırdık. (Yıllar sonra o dairelerin gerçekte koleje ait olduğunu keşfettim, fakat onlar bunu bana söylemediler.) Ancak Amerika'da geçirdiğimiz yazdan koleje döndüğümüzde dairelerin hazır olmadığını gördük. Muhasebe Müdürü büyük bir taviz olarak lisans üstü öğrencilerin kaldığı bir yurttan bir oda teklif etti. Bize "Normal olarak bu odadan bir gece için on iki şilin altı pens alıyoruz, ama iki kişi kalacağınız için, yirmi beş şilin alacağız" dedi.

Orada yalnızca üç gece kaldık. Daha sonra üniversitedeki bölümümden yaklaşık yüz metre ötede küçük bir ev bulduk. Bu ev bir başka koleje aitti ve o kolej'in öğretim görevlilerinden birine verilmişti. Evi kiralayan öğretim görevlisi son günlerde banliyöde bir eve taşınmıştı ve kendi kira döneminin kalan üç ayı için evi bize devren kiraya verdi. Bu üç ay içinde aynı yolda boş duran bir başka ev bulduk. Bir komşu Dorset'den evin sahibini çağırdı ve genç insanlar ev ararken bu evin boş kalmasının bir skandal olduğunu söyledi, böylece ev sahibi evi bize verdi. Orada bir kaç yıl yaşadık sonra onu satın almak istedik ve kolejden ipotek isteğinde bulunduk. Kolej keşifte bulundu ve o evin iyi bir yatırım olmadığı sonucuna vardı. Sonunda bir inşaat topluluğundan ipotek

aldık ve ailem evi yeniden düzenlememiz için bize para verdi.

Orada dört yıl, merdivenlere çıkmam çok zorlaşana kadar, kaldık. O günlerde kolej bana daha çok değer vermeye başlamıştı ve artık farklı bir Muhasebe Müdürü vardı. Kolej bize sahibi olduğu bir evde zemin katını önerdi. Burası benim için çok uygundu, çünkü büyük odaları ve geniş kapıları vardı. Üniversitedeki bölümüme veya koleje elektrikli sandalyemle kolayca gidebileceğim kadar merkezi bir yerdeydi. Burası ayrıca üç çocuğumuz için de iyi oldu, çünkü kolej bahçevanlarının baktığı bir bahçeyle çevriliydi.

1974 yılına kadar kendim yemek yiyebiliyor, yatabiliyor ve kalkabiliyordum. Jane dışardan yardım almadan bana bakmayı ve iki çocuk yetiştirmeyi başardı. (Üçüncü çocuğumuz 1979 yılında doğdu). Ancak sonraları herşey zorlaştı bu yüzden araştırma öğrencilerimden biri bizimle kalmaya başladı. Ücretsiz kalacak yer sağlama ve benim ilgilim karşılığında bana yatmam ve kalmamda yardımcı oluyorlardı. 1980 yılında, sabah ve akşam bir veya iki saat için gelen kamu yararına çalışan örgütlerden ve özel sağlık kuruluşlarından hemşirelerin yardımını almaya başladık. Bu durum 1985 yılında zatürrieye yakalanmama kadar sürdü. Bir "tracheostomy" ameliyatı geçirmem gerekti ve o zamandan sonra yirmi dört saat hastabakıcı bakımına gereksinim duyar oldum. Bu çeşitli kuruluşlardan gelen bağışlar sayesinde mümkün oldu.

Ameliyattan önce konuşmam daha belirsizleşmeye başlamıştı, öyle ki yalnızca beni iyi tanıyan insanlar adayabiliyorlardı. Ama en azından iletişim kurabiliyordum. Bir sekretere dikte ederek bilimsel yazılar yazdım ve benim sözcüklerimi daha net şekilde tekrarlayan bir çevirmen kanalıyla konferanslar verdim. Ancak tracheostomy ameliyatı benim konuşma yeteneğimi tümenden kaldırdı. Bir süre için iletişim kurabildiğim tek yol, biri bir heceleme kartındaki harflerden doğru olana işaret ettiğinde kaşlarımı kaldırarak harf harf sözcükleri heceleme idi. Bilimsel bir yazı yazmayı bırakalım, böyle bir sohbeti sürdürmek bile oldukça zordur. Ancak Kaliforniya'dan Walt Woltosz adlı bir bilgisayar uzmanı benim kötü durumumu duymuştu. Kendi yazmış olduğu "Equalizer" adlı

bir bilgisayar programını bana gönderdi. Bu program elimdeki bir düğmeye basarak ekrandaki bir dizi menüden sözcükler seçmeme olanak veriyor. Program aynı zamanda bir baş veya göz hareketi ile de kontrol edilebilmekte. Söylemek istediğimi oluşturduktan sonra onu bir ses sentezcisine gönderebiliyorum. Başlangıçta Equalizer programını yalnızca bir masaüstü bilgisayarda çalıştırıyordum. Daha sonra Cambridge Adaptive Communications'dan David Mason tekerlekli sandalyeme küçük bir kişisel bilgisayar ve bir ses sentezcisi monte etti. Bu sistem benim eskiden olduğundan çok daha iyi şekilde iletişim kurmama olanak veriyor. Dakikada on beş kadar sözcük kullanabiliyorum. Yazdığımı konuşabilirim veya disk üzerinde saklayabilirim. Daha sonra çıktısını alabilir veya cümle cümle seslendirebilirim. Bu sistemi kullanarak bir kitap ve bir düzine bilimsel yazı yazmış bulunuyorum. Ayrıca bazı bilimsel ve popüler konuşmalar da yaptım. Bunların hepsi iyi geçti. Kanimca bu büyük ölçüde Speech Plus tarafından yapılmış olan ses sentezcisinin kalitesinden kaynaklanıyor. İnsanın sesi önemlidir. Eğer peltak bir sesiniz varsa, insanların siz orada yokmuşsunuz gibi konuşarak size zihinsel yetersizliği olan bir kişi gibi davranması olasıdır; "Şeker kullanır mı?" diyebilirler. Bu sentezci şimdiye kadar duyduğum en iyi sentezcidir, çünkü tonlama

değişikliği yapıyor ve bir Dalek gibi konuşmuyor. Tek sorun bana Amerikan aksanı vermesidir. Ancak şirket İngiliz versiyonu üzerinde çalışmaktadır. Şimdiye kadar bu sesle özdeşleştim. İngiliz aksanlı bir sentezci verilse de bunu değiştirmek istemem. O zaman kendimi farklı bir insanmış gibi hissederim.

Pratikte yetişkin yaşamımın tamamında motor nöron hastalığım oldu. Ama yine de bu benim çok çekici bir aileye sahip olmamı ve işimde başarılı olmamı engellemedi. Bu durum benim eşimden, çocuklarımdan ve çok sayıda başka kişi ve kuruluşlardan aldığım yardımlar sayesinde. Durumumun bu hastalıkta genellikle olduğundan daha yavaş ilerlemiş olması nedeniyle şanslıyım. Bu kişinin umudunu kaybetmemesi gerektiğini gösteriyor.

BİLİME KARŞI HALKIN TAVRI(*)

Beğensek de beğenmesek de. içinde yaşadığımız Dünya son yüz yılda büyük ölçüde değişmiştir. Bazı insanlar bu değişiklikleri durdurmak, daha saf ve daha basit bir çağ olarak gördükleri çağa geri gitmek isterler. Fakat tarihin gösterdiği gibi geçmiş o kadar güzel değildi. Modern tıp olmadan yaşamak zorunda olmaları ve kadınlar için doğum yapmanın son derece riskli olmasına karşın, ayrıcalıklı bir azınlık için yaşam yine de hoştu. Ama nüfusun büyük çoğunluğu için berbat, çirkin ve kısaydı.

(*) Ekim 1989'da Prince of Austrias Harmony and Concord ödülünü almam üzerine İspanya, Oviedo'da yapılan bir konuşma

Ne olursa olsun, insan istediğinde zamanı daha eski bir çağa getiremez. Bilgi ve teknikler kolayca unutulamazlar. Gelecekteki ilerlemeler de durdurulamaz. Hükümetler araştırmaya ayırdıkları tüm parayı kesseler bile (şimdiki hükümet bu konuda elinden geleni yapıyor) rekabetin gücü yine de teknolojiye ilerlemeyi sağlar. Ödeme yapılsa da yapılmasa da sorgulayan zihinlerin temel bilimler üzerinde düşünmesi durdurulamaz. Yeni gelişmeleri önlemenin tek yolu yeni olan her şeyi ezen global totaliter bir devlet oluşturmaktır; insan sezgisi ve yaratıcılığı bunun bile başarılı olamayacağını göstermiştir.

Bilim ve teknolojinin dünyamızı değiştirmesini engelleyemiyorsak, en azından değişikliklerin doğru yönde olmasını temin etmeye çalışabiliriz. Demokratik bir toplumda bunun anlamı, halkın doğru yargıda bulunabilmesi için bilim konusunda temel bilgilere sahip olması ve böylece karar almayı

uzmanlara bırakmamaktır. Bugün halk bilime karşı oldukça kararsız durumdadır. Bilim ve teknolojiadaki yeni gelişmelerle sağlanan yaşam standardındaki düzenli artışı bekler duruma gelmiştir, ama aynı zamanda bilime güvenmez, çünkü onu anlamaz. Bu güvensizlik la-boratuvarında bir Frankenstein üretmek üzere çalışan deli bilim adamının karikatür imajında açıkça görülür. Bu aynı zamanda Yeşillerin kurduğu partilere yönelen desteğin arkasındaki önemli bir unsurdur. Fakat halk aynı zamanda bilime, özellikle astronomiye büyük bir ilgi duymaktadır. Bu durum Cosmos gibi televizyon dizilerinin ve bilim kurgunun büyük izleyici kitlesi toplamasından anlaşılmaktadır.

Bu ilgiyi verimli duruma getirmek ve halka asit yağmuru, sera etkisi, nükleer silahlar veya genetik mühendisliği gibi konularda bilgili kararlar alabilmesi için gereksinim duyduğu bilimsel temeli vermek üzere ne yapılabilir? Açıktır ki, temel okullarda verilende yatmalıdır. Fakat okullarda bilim çoğu zaman kuru ve ilgi çekici olmayan bir şekilde verilir. Çocuklar sınavlarda geçmek için ezberciliğe yönelirler ve bilimin çevrelerindeki dünyayla ilgisini

görmezler. Ayrıca bilim çoğu zaman denklemler şeklinde öğretilir. Denklemler Matematiksel fikirleri tanımlamanın kısa, özlü ve hassas şekliyseler de, insanların çoğunu ürkütürler. Son günlerde bir popüler kitap yazdığım da bana kitaba koyduğum her denklemin satışları yarılacağı anlatılmıştı. Bir denklem koydum, Einstein'ın ünlü denklemi $E=mc^2$. Belki de bu denklem olmasaydı iki katı satılacaktı.

Bilim adamları ve mühendisler fikirlerini denklemler şeklinde anlatma eğilimine sahiptirler, çünkü miktarların kesin değerlerini bilme gereksinimi duyarlar. Fakat geri kalanımız için bilimsel gerçeğin niteliksel kavranışı yeterlidir ve bu denklemler kullanılmadan, sözcükler ve diyagramlarla yapılabilir.

İnsanların okulda öğrendikleri bilim temel çerçeveyi sağlayabilir. Fakat şimdi bilimsel ilerlemenin hızı o kadar yüksek ki, lise ya da üniversiteden mezun olduktan sonra da her zaman yeni gelişmeler gerçekleşmekte. Okulda hiç moleküler biyoloji veya transistörleri öğrenmedim, fakat genetik mühendisliği ve bilgisayarlar gelecekte yaşam tarzımızı değiştirmesi en olası gelişmelerden ikisidir. Bilim üzerine popüler kitaplar ve dergi yazıları yeni gelişmeleri izlemeye yardımcı olabilir; ama en başarılı popüler kitap bile nüfusun yalnızca küçük bir bölümü tarafından okunmakta. Yalnızca televizyon gerçekten kitlesel bir izleyiciye erişebiliyor. TV'de bazı çok iyi bilim programları var; fakat bazıları bilimsel araştırma konularını basitçe sihir olarak sunuyor, açıklamıyor, bilimsel fikirler çerçevesine nasıl uyduklarını göstermiyor. Televizyon bilim programlarının yöneticileri halkı yalnızca eğlendirmek değil, eğitmek sorumluluğunu da taşıdıklarını kavramalıdır.

Halkın yakın gelecekte karar vermek zorunda kalacağı bilimle ilişkili konular nelerdir? En acil olanı nükleer silahlar sorunudur. Yiyecek temini veya sera etkisi gibi diğer genel problemler görece olarak yavaş etkide bulunurlar, fakat bir nükleer savaş Dünya üzerindeki tüm insan yaşamını bir kaç gün içinde sona erdirebilir.

Soğuk savaşın sona ermesiyle ortaya çıkan Doğu-Batı gerilimindeki gevşeme nükleer savaş korkusunun halkın bilincinden uzaklaştığı anlamına gelmiştir. Fakat Dünya'nın tüm nüfusunu defalarca öldürmeye yeterli silahlar bulunduğu sürece bu tehlike vardır. Eski Sovyet devletlerinde ve Amerika'da nükleer silahlar hala kuzey yarı küredeki tüm belli başlı şehirleri vuracak şekilde konumlandırılmışlardır. Küresel bir savaşı başlatmak için yalnızca bir bilgisayar hatası ya da silahların yönlendirildiği ülkelerde bir baş kaldın yeterlidir. Görece olarak küçük güçlerin şimdi nükleer silahlar edinmeleri daha da endişe vericidir. Belli başlı güçler anlaşılır ölçüde sorumlu davranmışlardır; fakat Libya, Irak, Pakistan ve hatta Azerbeycan gibi küçük güçlere böylesi güven duyulamaz. Tehlike esas olarak, bu tür güçlerin kısa sürede edinebilecekleri, yine milyonlarca kişiyi öldürebilirlerse de, pek gelişmemiş olan nükleer silahlarda değildir. Tehlike iki küçük güç arasında bir nükleer savaşın muazzam depolara sahip büyük güçleri de peşinden sürükleyebilme olasılığındadır.

Halkın tehlikeyi kavraması ve silah indirimini kabul etmeleri için tüm hükümetlere baskı yapması çok önemlidir. Herhalde nükleer silahları tümünden kaldırmak pratik değildir, fakat silahların sayısını azaltarak tehlikeyi azaltabiliriz.

Eğer bir nükleer savaş önlemeyi başarabilirsek, hepimizi yok edebilecek başka tehlikeler yine

vardır. Yabancı bir uygarlığın bizimle bağlantı kurmamış olmasını uygarlıkların bizim aşamamıza ulaştıklarında kendilerini yok etmeye eğilimli olmalarıyla açıklayan kötü bir şaka vardır. Fakat ben bunun yanlış olduğunu kanıtlayabileceğimize inanmama yetecek kadar halkın duyarlılığına güveniyorum.

'KISA TARİHİ' NİN KISA TARİHİ (*)

Zamanın Kısa Tarihi kitabıma karşı gösterilen ilgi beni hala şaşırtıyor. Bu kitap otuz bir haftadır **New York Times**'ın ve yirmi altı haftadır **The Sunday Times**'ın en çok satan kitaplar listesindedir. (İngiltere'de Birleşik Devletler'den sonra basıldı). Yirmi dile (eğer Amerikan dilini İngilizce'den farklı sayarsanız yirmi bir dile) çevirisi yapılmaktadır. Bu benim 1982 yılında Evren hakkında popüler bir kitap yazmaya karar verdiğimde beklediğimden

(*) Bu yazı ilk olarak Aralık 1988 'de **The Independent** 'da yayınlanmıştı. **Zamanın Kısa Tarihi**, **New York Times** en çok satan kitaplar listesinde elli üç hafta kalmıştır ve İngiltere'de, Şubat 1993 itibarıyla, **Sunday Times of London**'ın listesinde 205 haftadır bulunuyordu. (184'üncü haftada bu listede en uzun süre kalmayı başarmasıyla ilgili olarak **Guinness Book of Records**'a girdi.) Şimdi çeviri sayısı otuz üçtür.

çok fazladır. Niyetim kısmen kızımın okul ücretlerini ödeyebilmek için para kazanmaktı. (Aslında kitap çıkana kadar kızım okulunun son sınıfına gelmişti). Fakat ana neden evren anlayışımızda ne kadar ilerlediğimizi anlatmaktı: Evren'i ve onun içindeki herşeyi açıklayabilecek tam bir teori bulmaya ne kadar yakın olduğumuzu.

Eğer bir kitap yazmak için zaman ve çaba harcayacaksam onun mümkün olduğu kadar fazla insana ulaşmasını isterim. Benim daha önceki teknik kitaplarım Cambridge University Press tarafından basılmışlardı. O yayınevi iyi iş yapmıştı, fakat ulaşmak istediğim türden kitle pazarına uygun olmadığını düşündüm. Bu yüzden bir arkadaşımın kayın biraderi olarak bana tanıtılmış olan yayın temsilcisi Al Zuckerman ile bağlantı kurdum. Ona ilk bölümün taslağını verdim ve bunun havaalanı kitapçılarında satılacak türden bir kitap olmasını istediğimi açıkladım. O bana bu konuda şansım olmadığını söyledi: Bunun gibi bir kitap akademisyenlere ve öğrencilere çok satılabilir, fakat Jeffrey Archer bölgesine giremezdi.

Kitabın ilk taslağını Zuckerman'a 1984 yılında verdim. Onu çeşitli yayıncılara gönderdi ve oldukça saygın bir okuyucuya sahip Amerikan kitap firması olan Norton'un teklifini kabul etmemi önerdi. Fakat ben popüler pazara daha fazla yönelik bir yayıncı olan Bantam'ın teklifini kabule karar verdim. Bantam bilim kitapları yayınlamakta uzmanlaşmış

olmayabilirdi fakat onun kitapları havaalanı kitapçılarında bol miktarda bulunuyordu. Onun benim kitabımı kabul etmesi büyük olasılıkla editörlerinden biri olan Peter Guzzardi'nin ilgisi nedeniyle oldu. Guzzardi bu işi çok ciddiye aldı ve kendisi gibi bilim adamı olmayan kişiler tarafından anlaşılabilir olması için kitabı yeniden yazmamı sağladı. Ona yeniden kaleme aldığın bir bölümü her gönderişimde yanıt olarak uzun bir itirazlar listesi ve açıklığa kavuşturmamı istediği sorular gönderdi. Bazen bu sürecin hiç sona ermeyeceğini düşündüm. Fakat o haklıydı, sonuç çok daha iyi bir kitap oldu.

Bantam'ın teklifini kabul edişimden kısa süre sonra zatürrie

oldum. Sesimi yok eden bir "tracheostomy" ameliyatı geçirmem gerekti. Bir süre için yalnızca biri bir kart üzerindeki harflere işaret ettiğinde kaşlarımı kaldırarak iletişim kurabiliyordum. Kaliforniya'daki bir yazılım uzmanı olan Walt Woltosz tarafından bana gönderilen, bilgisayar ekranda sözcük listelerini tararken bir düğmeye basmam yoluyla yazmamı ve konuşmamı sağlayan bir bilgisayar programı olmasaydı kitabı bitirmek pek mümkün olmazdı. Çalışması biraz yavaştı, böylece ben de yavaş düşünüyordum ve bu duruma uygun düşüyordu. Onunla Guzzardi'nin ivedi isteklerine yanıt olarak ilk taslağımı tamamen yeniden yazdım. Bu gözden geçirme işinde öğrencilerimden biri, Brian Whitt, bana yardım etti.

Jacob Bronowski'nin televizyon dizisi "**Ascent of Man**" den çok etkilenmiştim (bugün böyle seksi bir diziye izin verilmez). Bu dizi yalnızca on beş bin yıl önceki ilkel vahşilerden bugünkü aşamamıza kadar gelişiminde insan soyunun başarılarına hayranlık duygusu veriyordu. Benzer bir duyguyu Evren'i yöneten yasaların tam olarak anlaşılmasına doğru ilerleyişimiz karşısında vermek istedim. Hemen hemen herkesin Evren'in nasıl işlediği konusuna ilgi duyduğuna emindim; fakat insanların çoğu matematiksel denklemleri izleyemezler -ben kendim denklemlere fazla aldırış etmem. Bunun nedeni kısmen benim için onları yazmanın zor olması, fakat esas olarak da denklemlere karşı sezgisel bir yaklaşımım olmamasıdır. Onun yerine ben resimli ifadelerle düşünürüm. Kitaptaki amacım bu zihinsel imajları tanıdık benzetmeler ve bir kaç diyagram yardımıyla sözcüklerle anlatmaktır. Bu şekilde insanların çoğunun son yirmi beş yılda fizikte gerçekleştirilmiş olan dikkate değer ilerlemedeki heyecan ve başarı duygusunu paylaşabileceğini umut ettim.

Yine de, insan matematikten kaçınsa bile, fikirlerin bazıları yabancıdır ve açıklanması zordur. Bu bir problemi ortaya koyuyordu: Onları açıklamaya çalışıp insanların kafalarının karışması riskini göze almalı mıyım, yoksa güçlükleri gizlemeli miyim? Farklı hız-

larla hareket eden gözlemcilerin aynı olay çifti arasında farklı zaman aralıkları ölçmeleri gibi bazı tanıdık olmayan kavramlar çizmek istediğim resimde zorunlu değildi. Bu yüzden onlardan yalnızca söz edip derine gitmeyebileceğimi düşündüm. Fakat bazı zor fikirleri ele almak istediğim konu açısından temeldi.

Özellikle kitabımda yer almasını düşündüğüm bu tür iki kavram vardı. Biri "Geçmişlerin Toplamı" diye adlandırılan şeydi. Bu, Evren için yalnızca tek bir geçmiş olmadığı fikridir. Onun yerine Evren için olası her geçmişin bir toplamı vardır ve tüm bu geçmişler eşit derecede gerçekler (ne anlama gelirlerse gelsinler). Geçmişlerin toplamının matematiksel anlamını oluşturmak için gerekli olan diğer fikir "sanal zaman" dır. Sonradan anladım ki, bu iki çok zor kavramı, özellikle insanların kitapta en çok zorlandıkları şey olduğu anlaşılan sanal zaman kavramını açıklamakta daha fazla çaba sarfetmiş olmam gerekiyordu. Ancak gerçekten sanal zamanın ne olduğunu anlamak zorunlu değildir, yalnızca onun "gerçek" zaman dediğimiz şeyden farklı olduğu anlaşılmalıdır.

Kitabın yayınlanması yaklaştığı günlerde, **Nature** dergisinde değerlendirmede bulunması için

yapıtın bir ön kopyası gönderilmiş olan bir bilim adamı onu hatalarla dolu bularak dehşete düşmüştü. Fotoğraflar ve diyagramlar yanlış yerlere konmuş ve yanlış isimlendirilmişlerdi. Hemen Bantam'a telefon etti ve oradaki editörler eşit derece dehşetle tüm basımın durdurulup tüm kitabın gözden geçirilmesine karar verdiler. Üç koca hafta boyunca baştan aşağı kontrol edilip düzeltilen kitap, zamanında, Nisan ayında, kitapçılara dağıtıldı. O güne kadar **Times** dergisinde sadece kısa bir biyografimi yayınlanmıştı. O zaman bile editörler talebe şaşırmışlardı. Kitap Amerika'da on yedinci, İngiltere'de onuncu baskısındadır. (*) Nisan 1993'de ABD'de ciltli kırk, ciltsiz ondokuz İngiltere'de ciltli otuz dokuz baskı yapıldı.

Neden o kadar çok kişi bu kitabı satın aldı? Benim objektif olduğuma emin olmak zordur, bu yüzden diğer insanların dediklerine bakmam gerektiğini düşündüm. Değerlendirmelerin çoğunun olumlu olmasına karşın açıklayıcı olmadıklarını düşünüyorum. Şu. formülü izlemeye eğilimli oldular: Stephen Hawking Lou Gehring'in hastalığına (Amerikan değerlendirmelerde) veya motor nöron hastalığına (İngiliz değerlendirmelerde) sahiptir. Hawking tekerlekli sandalyeye bağımlıdır, konuşmıyor, yalnızca x sayıda parmağını hareket ettirebiliyor (x sayısı birden üçe kadar değişiyor, bu eleştirmenin benim hakkımda hangi yanlış yazıyı okuduğuna bağlıdır). Yine de o soruların en büyüğü hakkında bir kitap yazmıştır: Nereden geldik ve nereye gidiyoruz? Hawking'in önerdiği yanıt Evren'in ne yaratıldığı ne de yok edildiğidir. O yalnızca vardır. Bu fikri formüle etmek üzere Hawking benim (eleştirmenin) izlemeyi güç bulduğum sanal zaman kavramını getirmektedir. Yine de, eğer Hawking haklıysa ve tam bir birleşik teoriyi bulursak, Tanrı'nın aklını gerçekten bileceğiz. (Düzeltilme aşamasında kitapta son cümleyi neredeyse kesiyordum, bu Tanrı'nın aklını bileceğimizdi. Öyle yapsaydım satışlar yarıya inmiş olabilirdi)

Daha da düşündürücü olan (bana öyle gelen) şey, **The Independent**'da (bir Londra gazetesi) yayınlanan **Zamanın Kısa Tarihi** gibi ciddi bir kitabın bile bir mezhep kitabı haline gelebileceğini söyleyen bir yazıydı. Eşim dehşete düşmüştü, fakat kitabımın **Zen and the Art of Motorcycle Maintenance** ile kıyaslanması karşısında benim gururum oldukça fazla okşanmıştı. Onun Zen gibi insanlara büyük entellektüel ve felsefi sorulardan uzak kalmamaları gerektiği duygusunu vermesini umarım.

Kuşkusuz yetersizliklerime rağmen nasıl bir teorik fizikçi olmayı başarmış olduğum şeklindeki ilginç öykünün yararı olmuştur. Fakat kitabı insani yönden ilgi çekici bularak almış olanlar hayal kırıklığına uğramış olabilirler, çünkü kitapta benim durumumdan yalnızca birkaç yerde söz ediliyor. Bu kitap benim değil Evren'in

tarihi olarak düşünüldü. Bu durum Bantam'ın utanç verici şekilde benim hastalığımı kullanmış olduğu ve benim kapakta resmimin çıkmasına izin vererek buna katıldığım şeklimdeki suçlamaları engellemedi. Aslında sözleşmeye göre benim kapak üzerinde hiçbir kontrolüm yoktu. Ama Bantam'ı İngiltere kopyasında Amerikan kopyasında kullanılan eski fotoğraf yerine daha iyi bir fotoğraf kullanması konusunda ikna etmeyi başardım. Bantam şimdi Amerikan kopyasındaki kapağı değiştirmeyecek, çünkü Amerikan halkının onu kitapla özdeşleştirdiğini söylemektedir.

İnsanların hakkındaki eleştirileri okudukları ve en çok satan kitaplar listesinde olduğu için bu kitabı aldıkları, fakat onu okumadıkları, yalnızca kitaplıkta veya kahve masasında tuttıkları; böylece, onu anlamak zorunda kalma çabasına girişmeden, ona sahip oldukları için kredi kazandıkları da ileri sürülmüştür. Bunun gerçekleştiğine eminim, fakat bunun İncil ve Şekspir dahil olmak üzere diğer ciddi kitapların başına gelenden daha fazla olup olmadığını da bilmiyorum. Öte yandan hergün kitabıma ilişkin pek çok sorular soran ya da kendi görüşlerini bildiren yığınla mektup almaktayım. Bu en azından bazı insanların tamamını anlamasalar bile onu okuduklarının kanıtlamakta. Ayrıca yollarda ondan ne kadar zevk aldıklarını anlatan yabancılar tarafından durduruluyorum. Kuşkusuz ben diğer yazarlara göre, daha ünlü değilsem de, daha kolay tanınıyorum ve daha belirginim. Fakat bu tür halk kutlamaları alma sıklığım (bu benim dokuz yaşındaki oğlumu çok utandırıyor) kitabı satın alanların en azından bir kısmının

gerçekten onu okuduğunu gösteriyor.

İnsanlar şimdi bana bundan sonra ne yapacağımı soruyorlar. **Zamanın Kısa Tarihi'nin** bir devamını yazabileceğimi pek sanmıyorum. Onun adına ne derdim? **Zamanın daha Uzun bir Tarihi? Zamanın Sonunun Ötesi? Zamanın Oğlu?** Ajansım yaşamımla ilgili bir film yapılmasına izin vermemi önerdi. Ama eğer artistler tarafından temsil edilmemize izin verirse ne bende ne de ailemde en ufak bir kendine saygı kalmaz. Eğer birinin benim

yaşamımı yazmasına izin verir veya yardım edersem de aynı şey geçerli olur. Kuşkusuz, hakaret edici olmadıkça, birinin benim yaşamımı bağımsız olarak yazmasını engelleyemem ama ben otobiyografimi yazmayı düşündüğümü söyleyerek onları savuşturmaya çalışırım. Belki de yazarım. Fakat bir acelem yok. Daha yapacak pek çok bilimsel çalışma var.

İNANÇLARIM(*)

Bu yazıda neye inandığımdan söz etmek niyetindeyim, fakat okuyucular Tanrı'ya inanıp inanmadığını duymak istiyorlarsa hayal kırıklığına uğrayacaklardır. Onun yerine benim anlatacağım şey insanın Evren'i nasıl anlayabileceği konusuna benim yaklaşımımdır: büyük birleşik teorinin, "herşeyin teorisi" nin statüsü ve anlamı nedir? Burada gerçek bir problem var. Bu tür problemleri incelemesi ve tartışması gereken insanlar, felsefeciler, genellikle teorik fizikteki modern gelişmelere yetecek kadar matematiksel önbilgiye sahip olmamışlardır. Daha iyi teçhiz edilmiş olması gereken bilim felsefecileri denen bir alt gurup vardır. Fakat

(*) Mayıs 1992'de Caius College dinleyicilerine yapılan bir konuşma

onların bir çoğu yeni teoriler geliştirmeyi zor bulan böylece onun yerine fizik felsefesi hakkında yazmaya girişen başarısız fizikçilerdir. Onlar hala görecelik ve kuantum mekaniği gibi bu yüzyılın ilk yıllarının bilimsel teorilerini tartışıyorlar. Fiziğin şimdiki keşif alanlarıyla bağlantı kurmamışlardır.

Belki felsefeciler konusunda biraz katıyım, ama onlar bana karşı pek nazik davranmadılar. Benim yaklaşımım safça ve cahilce olarak tanımlandı. Benim için değişik şekillerde nominalist, instrumentalist (bir tür faydacı), pozitivist, realist ve çeşitli başka ist'li isimlendirmeler yapıldı. Yöntemlerinin iftirayla çürütme olduğu görünüyor: Eğer benim yaklaşımına bir etiket yapıştırabilirseniz, o konuda neyin yanlış olduğunu söylemek zorunda değilsiniz. Kuşkusuz tüm bu izlenim'lerin ölümcül hatalarını herkes bilir.

Teorik fizikte gerçekten ilerlemeler yapan kişiler, felsefecilerin ve bilim tarihçilerinin daha sonra onlar için geliştirdikleri kategorilerde düşünmezler. Einstein, Heisenberg ve Dirac'ın kendilerinin gerçekçi veya instrumentalist olup olmadıkları üzerinde fazla durmadıklarına eminim. Onlar basitçe mevcut teorilerin uyum içinde olmadığı üzerinde duruyorlardı. Teorik fizikte ileriye doğru adım atmakta kendi içinde mantık tutarlılığının aranması her zaman deneysel sonuçlara göre daha önemli olmuştur. Aksi takdirde mükemmel ve güzel teoriler gözlemle uyuşmadıkları için red edilirlerdi, fakat ben yalnızca deney temelinde geliştirilmiş her hangi bir büyük teori bilmiyorum. Teori her zaman önce gelmiş, güzel ve tutarlı bir matematiksel modele sahip olmak arzusuyla ileri sürülmüştür. Daha sonra teori kestirimlerde bulunur ve o zaman bunlar gözlemle test edilebilir. Eğer gözlemler kestirimlerle uyuşursa bu teoriyi kanıtlamaz, fakat teori yine gözlemle test edilecek yeni kestirimlerde bulunmak üzere ayakta kalır. Eğer gözlemler kestirimlerle uyuşmazsa teori terkedilir.

Ya da daha doğrusu, bu olacağı varsayılan şeydir. Pratikte insanlar çok zaman ve çaba sarfetmiş oldukları bir teoriden

vazgeçmekte isteksizdirler. Genellikle gözlemin hassaslığını sorgulayarak işe başlarlar. Eğer bu başarısız olursa, ona uygun şekilde teoride değişiklik yapmaya çalışırlar. Sonunda teori gıcırdayan ve

çirkin bir yapı haline gelir. Daha sonra biri tüm tuhaf gözlemlerin, güzel ve doğal bir şekilde açıklandığı yeni bir teori ileri sürer. Bunun bir örneği 1887 yılında yapılan, kaynağın ve gözlemcinin nasıl hareket ettiği önemli olmaksızın ışığın hızının her zaman aynı olduğunu gösteren Michelson-Morley deneyi idi. Bu gülünç göründü. Kuşkusuz ışığa doğru ilerleyen birinin ışıkla aynı yönde ilerleyen birine kıyasla ışığın daha yüksek bir hızla ilerlediği ölçümünde bulunması gerekiyordu. Ama deney her iki gözlemcinin tam olarak aynı hızı ölçeceklerini gösterdi. Daha sonraki on sekiz yıl boyunca Hendrik Lorentz ve George Fitzgerald gibi insanlar bu gözlemi kabul edilmiş uzay ve zaman fikirleri çerçevesine yerleştirmeye çalıştılar. Onlar, yüksek hızla hareket ettiklerinde nesnelerin kısalıdıkları gibi, özel duruma uygun önermelerde bulundular. Fiziğin tüm çerçevesi tuhaf ve çirkin hale geldi. Daha sonra 1905 yılında Einstein, zamanın tamamen ayrı ve kendi başına düşünülmeyeceği, çok daha çekici bir bakış açısı getirdi. Zaman uzay-zaman denen dört boyutlu bir nesne içinde uzayla birleşmişti. Einstein'ı bu fikre sürükleyen şey teorisinin iki kısmını tutarlı bir bütün halinde birleştirme arzusu idi, deneysel sonuçların o kadar fazla etkisi olmamıştı. Teorisinin iki kısmı, elektrik ve manyetik alanları yöneten yasalar ile nesnelerin hareketini yöneten yasalardı.

1905 yılında Einstein veya başka bir kişinin yeni görecelik teorisinin ne kadar basit ve güzel olduğunu kavradığını sanmıyorum. Bu teori uzay ve zaman tasımlarımızı tamamen devrimci değiştirmiştir. Bu örnek, gerçek olarak gördüğümüz şey savunduğumuz teori tarafından koşullandığı için, bilim, felsefesinde gerçekçi olmanın zorluğunu iyi gösterir. Lorentz ve Fitzgerald ışığın hızı üzerine deneyi, Newton'un mutlak uzay ve mutlak zaman fikirleriyle yorumlarken, kendilerini gerçekçi olarak görüyorlardı. Bu uzay ve zaman tasımları akli selime ve gerçeğe karşılık gelir

görünüyordu. Bugünlerde görecelik teorisini bitenler, hala rahatsızlık verici şekilde küçük bir azınlık, oldukça farklı bir görüşe sahiptir. İnsanlara uzay ve zaman gibi temel kavramların modern anlayışlarını anlatmalıyız.

Eğer gerçek olarak saydığımız şey teorimize dayanırsa, gerçekliği nasıl felsefemizin temeli yapabiliriz? Ben araştırılmak ve anlaşılacak üzere bekleyen bir evren bulunduğunu düşündüğüm için bir gerçekçi **olduğumu** söylemekteyim. Her şeyin imgelemimizin ürünü olduğu şeklindeki solipsist konumu zaman kaybı olarak görüyorum. Hiç kimse bu temelde hareket etmez. Fakat teori olmaksızın Evren'in nesnin gerçek olduğunu ayırt edemeyiz. Bu nedenle, bir fizik teorisinin yalnızca gözlemlerin sonuçlarını tanımlamak için kullandığımız matematiksel bir model olduğu şeklindeki yaklaşımın cahilce ya da safca olduğu görüşündeyim. Bir teori eğer mükemmel bir modelse, çok geniş bir gözlemler sınıfını tanımlar ve yeni gözlemlerin sonuçlarını kes-tirirse, güzel bir teodir. Bunun ötesinde onun gerçekliğe karşılık gelip gelmediğini sormanın bir anlamı yoktur. Çünkü hangi gerçeğin kastedildiğini bilmeyiz. Belki bilimsel teorilere bu bakış beni bir instrumentalist veya bir pozitivist yapar yukarıda söylediğim gibi benim için bu nitelendirmelerin her ikisi de yapıldı. Beni pozitivist diye isimlendiren kişi herkesin pozitivistizmin modasının geçmiş olduğunu bildiğini eklemiştir, iftirayla çürütmenin bir başka örneği. Dünyanın entellektüel geçici hevesi olduğundan, Pozitivistizm'in modası gerçekten geçmiş olabilir, fakat özetlediğim pozitivist konum. Evren'i tanımlamak üzere yeni yasalar ve yeni yollar arayan biri için, tek mümkün olanı gibi görünüyor. Gerçeğe başvurmanın yaranı yoktur, çünkü modelden bağımsız bir gerçek kavramına sahip değiliz.

Kanımcı, modelden bağımsız bir gerçekliğe karşı dile getirilmeyen inanç, bilim felsefecilerinin kuantum mekaniği ve belirsizlik ilkesi konusunda karşılaştıkları güçlüklerin altındaki nedendir. Schrodinger'in Kedisini denenen ünlü bir düşünce deneyi vardır. Bir kedi kapalı bir kutunun içine yerleştirilir. Ona yönelik bir silah vardır ve belirli bir yönde bir radyoaktif çekirdek bozunursa silah ateş alacaktır, bunun, gerçekleşmesinin olasılığı yüzde 50'dir. (Bugün, yalnızca bir düşünce deneyi olarak bile, hiç-kimse böyle bir şey önermeye cesaret edemez, fakat Schrodinger'in zamanında hayvanların özgürlüğü kavramı duyulmamıştı.)

Eğer biri kutuyu açarsa kediyi ya ölü ya canlı bulacaktır. Fakat kutu açılmadan önce kedinin kuantum durumu ölü kedi durumuyla kedinin canlı olduğu durumun bir karışımı olacaktır. Bazı bilim felsefecileri bunun kabul edilmesini çok güç bulurlar. İnsanın yarı hamile olabilmesinden öte kedinin yarı vurulmuş, yarı vurulmamış olması mümkün değildir. Onların içinde bulundukları güçlük, dolaylı olarak bir nesnenin belirli bir tek geçmişe sahip olduğu, klasik bir gerçeklik kavramını

kullanmalarından kaynaklanır. Kuantum mekaniğinin temeli farklı bir gerçeklik görüşüne sahip olmasıdır. Bu görüşte bir nesne yalnızca bir tek geçmişe değil, mümkün olan tüm geçmişlere sahiptir. Çoğu durumda belirli bir geçmişe sahip olma olasılığı biraz farklı bir geçmişe sahip olma olasılığını siler, fakat belli durumlarda komşu geçmişlerin olasılıkları birbirini güçlendirir. Nesnenin geçmişi olarak gözlemlediğimiz şey, bu güçlendirilmiş geçmişlerden biridir.

Schrodinger'in Kedisi durumunda güçlendirilmiş olan iki geçmiş vardır. Birinde kedi **vurulmuştur**, diğerinde ise canlı kalır. Kuantum teorisinde her iki olasılık birlikte var olabilir. Fakat bazı felsefeciler, açıkça belirtmeden kedinin yalnızca bir geçmişi olabileceğini varsaydıkları için, kendilerini çıkmazda bulurlar.

Zamanın doğası fizik teorilerimizin gerçeklik kavramını belirledikleri bir başka alan örneğidir. Eskiden zamanın sonsuza kadar aktığının açık olduğu düşünülürdü, fakat görecelik teorisi zamanı uzay ile birleştirmiş ve her ikisinin Evren'deki madde ve enerji tarafından eğrilebileceğini veya bükülebileceğini söylemiştir. Böylece zamanın doğasını kavrayışımız Evren'den bağımsız olmaktan onun tarafından şekillenmiş olmaya doğru de-

ğişmiştir. O zaman, zamanın belirli bir noktadan önce kolayca tanımlanamayabileceği anlaşılır oldu; zaman içinde geriye gidilirse aşılamaz bir engele, ötesine kimsenin gidemediği bir tekilliğe gelinebilir. Durum böyleyse, kimin veya neyin büyük patlamaya neden olduğunu veya onu yarattığını sormak anlamlı olmaz. Neden olma veya yaratmadan söz etmek, dolaylı olarak büyük patlama tekilliğinden önce bir zaman olduğunu varsayar. Yirmi beş yıldır, Einstein'ın genel görecelik kuramının zamanın on beş milyar yıl önce bir tekillikte bir başlangıça sahip olması gerektiği kestiriminde bulunduğunu biliyoruz. Fakat felsefeciler henüz bu fikre ulaşamamışlardır. Onlar hala kuantum mekaniğinin altmış beş. yıl önce atılan temelleri konusunda endişeleniyorlar. Fiziğin keşif alanının daha ileri gittiğini kavramıyorlar.

Daha da kötüsü, Jim Hartle ve benim Evren'in herhangi bir başlangıç veya sona sahip olamayabileceğini ileri sürdüğümüz matematiksel sanal zaman kavramıdır. Sanal zaman hakkında konuşmam nedeniyle bir bilim felsefecisi bana şiddetle saldırmıştır. O: "Sanal zaman gibi bir matematiksel hilenin gerçek Evren'le nasıl bir ilgisi olabilir?" demiştir. Kanımca bu felsefeci teknik matematiksel gerçek ve sanal sayılar terimleri ile gerçek ve sanalın günlük dilde kullanılış şeklini birbirine karıştırıyor. Şu sözler benim tezimi açıklar: Kendisini yorumlamakta kullanacağımız bir teori veya modelden bağımsız olarak neyin gerçek olduğunu nasıl bilebiliriz?

Evren'i yorumlamaya çalışılırken karşılaşılan problemleri göstermek için görecelik ve kuantum mekaniğinden örnekler kullandım. Göreceliği ve kuantum mekaniğini anlamamanız veya hatta bu teorilerin yanlış olmaları önemli değildir. Göstermiş olmayı umduğum şey, bir teorisinin bir model olarak değerlendirildiği bir tür pozitif yaklaşımın, en azından bir teorik fizikçi için, Evren'i anlamamanın tek yolu olduğudur. Evren'deki herşeyi tanımlayan tutarlı bir model bulacağımız konusunda umutluyum. Bunu yaparsak bu insan soyu için gerçek bir zafer olacaktır.

KURAMSAL FİZİKTE SON YAKIN MI? (*)

Bu konuşmada kuramsal fiziğin çok uzak olmayan bir gelecekte, örneğin bu yüzyılın sonuna kadar, amacına ulaşabilmesi olanağını tartışmak istiyorum. Bununla, olanaklı tüm gözlemleri tanımlayan tam, tutarlı ve birleşik bir fiziksel etkileşimler kuramına sahip olabileceğimizi belirtmek istiyorum. Kuşkusuz böyle kestirimlerde bulunulurken çok dikkatli olmak gerekir. Daha önce en az iki kez son sentezin eşliğinde olduğumuzu düşündük. Bu yüz-

(*) 29 Nisan 1980'de Cambridge'de "Lucasian Professor of Mathematics" olarak atanma törenim yapıldı. Törendeki konuşmam olan bu yazı öğrencilerimden biri tarafından okundu.

yılın başlarında kesintisizlik mekaniğine dayanılarak herşeyin anlaşılabilirliğine inanılıyordu. Tüm gereken şey elastikiyet, viskozite, iletkenlik gibi katsayıları ölçmektir. Bu ümit atomun yapısı ve kuantum mekaniğinin keşfedilmesiyle paramparça oldu. Yine 1920'lerin sonunda Max Born, Göttingen'i ziyaret eden bir grup bilim adamına "Bildiğimiz niteliğiyle fizik altı ayda sona erecektir" dedi. Bu, Lucasian Kürsüsü'nün daha önceki bir profesörü Paul Dirac'ın elektronun davranışını yöneten Dirac denklemini keşfetmesinden kısa süre sonraydı. O zamanlar diğer temel parçacık olarak bilinen protonun davranışını yöneten yasanın da benzer bir denklemle gösterilebileceği umuluyordu. Ancak nötronun ve nükleer kuvvetlerin keşfedilmesiyle bu ümitler de boşa çıktı. Biz şimdi ne protonun ne de nötronun gerçek temel parçacıklar olmadıklarını ve daha küçük parçacıklardan oluştuklarını biliyoruz. Yine de son yıllarda pek çok ilerleme sağlanmıştır, şu anda bu sayfaları okuyanlardan bazılarının yaşam süresi içinde tam bir kuramı görebileceğimiz konusunda tedbirli bir iyimserlik için bazı temeller vardır.

Eksiksiz bir birleşik kurama ulaşmayı basarsak bile, en basit durumların dışında ayrıntılı kestirimlerde bulunamayacağız. Örneğin günlük yaşamda karşılaştığımız her şeyi yöneten fiziksel yasaları halihazırda biliyoruz: Dirac'ın da belirttiği gibi onun denklemleri "fiziğin çoğunun, kimyanın da tamamının" temelini oluşturuyordu. Bununla birlikte biz bu denklemleri yalnızca bir proton ve bir elektrondan oluşan hidrojen atomu gibi çok basit bir sistem için çözebildik. Bırakın birden fazla çekirdek içeren molekülleri, birden fazla elektronlu görelilik olarak daha karmaşık atomlar için bile yaklaşımlara başvurmak ve geçerliliği kuşkulu sezgisel tahminlerde bulunmak zorundayız. 10^{23} veya benzer sayıda parçacıktan oluşan makroskopik sistemler için istatistiksel yöntemler kullanmak ve denklemleri tam olarak çözme iddiasından vazgeçmek zorundayız. Tüm biyolojiyi yöneten denklemleri ilke olarak bilmemize karşın insan davranışının incelenmesini

uygulamalı matematiğin bir dalına indirgeyemiyoruz.

Tam ve birleşik bir fizik kuramı ile neyi ifade ederiz? Fiziksel gerçekliği modelleştirme girişimlerimiz normal olarak iki kısımdan oluşur.

1- Çeşitli fiziksel niceliklerin uyduğu bir yerel yasalar kümesi.

Bunlar genellikle diferansiyel denklemler şeklinde formüle edilir.

2- Belirli bir zamanda Evren'in bazı bölgelerinin durumunu ve sonradan evrenin kalan kısımlarından o bölgelere hangi etkilerin yayılacağını gösteren sınır koşulları kümeleri.

Pek çok kişi bilimin rolünün bunların birincisiyle sınırlı olduğunu ve tam bir yerel yasalar kümesi elde edildiğinde kuramsal fiziğin amacına ulaşmış olacağını ileri sürecektir. Onlar Evren'in başlangıç koşulları sorunu metafizik ya da dinin alanında sayacaklardır. Bu tutum bir bakıma önceki yüzyıllarda "tüm doğal olgular Tanrı'nın işidir ve sorgulanmamalıdır" diyerek bilimsel araştırmaları engellemeye çalışanların tutumuna benzer. Evren'in başlangıç koşullarının bilimsel inceleme ve kuram için yerel fiziksel yasalar kadar uygun bir konu olduğunu düşünüyorum. Yalnızca "şeyler, oldukları gibidir çünkü oldukları gibiydiler" demekten daha fazlasını yapamadıkça tam bir kurama sahip olamayacağız.

Başlangıç koşullarının eşsizliği sorunu, yerel fiziksel yasaların gelişigüzel niteliğiyle yakından ilgilidir. Bir kuram kütleler ya da birleştirme değişmezleri gibi istenilen herhangi bir değerin verilebileceği bazı ayarlanabilir parametreler içeriyorsa tam sayılmaz. Aslında anlaşılıyor ki, ne başlangıç koşulları ne de kuramdaki parametrelerin değerleri gelişigüzel değildir, bir şekilde çok dikkatli seçilmiş veya alınmışlardır. Örneğin, eğer proton-nötron kütle farkı elektronun kütesinin yaklaşık iki katı olmasaydı, elementleri oluşturan ve kimyanın ve biyolojinin temeli olan yüz kadar dengeli nükleit birleşimi elde edilemeyecekti.

Benzer şekilde, protonun kütsel çekim kütlesi önemli ölçüde farklı olsaydı, içinde bu nükleitlerin birikebildiği yıldızlara sahip olamayacaktık ve eğer Evren'in başlangıçtaki genişlemesi biraz daha küçük ya da büyük olsaydı Evren ya yıldızlar ortaya çıkmadan önce çökecek ya da kütsel çekim yoğunlaşmasıyla yıldızların oluşmasına izin vermeyecek kadar yüksek bir hızla genişleyecekti. Aslında bazı kişiler bu başlangıç koşulları ve parametreler üzerindeki sınırlamaları bir ilke düzeyine, antropik ilke düzeyine yükseltecek kadar ileri gittiler. Bu ilke "şeyler oldukları gibidir, çünkü biz varız" şeklinde ifade edilebilir. Bu ilkenin bir versiyonuna göre, fiziksel parametrelerin değerleri ve başlangıç koşulları farklı olan çok sayıda farklı, başka evren vardır. Bu evrenlerin çoğu akıllı yaşam için gerekli olan karmaşık yapıların gelişimine uygun koşulları sağlamayacaktır. Yalnızca koşulları ve parametreleri bizimkine benzeyen az sayıdaki evrende akıllı yaşamın gelişmesi ve "Bu evren niçin gözlemlediğimiz gibidir?" sorusunun sorulması mümkün olacaktır. Bu sorunun yanıtı elbette "Eğer başka türlü olsaydı, bu soruyu soracak kimse olmayacaktı" biçimindedir.

Antropik ilke farklı fiziksel parametrelerin değerleri arasında gözlenen dikkat çekici sayısal bağlantıların çoğuna bir tür açıklama da sağlar. Bununla birlikte tamamen tatmin edici değildir; çünkü insan daha derin bir açıklamanın olduğunu düşünmekten kendini alamaz. Ayrıca bu ilke Evren'in tüm bölgelerini dikkate alamaz. Örneğin içinde nükleer sentezle ağır elementlerin oluşabildiği yakın yıldızların daha önceki bir kuşağı gibi, Güneş Sistemi de kesinlikle bizim varlığımızın bir ön koşuludur. Hatta varlığımız için galaksimizin tamamı gerekmiş olabilir. Ama gözlenebilir evren içinde kabaca tekbiçimli olarak dağılmış halde gördüğümüz milyon kere milyon galaksi bir yana, daha yakınımızdaki galaksilerin bile varlığımız için gerekmiş olduğuna dair herhangi bir zorunluluk

görünmemektedir. Evren'in bu büyük ölçekli homojenliği Evren'in yapısının oldukça tipik sarmal bir galaksinin en dış kısmındaki çok sıradan bir yıldızın etrafında dönen

küçük bir gezegen üzerindeki bazı karmaşık moleküler yapılar gibi çok dışsal şeyler tarafından belirlendiğine inanmayı çok zorlaştırmaktadır.

Eğer antropik ilkeye başvurmuyacaksak, Evren'in başlangıç koşullarını ve çeşitli fiziksel parametrelerin değerlerini açıklayacak birleştirici bir kurama gereksinimimiz vardır. Ancak bir kerede herşeyin bir kuramını bulmak çok zordur. (Ama anlaşılan bu durum bazı insanları durdurmuyor, her hafta postayla iki yada üç bileşik kuram alıyorum.) Bunun yerine yaptığımız şey, belirli etkileşimlerin gözardı edilebildiği ya da onlar için basit bir şekilde yaklaşımlar yapılabildiği durumları tanımlayan kısmi kuramlar aramaktır. Önce Evren'in maddi içeriğini iki kısma ayırırız: kuarklar, elektronlar, muonlar gibi parçacıklar olan "madde parçacıklar", ve kütsel çekim, elektromanyetizm gibi "etkileşimler". Madde parçacıklar tam- yarım spin (açısal moment) ile tanımlanır ve Pauli dışlama ilkesine uyar. Pauli dışlama ilkesi herhangi bir durumda verilen türde birden fazla parçacığın olmayacağını öngörür. Bir noktaya çökmeyen ya da ışımayla sonsuzluğa gitmeyen katı cisimlere sahip olabilmemizin nedeni budur. Maddenin temelini oluşturan şeyler iki gruba ayrılır: kuarklardan oluşan hadronlar ve geriye kalanı içeren leptonlar.

Etkileşimler olgusal olarak dört kategoriye ayrılır. Güçlülük sırasına göre: yalnızca hadronlarla etkileşimi olan güçlü nükleer kuvvetler, yüklü hadronlar ve leptonlarla etkileşimde bulunan elektromanyetizm, tüm hadronlar ve leptonlarla etkileşimde bulunan zayıf nükleer kuvvetler ve son olarak, hepsinin en zayıfı olan herşeyle etkileşen kütsel çekim. Etkileşimler Pauli dışlama ilkesine uymayan tam sayı (0,1,2) açısal moment alanlarıyla gösterilirler. Bu onların aynı durumdaki pek çok parçacığa sahip olabilecekleri anlamına gelir. Elektromanyetizm ve kütsel çekim alanında etkileşimler uzun erimlidir. Bunun anlamı çok sayıda madde parçacığının yarattığı alanların hepsinin toplamının makroskopik ölçekte saptanabilecek bir alan oluşturabileceğidir. Bu

yüzden bunlar kendileri için kuramlar geliştirilen ilk kategoriler oldu. 17. yüzyılda Newton tarafından kütsel çekim ve 19. yüzyılda Maxwell tarafından elektromanyetizm kuramları geliştirdi. Ancak bu iki kuram temelde uyumsuzdu. Çünkü Newtoncu kuram tüm sisteme herhangi bir tekbiçimli hız verildiğinde değişmeden kalıyordu. Oysa Maxwell kuramı seçilmiş bir hızı, ışık hızını tanımlıyordu. Sonunda Maxwell kuramının değişmeden kalma özellikleriyle uyumlu hale getirilmesi için bazı değişikliklerin yapılması gerekenin Newtoncu kütsel çekim kuramı olduğu ortaya çıktı. Bu 1915'te formüle edilen Einstein'ın genel görecelik kuramıyla gerçekleştirildi.

Kütsel çekimin genel görecelik kuramı ve elektrodinamiğin Maxwell kuramı klasik teoriler olarak isimlendirilen şeylerdi, yani sürekli değişken olan ve en azından ilke olarak istenen doğrulukta ölçülebilen niceliklerle ilgiliydiler. Ancak bir atom modelini kurmak amacıyla bu tür kuramlar kullanılmaya kalkışıldığında bazı problemler ortaya çıktı. Atomun negatif yüklü bir elektron bulutuyla çevrili pozitif yüklü küçük bir çekirdekten oluştuğu keşfedilmişti. Doğal varsayım, tıpkı Dünya'nın Güneş etrafında bir yörüngede olması gibi elektronların da çekirdek etrafında bir yörüngede bulundukları biçimindeydi. Ancak klasik kuram elektronların elektromanyetik dalgalar yayacağını öngörmektedir. Bu dalgalar enerji götürecekler ve elektronların sarmal biçimde çekirdeğe yaklaşmasına ve sonunda atomun çökmesine neden olacaktıdır.

Bu problem kuşkusuz kuramsal fizikte yüzyılın en büyük başarısı olana kuantum kuramının keşfiyle çözüme kavuşturuldu. Kuantum kuramının temel önermesi Heinsberg belirsizlik ilkesidir. Bu ilke bir parçacığın konumu ve momentini gibi belirli nicelik çiftlerinin aynı anda istenilen doğrulukta ölçülemeyeceğini belirtir. Atom için bunun anlamı şuydu: en düşük enerji düzeyinde bir elektron çekirdekte hareketsiz halde bulunamaz, çünkü o durumda konumu ve hızının çekirdek etrafında bir olasılık dağılımı içinde

belirsizleşmiş olması gerekir. Bu durumda elektron elektromanyetik dalgalar biçiminde enerji yayamaz, çünkü bu dalgaların gidebileceği daha düşük enerji **düzeyi** yoktur.

1920'li ve **1930'lu** yıllarda kuantum mekaniği, atomlar ya da moleküller gibi yalnızca sonlu sayıda serbestlik derecesine sahip sistemlerde başarıyla uygulandı. Ancak sonsuz sayıda serbestlik derecesine (kabaca söylemek gerekirse uzay-zamanın her bir noktası için iki serbestlik derecesine) sahip olan elektromanyetik alana uygulanmaya çalışıldığında bazı zorluklar çıktı. Bu serbestlik dereceleri herbirinin kendi konumu ve momentumu bulunan osi-latörler olarak kabul edilebilir. Bu **osilatörler** hareketsiz durumda olamazlar çünkü o zaman belirli konumları ve momentleri olacaktır. Bunun yerine her bir **osilatör** "sıfır noktası dalgalanmaları" olarak adlandırılan minimum miktarda bir düzensiz değişime ve sıfır olmayan bir enerjiye sahip olmalıdır. Sonsuz sayıda serbestlik derecesinin tümünün enerjileri elektronun görünürdeki kütlesinin ve yükünün sonsuz olmasına yol açacaktır.

1940'lı yılların sonlarında bu zorluğu aşmak amacıyla "yeniden normalleştirme" olarak adlandırılan bir işlem geliştirildi. Bu işlem bazı sonsuz niceliklerin geride sonlu artıklar kalacak şekilde isteğe bağlı olarak çıkarılmasına dayanır. Elektrodinamikte, biri elektronun kütlesi öteki de yükü için böyle iki sonsuz çıkarma işlemi yapmak zorunluydu. Bu yeniden normalleştirme işlemi, hiç bir zaman çok sağlam bir kavramsal ya da matematiksel temele oturtulmamış olmasına karşın, pratikte oldukça iyi sonuç vermiştir. En büyük başarısı, hidrojen atomu tayfındaki bazı çizgilerde küçük bir yer değişikliğinin, Lamb kaymasının kestirimidir. Bununla birlikte eksiksiz bir kuram geliştirme girişimi açısından çok yeterli değildir. Çünkü sonsuz çıkarma işleminden geriye kalan sonlu artıkların değerleri hakkında herhangi bir kestirimde bulunmamaktadır. Böylece elektronun sahip olduğu kütle ve yükün nedenini açıklamak için antropik ilkeye geri dönmek zorunda kalırız.

1950'li ve 1960'lı yıllarda genel olarak zayıf ve güçlü nükleer kuvvetlerin yeniden normalleştirilemeyeceğine inanılıyordu. Bunları sonlu hale getirmek için sonsuz sayıda sonsuz çıkarma işleminin gerekli olacağı düşünülüyordu. Kuram tarafından belirlenmemiş sonsuz sayıda sonlu artık olacaktı. Sonsuz sayıda parametrenin hepsi hiç bir zaman ölçülemeyeceği için böyle bir kuramın hiçbir kestirim gücü bulunmayacaktı. Ancak 1971 'de Gerardt Hooft daha önce Salam ve Weinberg tarafından önerilen elektromanyetik ve zayıf nükleer etkileşimlerin birleşik bir modelinin, gerçekten yalnızca sonlu sayıda sonsuz çıkarma yapılarak yeniden normalleştirilebileceğini gösterdi. Salam-Weinberg kuramında elektromanyetik etkileşimi taşıyan spin-1 parçacığı fotona W^+ , W^- ve Z olarak adlandırılan öteki, üç spin--1 eş katılır. Çok yüksek enerjilerde bu dört parçacığın tümünün benzer biçimde davranacağı öngörülür. Ancak daha düşük enerjilerde, W^+ , W^- , Z 'in çok kütleli olmalarına karşın fotonun sıfır hareketsizlik kütlesine sahip olmasını açıklayabilmek için "kendiliğinden simetri kırılması" olarak adlandırılan bir olgu kullanılır. Bu kuramın düşük enerji öngörülleri, gözlemlerle dikkate değer ölçüde iyi bir uyum göstermiştir ve bu da 1979 yılında İsveç Akademisi'nin Salam, Weinberg ve benzer birleşik kuramlar oluşturan Sheldon Glashow'a Fizik Nobel Ödülü vermesine yol açmıştır. Ancak Glashow kendisi foton tarafından taşınan elektromanyetik kuvvetlerle W^+ , W^- , Z tarafından taşınan zayıf kuvvetler arasındaki birleşmenin gerçekten olduğu yerde teoriyi test edecek kadar yüksek enerjili parçacık hızlandırıcılarına henüz sahip olmadığımız için Nobel Komitesi'nin gerçekte sonucundan emin olunmayan bir işe giriştiğini ileri sürdü. Yeterli güçteki hızlandırıcılar birkaç yıl içinde hazır olacak. Fizikçilerin çoğu bu hızlandırıcıların

(*) Aslında W ve Z parçacıkları 1983 yılında Cenevre'de CERN laboratuvarında gözlemlenmişler ve 1984 yılında bu keşfi yapan ekibe önderlik eden Carlo Rubbia ve Simon van der Meere'e Nobel ödülü verilmiştir. Bir ödülü kaçıran kişi Hooft olmuştur.

Salam-Weinberg kuramını(*) doğrulayacağından emindir.

Salam-Weinberg kuramının başarısı benzer bir yeniden normalleştirilebilir güçlü etkileşimler kuramının araştırılmasına yol açtı. Protonun ve pi meson gibi diğer hadronların gerçek temel parçacıklar olmayacağı, bunların kuark olarak adlandırılan başka parçacıkların bağlı durumları olmaları gerektiği çok önceden kavranmıştı. Bunlar tuhaf bir özelliğe sahip görünmektedirler. Kuarklar bir hadron içinde oldukça serbest hareket edebilmektedirler; ama kendi başına yalnızca bir kuark elde etmenin olanaksız olduğu görülüyor. Her zaman üçlü gruplar halinde (proton ya da nötron gibi) ya da bir kuark ve antikuarktan oluşan çiftler halinde (pi meson gibi) bulunuyorlar. Bunu açıklamak için kuarklara renk denen bir sıfat yakıştırılır. Bunun normal olarak algıladığımız renklerle bir ilgisi olmadığı önemle belirtilmelidir, kuarklar görünebilir ışıktaki görünmeyecek kadar küçüktür. Bu yalnızca kullanışlı bir adlandırmadır. Bu düşünceye göre kuarklar kırmızı, yeşil ve mavi renktedir. Ama bir hadron gibi ayrı bir bağlı durumun ya proton gibi kırmızı, yeşil ve mavinin bir karışımı ya da pi meson gibi kırmızı ve antikırmızı, yeşil ve antiyeşil ve mavi ve antimavinin bir karışımı olarak renksiz olmaları zorunludur.

Kuarklar arasındaki güçlü etkileşimlerin zayıf etkileşimi taşıyan parçacıklara oldukça benzeyen ve gluonlar olarak adlandırılan Spin-1 parçacıkları ile taşındığı kabul ediliyor. Gluonlar da renk taşırlar. Gluonlar ve kuarklar kuantum kromodinamiği ve kısaca QCD olarak adlandırılan yeniden normalleştirilebilir bir kurama uyarlar. Yeniden normalleştirme işleminin bir sonucu olarak kuramın birleştirme değişmezi ölçüldüğü enerjiye bağlıdır ve çok yüksek enerjilerde sıfıra iner. Bu olgu asimptotik serbestlik olarak bilinir. Bunun anlamı bir hadron içindeki kuarkların hemen hemen yüksek enerji çarpışmalarındaki serbest parçacıklar gibi davrandıklarıdır. Böylece perturbasyonları perturbasyon kuramıyla ele alınabilir. Perturbasyon kuramının öngörülleri gözlemlerle anlaşılır bir niteliksel uyum içindedir. Ama henüz kimse bu kuramın deneysel

olarak doğrulandığını ileri süremez. Düşük enerjilerde etkili birleştirme değişmezi çok büyük ve perturbasyon kuramı artık işlemez. Bu "kızıl ötesi köleliğin" kuarkların niçin her zaman renksiz bir bağlı durumda olduğunu açıklayacağı umulmaktadır. Ama şimdilik kimse bunu gerçekten inandırıcı bir biçimde gösterememiştir.

Güçlü etkileşimler için yeniden normalleştirilebilir bir kuram, zayıf ve elektromanyetik etkileşimler için de başka bir kurama sahip olduktan sonra bu iki kuramı birleştirecek bir kuramı aramak doğaldır. Böyle kuramlara "büyük birleşik kuramlar" (Grand Unified Theories) veya GUT'ler gibi oldukça abartılı isimler verilir. Bu çok yanıltıcıdır. Çünkü bunlar ne o kadar büyük, ne tamamen birleşik ne de tam kuramlardır. Hepsi de birleştirme değişmezleri ve kütleler gibi bazı belirlenmemiş yeniden normalleştirme parametrelerine sahiptir. Yine de tam bir birleşik kurama doğru önemli bir adım olabilirler. Temel fikir güçlü etkileşimlerin düşük enerjilerde yüksek olan etkili birleştirme değişmezinin, asimptotik serbestlik yüzünden yüksek enerjilerde derece derece azaldığıdır. Öte yandan Salam-Weinberg kuramının düşük enerjilerde küçük olan etkili birleştirme değişmezi, bu kuramın asimptotik olarak serbest olmaması yüzünden, yüksek enerjilerde derece derece artmaktadır. Eğer birleştirme değişmezlerinin düşük enerjideki artma ve azalma hızlarında bilinene dayanarak bilinmeyen tahmin işlemi yapılırsa iki birleştirme değişmezinin

yaklaşık 10^{15} GeV'luk bir enerjide eşit hale geldiği görülür. Bu kuramlar bu enerjinin üzerinde güçlü etkileşimlerin zayıf ve elektromanyetik etkileşimlerle birleştiğini ama daha düşük enerjilerde kendiliğinden simetri kırılmasının gerçekleştiğini öne sürerler.

10^{15} GeV'luk bir enerji herhangi bir laboratuvar ekipmanının kapasitesinin ötesindedir. Günümüzdeki parçacık hızlandırıcıları yaklaşık 10 GeV'luk kütle merkezi enerjileri üretebiliyor. Gelecekte kurulacak olanlar ise 100 GeV'luk ya da ona yakın enerji üretecekler. Bu düzey Salam-Weinberg kuramına göre **elekt-**

romanyetik kuvvetlerle zayıf kuvvetlerin birleşik hale gelmesi gerektiği enerji aralığını incelemek için yeterlidir. Ancak zayıf ve elektromanyetik etkileşimlerin kuvvetli etkileşimlerle birleşeceğinin öngörüldüğü çok yüksek enerji düzeyleri için yeterli değildir. Bununla birlikte büyük birleşik kuramların laboratuvarında denenebilir düşük enerji

öngörülleri bulunabilir. Örneğin, kuramlar protunun tamamen kararlı olmadığını ve 10^{31} yıl gibi bir sürenin sonunda

bozunacağını öngörür. Yaşam süresi üzerine mevcut deneysel alt sınır yaklaşık 10^{26} yıldır ve bunu geliştirmek olanaklı olmalıdır.

Başka bir gözlenebilir kestirim Evren'deki baryonların fotonlara oranıyla ilgilidir. Fizik yasaları parçacıklar ve antiparçacıklar için aynı görünmektedir. Daha kesin bir şekilde söylenecek olursa, bu yasalar parçacıklar karşıparçacıklarla, sağ yönlüler sol yönlülerle değiştirildiğinde ve tüm parçacıkların hızları ters yöne çevrildiğinde aynı kalmaktadır. Bu CPT teoremi olarak bilinir ve herhangi bir akla uygun kuramda bulunması gereken temel varsayımların bir sonucudur. Öte yandan Dünya ve gerçekte tüm Güneş Sistemi, herhangi bir antiproton ya da antinötron içermeksizin proton ve nötronlardan oluşmuştur. Gerçekte parçacıklar ve antiparçacıklar arasındaki bu dengesizlik, varoluşumuzun bir başka önkoşuludur. Çünkü eğer Güneş Sistemi parçacık ve antiparçacıkların eşit bir karışımından oluşsaydı, bunların hepsi geriye yalnızca radyasyon bırakarak birbirlerini yokedeceklerdi. Bu tür bir imha radyasyonunun yokluğunu dikkate alarak galaksimizin antiparçacıklar yerine tamamen parçacıklardan oluştuğu sonucuna varabiliriz. Öteki galaksiler için doğrudan kanıtlara sahip değiliz ama onların da parçacıklardan oluştuğu ve bir bütün olarak Evren'de parçacıkların antiparçacıklardan her 10^8 fotonda bir parçacık daha fazla olduğu görülmektedir. Bu antropik ilkeyle açıklanmaya çalışılabilir ama büyük birleşik kuramlar gerçekte bu dengesizliği açıklamaya yarayan bir mekanizmayı sağlarlar. Tüm etkileşimlerin C (parçacıkların antiparçacıklarla yer değiştirmesi).

P (sağ yönlülerin sol yönlülerle değişimi), ve T (zamanın yönünün tersine çevrilmesi) bileşimi altında değişmez görünmesine karşın, yalnız T altında değişmez olmayan etkileşimlerin bulunduğu bilinmektedir. Genişlemenin verdiği çok belirgin bir zaman okunun bulunduğu en erken evren döneminde bu etkileşimler antiparçacıklardan daha fazla sayıda parçacık üretebilirdiler. Ancak sayıları modele çok bağımlı olduğundan gözlemle uyum büyük birleşik kuramların bir doğrulanması olmaktan uzaktır.

Şimdiye kadar sarfedilen çabaların çoğu, fiziksel etkileşimlerin ilk üç kategorisinin, güçlü ve zayıf nükleer kuvvetler ve elektromanyetizmin birleştirilmesine yöneltilmişti. Dördüncü ve sonuncusu, kütle çekim ihmal edilmiştir. Bunun haklı bir nedeni, kütle çekim etkisinin çok zayıf olmasıdır. Kuantum kütle çekim etkileri ancak herhangi bir parçacık hızlandırıcısında görülebilenlerin ötesindeki parçacık enerjilerinde büyük olabilecektir. Başka bir neden, kütle çekimin yeniden normalleştirilebilir görünmemesidir. Sonlu sayıda yanıtlar elde etmek için, sonsuz sayıda belirlenmemiş sonlu artık veren sonsuz çıkarma yapılması gerekebilir. Ancak tamamen birleşik bir kuram elde edilecekse, kütle çekim de buna dahil edilmek zorundadır. Ayrıca klasik genel görecelik kuramı kütle çekim alanının sonsuz derecede güçlü olduğu uzay-zaman tekilliklerinin varlığını öngörüyor. Bu tekillikler, geçmişte Evren'in şimdiki genişlemesinin başlangıcında (Büyük Patlamada) vardı ve gelecekte de yıldızların ve büyük olasılıkla Evren'in kendisinin çöküşünde bulunacaktır. Tekillik öngörülleri klasik kuramın çökeceğine işaret eder görünüyor. Ancak kütle çekim alanının kütle çekim kuantum etkilerinin önem kazanmasını sağlayacak derecede güçlenmesine kadar klasik kuramın çökmesi için bir neden görünmüyor. Bu nedenle, eğer Evren'in ilk zamanlarını tanımlamak ve yalnızca antropik ilkeye başvurmanın ötesinde başlangıç koşulları için bazı açıklamalar getirmek istiyorsak kütle çekimin kuantum kuramı

zorunludur.

Böyle bir kuram ayrıca "zaman gerçekten bir başlangıca ve belki klasik genel görecelik kuramının öngördüğü gibi bir sona sahip mi?" ya da "Büyük patlama ve Büyük Çatırtı'daki tekillikler bir şekilde kuantum etkileriyle mi oluşuyor?" gibi sorulara yanıt bulabilmek için de gereklidir. Uzay ve zamanın kendi yapılarının da belirsizlik ilkesine tabi olduğunu düşündüğümüzde, bu soru iyi tanımlanmış bir anlam vermenin çok zor olacağı bir sorudur. Kişisel görüşüm, belirli bir matematiksel anlamda onları geçerek zamana devam edilebilirse de, tekilliklerin büyük olasılıkla hala varolduklarıdır. Ancak bilinç yada ölçme yeteneğiyle ilişkili öznel, zaman kavramı bir sona ulaşacaktır.

Kütle çekimin kuantum kuramının elde edilmesi ve onunla öteki üç kategorideki etkileşimlerin birleştirilmesi konusunda beklenen nedir? En büyük umut genel göreceliğin süper kütle çekim olarak adlandırılan bir uzantısında yatıyor görünmektedir. Bunda kütle çekim etkileşimini taşıyan spin-2 parçacığı gravitonun, süpersimetri dönüşümleri kanalıyla bazı düşük spinli başka alanlarla bağlantısı vardır. Böyle bir kuram, yarım-tam sayılı spin parçacıklarıyla temsil edilen "madde" ile tamsayı spin parçacıklarıyla temsil edilen "etkileşimler" arasındaki eski ikiye bölme işlemini ortadan kaldırdığı için daha üstündür. Onun bir başka büyük üstünlüğü de kuantum kuramında ortaya çıkan çok sayıda sonsuzluğun birbirini yok etmesidir. Ancak herhangi bir sonsuz çıkarma olmaksızın sonlu olan bir kuram verecek şekilde hepsinin birbirini götürüp götürmedikleri henüz bilinmemektedir. Öyle oldukları umuluyor, çünkü kütle çekimi kapsayan kuramların ya sonsuz ya da yeniden normalleştirilemez oldukları gösterilebilir, yani herhangi bir sonsuz çıkarma yapmak zorunluysa, bunu karşılık gelen sonsuz sayıda belirlenmemiş kalanla sonsuz sayıda yapmak zorunlu olacaktır. Böylece süper kütle çekimdeki tüm sonsuzlukların birbirlerini yokettiği ortaya çıkarsa biz yalnızca tüm madde parçacıkları ve etkileşimlerini tamamen birleştirmekle kalmayan, ama aynı zamanda belirlenmemiş herhangi bir yeniden

normalleştirme parametresinin kalmamış olması anlamında tam bir kurama sahip olabiliriz.

Kütle çekimi öteki fiziksel etkileşimlerle birleştiren kuram bir yana, henüz uygun bir kuantum kütle çekim kuramına da sahip değilssek de, onun taşınması gereken bazı özellikler hakkında bir fikrimiz var. Bunlardan biri, kütle çekimin uzay-zamanın nedensel yapısını etkilemesiyle ilgilidir; yani kütle çekim hangi olayların birbiriyle nedensel olarak bağlantılı olabileceğini belirler. Klasik genel görecelik kuramında bunun bir örneği, kütle çekim alanının herhangi bir ışık ya da başka sinyali geriye içine doğru çekecek ve dışarı çıkarmayacak kadar güçlü olduğu bir uzay-zaman bölgesi olan karadeliklerdir. Karadelğin yakınındaki yoğun kütle çekim alanı, bir karadeliğe düşen, öteki sonsuzluğa kaçan parçacık ve antiparçacık çiftlerinin yaratılmasına neden olur. Kaçan parçacık karadelik tarafından yayılmış görünür. Karadelikten belirli bir uzaklıktaki bir gözlemci yalnızca dışarı giden parçacıkları ölçebilir ve deliğin içine düşenleri gözleyemediği için onlarla dışarı gidenler arasında ilişki kuramaz. Bu, dışarı giden parçacıkların belirsizlik ilkesine konu olanın ötesinde daha yüksek bir rastgelelik ve kestirilemezlik düzeyine sahip oldukları anlamına gelir. Normal durumlarda belirsizlik ilkesi bir parçacığın ya konumu ya hızı ya da konumu ile hızının bir birleşimi hakkında kesin bir kestirimde bulunulabileceği anlamına gelir. Böylece kabaca söylersek, insanın kesin öngörülerde bulunma yeteneği yarıya iner. Ancak bir karadelikten yayılan parçacıklar durumunda, karadelğin içinde neler olduğunu kimsenin gözleyememesi, yayılan parçacıkların ne konumu ne de hızı hakkında kesin bir kestirimde bulunulamayacağı anlamına gelir. Yapılabilecek tek şey, parçacıkların belirli modlarda yayılma olasılıklarını vermektir.

Bu nedenle, öyle görüyor ki bir birleşik kuram bulsak bile belki yalnızca istatistiksel öngörülerde bulunabileceğiz. Ayrıca gözlediğimiz tek bir evrenin var olduğu düşüncesinden de vazgeçmek zorunda kalacağız. Onun yerine içinde bir olasılık da-

ğılımıyla mümkün tüm evrenlerin bir topluluğunun bulunduğu bir resim kabul etmek zorunda kalacağız. Bu Evren'in niçin Büyük Patlamada hemen hemen mükemmel bir ısı dengede başladığını

açıklayabilir. Çünkü ısı denge en büyük sayıda mikroskopik düzenleniş ve bu nedenle de en büyük olasılığa karşılık gelecektir. Voltair'in filozofu Pangloss'u tekrarlarsak: "Tüm olanaklı dünyaların en olası olanında yaşıyoruz".

Çok uzak olmayan gelecekte tam bir birleşik kuram bulmamız konusunda beklentiler nelerdir? Gözlemlerimizi daha küçük ölçeklere ve daha yüksek enerjilere her yöneltişimizde yeni yapı katmanları keşfettik. Bu yüzyılın

başında, 3×10^{-2} eV'luk tipik bir enerji parçacığıyla yapılan Brown hareketinin keşfi maddenin sürekli olmadığını, atomlardan oluştuğunu ortaya koydu. Ondan kısa bir süre sonra da, bu bölünemez olarak görülen atomların birkaç elektron-voltluk enerjileriyle bir çekirdek etrafında dönen elektronlardan oluştuğu bulundu. Daha sonra sırasıyla

çekirdeğin temel parçacıklar olarak adlandırılan proton ve nötrondan oluştuğu ve bunların 10^6 eV'luk nükleer

bağlarla birarada tutulduğu anlaşıldı. Bu öykünün en son bölümü proton ve nötronun 10^9 eV'luk bağlarla birarada bağlı tutulan kuarklardan oluştuğunu bulmamızdır. Kuramsal fizikte şimdiden büyük bir yol almış olmamızın kefareti ise, sonuçlarını önceden göremediğimiz bir deneyi gerçekleştirilebilmek için çok büyük makinaların ve önemli miktarda paranın gerekli hale gelmesidir.

Geçmiş deneyimiz, gittikçe yükselen enerjilerde sonsuz bir yapı katmanları dizisi bulunduğunu düşündürebilir. Gerçekten buna benzer sonsuza kadar giden kutu içinde kutu görüşü, Çin'de Dörtlü Çete döneminde resmi

doğmaydı. Ancak kütle çekim yalnızca 10^{-33} cm gibi çok küçük bir uzunluk ölçeğinde ya da 10^{28} eV gibi çok yüksek bir enerji düzeyinde de olsa bir sınır sağlıyor görünmektedir. Bundan küçük uzunluk ölçeklerinde, uzay-zamanın düzgün süreklilik davranışını bırakacağı ve kütle çekim alanının kuantum dalgalanmaları yüzünden köpüğe benzeyen bir yapı kazanacağı beklenir.

Şimdiki yaklaşık 10^{16} eV'luk deneysel sınırimı/, ile kütle çekim için kritik enerji olan 10^{28} eV'luk dikey arasında henüz keşfedilmemiş çok büyük bir bölge vardır. Büyük birleşik kuramların yaptığı gibi bu çok büyük aralıkla yalnızca bir ya da iki yapı katmanı olduğunu düşünmek sallık olarak görünebilir. Ancak iyimser olmak için nedenler vardır. Şu anda, en azından, kütle çekimin öteki fiziksel etkileşimlerle yalnızca bir süper kütle çekim kuramı içinde birleştirilebileceği görülmektedir. Böyle kuramların sınırlı sayıda olacağı görülüyor. Özellikle, bu tür kuramların en büyüğü. $N=8$ genişletilmiş süper kütle çekim olarak adlandırılan kuram vardır. Bu. bir graviton. gravitino olarak adlandırılan sekiz spin-3/2 parçacığı, yirmi sekiz spin-1 parçacığı, elli altı spin-1/2 parçacığı ve yetmiş spin 0 parçacığı içeriyor. Bu kadar büyük sayılar güçlü ve zayıf etkileşimlerde gözlemler gördüğümüz tüm parçacıkları açıklamaya yetecek büyüklükte değildir. Örneğin $N=8$ kuramı yirmi sekiz spin-1 parçacığına sahiptir. Bunlar güçlü etkileşimleri taşıyan gluonları ve zayıf etkileşimleri taşıyan dört parçacıktan ikisini açıklamak için yeterlidir. Ama öteki ikisi için yetersizdir. Bu nedenle gluonlar ya da kuarklar gibi gözlemlenen parçacıkların bir çoğunun ya da çoğunluğunun gerçekte o anda göründükleri gibi temel parçacıklar olmadığına ve temel $N=8$ parçacıklarının bağlı durumları olduğuna inanmak zorunlu olacaktır. Görülebilir bir gelecekte ya da şimdiki ekonomik eğilimlere bakarak değerlendirdiğimizde hiç bir zaman, bu bileşik yapıları incelemeye yetecek güçte hızlandırıcılara sahip olabilmemiz pek olası değil. Yine de. bu bağlı yapıların iyi tanımlanmış $N=8$ kuramından çıkmış olmaları şimdi ya da yakın gelecekte ulaşılabilir enerjilerde denenebilecek bazı kestirimlerde bulunmamıza olanak sağlayacaktır. Böylece bu durum elektromanyetizm ile zayıf etkileşimleri birleştiren Salam-Weinberg kuramının durumuna benzeyebilir. Bu kuramın düşük enerji öngörülleri gözlemler o kadar uyum içindedir ki. birleşmenin gerçekleşeceği enerjiye henüz ulaşmadığımız halde kuram genel olarak kabul edilmektedir.

Evren'i tanımlayan kuramda çok ayırt edici bir şey olmalıdır. Öteki kuramlar yalnızca bulanların akıllarında var olurken bu kuram niçin yaşam kazanıyor? N=8 süper kütleli çekim kuramı, özgün olacak bazı niteliklere sahiptir. Bu kuramın

1-Dört boyutlu olan 2-Kütleli çekimi içeren

3-Herhangi bir sonsuz çıkarma olmadan sonlu olan tek teori olabileceği anlaşılıyor.

Parametresiz tam bir kurama sahip olacaksak üçüncü özelliğin zorunlu olduğunu belirtmiş bulunuyorum. Ancak antropik ilkeye başvurmaksızın birinci ve ikinci özellikleri açıklamak zordur. Birinci ve üçüncü özellikleri sağlayan ama kütleli çekimi içermeyen tutarlı bir kuramın olabileceği görülüyor. Ancak böyle bir evrende karmaşık yapıların gelişimi için büyük olasılıkla zorunlu olan maddenin büyük kümeler halinde biraraya toplanmasını sağlayacak çekim kuvvetleri bakımından muhtemelen bu yeterli olmayacaktır. "Uzay-zaman neden dört boyutlu olmalı?" sorusu, normal olarak fiziğin alanı dışında olduğu düşünülen bir sorudur. Bununla birlikte onun için de uygun bir antropik ilke tezi vardır. İkisi uzay ve biri zaman olmak üzere üç uzay-zaman boyutunun herhangi bir karmaşık organizma için yetersiz olduğu açıktır. Öte yandan eğer üçten fazla uzay boyutu olsaydı, gezegenlerin Güneş etrafındaki veya elektronların çekirdek etrafındaki yörüngeleri kararsız olacak ve içeriye doğru sarmallar çizmeye eğilim gösterecekti. Geriye birden fazla zaman boyutunun bulunması olasılığı kalıyor ama böyle bir evreni imgelemenin çok zor olduğunu düşünüyorum.

Şimdiye kadar dolaylı olarak en temel kuram niteliğinde bir kuramın varlığını kabul ettim. Ama gerçekte var mı? En azından üç olasılık görünüyor;

1-Tam bir birleşik kuram var.

2-En temel kuram niteliğinde bir kuram yoktur ama zincirin yeterince aşağısında bir teorelin alınmasıyla herhangi bir özel göz-

lemler sınıfı hakkında kestirimde bulunulabilen sonsuz bir teoriler dizisi vardır.

3-Bir kuram yok. Gözlemler belirli bir noktanın ötesinde tanımlanamaz ya da kestirilemez, gelişigüze'dirler.

Üçüncü görüş onyedinci ve onsekizinci yüzyılların bilim adamlarına karşı kullanılan bir tez olarak ileri sürüldü. "Bilim adamları Tanrı'nın fikrini değiştirme özgürlüğünü azaltacak yasaları nasıl formüle edebilirlerdi?". Ama yaptılar ve oldu. Modern zamanlarda üçüncü olasılığı planımızın içine katarak tamamen yok ettik: kuantum mekaniği temel olarak bilmediklerimizin ve kestirimde bulunamadıklarımızın bir kuramıdır.

İkinci olanak gittikçe yükselen enerjilerde sonsuz bir yapılar dizisi resmine karşılık gelir. Daha önce de

belirttiğim gibi bu olanaksız görülüyor. Çünkü 10^{28} eV'luk Planck enerjisinin bir sınırı olacağı düşünülmektedir. Bu durumda geriye birinci olanak kalıyor. Şu anda N=8 süper kütleli çekim kuramı, görünen tek adaydır(*) . Ama gelecek birkaç yıl içinde bu kuramın iyi olmadığını gösterme olanağına sahip can alıcı hesaplamalar geliştirebiliriz. Eğer teori bu testleri aşarsa, kestirimlerde bulunmamızı sağlayacak hesaplama yöntemleri geliştirmemizden ve yerel fiziksel yasaların yanısıra Evren'in ilk koşullarını açıklayabilmemizden önce muhtemelen daha birkaç yıl geçmesi gerekecektir. Bunlar gelecekteki yaklaşık yirmi yıllık dönemde kuramsal fizikçiler için önemli problemler olacaktır. Fakat biraz alarmlı bir notla bitirirsek, ondan

(*) Süper kütleli çekim teorileri 1, 2 ve 3 özelliklerini taşıyan tek parçacık teorileri gibi görünüyor, fakat bu yazının yazılışından beri süpersicim teorileri denen teorilere yönelik büyük bir ilgi dalgası yükselmiştir. Bunlarda temel nesneler nokta parçacıklar değil küçük sicim döngüleri gibi uzatılmış nesnelerdir. Burada fikir

bize bir parçacık olarak görünen şeyin bir döngüdeki bir titreşim olduğudur. Bu süpersicim teorileri düşük enerji sınırında süper kütleli çekime indirgenir görünüyorlar, fakat şimdiye kadar süpersicim teorisinden deneysel olarak test edilebilir kestirimler elde etmede çok az başarı sağlanmıştır.

daha fazla zaman olmayabilir. Şimdiki durumda bilgisayarlar araştırmalarımızda yararlı bir yardımcıdır, ama insan aklıyla yönetilmeleri zorunludur. Ancak son yıllardaki hızlı gelişmelerini temel alınarak gelecek için tahminde bulunulursa kuramsal fiziği tümüyle ele geçirmelerinin çok mümkün olduğu görülür. Bu nedenle belki kuramsal fizik için değil, ama kuramsal fizikçiler için son yakındır.

EINSTEININ RÜYASI(*)

Yirminci yüzyılın ilk yıllarında iki yeni teori uzay ve zaman ile gerçeğin kendisine ilişkin düşünüş şeklimizi tamamen değiştirdi. Yetmiş beş yıldan fazla bir zaman sonra hala onların sonuçları üzerinde çalışmakta ve onları Evren'deki herşeyi tanımlayacak birleşik bir teori halinde birleştirmeye uğraşmaktayız. Bu iki teori genel görecelik teorisi ve kuantum mekaniğidir. Genel görecelik kuramı uzay ve zamanla ve onların büyük bir ölçekte Evren'deki madde ve enerji tarafından nasıl eğrildikleri veya büküldükleri ile ilgilenir. Diğer taraftan kuantum mekaniği ise çok küçük ölçeklerle uğraşır.

(*) Temmuz 1991'de Tokyo'da NTT Data Communications Systems Corporation Paradigm Session'da yapılan bir konuşma

Onun içinde, bir parçacığın konum ve hızının aynı anda hiç bir zaman kesin olarak ölçülemeyeceğini söyleyen, belirsizlik ilkesi yer alır. Birini daha hassas olarak ölçtükçe diğerini daha az hassas olarak ölçersiniz. Her zaman bir belirsizlik veya şans unsuru vardır ve bu küçük ölçekte maddenin davranışını temel bir şekilde etkiler. Genel görecelik hemen hemen tek başına Einstein'ın işiydi ve Einstein kuantum mekaniğinin gelişiminde de önemli bir rol oynadı. Kuantum mekaniği hakkındaki duygularını şu cümlede özetlemiştir: "Tanrı zar atmaz". Fakat tüm kanıtlar Tanrı'nın uslanmaz bir kumarbaz olduğunu ve mümkün olan her vesileyle zar attığını göstermektedir.

Bu yazıda bu iki teorinin ardındaki temel fikirleri ve Einstein'ın kuantum mekaniğinden neden huzursuz olduğunu aktarmaya çalışacağım. Aynı zamanda, bu iki teori birleştirilmeye çalışıldığında gerçekleşecekmiş gibi görünen dikkate değer şeylerin bazılarını da anlatacağım. Bunlar, zamanın kendisinin yaklaşık on beş milyar yıl önce bir başlangıcı olduğunu ve gelecekte bir noktada sonunun gelebileceğini göstermektedir. Ama bir başka tür zamanda Evren'in hiç sınırı yoktur. O ne yaratılır, ne de yok edilir. O yalnızca vardır.

Görecelik kuramıyla başlayacağım. Ulusal yasalar yalnızca bir ülke içinde geçerlidir, fakat fizik yasaları İngiltere'de, Birleşik Devletlerde ve Japonya'da aynıdır. Bu yasalar aynı zamanda Mars'ta ve Andromeda galaksisinde de aynıdır. Yalnızca bu kadar değil, hangi hızla hareket ediyorsanız edin, bu yasalar aynıdır. Bu yasalar hızlı trende veya bir jet uçağında neyse yerde duran birisi için de aynıdır. Aslında kuşkusuz yeryüzünde hareketsiz olan biri bile Güneş etrafında saniyede 18.6 mil (30 kilometre) hızla hareket etmektedir. Güneş de galaksi etrafında saniyede yüzlerce kilometre hızla hareket etmektedir vb. Yine de, tüm bu hareketler fiziğin yasaları için bir fark yaratmaz, bunlar tüm gözlemciler için aynıdır.

Sistemin hızının bağımsızlığı, ilk olarak güller veya gezegenler gibi nesnelerin hareket yasalarını geliştiren Galile tarafından keşfedildi. Ancak insanlar gözlemcinin hızının ba-

ğımsızlığını, ışığın hızını yöneten yasaları da kapsayacak şekilde genişletmeye çalıştıklarında bir problem ortaya çıktı. On sekizinci yüzyılda ışığın kaynaktan gözlemciye anında ulaşmadığı, onun yerine belli bir hızla, yaklaşık olarak saniyede 186.000 mil (300.000 kilometre) hızla gittiği keşfedilmişti. Fakat bu hız neye göre idi? Uzayda ışığın geçtiği bir ortam olması gerektiği anlaşılıyordu. Bu ortama

esir dendi. Işık dalgalarının esirden saniyede 186.000 mil hızla geçtiği düşünülüyordu, bu da esire göre hareketsiz olan bir gözlemcinin ışığın hızını saniyede 186.000 mil olarak ölçeceği, fakat esirde hareket halindeki bir gözlemcinin daha yüksek veya daha düşük bir hız ölçeceği anlamına geliyordu. Özel olarak, yeryüzü ,Güneş etrafındaki yörüngesinde esirde hareket ederken ışığın hızının değişmesi gerektiğine inanılıyordu. Ancak 1887 yılında Michelson ve Morley tarafından yapılan dikkatli bir gözlem ışığın hızının her zaman aynı olduğunu gösterdi. Gözlemci hangi hızla ilerliyor olursa olsun, her zaman ışığın hızını saniyede 186.000 mil olarak ölçecekti.

Bu nasıl doğru olabilir? Farklı hızlarda hareket eden gözlemcilerin hepsi ışığı aynı hızda nasıl ölçebilirler? Bunun yanıtı, eğer uzay ve zaman konusundaki normal fikirlerimiz geçerliyse, ölçemeyecekleridir. Ancak 1905 yılında yazdığı ünlü bir yazıda Einstein evrensel zaman fikrini bırakırlarsa böyle gözlemcilerin hepsinin aynı ışık hızını ölçebileceklerine işaret etmiştir. Herbiri yanında taşıdığı bir saatle ölçülen, kendi bireysel zamanına sahip olacaktır. Bu farklı saatler tarafından ölçülen zamanlar, eğer birbirine göre yavaş hareket ediyorsa, hemen hemen tam olarak uyuşacaktır fakat eğer saatler yüksek hızla hareket ediyorsa farklı saatler tarafından ölçülen zamanlar önemli ölçüde farklı olacaktır. Bu etki gerçekten yerdeki bir saatle ticari bir uçaktaki saati kıyaslayarak gözlemlenmiştir; uçaktaki saat yerdeki saate kıyasla biraz daha yavaş çalışır. Ancak normal yolculuk hızlarında saatlerin hızları arasındaki farklar çok küçüktür. Yaşamınıza bir saniye eklemek için Dünya etrafında dört yüz milyon defa do-

laşmanız gerekir; bu arada uçakda verilen yemekler ömrünüzün çok daha (azla) kısılmasına yol açacağını da unutmayın.

Kendi bireysel zamanlarına sahip olmak, farklı hızlarda yolculuk yapan insanların ışık hızını aynı ölçmelerini nasıl doğurur? Bir ışık sadmesinin hızı onun iki olay arasında yol aldığı uzaklığın olaylar arasındaki zaman aralığına bölünmesiyle bulunur. (Bu anlamda bir olay uzayda tek bir noktada, zamanda belirli bir noktada olan bir şeydir). Farklı hızlarda hareket eden insanlar iki olay arasındaki uzaklık konusunda görüş birliği içinde olmayacaktır. Örneğin bir karayolundan aşağı inen bir arabanın hızını ölçersem, onun yalnızca bir kilometre ilerlemiş olduğunu düşünebilirim, fakat Güneş üzerindeki biri için o yaklaşık 1800 kilometre ilerlemiştir, çünkü araba yoldan inerken yeryüzü hareket etmiş olacaktır. Farklı hızlarda hareket eden insanlar olaylar arasında farklı uzaklıklar ölçtüklerinden, ışığın hızı konusunda görüş birliğine varmaları için aynı zamanda farklı zaman aralıkları ölçmüş olmaları gerekir.

Einstein'ın o ünlü 1905 yazısında önerdiği orijinal görecelik teorisi şimdi bizim özel görecelik teorisi diye isimlendirdiğimiz şeydir. Bu teori nesnelerin uzay ve zamanda nasıl ilerlediklerini tanımlar. Bu teori zamanın kendi başına var olan evrensel bir nicelik olmadığını gösterir. Onun yerine, gelecek ve geçmiş yalnızca uzay-zaman olarak isimlendirilen bir şey içinde yukarı ve aşağı, sol ve sağ, ileri ve geri gibi yönlerdir. Zamanda yalnızca gelecek yönünde ilerleyebilirsiniz, fakat ona biraz açılı **gidebilirsiniz**. Bu nedenle zaman farklı hızlarda geçebilir.

Özel görecelik teorisi zamanı uzayla birleştirmiştir, fakat uzay ve zaman hala içinde olayların olduğu sabit bir arkaplandır. Uzay-zaman içinde farklı yollardan gitmeyi seçebilirsiniz fakat yaptığınız hiçbir şey uzay ve zamanın arkaplanında değişiklik yapamaz. Ancak Einstein 1915 yılında genel görecelik kuramını formüle ettiğinde tüm bunlar değişti. Einstein kütle çekimin yalnızca değişmez uzay-zaman arkaplanı içinde çalışan bir kuvvet

olmadığı şeklindeki devrimci **fikre** sahipti. Kütle çekim, uzay-zamanın içindeki kütle ve enerjinin neden olduğu bir bükülmeydi. Güller ve gezegenler gibi nesneler uzay-zamanda doğru bir çizgide hareket etmeye çalışırlar, fakat uzay zaman düz olmayıp bükülür. eğrilmiş olduğu için yolları bükülmüş görünür. Yeryüzü uzay-zamanda düz bir çizgide hareket etmeye çalışmaktadır, fakat Güneş'in kütlesinin yarattığı uzay-zamanın eğriliği onun güneş etrafında bir daire içinde gitmesine yol açar. Benzer şekilde. ışık düz bir çizgide ilerlemeye çalışır, fakat uzay-zamanın Güneş'in etrafındaki eğriliği, uzak yıldızlardan gelen ışığın. Güneş'in yakınından geçmesi durumunda, bükülmesine yol açar. Normal olarak, gökyüzünde Güneş'le hemen hemen aynı yönde olan yıldızları görmek mümkün değildir. Ancak Güneş ışığının büyük kısmının ay tarafından engellendiği bir güneş tutulması

sırasında, bu yıldızlardan gelen ışık gözlemlenebilir. Einstein genel görecelik kuramını, koşulların bilimsel gözlemler için uygun olmadığı, I. Dünya Savaşı sırasında yarattı; fakat savaştan hemen sonra İngiltere'de yapılan bir araştırmada 1919 yılının güneş tutulması gözlemlendi ve genel görecelik kuramının kestirimleri doğrulandı : uzay-zaman düz değildir, fakat içindeki madde ve enerjiyle eğrilmiştir.

Bu Einstein'ın en büyük zaferiydi. Bu keşif uzay ve zamanı düşünüş şeklimizi tamamen değiştirdi. Onlar artık içinde olayların olduğu pasif bir arkaplan değillerdi. Artık uzay ve zamanın Evren'de olup bitenden etkilenmeden sonsuza kadar devam ettiğini düşünemezdik. Onlar artık içlerinde oluşan olayları etkileyen ve bu olaylardan etkilenen dinamik niceliklerdi.

Kütle ve enerjinin önemli bir özelliği her zaman pozitif yüklü olmalarıdır. Bu nedenle kütsel çekim her zaman nesneleri birbirine doğru çeker. Örneğin yeryüzünün kütsel çekimi Dünya'nın zıt taraflarında bile bizi ona doğru çeker. Bu nedenle Avustralya'daki insanlar dünyadan düşmezler. Benzer şekilde Güneş'in kütsel çekimi gezegenleri onun etrafında yörüngede tutar ve

yeryüzünün gezegenler arası uzayın karanlığına fırlamasını önler. Genel göreceliğe göre, kütslenin her zaman pozitif olması uzay-zamanın yeryüzünün yüzeyi gibi tekrar kendi üzerine eğrilmiş olması anlamına gelir. Eğer kütle negatif olsaydı, uzay zaman bir eğerin yüzeyi gibi diğer yönde kıvrılmış olurdu. Kütsel çekimin çekici olduğunu yansıtan bu uzay zamanın pozitif eğriliği, Einstein tarafından büyük bir problem olarak görülmüştü. O zamanlar yaygın olarak Evren'in statik olduğuna inanılıyordu, ama eğer uzay ve özellikle zaman kendi üzerine eğrilmişse, Evren bugünkü haliyle hemen hemen aynı durumda sonsuza kadar nasıl devam edebilirdi?

Einstein'ın orijinal genel görecelik denklemleri Evren'in ya genişliyor ya da büzülüyor olması gerektiği kestiriminde bulunuyordu. Bu nedenle o kütsel çekim kuvvetine karşı koymak üzere, Evren'deki kütle ve enerjiyle uzay-zamanın eğriliğinin bağlantısını kuran denklemlere yeni bir terim ekledi. Bu "**kozmojik değişmez**" denen şey itici bir kütsel çekim etkisine sahipti. Böylece maddenin çekimini kozmojik değişmez itişiyile dengelemek mümkün idi. Bir başka deyişle, kozmojik değişmez tarafından üretilen uzay-zamanın negatif eğriliği Evren'deki kütle ve enerji tarafından üretilen uzay-zamanın pozitif eğriliğini yok edebilirdi. Bu şekilde, aynı durumda sonsuza kadar süren bir evren elde edilebilirdi. Einstein, kozmojik terim olmayan orijinal denklemine bağlı kalmış olsaydı, evrenin ya genişlediği, ya da büzüldüğü kestiriminde bulunurdu.

Edwin Hubble'ın, uzak galaksiler üzerinde yaptığı gözlemlerin onların kabaca bizden uzaklıklarıyla orantılı hızlarla uzaklaştıklarını gösterdiği 1929 yılına kadar, Evren'in statik olmayıp genişlediği konusunda kanıt yoktu. Galaksiler arasındaki uzaklıklar zamanla artmaktadır. Evren genişlemektedir. Daha sonraları Einstein kozmojik değişmezi "yaşamımın en büyük gafı" olarak nitelendirmiştir.

Fakat kozmojik değişmez ile veya o olmadan, maddenin,

uzay-zamanın kendi üzerinde eğrilmesine neden olduğu gerçeği, genel olarak öyle kavranmasa da, bir problem olarak kaldı. Bunun anlamı maddenin bir bölgeyi kendisini etkili olarak Evren'in kalanından kesip ayıracak kadar kendi üzerinde eğriltebileceği idi. Bu bölge kara delik olarak isimlendirilecek şey haline gelecekti. Nesneler kara deliğin içine düşebilir fakat hiçbir şey oradan kaçıp kurtulamaz. Dışarı çıkmak için ışığın hızından daha hızlı hareket etmeleri gerekir, buna da genel görecelik kuramı tarafından izin verilmemektedir. Böylece kara deliğin içindeki nesne hapsolmuş olacak ve bilinmeyen bir yüksek yoğunluk durumuna çökecekti.

Einstein bu çökmenin sonuçlarından çok huzursuz olmuştu ve bunun gerçekleştiğine inanmayı reddetti. Fakat 1939 yılında 'Robert Oppenheimer, Güneş'in kütslenin iki katından daha fazla kütleyle sahip olan bir eski yıldızın tüm nükleer yakıtını tükettiğinde kaçınılmaz olarak çökeceğini gösterdi. Daha sonra savaş araya girdi, Oppenheimer atom bombası projesine katıldı ve kütsel çekim çökmesi ne yönelik ilgisini kaybetti. Diğer bilim adamları yeryüzünde incelenabilir fizikle daha fazla ilgileniyorlardı. Evren'in uzak alanları hakkındaki kestirimlere güvenmiyorlardı, çünkü bunlar gözlemlerle test edilebilir görünmüyorlardı. Ancak 1960'larda astronomik gözlemlerin alanı ve niteliğindeki büyük gelişmeler kütsel çekim çökmesi ve Evren'in ilk zamanlarına ilgiyi yeniden

canlandırdı. Roger Penrose ve benim bazı teoremleri kanıtlamamıza kadar Einstein'ın genel görecelik teorisinin bu durumlarda tam olarak neyin kestiriminde bulunduğu konusu açık değildi. Bu teoremler uzay-zamanın kendi üzerinde eğrilmiş olmasının uzay-zamanın bir başlangıç veya sona sahip olduğu yerler olan tekilliklerin bulunduğu anlamına geldiğini gösteriyordu. Uzay-zaman yaklaşık on beş milyar yıl önce Büyük Patlama'da bir başlangıca sahip olmalıydı ve çöken bir yıldızda ve çöken yıldızın arkada bıraktığı kara deliğe düşen herhangi bir şeyde, bir sona ulaşacaktı.

Einstein'ın genel görecelik kuramının tekilliklerin kestiriminde

bulunması fizikte bir krize yol açtı. Uzay-zamanın eğriliğinin kütle ve enerji dağılımıyla ilişkisini kuran genel görecelik denklemleri, bir tekilikte **tanımlanamaz**. Özel olarak genel görecelik. Evren'in Büyük Patlama'da nasıl başlaması gerektiği kestiriminde bulunamaz. Bu yüzden genel görecelik tam bir teori değildir. Evren'in nasıl başlaması gerektiğini ve madde kendi kütle çekimi altında çöktüğünde ne olması gerektiğini belirleyecek bir ek unsur gerektirir.

Gerekli katkı unsurunun kuantum mekaniği olduğu anlaşıyor. Einstein 1905'de, özel görecelik teorisi üzerine yazısını yazdığı yıl, aynı zamanda fotoelektrik etki denen bir olay hakkında da yazı yazdı. Belli metallere ışık düştüğünde yüklü parçacıklar yayıldığı gözlemlenmişti. Çok şaşırtıcı olan şey, eğer ışığın yoğunluğu azal-tılırsa yayılan parçacık sayısının azalması fakat her parçacığın yayılma hızının aynı kalmasıydı. Einstein, ışığın herkesin varsaydığı gibi sürekli olarak değişken miktarlarda yayılmayıp belli büyüklüklerde paketler halinde yayılması durumunda, bunun açıklanabileceğini gösterdi. Işığın yalnızca **kuanta** denen paketler halinde yayılması fikri bir kaç yıl önce Alman fizikçi Max Planck tarafından ileri sürülmüştü. Bu biraz, süpermarketten şekerin tek tek alınamayacağını, yalnızca kilogramlık paketler halinde alınabileceğini söylemeye benzer. Planck kuantum fikrini kızarmış bir metal parçasının neden sonsuz miktarda ısı vermediğini açıklamak üzere kullandı; fakat kuantayı basitçe teorik bir hile olarak, fiziksel gerçeklikte herhangi bir şeye karşılık gelmeyen bir şey olarak düşündü. Einstein'ın yazısı tek tek kuantaları doğrudan gözlemleyebileceğimizi gösterdi. Yayılan her parçacık metale çarpan bir ışık kuantumuna karşılık geliyordu. Bu yaygın şekilde kuantum teorisine çok önemli bir katkı olarak değerlendirilmektedir ve ona 1922 yılında Nobel ödülü getirmiştir. (Einstein genel görecelik kuramıyla bir Nobel ödülü kazanmış olmalıydı, fakat uzay ve zamanın eğri İmiş olduğu fikri hala fazla spekülatif ve tartışmalı sayılıyordu, bu yüzden ona onun yerine fotoelektrik etki için bir ödül

verdiler -o kendi başına ödüle layık olmayan bir iş olduğundan değil)

Fotoelektrik etkinin tam sonuçları, 1925 yılında Werner Heisenberg'in onun bir parçacığın konumunu tam olarak ölçme olanağı sağladığına işaret edişine kadar, kavranmamıştı. Bir parçacığın ne olduğunu anlamak için onu ışığa tutmanız gerekir. Fakat Einstein çok küçük bir miktarda ışık kullanamayacağımızı, en . azından bir paket veya kuantum kullanılması gerektiğini göstermişti. Bu ışık paketi parçacığı etkiler ve onun herhangi bir yönde bir hızla hareket etmesine yol açar. Parçacığın konumunu ne kadar hassas ölçmek isterseniz, kullanmak zorunda kalacağınız paketin enerjisi o kadar büyük olur ve böylece o parçacığı daha fazla etkiler. Ancak siz parçacığın konumunu nasıl ölçmeye çalışırsanız çalışın, konumundaki belirsizlik ile hızındaki belirsizliğin çarpımı her zaman belirli bir minimum miktardan büyük olur.

Heisenberg'in belirsizlik ilkesi bir sistemin durumunun tam olarak ölçülemeyeceğini, bu yüzden onun gelecekte tam olarak ne yapacağı konusunda kestirimde bulunulamayacağını göstermiştir. Tüm yapılabilecek şey farklı sonuçların olasılıkları hakkında kestirimde bulunmaktır. Einstein'ı o kadar huzursuz eden şey bu şans ya da rasgelelik unsuru idi. Einstein, fiziksel yasaların, gelecekte ne olacağına ilişkin belirli, muğlak olmayan bir kestirimde bulunmamasına inanmayı reddetti. Fakat nasıl ifade edilirse edilsin, kuantum olayı ve belirsizlik ilkesinin kaçınılmaz oldukları ve fiziğin her dalında onlarla karşılaşıldığı konusunda her tür kanıt vardır.

Einstein'ın genel göreceliği klasik teori olarak isimlendirilen bir şeydir; yani belirsizlik

ilkesini kapsamaz. Bu nedenle genel göreceliği belirsizlik ilkesiyle birleştiren yeni bir teori bulunması gerekir. Çoğu durumda, bu yeni teori ile klasik genel görecelik arasındaki fark çok küçük olacaktır. Bunun nedeni, daha önce belirtildiği gibi, kuantum etkilerinin kestirimde bulunduğu belirsizliğin yalnızca çok küçük ölçeklerde olması, genel göreceliğin

ise çok büyük ölçeklerde uzay-zamanın yapısıyla ilgilenmesidir. Ancak Penrose ve benim kanıtladığımız tekillik teoremleri uzay zamanın çok küçük ölçeklerde son derece eğri İmiş olacağını gösteriyor. O zaman belirsizlik ilkesinin etkileri çok önemli olacaktır ve bazı dikkate değer sonuçlara işaret eder görünmektedir.

Einstein'ın kuantum mekaniği ve belirsizlik ilkesi ile problemlerinin bir kısmı onun bir sistemin belirli bir geçmişi olduğu şeklinde sağduyuya dayanan tasımı kullanmasından ileri gelmektedir. Bir parçacık ya bir yerdedir ya da bir başka yerde. Yarısı bir yerde yansı diğer yerde olamaz. Benzer şekilde astronotların aya ayak basması gibi bir olay ya olmuştur ya da olmamıştır. Yan olmuş olamaz. Bu insanın biraz ölü veya biraz hamile olamaması gibidir. Ya öylesiniz, ya da değilsiniz. Fakat eğer bir sistemin belirli tek bir geçmişi varsa belirsizlik ilkesi parçacıkların bir defada iki yerde olması veya astronotların yalnızca yarı ayda olmaları gibi her türlü paradoksa yol açar.

Einstein'ı o kadar sıkımsı olan bu paradoksları önlemenin güzel bir yolu Amerika'lı fizikçi Richard Feynman tarafından ileri sürülmüştü. Feynman 1948 yılında ışığın kuantum teorisi üzerindeki çalışmasıyla ün kazandı. 1965 yılında bir başka Amerika'lı Julian Schwinger ve Japon fizikçi Shinichiro Tomonaga ile birlikte Nobel ödülü aldı. Fakat o Einstein ile aynı gelenekte, fizikçinin fizikçisiydi. Tantanadan nefret ederdi ve National Academy of Sci-ence'dan, buradakilerin zamanlarının çoğunu hangi bilim adamının Academy'ye kabul edilmesi gerektiği konusu üzerinde karar vermekle geçirdiklerini görerek, istifa etti. 1988 yılında ölen Feynman teorik fiziğe bir çok katkısıyla anımsanır. Bunlardan biri parçacık fiziğinde hemen hemen her hesaplamada temel olan onun adını taşıyan diyagramlardır. Fakat daha da önemli bir katkısı geçmişlerin toplamı kavramıydı. Burada fikir bir sistemin klasik kuantum dışı fizikte normal olarak varsayıldığı gibi uzay-zamanda tek bir geçmişe sahip olmadığıdır. Onun yerine, sistem her olanaklı geçmişe sahiptir. Örneğin, belirli bir zamanda A noktasında olan

bir parçacığı düşünün. Normal olarak parçacığın A'dan uzaklaşırken düz bir çizgi üzerinde hareket edeceği varsayılır. Ancak geçmişlerin toplamına göre, A'da başlayan **herhangi** bir yolda ilerleyebilir. Bu durum bir kurutma kağıdına bir parça mürekkep damlattığınız zaman gerçekleşecek şeye benzer. Mürekkep parçacıkları kurutma kağıdında mümkün olan her yoldan yayılırlar. Kağıdı keserek iki nokta arasındaki düz çizgiyi tıkasanız bile mürekkep köşeden döner.

Parçacığın her yoluna veya geçmişine ilişkin, yolun şekline dayanan bir sayısı olacaktır. Parçacığın A noktasından B noktasına gitmesi olasılığı parçacığı A'dan B'ye götüren tüm yollarla bağlantılı sayıların toplanmasıyla bulunur. Yolların çoğu için yolla ilişkin sayı yakındaki yolların sayılarını hemen hemen siler. Böylece onlar parçacığın A'dan B'ye gidişinin olasılığına çok az katkıda bulunurlar. Fakat düz yolların sayıları hemen hemen düz olan yolların sayılarıyla toplanır. Böylece olasılığa ana katkı düz veya hemen hemen düz olan yollardan gelecektir. Bu nedenle bir parçacığın bir köpük odasından geçerken yaptığı iz hemen hemen düz görünür. Fakat parçacığın yoluna üzerinde bir yarık bulunan bir duvar gibi bir şey koyarsanız, parçacık yolların yarığın ötesinde yayılabilir. Parçacığı yarıktan geçen düz çizginin uzağında bulma olasılığı yüksek olabilir.

1973 yılında, belirsizlik ilkesinin bir kara delik yakınında eğrilmiş uzay-zamanda bir parçacık üzerindeki etkisini, araştırmaya başladım. Çok dikkate değer ki, kara deliğin tam olarak kara olamayacağını buldum. Belirsizlik ilkesi, parçacıklar ve radyasyonun düzgün bir hızla kara delikten dışarı sızmasına olanak verecekti. Bu sonuç ben ve başka herkes için tam bir sürpriz oldu ve genel bir inançsızlıkla karşılandı. Fakat önceden görülebilmesi ve durumun açık olması gerekiyordu. Bir kara delik, ışığın hızından daha yavaş-bir hızda hareket edildiğinde kaçıp kurtulması olanaksız olan, bir uzay bölgesidir. Fakat Feynman'ın geçmişlerin toplamı, parçacıkların uzay-zamanda **herhangi** bir yoldan gidebileceklerini

söyler. Bu yüzden bir parçacığın ışıktan hızlı ilerlemesi mümkündür. Işık hızından daha yüksek hızda uzun bir yol almasının olasılığı düşüktür, fakat kara delikten çıkmasına yetecek kadar ışıktan daha hızlı gidebilir ve daha sonra ışıktan yavaş ilerleyebilir. Bu şekilde belirsizlik ilkesi, parçacıkların en son hapisneden, bir kara delik olarak düşünülen yerden, kaçıp kurtulmalarına olanak verir. Bir parçacığın Güneş kadar kütlesi olan bir karadelikten dışarı çıkmasının olasılığı çok düşüktür çünkü parçacık kilometrelerce, ışıktan hızlı gitmek zorunda kalacaktır. Fakat Evren'in ilk zamanlarında oluşmuş çok daha küçük kara delikler olabilir. Bu ilksel kara delikler bir atomun çekirdeğinin büyüklüğünden daha az büyüklükte olabilirler, yine de kütleleri yüz milyar ton, Fuji dağının kütlesi kadar, olabilir. Bu kara delikler büyük bir trafo kadar çok enerji yayıyor olabilirler. Keşke bu küçük kara deliklerden bir tane bulup enerjisini kullanabilseydik! Fakat görüldüğü kadarıyla Evren'de bunlardan fazla sayıda yoktur.

Kara deliklerden radyasyon çıkışı kestirimi, Einstein'ın genel göreceliğini, kuantum ilkesiyle birleştirmenin ilk önemli sonucuydu. Bu kütsel çökmenin görüldüğü kadar bir ölü son olmadığını gösterdi. Bir kara delikteki parçacıkların yaşamlarının sonuna bir tekillikte ulaşmaları gerekmiyor. Onun yerine kara delikten kaçıp kurtulabilirler ve dışarda yaşamlarına devam edebilirler. Belki kuantum ilkesi, geçmişlerin, büyük patlama sırasında zamanda bir başlangıca, bir yaratılma noktasına, sahip olmasını önlemenin de mümkün olduğu, anlamına gelmektedir.

Bu yanıtlandırılması çok daha zor bir sorudur, çünkü kuantum ilkesinin yalnızca verilen bir uzay-zaman arkaplanında parçacık yollarına değil, zaman ve uzayın kendi yapılarına uygulanmasını gerektirir. Gerekli olan şey yalnızca parçacıklar için değil, uzay ve zamanın tüm dokusu için de geçmişlerin toplamını almanın bir yoludur. Henüz bu toplamı doğru dürüst nasıl yapacağımızı bilmiyoruz, fakat sahip olması gereken belirli özellikleri biliyoruz. Bunlardan birisi eğer alışılmış gerçek zamanda değil de, sanal

zaman denen şeydeki geçmişlerle ilgilenirsek toplam almanın daha kolay olduğudur. Sanal zaman anlaşılması zor bir kavramdır ve kitabımın okuyucuları için en büyük problemlere yol açanın da o olması olasıdır. Ben aynı zamanda felsefeciler tarafından da sanal zamanı kullanmam nedeniyle şiddetle eleştirildim. Sanal zamanın gerçek evrenle nasıl bir ilişkisi olabilir? Kanımca bu felsefeciler tarihin derslerini öğrenmemişlerdir. Bir zamanlar Dünya'nın düz olduğu ve Güneş'in onun etrafında döndüğünün açık olduğu kabul ediliyordu ama Kopernik ve Galile'nin zamanından beri yeryüzünün yuvarlak olduğu ve Güneş'in etrafında döndüğü fikrine yönelmek zorunda kalmış bulunuyoruz. Benzer şekilde zamanın her gözlemci için aynı hızla ilerlediği kabul ediliyordu fakat Einstein'ın zamanından beri zamanın farklı gözlemciler için farklı hızla ilerlediğini kabul etmek zorunda kalmış bulunuyoruz. Aynı zamanda Evren'in tek bir geçmişi olduğu açık görünüyordu, ama kuantum mekaniğinin keşfinden beri Evren'in her olası geçmişe sahip olduğunu düşünmek zorunda kalmış bulunuyoruz. Sanal zaman fikrinin de kabul etmek zorunda kalacağımız bir şey olduğunu ileri sürmek istiyorum. Bu Dünya'nın yuvarlak olduğuna inanmakla aynı düzeyde bir entellektüel sıçramadır. Sanal zamanın şimdi yuvarlak Dünya'nın olduğu gibi doğal görünmeye başlayacağını düşünüyorum. Eğitilmiş dünyada kalan fazla düz dünyacı yoktur.

Sıradan, gerçek zamanı, soldan sağa giden yatay bir çizgi gibi düşünebiliriz. Erken zamanlar soldadır, geç zamanlar sağdadır. Fakat zamanın bir başka yönü, sayfanın yukarisına ve aşağısına giden bir yönü, olduğunu da düşünebilirsiniz. Bu zamanın sanal yönü denen şeydir, gerçek zamana dik açılardadır.

Sanal zaman kavramını getirmenin amacı nedir? Neden anladığımız gerçek zamana bağlı kalınmıyor? Bunun nedeni, daha önce söz edilmiş olduğu gibi, madde ve enerjinin uzay-zamanın kendi üzerinde katlanmasına yol açmaya eğilimli oluşlarıdır. Gerçek zaman yönünde bu kaçınılmaz olarak tekilliklere, uzay-zamanın bir sona ulaştığı yerlere yol açar. Tekilliklerde fiziğin

denklemleri tanımlanamaz, bu yüzden ne olacağı konusunda kestirimde bulunulamaz. Fakat sanal zamanın yönü gerçek zamanla dik açıdır. Bu da onun uzayda hareket etmeye karşılık gelen üç yöne benzer bir şekilde davrandığı anlamına gelir. O zaman Evren'deki maddenin yol açtığı uzay-zamanın eğriliği üç uzay yönü ve sanal zaman yönünün arkada buluşmalarına yol açabilir. Yer yüzünün yüzeyi gibi kapalı bir yüzey oluştururlar. Üç uzay yönü ve sanal zaman sınırları veya kenarları olmayan kendi üzerine kapalı bir uzay-zaman oluştururlar. Uzay-zamanın Dünya'nın yüzeyinin başlangıç veya sona sahip olmasından daha fazla başlangıç veya son diye adlandırılabilen bir noktası olmaz.

1983 yılında Jim Hartle ve ben Evren'in geçmişleri toplamının gerçek zamandaki geçmişlerden alınmaması gerektiğini ileri sürdük. Onun yerine yeryüzünün yüzeyi gibi kendi üzerine kapanmış olan sanal zamandaki geçmişlerin üzerinden toplam alınmalıdır. Bu geçmişlerde herhangi bir teklik veya herhangi bir başlangıç veya son bulunmadığı için onlar içinde ne olduğu tamamen fizik yasaları tarafından belirlenir. Bu da sanal zamanda olan şeylerin hesaplanabileceği anlamına gelir. Ve eğer Evren'in sanal zamanda geçmişini biliyorsanız, gerçek zamanda nasıl davrandığını hesaplayabilirsiniz. Bu şekilde Evren'deki her şey hakkında kestirimde bulunabilecek tam bir birleşik teori bulmayı umabiliriz. Einstein yaşamının son yıllarını böyle bir teoriyi arayarak geçirdi. Böyle bir teori bulmadı çünkü kuantum mekaniğine güvenmiyordu. Evren'in, geçmişlerin toplamında olduğu gibi, bir çok alternatif geçmişleri olabileceğini kabul etmeye hazır değildi. Hala Evren için geçmişlerin toplamını nasıl doğru dürüst yapılacağını bilmiyoruz, fakat bu işin sanal zamanı ve kendi üzerine kapanan uzay-zaman fikrini ilgilendireceğinden oldukça emin olabiliriz. Bu kavramların yeni nesle Dünya'nın yuvarlak olması fikri gibi doğal görüneceğini düşünüyorum. Sanal zaman hali hazırda bilim kurgunun bir kavramıdır. Fakat bilim kurgu veya matematiksel bir hile olmaktan öte bir şeydir. İçinde yaşadığımız Evren'i şekillendiren bir şeydir.

evrenin kökeni(*)

Evrenin kökeni sorunu, epeyce eski bir soru olan "tavuk mu yumurtadan, yumurta mı tavuktan çıkar?" sorusuna benzer. Bir başka deyişle, hangi güç evreni yarattı ve o gücü kim yarattı? Ya da belki evren veya yaratan güç her zaman vardı ve yaratılmaları gerekmedi. Son zamanlara kadar bilim adamları, metafiziğin veya dinin konusu olduklarını düşünüp bu tür sorulardan uzak durmuşlardır. Ancak son bir kaç yılda bilim yasalarının evrenin başlangıcında bile geçerli olabileceği ortaya

çıkıştır. O durumda evren kendi kendini taşıır durumda ve tamamen bilim yasaları tarafından belirlenmiş olabilir.

(*) Newton'un Principia adlı eserinin yayınlanışının üç yüzüncü yıldönümünde, Haziran 1987'de, Cambridge'de yapılan Three Hundred Years of Gravity konferansında yapılan bir konuşma

Evrenin başlangıcı olup olmadığı ve nasıl başladığı konusundaki tartışma yazılı tarih boyunca sürmüştür. Temel olarak iki düşünce okulu vardı. Pek çok eski gelenek ve Musevi, Hris-tiyan ve İslam dinleri evrenin oldukça yakın geçmişte yaratılmış olduğunu savunur. (On yedinci yüzyılda rahip Ussher evrenin yaratılışı için MÖ 4004 tarihini hesaplamıştır. Bu onun Kutsal Kitap'daki insanların yaşlarını toplayarak bulduğu bir rakamdır.) Kökenimizin yakın zamanlara dayandığı düşüncesini desteklemek üzere kullanılan bir gerçek, insan soyunun kültür ve teknolojiye açıkça evrimleşmekte olmasıdır. Şu işi ilk olarak kimin gerçekleştirdiğini veya şu tekniği kimin geliştirdiğini anımsarız. Böylece şu tez çalışır: O kadar uzun süredir var olamayız, aksi takdirde halihazırda şu anda olduğundan çok daha fazla ilerlemiş olurduk. Aslında yaratılışla ilgili İncil'deki tarih son Buz Çağı'nın sonundan fazla uzak değildir. Bu modern insanların ilk olarak ortaya çıkmış olduklarının anlaşıldığı zamandır.

Diğer taraftan Yunan'lı filozof Aristo gibi evrenin bir başlangıcı olduğu fikrinden hoşlanmayanlar vardı. Onlar bunun tanrısız müdahale anlamına geleceğini düşünüyorlardı. Onlar evrenin var olduğuna ve sonsuza kadar var olacağına inanmayı tercih ettiler. Sonsuz olan bir şey, yaratılması gereken bir şeyden daha mü-kemmeldi. Yukarda anlatılan insanın ilerlemesi tezine bir yanıtları vardı: Periyodik seller veya diğer felaketler tekrar tekrar insan so-yunu başlangıca geri götürmüştü.

Her iki düşünce okulu da Evren'in esas olarak zamanla değişmediğini savunuyorlardı. Ya şimdiki şekliyle yaratılmıştı, ya da sonsuz şekilde bugün olduğu gibi var olmuştu. Bu doğal bir inançtı, çünkü insan yaşamı -aslında yazılı tarihin tamamı- o kadar kısa bir süredir vardır ki , Evren bu süre içinde önemli ölçüde değişmemiştir. Statik değişmeyen bir evrende onun sonsuz şekilde mi var olduğu yoksa geçmişte sonlu bir zamanda mı yaratılmış olduğu sorusu gerçekte bir metafizik veya din meselesidir: Her iki teori de böyle bir evreni açıklayabilirdi. Aslında 1781 yılında filozof Immanuel Kant Evren'in bir başlangıca sahip olduğuna inanma veya bir başlangıca sahip olmadığına inanma konusunda eşit derecede geçerli tezler olduğu sonucuna vardığı **Saf Aklın Eleştirisi** adlı anıtsal bir eser yazmıştır. Eserin başlığının ifade ettiği gibi, onun vardığı sonuçlar basitçe yargı gücüne dayanıyordu, bir başka deyişle Evrenle ilgili herhangi bir gözlemi dikkate almamıştı. Ne de olsa değişmeyen bir evrende gözlemlenecek ne vardı?

Ancak on dokuzuncu yüzyılda yeryüzü ve Evren'in geri kalanının aslında zamanla değişmekte olduğu konusunda kanıtlar birikmeye başladı. Jeologlar kayaların ve içlerindeki fosillerin oluşumunun yüzlerce binlerce milyon yıl almış olacağını kavradılar. Bu yaratılışçılar tarafından hesaplanmış olan yeryüzünün yaşından çok daha uzun bir süreydi. Alman fizikçi Ludwig Boltzman tarafından Termodinamiğin İkinci Yasası denen şeyin keşfi yeni kanıtlar sağladı. Bu yasa Evren'deki toplam düzensizlik miktarının (bu entropi denen bir nicelik ölçülür) zamanla arttığını söyler. İnsanın ilerleyişi konusundaki tez gibi bu da Evren'in ancak sonlu bir süredir devam ediyor olabileceğini ileri sürer. Aksi takdirde şimdiye kadar Evren herşeyin aynı sıcaklıkta olduğu .tam bir düzensizlik durumunda bozulmuş olurdu.

Statik evren fikrinde bir başka güçlük, Newton'un kütle çekim yasasına göre Evren'deki her yıldızın her bir başka yıldızla doğru çekilmesinin gerekmesidir. Eğer öyleyse, yıldızlar nasıl hareketsiz, birbirlerinden değişmez uzaklıkta durabilirler? Hepsini birlikte düşmez mi?

Newton bu problemin farkındaydı. Zamanın önde gelen bir filozofu olan Richard Bentley'e bir mektubunda yıldızların **sonlu** topluluğunun hareketsiz kalamayacağını, aksi takdirde merkezi bir noktaya düşmeleri gerektiğini kabul etti. Ancak sonsuz bir yıldız

topluluğunun birlikte düşmeyeceğini, çünkü onların düşeceği herhangi bir merkezi nokta olmayacağını ileri sürdü. Bu tez sonsuz sistemler hakkında konuşulurken karşılaşılabilecek tuzakların bir

örneğidir. Evren'deki sonsuz sayıdaki yıldızdan gelen her bir yıldız üstündeki kuvvetleri toplamada farklı yollar kullanarak yıldızların birbirinden değişmez uzaklıklarda kalıp kalamayacağına ilişkin farklı yanıtlar elde edilebilir. Şimdi doğru prosedürün, **sonlu** bir yıldız bölgesi durumunu ele almak ve daha sonra bölge dışına kabaca tek biçimli şekilde dağılmış olan başka yıldızları eklemek olduğunu biliyoruz. Sonlu bir yıldız topluluğu birlikte düşecektir ve Newton'un yasasına göre, bölge dışından daha fazla yıldız eklemek çöküşü durdurmayacaktır. Böylece sonsuz yıldız topluluğu hareketsiz bir durumda kalmaz. Bir zamanda birbirlerine göre hareket etmiyorlarsa, aralarındaki çekim birbirlerine doğru düşmeye başlamalarına yol açacaktır. Alternatif olarak, birbirlerinden uzaklaşıyor olabilirler, kütle çekim de geri çekilme hızını yavaşlatıyor olabilir.

Statik ve değişmeyen evren fikriyle ilgili bu zorluklara karşın on yedinci, on sekizinci, on dokuzuncu yüzyıllarda veya yirminci yüzyıl başlarında hiç kimse Evren'in zamanla evrim geçiriyor olabileceğini ileri sürmedi. Hem Newton hem de Einstein, her ikisi de, Evren'in ya büzülüyor ya da genişliyor olduğu kestiriminde bulunma şansını kaçırdılar. Bu konu Newton'a karşı kullanılamaz, çünkü o Evren'in genişlemesinin gözlemsel keşfinden iki yüz elli yıl önce yaşadı. Fakat Einstein daha iyisini bilmeliydi. Onun 1915 yılında formüle ettiği genel görecelik kuramı Evren'in genişlemekte olduğu kestiriminde bulunuyordu. Fakat Einstein statik evrenden o kadar emindi ki, kuramına onu Newton'un teorisi ile uyuşturmak ve kütle çekimi dengelemek üzere bir unsur ekledi.

1929 yılında Edwin Hubble tarafından Evren'in genişlediğinin keşfi onun kökeni konusundaki tartışmayı tamamen değiştirdi. Eğer galaksilerin şimdiki tasımını alır ve onu zaman içinde geriye doğru çalıştırırsanız, on ile yirmi bin milyon yıl arasında bir süre önce, bir an birbirinin tepesinde olmaları gerektiği anlaşılır. Bu zamanda, büyük patlama denen bir tekillikte, Evren'in yoğunluğu ve uzay-zamanın eğriliği sonsuz olmalıydı. Böyle koşullarda bilimin

bilinen tüm yasaları çökerdi. Bu bilim için bir felakettir. Bu yalnızca bilimin Evren'in nasıl başladığı konusunda kestirimde bulunamayacağı anlamına gelirdi. Bilimin tüm söyleyebileceği "Evren, o zaman öyle olduğu için şimdi bugün olduğu gibidir" olur. Fakat bilim büyük patlamadan hemen sonraki durumun neden öyle olduğunu açıklayamazdı.

Çok doğal olarak, pek çok bilim adamı bu durumdan hu zursuzdu. Bu nedenle, büyük patlama tekilliğini ve dolayısıyla zamanın başlangıcını önleme doğrultusunda, pek çok girişim oldu. Biri değişmez durum teorisi denen şeydi. Burada fikir galaksiler birbirinden uzaklaştıkça aradaki yerlerde sürekli olarak yaratılan maddeden yeni galaksilerin oluşacağı idi. Evren sonsuz şekilde bu günkü ile az çok aynı durumda var olmuştu ve var olmaya devam edecekti.

Evren'in genişlemeye devam etmesi ve yeni maddenin yaratılması için, değişmez durum modeli genel görecelik kuramında bir değişiklik gerektiriyordu, fakat gerekli olan yaratılış hızı çok düşüktü; yılda bir kilometre küpte bir zerrecik kadardı, bu da gözlemle çelişmeyecekti. Teori aynı zamanda galaksiler ve benzer maddelerin ortalama yoğunluğunun hem uzayda hem zamanda değişmez olması gerektiği kestiriminde bulunuyordu. Ancak Martin Ryle ve Cambridge'deki ekibi tarafından galaksimiz dışındaki radyo dalgalarının kaynakları üzerinde yapılan bir araştırma güçlü kaynaklardan çok daha fazla sayıda zayıf kaynak bulunduğunu gösterdi. Zayıf kaynakların daha uzaktakiler olması bekleniyordu. Bu da iki olasılığı

ortaya koyuyordu: ya Evren'in güçlü kuvvetlerin ortalamadan daha az sık olduğu bir bölgesindeydik veya geçmişte ışığın bize doğru gelmek üzere daha uzak kaynakları terkettiği zaman kaynakların yoğunluğu daha yüksekti. Bu olasılıkların hiçbirisi değişmez durum teorisinin radyo kaynakların yoğunluğunun uzay ve zamanda değişmez olması gerektiği şeklindeki kes-tirimiyle uyumlu değildi. Bu teoriye en son darbe 1965 yılında Arno Penzias ve Robert Wilson tarafından galaksimizin çok öte-

sinden gelen mikro dalga zemin ışımasının keşfedilmesi oldu. Bu radyasyon sıcak bir nesnenin yaydığı radyasyonun karakteristik spektrumuna sahipti. Aslında bu durumda sıcak terimi pek uygun değildir, çünkü sıcaklık yalnızca Mutlak Sıfır'ın 2.7 derece yukarısındaydı. Evren soğuk karanlık bir yerdir! Değişmez durum teorisinde böyle bir spektruma sahip mikrodalgalar yaratacak akla uygun bir mekanizma yoktu. Bu nedenle bu teorinin bırakılması gerekmiştir.

Büyük patlama tekilliğini önlemek için bir başka sav, 1963 yılında iki Rus bilim adamı Evgenii

Lifshitz ve Isaac Khalatnikov tarafından öne sürülmüştür. Onlar ancak galaksilerin doğrudan birbirine doğru veya birbirinden uzağa hareket ediyor olmaları durumunda bir sonsuz yoğunluk durumunun olabileceğini söylediler; ancak o zaman hepsi geçmişte tek bir noktada birleşmiş olabilirlerdi. Ancak, galaksilerin de bazı küçük yan hızları olmuş olmalıydı ve bu Evren'in, galaksilerin birbirlerine çok yaklaşmış, fakat bir şekilde çarpışmayı önlemeyi başarmış oldukları, daha önceki bir büzülme aşamasının var olmasını mümkün kılmış olabilirdi. Daha sonra Evren bir sonsuz yoğunluk durumundan geçmeden yeniden genişlemiş olabilirdi.

Lifshitz ve Khalatnikov savlarını ileri sürdüklerinde ben doktora tezini tamamlamak için bir problem arayan bir araştırma öğrencisiydim. Bir büyük patlama tekilliği olmuş olup olmadığı sorununa ilgi duyuyordum, çünkü bu Evren'in kökeninin anlaşılması için can alıcı bir şeydi. Roger Penrose ile birlikte bu ve benzer problemleri ele almak üzere, yeni bir matematik teknikleri dizisi geliştirdim. Biz, eğer genel görecelik kuramı doğruysa herhangi akla uygun bir evren modelinin, bir tekillikle başlaması gerektiğini gösterdik. Bu bilimin Evren'in bir başlangıca sahip olmuş olması gerektiği konusunda kestirimde bulunabileceği, fakat Evren'in nasıl başlaması gerektiği konusunda kestirimde bulunamayacağı anlamına gelecekti; bunun için Tanrı'ya başvurmak gerekecekti.

Tekillikler üzerindeki fikir ikliminde değişikliği izlemek ilginç

olmuştur. Ben bir yüksek lisans öğrencisi olduğumda hemen hemen hiç kimse onları ciddiye almıyordu. Şimdi tekillik teoremlerinin sonucu olarak hemen hemen herkes Evren'in, fizik yasalarının işlemez hale geldiği bir tekillikle başladığına inanıyor. Ne var ki şimdi ben fizik yasalarının evrenin nasıl başladığını belirlediği bir tekilliğin var olduğunu düşünüyorum.

Genel Görecelik Kuramı klasik denilen türden bir teoridir. Yani parçacıkların kesin olarak tanımlanmış konum ve hızlara sahip olmadıklarını, kuantum mekaniğinin hem konum hem hızı aynı anda ölçmemize olanak vermeyen belirsizlik ilkesi tarafından küçük bir bölgede belirsiz hale getirildiklerini dikkate almaz. Bu normal durumlarda önemli değildir, çünkü uzay-zamanın eğriliğinin yarıçapı bir parçacığın konumundaki belirsizliğe kıyasla çok büyüktür. Ancak tekillik teoremleri, Evren'in şimdiki genişleme aşamasının başlangıcında, uzay-zamanın küçük bir eğrilik yarıçapına sahip olarak büyük ölçüde yamulmuş olduğunu gösterirler. Bu durumda belirsizlik ilkesi çok önemli olacaktır. Böylece genel görecelik, tekillikler hakkında kestirimde bulunarak kendi çöküşünü getirir. Evren'in başlangıcını tartışmak için genel göreceliği kuantum mekaniği ile birleştiren bir teoriye ihtiyacımız var.

Bu teori kuantum kütle çekimidir. Henüz doğru kuantum kütle çekimin teorisinin alacağı tam şekli bilmiyoruz. Halihazırda sahip olduğumuz en iyi aday süpersicim teorisidir, fakat hala çözümlenmemiş bazı güçlükler vardır. Ancak herhangi bir tutarlı teoride belli özelliklerin olması beklenebilir. Biri Einstein'ın kütle çekim etkilerinin içindeki madde ve enerji tarafından eğrilmiş veya yamulmuş -çarpılmış- bir uzay-zamanla temsil edilebileceği fikridir. Bu eğri uzayda nesneler düz bir çizgiye en yakın şeyi izlemeye çalışırlar. Ancak uzay eğrilmiş olduğu için, yolları sanki bir kütle çekim alanı tarafından bükülmüş gibi görünür.

En temel teoride bulunmasını beklediğimiz bir başka unsur Richard Feynman'ın kuantum teorisinin bir geçmişlerin toplamı olarak

formüle edilebileceği önerisidir. En basit şekliyle fikir her parçacığın uzay-zamanda mümkün olan her yola ya da geçmişe sahip olduğudur. Her yol ya da geçmişin şekline bağlı olan bir olasılığı vardır. Bu fikrin uygulanması için içinde yaşadığımızı kavradığımız gerçek zaman yerine "sanal" zamanda geçmişlerin ele alınması gerekir. Sanal zaman sanki bilim kurgu kavramı gibi gelebilir, fakat bu iyi tanımlanmış matematiksel bir kavramdır. Bir anlamda gerçek zamana dik açılı bir zaman yönü gibi düşünülebilir. Belirli zamanlarda belirli noktalardan geçmek gibi belirli özellikleri olan tüm parçacık geçmişlerinin olasılıkları eklenir. Daha sonra bundan yararlanılarak içinde yaşadığımız gerçek uzay-zamana uygun sonucun çıkarılması gerekir. Bu kuantum teorisine pek bilinen yaklaşım değildir, fakat diğer yöntemlerle aynı sonucu verir.

Kuantum kütle çekiminde, Feynman'ın "geçmişlerin toplamı" fikri Evren için farklı mümkün

geçmişler, yani farklı eğrilmiş uzay-zamanlar üzerinden toplam almayı gerektirir. Bunlar Evren'in ve onun içindeki herşeyin geçmişini temsil ederler. Geçmişlerin toplamına hangi sınıftan mümkün eğri uzayların dahil edilmesi gerektiğinin belirlenmesi gerekir. Bu uzaylar sınıfının seçimi Evren'in ne durumda olduğunu belirler. Eğer Evren'in durumunu tanımlayan eğri uzaylar sınıfında tekillikler olan uzaylar bulunursa, bu tür uzayların olasılıkları teori tarafından belirlenmez. Onun yerine olasılıkların isteğe bağlı bir şekilde atanması gerekir. Bunun anlamı bilimin uzay zamanın bu tür tekil geçmişlerinin olasılıkları konusunda kestirimde bulunamayacağıdır. Böylece bilim Evren'in nasıl davranması gerektiği konusunda kestirimde bulunamaz. Ancak Evren'in yalnızca tekil olmayan eğri uzayları taşıyan bir toplamla tanımlanmış bir durumda olması mümkündür. Bu durumda bilimin yasaları Evren'i tam olarak belirler, nasıl başladığını belirlemek üzere onun dışında bir güce başvurmak zorunlu olmaz. Evren'in durumunun yalnızca tekil olmayan geçmişlerin bir toplamıyla belirlenmiş olduğu önermesi, bir bakıma, elektrik

direğinin altında anahtarını arayan sarhoşun durumuna benzer; o kaybettiği yer olmayabilir, fakat bulabileceği tek yerdir. Benzer şekilde, Evren tekil olmayan geçmişlerin bir toplamının tanımladığı bir durumda olmayabilir, fakat bu bilimin Evren'in nasıl olması gerektiği konusunda kestirimde bulunabileceği tek yerdir.

1983 yılında Jim Hartle ve ben Evren'in durumunun belirli bir sınıf geçmişler üzerinden alınan bir toplamla bulunacağını ileri sürdük. Bu sınıf, sonlu büyüklükte fakat sınırlan veya kenarları bulunmayan, tekillikler olmayan eğri uzaylardan oluşuyordu. Bu uzaylar yeryüzünün yüzeyi gibi olacaktı, fakat iki adet daha boyutları olacaktı. Yeryüzünün yüzeyi sonlu bir alana sahiptir, fakat herhangi bir tekillığe, sınıra veya kenara sahip değildir. Ben bunu bir deneyle test ettim, Dünya'nın etrafında dolaştım, düşmedim.

Hartle ve benim yaptığım öneri şöyle açıklanabilir: Evren'in sınır koşulu sınırı olmamasıdır. Ancak Evren bu sınırı olmayan durumda olursa bilimin yasaları kendi başlarına mümkün her geçmişin olasılığını belirleyebilirler. Böylece ancak bu durumda bilinen yasalar Evren'in nasıl davranması gerektiğini belirler. Eğer Evren herhangi bir başka durumda ise, geçmişlerin toplamında eğri uzaylar sınıfı, tekillikler olan uzayları kapsayacaktır. Bu tür tekil geçmişlerin olasılıklarını belirlemek için bilimin bilinen yasaları dışında bir ilkenin harekete geçirilmesi gerekir. Bu ilke, Evren'imizin dışında bir şey olur. Onu Evren'imizin içinden çıkarsayamayız. Diğer taraftan, eğer Evren sınırı olmayan durumda ise, ilke olarak, belirsizlik ilkesinin sınırları içinde, evrenin nasıl davranması gerektiğini tamamen belirleyebilirdik.

Eğer Evren sınırı olmayan durumdaysa bu kuşkusuz bilim için yararlıdır, fakat öyle olduğunu nasıl anlayabiliriz? Bunun yanıtı, "no-boundary" (sınırı yok) önermesinin Evren'in nasıl davranması gerektiği konusunda belirli kestirimlerde bulunduğuudur. Eğer bu kestirimler gözlemlerle uyumlayacak olurlarsa Evren'in "no-boundary" durumda olmadığı sonucuna varabiliriz. Böylece "no-boundary" önermesi, filozof Karl Popper tarafından tanımlandığı

anlamda iyi bir bilimsel teoridir: gözlemlerle yanlış olduğu kanıtlanabilir veya yanlış olduğu gösterilebilir.

. Eğer gözlemler-kestirimlerle uyumlaymazsa, mümkün geçmişler sınıfında tekillikler olması gerektiğini bileceğiz. Fakat bu hemen hemen bileceğimiz tek şey olur. Tekil geçmişlerin olasılıklarını hesaplayamayız, böylece Evren'in nasıl davranması gerektiği konusunda kestirimde bulunamayız. Eğer bu yalnızca büyük patlamada olsaydı bu kestirilemezliğin o kadar önemli olmadığı düşünülebilirdi, ne de olsa o on veya yirmi milyar yıl önceydi. Fakat eğer kestirilebilirlik büyük patlamadaki çok güçlü kütesel çekim alanlarında bozulursa bir yıldız çöktüğünde de bozulabilir. Bu yalnızca bizim galaksimizde haftada birkaç kere olabilir. O zaman kestirim gücümüz hava tahminleri standartlarına

göre bile zayıf olur.

Kuşkusuz uzak bir yıldızda olan kestirilebilirliğin bozulmasına aldırış edilmesi gerekmediği söylenebilir. Ancak kuantum teorisinde gerçekte yasaklanmayan herhangi birşey olabilir ve olacaktır. Böylece eğer mümkün geçmişler sınıfı tekillikleri olan uzayları kapsarsa, bu tekillikler yalnızca büyük patlamada ve çöken yıldızlarda değil herhangi bir yerde olabilir. Bu da bizim herhangi bir kestirimde bulunamayacağımız anlamına gelir. Bunun tersi olarak, bizim olayları kestirebiliyor olmamız tekilliklere karşı ve "no-boundary" önermesini destekleyen deneysel kanıttır.

O halde "no-boundary" önermesi Evren hakkında hangi kestirimde bulunuyor? Belirtilecek ilk nokta, Evren için tüm mümkün geçmişler boyutta sonlu olduklarından, zamanı ölçmek için kullanılacak herhangi bir niceliğin en büyük ve en küçük bir değeri olması gerektiğidir. Böylece Evren'in bir başlangıcı ve sonu olacaktır. Gerçek zamanda başlangıç büyük patlama tekillliği olacaktır. Ancak sanal zamanda başlangıç bir tekillik olmayacaktır. Onun yerine, biraz yeryüzünün kuzey kutbu gibi olacaktır. Eğer yeryüzünün yüzeyindeki enlem dereceleri zamanın benzeri olarak alınırsa, yeryüzünün yüzeyinin Kuzey Kutbu'nda başladığı söy-

lenebilir. Yine de Kuzey Kutbu her yönden yeryüzünde sıradan bir noktadır. Bu konuda özel bir şey yoktur ve Kuzey Kutbu'nda yeryüzündeki diğer yerlerle aynı yasalar geçerlidir. Benzer şekilde, "sanal zamanda Evren'in başlangıcı" olarak etiketlemeyi seçtiğimiz olay her hangi bir başkasına çok benzer şekilde uzay-zamanın sıradan bir noktası olacaktır. Bilimin yasaları başka yerlerde olduğu gibi başlangıçta da geçerli olacaktır.

Yeryüzünün yüzeyi ile benzetmeden Evren'in sonunun, tıpkı Kuzey Kutbu'nun Güney kutbuna çok benzemesi gibi, başlangıca benzer olması beklenebilir. Ancak kuzey ve güney kutuplar yaşadığımız gerçek zamanda değil, sanal zamanda Evren'in geçmişinin başlangıç ve sonuna karşılık gelirler. Eğer sanal zamanda geçmişlerin toplamının sonuçlarından gerçek zamana doğru çıkarsama yapılırsa, Evren'in gerçek zamandaki başlangıcının sonundan çok farklı olabileceği bulunur.

Jonathan Halliwell ve ben "no-boundary" koşulunun ne anlama geleceği konusunda yaklaşık bir hesaplama yaptık. Evren'i üzerinde küçük yoğunluk karışıklıklarının olduğu mükemmel bir düzgünlükte ve tek biçimli bir arkaplan olarak ele aldık. Gerçek zamanda Evren genişlemesine çok küçük bir yarıçapla başlamış görünecektir. Başlangıçta genişleme şişmesel denen şekilde olacaktır, yani tıpkı bazı ülkelerde fiyatların her yıl iki katına çıkması gibi saniyenin her küçük kesrinde Evren büyüklüğünü iki katına çıkaracaktır. Ekonomik enflasyonda Dünya'da rekor muhtemelen I. Dünya Savaşı'ndan sonra bir somun ekmeğin fiyatının bir kaç ay içinde bir Mark'ın altında bir değerden milyonlarca Mark'a yükselmiş olduğu Almanya'dır. Fakat bu Evren'in ilk zamanlarında olmuş olduğu anlaşılan şişmeyle kıyaslanabilecek bir şey değildir. O zaman saniyenin küçük bir kesrinde en az milyon milyon milyon milyon defa büyüme söz konusudur. Kuşkusuz bu şimdiki hükümetten önceydi.

Şişme, (inflation) büyük bir ölçekte düzgün ve tek biçimli olan ve yeniden çökmeyi önlemek için tam kritik hızda genişlemekte

olan bir evren yaratmış olduğu için, iyi bir şeydi. Şişme, aynı zamanda Evren'in tüm içeriğini sözcüğün tam anlamıyla hiç bir şeyden yaratmış olduğu için de. iyi bir şeydi. Evren Kuzey Kutbu gibi tek bir noktayken içinde hiçbir şey yoktu. Ama şimdi Evren'in gözlemleyebildiğimiz kısmında en az on üzeri seksen parçacık bulunuyor. Tüm bu parçacıklar nereden geldiler? Bunun yanıtı görecelik ve kuantum mekniğinin maddenin parçacık/antiparçacık çiftleri şeklinde enerjiden yaratılmasına olanak vermesidir. Peki bu maddeyi yaratmak için enerji nereden geldi? Bunun yanıtı onun Evren'in kütle çekim

enerjisinden ödünç alınmış olduğudur. Evren'in tam olarak maddenin pozitif enerjisini dengeleyen muazzam bir negatif kütle çekim enerjisi borcu vardır. Şişme döneminde Evren, daha fazla madde yaratılmasını finanse etmek üzere kütle çekim enerjisinden yüklü bir biçimde borç almıştır. Sonuç Keynesci ekonominin bir zaferi olmuştur: Maddi nesnelerle dolu kuvvetli ve genişleyen bir evren. Kütle çekim enerjisi borcunun evrenin sonuna kadar ödenmesi gerekmeyecektir.

Evren ilk zamanlarında tamamen homojen ve tekbiçimli olmuş olamazdı çünkü bu kuantum mekaniğinin belirsizlik ilkesine aykırıydı. Onun yerine tekbiçimli yoğunluktan ayrılmalar olmuş olmalıdır. "No boundary" önermesi bu yoğunluk farklılıklarının en alt durumlarında başlayacağı, yani belirsizlik ilkesine uygun olarak mümkün olduğu kadar küçük olacakları anlamına gelir. Ancak şişmesel genişleme sırasında farklılıklar büyür. Şişmesel genişleme dönemi bittikten sonra bazı yerlerinde diğerlerine göre biraz daha hızlı genişleyen bir evren kalır. Daha yavaş genişleme bölgelerinde maddenin kütle çekimi genişlemeyi daha da yavaşlatacaktır. Sonunda bölge genişlemeyi durduracaktır ve galaksileri ve yıldızları oluşturmak üzere büzülecektir. Böylece "no boundary" önermesi çevremizde gördüğümüz tüm karmaşık yapıyı açıklayabilir. Ancak, o Evren konusunda yalnızca tek bir kestirimde bulunmaz. Onun yerine herbirinin kendi olasılığı olan tüm bir mümkün geçmişler ailesi hakkında kestirimde bulunur. Olasılık düşük olsa da,

İngiltere'de son seçimi İşçi Partisi'nin kazandığı olası bir geçmiş olabilir.

"No-boundary" önermesi Evrenin işlerinde Tanrı'nın rolü konusunda köklü sonuçlara sahiptir. Şimdi genellikle Evren'in iyi tanımlanmış yasalara göre evrimleştiği kabul edilmektedir. Bu yasalar Tanrı tarafından düzenlenmiş olabilir. Fakat görüldüğü kadarıyla o yasaları bozmak üzere Evren'e müdahalede bulunmuyor. Ancak son zamanlara kadar bu yasaların Evren'in başlangıcına uygulanamayacağı düşünülüyordu. Saatini kurmak Evren'i istediği herhangi bir şekilde çalıştırmak Tanrı'ya kalmış olacaktı. Böylece Evren'in şimdiki durumu Tanrı'nın ilk koşullar seçiminin sonucu olacaktı.

Ama "no-boundary" önermesi gibi bir şey doğru olursa durum farklı olur. O durumda, fizik yasaları Evren'in başlangıcında bile geçerlidir, bu yüzden Tanrı ilk koşullar seçme özgürlüğüne sahip olmaz. Kuşkusuz o hala Evren'in uyduğu yasaları seçmede özgür olur. Fakat bu pek bir seçim olmayabilir. Yalnızca kendi içinde tutarlı ve "Tanrının doğası nedir?" gibi sorular sorabilen bizler gibi karmaşık yaratıklara yol gösteren az sayıda yasa olabilir.

Ve eğer yalnızca tek bir eşi olmayan mümkün yasalar kümesi varsa bile, bu yalnızca bir dizi denklemdir. Denklemlere ateş veren ve onlara yönetecek bir evren veren nedir? En temel birleşik teori kendi varlığının nedeni olacak kadar karışık mıdır? Bilim Evren'in nasıl başladığı problemini çözebilirse de, "Evren neden var?" sorusuna yanıt veremez. Ben bunun yanıtını bilmiyorum.

KARA DELİKLERİN KUANTUM MEKANİĞİ(*)

Bu yüzyılın ilk otuz yılında insanın fizik ve gerçekliğin kendisine ilişkin görüşünü köklü olarak değiştiren üç teori ortaya çıktı. Fizikçiler hala bu teorilerin sonuçlarını keşfetmeye ve onları birbirlerine uydurmaya çalışmaktadırlar. Bu üç teori özel görecelik teorisi (1905), genel görecelik teorisi (1915) ve kuantum mekaniği teorisidir (1926 yılı civarı). Birinci teori büyük ölçüde Albert Einstein'ın işiydi, ikinci teori tam olarak onun işiydi ve üçüncünün gelişiminde büyük rol oynadı. Yine de Einstein şans ve belirsizlik unsuru nedeniyle kuantum mekaniğini hiç bir zaman kabul etmedi. Onun hisleri sık sık aktarılan sözleri "Tanrı zar atmaz" ile özetlenmiştir.

(*) Ocak 1977'de Scientific American'da yayınlanan bir yazı

Ancak fizikçilerin çoğu özel görecelik ve kuantum mekaniğini kolayca kabul ettiler, çünkü bu teoriler doğrudan gözlemlenebilen etkileri tanımlıyorlardı. Diğer taraftan genel görecelik matematiksel olarak fazla karmaşık görüldüğü, laboratuvarında test edilemediği ve kuantum mekaniği ile uyumlu görünmeyen tamamen klasik bir teori olduğu için geniş ölçüde ihmal edildi. Böylece genel görecelik kuramı yaklaşık elli yıl gölgede kaldı.

1960'ların başlarında başlayan astronomik gözlemlerin büyük boyutu genel görecelik teorisine karşı ilginin canlanışını getirdi; çünkü keşfedilmekte olan kuasarlar, pulsarlar ve yoğun x-ışını kaynakları gibi yeni fenomenlerin birçoğunun çok güçlü kütle çekim alanlarının, yalnızca genel görecelik kuramıyla tanımlanabilen alanların varlığını gösterdiği anlaşıyordu. Kuasarlar, spektrumlarının kırmızılaşmasının gösterdiği kadar uzak-salar, tüm galaksilerden defalarca daha parlak olan yıldız benzeri nesnelerdir; pulsarlar son derece yoğun nötron yıldızları olduğuna inanılan supernova patlamalarının hızla parlayıp sönen kalıntılarıdır; yoğun x-ışını kaynakları uzay araçlarında taşınan araçlarla ortaya çıkarılmışlardır, bunlar da nötron yıldızları olabilirler veya daha da yüksek yoğunluklu varsayımsal nesneler, yani kara delikler olabilirler.

Genel göreceliği bu yeni keşfedilen veya varsayımsal nesnelere uygulamaya çalışan fizikçilerin karşılaştığı sorunlardan biri onu kuantum mekaniği ile uyumlu kılmaktı. Geçen bir kaç yıl içinde, çok geçmeden tam olarak tutarlı, makroskopik nesnelerin genel göreceliği ile uyuşan ve diğer kuantum alan teorilerine uzun süre sıkıntı veren matematiksel sonsuzlukları olmayacağı umulan bir kuantum kütle çekim teorisi bulacağımız umudunu yükselten gelişmeler olmuştur. Bu gelişmelerin son zamanlarda keşfedilen, kara delikler ile termodinamiğin yasaları arasında dikkate değer bir bağ kuran kara deliklerle bağlantılı bazı kuantum etkileriyle ilgisi vardır.

Bir kara deliğin nasıl yaratılabileceğini kısaca anlatayım. Güneş'in kütlesinin on katı kadar kütlesi olan bir yıldız düşünün. Yaklaşık bir milyar yıllık yaşam süresinin çoğunda yıldız oksijeni helyuma dönüştürerek merkezinde ısı üretecektir. Açığa çıkan enerji Güneş'in yarıçapının yaklaşık beş katı kadar yarıçapı olan bir nesneye yol açarak yıldız kendi kütle çekimine karşı desteklemeye yeterli basınç yaratacaktır. Bu tür bir yıldızın yüzeyinden kaçış hızı yaklaşık olarak saniyede 1000 kilometre olur. Yani yıldızın yüzeyinden saniyede 1000 kilometreden az bir hızla yukarıya doğru dik olarak ateşlenen bir nesne yıldızın kütle çekim alanı tarafından geri çekilir ve yüzeye döner, bundan büyük bir hızla yola çıkan bir nesne ise sonsuzluğa kaçacaktır.

Yıldız nükleer yakıtını bitirdiğinde dışa doğru basıncı koruyacak hiçbir şey olmaz ve yıldız kendi kütle çekimi nedeniyle çökmeye başlar. Yıldız büzüldükçe yüzeydeki kütle çekim alanı güçlenir ve kaçıp kurtulma hızı artar. Yarıçap otuz kilometrenin altına inene kadar kaçıp kurtulma hızı saniyede 300.000 kilometreye, ışığın hızına kadar artmış olur. O zamandan sonra yıldızdan yayılan herhangi bir ışık sonsuzluğa kaçamaz, kütle çekim alanı tarafından çekilir. Özel görecelik teorisine göre hiçbir şey ışıktan hızlı gidemez, bu yüzden eğer ışık kaçıp kurtulamazsa başka hiç bir şey kaçıp kurtulamaz.

Sonuç bir kara delik olur: kendisinden sonsuzluğa kaçıp kurtulmanın mümkün olmadığı bir uzay-zaman bölgesi. Kara deliğin sınırına olay ufku denir. Bu yıldızdan gelen, sonsuzluğa kaçıp kurtulmayı ucu ucuna başaramayan, Schwarzschild yarıçapı $2GM/c$ ile dolaşıp duran bir ışık dalgası cephesine karşılık gelir. Burada G Newton'un kütle çekim değişmezidir, M yıldızın kütlesidir ve c ışığın hızıdır. Yaklaşık on güneş kütlesi kadar kütlesi olan bir yıldız için Schwarzschild yarıçapı yaklaşık otuz kilometredir.

Şimdi Cygnus X-1 olarak bilinen x-ışını kaynağı gibi **çift yıldızlı** sistemlerde yaklaşık bu büyüklükteki kara deliklerin mevcut olduğunu ifade eden oldukça fazla gözlemsel kanıt vardır. Ayrıca

Evren'de dağılmış, yıldızların çökmesiyle değil, içinde Evrenin oluşmuş olduğu büyük patlamadan kısa süre sonra var olduğuna inanılan sıcak yoğun ortamdaki yüksek derecede sıkışık bölgelerin çöküşüyle oluşturulmuş oldukça fazla sayıda çok daha küçük kara delikler de olabilir. Bu tür "ilksel" kara delikler burada anlatacağım kuantum etkileri açısından çok ilginçtir. Bir milyar ton (bir dağın kütlesi kadar) ağırlığındaki bir kara delik 10^{13} santimetrelilik bir yarıçapa sahip olur (bir nötron veya proton büyüklüğü). Ya Güneş etrafında veya galaksinin merkezi etrafında yörüngede olabilir.

Kara deliklerle termodinamik arasında bir bağlantı olabileceği konusundaki ilk ipucu 1970 yılında olay ufkunun (bir kara deliğin sınırının) yüzey alanının kara deliğe ek madde veya radyasyon düştüğünde her zaman artma özelliğine sahip olduğunun matematiksel keşfiyle ortaya çıkmıştır. Ayrıca, eğer iki kara delik çarpışır ve bir tek kara delik oluşturmak üzere kaynaşırlarsa, ortaya çıkan kara deliğin etrafındaki olay ufkunun alanı orijinal kara deliklerin çevrelerindeki olay ufuklarının alanlarının toplamından daha büyüktür. Bu özellikler bir kara deliğin olay ufkunun alanıyla termodinamikteki entropi kavramı arasında bir benzerlik olduğu fikrini verir. Entropi bir sistemin düzensizliğinin veya onun eşdeğeri olan kesin durumu hakkında bilgi eksikliğinin bir ölçüsü olarak düşünülebilir. Termodinamiğin ünlü ikinci yasası entropinin her zaman zamanla arttığını söyler.

Kara deliklerin özellikleriyle termodinamiğin yasaları arasındaki benzerlik Washington Üniversitesi'nden James M. Bardeen, şimdi Meuden Observatory'de olan Brandon Carter ve benim tarafımdan geliştirilmiştir. Termodinamiğin ilk yasası bir sistemin entropisindeki küçük bir değişikliğe sistemin enerjisinde orantılı bir değişikliğin eşlik ettiğini söyler. Orantısallık gerçeği sistemin sıcaklığı olarak isimlendirilir. Bardeen, Carter ve ben bir kara deliğin kütlesindeki değişikliğin olay ufkunun alanındaki bir değişiklik ile bağlantısını kuran benzer bir yasa bulduk. Burada oran-

tısalılık faktörü yüzey kütle çekimi deneni, olay ufkunda kütle çekim alanının gücünün bir ölçüsü olan bir nicelikle ilgilidir. Eğer olay ufkunun

alanının entropiye benzer olduğu kabul edilirse, o zaman tıpkı ısı dengedeki bir yapıda sıcaklığın her yerde aynı olması gibi, yüzey kütle çekiminin olay ufkunda her noktada aynı olduğunun ortaya çıkacağı anlaşılır.

Entropi ile olay ufkunun alanı arasında açıkça bir benzerlik varsa da, bu alanın nasıl kara deliğin entropisi olarak tanımlanacağı bizim için açık değildi. Bir kara deliğin entropisiyle ne kastedilecekti? Can alıcı önerme 1972 yılında o zamanlar Princeton Üniversitesi'nde yüksek lisans öğrencisi olan ve şimdi İsrail'de Negev Üniversitesi'nde olan Jacob D. Bekenstein tarafından yapılmıştı. Önerme şöyledir: Bir kara delik kütle çekim çökmesiyle yaratıldığında hızla yalnızca kütle, açısal moment ve elektrik yükü özellikleriyle tanımlanan durağan bir duruma geçer. Karadelik bu özellikler dışında çökmüş olan nesnenin başka bir ayrıntısını taşımaz. "Bir kara deliğin saçı yoktur" teoremi olarak bilinen bu sonuç Carter, University of Alberta'dan Werner Israel, Londra King's College'den David C. Robinson ve benim tarafımdan kanıtlanmıştır.

Saçı yok teoremi kütle çekimsel bir çökmede çok miktarda bilgi kaybı olduğu anlamına gelir. Örneğin en son kara delik durumu çöken nesnenin madde veya antimaddeden oluşmuş olmasından ve küresel veya yüksek derecede düzensiz şekilli olmasından bağımsızdır. Bir başka deyişle belli bir kütlede, açısal momentte ve elektrik yükteki bir kara delik maddenin çok sayıda farklı düzenlenişlerinin herhangi birinin çöküşüyle oluşmuş olabilir. Aslında, eğer kuantum etkileri ihmal edilirse, kara delik son derece düşük kütlede sayısız parçacıktan bir bulutun çökmesiyle oluşmuş olabileceği için düzenleniş biçimi sayısı sonsuz olur.

Ancak kuantum mekaniğinin belirsizlik ilkesi m kütlelerinde bir parçacığın h/mc dalga

boyutunda bir dalga gibi davranacağını belirtir. Burada h Planck değişmezidir ($6.62 \times$

$$10^{-27} \text{ erg-saniyelik}$$

küçük sayı) c ise ışığın hızıdır. Bir parçacık bulutunun bir kara delik oluşturmak üzere çökebilmesi için, bu dalga boyunun oluşacak kara deliğin büyüklüğünden daha küçük olmasının gerektiği görülür. Bu nedenle, belirli bir kütle, açısal moment ve elektrik yükünde bir kara delik oluşturabilecek düzenlenişlerin sayısının, çok büyük olsa da, sonlu olabileceği anlaşılır. Bekenstein bu sayının logaritmasının kara deliğin entropisi olarak yorumlanabileceğini ileri sürmüştür. Bu sayının logaritması bir kara delik yaratıldığında çökme sırasında olay ufkundan geri alınamaz şekilde kaybolan bilgi miktarı konusunda bir ölçü

olacaktı.

Göründüğü kadarıyla Bekenstein'in yargılamasındaki ölümcül kusur eğer bir kara delik olay ufkunun yüzeyiyle orantılı olan sonlu bir entropiye sahip olursa, yüzey kütsel çekimiyle orantılı olacak bir sonlu sıcaklığa da sahip olması gerekmesiydi. Bu da kara deliğin sıfırdan farklı bir sıcaklıkta ısı radyasyonu dengede olabileceği anlamına gelirdi. Ama klasik kavramlara göre böyle bir denge mümkün değildir, çünkü kara delik üzerine düşen herhangi bir radyasyonu soğuracaktır, fakat tanımı gereği karşılık olarak herhangi bir şey yayamayacaktır.

Bu paradoks 1974 başlarında kara deliğin yakınındaki maddenin tavrının kuantum mekaniğine göre nasıl olacağını araştırmakta olduğum zamana kadar öyle kaldı. Çok şaşırmıştım ama kara delik düzenli bir hızla parçacık yayıyor göründü. O zamanlar herkes gibi ben de kara deliklerin bir şey yayamayacağı hükmünü kabul ediyordum. Bu nedenle bu utanç verici etkiden kurtulmaya çok uğraştım. O gitmeyi reddetti ve sonunda kabul etmek zorunda kaldım. Sonunda beni bunun gerçek bir fiziksel süreç olduğu konusunda ikna eden şey dışı giden parçacıkların kesinlikle ısı bir spektruma sahip olmaları oldu: kara delik tıpkı yüzey kütsel çekimiyle orantılı ve kütleyle ters orantılı bir sıcaklıkta sıradan bir sıcak nesne gibi parçacık yaratıp yayıyor. Bu Bekenstein'in kara deliğin sonlu bir entropiye sahip olduğu tezini tam olarak tutarlı kıldı, çünkü bu bir kara deliğin sıfırdan farklı sonlu bir sıcaklıkta ısı dengede olabileceği anlamına geliyordu.

O zamandan beri kara deliklerin ısı ışıma yapabileceklerinin matematiksel kanıtı çeşitli farklı yaklaşımlardaki başka bazı kişiler tarafından da doğrulanmıştır. Işın yayma durumunun anlaşılmasının bir yolu şimdi anlatacağım şekildedir. Kuantum mekaniği uzayın tamamının sürekli olarak çiftler halinde maddeleşen, ayrılan ve tekrar biraraya gelen ve birbirini yok eden "sanal" parçacık ve antiparçacık çiftleriyle dolu olduğu anlamına gelir. Bu parçacıklara sanal deniyor, çünkü "gerçek" parçacıkların tersine doğrudan bir parçacık dedektörüyle gözlemlenemiyorlar. Ama dolaylı etkileri ölçülebilir ve varlıkları uyarılmış hidrojen atomlarından yayılan ışığın spektrumunda yarattıkları küçük bir kaymayla ("Kuzu kayması") doğrulanmıştır. Şimdi, bir kara deliğin varlığında, bir çift sanal parçacığın bir üyesi kara deliğe düşüp diğer üyeyi birbirlerini yok edecekleri bir ortağı kalmamış durumda bırakabilir. Terkedilmiş parçacık veya antiparçacık ortağının ardından kara deliğe düşebilir, fakat sonsuzluğa da kaçıp kurtulabilir ve orada kara deliğin çıkardığı radyasyon olarak görünür.

Bu sürece bakmanın bir diğer yolu parçacık çiftinin kara deliğe düşen üyesini - diyelim ki antiparçacığı- gerçekte zaman içinde geri doğru yol alan bir parçacık gibi düşünmektir. Böylece kara deliğe düşen antiparçacık kara delikten çıkan fakat zaman içinde geriye doğru yol alan bir parçacık olarak düşünülebilir. Parçacık, parçacık-antiparçacık çiftinin başlangıçta maddeleşmiş olduğu noktaya ulaşınca kütsel çekim alanı ona çarpar ve böylece zaman içinde ileriye doğru yol alır.

Bu yüzden kuantum mekaniği bir parçacığın bir kara deliğin içinden kaçıp kurtulmasına olanak vermiştir, bu klasik mekanikte olanak verilmeyen bir şeydir. Ancak atomik ve nükleer fizikte parçacıkların klasik ilkelerle delip geçememeleri gereken fakat kuantum mekaniği ilkeleriyle tünel açıp geçebilmelerinin mümkün olduğu bir tür engelin bulunduğu pek çok başka durum vardır.

Bir kara deliğin etrafındaki engelin kalınlığı kara deliğin bü-

yüklüğüyle orantılıdır. Bu Cygnus **X-1'de** var olduğu varsayılan kadar büyük bir kara delikten çok az parçacığın kaçıp kurtulabileceği fakat daha küçük kara deliklerden parçacıkların çok hızlı sızıp akabileceği anlamına gelir. Ayrıntılı hesaplamalar yayılan parçacıkların kara deliğin kütlesi azaldıkça hızla artan bir sıcaklığa karşılık gelen bir ısı spektruma sahip olduklarını göstermektedir. Güneş'inki kadar kütlesi olan bir kara delik için sıcaklık yalnızca yaklaşık mutlak sıfırın üzerinde bir derecenin on milyonda biri kadardır. Bir kara deliği bu sıcaklıkta bırakan ısı radyasyon Evren'deki genel radyasyon zeminiyle tamamen süpürülür. Diğer taraftan, yalnızca bir milyar ton kütleli bir kara delik, yani kabaca bir proton büyüklüğünde ilksel bir kara delik 120 milyar Kelvin derecesi kadar bir sıcaklığa sahip olurdu. Bu sıcaklık da 10 milyon elektron volt kadar bir enerjiye karşılık gelir. Böyle bir sıcaklıkta bir kara delik elektron-pozitron çiftleri ve fotonlar, nötrinolar ve gravitonlar (kütleli çekim enerjisinin varsayılan taşıyıcıları) gibi sıfır kütleli parçacıklar yaratabilecektir. Bir ilksel kara delik altı büyük nükleer enerji istasyonunun çıkışına eşdeğer 600 megawatt hızla enerji yayardı.

Bir kara delik parçacık yayarken kütlesi ve büyüklüğü düzenli olarak azalır. Bu daha fazla parçacığın dışarıya tünel açmalarını kolaylaştırır ve böylece ışıma kara delik kendisini varlık durumu dışına çıkaran bir ışıma yapana kadar artan hızla devam eder. Uzun vadede Evren'deki her kara delik bu şekilde buharlaşacaktır. Ancak büyük bir

kara delik için bunun alacağı zaman aslında çok uzundur: Güneş'inki kadar kütlesi olan bir kara delik yaklaşık 10^{66} yıl yaşayacaktır. Diğer taraftan bir ilksel kara delik bildiğimiz şekliyle Evren'in başlangıcı olan büyük patlamadan beri geçen on milyar yıl içinde hemen hemen tamamen buharlaşmış olmalıdır. Bu tür kara delikler şimdi yaklaşık 100 milyon elektron voltluk bir enerjiyle şiddetli gama ışınları yayıyor olmalıdırlar.

Califonia Institute of Technology'den Don N. Page ve benim tarafımdan yapılan, SAS-2 uydusunun sağladığı gama radyasyonu

kozmik zemini ölçümlerine dayanan hesaplamalar Evren'deki ilksel kara deliklerin ortalama yoğunluğunun yaklaşık olarak ışık yılı kübü başına 200'den az olması gerektiğini göstermektedir. Eğer ilksel kara delikler Evren'e dağılmış olmak yerine galaksilerin "halesinde" -her galaksinin içine yuvalanmış olduğu hızla hareket eden yıldızların ince bulutu- yoğunlaşmış olsalar, galaksimizdeki yerel yoğunluk bu rakamdan bir milyon defa daha yüksek olabilirdi. Bu durum yeryüzüne en yakın ilksel kara deliğin büyük olasılıkla en azından Plüton gezegeni kadar uzakta olduğu anlamına gelirdi.

Bir kara deliğin buharlaşmasının en son aşaması o kadar hızlı ilerler ki, muazzam bir patlamayla sona erer. Bu patlamanın ne kadar güçlü olacağı kaç tane farklı elementer parçacık türünün mevcut olduğuna bağlı olacaktır. Eğer şimdi yaygın olarak inanıldığı gibi tüm parçacıklar belki altı farklı kuark türünden yapılmışlarsa son patlama on milyon adet bir megatonluk hidrojen bombasına eşdeğer bir enerjiye sahip olacaktır. Diğer taraftan European Organization for Nuclear Research'den R. Hagedorn tarafından ileri sürülen bir alternatif teoride gittikçe daha yüksek kütlede sonsuz sayıda elementer parçacık olduğu belirtilmektedir. Bir kara delik daha küçük ve daha sıcak hale geldikçe daha fazla sayıda farklı türde parçacık yayacak ve belki kuark önermesinde hesaplanmış olandan 100.000 defa daha güçlü bir patlama yaratacaktır. Bu yüzden bir kara delik patlamasının gözlemlenmesi elementer parçacıklar fiziği için başka türlü elde edilemeyen çok önemli bilgiler sağlayacaktır.

Bir kara delik patlaması yüksek enerjili gama ışınlarından kütleli bir boşalma yaratacaktır. Bu ışınlar uydular veya balonlardaki gama ışını dedektörleriyle gözlemlenebilirse de, bir patlamadan önemli miktarda gama ışını fotonunun yolunu kesmek için yeteri kadar şanslı olacak büyüklükte bir dedektörü uzaya göndermek zor olacaktır. Bir olanak yörüngede büyük bir gama ışını dedektörü inşa edecek bir uzay mekiği kullanmak olacaktır. Daha kolay

ve çok daha ucuz bir alternatif yeryüzünün üst atmosferinin bir dedektör olarak iş görmesini sağlamaktır. Atmosfere dalan bir yüksek enerjili gama ışını başlangıçta atmosferde ışığın ilerleyebileceğinden daha hızlı ilerleyen bir elektron-pozitron **çifti** sağanağı yaratacaktır. (Işık hava molekülleriyle etkileşim sonucu yavaşlatılmaktadır.) Böylece elektron ve pozitronlar elektromanyetik alanda bir tür sessel patlama veya şok dalgası yaratacaklardır. Cerenkov radyasyonu denen bu tür bir şok dalgası yerden bir görünebilir ışık parlaması olarak teshil edilebilir.

Dublin University College'den Neil A. Porter ve Trevor C. Weekes tarafından yapılan bir ön deney, eğer kara delikler Hagedorn'un teorisinin kestirimde bulunduğu gibi patlarsa, galaksimizin bölgesinde yüzyıl başına ışık yılı kübünde ikiden az kara delik patlaması olacağını gösteriyor. Bu ilksel kara deliklerin yoğunluğunun ışık yılı kübünde 100 milyondan daha az olduğu anlamına gelir. Bu tür gözlemlerin hassaslığını büyük ölçüde arttırmak mümkün olmalıdır. İlksel kara delikler konusunda herhangi bir pozitif kanıt vermezlerse de, çok değerli olacaklardır. Gözlemler, bu tür kara deliklerin yoğunluğu üzerine düşük bir üst sınır koyarak, Evren'in ilk zamanlarında çok düzgün olduğunu ve karışık olmadığını gösterecektir.

Büyük Patlama bir kara delik patlamasına benzer ama çok daha büyük bir ölçekte. Bu nedenle kara deliklerin nasıl parçacık yarattığının anlaşılmasının büyük patlamanın Evren'deki herşeyi nasıl yarattığı konusunda benzer bir anlayışa yol açacağı umulmaktadır. Bir kara delikte madde çöker ve sonsuza kadar kaybolur fakat onun yerine yeni madde yaratılır. Bu nedenle Evren'in, içinde maddenin büyük patlamada yeniden yaratılmak üzere çıktığı daha önceki bir aşaması olabilir.

Eğer bir kara delik oluşturmak üzere çöken madde net bir elektrik yüküne sahip ise, ortaya çıkan kara delik de aynı yükü taşıyacaktır. Bu kara deliğin sanal parçacık-antiparçacık çiftlerinin karşıt yüke sahip olan üyelerini çekme ve benzer yüke olan

üyelerin itme eğilimi olacağı anlamına gelir. Bu nedenle kara delik tercihen kendisi ile aynı yüklü parçacıklar yayacaktır ve böylece hızla yükünü kaybedecektir. Benzer şekilde eğer çöken madde net bir açıl momentine sahipse, ortaya çıkan kara delik dönüyor olacaktır ve tercihen açıl momentini götüren parçacıklar yayacaktır. Bir kara deliğin çöken maddenin elektrik yükünü, açıl momenti ve kütlelerini "anımsamasının" ve başka herşeyi "unutmasının" nedeni bu üç niceliğin uzun-erimli alanlarla bağlantılı olmasıdır: bunlar yük için elektromanyetik alan, açıl moment ve kütle için kütleçekim alanıdır.

Princeton University'den Robert H. Dicke ve Moscow State University'den Vladimir Braginsky tarafından yapılan deneyler baryon sayısı olarak tanımlanan kuantum özelliği ile bağlantılı hiçbir uzun-erimli alan olmadığını göstermiştir. (Baryonlar proton ve nötronu taşıyan parçacıklar sınıfıdır.) Bu yüzden bir baryonlar topluluğunun çökmesiyle oluşmuş bir kara delik baryon sayısını unutacaktır ve eşit sayıda baryon ve antibaryon yayacaktır. Bu yüzden, kara delik ortadan kaybolduğunda parçacık fiziğinin en çok tutulan yasalarından birini, baryonların korunumu yasasını ihlal eder.

Bekenstein'in kara deliklerin sonlu bir entropiye sahip olduğu önermesi tutarlı olabilmek için kara deliklerin ısı radyasyon yapmasını gerektirir de, başlangıçta parçacık yaratılışının ayrıntılı kuantum-mekaniksel hesaplamalarının ısı spektrumlu bir ışıma yolu açması tam bir mucize gibi görünür. Bunun açıklaması yayılan parçacıkların dıştan bir gözlemcinin kütlesi, açıl momenti ve elektrik yükü dışında hakkında başka bir bilgisi olmadığı bir bölgede kara delikten tünel açarak çıkmalarıdır. Bu yayılan aynı enerji, açıl moment ve elektrik yüke sahip parçacıkların tüm bileşimleri veya düzenlenişlerinin eşit derecede olası olduğu anlamına gelir. Aslında kara deliğin bir televizyon seti veya on deri ciltte Proust'un eserlerini yayması da mümkündür. Fakat bu ekzotik olanaklara karşılık gelen parçacık düzenleniş sayısı son derece küçüktür. Büyük farkla düzenlenişlerin en çoğu hemen hemen ısı bir spektrumu olan bir ışıma karşılık gelmektedir.

Kara deliklerden ışımanın normal olarak kuantum mekaniği ile bağlantılı olanın üzerinde ve üstünde ek bir belirsizlik veya kestirilemezlik derecesi vardır. Klasik mekanikte bir parçacığın hem konumunu hem de hızını ölçmenin sonuçları hakkında kestirimde bulunulabilir. Kuantum mekaniğinde

belirsizlik ilkesi bu ölçümlerin yalnızca birinin kestirilebilir olduğunu söyler; gözlemci ya konumun veya hızın ölçümünün sonucu hakkında kestirimde bulunabilir, fakat her ikisi hakkında değil. Alternatif olarak bir konum ve hız bileşimini ölçmenin sonucu hakkında kestirimde bulunabilir. Böylece aslında gözlemcinin kesin kestirimlerde bulunma yeteneği yarıya inmiştir. Kara deliklerde iş daha da kötüdür. Bir kara delik tarafından yayılan parçacıklar gözlemcinin hakkında çok sınırlı bilgisi olduğu bir bölgeden geldikleri için, parçacığın konumu veya hızı veya ikisinin herhangi bir bileşimi hakkında belirli bir kestirimde bulunamaz; tüm kestirimde bulunabileceği şey belirli parçacıkların yayılacağı konusundaki olasılıklardır. Bu nedenle Einstein "Tanrı zar atmaz" derken iki defa yanlışmış görünüyor. Kara deliklerden parçacık yayılmasının değerlendirilmesi Tanrı'nın yalnızca zar atmakla kalmayıp bazen zarları görülemeyecekleri yerlere attığı fikrini uyandırmaktadır.

KARA DELİKLER VE BEBEK EVRENLER(*)

Kara delikler boyandıkları kadar kara değildirler; burada onların beyaz sıcaklıkta parlayabileceklerini göstereceğim. Onlar küçük bebek evrenlerin gururlu anaları ve babaları olabilirler.

Bir kara deliğin içine düşmek bilim kurgunun dehşet sahnelerinden biri haline gelmiştir. Aslında şimdi karadeliklerin bilim kurgu yerine gerçek bilimin maddeleri olduğu söylenebilir. Anlatacağım gibi, kara deliklerin var olmaları gerektiği kestiriminde bulunmaya yol açan güçlü nedenler vardır ve gözlemsel kanıtlar kendi galaksimizde bazı kara delikler olduğunu, diğer galaksilerde daha fazlasının bulunduğunu güçlü şekilde göstermektedir.

(*) Nisan 1988'de Berkeley, University of California'da yapılan Hitchcock konuşması

Kuşkusuz, bilim kurgu yazarlarının gerçekten konuya girdikleri yer bir kara deliğe düştüğünüzde ne olduğudur. Yaygın bir görüş, eğer kara delik dönüyorsa uzay-zamanda küçük bir delikten dışarıya Evren'in bir başka bölgesine düşebileceğinizdir. Bu açıktır ki uzay gezileri için büyük olanaklar getirir. Aslında eğer, diğer galaksileri bırakalım, diğer yıldızlara gezi gelecekte pratik bir önerme olaksa bunun gibi bir şeye gereksinimimiz vardır. Aksi takdirde, hiçbir şeyin ışıktan hızlı yol alamayacağı gerçeği en yakın yıldızla gidip gelmenin en azından sekiz yıl alacağı anlamına gelir. Alpha Centauri 'de bir hafta sonu için bu kadar! Diğer taraftan, eğer bir kara delikten geçilebilirse, Evren'de herhangi bir yere yeniden çıkılabilir. Hedefinizi nasıl seçeceğiniz pek açık değildir; Virgo'da bir tatil için yola çıkıp Crab Nebula'ya varabilirsiniz.

Geleceğin galaktik turistlerini hayal kırıklığına uğrattığım için üzgünüm, fakat bu senaryo işlemez. Eğer bir kara deliğin içine atlarsanız parçalara ayrılır ve varlık olmaktan çıkarsınız. Ancak vücudunuzu oluşturan parçacıkların bir başka evrene taşındıkları şeklinde bir düşünce vardır. Bir kara delikte spagetti haline getirilmekte olan birine bu parçacıkların hayatta kalabileceklerini bilmek bir teselli midir bilmem.

Kullanmış olduğum biraz düşüncesiz tona rağmen bu konu ağır bilime dayanmaktadır. Kabul

ediliş ancak son-zamanlarda olmuşsa da, benim burada söylediklerimin çoğu konusunda şimdi bu alanda çalışmakta olan diğer bilim adamları görüş birliğine varmışlardır. Ancak bu konunun son kısmı üzerinde henüz genel bir anlayış birliğinin olmadığı çok yeni çalışmalara dayanmaktadır. Fakat bu çalışma büyük ilgi ve heyecan yaratmaktadır.

Şimdi "kara delik" olarak isimlendirdiğimiz kavramın geçmişi iki yüz yıldan fazla geri giderse de, kara delik adı ancak 1967 yılında Amerika'lı fizikçi John Wheeler tarafından getirilmiştir. Bu bir dahi vuruşuydu, bu isim kara deliklerin bilim kurgu mitolojisine girmesini sağlamıştır. Bu aynı zamanda daha önceleri tatmin edici bir adı olmayan bir şeye belirli bir isim sağlayarak bi-

limsel araştırmayı da geliştirmiştir. Bilimde iyi bir adın önemi küçümsenmemelidir.

Bildiğim kadarıyla, kara delikleri tartışan ilk kişi 1783 yılında onlar hakkında bir yazı yazmış olan John Michell adlı Cambridge'li biriydi. Onun fikri şöyleydi: Yeryüzünün yüzeyinden bir gülleyi dikey olarak yukarı doğru ateşlediğinizi varsayalım. Güle yukarıya giderken kütleçekim tarafından yavaşlatılır. Sonunda yukarı gitmeyi durduracak ve yeryüzüne geri düşecektir. Ama belli bir kritik hızdan fazlasına sahip olsaydı hiç bir zaman yükselmeyi durdurmayacak ve geri düşmeyecek, uzaklaşmaya devam edecekti. Bu kritik hıza kaçıp kurtulma hızı denir. Bu yeryüzü için saniyede yedi mil kadar, Güneş için saniyede yüz mil kadardır. Bu hızların her ikisi de gerçek bir gülle hızından fazladır, fakat saniyede 186.000 mil olan ışığın hızından çok daha küçüktürler. Bu kütleçekimin ışık üzerinde fazla etkisi olmadığı anlamına gelir; ışık zorluk çekmeden yeryüzünden veya Güneş'ten 'kaçıp kurtulabilir. Ancak Michell kaçıp kurtulma hızının ışığın hızından daha büyük olmasına yetecek kadar kütleli ve yeterince küçük bir yıldız olabileceğini düşündü. Böyle bir yıldız göremeyiz, çünkü onun yüzeyinden gelen ışık bize ulaşmaz; yıldızın kütleçekimi tarafından geri çekilir. Ancak kütleçekiminin yakınındaki madde üzerindeki etkisiyle yıldızın varlığını saptayabiliriz.

Gerçekte ışığa güle gibi muamele etmek tutarlı bir iş değildir. 1897 yılında yapılan bir deneye göre, ışık her zaman aynı değişmez hızla hareket eder. O halde kütleçekim ışığı nasıl yavaşlatabilir? Kütleçekimin ışığı nasıl etkilediği konusunda tutarlı bir teori 1915 yılında Einstein'ın genel görecelik kuramını formüle edişine kadar çıkmadı. Yine de, bu teorinin eski yıldızlar ve diğer kütleli nesneler için anlamı 1960'lara kadar genel olarak anlaşılmadı.

Genel göreceliğe göre, uzay ve zaman birlikte uzay-zaman denen dört boyutlu bir uzay oluşturuyor olarak düşünülebilirler. Bu uzay düz değildir, içindeki madde ve enerji tarafından yamulmuş

veya eğrilmiştir. Nesneler uzay-zamanda doğru çizgiler halinde hareket etmeye çalışırlar, fakat uzay-zaman eğrilmiş olduğu için eğrilmiş bir uzayda düz bir çizgiye en yakın şey olan yollarda ilerlerler. Böylece yeryüzü düz bir çizgide ilerlemeye çalışır, fakat uzay-zaman Güneş'in kütlesi tarafından bükülmüş olduğu için sarmal bir yol izler, zaman içinde ilerlerken Güneş etrafında bir daire içinde gider.

Benzer şekilde, ışık düz çizgide ilerlemeye çalışır, fakat uzay-zaman eğrilmiş olduğu için bükülü bir yol izlediği görülür. Bir güneş tutulması sırasında ışığın bu bükülmesini gerçekten gözlemleyebiliriz. Ay Güneş'in önünü tıkar ve bizim güneş ile hemen hemen aynı doğrultuda olan yıldızları gözlemlememize olanak verir. Onlardan gelen ışık Güneş yakınındaki eğrilmiş uzay-zaman tarafından bükülmüş olduğu için yıldızların biraz farklı konumlarda göründüklerini anlarız.

Güneş'in yakınından geçen ışık durumunda bükülme çok küçüktür. Ancak eğer Güneş yalnızca bir kaç mil eninde olacak kadar büzülseydi bükülme o kadar büyük olurdu ki, Güneş'ten ayrılan ışık uzaklaşmaz, güneşin kütleçekim alanı tarafından geri çekilirdi. Görecelik teorisine göre, hiçbir şey ışığın hızından daha hızlı ilerleyemez, bu yüzden bu bölge içinden herhangi bir şeyin kaçıp kurtulmasının mümkün olmadığı bir bölge olurdu. Bu bölgeye kara delik denir. Onun sınırına olay ufku denir. Olay ufku kara delikten kaçıp kurtulmayı başarmak üzere olup başaramayan, kenarda dolaşır durumda kalan ışık tarafından oluşturulur.

Güneş'in yalnızca bir kaç mil eninde olacak kadar büzülebileceğini ileri sürmek komik gelebilir. Maddenin o kadar sıkıştırılamayacağı düşünülebilir. Fakat sıkıştırılabileceği ortaya çıkar.

Güneş o kadar sıcak olduğu için o büyüklüktedir. Güneş kontrollü bir H-bombası gibi hidrojeni

helyuma dönüştürerek yakmaktadır. Bu süreçte açığa çıkan ısı güneşin kendi kütle çekiminin onu küçültmeye çalışan çekimine karşı direnmesini sağlar.

Ama sonunda Güneş nükleer yakıtını bitirecektir. Bu bir beş milyar yıl kadar sonrasına dek olmayacaktır, bu yüzden bir başka yıldıza uçuş için yer ayırmakta acele etmeye gerek yoktur. Ancak Güneş'ten daha kütleli yıldızlar yakıtlarını çok daha hızlı yakıp bitireceklerdir. Yakıtlarını bitirdikleri zaman ısı kaybetmeye ve büzülmeye başlayacaklardır. Eğer yaklaşık olarak Güneş'in kütlelerinin iki katından daha az iseler sonunda büzülmeyi durduracaklar ve dengeli bir duruma geçeceklerdir. Bu tür bir duruma beyaz cüce denir. Bunların bir kaç bin millik yarıçapları vardır ve yoğunlukları inç küp başına yüzlerce tondur. Bu tür bir başka durum bir nötron yıldızı durumudur. Bunların yaklaşık on millik yarıçapları vardır ve yoğunlukları inç küp başına milyonlarca tondur.

Galakside hemen yakınımızda çok sayıda beyaz cüce gözlemlenmektedir. Ancak nötron yıldızları 1967 yılında Cambridge'de Jocelyn Bell ve Antony Hewish'in düzenli radyo dalgaları vuruşları yayan pulsarlar denen nesneleri keşfettikleri zamana kadar gözlemlenmemişlerdi. Başlangıçta onlar yabancı bir uygarlıkla bağlantı kurup kurmadıklarını merak ettiler; onların keşiflerini ilan ettikleri seminer odasının "Küçük Yeşil Adam" şekilleriyle dekore edilmiş olduğunu anımsıyorum. Ancak sonunda onlar ve başka herkes bu nesnelerin dönen nötron yıldızları olduğu şeklindeki daha az romantik sonuca ulaştı. Bu durum uzay Wes-tern'leri yazarları için kötü haber, fakat o zamanlar kara deliklere inanan az sayıdaki bizler için iyi haberdirdi. Eğer yıldızlar nötron yıldızı olmak üzere on veya yirmi mil kadar az enli olacak şekilde büzülebilirlerse, diğer yıldızların kara delikler olmak üzere daha fazla büzülebilecekleri beklenebilir.

Yaklaşık Güneş'in kütlelerinin iki katından fazla kütlesi olan bir yıldız bir beyaz cüce veya nötron yıldızı haline gelemez. Bazı durumlarda yıldız patlayabilir ve kütlelerini sınırın altına düşürecek kadar madde fırlatabilir. Fakat bu her durumda olmaz. Ba/ı yıldızlar o kadar küçülür ki, kütle çekimleri ışığı geriye yıldıza gelecek kadar bükür. Başka ışık veya herhangi başka bir şey kaçıp kurtulamaz. Yıldızlar kara delik haline gelmiş olurlar.

Şimdi bazı kara delikler hakkında oldukça yeterli gözlemsel kanıtlara sahibiz. En iyi durumlardan biri Cygnus X-1'dir. Bu görülmeyen bir eş etrafından dönen bir normal yıldızdan oluşan bir sistemdir. Madde normal yıldızdan fırlıyor ve eşe düşüyor görünmektedir. Madde eşe doğru düşerken bir banyodan çıkan su gibi sarmal bir hareket geliştirmektedir. Çok sıcak hale gelip X ışınları yayacaktır. Görülmeyen eş çok küçük, bir beyaz cüce, bir nötron yıldızı veya bir kara delik olmalıdır. Ancak eşin kütlelerinin Güneş'in kütlelerinin en azından altı katı kadar olduğu gösterilebilir. Bu onun bir beyaz cüce veya bir nötron yıldızı olması için çok fazladır. Bu yüzden o bir kara delik olmalıdır.

Bir zamanlar California Institute Of Technology'den Kip Thorne ile Cygnus X-1'in bir kara delik taşımadığı şeklinde bir iddiaya giriştim. Bu benim gerçekten Cygnus X-1 içinde bir kara delik olduğuna inanmadığımdan değildi. Tersine, bu bir sigorta politikasıydı. Kara delikler üzerine bir çok çalışma yapmıştım ve eğer kara deliklerin var olmadığı ortaya çıkarsa bu çalışmanın hepsi boşa gitmiş olacaktı. Fakat o zaman en azından iddiamı kazanma tesellisine sahip olacaktım. Ancak şimdi kara delikler hakkındaki kanıtların o kadar zorlayıcı olduğunu düşünüyorum ki iddiayı kaybedeceğim. Kip Thorne'a Penthouse aboneliği sağlayacağım.

Fizik yasaları zaman simetrisine sahiptirler. Bu yüzden içine düşenlerin çıkamadığı kara delikler denen nesneler varsa, o zaman şeylerin içinden çıktığı fakat içine düşemediği başka nesneler de

olmalıdır. Bunlara beyaz delikler denebilir. Bir kara deliğin içine bir yerde atlanabileceği ve bir başka yerde bir beyaz delikten çıkılabileceği düşünülebilir. Bu daha önce söz edilen uzun uzay gezisinin ideal yöntemi olacaktır. Tüm gereksiniminiz olan şey yakında bir kara delik bulmak olacaktır.

Başlangıçla bu tür uzay gezisi mümkün göründü. Einstein'ın genel görecelik teorisinin bir kara deliğin içine düşmenin ve bir beyaz delikten çıkmanın mümkün olduğu çözümleri vardır. Ancak daha sonraki çalışmalar tüm bu çözümlerin hepsinin çok dengesiz

olduğunu gösteriyor: bir Uzay gemisinin varlığı gibi en küçük etki kara delikten beyaz deliğe giden "kurt deliğini" ya da pasajı tahrip ederdi. Uzay gemisi sonsuz derecede güçlü kuvvetler tarafından parçalara ayrılırdı. Bu Niyagara'dan bir fıçı içinde geçmek gibi olurdu.

Daha sonra bu umutsuz göründü. Kara delikler çöplerden kurtulmak veya hatta insanın bazı arkadaşlarından kurtulması için yararlı olabilirler. Fakat onlar "kendisinden hiç bir gezginin dönmediği bir ülke" dirler. Şimdiye kadar söylediğim herşey Einstein'ın Genel Görecelik kuramını kullanarak yapılmış hesaplamalara dayanmaktadır. Bu teori yapmış olduğumuz tüm gözlemlerle mükemmel bir uyum içindedir. Fakat o kadar doğru olamayacağını biliyoruz. Çünkü kuantum mekaniğinin belirsizlik ilkesini taşıyor. Belirsizlik ilkesi parçacıkların hem iyi tanımlanmış bir konuma hem de iyi tanımlanmış bir hızla sahip olamayacaklarını söyler. Bir parçacığın konumunu ne kadar kesin olarak ölçerseniz, hızını o kadar daha az kesin ölçersiniz ve tersi de doğrudur.

1973 yılında belirsizlik ilkesinin kara deliklerde hangi farkı getireceğini araştırmaya başladım. Benim ve başka herkesin çok şaşırtmasına yol açan bir şekilde bunun kara deliklerin tamamen kara olmadıkları anlamına geldiğini buldum. Düzgün bir hızla dışarıya radyasyon ve parçacıklar gönderiyor olmalıydılar. Sonuçlarımı Oxford yakınında bir konferansta açıkladığımda genel bir inançsızlıkla karşılandı. Oturumun başkanı bunların saçmalık olduğunu söyledi ve bunu söylediği bir yazı yazdı. Fakat başkaları benim hesabımı tekrarladıklarında aynı etkiyi buldular. Böylece sonunda başkan bile haklı olduğuma inandı. Radyasyon kara deliğin kütle çekim alanından nasıl kaçıp kurtulabilir? Bunun yanıtı belirsizlik ilkesinin parçacıkların küçük bir uzaklık için ışıktan hızlı ilerlemelerine olanak vermesidir. Bu durum parçacıkların ve radyasyonun olay ufkundan çıkmalarına ve kara delikten kaçıp kurtulmalarına olanak verir. Böylece şeylerin kara delikten çıkması

mümkün olacaktır. Ancak bir kara delikten çıkan şey içine düşen şeyden farklı olacaktır. Yalnızca enerji aynı olacaktır.

Kara delik dışarıya parçacıklar ve radyasyon verirken kütle kaybedecektir. Bu kara deliğin küçülmesine ve parçacıkları daha hızlı olarak dışarıya yollamasına yol açar. Sonunda sıfır kütleye iner ve tamamen ortadan kaybolur. O zaman kara deliğin içine düşen, aralarında uzay gemilerinin de bulunabileceği nesnelere ne olur? Benim son çalışmalarım göre bunun yanıtı onların kendilerine ait küçük bir bebek evrene gittikleridir. Evren'imizin bizim bulunduğumuz bölgesinden küçük kendi kendini taşıyan bir evren dallanır. Bu bebek evren tekrar bizim uzay-zaman bölgemize katılabilir. Katılırsa, bize oluşan ve daha sonra buharlaşan bir başka kara delik gibi görünür. Bir kara deliğin içine düşen parçacıklar diğer kara delik tarafından yayılan parçacıklar olarak görünür ve bunun tersi de doğrudur.

Bu kara deliklerden uzay gezisine olanak vermek için gereken şey gibi görünür. Yalnızca uygun bir kara deliğe doğru uzay geminizi yöneltirsiniz. Oldukça büyük olan bir uzay gemisi olsa daha iyidir yoksa kütle çekim kuvvetleri siz içeri girmeden sizi spagetti haline getirir. O zaman, neresi olacağını seçemeyecek olsanız da, bir başka delikten tekrar ortaya çıkmayı umarsınız.

Ama galaksiler arası ulaşım planında bir kusur var. Deliğe düşen parçacıkları alan bebek evrenler sanal zaman denen şeyde olur. Sanal zaman bilim kurgu gibi gelebilir, fakat bu iyi tanımlanmış bir matematiksel kavramdır. Kuantum mekaniği ve belirsizlik ilkesini doğru dürüst formüle etmek için zorunlu görünür. Ancak kendimizi daha fazla gri saçla yaşlanır hissettiğimiz sübjektif zaman anlayışımız değildir bu. Onun yerine, "gerçek" zaman dediğimiz şeye dik açılarda bir zaman yönü gibi düşünülebilir.

Gerçek zamanda bir kara deliğe düşen bir astronotun akibeti kötü olur. Başındaki ve ayağındaki kütleli çekim arasındaki farkla parçalara ayrılır. Vücudunu oluşturan parçacıklar bile hayatta kalmaz. Onların gerçek zamandaki geçmişleri bir tekillikte sona

erer. Ancak parçacıkların sanal zamandaki tarihleri devam eder. Bebek evrene geçerler ve bir başka kara delikten yayılan parçacıklar olarak yeniden ortaya çıkarlar. Böylece bir anlamda, astronot evrenin bir başka bölgesine taşınır. Ancak ortaya çıkan parçacıklar pek fazla astronota benzemeyecektir. Gerçek zamanda tekilliğe giderken parçacıklarının sanal zamanda hayatta kalacaklarını bilmek de onun için pek bir teselli olmaz. Bir kara deliğe düşen biri için parola "Sanal Düşün" olmalıdır.

Parçacıkların nerede yeniden ortaya çıkacağını ne belirler? Bebek evrendeki parçacıkların sayısı kara deliğe düşen parçacıkların sayısı ile kara deliğin buharlaşması sırasında yaydığı parçacıkların sayısının toplamına eşit olacaktır. Bu bir kara deliğin içine düşen parçacıkların yaklaşık aynı kütlede bir başka kara delikte dışarı çıkacakları anlamına gelir. Böylece parçacıkların içine düştüğü kara delik ile aynı kütlede bir kara delik yaratılarak parçacıkların nereye geleceğini seçmeyi denemek düşünülebilir. Ancak kara delik eşit derecede olasılıkla aynı toplam enerjide herhangi bir başka parçacık dizisi dışarıya veriyor olabilecektir. Kara delik doğru türde parçacıklar yaysa bile, onların diğer deliğe düşmüş olan parçacıklarla gerçekten aynı parçacıklar olduğu anlaşılamaz. Parçacıklar kimlik kartları taşımazlar: bir türden tüm parçacıklar benzer görünür.

Tüm bunların anlamı bir kara delikten geçmenin popüler ve güvenilir bir uzay gezisi yöntemi olduğunun ortaya çıkmasının pek olası olmadığıdır. Herşeyden önce oraya sanal zamanda yolculuk yaparak ulaşmak ve gerçek zamandaki geçmişinizin kötü bir sonuca geldiğine aldırış etmemek zorunda olurdunuz. İkinci olarak gerçekten hedefinizi seçemezsiniz. Bu benim ismini verebileceğim bazı hava yollarında yolculuk yapmak gibi olurdu.

Bebek evrenler uzay gezisi için fazla yararlı olmazsa da, evrendeki herşeyi tanımlayacak tam bir birleşik teori bulma girişimimiz açısından önemli sonuçlar vardır. Şimdiki teorilerimiz bir parçacık üzerindeki elektrik yükünün büyüklüğü gibi bazı ni-

çelikler taşıyor. Bu niceliklerin değerleri teorilerimiz tarafından kestirilemez. Onun yerine, gözlemlerle uyusacak şekilde seçilmek zorundadırlar. Ancak bilim adamlarının çoğu tüm bu niceliklerin değerlerini kestirecek temelde yatan bir birleşik teori olduğuna inanmaktadırlar.

Pekala böyle temelde yatan bir teori olabilir. Pek çok insan bunu süpersicim teorisi olduğunu düşünmektedir. Bu teori değerleri ayarlanabilir sayılar taşımaz. Bu nedenle bu birleşik teorisinin şimdiki teorilerimizin belirlenmemiş bıraktığı bir parçacık üzerindeki elektrik yükü gibi niceliklerin tüm değerlerini kestirimde bulunabilmesi beklenir. Henüz bu niceliklerin herhangi birini süpersicim teorisinden kestirememiş olsak da, pek çok insan sonunda bunu yapabileceğimize inanıyor.

Ancak, eğer bu bebek evrenler resmi doğru ise, bu nicelikleri kestirme yeteneğimiz azaltılmış olacaktır. Bunun nedeni bizim evren bölgemize katılmayı bekleyen kaç tane bebek evren bulunduğunu gözlemleyemememizdir. Yalnızca birkaç parçacık taşıyan bebek evrenler olabilir. Bu bebek evrenler o kadar küçüktür ki, onların katıldığı veya dallandığı farkedilmez. Ancak katılmayla bir parçacık üzerindeki elektrik yükü gibi niceliklerin görünürdeki değerlerini değiştireceklerdir. Kaç tane bebek evrenin var olduğunu bilmediğimiz için, bu niceliklerin görünürdeki değerlerinin ne olacağı konusunda kestirimde bulunamayacağız. Bebek evrenlerin nüfus patlaması olabilir. Ancak insanlar için olacağı gibi yiyecek temini veya bekleme odası gibi hiçbir sınırlayıcı faktör yok görünüyor. Bebek evrenler kendilerine ait bir alanda vardır. Bu biraz bir toplu iğnenin tepesinde kaç adet meleğin dansdebileceğini sormaya benzer.

Niceliklerin çoğu için, bebek evrenler kestirimde bulunulan değerlerde oldukça küçük de olsa bir belirsizlik getiriyor görünürler. Ancak onlar çok önemli bir niceliğin, kozmolojik değişmez denen şeyin gözlemlenmiş değerinin bir açıklamasını getirebilirler. Bu evrene yapısına yerleşik bir genişleme veya büzülme eğilimi

verecek bir niceliktir. Genel nedenlerle onun çok büyük olması beklenebilir. Yine de Evren'in genişlemesinin zamanla nasıl değiştiğini gözlemleyebiliriz ve kozmolojik değişimin çok küçük olduğunu belirleyebiliriz. Şimdiye kadar gözlemlenmiş değerin neden o kadar küçük olması gerektiği konusunda iyi bir açıklama olmamıştır. Ancak dallanan ve katılan bebek evrenler kozmolojik değişimin görünürdeki değerini etkileyeceklerdir. Kaç tane bebek evren olduğunu bilmediğimiz için, görünürdeki kozmolojik değişim için farklı mümkün değerler olacaktır. Fakat hemen hemen sıfır olan bir değer en olası değer olacaktır. Bu iyidir, çünkü ancak kozmolojik değişim çok küçük ise evren bizim gibi yaratıklar için uygun olur.

Özetlersek, görüldüğü kadarıyla parçacıklar daha sonra buharlaşıp bizim evren bölgemizden kaybolan kara deliklerin içine düşebilirler. Parçacıklar bizim evrenimizden dallanan bebek evrenlere giderler. Bu bebek evrenler sonra bir başka yerde yeniden evrene katılabilirler, Onlar uzay gezisi için pek iyi olmayabilirler, fakat varlıkları, tam bir birleşik teori bulsak bile, beklediğimizden daha azını kestirebileceğimiz anlamına gelir. Diğer taraftan kozmolojik değişim gibi bazı niceliklerin ölçülen değerleri için şimdi açıklamalar getirebiliriz. Geçen yıl içinde pek çok insan bebek evrenler üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Kimsenin onlarda uzay gezisi için patent alarak servet kazanacağını sanmıyorum, fakat çok heyecanlı bir araştırma alanı haline gelmişlerdir.

HER ŞEY BELİRLENMİŞ MİDİR?(*)

Bu yazıda determinizm (gerekircilik) ve özgür iradeyle ilgili bazı fikirleri ele almak istiyorum. Julius Caesar adlı oyunda Cassius Brutus'a "İnsanlar bazen talihlerinin efendileridir" der. Biz gerçekten talihimizin efendisi miyiz? Ya da yaptığımız herşey belirlenmiş ve önceden buyurulmuş mudur? Eskiden önceden buyurulmuş olma durumunu ileri süren tezde Tanrı'nın her şeye kadir ve zamanın dışında olduğu, böylece ne olacağını bileceği savunulurdu. O zaman nasıl özgür irademiz olabilir? Ve eğer özgür irademiz olmazsa, hareketlerimizden nasıl sorumlu olabiliriz? Eğer insanın bir banka soyması önceden buyurulmuş ise bu pek onun hatası olmaz. O halde neden bu iş için

cezalandırılınsın?

(*) Nisan 1990'da Cambridge Üniversite'sinde Sigma Club seminerinde yapılan konuşma

Son zamanlarda determinizm tezi bilime dayandırılmıştır. Evren ve onun içindeki herşeyin zamanla nasıl bir gelişim gösterdiğini yöneten iyi tanımlanmış yasalar olduğu anlaşıyor. Tüm bu yasaların tam şekillerini henüz bulmamışsak da, halihazırda en aşırı durumlar dışında ne olacağını belirlemeye yetecek kadarını biliyoruz. Oldukça yakın bir sürede geri kalan yasaları bulup bulamayacağımız bir görüş meselesidir. Ben bir iyimserim: kanımca onları gelecek yirmi yılda bulma konusunda yüzde elli şans vardır. Fakat bulmazsak bile bu tezde herhangi bir değişiklik yaratmaz. Önemli nokta Evren'in ilk durumunda evrimini tamamen belirleyen bir yasalar kümesi olması gerektiğidir. Bu yasalar Tanrı tarafından buyurulmuş olabilir. Fakat görüldüğü kadarıyla O Evren'e yasaları bozmak üzere müdahale etmiyor.

Evren'in ilk düzenlenişi Tanrı tarafından seçilmiş olabilir veya bilim yasaları tarafından belirlenmiş olabilir. Her durumda daha sonra Evren'deki her şeyin bilim yasalarına göre evrimle belirlendiği görülmektedir; bu yüzden bizim nasıl geleceğimizin efendisi olabileceğimizi anlamak zordur.

Evren'deki herşeyi belirleyen bir büyük birleşik teori olduğu fikri bazı güçlükler ortaya çıkarır. Her şeyden önce büyük birleşik teorelin matematiksel olarak toplu ve mükemmel olduğu varsayılmaktadır. Herşeyin teorelinin özel ve basit bir yönü olmalıdır. Yine de belli sayıda denklem çevremizde gördüğümüz karmaşıklık ve ince ayrıntıyı nasıl açıklayabilir? Sinead O'Connor'un bu hafta en çok satan plaklar listesinde liste başı olacağını ve Madonna'nın Cosmopolitan dergisinde kapak olacağını büyük birleşik teorelin belirlediğine gerçekten inanılabilir mi?

Herşeyin bir büyük birleşik teori tarafından belirlendiği fikrinde ikinci bir sorun söylediğimiz herşeyin de teori tarafından belirlenmesidir. Ve neden doğru olması belirlenmiş olsun? Yanlış olması daha olası değil mi, çünkü her doğru ifadeye karşılık pek çok olası yanlış ifade var. Her hafta posta kutumda insanların bana gönderdikleri bazı teoriler olur. Bunların hepsi farklıdır ve çoğu

karşılıklı olarak tutarsızdır. Ama anlaşıldığına göre büyük birleşik teori, yazarların doğru görüşte olduklarını düşünmelerini belirlemiştir. O halde söylediğim herhangi bir şey neden daha fazla bir geçerliliğe sahip olsun? Ben de eşit şekilde büyük birleşik teori tarafından belirlenmiş değil miyim?

Herşeyin belirlenmiş olduğu fikriyle ilgili üçüncü bir problem bizim özgür irademiz, bir şeyi yapma veya yapmamayı seçme özgürlüğümüz olduğunu hissetmemizdir. Fakat eğer herşey bilimin yasaları tarafından belirlenmiş ise, o zaman özgür irade bir yanılsama olmalıdır. Ve eğer özgür irademiz yoksa, eylemlerimizle ilgili sorumluluğumuzun temeli nedir? Eğer deli iseler insanları suçları için cezalandırmayız, çünkü ellerinden bir şey gelmediğini söyleriz. Fakat eğer hepimiz bir büyük birleşik teori tarafından belirlenmişsek, hiç birimiz yaptığımız şeylerden başkasını yapabilir durumda değildir, o halde neden her hangi bir kişi yaptığı şeyler için sorumlu tutulsun?

Determinizmin bu problemleri yüzyıllardır tartışılmıştır. Ancak, bilimin yasaları hakkında tam bir bilgiden uzak olduğumuz ve Evren'in ilk durumunun nasıl belirlenmiş olduğunu bilmediğimiz için tartışma biraz akademik olmuştur. Ama şimdi problemler daha ivedidir, çünkü yirmi yıl kadar az bir zamanda tam bir birleşik teori bulmamız olanağı vardır. Ve ilk durumun kendisinin bilim yasaları tarafından belirlenmiş olabileceğini kavramaktayız. Aşağıda benim bu problemlerle uzlaşma konusundaki kişisel girişimim var. Herhangi bir orijinallik veya derinlik iddiasında değilim, fakat bu benim şu an yapabildiğim en iyisidir.

İlk problemle başlayalım: görelilik olarak basit ve toplu bir teori nasıl olur da tüm ince ve önemsiz ayrıntılarıyla gözlemlediğimiz kadar karmaşık bir Evren'e yol

açabilir? Bunun anahtarı kuantum mekaniğinin bir parçasının hem konum hem de hızının büyük hassaslıkla ölçülemeyeceğini söyleyen, "konumu ne kadar fazla hassas olarak ölçerseniz hızı o kadar daha az hassas olarak ölçebilirsiniz ve tersi de doğrudur" diyen belirsizlik ilkesidir. Bu

belirsizlik şeylerin konumda küçük bir belirsizliğin fazla fark yaratmayacağı kadar birbirinden uzak olduğu şimdiki zamanda o kadar önemli değildir. Fakat Evren'in çok başlardaki durumunda herşey birbirine çok yakındı, bu yüzden çok fazla belirsizlik ve Evren için bazı olası durumlar vardı. Bu farklı olası erken durumlar Evren için tüm bir farklı geçmişler ailesine evrimleşmiş olacaktır. Bu geçmişlerin çoğu büyük ölçekli özelliklerinde benzer olacak, tek biçimli, düzgün ve genişleyen bir evrene karşılık geleceklerdir; ancak yıldızların dağılımı gibi ayrıntılarda farklı olurlar ve hatta dergilerinin kapaklarında ne olduğu gibi şeylerde daha fazla farklı olurlar. (Yani bu geçmişlerde dergiler varsa) Bu yüzden çevremizdeki Evren'in karmaşıklığı ve ayrıntıları ilk aşamalarındaki belirsizlik ilkesinden kaynaklanmıştır. Bu durum Evren için tüm bir olası geçmişler ailesi verir. Belki olasılık az olurdu ama Nazi'lerin II. Dünya Savaşı'nı kazandığı bir geçmiş olurdu. Fakat biz rastlantısal olarak Müttefiklerin savaşı kazandığı ve Ma-donna'nın Cosmopolitan'ın kapağında olduğu bir geçmişte yaşıyoruz.

Şimdi ikinci probleme geçiyorum: eğer ne yaptığımız bir büyük birleşik teori tarafından belirlenmiş ise, teori neden Evren hakkında yanlış değil de doğru sonuçları çıkarmamızı belirlesin? Söylediğimiz herhangi bir şeyin neden bir geçerliliği olsun? Benim buna yanıtım Darwin'in doğal seçme fikrine dayalıdır. Ben bunu, yeryüzünde bazı çok ilkel yaşam biçimlerinin atomların rastlantısal bileşiminden kendiliğinden ortaya çıktığı şeklinde anlıyorum. Bu erken yaşam biçimi muhtemelen büyük bir molekül idi. Fakat o muhtemelen DNA değildi, çünkü bir tüm DNA molekülünü rasgele bileşimlerle oluşturma şansı küçüktür.

Erken yaşam biçimi kendini yeniden üretmiş olmalıdır. Kuantum belirsizlik ilkesi ve atomların rasgele ısı hareketleri yeniden üretimde belli sayıda hatalar olacağı anlamına gelir. Bu hataların çoğu organizmanın hayatta kalması veya yeniden üretme kapasitesi açısından ölümcül olur. Bu tür hatalar gelecek nesillere

geçmez, yok olur. Çok az sayıda hala saf şans ürünü olarak yararlı olur. Bu hataları taşıyan organizmaların hayatta kalması ve yeniden üretimde bulunmaları daha olasıdır. Böylece başlangıçtaki gelişmemiş organizmanın yerine geçme eğiliminde olurlar.

DNA'nın çift sarmallı yapısının gelişimi erken aşamalarındaki böyle bir ilerleme olabilir. Bu büyük olasılıkla, her ne olursa olsun, herhangi bir daha önceki yaşam biçiminin tamamen yerini alacak şekilde bir ilerlemeydi. Evrim ilerledikçe merkezi sinir sisteminin gelişimine yol açmış olmalıdır. Duyu organlarıyla topladıkları verileri doğru şekilde algılayan ve uygun eyleme geçen yaratıkların hayatta kalma ve yeniden üretimde bulunma olasılığı daha yüksektir. İnsan soyu bunu bir başka aşamaya geçirmiştir. Biz hem vücutlarımızla hem DNA'mızla yüksek maymunlara çok benziyoruz: fakat DNA'mızda küçük bir değişim dili geliştirmemizi sağlamıştır. Bu bizim nesilden nesile bilgiyi ve birikmiş deneyimi sözlü ve sonunda yazılı biçimde iletebileceğimiz anlamına gelir. Daha önceleri deneyimin sonuçları yalnızca yeniden üretimde rasgele hatalar yoluyla DNA içine yavaş kayıt edilme süreci içinde iletilebilirdi. Bunun etkisi dramatik bir evrim hızlanması olmuştur. İnsan soyuna gelene kadar üç milyar yıldan fazla evrim gerekmiştir. Fakat geçen son on bin yıl içinde yazılı dili geliştirmiş bulunuyoruz. Bu bizim mağara adamından (ya da mağara insanlarından demeliyim) Evren'in en temel teorisini sorabileceğimiz yere kadar ilerlememizi sağlamıştır.

Son on bin yılda insan DNA'sında hiçbir anlamlı biyolojik evrim veya değişiklik olmamıştır. Bu yüzden zekamız, duyu organlarımızla sağlanan bilgiden doğru sonuçlar çıkarma yeteneğimiz, mağara insanları günleri veya daha öncesine kadar gitmelidir. Bu, belli hayvanları yiyecek için öldürme ve diğer hayvanlar tarafından öldürülmeyi önleme yeteneğimiz temelinde belirlenmiş olmalıdır. Bu amaçlara uygun zihinsel niteliklerin bugünün çok farklı koşullarında bizi o kadar iyi yerde tutmuş olması dikkate değer. Büyük olasılıkla bir büyük birleşik teori keşfetmek

veya determinizm konulu sorulara yanıt vermek yaşamı sürdürme konusunda fazlaca bir avantaj sağlamaz. Yine de, diğer nedenlerle geliştirmiş olduğumuz zeka pekala bu sorulara doğru yanıtlar vermemizi de sağlayabilir.

Şimdi üçüncü probleme, özgür irade ve eylemlerimizden sorumlu olma sorununa geçiyorum. Sübjektif olarak ne yapacağımızı seçme yeteneğine sahip olduğumuzu hissederiz. Fakat bu bir yanılsama olabilir. Bazı insanlar kendilerinin İsa veya Napolyon olduğunu düşünürler, ama bu doğru değildir. Gereksinimimiz'olan şey dışardan uygulayabileceğimiz bir organizmanın özgür iradesi olup olmadığını ayırtedecek objektif bir testtir. Örneğin, bir başka yıldızdan Küçük Yeşil Adam'ın bizi ziyaret ettiğini düşünün. Onun özgür iradesi olduğuna ya da yalnızca bizim gibiymiş gibi yanıt vermek üzere programlanmış bir robot olduğuna nasıl karar verebilirdik?

Özgür iradenin tek objektif testinin şöyle olacağı anlaşılıyor: **Birisi organizmanın davranışı konusunda kestirimde bulunabilir mi?** Eğer kestirimde bulunabilirse, o zaman özgür iradesi olmadığı, önceden belirlenmiş olduğu açıktır. Diğer taraftan eğer davranış konusunda kestirimde bulunulamaz ise, bu organizmanın özgür iradesi olduğunun işletimsel bir tanımı olarak kabul edilebilir.

Bir defa tam bir birleşik teori bulduğumuzda insanların ne yapacakları konusunda kestirimde bulunabileceğimiz gerekçesiyle, özgür iradenin bu tanımına karşı çıkılabilir. Ancak insan beyni de belirsizlik ilkesine tabidir. Bu yüzden insan davranışında kuantum mekaniğiyle bağlantılı bir rasgelelik unsuru vardır. Fakat beyindeki ilgili enerjiler düşüktür, bu nedenle kuantum mekaniksel belirsizlik yalnızca küçük bir etkidir, insan davranışı hakkında kestirimde bulunamayışımızın gerçek nedeni bunun yalnızca çok zor olmasıdır. Halihazırda beynin faaliyetlerini yöneten temel fiziksel yasaları biliyoruz ve bu yasalar göreceli olarak basittir. Fakat bir kaç parçacıktan daha fazlası varsa denklemleri çözmek zordur. Daha

basit Newton kütleçekim teorisinde bile denklemler tam olarak yalnızca iki parçacık durumunda çözülebilir. Üç veya daha fazla parçacık için yaklaşımlara başvurmak zorunludur ve parçacık sayısı ile birlikte güçlük hızla artar, insan beyni yaklaşık olarak 10 ya da yüz milyon milyar milyar parçacık taşır. Bu bizim denklemleri çözebilmemiz ve ilk durumu ve gelen sinir verisi bilindiğinde beynin nasıl davranacağını kestirmemiz açısından çok fazladır. Aslında kuşkusuz ilk durumun ne olduğunu bile ölçemeyiz, çünkü bunu yapabilmek için beyni parçalamamız gerekir. Bunu yapmaya hazır olsak bile, kaydedecek çok fazla parçacık olurdu. Ayrıca büyük olasılıkla beyin ilk duruma karşı çok duyarlıdır; ilk durumda küçük bir değişiklik daha sonraki davranışta çok büyük bir değişikliğe yol açabilir. Böylece beyni yöneten temel denklemleri biliyorsak da, insan davranışını kestirmek için onları pek kullanamayız.

Bu durum makroskopik sistemlerle uğraştığımızda bilimde ortaya çıkar. Çünkü parçacık sayısı her zaman temel denklemleri çözme şansı olamayacak kadar büyüktür. Onun yerine yaptığımız şey etkili teoriler kullanmaktır. Bunlar parçacıkların çok büyük sayısının birkaç nicelikle değiştirildiği yaklaşımlardır. Bir örnek akışkanlar mekaniğidir. Su gibi bir sıvı kendileri elektronlar, protonlar ve nötronlardan yapılmış milyarlarca milyar molekülden yapılmıştır. Yine de sıvıyı yalnızca hızı, yoğunluğu ve sıcaklığı ile tanımlanan sürekli bir ortam olarak düşünmek iyi bir yaklaşımdır. Etkili akışkanlar mekaniği teorisinin kestirimleri tam değildir -yalnızca hava tahminlerini dinlemek bunu kavramaya yeter- fakat gemilerin veya petrol boru hatlarının tasarımına yetecek kadar iyidir.

Özgür irade ve eylemlerimiz için ahlaki sorumluluk kavramlarının akışkanlar mekaniği anlamında gerçekten etkili bir teori olduklarını ileri sürmek istiyorum. Yaptığımız herşey bir büyük birleşik teori tarafından belirlenmiş olabilir. Eğer o teori bizim asılmayla öleceğimizi belirlemişse, o takdirde boğulmayacağız de-

mektir. Fakat bir fırtına sırasında küçük bir botla denize açılmak için darağacında öleceğinizden son derece emin olmanız gerekir. Herşeyin önceden belirlenmiş olduğunu ve bunu değiştirmek için hiçbir şey yapamayacağımızı ileri süren insanların bile karşıdan karşıya geçmeden önce yola baktıklarını

farkettim. Belki bakmayanlar masalı anlatmak üzere hayatta kalmazlar.

İnsan davranışını herşeyin belirlenmiş olduğu fikri üzerinde temellendiremez. çünkü neyin belirlenmiş olduğunu bilmez. Onun yerine özgür iradesi olduğu ve davranışlarından sorumlu olduğu şeklindeki etkili teoriyi kabul etmek zorundadır. Bu teori insan davranışını kestirmede çok iyi değildir. Fakat onu kabul ederiz, çünkü temel yasalardan çıkan denklemleri çözme şansı yoktur. Ayrıca özgür iradeye inanmamızı etkileyen bir Darwin'ci gerekçe de vardır. Kişilerin davranışlarından kendini sorumlu hissettiği bir toplumun birlikte çalışması ve değerlerini yaymak üzere hayatta kalması daha olasıdır. Kuşkusuz arılar birlikte çok iyi çalışırlar. Fakat öyle bir toplum statiktir. Tanıdık olmayan sorunlara çözüm getiremez yanıt veremez veya yeni fırsatlar geliştiremez. Ancak, belli karşılıklı amaçları paylaşan bir özgür fertler topluluğu ortak hedeflerinde işbirliği yapabilirler ve yine yenilikler yapma esnekliğine sahip olabilirler. Böyle bir toplumun, gelişmesi ve değerler sistemini yayması daha olasıdır.

Özgür irade kavramı temel bilim yasalarınınkinden farklı bir alana aittir. Eğer insan davranışı bilim yasalarından çıkarılmaya çalışılırsa kendi kendine değinmede bulunan sistemlerin mantıksal paradoksuna yakalanılabilir. Eğer kişinin ne yaptığı temel yasalardan kestirilebilirse, o zaman o kestirimin yapılması ne olacağını değiştirebilir. Bu durum benim hiçbir zaman mümkün olmayacağını düşündüğüm zaman yolculuğunun mümkün olması durumunda karşılaşılabilecek problemler gibidir. Eğer gelecekte ne olacağını görebilseydiniz onu değiştirebilirdiniz. Eğer Grand National yarışını hangi atın kazanacağını bilseydiniz onun üzerine iddiaya girerek bir servet kazanabilirdiniz. Fakat bu hareket

ayrıntıları değiştirdi. Hangi problemlerin ortaya çıkabileceğini kavramak için yalnızca **"Geleceği Geri"** bakmak gerekir.

Birinin davranışlarını kestirebilme konusundaki bu paradoks daha önce sözettiğim problemle yakından ilgilidir. En temel teori en temel teori hakkında doğru sonuçlara ulaştığımızı belirleyecek midir? O durumda Darwin'in doğal seçme fikrinin bizi doğru yanıtı götüreceğini ileri sürdüm. Belki doğru yanıt onu tanımlamanın doğru yolu değildir, fakat doğal seçme en azından bizi oldukça iyi çalışan bir fiziksel yasalar dizisine götürmelidir. Ancak iki nedenle bu fiziksel yasaları insan davranışını çıkarsamak için kullanamayız. İlk olarak denklemleri çözemeyiz. İkinci olarak, kestirimde bulunabilseydik bile, bir kestirimde bulunulması sistemi etkiler. Onun yerine, doğal seçmenin bizi etkili özgür irade teorisini kabul etmeye götürdüğü anlaşıyor. Eğer bir kişinin davranışlarının özgürce seçtiği kabul edilirse, bazı durumlarda dış güçler tarafından belirlendiği ileri sürülemez. "Hemen hemen özgür irade" kavramı anlamsızdır. Fakat insanlar bir kişinin neyi seçmesinin olası olduğu konusunda tahminde bulunulabilmesi ile seçimin özgür olmadığı bilgisini karıştırma eğilimindedirler. Çoğunuzun bu akşam yemek yiyeceğini tahmin ederim fakat yatağa aç olarak gitme konusunda oldukça özgürsünüz. Böyle karışıklığın bir örneği azalan sorumluluk doktrindir. Bu insanların stres altında oldukları için eylemleri nedeniyle cezalandırılmamaları gerektiği fikridir. Birinin stres altında olduğunda anti-sosyal bir davranışta bulunması olasılığı daha yüksek olabilir. Fakat bu cezayı azaltarak o kişinin o davranışta bulunmasını daha olası yapmak gerektiği anlamına gelmez.

Bilimin temel yasalarının araştırılmasıyla insan davranışının incelenmesinin ayrı bölmelerde tutulması gerekir. Açıklamış olduğum nedenlerle insan davranışı hakkında çıkarsamada bulunmak üzere temel yasalar kullanılamaz. Fakat doğal seçme yoluyla geliştirmiş olduğumuz zeka ve mantıksal düşünme güçlerinin kullanılabileceği umut edilebilir. Maalesef doğal seçme saldırganlık

gibi diğer özellikler de geliştirmiştir. Mağara adamı günleri ve daha öncesinde saldırganlık bir hayatta kalma avantajı vermiş ve doğal seçme tarafından tercih edilmiş olmalıdır. Ancak modern bilim ve teknolojinin getirdiği tahribat, gücümüzdeki muazzam artış, saldırganlığı çok tehlikeli bir nitelik, tüm insan soyunun devamını tehdit eden bir nitelik, yapmıştır. Sorun şu ki, saldırgan içgüdülerimiz DNA'mızda kodlanmış görünmektedir. DNA biyolojik evrimle yalnızca milyonlarca yıllık bir zaman ölçüsü içinde değişir; fakat tahribat güçlerimiz şimdi yalnızca yirmi veya otuz yıl olan bilgi evrimi zaman ölçüsü içinde artmaktadır. Salırganlığımızı kontrol altında tutmak üzere zekamızı kul-

lanamadığımız sürece insan soyu için fazla şans yoktur. Yine de, yaşam olan yerde umut vardır. Eğer gelecek yüzyıl veya benzer bir zaman hayatta kalabilirsek diğer gezegenlere ve büyük olasılıkla diğer yıldızlara yayılmış olacağız. Bu durum tüm insan soyunun nükleer savaş gibi bir felaketle silinmesi olasılığını çok azaltacaktır..

Özetlersem: Evren'deki herşeyin belirlenmiş olduğuna inanıldığında ortaya çıkan bazı problemleri tartıştım. Bu determinizmin, her şeye kadir bir Tanrı veya bilim yasaları nedeniyle olması, fazla farketmez. Aslında her zaman bilim yasalarının Tanrı'nın arzusunun ifadesi olduğu söylenebilir.

Ben üç soruyu ele aldım. İlk olarak Evren'in karmaşıklığı ve tüm önemsiz ayrıntıları basit bir denklemler dizisi tarafından nasıl belirlenebilir? Bir başka deyişle, Sun'ın üçüncü sayfasında kimin olması gerektiği gibi tüm küçük ayrıntıları Tanrı'nın seçtiğine inanılabilir mi? Bunun yanıtının kuantum mekaniğinin belirsizlik ilkesinin Evren için bir tek geçmiş değil, tüm bir olası geçmişler ailesi bulunduğu anlamına geldiği şeklinde olduğu anlaşıyor. Bu geçmişler çok büyük ölçeklerde benzer olabilir, fakat normal her günlük ölçeklerde büyük ölçüde farklılaşacaklardır. Biz rastlantısal olarak belirli özellikleri ve ayrıntıları olan belli bir geçmişte yaşıyoruz. Fakat son seçimleri kimin kazandığı ve pop'ta kimin önde

olduğu gibi konularda farklılaşan geçmişlerde yaşayan çok benzer akıllı yaratıklar vardır. Böylece Evren'in önemsiz ayrıntıları ortaya çıkar çünkü temel yasalar belirsizlik veya rasgelelik unsurlarıyla kuantum mekaniğini taşıyorlar.

İkinci soru şuydu: eğer herşey temel bir teori tarafından belirlenmiş ise, o zaman teori hakkında söylediğimiz şey de teori tarafından belirlenmiştir -ve bunun neden yalnızca tümünden yanlış veya ilgisiz olmak yerine doğru olması belirlenmiş olsun? Benim buna yanıtım Darwin'in doğal seçme teorisine başvurmaktr: yalnızca çevrelerindeki Dünya hakkında doğru sonuçları çıkaran bireylerin hayatta kalması ve yeniden üretimde bulunması olası olacaktır.

Üçüncü soru şuydu: eğer her şey belirlenmiş ise, hareketlerimiz konusunda özgür irade ve sorumluluk ne anlama gelir? Fakat bir organizmanın özgür iradeye sahip olup olmadığı konusunda tek objektif test onun davranışının kestirilebilir olup olmadığıdır. İnsanların durumunda, iki nedenle insanların ne yapacağı konusunda kestirimde bulunmak üzere temel yasaları pek kullanamayız. İlk olarak, işe karışan çok sayıda parçacık için denklemleri çözemeyiz. İkinci olarak denklemleri çözebilsek bile, bir kestirimde bulunulması sistemi etkiler ve farklı bir çıktıya yol açabilir. Bu yüzden, insan davranışı konusunda kestirimde bulunamayacağımız için pekala insanların ne yapacaklarını seçebilen kendi kendine karar verebilen özgür varlıklar oldukları şeklindeki etkili teoriyi de kabul edebiliriz. İnsanın davranışları konusunda özgür irade ve sorumluluğa sahip olduğuna inanmada kesin hayatta kalma avantajları olduğu anlaşılmaktadır. Bu by. inancın doğal seçmeyle güçlendirilmesi gerektiği anlamına gelir. Dille iletilen sorumluluk anlayışının DNA ile iletilen saldırganlık içgüdüünü kontrol etmeye yeterli olup olmadığı görülecektir. Eğer kontrol edemezse, insan soyu doğal seçmenin ölü sonlarından biri olacaktır. Belki galakside başka yerde başka akıllı yaratıklar soyu sorumluluk ile saldırganlık arasında daha iyi bir dengeyi gerçekleştireceklerdir.

Fakat eğer öyleyse, onlar tarafından bizimle temas kurulmasını en azından onların radyo sinyallerini saptamayı umabilirdik. Belki onlar bizim varlığımızın farkındadırlar fakat kendilerini bize göstermek istememektedirler. Geçmiş kayıtlarımız karşısında bu akıllıca olabilir.

Özet olarak, bu yazının başlığı bir soruydu: "Herşey belirlenmiş midir?" Yanıt evettir. Fakat pekala olmayabilir de, çünkü neyin belirlenmiş olduğunu hiç bir zaman bilemeyiz.

EVRENİN GELECEĞİ(*)

Bu yazının konusu Evren'in geleceği, ya da daha doğrusu bilim adamlarının geleceğin ne olacağına ilişkin düşünceleridir. Kuşkusuz gelecek hakkında kestirimde bulunmak çok zordur. Bir defasında "Dünün Yarını, Geleceğin Bir Tarihi" adlı bir kitap yazmam gerektiğini düşündüm. Bu, hemen hemen hepsi konudan çok uzaklaşan, gelecek hakkındaki kestirimlerin bir tarihi olurdu. Fakat bu başarısızlıklara karşın bilim adamları hala gelecek hakkında kestirimde bulunabileceklerini düşünüyorlar.

Daha eski zamanlarda gelecektekilerden haber vermek kahinlerin veya falcıların işiydi. Bunlar çoğu zaman bir ilaçla veya patlayıcı bir gazın dumanlarını soluyarak trans haline geçen kadınlardı. Daha

(*) Ocak 1991 'de Cambridge Üniversitesi'nde yapılan Darwin konuşması

sonra onların saçma sözleri çevredeki din adamları tarafından yorumlanırdı. Gerçek beceri bu yorumlamadaydı. Eski Yunan'da Delfi'deki ünlü kahin ikircikli yanıtlar verirdi. İsparta'lılar, Pers'ler Yunanistan'a saldırdığında ne olacağını sorduklarında kahin "ya Isparta yıkılacak veya kralı öldürülecek" şeklinde yanıt verdi. Kanımca din adamları bu olayların hiçbirini gerçekleşmezse İsparta'lıların kahininin yanıltmış olmasına önem vermeyecek kadar Apollo'ya müteşekkik olacaklarını hesap ediyorlardı. Gerçekten kral İsparta'yı kurtaran ve Pers'lerin kesin yenilgisine yol açan olayda Thermopylae'deki geçidi savunurken öldürüldü.

Bir başka defasında Dünya'daki en zengin adam olan Lidya kralı Croesus eğer İran'ı istila ederse ne olacağını sordu. Bunun yanıtı, büyük bir krallığın düşeceği şeklindeydi. Croesus bunun İran imparatorluğu anlamına geldiğini düşündü, fakat düşen kendi krallığıydı ve kendisi canlı canlı yakılmak üzere bir odun yığını üzerinde sona ulaştı.

Son zamanların kıyamet peygamberleri Dünya'nın sonu için belirli tarihler vererek boy göstermeye hazırdılar. Hatta bunlar borsayı da etkiliyorlar. Bu arada insanların dünyanın sonu geliyor diye ellerindeki hisse senetlerini satmasını da doğrusu hiç anlamıyorum. Kıyamette ne parayı ne de hisse senedini yanımıza alma şansımız yok ki.

Şimdiye kadar Dünya'nın sonu için belirlenmiş tarihlerin hepsi olaysız geçmiştir. Fakat çoğu zaman peygamberlerin açık hataları için bir açıklamaları olmuştur. Örneğin Seventh Day Adventists'in kurucusu William Miller İkinci Gelişin (İsa'nın Dönüşü) 21, Mart 1843 ile 21 Mart 1844 arasında olacağı kestiriminde bulundu. Hiçbir şey olmayınca tarih 22 Ekim 1844 olarak değiştirildi. O tarih de hiçbir şey olmadan geçince yeni bir yorum ileri sürüldü. Buna göre, 1844 yılı İkinci Geliş'in başlangıcıydı; fakat ilk olarak Kutsal Kitap'taki isimlerin sayılması gerekiyordu. Ancak o zaman kutsal kitapta olmayanlar için Yargı Günü gelecekti. Neyse ki sayma işinin uzun zaman aldığı anlaşılıyor.

Kuşkusuz bilimsel kestirimler kahinler ve peygamberlerinkilerden daha fazla güvenilir olmayabilir. Yalnızca hava tahminleri örneğini düşünmek yeterlidir. Fakat

güvenilir kestirimlerde bulunabileceğimizi düşündüğümüz belli durumlar vardır ve çok büyük bir ölçekte Evren'in geleceği bunlardan biridir.

Son üçyüz yılda normal koşullarda maddeyi yöneten bilimsel yasaları keşfettik. Hala çok uç durumlarda maddeyi yöneten yasaları bilmiyoruz. Bu yasalar Evren'in nasıl başladığını anlamak için önemlidir, fakat Evren yüksek bir yoğunluk durumuna tekrar çökmedikçe ve çökene kadar onun gelecekteki evrimini etkilemezler. Aslında şimdi onları test etmek için dev parçacık hızlandırıcıları inşa etmek üzere büyük miktarlarda para harcamak zorunda olduğumuz için bu durum bu yüksek enerji yasalarının Evren'i ne kadar az etkilediğinin bir ölçüsüdür.

Evren'i yöneten yasaları bilebilsek de, onları uzak geleceğe yönelik kestirimde bulunmak üzere kullanamayabiliriz. Bunun nedeni fizik denklemlerinin çözümlerinin kaos olarak bilinen bir özellik gösterebilmeleridir. Bunun anlamı denklemlerin başlangıç koşullarında küçük bir değişikliğe karşı dengesiz olabilecekleridir: Sistemin yönünde bir an küçük bir değişiklik yaptığınızda sistemin daha sonraki davranışı hemen tümüyle farklı olabilir. Örneğin bir rulet tekerleğini döndürme tarzınızı biraz değiştirirseniz gelen numarayı değiştirirsiniz. Çıkacak sayıyı kestirmek pratikte olanaksızdır; aksi takdirde fizikçiler gazinolarda servet kazanırlardı.

Dengesiz ve kaotik sistemlerde ilk durumda küçük bir değişikliğin iki katı kadar büyük bir değişikliğe büyüyeceği bir zaman ölçeği vardır. Dünya'nın atmosferi durumunda bu zaman ölçeği beş gün kadardır, bu da yaklaşık olarak havanın tam Dünya çevresinde dolaşması için gereken zamandır. Beş güne kadar periyotlarla makul ölçüde hassas hava tahminleri yapılabilir, fakat daha ilerisi için hava tahmininde bulunmak için hem atmosferin o anki durumunun çok hassas bilgilerine sahip olmak hem de olağanüstü karmaşık bir hesaplama yapmak gerekir. Altı ay

sonrasının havasını mevsimsel ortalama vermek dışında kestirimde bulunmanın bir yolu yoktur.

Ayrıca kimya ve biyolojiyi yöneten temel yasaları da biliyoruz, bu yüzden ilke olarak beynin nasıl çalıştığını belirleyebilmeliyiz. Fakat beyni yöneten denklemlerin kesinlikle kaotik davranışları vardır, ilk durumda çok küçük bir değişiklik çok farklı bir çıktıya yol açabilir. Böylece, pratikte onu yöneten yasaları bilsek de insan davranışını kestiremeyiz. Bilim insan toplumunun geleceğini ya da hatta herhangi bir geleceği olup olmadığını kestiremez. Tehlike orsama zarar verme veya ortamı tahrip etme gücümüzün bu gücü kullanmaktaki aklımızdan çok daha hızlı şekilde artmakta olu-şundadır.

Dünya'da ne olursa olsun, Evren'in geri kalanı kayıtsız olarak yaşamını sürdürecektir. Görüldüğü kadarıyla Güneş'in etrafındaki gezegenlerin hareketi, uzun bir zaman ölçüsüyle olsa da, sonuç olarak kaotiktir. Bu da herhangi bir kestirimdeki hataların zaman geçtikçe büyüdüğü anlamına gelir. Belirli bir süre sonra hareketi ayrıntılı olarak kestirmek olanaksız hale gelir. Oldukça uzun bir süre yeryüzünün Venüs ile yakın bir karşılaşması olmayacağından oldukça emin olabiliriz, fakat yörüngelerdeki küçük bozulmaların toplamının bir milyar yıl sonra böyle bir karşılaşmaya yol açmayacağından emin olamayız. Güneş'in ve galaksi çevresindeki diğer yıldızların hareketi ve yerel galaksiler gurubunda galaksinin hareketleri de kaotiktir. Diğer galaksilerin bizden uzağa ilerlediklerini gözlemleriz ve bizden ne kadar uzaksalar o kadar hızlı olarak uzaklaşmaktadırlar. Bu da Evren'in yakınıımızda genişlediği anlamına gelir. Farklı galaksiler arasındaki uzaklıklar zamanla artmaktadır.

Bu genişlemenin düzgün olduğu ve kaotik olmadığının kanıtı yıldızlar arası uzaydan geldiğini gözlemlediğimiz bir mikrodalga zemin ışımasıyla verilmiştir. Televizyonunuzu boş bir kanal ayarlayarak bu ışımayı gerçekte kendiniz de gözlemleyebilirsiniz. Ekranda gördüğünüz beneklerin küçük bir yüzdesi Güneş

Sistemi'mizin ötesinden gelen mikrodalgalar nedeniyle oluşur. Bu bir mikro dalga fırında elde ettiğinizle aynı tür ışımadır, fakat çok daha zayıftır. Yiyecekleri yalnızca Mutlak Sıfır sıcaklığın 2.7 derece yukarısına çıkarır, bu yüzden pizzanızı ısıtmakta fazla işe yaramaz. Bu radyasyonun Evren'in bir sıcak erken aşamasından kaldığı düşünülmüştür. Fakat bu konudaki en dikkate değer şey radyasyon miktarının her yönden çok yaklaşık olarak aynı görünmesidir. Bu

radyasyon Cosmic Background Explorer tarafından çok hassas olarak ölçülmüştür. Bu gözlemlerden yapılmış bir gökyüzü haritası farklı radyasyon sıcaklıkları gösterir. Bu sıcaklıklar farklı yönlerde farklıdır, fakat değişiklikler azdır, yalnızca yüz-binde bir kadardır. Fakat değişik yönlerden mikrodalgalarda bazı farklılıklar olmalıdır, çünkü Evren tamamen düzgün değildir; yıldızlar, galaksiler ve galaksi gurupları gibi yerel düzensizlikler vardır. Ancak mikrodalga zeminde değişiklikler olabileceği kadar küçük, gözlemlediğimiz yerel düzensizliklere uyumludur. 100.000'de 99.999 mikrodalga zemin her yönde aynıdır. Eski zamanlarda

insanlar yeryüzünün Evren'in merkezinde olduğuna inanıyorlardı. Bu yüzden zemin ışımasının her yönde aynı olmasına şaşırmaslardı. Ancak Copernicus'un zamanından beri yalnızca görebildiğimiz yüz milyar galaksiden biri olan tipik bir galaksinin dış kenarında çok ortalama bir yıldızın etrafında dolanan küçük bir gezegene indirgenmiş bulunuyoruz. Şimdi o kadar alçakgönüllüyüz ki, Evren'de herhangi bir özel konum iddiasında bulunamayız. Bu yüzden zemin ışımasının herhangi bir başka galaksi etrafında da her yönde aynı olduğunu kabul etmeliyiz. Bu ancak Evren'in ortalama yoğunluğu ve genişleme hızı her yerde aynı ise mümkündür. Büyük bir bölgede ortalama yoğunlukta veya genişleme hızında herhangi bir değişkenlik mikro dalga zeminin farklı yönlerde farklı olmasına yol açardı. Bu çok büyük bir ölçekte Evren'in davranışının basit olduğu, kaotik olmadığı anlamına gelir. Bu yüzden uzak geleceğe kestirimde bulunulabilir.

Evren'in genişlemesi o kadar tek biçimli olduğu için, onu tek

bir sayı ile, iki galaksi arası uzaklık ile tanımlayabiliriz. Bu şimdiki zamanda artmaktadır, fakat farklı galaksiler arasındaki kütle çekimin genişleme hızını yavaşlatması beklenir. Eğer Evren'in yoğunluğu belli bir kritik değerin üzerinde olursa kütle çekim çekişi sonunda genişlemeyi durduracak ve Evren'in yeniden büzülmesine yol açacaktır. Evren bir büyük çatırtı halinde çöker. Bu Evren'i başlatan büyük patlamaya çok benzeyen bir şey olur. Büyük çatırtı tekillik denen, fizik yasalarının çalışmadığı bir sonsuz yoğunluk durumu olur. Bu büyük çatırtıdan sonra olaylar olsa bile neler olduğunun kestirilemeyeceği anlamına gelir. Fakat olaylar arasında nedensel bir bağlantı olmadan bir olayın bir diğerinden sonra olduğunu söylemenin anlamlı bir şekli olmaz. Evren'in büyük çatırtıda bir sona ulaştığı, ondan "sonra" oluşan olayların başka, ayrı bir Evren'in bir kısmı olduğu da söylenebilir. Bu biraz yeniden yaşama dönme gibidir. Eğer bebek daha önceki yaşamından herhangi bir özellik veya anıya sahip değilse yeni bir bebeğin ölen birisinin aynı olduğunu ileri sürmeye ne anlam verilebilir. Onun farklı bir birey olduğu da söylenebilir.

Eğer Evren'in ortalama yoğunluğu kritik değerden az ise, yeniden çökmeyecek, sonsuza kadar genişlemeye devam edecektir. Ve belli bir süre sonra yoğunluk o kadar düşük olacaktır ki, kütle çekimin genişlemeyi yavaşlatmada önemli bir etkisi olmayacaktır. Galaksiler sabit bir hızla ayrılmaya devam edeceklerdir.

Bu yüzden Evren'in geleceği için can alıcı soru ortalama yoğunluğun ne olduğudur. Eğer kritik değerden az ise, Evren sonsuza kadar genişleyecektir. Fakat daha büyükse, evren yeniden çökecek ve zamanın kendisi büyük çatırtıda bir sona ulaşacaktır. Fakat öbür kıyamet peygamberlerinden* belli avantajlarım var. Evren yeniden çökecekse bile, en azından on milyar yıl genişlemeyi durdurmayacağını emin şekilde tahmin edebilirim. Bunun yanlış olduğunun kanıtlanmasına yetecek kadar uzun süre ortada olacağını sanmam.

Evren'in ortalama yoğunluğunu gözlemlerden çıkarmaya çalışabiliriz. Görebildiğimiz yıldızları sayar ve kütlelerini toplarsak kritik yoğunluğun yüzde birinden daha azını buluruz. Evren'de gözlemlediğimiz gaz bulutlarının kütlelerini eklessek bile, bu toplamı hala yalnızca kritik değerin yüzde biri kadar bir değere getirir. Ancak Evren'in aynı zamanda doğrudan gözlemleyemediğimiz ka-

ranlık madde denen şeyi de taşıması gerektiğini biliyoruz. Bu karanlık madde konusunda bir kanıt parçası sarmal galaksilerden gelir. Bunlar muazzam gözleme şekilli yıldız ve gaz topluluklarıdır. Onların merkezleri etrafında döndüklerini gözlemledik, fakat dönme hızı eğer yalnızca gözlemlediğimiz yıldızları ve gazı taşıyıcılar uçup ayrılacakları kadar yüksektir. Galaksiler dönerken onları bir arada tutmaya yetecek kadar yüksek kütle çekimi olan görülmeyen bir madde biçimi var olmalıdır.

Karanlık madde konusunda bir başka kanıt parçası galaksi gruplarından gelir. Galaksilerin uzayda tek biçimli bir şekilde dağılmamış olduklarını gözlemledik; galaksiler bir kaç galaksiden milyarlara kadar uzanan gruplar halinde bir araya toplanmışlardır. Tahminen bu gruplar galaksilerin birbirlerini gruplar haline çekmeleri nedeniyle oluşmuştur. Ancak tek tek galaksilerin bu gruplarda hareket etme hızlarını ölçebiliriz. Bu hızların kütle çekimiyle bir arada tutulmadıkları takdirde grupların ayrılıp uçuşacakları kadar yüksek olduğunu buluruz. Gerekli kütle tüm galaksilerin kütlelerinden önemli ölçüde daha büyüktür. Galaksiler dönerlerken onları bir arada tutacak kütleye kendilerinin sahip olduğunu düşündüğümüzde durum budur. Bu nedenle, galaksi gruplarında, gördüğümüz galaksilerin dışında fazladan karanlık madde olmalıdır.

Kendileriyle ilgili kesin kanıtlara sahip olduğumuz galaksiler ve gruplardaki karanlık maddenin miktarı konusunda oldukça gü- . venilir bir tahminde bulunulabilir. Fakat bu tahmin hala Evren'in yeniden çökmesine yol açacak kritik yoğunluğun yalnızca yüzde onu kadardır. Bu yüzden yalnızca gözlemsel kanıtlardan gidersek

evrenin sonsuza kadar genişleyeceği kestiriminde bulunuruz. Başka bir beş milyar yıl kadar sonra Güneş nükleer yakıtını bitirecektir. Yeryüzünü ve diğer daha yakın gezegenleri yutana kadar şişerek kırmızı dev denen bir şey haline gelecektir. Daha sonra birkaç bin mil eninde bir beyaz cüce yıldız haline gelecektir. Ben Dünya'nın sonunu böyle kestiriyorum, fakat henüz değil. Bu kestirimin borsayı fazla etkileyeceğini sanmam. Ufukta bir veya iki daha ivedi problem var. Ne olursa olsun, kendimizi yok etmemiş olmamız koşuluyla. Güneş şişene kadar yıldızlar arası gezi sanatında uzmanlaşmış oluruz.

On milyar yıl kadar sonra Evren'deki yıldızların çoğu yanıp tükenmiş olacaktır. Güneş'inki kadar kütleli olan yıldızlar ya beyaz cüce ya da beyaz cücelerden daha da küçük ve daha yoğun olan nötron yıldızları haline geleceklerdir. Daha kütleli yıldızlar daha da küçük olan ve hiçbir ışığın kaçamadığı güçlü bir kütle çekimi alanı olan kara delikler haline gelebilirler. Fakat bu kalıntılar hala yaklaşık olarak her yüz milyon yılda bir galaksimizin merkezi çevresinde dolanmaya devam edecekler. Kalıntılar arasındaki yakın karşılaşmalar bir kaçının galaksinin dışına fırlatılmasına yol açacaktır. Kalanlar merkez etrafında daha yakın - yörüngelere yerleşecek ve sonunda galaksinin merkezinde dev bir kara delik oluşturmak üzere bir araya geleceklerdir. Galaksiler ve gruplar içindeki karanlık madde ne olursa olsun, onun da bu çok büyük kara deliklere düşmesi beklenebilir.

Bu nedenle galaksiler ve gruplardaki maddenin çoğunun sonunda kara delikler halinde son bulacağı varsayılabilir. Ancak bir süre önce kara deliklerin boyandıkları kadar kara olmadıklarını keşfettim. Kuantum mekaniğinin belirsizlik ilkesi parçacıkların hem iyi tanımlanmış bir konuma hem de iyi tanımlanmış bir hıza sahip olamayacaklarını söyler. Parçacığın konumu ne kadar daha hassas tanımlanırsa, hızı o kadar daha az hassas olarak belirlenebilir ve bunun tersi de doğrudur. Eğer bir parçacık bir kara delik içinde ise, onun konumu kara delikte olmak şeklinde iyi

tanımlanmıştır. Bu hızının tam olarak tanımlanamayacağı anlamına gelir. Bu nedenle parçacığın hızının ışığın hızından büyük olması mümkündür. Bu onun kara delikten kaçmasına olanak verecektir. Böylece parçacıklar ve radyasyon yavaş yavaş bir kara deliğin dışına sızar. Bir galaksinin merkezindeki bir dev kara delik mil yonlarca mil eninde olur. Böylece onun içindeki parçacığın konumu konusunda büyük bir belirsizlik olur. Bu yüzden parçacığın hızındaki belirsizlik küçük olur, ve bu da bir parçacığın bir kara de

likten kaçmasının çok uzun bir zaman alacağı anlamına gelir. Fakat sonunda bunu yapar. Bir galaksinin merkezinde büyük bir kara deliğin buharlaşması ve tamamen ortadan kaybolması 10^{90} (doksan sıfırlı bir) yıl alabilir. Bu şimdilik Evren'in yalnızca 10^{10} (on sıfırlı bir) olan yaşından çok daha uzundur. Eğer Evren son suza kadar genişleyecekse, hala epeyce vakit var demektir.

Sonsuza kadar genişleyen bir Evren'in geleceği oldukça sıkıcı olur. Fakat Evren'in sonsuza kadar genişleyeceği hiç bir şekilde kesin değildir. Evren'in yeniden çökmesine yol açacak yoğunluğun yalnızca onda biri kadarı için kesin kanıtımız var. Fakat saptamamış olduğumuz, Evren'in ortalama yoğunluğunu kritik değer veya onun yukarısına yükseltecek başka karanlık madde çeşitleri olabilir. Bu ek karanlık maddenin galaksilerin ve galaksi guruplarının dışında bulunuyor olması gerekir. Aksi takdirde galaksilerin dönüşü veya guruplardaki galaksilerin hareketi üzerindeki etkisini farketmiş olurduk.

Evren'in sonunda yeniden çökmesini sağlayacak kadar karanlık maddenin mevcut olması gerektiğini neden düşünmeliyiz? Neden yalnızca kesin kanıtımız olan maddeye inanmayalım? Bunun nedeni kritik yoğunluğun onda birine bile sahip olmanın şimdi ilk yoğunluğun ve genişleme hızının inanılmaz derecede dikkatli seçilmesini gerektirmesidir. Eğer büyük patlamadan bir saniye sonra Evren'in yoğunluğu bin milyarda bir kadar daha büyük olsaydı Evren'in on yıl sonra çökmüş olması gerekirdi. Diğer taraftan, eğer o zaman Evren'in yoğunluğu aynı miktar kadar daha az olmuş

olsaydı, evren yaklaşık on yaşında olduğundan esas olarak boş olurdu.

Nasıl olmuş da Evren'in ilk yoğunluğu o kadar dikkatlice seçilmiş? Belki Evren'in kesin olarak kritik yoğunluğa sahip olmasının bir nedeni vardır. Bunun iki açıklaması var görünüyor. Biri antropik ilke denen şeydir, şu şekilde ifade edilebilir: Evren bu şekildedir, çünkü olduğu gibi olmasaydı onu gözlemlemek üzere biz burada olmazdık. Fikir farklı yoğunluklarda pek çok farklı evren olabileceğidir. Yalnızca kritik yoğunluğa çok yakın olanlar yıldızlar ve gezegenlerin oluşmasına yetecek kadar uzun süre ayakta kalabilir ve yeterince madde taşıyabilir. Ancak o evrenlerde "Yoğunluk neden kritik yoğunluğa çok yakındır?" diye soracak akıllı yaratıklar olurdu. Eğer bu evrenin şimdiki yoğunluğunun açıklaması ise, evrenin halihazırda saptamış olduğumuzdan daha fazla madde taşıdığına inanmak için hiçbir neden yoktur. Kritik yoğunluğun onda biri galaksilerin ve yıldızların oluşmasına yeterdi.

Fakat pek çok insan kendi varlığımıza çok fazla önem verir görüldüğü için antropik ilkeyi beğenmez. Böylece yoğunluğun kritik değere neden o kadar yakın olması gerektiğinin bir başka mümkün açıklaması aranmıştır. Bu arayış Evren'in ilk zamanlarında şişme teorisine yol açmıştır. Fikir uç boyutta enflasyon yaşayan ülkelerde bir kaç ayda bir fiyatların ikiye katlanması gibi Evren'in büyüklüğünün de ikiye katlanmaya devam etmiş olabileceğidir. Ancak Evren'in şişmesi çok daha hızlı ve daha aşırı olurdu: küçük bir şişmede en az milyar milyar milyarlık bir çarpan kadar artış Evren'in yaklaşık tam kritik yoğunluğa sahip olmasına yol açardı ki şimdiki kritik yoğunluğa çok yakın olurdu. Böylece eğer şişme teorisi doğruysa, Evren'in yoğunluğunu kritik yoğunluğa yaklaştırmaya yeterli miktarda karanlık madde taşıması gerekir. Bu Evren'in büyük olasılıkla sonunda yeniden çökeceği, fakat bunun halihazırda genişlemekte olduğu **onbeş** milyar kadar yıldan çok daha uzun sürmeyeceği anlamına gelir.

Eğer şişme teorisi doğruysa olması gereken karanlık madde ne olabilir. Görüldüğü kadarıyla o büyük olasılıkla normal maddeden, yıldızları ve gezegenleri yapan maddeden farklıdır. Büyük Patlamadan sonraki ilk üç dakikada Evren'in erken sıcak aşamalarında üretilmiş olması gereken çeşitli hafif elementlerin miktarlarını hesaplayabiliriz. Bu hafif elementlerin miktarları Evren'deki normal maddenin miktarına dayanır. Evren'deki hafif element miktarları düşey ve normal maddenin miktarı yatay ekseninde gösterilmiş olmak üzere grafikler çizilebilir. Eğer şimdi normal maddenin toplam miktarı¹: yalnızca kritik miktarın yüzde onu kadersa gözlemlenmiş **miktarlarla** iyi bir uyum sağlanır. Bu hesaplamalar yanlış olabilir, fakat çeşitli farklı elementler için gözlemlenmiş miktarları elde etmemiz oldukça etkileycidir.

Eğer karanlık maddenin bir kritik yoğunluğu varsa, onun ne olabileceği konusundaki ana adaylar Evren'in çok erken aşamalarından kalıntılar olur. Bir olasılık elementer parçacıklardır. Çeşitli varsayımsal adaylar, var olduklarını düşünebildiğimiz fakat henüz gerçekten saptamamış olduğumuz parçacıklar vardır. Fakat en çok gelecek vadeden durum iyi kanıtlarımız olan bir parçacık, nötrino. Nötrinin kendisinin hiç kütlesi olmadığı düşünülmüştü, fakat bazı yeni gözlemler nötrinin küçük bir kütlesi olabileceği fikrini vermiştir, Eğer bu doğrulanır ve doğru değerde bulunursa, nötrinolar Evren'in yoğunluğunu kritik değere getirmeye yeterli kütle sağlarlar.

Bir başka olanak kara deliklerdir. Evren'in erken zamanlarında faz geçişi denen bir aşamadan geçmiş olması mümkündür. Suyun kaynaması ve donması faz geçişi örnekleridir. Bir faz geçişinde su gibi başlangıçta tek biçimli olan bir ortam buz çıkıntıları veya buhar kabarcıkları gibi düzensizlikler geliştirir. Bu düzensizlikler bir kara delik oluşturmak üzere çökebilir. Eğer kara delikler çok küçük olursa, daha önce açıkladığım gibi, kuantum mekaniksel belirsizlik ilkesinin etkileri nedeniyle şimdiye kadar buharlaşmış olurlar. Fakat eğer bir kaç milyar tonun üzerinde (bir dağın kütlesi) olsalar bugün hala ortada olurlar ve saptanmaları çok zor olur.

Evren'in her tarafına tek biçimli olarak dağılmış olan karanlık maddeyi saptamamızın tek yolu Evren'in genişlemesi üzerindeki etkisi olur. Uzak galaksilerin bizden uzaklaşmalarının hızını ölçerek genişlemenin ne hızla yavaşladığını belirleyebiliriz. Burada sorun bizim uzak geçmişteki galaksileri, ışığın onlardan bize yola çıktığı zamanda gözlemliyor olmamızdır. Galaksilerin hızının görünürdeki parlaklık ve büyüklüklerine (bu onların bizden uzaklıklarının bir ölçütüdür) göre bir grafiği çizilebilir. Bu grafikteki farklı çizgiler genişlemenin farklı yavaşlama hızlarına karşılık gelir. Bükülen bir grafik yeniden çökecek bir evrene karşılık gelir. İlk bakışta gözlemler yeniden çöküşü gösterir görünürler. Fakat sorun şu ki, bir galaksinin görünürdeki parlaklığı onun bizden uzaklığı konusunda çok iyi bir gösterge değildir. Yalnızca galaksilerin yapılarından gelen parlaklıklarında önemli değişiklikler olması söz konusu değildir, aynı zamanda parlaklığın zamanla değiştiği konusunda kanıt da vardır. Parlaklığın evriminin ne kadar hesaba katılması gerektiğini bilmediğimiz için, henüz yavaşlamanın hızının ne olduğunu, Evren'in sonunda tekrar çökmesine yetecek kadar yüksek olup olmadığını, Evren'in sonsuza kadar genişlemeye devam mı edeceğini söyleyemeyiz. Bunun yanıtını bulmak için galaksilerin uzaklıklarını ölçmenin daha iyi yollarını geliştirmemize kadar beklemek zorundayız. Fakat yavaşlamanın hızının Evren'in gelecek bir kaç milyar yıl içinde çökeceği kadar yüksek olmadığından emin olabiliriz.

Ne sonsuza kadar genişleme ne de bir yüz milyar yıl kadar süre içinde yeniden çökme o kadar heyecan verici değildir. Geleceği daha ilginç kılmak için yapabileceğimiz bir şey yok mudur? İşe yarayacağı kesin olan bir yol kendimizi bir kara deliğe götürmektir. Bu oldukça büyük, Güneş'in kütlesinden bir milyon defadan fazla büyük bir kara delik olur. Aksi takdirde insanın başı üzerindeki ve ayaklarındaki kütle çekim arasındaki fark onu içeri girmeden önce parçalar. Fakat galaksinin merkezinde o kadar büyük bir kara delik olması konusunda büyük bir olasılık vardır.

Bir kara deliğin içinde ne olduğu konusunda çok emin değiliz. İnsanın bir kara deliğin içine düşmesi ve bir başka yerde bir beyaz delikten çıkmasına olanak veren genel görecelik denklemleri çözümleri vardır. Bir beyaz delik bir kara deliğin zamanı ters çevrilmiş olanıdır. Bu şeylerin dışarı çıktığı fakat hiç bir şeyin içine düşemediği bir nesnedir. Beyaz delik Evren'in bir başka kısmında olabilir. Böylece bu görünüşde hızlı galaksiler arası gezi olanağı sunar. Sorun bunun çok fazla hızlı olmasındadır. Eğer kara deliklerden geçerek gezi mümkün olsaydı, yola çıkmadan önce geri dönmenizi engelleyen hiç bir şey yok gibi görünecekti. Bu durumda, sizin ilk ağızda gitmenizi engelleyecek olan annenizi öldürmek gibi birşeyler yapabilirsiniz.

Ancak, belki de bizim (ve annelerimizin) hayatta kalmamız açısından çok şükür ki, görüldüğü kadarıyla fizik yasaları bu tür zaman gezisine olanak vermez. Geçmişe geziyi engelleyerek Dünya'yı tarihçiler için emin yapan bir Kronoloji Koruma Acentası olmalıdır. Belirsizlik ilkesinin etkilerinin geçmişe gezi yapıldığında büyük miktarda radyasyona yol açtığı anlaşılmaktadır. Bu radyasyon ya uzay-zamanı o kadar çarpıtır ki, zaman içinde geri gitmek mümkün olmaz, ya da, uzay-zamanı in büyük patlama ve büyük çatırtı gibi bir tekillikte sona ermesine yol açar. Her iki şekilde de geçmişimiz

kötü niyetli kişilerden uzak emniyette olur. Kronoloji Koruma Önermesi benim ve başkalarının yaptığı bazı yeni hesaplarla desteklenmektedir. Fakat zaman gezisinin mümkün olmadığı, ve hiçbir zaman olmayacağı konusunda sahip olduğumuz en iyi kanıt gelecekte turist sürüleri tarafından istila edilmemiş olmamızdır.

Özetlersek: Bilim adamları Evren'in ilke olarak geleceğin kestirilmesine olanak veren iyi tanımlanmış yasalarla yönetildiğine inanırlar. Fakat yasaların verdiği hareket çoğu zaman kaotiktir. Bu ilk durumdaki herhangi bir minik değişikliğin onun ardından gelen davranışta hızla büyüyen bir değişikliğe yol açabileceği anlamına gelir. Böylece pratikte geleceğe doğru yalnızca oldukça kısa süre hassas şekilde kestirimde bulunabiliriz. Ancak çok büyük bir

ölçekte Evren'in davranışı kaotik değil, basit görünür. Bu nedenle Evren'in sonsuza kadar genişleyip genişlemeyeceği veya sonunda yeniden çöküp çökmeyeceği konusunda **kestirimde** bulunulabilir. Bu Evren'in yoğunluğuna bağlıdır. Aslında şimdiki yoğunluk yeniden çökmeyi belirsiz genişlemeden ayıran kritik yoğunluğa çok yakın görünüyor. Eğer şişme teorisi doğruysa. Evren gerçekte bir bıçağın ucunda olacaktır. Bu yüzden her iki yönde kestirimde bulunarak iddialar ileri sürdüğüm için kahinlerin ve peygamberlerin yerleşik geleneğiyle hareket ediyorum.

ISSIZ ADA DİSKLERİ: BİR SÖYLEŞİ

BBC'nin "Desert Island Disks" (İssiz Ada Diskleri) programı 1942 yılında yayına başlamıştır ve radyoda en uzun süre yayınlanan programdır, şimdiye kadar İngiltere'de ulusal bir kurum gibi olmuştur. Bu yıllar içinde katılan konuklar muhteşem bir görünüm sunmaktadır. Programda yazarlar, müzisyenler, aktörleri ve yöneticiler, spor adamları, komedyenler, şefler, bahçevanlar, öğretmenler, dansçılar, politikacılar, kraliyet mensupları, karikatürcüler ve bilim adamları ile söyleşiler yapılmıştır. Her zaman kazazede olarak sözedilen konuklara ıssız bir adada yalnız kalacak olsalar hangi sekiz plağı yanlarına alacakları sorulur. Konuklara ayrıca yanlarında olmasını istedikleri lüks bir nesne (can-

sız olmalı) ve bir kitap adı sorulur. (Uygun bir dini metnin --İncil, Kuran veya eşdeğeri bir cilt-- Şekspir'in eserleriyle birlikte halihazırda orada olduğu varsayılır)

Plakları çalacak araçların var olduğu kabul edilir. Programı tanıtan ilk açıklamalarda "..bir gramofon ve plakları çalacak sonsuz miktarda **gramofon** iğnesinin var olduğu varsayılıyor" denirdi. Bugün güneş enerjili bir CD çaların plakları dinleme aracı olduğu kabul ediliyor.

Program haftalık yayınlanır ve normal olarak kırk dakika süren söyleşi sırasında konunun seçtiği plaklar çalınır. Ancak 1992 yılbaşında yayınlanan Stephen Hawking ile yapılan bu söyleşi bir istisna idi ve daha uzun sürdü.

Söyleşici Sue Lawley'dir.

Sue: Kuşkusuz bir çok yönden, Stephen, normal fiziksel yaşamdan kopuk ve doğal iletişim olanaklarından yoksun olarak ıssız bir adada yalnız kalmak halihazırda senin bildiğin bir şey. Bu senin için ne ölçüde bir yalnızlıktır?

Stephen: Kendimi normal yaşamdan kopuk görmüyorum ve çevremdeki insanların bunu söyleyeceğini de sanmam. Kendimi engellenmiş biri olarak hissetmiyorum, yalnızca motor nöron hastalığının kötü fonksiyonlarına sahip biri, daha çok sanki renk körü gibiyim. Yaşamımın pek alışılmış yaşam tanımına girmeyeceği kanısındayım, fakat ruhen normal olduğunu hissediyorum.

Sue: Yine de "Desert Island Disks" programında yer alan diğer kazazedelerden farklı olarak sen halihazırda zihnen ve entellektüel yönden kendine yeterli olduğunu, kendini meşgul etmeye yeterli teorilerin ve esin kaynağın olduğunu kanıtlamış durumdasın.

Stephen: Sanırım ben doğal olarak biraz içe dönüğüm ve iletişimdeki güçlüklerim beni kendime güvenmeye zorladı. Fakat çocukken çok konuştuk. Harekete geçirilmek için diğer insanlarla tartışma gereksinimi duyarım. Herhangi bir öneride bulunmasalar bile yalnızca başkalarına açıklayabilmek için

düşüncelerimi toparlama gerçeği bana yeni bir çıkış yolu gösterir.

Sue: Ya duygusal doyuma ne dersin Stephen? Parlak bir fizikçinin bile bunu bulmak için diğer insanlara gereksinimi olmalıdır.

Stephen: Fizikte herşey çok iyi ama tamamen soğuktur. Yalnızca fiziğe sahip olsaydım yaşamımı sürdüremezdim. Başka herkes gibi benim de sıcaklığa, sevgiye ve şefkate ihtiyacım var. Yine çok miktarda sevgi ve şefkat bulmakla çok talihliyim, benim yetersizliklerime sahip pek çok insandan çok daha talihliyim. Müzik de benim için çok önemlidir.

Sue: Hangisi daha çok zevk veriyor, fizik mi, müzik mi?

Stephen: Fizikte her şey başarılı olduğunda aldığım zevkin müzikte aldığım zevkten daha yoğun olduğunu söylemek zorundayım. Fakat insanın kariyerinde işlerin böyle gitmesi ancak bir kaç kez olur, diğer taraftan bir disk ne zaman istenirse çalınabilir.

Sue: Issız adanda çalacağın ilk plak nedir?

Stephen: Poulene'den Gloria. Onu ilk olarak geçen yaz Colorado, Aspen'de dinledim. Aspen esas olarak bir kayak merkezidir, fakat yazın orada fizik toplantıları olur. Fizik merkezinin bitişiğinde müzik festivali yapılan çok büyük bir çadır var. Kara delikler buharlaştığı zaman ne olacağını incelemeye oturduğunuzda provaları duyabilirsiniz. Bu idealdir, benim iki ana zevkim fizik ve müziği birleştirir. Eğer ıssız adamda her ikisine de sahip olabilirsen! kurtarılmak istemem. Teorik fizikte herkese söylemek istediğim bir keşif yapana kadar yani. Sanırım fizik yazılarını elektronik postayla alabileceğim bir uydu kanalı kurallara aykırı olurdu.

Sue: Radyo fiziksel yetersizlikleri gizleyebilir, fakat bu defa başka bir şeyi gizliyor. Stephen sen yedi yıl önce sözcüğün gerçek anlamıyla sesini kaybettin. Ne olduğunu anlatabilir misin?

Stephen: 1985 yazında Cenevre'de, büyük parçacık hızlandırıcısı CERN'deydim. Wagner'in Ring Cycle operalarını din-

lemek üzere Almanya'da Bayreuth'a gitmeyi düşünüyordum, fakat zatürre oldum ve acele hastaneye götürüldüm. Cenevre'deki hastane eşime yaşam destek makinasına bağlı kalmamın bir yararı olmadığını söylemişti. Fakat o böyle bir şey düşünmüyordu. Uçakla geriye Cambridge'de Addenbrooks hastanesine götürüldüm, orada Roger Grey adlı bir cerrah "tracheostomy" (soluk borusunu açma) ameliyatı yaptı. Bu ameliyat benim hayatımı kurtardı fakat sesimi aldı.

Sue: Fakat zaten o zamana kadar sesin çok bozulmuştu ve anlaşılması zor haldeydi değil **mi**? Bu yüzden belki de konuşma gücün eninde sonunda seni terkedecekti, öyle değil mi?

Stephen: Sesimin çok bozulmuş ve anlaşılması çok zorlaşmış olmasına karşın, bana yakın insanlar hala beni adayabiliyorlardı. Bir çevirmen kanalıyla seminerler verebiliyor ve bilimsel yazıları dikte ettirebiliyordum. Fakat ameliyatımdan sonra bir süre için mahvolmuştum. Sesimi geri alamazsam yaşama devam etmenin anlamı olmayacağını hissettim.

Sue: Daha sonra bir Kaliforniyalı bilgisayar uzmanı senin kötü durumunu duydu ve sana bir ses yolladı. Nasıl çalışıyor?

Stephen: Onun adı Walt Woltosz idi. Kayınvalidesi de benim hastalığıma yakalanmıştı ve onun iletişimine yardımcı olmak üzere bir bilgisayar programı geliştirmişti. Ekranda bir imleç hareket ediyor. İstedığınız seçenekte olduğu zaman baş veya göz hareketiyle veya benim durumunda elle bir düğmeyi çalıştırıyorsunuz. Bu şekilde ekranın alt yarısında yazılı olan sözcükleri seçebilirsiniz. Söylenmek istenen oluşturulunca bir ses sentezcisine gönderilebilir veya diskte saklanabilir.

Sue: Fakat bu yavaş olur.

Stephen: Yavaş, kabaca normal konuşmanın onda biri kadar hızlıdır. Fakat ses sentezcisi benim daha önce olduğumdan çok daha nettir. İngiliz'ler onu Amerikan aksanı olarak tanımlıyorlar, fakat Amerika'lılar İskandinav veya İrlanda aksanı olduğunu

söylüyorlar. Her ne olursa olsun herkes onu anlayabiliyor. Büyük çocuklarım kötüleştikçe doğal sesime alıştılar, fakat tracheostomy ameliyatı olduğum günlerde yalnızca altı yaşında olan en küçük oğlum beni hiç anlayamıyordu. Şimdi hiç bir güçlük çekmiyor. Bu benim için çok anlamlı.

Sue: Bu aynı zamanda herhangi bir **söyleşicinin** sorularını bilmek ve ancak iyice hazır durumda olduğunda **yanıt** vermek isteyeceğin anlamına gelir. Öyle değil mi?

Stephen: Bunun gibi uzun, kayıtlı programlar için sorulan bilmek yardımcı olabilir, böylece saatlerce teyp kaydına gereksinimim olmaz. Bir bakıma bu bana daha fazla kontrol sağlar. Fakat gerçekte sorulara anında yanıt vermeyi tercih ederim. Bunu seminerlerden ve popüler konferanslardan sonra yaparım.

Sue: *Fakat söylediğin gibi bu süreç senin kontrolün olduğu anlamına gelir ve bunun senin için çok önemli olduğunu biliyorum. Ailen ve arkadaşların bazen senin inatçı ve emirci olduğunu söylüyorlar. Bu tür nitelendirmeleri kabul ediyor musun ?*

Stephen: Herhangi bir kararlılığı olan biri bazen inatçı olarak isimlendirilir. Ben kararlı olduğumu söylemeyi tercih ederim. Eğer oldukça kararlı olmamış olsaydım, şimdi burada olmazdım.

Sue: *Sen her zaman böyle miydin?*

Stephen: Yalnızca yaşamım üzerinde diğer insanlarla aynı derecede kontrol sahibi olmak isterim. Çoğu kez engellenmiş insanların yaşamları başkaları tarafından yönetilir. Hiç bir sağlıklı insan buna tahammül etmez.

Sue: *Senin ikinci plağını duyalım.*

Stephen: Brahms'ın viyolin konçertosu. Bu benim satın aldığım ilk LP idi. 1957 yılındaydı, 33 devirli plaklar İngiltere'de yeni çıkmıştı. Babam bir pikap almayı sorumsuzca isteklere teslim olmak olarak görüyordu fakat onu ucuza alacağım parçalardan bir pikap montajı yapabileceğime ikna ettim. Bu bir Yorkshire'lı olarak ona uygun geldi. Eski bir 78'lik gramofonun kasasına dönme

mekanizmasını ve yükselticiyi yerleştirdim. Eğer onu korumuş olsaydım şimdi çok değerli olacaktı.

Bu pikabı yaptıktan sonra çalacak bir şeye ihtiyacım vardı. Bir okul arkadaşım okulda bizim çevremizde kimsede olmadığı için Brahms'ın viyolin konçertosunu önerdi. Otuz beş şilin ettiğini anımsıyorum. O günlerde özellikle benim için bu çok fazlaydı. Plak fiyatları yükselmiştir, ama gerçek anlamda bugün çok daha ucuzlar.

Bu plağı ilk defa bir dükkanda duyduğumda çok tuhaf geldiğini düşündüm ve onu beğendiğime emin değildim. Fakat kendimi onu sevdiğimi söylemek zorunda hissettim. Ama yıllar sonra benim için çok anlamlı oldu. Yavaş bölümün başlangıcını çalmak isterim.

Sue: *Bir eski aile dostu sen bir çocukken ailenin, "son derece zeki, çok akıllı ve çok eksantrik" olduğunu söyledi. Geriye bakarak bunun haklı bir tanım olduğunu düşünüyor musun ?*

Stephen: Ailemin zeki olup olmadığı konusunda konuşamam, fakat kuşkusuz biz eksantrik olduğumuzu hissetmiyorduk. Ancak oldukça ağırbaşlı bir yer olan St. Albanian'da yaşadığımızda oranın standartlarına göre öyle görünmüş olabiliriz.

Sue: *Ve baban tropik hastalıklar uzmanıydı.*

Stephen: Babam tropik hastalıklarda araştırma yaptı. Yeni ilaçları yerinde denemek üzere oldukça sık Afrika'ya gidiyordu.

Sue: *Böylece annenin senin üzerinde daha fazla mı etkisi vardı, eğer öyleyse bu etkiyi nasıl tanımlarsın ?*

Stephen: Hayır, ben babamın daha fazla etkisi olduğunu söylerim. Kendime onu model aldım. O bir bilimsel araştırmacı olduğu için insanın büyüdüğü zaman bilimsel araştırma yapmasının doğal olduğunu hissettim. Tek fark beni tıp veya biyolojinin çek-memesiydi, çünkü onların tam doğru olmadıklarını düşünüyordum ve çok fazla tanımlayıcı görünüyorlardı. Ben daha temel bir şey istedim ve bunu fizikte buldum.

Sue: *Annen senin her zaman "güçlü bir macera duygusu" dediği şeye sahip olduğunu söyledi. "Yıldızların onu çekebileceğini görebilirdim" dedi. Bunu anımsıyor musun?*

Stephen: Bir gece Londra'dan eve geç gelişimi anımsıyorum. O günlerde tasarruf amacıyla sokak ışıklarını gece yarısı söndürüyorlardı. Samanyolu tam karşımdaydı ve gökyüzünü daha önce hiç görmemiş olduğum bir şekilde gördüm. Issız adamda sokak lambaları olmayacak, bu yüzden yıldızların güzel bir manzarası olmalı.

Sue: *Bir çocukken çok parlak olduğun açık, evde kızkardeşinle oyunlarda çok başarılıydın, fakat okulda yaklaşık olarak sınıfta en sonda olabiliyordun ve buna aldırış etmiyordun değil mi?*

Stephen: O benim St. Albans'daki ilk yılımdaydı. Fakat o sınıfın çok parlak bir sınıf olduğunu söylemeliyim ve ben sınavlarda sınıf çalışmasında olduğundan çok daha başarılı oluyordum. Gerçekte başarılı olabileceğimden emindim. Benim o kadar altta bir yerde olmama yol açan şey yalnızca el yazım ve genel dağınıklığımdı.

Sue: Üç numaralı plak *Amadeus Quartet* tarafından çalınan *Beethoven'in A Minör String Quartet*'inin bir kısmı ve bu kısmın konusu bir hastalıktan kurtuluş üzerine şükrediş.

Stephen: Oxford'da bir lisans öğrencisiyken Aldous Huxley'in "Point Counterpoint" adlı romanını okudum. Bu roman 1930'ların bir portresi olarak düşünülmüştü ve muazzam karakterleri vardı. Bunların bir çoğu doğal değildi, fakat oldukça insani olan biri vardı ve Huxley'in kendisinin modeli olduğu açıktı. Bu adam Sir Oswald Mosley'i temsil eden bir karakter olan İngiliz faşistlerinin liderini öldürdü. Daha sonra partiye bu işi kendisinin yapmış olduğunu bildirdi ve gramofona Beethoven'in String Quartet Op. 132 no.lu eserini koydu. Üçüncü kısmın ortasında kapıya yanıt verdi ve Faşistler tarafından vuruldu.

Bu gerçekten çok kötü bir roman, fakat Huxley müzik

seçiminde doğrudu. Benim ıssız adamı örtecek bir med dalgasının yolda olduğunu bilseydim bu quartet'in üçüncü kısmını çalardım.

Sue: Matematik ve fizik eğitimi için kendi hesaplarına göre ortalama günde bir saat çalıştığın Oxford'a. University College'e gittin. Okuduklarına göre kürek çektiğin, bira içtiğin ve insanlara aptalca şakalar yapmaktan zevk aldığın söyleniyor. Sorun neydi? Neden çalışmıyordun ?

Stephen: Bu ellilerin sonu idi ve genç insanların çoğu düzen denen şeyde hayal kırıklığına uğramışlardı. İstenecek maddi varlıktan başka bir şey yok görünüyordu. Muhafazakarlar "Hiç bir zaman bu kadar iyi olmadınız" sloganıyla üçüncü seçim zaferini yeni kazanmışlardı. Ben ve yaşıtlarımın çoğu yaşamdan bezmiştik.

Sue: Yine de öğrenci arkadaşlarının haftalarca yapamadığı problemleri bir kaç saatte çözmeyi başarıyordun. Söylediklerinden onların senin istisnai bir yeteneğin olduğunun farkında oldukları açık. Sen farkında mıydın, ne dersin?

Stephen: O zamanlar Oxford'da fizik dersi gülünç ölçüde kolaydı. Yalnızca haftada bir iki problem çözme dersine girip diğer derslere girmeden geçilebilirdi. Yalnızca bir kaç denklem dışında çok fazla şey anımsamak gerekmiyordu.

Sue: Ellerin ve ayaklarının istediklerini pek yapmadığını ilk farkettiğin Oxford'da oldu, değil mi? O zamanlar bunu kendine nasıl açıkladın ?

Stephen: Aslında farkettiğim ilk şey doğru dürüst kürek çekemeyişim oldu. Daha sonra dinlenme odası merdivenlerinden kötü şekilde düştüm. Düşüşten sonra Kolej doktoruna gittim, çünkü bir beyin hasarı olabileceğinden korkuyordum. Fakat o anormal bir durum olmadığını düşünüyordu ve bana biray azaltmamı söyledi. Oxford'daki finallerimden sonra yaz için İran'a gittim. Geri geldiğimde kesin olarak daha zayıftım fakat bunun geçirdiğim kötü bir mide rahatsızlığından kaynaklandığını düşündüm.

Sue: Hangi noktada teslim oldun ve gerçekten bir sorun olduğunu kabul edip tıbbi yardım almaya karar verdin?

Stephen: O zaman Cambridge'de idim ve yılbaşında eve gittim. Bu 62'yi 63'e bağlayan çok soğuk kıştı. Pek istekli olmasam da annem beni St Albans'daki gölde kayak yapmaya ikna etti. Düştüüm ve ayağa kalkmakta büyük güçlük çektim. Annem bir sorun olduğunu kavradı. Beni aile doktoruna götürdü.

Sue: *Daha sonra üç hafta hastanede kaldın ve sana en kötü şeyi söylediler.*

Stephen: Aslında o Londra'daki Barts hastanesinde idi. Çünkü babam Barts'da çalışıyordu. Testler yapıldığı iki hafta süresince hastanede kaldım. Ancak bana hiç bir zaman gerçekten sorunun ne olduğunu söylemediler. MS olmadığını ve tipik bir durum olmadığını söylediler. Geleceğe ilişkin bir şey söylemediler, fakat ben geleceğe ilişkin düşüncelerinin oldukça kötü olduğunu anladım, bu yüzden sormak istemedim.

Sue: *Ve sonunda aslında yalnızca bir kaç yıl ömrün kaldığı söylendi. Stephen öykünün bu noktasında biraz duralım ve bir sonraki plağını dinleyelim.*

Stephen: Valkyrie, Birinci Perde. Bu Melchior ve Lehman'lı bir başka eski plak. Bu başlangıçta savaştan önce 78'liklerde çıkmış ve 60'ların başlarında LP'e transfer edilmişti. 1963 yılında Motor Nöron hastalığı teşhisi konulduktan sonra içinde bulunduğum karanlık ve dünyadan kopuk ruh haline uygun biri olarak Vargner'e döndüm. Maalesef benim konuşma sentezcim çok iyi eğitilmiş değil onu Wagner olarak telafuz ediyor. Yaklaşık olarak doğru sesin çıkması için bu ismi harf harf V,A,R,G,N,E,R olarak söylemeliyim.

Ring Cycle'in dört operası Wagner'in en büyük eserleridir. 1964 yılında kız kardeşim Philippa ile Almanya Bayreuth'da onları görmeye gittim. O zamanlar Ring'i iyi bilmiyordum ve ikinci opera Valkyrie benim üzerimde muaazzam etki yaptı. Bu Wolfgang

Wagner'in bir ürünüydü ve sahne hemen hemen tamamen karanlıktı. Konu çocuklukta ayrılan ikizler Siegmund ve Sieglinde'nin aşk öyküsüdür. Siegmund, Sielinde'nin eşi ve kendisinin düşmanı Hunding'in evine sığınınca tekrar karşılaşırlar. Benim seçtiğim bölümde Sieglinde, Hunding ile zoraki evliliğini anlatıyor. Kutlamaların ortasında yaşlı bir adam salona gelir. Orkestra Ring'deki en soylu temalardan biri olan Valhalla motifini çalar, çünkü o tanrıların lideri ve Siegmund ve Sieglinde'nin babaları Wotan'dır. Wotan bir ağacın gövdesine bir kılıç saplar. Kılıç Siegmund için düşünülmüştür. Perdenin sonunda Siegmund onu çeker ve ikisi ormana kaçarlar.

Sue: *Stephen senin hakkında yazılanları okuyunca, ölüm hükmünün, yaşayacak yalnızca bir kaç yılın kaldığının sana söylenmiş olmasının, sözü uygun görürsen, seni yaşama bağlamış olduğu anlaşılıyor.*

Stephen: Onun ilk etkisi beni yıkmaktı. Oldukça hızlı şekilde kötüleşir göründüm. Herhangi bir şey yapmanın veya doktoram üzerinde çalışmamın anlamı yok gibi göründü, çünkü doktoramı bitirmeye yetecek kadar uzun süre yaşayıp yaşamayacağımı bilmiyordum. Ama daha sonra her şey düzelmeye başladı. Durumum daha yavaş ilerlemeye başladı- ve özellikle Evren'in bir büyük patlamada bir başlangıca sahip olmuş olması gerektiğini göstererek çalışmamda ilerlemeye başladım.

Sue: *Bir söyleşide şimdi hasta olmazdan öncesine göre daha mutlu olduğunu düşündüğünü bile söyledin.*

Stephen: Kuşkusuz şimdi daha mutluyum. Motor nöron hastalığına yakalanmadan önce yaşamdan bezmiştim. Fakat erken bir ölüm düşüncesi yaşamın gerçekten yaşanmaya değer olduğunu kavramamı sağladı, insanın yapabileceği çok şey var, herhangi bir insanın yapabileceği çok şey var. Durumuma rağmen insan bilgisine mütevazı ama önemli bir katkıda bulunduğumdan gerçek bir başarı duygusuna sahibim. Kuşkusuz ben çok şanslıyım, fakat yeterince sıkı çalışırsa herkes bir şey başarabilir.

Sue: *Eğer motor nöron hastalığına yakalanmasaydın başarmış olduğun herşeyi başaramamış olabileceğini söyleyecek kadar ileri gider misin, yoksa bu fazla basitlik mi olur?*

Stephen: Hayır, motor nöron hastalığının herhangi bir kişi için bir avantaj olabileceğini düşünmüyorum. Fakat bu benim için diğer insanlarda olduğundan daha az dezavantaj oldu, çünkü yapmak istediğimi yapmamı engellemedi. Yapmak istediğim şey Evren'in nasıl çalıştığını anlamaya çalışmaktı.

Sue: *Hastalığı kabullenmeye çalışırken senin için diğer esin kaynağı bir partide tanıştığın ve aşık olup ardından evlendiğin Jane Wilde adlı bir genç hanımdı. Başarının ne kadarını Jane'e borçlu olduğunu söyleyebilirsin?*

Stephen: Kuşkusuz o olmasaydı başaramazdım. Onunla nişanlı olmak beni içinden bulunduğum depresyon batağından çıkardı. Eğer evleneceksek benim bir iş bulmam ve doktoramı bitirmem gerekiyordu. Sıkı çalışmaya başladım ve bundan hoşlandığımı far-kettim. Durumum kötüleşirken Jane tek başına bana baktı. O aşamada hiç kimse bize yardım önerisinde bulunmuyordu ve kuşkusuz yardım için ödeme yapamazdık.

Sue: *Ve siz birlikte doktorlara meydan okudunuz, yalnızca yaşamaya devam ettiğin için değil, çocuklarınız da olduğu için. 1967'de Robert, 70'de Lucy ve daha sonra 79'da Timothy doğdu. Doktorlar nasıl şok olmuşlardı?*

Stephen: Aslında bana teşhis koyan doktor benden elin] çekti. Hiç bir şey yapılamayacağını düşünüyordu. İlk teşhisten sonra onu hiç görmedim. Gerçekte babam benim doktorum oldu ve tavsiye için ona döndüm. O bana hastalığın kalıtsal olduğu konusunda hiçbir belirti olmadığını söyledi. Jane bana ve iki çocuğa bakmayı başardı. Ancak üçüncü çocuğumuz Tim'in doğumundan sonra bana bakması için hemşire tutmak zorunda kaldık.

Sue: *Fakat sen ve Jane artık beraber değilsiniz.*

Stephen: Benim tracheostomy ameliyatımdan sonra yirmi dört

saat hemşireye gereksinimim vardı. Bu evliliğimizin üzerine gittikçe daha fazla gerilim getirdi. Sonunda ben taşındım ve şimdi Cambridge'de yeni bir apartman dairesinde yaşıyorum. Şimdi ayrı yaşıyoruz.

Sue: *Biraz daha müzik dinleyelim.*

Stephen: Beatles "Please Me, Please Me", ilk dört oldukça ciddi seçimimden sonra biraz hafif şeyler dinlenmeye gereksinimim olur. Benim için ve birçok başkası için Beatles oldukça yıpranmış ve hastalıklı Pop sahnesine taze bir hava getirdi. Ben pazar akşamları Radio Luxembourg'da Top Twenty'yi dinlerdim.

Sue: *Üzerine yığılan tüm onur nişanlarına rağmen Stephen Hawking -ve Cambridge'de Isaac Newton'un kürsüsü olan Lucassian Professor of Physics statüsüne sahip olduğunu özel olarak belirtmeliyim- çalışmalarınla ilgili bir popüler kitap yazmaya karar verdin. Bunun çok basit bir nedeni olduğunu düşünüyorum. Paraya gereksinimin vardı.*

Stephen: Bir popüler kitaptan mütevazı bir gelir elde edebileceğimi düşünürken, **Zamanın Kısa Tarihi'ni** yazışımın ana nedeni ondan zevk almamdı. Son yirmi beş yılda yapılmış olan keşiflerden heyecan duyuyordum ve bunları insanlara anlatmak istedim. Onun bu kadar iyi işi yapacağını hiç beklemiyordum.

Sue: *Aslında tüm rekorları kırdı ve en çok satan kitaplar listesinde kaldığı süreyle ilgili olarak Guinness Book Of Records'a girdi, hala en çok satan kitaplar listesinde yer alıyor. Hiç kimse dünya çapında kaç kopya satıldığını bilmiyor, fakat on milyonu aştığına kuşku yok. İnsanlar onu satın alıyor, fakat şu som sorulmaya devam ediliyor: okuyorlar mı ?*

Stephen: Bernard Levin'in 29. sayfada kaldığını biliyorum, fakat pek çok kişinin daha ileri gitmiş olduğunda biliyorum. Dünya'nın her tarafından insanlar bana gelip ondan ne kadar zevk aldıklarını anlatıyorlar. Onu bitirmemiş veya okudukları her şeyi anlamamış olabilirler. Fakat en azından keşfedebileceğimiz ve

anlayabileceğimiz rasyonel yasalarla yönetilen bir Evren'de yaşadığımız fikrini almışlardır.

Sue: *İlk olarak halkın imgelemine hitap eden ve kozmolojide yenilenen bir ilgi sağlayan şey kara delikler kavramı oldu. O Star Treks 'i, "daha önce hiç kimsenin gitmediği bir yere cesaretle gitmek" vb., izledin mi, eğer izlediysen hoşlandın mı?*

Stephen: İlk gençlik yıllarımda pek çok bilim kurgu kitabı okudum. Fakat şimdi bu alanda kendim çalıştığım için bilim kurgu eserlerin çoğunu biraz basit buluyorum. Eğer işi tutarlı bir resmin parçası yapmak zorunda değilseniz farklı uzaylar arası gezi veya insanları

ışınlamak hakkında yazmak çok kolaydır. Gerçek bilim çok daha heyecanlıdır, çünkü o bir yerde gerçekten olmaktadır. Bilim kurgu yazarları, fizikçiler düşünmeden önce hiç kara deliklerden söz etmediler. Fakat şimdi bazı kara delikler hakkında oldukça fazla kanıta sahibiz.

Sue: *Eğer bir kara deliğe düşülürse ne olur?*

Stephen: Bilim kurgu okuyan herkes bir kara deliğe düşerseniz ne olacağını bilir. Bir spagetti haline getirilirsiniz. Fakat çok daha ilginç olan şey kara deliklerin tamamen kara olmayışlarıdır. Onlar düzenli bir hızla parçacık ve radyasyon yayarlar. Bu kara deliğin yavaşça buharlaşmasına yol açar, ama kara deliğe ve içindekilere sonunda ne olduğu bilinmiyor. Bu heyecanlı bir araştırma alanıdır, fakat bilim kurgu yazarları henüz buna yetişmemişlerdir.

Sue: *Kuşkusuz söz ettiğin radyasyona Hawking Radyasyonu deniyor. Kara olmadıklarını kanıtlamaya sen geçtin ama kara delikleri keşfeden sen değildin. Fakat senin Evren'in başlangıcı konusunu daha yakından düşünmeye başlamayı sağlayan şey onların keşfiydi, değil mi?*

Stephen: Bir yıldızın bir kara delik oluşturmak üzere çöküşü pek çok yönden Evren'in genişlemesinin ters zamanlısına benzer. Bir yıldız oldukça düşük yoğunluk durumundan çok yüksek yoğunluklu bir duruma çöker. Ve Evren çok yüksek yoğunluklu bir

durumdan daha düşük yoğunluklara genişler. Önemli bir fark var: biz kara deliğin dışındayız, fakat Evren'in içindeyiz. Fakat her ikisinin de ayırıcı bir özelliği, ısı radyasyondur.

Sue: *Bir kara deliğe ve içindekilere sonunda ne olduğunun bilinmediğini söylüyorsun, fakat ben teorinin ne olursa olsun, bir astronot dahil olmak üzere bir kara delikte ortadan kaybolan her şeyin sonunda Hawking Radyasyonu olarak yeniden döngüden geçeceğini söylediğini sanıyordum.*

Stephen: Astronotun kütle enerjisinin kalanı kara deliğin dışarıya yaydığı radyasyon olarak yeniden döngüden geçecektir. Fakat astronotun kendisi, ya da hatta kendisini oluşturan parçacıklar kara delikten çıkmayacaktır. Bu yüzden sorun **onlara** ne olduğudur. Yok mu olurlar yoksa bir başka evrene mi **geçerler**? Bu benim bilmeyi çok istediğim bir şey. bir kara deliğin içine atlamayı düşündüğümden değil.

Sue: *Stephen sen sezgi temelinde mi çalışırsın -yani beğendiğin ve sana çekici gelen bir teoriye ulaşır ve onu kanıtlamaya mı oturursun? Yoksa bir bilim adamı olarak yolunu her zaman mantıksal olarak bir sonuca doğru açmak, onu önceden tahmin etmeye girişmemek zorunda mısın?*

Stephen: Önemli ölçüde sezgiye dayanırım. Bir sonucu tahmin etmeye çalışırım, fakat sonra onu kanıtlamam gerekir. Ve bu aşamada çoğu kez düşünmüş olduğum şeyin doğru olmadığını veya durumun hiç bir zaman düşünmemiş olduğum başka bir durum olduğunu görürüm. Kara deliklerin tamamen kara olmadıklarını buluşum böyle oldu. Ben başka birşeyi kanıtlamaya çalışıyordum.

Sue: *Daha müzik.*

Stephen: Mozart her zaman benim en çok sevdiklerimden biri oldu. O inanılmaz miktarda müzik eseri yarattı. Bu yılın başlarında ellinci yaş günüm için bana Mozart'ın tüm eserlerini kapsayan CD verildi. İki yüz saatten fazla sürüyor. Hala onunla uğraşıyorum. En büyüklerden biri Requiem. Mozart Requiem bitmeden öldü ve

Requiem bir öğrencisi tarafından Mozart'ın bıraktığı parçalardan tamamlandı. Dinlemek üzere olduğumuz ilahi tamamen Mozart tarafından yazılan ve orkestra için hazırlanmış olan tek bölümdü.

Sue: *Teorilerini büyük ölçüde basitleştirirsek -umarım bitinin için beni mazur görürsün-anladığım kadarıyla, Stephen sen bir zamanlar bir yaratılma noktası, bir büyük patlama, olduğuna inanıyordun. Fakat şimdi artık durumun bu olduğuna inanmıyorsun. Bir başlangıç olmadığına ve bir son olmayacağına, Evren 'in kendi kendini taşıdığına inanıyorsun. Bu bir yaratına hareketi olmadığı ve bu yüzden Tanrı'ya bir yer olmadığı anlamına gelir mi?*

Stephen: Evet fazla basitleştirdin. Hala Evren'in gerçek zamanda büyük patlamada bir başlangıcı

olduğuna inanıyorum. Fakat gerçek zamana dik açılarda bir başka tür zaman, sanal zaman vardır. Sanal zamanda Evren'in başlangıcı veya sonu yoktur. Bu evrenin başlama şeklinin fizik yasaları tarafından belirleneceği anlamına gelir. Tanrı'nın Evren'in bizim anlayamayacağımız gelişigüzel bir şekilde işlemlerini seçtiğini söylemek zorunda değiliz. Bu Tanrı'nın var olup olmadığı hakkında hiç bir şey söylemez -yalnızca O'nun gelişigüzel olmadığını söyler.

Sue: *Fakat eğer Tanrı'nın var olmaması mümkün ise, bilimin ötesindeki her şeyi, insanların sende hatta kendi esin verdiği şeylerde sahip oldukları sevgi ve bağlılığı nasıl açıklarsın ?*

Stephen: Sevgi, bağlılık ve ahlak fizikten farklı bir kategoriye aittirler. Fizik yasalarından insanın nasıl davranacağı çıkarılamaz. Fakat fizik ve matematiğin ilgili olduğu mantıksal düşüncenin kişiye ahlaki davranışında da yol göstereceği umut edilebilir.

Sue: *Fakat kanımca pek çok insan senin Tanrı'yı reddettiğini düşünüyor. Bunu inkar ediyor musun peki?*

Stephen: Benim çalışmamın tüm gösterdiği şey Evren'in başlayış şeklinin Tanrı'nın kişisel arzusu olduğunu söylemek zorunda olmadığımızdır. Fakat hala şu soru var: Neden Evren var olmak zorunda? Eğer arzu ederseniz bu sorunun yanıtını Tanrı olarak tanımlayabilirsiniz.

Sue: *Yedi numaralı plağı dinleyelim.*

Stephen: Ben operaya çok düşkünüm. Gluck ve Mozart'tan Wagner'e, Verdi'ye ve Puccini'ye kadar tüm sekiz plağımın operalarından seçmeyi düşündüm. Fakat sonunda ikiye indirdim. Biri Wagner olmak zorundaydı ve diğerinin Puccini olmasına karar verdim. Turandot onun şimdiye kadarki en büyük operasıdır, fakat yine, bitirmeden öldü. Seçtiğim bölümde Turandot eski Çin'de bir prensesin Moğollar tarafından tecavüze uğrayışı ve kaçırılışını anlatıyor. Bunun intikamı olarak Turandot onun taliplerine üç soru soruyor, eğer yanıt veremezlerse öldürüleceklerdir.

Sue: *Yılbaşının senin için anlamı nedir?*

Stephen: Amerikalıların Şükran Günü gibi bir şey. İnsanın ailesi, ile birlikte olacağı ve geçen yıla teşekkür edeceği bir zaman. Bu aynı zamanda ahırda doğan bir çocukla sembolize edilen gelen yıla umutla bakış zamanıdır.

Sue: *Ve bu konuda parasal olmak gerekirse, hangi hediyeleri istedin -ya da bu günlerde herşeyi olan adam olacak kadar iyi durumda mısın?*

Stephen: Ben sürprizleri tercih ederim. Eğer özel bir şey istenirse, hediye verene kendi hayal gücünü kullanma özgürlüğü ya da şans verilmaz. Fakat çikolatalı yer mantarlarına düşkün olduğumun bilinmesinin pek zararı yok.

Sue: *Stephen sen şimdiye kadar kestirimde bulunulandan otuz yıl daha fazla yaşadın. Hiç bir zaman sahip olamayacağın söylenen çocuklarına babalık ettin, en çok satan kitaplar listesine giren bir kitap yazdın, uzay ve zaman hakkında çağ yaşındaki inançları değiştiren yeni bir yaklaşım getirdin. Bu gezegenden ayrılmadan önce başka neler planlıyorsun?*

Stephen: Tüm bunların mümkün olmasının nedeni büyük miktarda yardım alacak kadar şanslı olmamdı. Gerçekleştirmeyi başardıklarım hoşuma gidiyor, fakat daha geçip gitmeden önce yapmak istediğim çok şey var. Özel yaşamım hakkında

konuşmayacağım, fakat bilimsel olarak kütle çekimin kuantum mekaniği ve doğanın diğer kuvvetleriyle nasıl birleştirilebileceğini bilmek isterdim. Özel olarak ben bir kara delik buharlaştığında ona ne olduğunu bilmek isterim.

Sue: *Şimdi son plak.*

Stephen: Bunu size telafuz ettirmek zorunda kalacağım. Benim ses sentezcim Amerikan dilidir, Fransızca'da başarısız. Bu Edith Piafin "Je ne regrette rien" (hiç bir şeyden pişman değilim) şarkısı. Bu hemen hemen benim yaşamımı özetler.

Sue: *Şimdi Stephen eğer bu sekiz plaktan yalnızca birini yanına alabilseydin, hangisi olurdu?*

• **Stephen:** Mozart'ın Requiem 'i olurdu. Walkman'imın pilleri bitene kadar onu dinleyebilirim.

Sue: *Ya kitabın? Kuşkusuz Şekspir'in Tüm Eserleri ve İncil seni bekliyor.*

Stephen: Sanırım George Eliot'un "Middlemarch" ını alırdım. Sanırım biri, galiba Virginia Woolf, onun yetişkinler için bir kitap olduğunu söyledi. Henüz büyümüş olduğuma emin değilim, fakat onu bir denerim.

Sue: *Ya lüks madden ?*

Stephen: Bol miktarda creme brulee (yanık krema) isterim. Benim için o lüksün özetidir.

Sue: *Çikolatalı mantar değil, onun yerine bol miktarda creme brulee. Dr. Stephen Hawking Issız Ada Disklerini bize dinlettiğin için çok teşekkürler ve yeni yılın kutlu olsun.*

Stephen: Beni seçtiğiniz için teşekkürler. Issız adamdan hepinizin yılbaşını kutluyorum. Sizden daha iyi hissettiğimi iddia edebilirim.