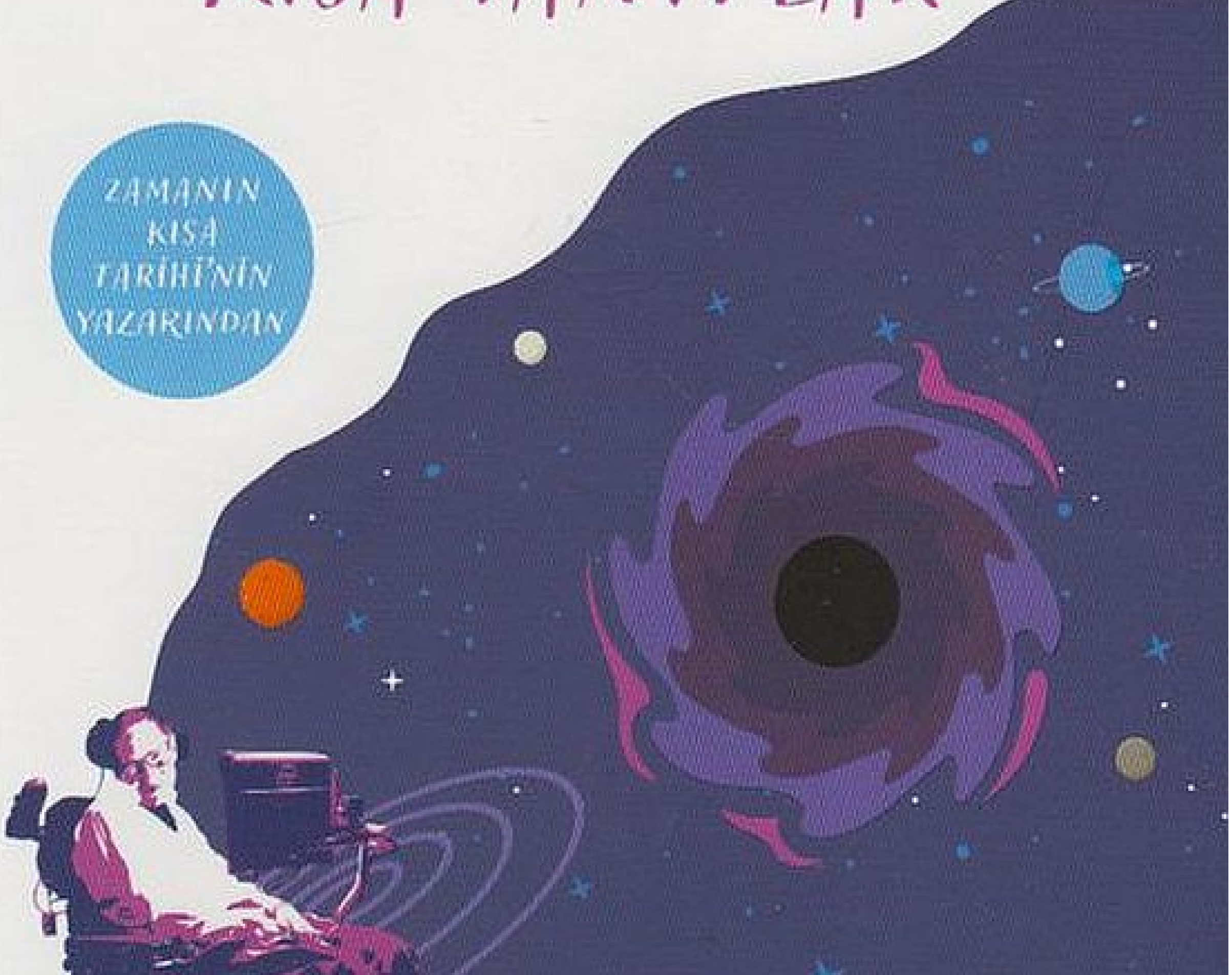
STEPHEN HAWKING

BÜYÜK SORULARA KISA YANITLAR

ZAMANIN KISA TARİHİ'NİN YAZARINDAN



ALFA

BİLİM

STEPHEN HAWKING

Einstein'dan bu yana en parlak fizikçi olarak kabul edilir. 1963 yılında yirmi bir yaşında Cambridge Üniversitesinde lisansüstü öğrencisiyken motor nöron hastalığına yakalandı ve kendisine iki yıllık ömrü kaldığı söylendi. Buna karşın hayatına devam ederek önce Gonville ve Caius College'da öğretim üyesi oldu, daha sonra Isaac Newton'ın 1663 yılında sahip olduğu kadro olan Lucas Matematik ve Teorik Fizik Profesörlüğü kadrosunu alarak, otuz yıl boyunca bu görevi sürdürdü. Çok sayıda onur ödülünün yanı sıra 1989'da Onursal Liyakat Nişanı da alan Stephen Hawking, Kraliyet Derneği [Royal Society] ve Amerika Birleşik Devletleri Bilim Akademisi üyeliği yaptı. Profesör Hawking aynı zamanda, uluslararası çok satan bir kitap olan *Zamanın Kısa Tarihi*'nin yazarıdır. Diğer çok satan popüler kitaplarıysa şunlardır: *Zamanın Daha Kısa Tarihi, Kara Delikler ve Bebek Evrenler, Ceviz Kabuğundaki Evren* ve *Büyük Tasarım*.

MEHMET ATA ARSLAN

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Felsefe Bölümünde doktorasına devam eden M. Ata Arslan, Alfa Yayınlarından birçok bilim ve felsefe kitabının redaksiyonunu üstlenmiş ve Nigel Warburton'ın çok satan *Felsefeye Giriş*, Nikola Tesla'nın *İcatlarım ve Hayatım* ve Stephen Hawking'in *Zamanın Kısa Tarihi* adlı kitabını Türkçeye çevirmiştir.

Büyük Sorulara Kısa Yanıtlar
© 2018, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Brief Answers To The Big Questions
© 2018, The Estate of Stephen Hawking

Kitabın Türkçe yayın hakları Anatolialit Ajans aracılığıyla Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti.'ne aittir. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında, yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir elektronik veya mekanik araçla çoğaltılamaz. Eser sahiplerinin manevi ve mali hakları saklıdır.

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni M. Faruk Bayrak
Genel Müdür Vedat Bayrak
Yayın Yönetmeni Mustafa Küpüşoğlu
Dizi Editörü Kerem Cankoçak
Çeviri Mehmet Ata Arslan
Kapak Tasarımı Füsun Turcan Elmasoğlu
Sayfa Tasarımı Mürüvet Durna

ISBN 978-605-171-909-2
1. Basım: Ocak 2019

Baskı ve Cilt
Melisa Matbaacılık
Çiftehavuzlar Yolu Acar Sanayi Sitesi No: 8 Bayrampaşa-İstanbul
Tel: 0(212) 674 97 23 Faks: 0(212) 674 97 29
Sertifika no: 12088

Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.
Alemdar Mahallesi Ticarethane Sokak No: 15 34110 Cağaloğlu-İstanbul
Tel: 0(212) 511 53 03 (pbx) Faks: 0(212) 519 33 00
www.alfakitap.com - info@alfakitap.com
Sertifika no: 10905

STEPHEN HAWKING

BÜYÜK SORULARA KISA YANITLAR

Çeviren
MEHMET ATA ARSLAN



ALFA | BİLİM

içindekiler

YAYINCININ NOTU, 7

TEŞEKKÜRLER, 9

ÖNSÖZ | Eddie Redmayne, 11

GİRİŞ | Profesör Kip S. Thorne, 15

	NEDEN BÜYÜK SORULAR SORMALIYIZ?	27
1	TANRI VAR MI?	45
2	HER ŞEY NASIL BAŞLADI?	57
3	EVRENDE BİZDEN BAŞKA AKILLI YAŞAM VAR MI?	77
4	GELECEĞİ ÖNGÖREBİLİR MİYİZ?	93
5	BİR KARA DELİĞİN İÇİNDE NE VAR?	103
6	ZAMANDA YOLCULUK MÜMKÜN MÜ?	121
7	DÜNYADA HAYATTA KALMAYI SÜRDÜREBİLECEK MİYİZ?	137
8	UZAYDA KOLONİLEŞMELİ MİYİZ?	153
9	YAPAY ZEKÂ BİZE ÜSTÜN GELECEK Mİ?	167
10	GELECEĞİ NASIL ŞEKİLLENDİRİYORUZ?	179

SONSÖZ | Lucy Hawking, 191

DİZİN, 197

YAYINCININ NOTU

Stephen Hawking'e mütemadiyen günün "büyük soruları" hakkındaki düşünceleri bilim insanları, teknoloji ve bilişim geliştiriciler, önemli işadamları ve genel halk tarafından sorulurdu. Stephen bu sorulara demeç, röportaj ve makale şeklinde verdiği yanıtlarını devasa bir kişisel arşivde topladı.

Bu kitap söz konusu kişisel arşivden ortaya çıktı ve Hawking'in ölümünden önce çerçevesi oluşturuldu. Kitap Hawking'in akademideki meslektaşları, ailesi ve Stephen Hawking Vakfı işbirliğiyle tamamlandı.

Telif ödemelerinin belirli bir yüzdesi hayır kurumlarına gidecektir.

TEŞEKKÜRLER

Stephen Hawking Vakfı bu kitabın derlenmesinde gösterdikleri yardımlar için Kip Thorne, Eddie Redmayne, Paul Davies, Seth Shostak, Dame Stephanie Shirley, Tom Nabarro, Martin Rees, Malcolm Perry, Paul Shellard, Robert Kirby, Nick Davies, Kate Craigie, Chris Simms, Doug Abrams, Jennifer Hershey, Anne Speyer, Anthea Bain, Jonathan Wood, Elizabeth Forrester, Yuri Milner, Thomas Hertog, Ma Hauteng, Ben Bowie and Fay Dowker'a teşekkürü borç bilir.

Stephen Hawking kariyeri boyunca, meslektaşlarıyla çığır açan bilimsel makaleler kaleme almasından *The Simpsons* ekibiyle olduğu gibi, senaristlerle işbirliğine kadar, bilimsel ve yaratıcı katkılarıyla tanınmış biriydi. İlerleyen yıllarında Stephen, hem teknik hem de iletişim kurmasına yardımcı olmak bakımından giderek artan seviyelerde çevresindeki insanların desteğine ihtiyaç duydu. Hawking Vakfı, Stephen'ın dünyayla iletişim halinde olmasına yardım eden herkese teşekkür eder.

ÖNSÖZ

Eddie Redmayne

Stephen Hawking'le ilk tanıştığımda, sıradışı gücü ve savunmasızlığı karşısında şaşkına dönmüştüm. Hareketsiz bedeniyle birleşen gözlerindeki kararlı bakış kendisine ilişkin araştırmam dolayısıyla bana tanıdık gelmişti. Nitekim kısa bir süre önce *Her Şeyin Kuramı* adlı filmde Stephen'ı oynamam teklif edilmiş, birkaç ayımı çalışmaları ve engelinin doğası üzerine yoğunlaşarak geçirmiştim; zira motor nöron hastalığının zamanla açığa çıkan etkilerini ifade edebilmek için bedenimi nasıl kullanmam gerektiğini anlamak istiyordum.

Nihayetinde, temel iletişim aracı bilgisayar üzerindeki bir ses ve alışılmışın dışında ifadeli kaşları olan olağanüstü yeteneğe sahip bu bilim insanı ve ikonla tanıştığımda afallamıştım. Ben sessiz ortamlarda gerilmeye ve ardından çok konuşmaya meyilliyken, Stephen'ın sessizliğin gücünün ve dikkatlice incelendiğiniz duygusunun yarattığı etkinin ne demek olduğunu anladığına hiç kuşku yoktu. Heyecanlanmış şekilde, kendisiyle doğum günlerimizin yalnızca birkaç gün arayla oluşu ve bunun da bizi aynı burç grubuna soktuğu üzerine konuşmaya başladım. Birkaç dakika sonra Stephen'ın yanıtıysa şuydu: "Ben bir astronomum, astrolog değil." Bununla birlikte kendisine Profesör olarak hitap etmeyi bırakıp Stephen dememde de ısrar etti. Bana söylendiği gibi...

Stephen'ı canlandırmak olağanüstü bir deneyimdi. Stephen'ın bilimsel çalışmasındaki görülür başarı ile yirmili yaşlarının başında yakalandığı motor nöron hastalığına karşı gösterdiği içsel savaş arasındaki ikilik beni bu rolün içine çekmişti. Nitekim onunkisi, tüm zorluklara karşın insan çabasının, aile yaşantısının, büyük akademik başarının ve salt mücadelenin kendine has, karmaşık ve zengin bir hikâyesiydi. Bir yandan bu hikâyedeki ilham verici yanı göstermek istemekle beraber Stephen'ın yaşamında hem kendisinin hem de yakınlarının sergilediği metaneti ve cesareti de ortaya koymak istedik.

Ancak tüm bunların yanı sıra Stephen'ın salt şovmen yanını da göstermek eşit ölçüde önemliydi. Benim kendi zihnimde oluşturduğum fragman üç görüntüden oluşuyordu. Bunlardan biri Einstein'ın dili dışardaki görüntüsüydü, zira Hawking de buna benzer bir nükteli ince zekâya sahipti. Bir diğeriyse iskambil destesinde kuklacı olan Joker kartıydı, çünkü Stephen'ın her daim insanları elinin altında bulundurduğunu düşünüyorum. Üçüncüsü ve sonuncusuysa James Dean'di. Bu görüntünün sebebiyse kendisini gördüğümde karşılaştığım parıltı ve mizahtı.

Yaşayan birini oynamanın yarattığı en büyük baskı, performansınız sırasında canlandırdığınız kişinin kendisini de hesaba katmak zorunda olmanızdır. Stephen özelindeyse bu hesaba katma işi filme hazırlık sürecim sırasında bana oldukça cömert davranan Stephen'ın ailesini de kapsamaktaydı. Stephen perde karşısına geçmeden önce bana şöyle söylemişti: "Sana ne düşündüğümü söyleyeceğim. İyi ya da kötü." Kendisine filmi "kötü" bulduğu takdirde beni tüm eleştirel ayrıntılardan kurtarıp yalnızca "kötüydü" demesinin yeterli olacağı yanıtını verdim. Neyse ki Stephen filmi beğendiğini söyledi. Filmden etkilenmişti, fakat bilindiği üzere filmde daha çok fizik ve daha az duygunun yer alabileceğini düşündüğünü de ifade etmişti. Açıkçası buna karşı çıkmak pek de mümkün değil.

Her Şeyin Kuramı filminden beri Hawking'in ailesiyle iletişim halindeyim. Kendileri benden Stephen'ın cenaze töreninde bir konuşma yapmamı istediğinde oldukça duygulandım. O gün son derece üzücü, fakat aynı zamanda dünyaya bilimiyle ve engelli insanların tanınması ve de başarıya ulaşmak için kendilerine eşit olanakların verilmesi arayışıyla öncülük eden bu son derece cesur insana dair sevgi dolu, eğlenceli anı ve düşüncelerin paylaşıldığı olağanüstü bir gündü.

Gerçekten de olağanüstü bir zihni, büyüleyici bir bilim insanını ve kendisiyle tanışma fırsatına nail olduğum en komik insanı kaybettik. Fakat ailesinin de Stephen'ın ölümünden sonra söylediği gibi onun çalışmaları ve mirası yaşamaya devam edecek. Nitekim üzüntüyle, fakat aynı zamanda büyük bir memnuniyetle giriş yazısı kaleme aldığım Stephen'ın tartışmalı pek çok büyüleyici konu hakkındaki yazılarından oluşan bu kitap da bunun göstergesi. Umuyorum bu yazılardan keyif alırsınız ve Barack Obama'dan alıntılayacak olursam, umuyorum ki Stephen yukarıda yıldızların arasında eğleniyordur.

Sevgiler
Eddie

GİRİŞ

Profesör Kip S. Thorne

Stephen Hawking'le 1965 Temmuzunda, Londra'da düzenlenen Genel Görelilik ve Kütleçekim Konferansında (Conference on General Relativity and Gravitation) tanıştım. O zamanlar Stephen, Cambridge Üniversitesinde doktora çalışmasını sürdürüyor, bense Princeton Üniversitesindeki kendi çalışmamı henüz bitirmiş bulunuyordum. Konferans koridorlarında Stephen'ın evrenimizin geçmişte sonlu bir zaman önce doğmuş olması *gerektiği* şeklinde, dikkat çekici bir argüman geliştirdiğine ilişkin söylentiler dolanıyordu. Evren sonsuz yaşta olamazdı.

Böylece Stephen'ın konuşmasını dinlemek için yaklaşık 100 kişiyle birlikte, kırk kişi için tasarlanmış bir odaya sıkış tepiş girdim. Stephen bir baston yardımıyla yürüyordu ve konuşması da biraz bozuktu, fakat bunun dışında kendisine iki yıl önce teşhisi konulan motor nöron hastalığının yalnızca ufak tefek belirtilerini gösteriyordu. Zihni açıkça bu hastalıktan etkilenmemişti. Açık ve anlaşılır akıl yürütmesi; Einstein'ın genel görelilik denklemlerine, gökbilimcilerin evrenimizin genişlediğine ilişkin gözlemlerine ve yüksek ihtimalle doğru görünen

birkaç basit varsayıma dayanıyor ve Roger Penrose'un yakın zamanda geliştirdiği yeni matematiksel tekniklerin birkaçını kullanıyordu. Stephen tüm bu parçaları akıllı, güçlü ve dikkat çekici bir yolla birleştirerek şu sonuca varıyordu: evrenimiz aşağı yukarı on milyar yıl önce bir tekillikten başlamış olmalıdır. (Sonraki on yıl içinde Stephen ve Roger güçlerini birleştirerek zamanın bu tekil başlangıcını daha ikna edici bir şekilde kanıtlama çabasını sürdürecek ve aynı zamanda her kara deliğin merkezinde zamanın sona erdiği bir tekilliğin bulunduğunu gösterecekti.)

Stephen'ın 1965 tarihli söz konusu konuşmasından son derece etkilenmiş bir şekilde çıktım. Beni etkileyen yalnızca ortaya koyduğu argüman ve sonuç değil, daha önemlisi keskin zekâsı ve yaratıcılığıydı. Böylece Stephen'ı aramaya koyuldum ve kendisiyle bir saati özel olarak konuşarak geçirdim. Bu tanışma yaşam boyu süren bir arkadaşlığın, yalnızca ortak bilimsel ilgilere değil, fakat olağanüstü bir karşılıklı sempatiye, insan olarak birbirini anlamadaki gizil yetiye dayanan bir arkadaşlığın da başlangıcıydı. Her ne kadar ortaya koyduğumuz bilim bizi birbirimize bağlayan bağın büyük bir kısmını oluştursa da kısa süre sonra yaşamlarımız, aşklarımız ve hatta ölüm üzerine, bilim hakkında olduğundan daha fazla konuşmaya başladık.

1973 Eylülünde Stephen ve eşi Jane'i Moskova'ya götürdüm. Hiddetlenen Soğuk Savaşa rağmen 1968'den bu yana yılda birkaç ayı Moskova'da geçiriyor, Yakov Borisovich Zel'dovich'in öncülüğünü yaptığı bir grubun üyelerinin yürüttüğü araştırmada işbirliği yapıyordum. Zel'dovich olağanüstü bir astrofizikçi olmasının yanı sıra, Sovyetler'in hidrojen bombasının yapımına da öncülük edenlerden biriydi. Sahip olduğu nükleer sırlardan ötürü Zel'dovich'in Batı Avrupa ve Amerika'ya yolculuk yapması yasaklanmıştı. Zel'dovich Stephen'la tartışma yürütmek

için can atıyor, fakat kendisi Stephen'ı ziyaret edemiyordu; böylece ziyareti gerçekleştiren taraf biz olduk.

Moskova'dayken Stephen, Zel'dovich'i ve yüzlerce başka bilim insanını görüşleriyle şaşkına çevirmiş ve diğer yandan kendisi de Zel'dovich'ten birkaç şey öğrenmişti. Bunlardan en akılda kalıcı olanı, Stephen ile benim, Zel'dovich ve kendisinin doktora öğrencisi Alexei Starobinsky'le, Stephen'ın Rossiya Hoteldeki odasında geçirdiğimiz bir öğleden sonraydı. Zel'dovich ortaya koydukları olağanüstü keşfi sezgisel yollarla açıklarken, Starobinsky de bu keşfi matematiksel olarak açıklıyordu.

Bir kara deliğin dönmesini (spin) sağlamak enerji gerektirir. Bunu zaten biliyorduk. Ancak açıkladıkları üzere bir kara delik, kendi spin enerjisini parçacıklar yaratmak için kullanabiliyor ve söz konusu parçacıklar da spin enerjisini taşıyarak etrafa saçılıyordu. Bu, yeni ve şaşırtıcı bir sonuçtu; fakat aklımızı başımızdan alacak kadar da şaşırtıcı değil. Zira bir nesne hareket enerjisine sahip olduğu zaman, doğa bu enerjiyi açığa çıkarmak için genellikle bir yol bulur. Bir kara deliğin spin enerjisini açığa çıkarmanın çeşitli yollarını zaten biliyorduk; ancak bu, beklenmedik şekilde yeni bir yoldu.

Bunun gibi diyalogların değerli olmasının sebebi yeni düşünce yollarını tetikleyebilmeleridir. Keza Stephen için de söz konusu olan tam olarak buydu. Stephen, Zel'dovich ve Starobinsky'nin keşfi üzerine birkaç ay boyunca uzun uzadıya düşünüp, ilkin bu keşfe belirli bir yoldan, ardından başka bir yoldan bakmaya başladı; ta ki bu farklı yollar Stephen'ın zihninde tam anlamıyla radikal bir görüşü tetikleyene kadar: Buna göre bir kara delik, dönmesi durduktan sonra hâlâ parçacık yayabilirdi. Kara delikler ışıma yayabilir ve söz konusu ışıma, kara delik –yalnızca eser miktarda sıcak olsa da– Güneş kadar sıcakmışçasına gerçekleşir. Kara deliğin ağırlığı ne kadar büyükse, sıcaklığı da bir o kadar düşüktür. Güneş kadar ağır bir kara

deliğin sıcaklığı 0,00000006 Kelvindir; eşdeyişle bir derecenin 0,06 milyonda biri kadar mutlak sıfırın üzerindedir. Bu sıcaklığı hesaplamak için gerekli olan formül, Stephen'ın küllerinin Isaac Newton ve Charles Darwin gibi isimlerin yanında bulunduğu Londra'daki Westminster Abbey'deki mezar taşına kazınmış durumda.

Bir kara deliğin (artık kullanılmaya başlandıkları şekliyle) "Hawking sıcaklığı" ve "Hawking ışıması" tam anlamıyla radikal bir keşifti; belki de yirminci yüzyılın ikinci yarısında kuramsal fizik alanındaki en radikal keşif. Bu keşif; genel görelilik (kara delikler), termodinamik (sıcaklığın fiziği) ve kuantum fiziği (parçacıkların kendiliğinden oluşumu) arasında sağlam ilişkiler kurmak açısından gözümüzü açtı. Sözgelimi Stephen'ı bir kara deliğin entropisinin, eşdeyişle kara deliğin içinde ya da etrafında bir yerde olağanüstü düzensizliğin olduğunu kanıtlamaya götüren de bunlardı. Stephen buradan yola çıkarak entropi miktarının (deliğin düzensizlik miktarının logaritmasının), deliğin yüzey alanıyla orantılı olduğu sonucuna varmıştı. Onun entropiye ilişkin formülü, daha önce çalıştığı Cambridge'teki Gonville and Cauis College'taki anıtsal taşa kazınmış durumda.

Geçtiğimiz kırk beş yılda Stephen ve yüzlerce başka bilim insanı bir kara deliğin düzensizliğinin doğasını tam olarak anlamak konusunda çabaladı. Bu, kuantum kuramı ile genel göreliliğin birlikteliği, eşdeyişle kuantum kütleçekimin tam olarak açıklanamayan yasaları hakkında sürekli yeni görüşlerin ortaya çıkmasına neden olan bir problemdir.

1974 Sonbaharında Stephen doktora öğrencilerini ve ailesini (eşi Jane ve çocukları Robert ile Lucy'yi) bir yıllığına Pasadena, California'ya getirdi; ki böylece kendisi ve öğrencileri, üniversitemin –Caltech'in– entelektüel yaşantısına dahil olabilecek ve geçici bir süre araştırma grubumla birlikte hareket edebileceklerdi. O yıl, sona er-

diğinde "kara delik araştırmasının altın çağı" olarak adlandırılacak *görkemli* bir yıldı.

O yıl boyunca Stephen, Stephen'ın öğrencileri ve benim öğrencilerimin bir kısmı –benim de bir ölçüde dahil olduğum– kara delikleri derinlemesine anlama işine girıştiler. Fakat Stephen'ın varlığı ve kendisinin kara delik araştırması için oluşturduğumuz gruba liderliği, bana birkaç yıldır kafa yormaya niyetlendiğim yeni bir yöne gitme özgürlüğü tanıdı: kütleçekimsel dalgalar.

Evrenin uzak köşelerinden şeyler hakkında bize bilgi getirecek şekilde yolculuk yapabilen yalnızca iki tip dalga mevcuttur: elektromanyetik dalgalar (ışık, X-ışınları, gama ışınları, mikrodalgalar, radyo dalgaları . . .) ve kütleçekimsel dalgalar.

Elektromanyetik dalgalar ışık hızında hareket eden titreşen elektrik ve manyetik kuvvetlerden meydana gelir. Bunlar sözgelimi bir radyo ya da televizyon antenindeki elektronlar gibi yüklü parçacıkları etkilediklerinde, parçacıkları ileri geri sallar, dalgaların taşıdığı bilgiyi parçacıklara aktarırlar. Bu bilgi ardından yükseltilebilir ve insanların kavraması için bir hoparlöre ya da televizyon ekranına gönderilebilir.

Einstein'a göre kütleçekimsel dalgalar, uzayın salınımlı olarak bükülmesinden, yani tireşen bir uzay gerilmesi ve sıkışmasından oluşur. Massachusetts Teknoloji Enstitüsünden Rainer (Rai) Weiss, 1972 yılında bir kütleçekimsel-dalga dedektörü icat etti. Dedektör, L şekilli bir vakum borusunun köşesi ve uçlarına asılı aynalardan oluşur; aynalar L'nin bir ayağı boyunca uzay gerilmesiyle birbirlerinden uzağa ve diğer ayak boyunca uzay sıkışmasıyla birbirlerine doğru itilir. Rai'nin önerisi lazer ışınları kullanarak söz konusu gerilmenin ve sıkışmanın titreşen örgüsünü hesaplamaktı. Lazer ışığı bir kütleçekimsel dalganın bilgisini açığa çıkarabilir ve böylece sinyal de insan kavrayışına uygun şekilde yükseltilip bir bilgisayara gönderilebilir.

Evrenin elektromanyetik teleskoplarla incelenmesi (elektromanyetik astronomi) Galileo'nun Jüpiter'e doğrulttuğu ve Jüpiter'in en büyük dört uydusunu keşfettiği küçük bir optik teleskobu kullanmasıyla başladı. O zamandan bu yana geçen 400 yılda elektromanyetik astronomi evrene dair anlayışımızı kökten değiştirdi.

1972 yılında öğrencilerim ve ben, kütleçekimsel dalgaları kullanarak evrene dair ne öğrenebileceğimizi düşünmeye ve kütleçekimsel-dalga astronomisine ilişkin bir tasvir geliştirmeye başladık. Kütleçekimsel dalgalar, uzay bükülmesinin bir formu olduğu için en güçlü, (tamamıyla ya da kısmen) bükülmüş uzay-zamandan oluşan nesneler tarafından, özellikle de kara delikler tarafından üretilir. Vardığımız sonuç, kütleçekimsel dalgaların Stephen'ın kara deliklere ilişkin görüşlerini keşfetmek ve sınamak için ideal araçlar olduğuydu.

Dahası, bize göre, kütleçekimsel dalgalar, elektromanyetik dalgalardan o kadar radikal bir şekilde farklıydı ki, evren anlayışımızda belki de Galileo'yu izleyen muazzam elektromanyetik devrimle karşılaştırılabilecek yeni bir devrimi neredeyse garanti ediyordu: şüphesiz bu dalgalar tespit edilip görüntülenebilir *ise*. Gelgelelim bu büyük bir *ise*'ydi: Tahminimize göre Dünyaya gelen kütleçekimsel dalgalar öylesine zayıftı ki Rai Weiss'in L şekilli dedektörünün uçlarındaki aynalar, aynalar arasındaki mesafe birkaç kilometre olsa bile, birbirlerine göreli olarak bir protonun çapının 1/100'ünden (eşdeyişle bir atomun büyüklüğünün 1/10.000.000'undan) fazla olmayacak şekilde ileri geri hareket ediyordu. Dolayısıyla böylesine küçük hareketleri ölçmekteki zorluk olağanüstüydü.

O görkemli yıl boyunca Stephen'ın ve benim araştırma gruplarımın Caltech'te birleşmesiyle zamanımın çoğunu kütleçekimsel-dalganın başarısı için olası yolları keşfederek geçirdim. Stephen bu konuda bana yardımcı olmuştu, zira birkaç yıl öncesinde öğrencisi Gary Gibbons'la

birlikte kendilerine ait (ancak hiçbir zaman inşa etmedikleri) bir kütlçekimsel dalga dedektörü tasarlamıştı.

Stephen'ın Cambridge'e dönmesinden kısa bir süre sonra, yaptığım araştırma, Rai Weiss'le Washington DC'deki bir otel odasında tüm gece sürdürdüğümüz yoğun bir tartışmayla birlikte meyvesini vermeye başladı. Bunun ardından kariyerimin çoğunu ve gelecekteki öğrencilerimin çalışmalarını, Rai ve diğer deneycilere kütleçekimsel-dalga tasvirimizi elde etmelerine yardım etmek üzere ayırmam gerektiğine ve bunun gerçekleşmesi için başarı şansının yeterince yüksek olduğuna ikna olmuştum. Ve gerisi zaten malum.

14 Eylül 2015'te (Rai, şahsım ve Ronald Drever'ın birlikte kurduğu ve Barry Barish'in bir araya getirip öncülük ettiği 1000 kişilik bir proje tarafından inşa edilen) LIGO kütleçekimsel-dalga dedektörleri ilk kütleçekimsel dalgalarını kaydetti. Takımımız dalga örgülerini bilgisayar simülasyonlarının öngörüleriyle karşılaştırarak söz konusu dalgaların Dünyadan 1,3 milyar ışık yılı uzaktaki iki ağır kara deliğin çarpışmasıyla birlikte ortaya çıktığı sonucuna vardı. Bu sonuç aynı zamanda kütleçekimsel-dalga astronomisinin de başlangıcıydı. Böylelikle kütleçekimsel-dalgalar özelinde, Galileo'nun elektromanyetik dalgalar için başardığı şeyi başarmıştık.

Önümüzdeki yirmi otuz yılda bir sonraki kütleçekimsel-dalga astronomları neslinin, bu dalgaları yalnızca kara delik fiziğinin Stephen yasalarını sınamak için değil, aynı zamanda evrenimizin tekil başlangıcından gelen kütleçekimsel dalgaları tespit edip görüntülemek ve böylece evrenimizin nasıl meydana geldiğine ilişkin Stephen'ın ve diğerlerinin fikirlerini sınamak için kullanacağına güvenim tam.

Benim kütleçekimsel dalgalar üzerine yoğunlaştığım ve Stephen'ınsa kara delik araştırması için bir araya getirdiğimiz gruba öncülük ettiği 1974-5 arasındaki gör-

kemli yıl boyunca, Stephen'ın aklında Hawking ışıması keşfinden bile daha radikal bir düşünce dolanıyordu. Stephen bir kara delik oluştuğunda ve akabinde ışıma yayarak tamamen buharlaştığında, kara deliğin içine düşen bilginin dışarı çıkamayacağına ilişkin zorlayıcı ve *neredeyse* su geçirmez bir kanıt ortaya koymuştu. Buna göre bilgi, kaçınılmaz olarak kayboluyordu.

Bunun radikal olma sebebi kuantum fiziğinin açık bir şekilde bilginin hiçbir zaman bütünüyle kaybolamayacağında ısrar ediyor olmasıdır. Dolayısıyla Stephen haklıysa kara delikler, kuantum mekaniğinin en temel yasalarından birini ihlal ediyordu.

Peki bu nasıl mümkündü? Kara deliklerin buharlaşmasına kuantum mekaniği ile genel göreliliğin yasalarının birlikteliği –yani kuantum kütleçekimin tam olarak açıklanamayan yasaları– hükmeder; dolayısıyla Stephen'ın vardığı sonuç görelilik ile kuantum fiziğinin ateşli evliliğinin bilgi yıkımına yol açması gerektiğini ifade ediyordu.

Kuramsal fizikçilerin büyük çoğunluğu bu sonucu nefret edilesi bulur. Bununla birlikte kuramsal fizikçiler aşırı kuşkucudur. Dolayısıyla bilgi-kaybı paradoksu olarak adlandırılan bu şeyle kırk dört yıl boyunca uğraştılar. Gelgelelim bu çaba, bu yolda verilen efora ve çekilen ıstıraba fazlasıyla değerdi; zira bu paradoks kuantum kütleçekim yasalarını anlamak için son derece önemli bir anahtar. 2003 yılında Stephen kara deliklerin buharlaşması sırasında bilginin kaçmasının mümkün olabileceği bir yol buldu, ancak bu yol kuramcıların uğraşılarına bir son getirmedi. Nitekim Stephen bilginin kara deliklerden kaçtığını *kanıtlamamıştı* dolayısıyla tüm bu çaba hâlâ devam ediyor.

Küllerinin Westminster Abbey'e defnedilmesi sırasında Stephen'a methiyemde bu uğraşıyı şu sözlerle anmıştım: "Newton bize yanıtlar verdi. Hawking ise sorular. Hawking'in soruları onlarca yıl sonra yeni buluşlara yol

açmaya devam ediyor. Kuantum kütleçekim yasalarına nihai anlamda vakıf olup evrenimizin doğuşunu tamamıyla kavradığımızda, bu, muhtemelen büyük oranda Hawking'in omuzlarında taşıdığı bir başarı olacak."

◆

1974-5'teki görkemli yılımızın benim kütleçekimsel dalga arayışımın yalnızca başlangıcı olması gibi, bu yıl Stephen için de kuantum kütleçekim yasalarını detaylı bir şekilde anlama ve söz konusu yasaların bir kara deliğin bilgisi ile düzensizliği ve aynı zamanda evrenimizin tekil başlangıcı ile kara deliklerin içindeki tekilliklerin –eşdeyişle zamanın başlangıcının ve sonunun– gerçek doğası hakkında ne söylediğini ortaya koyma arayışının sadece başlangıcıydı.

Bunlar büyük sorular. Oldukça büyük.

Büyük sorulardan hep kaçındım. Zira bu sorularla mücadele etmek için yeterli beceriye, hikmete ya da özgüvene sahip değilim. Stephen ise tam tersine biliminde derin bir şekilde kök bulsun ya da bulmasın büyük soruları her zaman çekici bulmuştur. Benim aksime Stephen gerekli beceriye, hikmete ve özgüvene *sahipti*.

Bu kitap Stephen'ın ölümüne kadar üzerinde çalışmaya devam ettiği büyük sorulara yanıtlarının bir derlemesi.

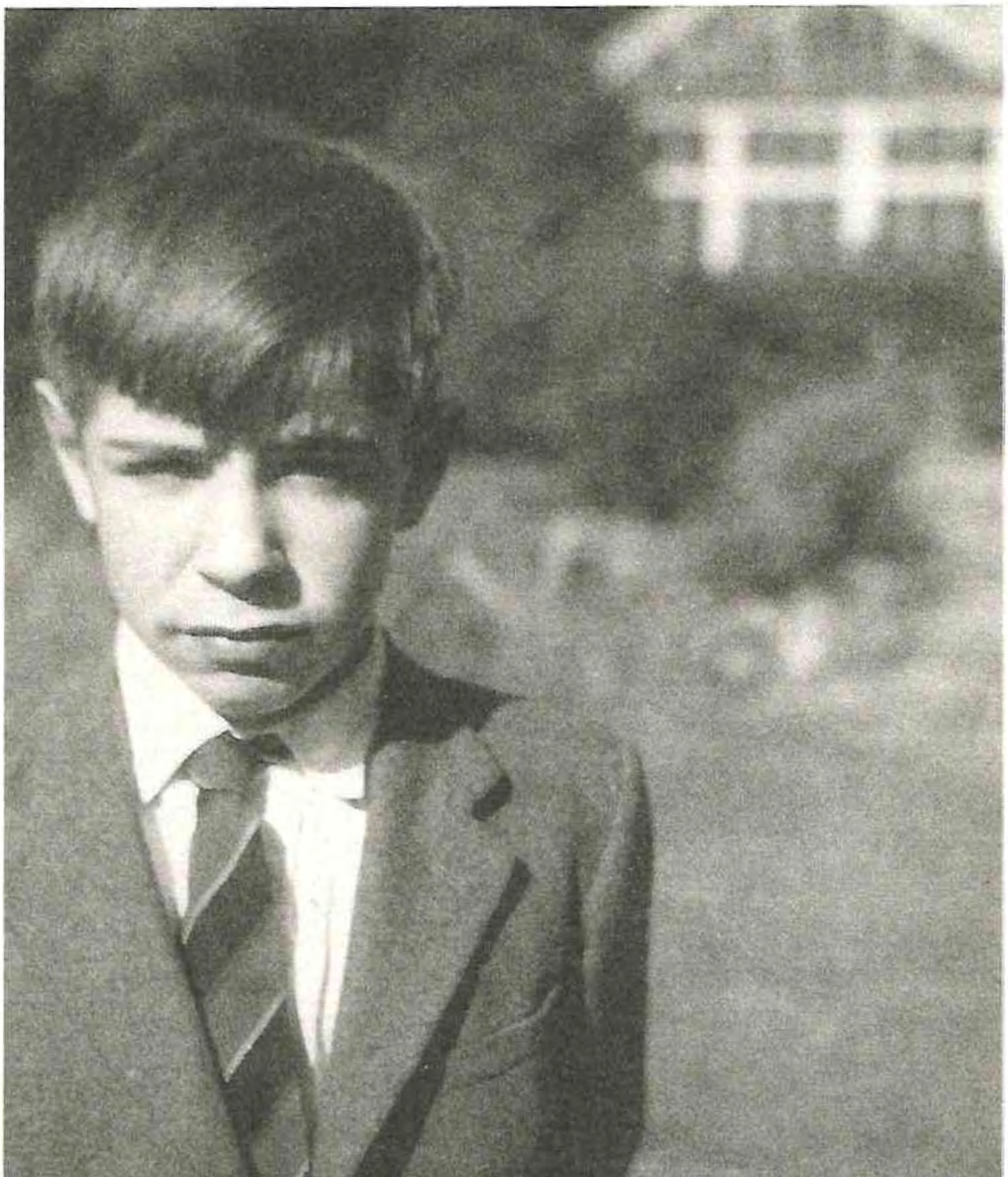
Stephen'ın söz konusu soruların altısına verdiği yanıtlar köklü bir şekilde biliminde yer bulur. (Tanrı var mı? Her şey nasıl başladı? Geleceği öngörebilir miyiz? Bir kara deliğin içinde ne var? Zamanda yolculuk mümkün mü? Geleceği nasıl şekillendiriyoruz?). Bu bölümlerde, Giriş kısmında kısaca anlattığım konuları ve aynı zamanda çok daha fazlasını Stephen'ın detaylı bir şekilde tartıştığını göreceksiniz.

Stephen'ın diğer dört soruya yanıtıysa muhtemelen biliminde köklü bir şekilde yer etmez. (Dünyada hayatta kalmayı sürdürebilecek miyiz? Evrende bizden başka

akıllı yaşam var mı? Uzayda kolonileşmeli miyiz? Yapay zekâ bize üstün gelecek mi?) Yine de Stephen'ın bu sorulara yanıtı beklediğimiz gibi derin bir hikmet ve yaratıcılık ortaya koyuyor.

Umuyorum ki siz de Stephen'ın yanıtlarını benim gibi büyüleyici ve derinlikli bulursunuz. Keyifler!

Kip S. Thorne
Temmuz 2018



NEDEN BÜYÜK SORULAR SORMALIYIZ?

İnsanlar her daim büyük sorulara yanıt bulmak istemiştir. Nereden geldik? Evren nasıl başladı? Her şeyin gerisinde duran anlam ve tasarı nedir? Evrende bizden başka kimse var mı? Geçmişin yaratılış üzerinden açıklamaları bugün artık çok daha az uygun ve güvenilir görünüyor. Bu açıklamaların yerini New Age'ten *Star Trek*'e uzanan kendilerine yalnızca hurafe diyebileceğimiz çeşitli şeyler aldı. Gelgelelim gerçek bilim, bilimkurgudan çok daha tuhaf ve tatmin edici olabilir.

Ben bir bilim insanıyım. Fiziğe, kozmolojiye, evrene ve insanlığın geleceğine derin bir ilgisi olan bir bilim insanı. Ebeveynlerim tarafından bitmek bilmeyen bir meraka sahip olacak ve tıpkı babam gibi, bilimin bizlere sorduğu pek çok soruyu araştırıp bunlara yanıt aramaya çalışacak şekilde yetiştirildim. Yaşamımı zihnimin içinde evreni dolaşarak geçirdim. Kuramsal fizik aracılığıyla büyük ve önemli soruların bazılarına yanıt bulmaya çalıştım. Bir noktada bildiğimiz şekliyle fiziğin sonunu göreceğimi sandım, fakat artık keşfetme merakının ben gittikten çok sonraları da devam edeceğini düşünüyorum. Söz konusu yanıtların bazılarına oldukça yaklaşmış durumdayız, fakat henüz onlara ulaşmış değiliz.

Problem, insanların çoğunun gerçek bilimin kendilerinin anlayamayacağı kadar zor ve karmaşık olduğuna inanıyor olması. Fakat ben durumun böyle olduğunu düşünmüyorum. Evrene hükmeden temel yasalar üzerine araştırma yapmak, pek çok kişinin sahip olmadığı zamanı

bu işe bağlamayı gerektirir; dolayısıyla hepimiz kuramsal fizik yapmaya çalışsaydık dünya kısa bir süre sonra durma noktasına gelirdi. Gelgelelim pek çok insan kendilerine denklemler olmadan açık bir yolla sunulduğu takdirde –ki bu hem mümkün olduğunu düşündüğüm hem de hayatım boyunca yapmaya çalışmaktan keyif aldığım bir şey– temel fikirleri anlayabilir ve takdir edebilir.

Kuramsal fizik alanında hayatta kalmak ve araştırma yapmak görkemli bir süreçti. Evren resmimiz geçtiğimiz elli yılda büyük anlamda değişti ve buna bir katkım olduysa ne mutlu bana. Uzay çağının en büyük ifşalarından biri, insanlığa kendimize dair bir perspektif kazandırması oldu. Dünyaya uzaydan baktığımız zaman kendimizi bir bütün olarak görüyoruz. Ayrışmaları değil, birliği görüyoruz. Bu, mücbir bir mesajı olan öylesine basit bir görüntü ki; tek gezegen, tek insan ırkı.

Küresel topluluğumuz için kilit önemdeki sorunlara dair acil eylem talep edenlere sesimi eklemek istiyorum. Umuyorum ki ilerleyen süreçte, ben artık hayatta olmasam bile, güçlü insanlar yaratıcılık, cesaret ve liderlik gösterebilir. Bu insanların sürdürülebilir gelişme hedeflerinin üstesinden gelmesine izin verin ve kişisel değil, daha ziyade ortak çıkarlar temelinde hareket edin. Zamanın ne kadar kıymetli olduğunun fazlasıyla farkındayım. Anı yakalayın. Ve hareket etmek için daha fazla beklemeyin.

◆

Hayatım hakkında daha önce de yazmıştım; fakat ilk deneyimlerimin bazılarının, büyük sorulara olan yaşam boyu hayranlığımı düşünürken, tekrar etmeye değer olduğu kanaatindeyim.

Galileo'nun ölümünden tam olarak 300 yıl sonra doğdum ve bu tesadüfün bilimsel yaşamımın nasıl şekillendiğiyle bir ilgisi olduğuna inanmak istiyorum. Gelgelelim o gün benimle birlikte doğan yaklaşık 200.000 bebek

daha olduğunu tahmin ediyorum; fakat bu insanlardan herhangi birinin yaşamının ilerleyen dönemlerinde astronomiyle ilgilenip ilgilenmediğini bilmiyorum.

Herkes Londra'nın bombardımanla yerle bir edileceğini düşündüğü için İkinci Dünya Savaşı sırasında ailemin çok ucuza satın aldığı Londra, Highgate'teki uzun ve dar bir Victoria dönemi evinde büyüdüm. Aslında bir V2 roketi bizim evin çok yakınına, yalnızca birkaç ev öteye düşmüştü. O sıra annem ve kız kardeşimle birlikte başka bir yerde bulunuyorduk ve neyse ki babam da orada olmasına rağmen yaralanmamıştı. Aradan geçen yıllarda, yolun aşağısında bombardımanla dümdüz edilmiş bir alanda arkadaşım Howard'la oyun oynardım. Patlamanın sonuçlarını beni tüm yaşamım boyunca motive eden aynı merakla incelemiştik.

1950 yılında babamın çalıştığı yer değişmiş, Londra'nın kuzeyinde, Mill Hill'de bulunan National Institute for Medical Research'te görev almaya başlamıştı; böylece ailecek buranın yakınındaki katedral şehri St. Albans'a taşındık. O tarihte adına rağmen on yaşına kadar olan erkek çocuklarının da kabul edildiği Kız Lisesine gönderildim. Daha sonrasındaysa St. Albans Okuluna gittim. Hiçbir zaman sınıf ortalamasının üstünde değildim –zira oldukça parlak öğrencilerin bulunduğu bir sınıftı–, ancak sınıf arkadaşlarım bana, muhtemelen bende iyiye işaret bir şeyler görmüş olacaklar ki, Einstein lakabını takmışlardı. 12 yaşındayken arkadaşlarımdan biri, hiçbir şey başaramayacağıma bir diğer arkadaşımla bir torba şekerine bahse girmişti.

St. Albans'ta altı ya da yedi yakın arkadaşım vardı ve onlarla radyo-kontrollü modellerden dine kadar her şey hakkında tartışmalar yürüttüğümü hatırlıyorum. Tartıştığımız büyük sorulardan biri de evrenin başlangıcı ve bu başlangıcın bir Tanrı'nın yaratımını ve müdahalesini gerektirip gerektirmediğiydi. Uzak galaksilerden gelen ışı-

ğın, spektrumun kırmızı ucuna doğru kaydığını ve bunun evrenin genişlediğinin göstergesi olması gerektiğini duymuştum. Gelgelelim kırmızıya kayma için başka bir neden olması gerektiğinden emindim. Işık bize doğru olan yolculuğu sırasında gücünü kaybetmiş ve daha kırmızı olmuş olabilirdi. Özünde değişmeyen ve ebedi bir evren benim için çok daha doğal görünüyordu. (Ancak bundan yalnızca birkaç yıl sonra, doktoramın yaklaşık ikinci yılındayken kozmik mikrodalga ardalanının keşfedilmesiyle hatalı olduğumu fark ettim.)

Cihazların nasıl çalıştığı hep ilgimi çeker, bunları nasıl çalıştıklarını görmek için parçalarına ayırırdım; ancak bu parçaları tekrar bir araya getirmek konusunda pek de iyi değildim. Pratik kabiliyetlerim hiçbir zaman kuramsal niteliklerimle uyuşmamıştır. Babam bilime olan ilgimi destekliyor ve Oxford ya da Cambridge'e gitmem konusunda da oldukça heves ediyordu. Kendisi Oxford'daki University College'a gittiği için benim de buraya başvurmam gerektiğini düşünüyordu. Fakat o tarihte University College'ın matematik bölümünde hiçbir öğretim üyesi yoktu, dolayısıyla doğa bilimi alanında bir burs almayı denemek dışında pek de seçeneğim bulunmuyordu. Ancak şaşırtıcı bir şekilde burs almayı başardım.

O zamanlar Oxford'da hâkim olan yaklaşım oldukça çalışma karşıtıydı. Hiçbir çaba sarf etmeden zeki olmanız bekleniyor ya da sınırlarınızı kabul edip dördüncü-sınıf bir derece almanız gerekiyordu. Bu yaklaşımı, neredeyse hiçbir şey yapmamaya bir davet olarak görmüştüm. Ancak bundan gurur duymuyorum; sadece o zamanki, öğrenci arkadaşlarımın çoğunun da paylaştığı, tavrımı anlatıyorum. Gelgelelim hastalığımın yarattığı sonuçlardan biri tüm bunların değişmesi oldu. Çünkü erken yaşta ölme ihtimaliyle yüzleşmek, yaşamınız sona ermeden önce yapmak istediğiniz pek çok şey olduğunu fark etmenizi sağlıyor.

Çalışmaktan kaytardığım için final sınavından, olgusal bilgi gerektiren tüm soruları atlayıp, bunun yerine kuramsal fizikteki problemlere yoğunlaşarak geçmeyi planlıyordum. Fakat sınavdan önceki gece uyumadım ve dolayısıyla çok başarılı olamadım. Bir ve ikinci-sınıf derece arasındaki sınırdaydım ve hangi dereceyi almam gerektiğinin belirlenmesi için denetmenler tarafından mülakata tabi tutulmam gerekiyordu. Mülakatta gelecek planlarımı sordular. Araştırma yapmak istediğimi kendilerine ifade ettim. Birinci-sınıf derece vermeleri durumunda Cambridge'e gidecektim. Ancak yalnızca ikinci-sınıf derece alsaydım Oxford'da kalacaktım. Mülakat sonunda birinci-sınıf derece aldım.

Final sınavımı takip eden uzun tatilde, üniversite bir dizi gezi hibesi sunuyordu. Bu hibelerden birini alma şansımın ne kadar uzağa gitmeyi teklif edersem o kadar büyük olacağını düşündüm, böylece İran'a gitmek istediğimi ifade ettim. 1962 Yazında güzergâhı İstanbul, ardından Türkiye'nin doğusundaki Erzurum, sonrasındaysa Tebriz, Tahran, Isfahan, Shiraz ve Pers krallıklarının başkenti Persepolis olan bir trene binmek üzere yola koyuldum. Gezinin bitimiyle evime dönerken, ben ve yolculuk arkadaşım Richard Chiin 7,1 ölçeğindeki 12.000'den fazla kişinin ölümüne sebep olan büyük Bouin-Zahra depremine yakalandık. Deprem merkezine oldukça yakın bir yerde olmalıydım, ancak hasta olduğum ve İran'ın o zamanlar oldukça engebeli yollarında zıplayıp duran bir otobüste bulunduğum için olup bitenin farkında değildim.

Depremin ardından birkaç günü Tebriz'de geçirdik, ki o sıra yakalandığım ağır dizanterinin ve otobüste, Farsça konuşmadığımız için hâlâ meydana gelen felaketi bilmediğim sırada, ön koltuğa fırlamam sebebiyle oluşan kaburgamdaki kırığın iyileşme sürecindeydim. İstanbul'a varana kadar da olup bitenden haberimiz olmamıştı. On gündür benden endişeyle haber bekleyen aileme bir kart-

postal yolladım, çünkü benden en son haber aldıklarında deprem gününde Tahran'a doğru yola çıkıyordum. Ancak depreme rağmen, İran'da geçirdiğim zamana dair oldukça güzel anılarım var. Dünyaya ilişkin yoğun merak kişinin zarar görmesine sebep olabilir, fakat bunun benim için doğru olduğu tek an muhtemelen bu olaydı.

1962 Ekiminde, Cambridge'in uygulamalı matematik ve kuramsal fizik bölümüne vardığımda yirmi yaşındaydım. Zamanın en meşhur İngiliz astronomu Fred Hoyle'la çalışmak üzere başvuruda bulundum. Astronom diyorum çünkü o sıralar kozmoloji güçbela tanınan meşru bir alandı. Ancak başvurumu tamamladığım sırada Hoyle öğrenci kontenjanını doldurmuştu, böylece büyük hayal kırıklığı içerisinde daha önce adını duymadığım Dennis Sciama danışmanlığıma atandı. Ancak Hoyle'un öğrencisi olmamam diğer yandan iyi bir şeydi, zira öğrencisi olsaydım Hoyle'un durağan-hal kuramını savunmak durumunda bırakılırdım ki bu, Brexit tartışmalarından bile daha zorlu olacak bir görevdi. Çalışmama, genel görelilik üzerine eski ders kitaplarını okuyarak başladım; yine büyük soruların içine çekilmiştim.

Bazılarınızın Eddie Redmayne'in özellikle yakışıklı bir versiyonumu oynadığı filmde de görmüş olabileceği gibi Oxford'daki üçüncü yılımda gitgide sakarlaşmaya başladığımı fark etmiştim. Nedenini anlamadığım şekilde bir iki kez yere düşmüş ve artık kürek çekemeyeceğimi anlamıştım. Bir şeylerin ters gittiği oldukça açıktı ve o zamanki doktorlardan birinin birayı bırakmamı söylemesiyle de biraz canım sıkılmıştı.

Cambridge'e varmamın ardından gelen kış oldukça soğuktu. O sıra Noel tatili için evdeydim ve annem, her ne kadar istemediğimi bilsem de beni St. Albans'taki göle buz pateni yapmam için gitmeye ikna etmişti. Kayarken yere düştüm ve tekrar ayağa kalkmak konusunda büyük güçlük çektim. Bunun üzerine annem bir şeylerin ters gittiğinin farkına varıp beni doktora götürdü.

Londra'daki St. Bartholomew Hastanesinde haftalar geçirip pek çok tahlil ve test yaptırdım. 1962 yılındaki testler şimdiye kıyasla bir bakıma daha ilkeldi. Kolumdan kas örneği alındı, vücuduma elektrotlar yapıştırıldı ve omurgama ışınım geçirmeyen sıvı enjekte edildi ve doktorlar yatak aşağı doğru eğilirken bu sıvının yukarı aşağı hareketini X-ray cihazından izlediler. Kimse bana neyin ters gittiğini bu süre zarfında söylemedi, fakat oldukça kötü olduğunu bilecek kadar tahmin yürütmüştüm, dolayısıyla ben de ne olup bittiğini sormak istemedim. Doktorların konuşmalarından duyduklarımla hastalığın, artık bu "hastalık" neyse, yalnızca daha kötüye gideceğini ve bana vitamin vermek dışında yapabilecekleri hiçbir şey olmadığını öğrenmiştim. Öyle ki testleri gerçekleştiren doktor benle ilgilenmeyi bırakmış ve o günden sonra kendisini bir daha hiç görmemiştim.

Bir noktada hastalığımın, beyindeki sinir hücreleri ile omuriliğin körelip ardından hasar gördüğü veya sertleştiği bir tür motor nöron hastalığı olan amiyotrofik lateral skleroz (ALS) olduğunu öğrenmiş olmalıyım. Bununla birlikte bu hastalığa sahip insanların konuşma, yemek yeme ve nihayetinde nefes alma gibi hareketlerini kontrol etme kabiliyetlerini yavaş yavaş kaybettiklerini de öğrenmiştim.

Hastalığım hızlı bir şekilde ilerliyordu. Beklendiği gibi bunalıma girdim ve doktora araştırmamı sürdürmemin bir anlamı olmadığını düşündüm; zira çalışmamı bitirecek kadar uzun yaşayıp yaşamayacağımı bilmiyordum. Ancak daha sonra hastalığın ilerlemesi hız kesti ve çalışmama dair heyecanım yeniden canlandı. Beklentilerimin sıfıra inmesinden sonra, her yeni gün bir bonus gibi gelmeye başladı ve bu durum sahip olduğum her şeyin kıymetini bilmeye başlamamı sağladı. Yaşamın olduğu yerde, umut da vardır.

Şüphesiz kendisiyle bir partide tanıştığım Jane adında genç bir kadın da vardı. İkimizin birlikte içinde bulun-

duğum duruma karşı savaşabileceğinden oldukça emindi. Onun bu güveni bana umut vermişti. Nişanlanmamız moralimi yükseltmiş ve evlenecek olursak bir iş bulmam ve doktoramı bitirmem gerektiğini fark etmiştim. Bununla birlikte şu büyük sorular da beni daha güçlü olmaya sevk ediyordu. Böylelikle oldukça yoğun bir şekilde çalışmaya ve bundan keyif almaya başladım.

Öğrenimim sırasında maddi anlamda kendimi idame etmek için Gonville and Cauis College'taki bir araştırma üyeliği pozisyonuna başvurdum. Bana büyük bir sürpriz olacak şekilde bu pozisyona kabul edildim ki, o gün bu gündür de Caius'un bir üyesiyim. Söz konusu üyelik hayatımda bir dönüm noktasıydı. Zira bu üyelik engelimin artmasına rağmen araştırmamı sürdürebileceğim ve bununla birlikte Jane'le evlenebileceğim anlamına geliyordu. Evliliğimiz 1965 yılının temmuz ayında gerçekleşti. İlk çocuğumuz Robert evliliğimizden iki yıl sonra dünyaya geldi. İkinci çocuğumuz Lucy ise Robert'tan üç yıl sonra doğdu. Üçüncü çocuğumuz Timothy de 1979 yılında dünyaya gelecekti.

Bir baba olarak çocuklarıma her zaman soru sormanın önemini aşılamaya çalışırım. Oğlum Tim bir röportajda, sanırım o sıralar biraz saçma olmasından kaygılandığı bir soru sorduğuna dair bir hikâye anlatmıştı. Etrafa dağılmış çok sayıda küçük evren olup olmadığını bilmek istiyordu. Kendisine ne kadar salakça (onun sözleri, benim değil) görünürse görünsün bir fikir ya da varsayımla ortaya çıkmaktan hiçbir zaman korkmaması gerektiğini söyledim.

◆

1960'ların başında kozmolojinin büyük sorusu şuydu: Evren bir başlangıca sahip midir? Pek çok bilim insanı başlangıç düşüncesine içgüdüsel olarak karşı çıkmaktaydı, zira bir yaratım noktasının bilimin artık işlev görmeyeceği bir yer olacağını düşünüyorlardı. Bu noktada,

evrenin nasıl başladığını belirlemek için dine ve Tanrı'ya başvurulmak durumundaydı. Bu, hiç şüphesiz temel bir soruydu ve doktora tezimi tamamlamak için tam da ihtiyaç duyduğum şeydi.

Roger Penrose ölen bir yıldız belirli bir yarıçapa küçüldüğünde kaçınılmaz olarak bir tekilliğin, eşdeyişle uzay ve zamanın son bulduğu bir noktanın oluşacağını göstermişti. Şüphesiz büyük kütleli soğuk bir yıldızın, sonsuz yoğunluk tekilliğine ulaşana dek kendi kütleçekimi altında çökmesine mani olabilecek hiçbir şey olmadığını zaten bildiğimizi düşünüyordum. Böylece benzer argümanların evrenin genişlemesine de uygulanabileceğini fark ettim. Bu durumda uzay-zamanın bir başlangıcının olduğu yerde tekillikler bulunduğunu kanıtlayabilirdim.

Bir Evraka anı 1970'te kızım Lucy'nin doğumundan birkaç gün sonra gerçekleşmişti. Bir gece yatağıma girmek üzereyken, ki engelli oluşum bunu yavaş bir süreç haline getiriyor, tekillik teoremleri için geliştirdiğim sıradan yapı kuramını kara deliklere uygulayabileceğimi fark ettim. Eğer genel görelilik doğru ve enerji yoğunluğu pozitifse olay ufkunun yüzey alanı –kara deliğin sınırı– içine fazladan madde ya da ışıma düştüğü zaman her zaman artma özelliği gösterir. Dahası eğer iki kara delik çarpışır ve tek bir kara delik oluşturmak üzere birleşirse ortaya çıkan kara deliğin etrafındaki olay ufkunun alanı, çarpışmadan önceki kara deliklerin olay ufuklarının alanları toplamından daha büyüktür.

Bu, kara deliklere dair herhangi bir gözlemsel kanıt elde edilmesinden bile önce kara delik kuramındaki büyük problemlerin çoğunu çözdüğümüz altın bir çağdı. Hatta göreliliğin klasik genel kuramıyla öylesine başarılıydık ki 1973'te George Ellis'le birlikte kaleme aldığımız *Uzay-Zamanın Büyük Ölçekli Yapısı* [*The Large Scale Structure of Space-Time*] adlı kitabımızın yayımlanmasının ardından neredeyse yapacağım hiçbir şey kalmamış-

tı. Penrose'la birlikte yaptığım çalışma, genel göreliliğin tekilliklerde işlevsiz kaldığını ve dolayısıyla atılması gereken bir sonraki adımın genel göreliliği –olağanüstü büyük şeylerin kuramını– kuantum kuramıyla –son derece küçük şeylerin kuramıyla– birleştirmek olduğunu göstermişti. Özellikle merak ettiğim şey şuydu: Çekirdeği erken evrende oluşmuş küçücük bir ilksel kara delik olan atomlara sahip olunabilir mi? Bu konudaki araştırmalarım kütleçekim ile termodinamik (ısı fiziği) arasında derin ve daha önce kuşku duyulmayan bir ilişkinin olduğunu ortaya çıkardı ve otuz yıldan fazla bir süredir pek bir gelişme kaydedilmeden tartışılan bir paradoksun çözülmesini sağladı: Büzülen bir kara delikten geriye kalan ışıma nasıl olur da kara deliği oluşturan şey hakkındaki bilginin tamamını taşıyabilmekteydi? Fark ettim ki bilgi kaybolmuyor, ancak kullanışlı bir yolla da geri dönmüyordu; tıpkı bir ansiklopediyi yakmak, fakat dumanını ve küllerini elde tutmak gibi.

Buna cevap vermek için bir kara delikten kuantum alanların ya da parçacıkların nasıl saçıldığı üzerine çalışmaya başladım. Beklentim gelen dalganın bir kısmının soğurulacağı ve geriye kalanınınsa saçılacağı yönündeydi. Ancak şaşırtıcı şekilde kara deliğin kendisinden yayılan bir tür ışıma hareketi olduğunu fark ettim. İlkin bunun hesaplamamda yaptığım bir hatadan kaynaklı olması gerektiğini düşündüm. Ancak nihayetinde bunun gerçek olduğuna ikna oldum; zira söz konusu ışıma bir kara deliğin entropisiyle olay ufkunun alanının belirlenmesi için tam da ihtiyaç duyulan şeydi. Entropi, eşdeyişle bir sistemin düzensizliğinin ölçüsü, kendisini olay ufkunun alanı ve doğanın üç temel sabiti (c, ışık hızı; G, Newton'ın kütleçekim sabiti ve h, Planck sabiti) cinsinden ifade eden şu basit formülde toplanır:

$$S = Akc^3/4Gh.$$

Kara delikten yayılan bu termal ışıma halihazırda Hawking ışıması olarak biliniyor ve bunu keşfetmiş olmaktan gurur duyuyorum.

1974 yılında Kraliyet Derneğinin üyesi seçildim. Bu seçim bölümümün üyelerini şaşırtmıştı, zira gençtim ve yalnızca düşük mertebede bir araştırma görevlisiydim. Gelgelelim üç yıl içerisinde profesörlüğe terfi edildim. Kara delikler üzerine yaptığım çalışma her şeyin kuramını keşfedeceğimize dair bana umut vermiş ve bu yolda bir cevap bulma arayışı beni motive etmişti.

Aynı yıl içerisinde dostum Kip Thorne beni, ailemi ve genel görelilik üzerine çalışan bir dizi başka insanı California Teknoloji Enstitüsüne (Caltech) davet etmişti. Bundan önceki dört yıl boyunca manuel bir tekerlekli sandalye ve zaman zaman yasadışı şekilde yolcu taşıdığım yavaş bir devirde hareket eden üç tekerlikli mavi bir araba kullanıyordum. California'ya gittiğimizde, Caltech'e ait kampüse yakın kolonyal tarzda bir evde kalmaya başlamış ve ilk kez orada elektrikli bir tekerlikli sandalyeyi sürekli kullanmanın keyfine varabilmiştim. Bu durum, özellikle Birleşik Devletler'deki binaların ve kaldırımların Biritanya'dakilere kıyasla engelliler için çok daha erişilebilir olması dolayısıyla, bana kayda değer ölçüde bağımsızlık kazandırmıştı.

1975 yılında Caltech'ten dönmemizle birlikte kendimi oldukça güçsüz hissetmiştim. Zira Britanya'daki her şey, Amerika'daki "yapabilirsin" tavrıyla kıyaslandığında son derece sınırlı ve kısıtlanmış görünüyordu. O dönem Hollanda karaağaç hastalığı dolayısıyla ölen ağaçlar manzarayı ölü bir örtüyle kaplıyor ve ülke grevlerle çalkalanıyordu. Gelgelelim çalışmamda başarılı olduğumu görmem ve bir zamanlar Sir Isaac Newton ile Paul Dirac'ın bulunduğu Lucas Matematik Profesörlüğüne 1979 yılında seçilmem moralimi yükseltmişti.

1970'lerde çoğunlukla kara delikler üzerine çalışıyordum, fakat kozmolojiye olan ilgim erken evrenin, boyutunun giderek artan bir hızda –tıpkı İngiltere'de Brexit oylamasından beri fiyatların artması gibi– büyüdüğü, hızlı bir şekilde şişerek genişleme süreci geçirdiğine dair önerilerle yeniden canlanmıştı. Bunun yanı sıra Jim Hartle'la birlikte evrenin doğuşu hakkında adına "sınırsızlık" dediğimiz bir kuramı formüle etmek için de çalışıyorduk.

1980'lerin başına kadar sağlığım kötüye gitmeye devam etti; gırtlağım küçüldüğü ve yemek yedikçe yiyeceklerin ciğerlerime gitmesine izin verdiği için uzun süreli öksürük nöbetlerine katlanıyordum. 1985 yılında İsviçre'deki Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi CERN'e yaptığım bir yolculuk sırasında zatüreye yakalandım. Bu, insan hayatını değiştirecek türden bir andı. Hemen Lucerne Cantonal Hastanesine götürüldüm ve solunum cihazına bağlandım. Doktorlar Jane'e durumun hiçbir şey yapılamayacak noktaya geldiğini ve yaşamıma son verilmesi için solunum cihazımın kapatılması gerektiğini söylediler. Ancak Jane buna karşı çıkıp hava ambulansıyla Cambridge'teki Addenbrooke's Hastanesine ulaşmamı sağladı.

Tahmin edebileceğiniz gibi bu oldukça zor bir zamandı, fakat neyse ki Addenbrooke's doktorları beni İsviçre'ye gitmeden önceki halime getirmek için oldukça çabalamışlardı. Ancak gırtlağım ciğerlerime yiyecek ve salya gitmesine hâlâ izin verdiği için trakeostomi (nefes borusu ameliyatı) uygulamak durumunda kalmışlardı. Çoğunuzun bileceği gibi trakeostomi konuşma kabiliyetinizi elinizden alır. Sesiniz oldukça önemlidir. Eğer konuşmanız, benim daha önce olduğu gibi, bozuksa insanlar zihinsel anlamda noksan olduğunuzu düşünebilir ve size bu minvalde davranabilir. Trakeostomiden önce konuşmam öylesine belli belirsizdi ki yalnızca beni iyi tanıyan insanlar söylediklerimi anlayabilmekteydi. Çocuklarım da beni

anlayabilen sayılı kişiler arasındaydı. Trakeostominin ardından bir süre boyunca iletişim kurabilmemin tek yolu, birisi yazı tahtasında doğru harfi gösterdiğinde kaşlarımı kaldırarak sözcükleri harf harf söylemekti.

Neyse ki California'dan Walt Woltosz adındaki bir bilgisayar uzmanı içinde bulunduğum zorluklardan haberdar olmuştu. Woltosz bana, adına Equalizer denilen kendisinin yazdığı bir bilgisayar programı gönderdi. Bu program, tekerlikli sandalyemdeki bilgisayar ekranında bulunan bir dizi menüden, elimde bulunan bir düğmeye basarak sözcükleri seçmeme izin veriyordu. Aradan geçen yıllarda kullandığım sistem geliştirildi. Bugün Intel tarafından geliştirilen ve gözlüğümde bulunan küçük bir sensörün yanak hareketlerimi algılaması yoluyla kontrol ettiğim Acat adında bir program kullanıyorum. Bu sistem, internete erişimimi sağlayan bir cep telefonuna da sahip. Bu durumda dünya üzerinde en çok iletişim halinde bulunan kişi olduğumu bile iddia edebilirim. İlk başta edindiğim konuşma sentezleyiciyi, kısmen daha iyi cümle oluşturanını duymadığım kısmen de –her ne kadar Amerikan aksanına sahip olsa da– bugüne kadar bu sesle özdeşleşmiş ve tanınmış olduğum için kullanmaya devam ediyorum.

Evren hakkında popüler bir kitap yazma fikri ilk kez, sınırsızlık kuramına ilişkin çalışmama yakın bir tarih olan 1982 yılında aklıma geldi. Böylesi bir kitap yazarak çocuklarımın okul masraflarını ve giderek artan bakım giderlerimi karşılayacak kadar mütevazı bir kazanç elde edebileceğimi düşündüm; ancak kitabı yazmak istememdeki esas neden evreni anlayışımızda ne kadar ilerlediğimizi açıklama niyetiydi: bir başka deyişle evreni ve içinde barındırdığı her şeyi betimleyecek bütünlüklü bir kuram bulmaya ne kadar yakın olabileceğimizi göstermekti. Bana kalırsa önemli olan bir bilim insanı olarak yalnızca sorular sorup bunlara yanıt aramak değil, aynı zamanda

öğrendiğimiz şeyler aracılığıyla dünyayla iletişim kurma gerekliliğimizdir.

Buna uygun olarak *Zamanın Kısa Tarihi* 1 Nisan Şaka Günü 1988'de ilk baskısını yaptı. Esasında kitabın başlığının başlangıçta *Büyük Patlamadan Kara Deliklere: Zamanın Özlü Tarihi* [*From the Big Bang to Black Holes: A Short History of Time*] olması amaçlanmıştı. Ancak başlık kısaltılıp, yerine "kısa" [brief] ifadesi getirildi ve sonrası zaten malum.

Zamanın Kısa Tarihi'nin halihazırdaki başarısını elde edeceğini hiç düşünmemiştim. Şüphesiz engellerime rağmen kuramsal fizikçi ve çok-satar bir yazar olmam şeklindeki öykünün insani yanı da bu başarıya yardım etti. Okuyucuların tamamı kitabı bitirmiş ya da okuduğu her şeyi anlamış olmayabilir, ancak her biri en azından varoluşumuza ilişkin büyük sorulardan birini kavramış ve bilim aracılığıyla keşfedip anlayabileceğimiz rasyonel yasaların hükmettiği bir evrende yaşadığımız fikrini edinmiştir.

Meslektaşlarım için yalnızca bir başka fizikçiyim, fakat geniş kitleler için muhtemelen dünyanın en çok tanınan bilim insanı haline geldim. Bu, kısmen bilim insanlarının –Einstein'ı dışarıda tutacak olursak– geniş kitlelerce tanınan rock yıldızları olmaması kısmen de benim engelli dâhi sterotipini uygun düşüyor olmam kaynaklıdır. Kendimi bir peruk ve siyah bir güneş gözlüğü altında gizleyemem; tekerlekli sandalyem beni ele verir. Herkesçe biliniyor ve kolayca tanınıyor olmanın hem artıları hem de eksileri bulunuyor, fakat artı yönler eksilere fazlasıyla ağır basmakta. İnsanlar beni gördüklerine gerçek anlamda memnun kalıyorlar. Öyle ki 2012 Londra Paralimpik Oyunlarını açtığımda şimdiye kadarki en büyük izleyici kitleme seslenme fırsatına bile eriştim.

Çocukken hayaliniz neydi ve bu hayaliniz gerçekleşti mi?

Büyük bir bilim insanı olmak istiyordum. Ancak okuldayken çok da iyi bir öğrenci değildim ve nadiren sınıf ortalamasının üstüne çıkıyordum. Düzensiz çalışıyordum ve el yazım da çok iyi değildi. Fakat okulda iyi arkadaşlara sahiptim. Aramızda, özellikle evrenin kökeni olmak üzere her şey hakkında konuşurduk. Hayalimin başladığı yer de burasıydı ve ne kadar şanslıyım ki bu hayalim gerçekleşti.

Bu gezegende olağanüstü bir yaşantı sürdürürken, aynı zamanda zihnimi ve fizik yasalarını kullanarak evreni boydan boya dolaştım. Galaksimizin en uzak köşelerinden bir kara deliğin içine, oradan da zamanın başlangıcına gittim. Dünyadaysa iyi ve kötü zamanları, şiddeti, barışı, başarıyı ve acıyı deneyimledim. Zengin ve fakir, güçlü kuvvetli ve engelli oldum. Bazen göklere çıkarıldım bazen de eleştirildim, fakat hiçbir zaman görmezden gelinmedim. Çalışmamı yürüttüğüm süre boyunca evreni anlamamıza katkıda bulanabilmiş olmamdan ötürü son derece şanslıyım. Ancak sevdiğim ve beni seven insanlar olmasaydı boş bir evrende yaşıyor olurdum. Onlar olmadan tüm bu şeylere olan merakım yok olup giderdi.

Tüm bunların ardından yalnızca doğadaki temel parçacıkların toplamından ibaret olan biz insanların, bize ve evrenimize hükmeden yasalara ilişkin bir anlayışa sahip olması gerçekten de büyük bir zafer. Söz konusu büyük sorulara ilişkin heyecanımı ve bu yoldaki arayışın bende yarattığı coşkuyu paylaşmak istiyorum.

Umuyorum ki bir gün bu soruların yanıtlarını biliyor olacağız. Ancak bununla birlikte başka zorluklar, gezegenimize ilişkin yanıtlanması gereken başka büyük sorular mevcut ve bu soruların yanıtlanması da bilime ilgili ve onu kavrayan yeni bir nesle ihtiyaç duyacak. Sürekli büyüyen bir popülasyonu nasıl besleyeceğiz? Ya da temiz su sağlamayı, yenilenebilir enerji üretmeyi, hastalıkları önleyip tedavi etmeyi ve de küresel iklim değişikliğini yavaşlatmayı nasıl başaracağız? Umudum bilimin ve teknolojinin bu sorulara yanıt oluşturacağı yönünde, fakat bunun başarılabilmesi için söz konusu çözümleri uygulamaya sokacak kişilere –bilgiye ve kavrayışa sahip insanlara– ihtiyaç var. Gelin dünyadaki her bir kadın ve erkeğin sağlıklı yaşam sürme olanağına sahip olması, fırsatlar ve sevgiyle dolu güvenli bir yaşam sürmesi için mücadele verelim. Bizler birlikte geleceğe doğru

yolculuk yapan birer zaman yolcusuyuz. Gelin geleceği hepimizin ziyaret etmek isteyeceği bir yer yapmak için birlikte çalışalım.

Cesur olun, meraklı ve kararlı olun, zorlukların üstesinden gelin. Emin olun başarılabilir.

1

TANRI VAR MI?

Bilim eskiden dinin alanına giren sorulara zaman geçtikçe daha fazla yanıt buluyor. Esasında din hepimizin sorup durduğu sorulara ilk yanıt oluşturma girişimlerinden biriydi: Neden buradayız ve buraya nereden geldik? Uzun zaman önce bu sorulara verilen yanıtlar hemen her zaman aynıydı: tanrılar her şeyi yaratmıştı. Dünya korkutucu bir yerdi, dolayısıyla Vikingler kadar güçlü ve çetin insanlar bile yıldırımlar, fırtınalar ve tutulmalar gibi doğa olaylarına anlam verebilmek için doğaüstü varlıklara inanıyorlardı. Günümüzde bilim bu sorulara daha iyi ve daha tutarlı yanıtlar sağlıyor, fakat kuşku yok ki insanlar dine bağlı kalmaya her daim devam edecek, zira bir yandan din avuntu ve huzur sağlarken, diğer yandan insanlar ya bilime güvenmiyor ya da bilimi anlamıyor.

Birkaç yıl önce *The Times* gazetesi birinci sayfasına şöyle bir manşet attı: "Hawking: Tanrı Evreni Yaratmadı". Yazı aynı zamanda bir görsele de sahipti. Tanrı, Michelangelo'nun bir çizimiyle, gök gürültüsü şeklinde gösteriliyordu. Yanınaysa kendini beğenmiş göründüğüm bir fotoğrafımı koymuşlardı. Aramızda sanki bir düello varmış gibi bir kurgu yaratmışlardı. Fakat benim Tanrı'yla alıp veremediğim bir şey yok. Ortaya koyduğum çalışmanın Tanrı'nın varoluşunu kanıtlamak ya da çürütmek üzerine olduğu izlenimini vermek istemiyorum. Çalışmam etrafımızı çevreleyen evreni anlamak adına rasyonel bir çerçeve bulmak üzerine kurulu.

Yüzyıllar boyunca benim gibi engelli insanların Tanrı tarafından lanetlenmiş bir yaşamla cezalandırıldığına inanıldı. Açıkçası yukarıda birilerini rahatsız etmiş olmam pekâlâ mümkün, ancak her şeyin başka bir yolla, eşdeyişle doğa yasalarıyla açıklanabileceğine inanmayı tercih ediyorum. Benim gibi bilime inanıyorsanız her zaman geçerli olan ve kendisine itaat edilen belirli yasalar olduğunu biliyorsunuzdur. Şüphesiz söz konusu yasaların Tanrı'nın işi olduğunu söyleyebilirsiniz; fakat bu, Tanrı'nın varoluşuna dair bir kanıttan ziyade onun bir tanımına karşılık gelecektir. Yaklaşık MÖ 300 yılında Aristarkos adında bir filozof özellikle Ayın tutulmaları olmak üzere, tutulmalarla ilgilenmişti. Aristarkos gerçek bir bilimsel öncüydü. Gökyüzünü dikkatli bir şekilde çalışmış ve gözüpek bir çıkarımda bulunmuştu: Aristarkos tutulmanın, ilahi bir olaydan ziyade esasında Dünyanın Ayın üzerinden geçen gölgesi olduğunu fark etmişti. Bu keşifle özgürleşmiş şekilde Aristarkos başının üzerinde gerçekten ne olup bittiğini çalışmayı başarabilmiş ve Güneş, Dünya ve Ayın gerçek ilişkisini gösteren diyagramlar çizmişti. Bu noktadan sonraysa söz konusu çıkarımından bile daha kayda değer sonuçlara ulaşmıştı. Dünyanın, herkesin düşündüğünün aksine, evrenin merkezi olmadığını, fakat daha ziyade Güneşin etrafında döndüğünü ortaya koymuştu. Esasında bu dizilişi ve düzenlemeyi anlamak tüm tutulmaları açıklar. Ayın gölgesi Dünyanın üzerine düştüğünde, bu bir güneş tutulması; bununla birlikte Dünya, Ayı gölgelediğindeyse bu bir ay tutulmasıdır. Fakat Aristarkos bundan daha da ileriye gitmişti. Ona göre yıldızlar, çağdaşlarının inandığının aksine, gökyüzünün zeminindeki yarıklar değil, daha ziyade bizimki gibi, ancak çok daha uzak mesafelerde bulunan başka güneşlerdi. O zaman için ne kadar da çarpıcı ve müthiş bir kavrayış. Evren, ilkeler ya da yasalar –insan zihni tarafından kavranabilen yasalar– tarafından işletilen bir makinedir.

Şimdi verdiğimiz adıyla doğa yasaları, evreni açıklamak için bir tanrıya ihtiyacımız olup olmadığını bize söyleyecek olan şey olduğundan, bu yasaların keşfedilişinin, insanoğlunun en büyük başarısı olduğuna inanıyorum. Doğa yasaları şeylerin geçmişte, şimdide ve gelecekte gerçekten nasıl işlediğinin bir betimlemesidir. Sözgelimi teniste top, her zaman bu yasaların tam olarak gideceğini söylediği yere gider. Bununla birlikte burada işin içinde olan başka pek çok yasa daha mevcuttur. Söz konusu yasalar topa vuruş enerjisinin oyuncuların kaslarından nasıl üretildiğinden, bu oyuncuların ayaklarının altındaki çimlerin uzama hızına kadar olup biten her şeyi açıklar. Ancak gerçekten önemli olan şey bu fizik yasalarının hem değiştirilemez hem de evrensel olmalarıdır. Bu yasalar yalnızca bir topun uçuşuna değil, ancak bir gezegenin hareketine ve evrendeki başka her şeye uygulanırlar. İnsanlarca yapılan yasaların aksine doğa yasaları ihlal edilemez; ki tam da bu yüzden bu kadar güçlü ve dini perspektiften bakıldığında böylesine tartışmalıdırlar.

Benim gibi, doğa yasalarının değişmez olduğunu kabul ettiğiniz takdirde şu soru kaçınılmaz olarak arkasından gelecektir: O halde Tanrı için geriye kalan rol nedir? Bu, bilim ile din arasındaki zıtlığın büyük bir parçasıdır ve her ne kadar benim görüşlerim manşetlere taşınmış olsa da, esasında oldukça eski bir anlaşmazlıktır. Tanrı doğa yasalarının ete kemiğe bürünmesi olarak tanımlanabilir. Ancak bu pek çok kişinin Tanrı olarak düşündüğü şey değildir. Onların Tanrı'yla kastettikleri kişisel bir ilişki kurulabilecek insan-benzeri bir varlıktır. Ancak evrenin muazzam büyüklüğüne baktığınızda ve insan yaşantısının ne kadar kırılgan ve rastlantısal olduğunu düşündüğünüzde bu çıkarım en olanaksız şey gibi görünüyor.

"Tanrı" sözcüğünü, Einstein gibi, kişi-dışı anlamda doğa yasaları için kullanıyorum; dolayısıyla Tanrı'nın zihnini bilmek benim için doğa yasalarını bilmektir. Ön-

görüm Tanrı'nın zihnini bu yüzyılın sonunda bileceğimiz yönünde.

Dinin, halihazırda at sürebilmesi için geriye kalan tek alan evrenin başlangıcı; fakat bu noktada bile bilim ilerleme kaydediyor ve evrenin nasıl başladığına ilişkin yakında mutlak bir yanıt sağlayacak. Tanrı'nın evreni yaratıp yaratmadığı sorusunu soran bir kitap yayımladım ve bu kitap bir tür karışıklığa yol açtı. İnsanlar bir bilim insanının dine ilişkin söyleyecek şeyleri olmasından rahatsız oldular. İnsanlara neye inanacaklarını söylemek gibi bir niyetim yok, fakat bana göre Tanrı'nın var olup olmadığı sorusu bilim için geçerli bir soru. Neticede evreni yaratanın ve kontrol edenin kim ya da ne olduğundan daha önemli ya da temel bir gizem düşünmek oldukça zor.

Evrenin kendiliğinden, bilim yasaları uyarınca, hiçlikten yaratıldığını düşünüyorum. Bilimin temel varsayımı bilimsel belirlenimciliktir. Bilim yasaları evrenin evrimini, belirli bir andaki halini ortaya koyarak belirler. Bu yasalara Tanrı tarafından karar kılınmış ya da kılınmamış olabilir, fakat Tanrı söz konusu yasaları ihlal etmek üzere müdahalede bulunamaz, zira böyle olsaydı bunlara yasa demezdik. Bu durum Tanrı'ya evrenin başlangıç durumunu seçme özgürlüğü tanır, fakat bu noktada bile öyle görünüyor ki belirli yasalar mevcut olabilir. Durum buysa o halde Tanrı hiç de özgür olmayacaktır.

Evrenin karmaşıklığına ve çok yönlülüğüne rağmen öyle görünüyor ki bir evren oluşturmak için yalnızca üç malzemeye ihtiyaç vardır. Gelin bu malzemeleri bir tür kozmik yemek kitabında listeleyebileceğimizi düşünelim. Öyleyse, bir evren pişirmek için gerekli olan bu üç malzeme nedir? Bu malzemelerden ilki maddedir; eşdeyişle kütleye sahip olan şeylerdir. Madde, ayağımızın altındaki zeminden uzaya kadar her yerdedir. Toprak, taş, buz ve akışkanlar gibi aklınıza gelebilecek her şey maddedir.

Her biri milyarlarca güneş içeren ve olağanüstü uzaklıklara boydan boya uzanan muazzam büyüklükteki gaz bulutları ve devasa yıldız sarmalları da maddeyle doludur.

Gerekli olan ikinci malzemeyse enerjidir. Üzerine hiç düşünmediyseniz bile enerjinin ne olduğunu bilirsiniz. Zira enerji her gün karşılaştığımız bir şeydir. Güneşe baktığınızda, yüz elli milyon kilometre uzaklıktaki bu yıldızın ürettiği enerjiyi suratınızda hissedebilirsiniz. Enerji evrene nüfuz ederek, dinamik ve durmadan değişen bir ortamı oluşturan süreçleri harekete geçirir.

Elimizde madde ve enerji var. Ancak bir evren inşa etmek için üçüncü bir malzemeye daha ihtiyacımız vardır ki, o da uzaydır. Hem de oldukça fazla uzay. Evrene –harika, güzel, şiddetli vs gibi– pek çok ad verebilirsiniz, fakat hakkında söyleyemeyeceğiniz tek şey onun sıkış tepiş olduğudur. Nereye bakarsak bakalım uzayı, daha fazla uzayı ve daha da fazla uzayı görürüz. Uzay, başınızı döndürmeye yetecek kadar her yöne uzanır. Peki tüm bu madde, enerji ve uzay nereden geliyor? Buna ilişkin yirminci yüzyıla gelinceye dek hiçbir fikrimiz yoktu.

Bu soruya yanıt, muhtemelen şimdiye kadar yaşamış en kayda değer bilim insanının kavrayışıyla birlikte geldi. Sözü geçen kişinin adı Albert Einstein'dı. Einstein öldüğünde yalnızca on üç yaşında olduğum için ne yazık ki kendisiyle tanışma fırsatım hiç olmadı. Einstein son derece sıradışı bir şeyi fark etmişti: Bir evren oluşturmak için gerekli olan ana malzemelerden ikisi –madde ve enerji– tıpkı bir paranın iki yüzü gibi temelde aynı şeydi. Einstein'ın meşhur $E = mc^2$ denklemi en yalın ifadesiyle kütlenin enerji, enerjinin de kütle olarak düşünülebileceği anlamına gelir. Dolayısıyla üç malzeme yerine, evrenin yalnızca iki malzemeye, eşdeyişle enerjiye ve uzaya sahip olduğunu artık söyleyebiliriz. Peki öyleyse tüm bu enerji ve uzay nereden geldi? Bu soruya yanıt bilim insanlarının onyıllar süren çalışmasının ardından oluştu: uzay

ve enerji halihazırda Büyük Patlama dediğimiz bir olayla kendiliğinden bir şekilde ortaya çıktı.

Büyük Patlama anında tüm bir evren ve onunla birlikte uzay varoluşa geldi. Her şey, tıpkı içine hava üflenen bir balon gibi, şişti. Peki tüm bu enerji ve uzay nereden geldi? Nasıl oldu da enerjiyle dolu koskoca bir evren, uçsuz bucaksız uzay ve onun içindeki her şey öylece hiçlikten beliriverdi?

Bazıları için tam da bu nokta, Tanrı'nın tekrar resme dahil olduğu yerdi. Onlara göre enerjiyi ve uzayı yaratan bizatihi Tanrı'nın kendisiydi. Ve Büyük Patlama da yaradılış anıydı. Fakat bilim bize bundan farklı bir hikâye anlatıyor. Başımı belaya sokma riskiyle beraber, Vikingleri dehşete düşüren doğa olaylarını daha çok anlayabileceğimizi düşünüyorum. Hatta Einstein'ın keşfettiği enerji ile madde arasındaki güzel simetrinin ötesine bile geçebiliriz. Doğa yasalarını, evrenin başlangıcını göstermek için kullanabilir ve Tanrı'nın varoluşunun bu yönde yapılabilecek yegâne açıklama olup olmadığını keşfedebiliriz.

İkinci Dünya Savaşı sonrası İngiltere'de büyüdüğüm dönem tasarruf ve kemer sıkma politikalarının olduğu bir dönemdi. Bize hiçbir şey yapmadan bir şey elde edemeyeceğimiz söylenmişti. Fakat şimdi, yaşam boyu süren bir çalışmanın ardından, esasında bedavaya bütün bir evren elde edilebileceğini düşünüyorum.

Büyük Patlamanın kalbindeki büyük gizem, fevkalade muazzam tüm bir uzay ve enerji evreninin nasıl olur da hiçlikten çıktığını açıklamaktır. Buradaki sır kozmosumuz hakkındaki en garip gerçeklerden birinde saklıdır. Fizik yasaları adına "negatif enerji" dediğimiz bir şeyin varoluşunu zorunlu olarak beraberinde getirir.

Bu garip, fakat oldukça hayati önemdeki kavramı anlamanıza yardım etmek için basit bir analoji kurmama izin verin. Düz bir arazi parçasına bir tepe inşa etmek isteyen bir adam hayal edin. Tepe burada evreni temsil edecektir.

Adam bu tepeyi oluşturmak için zemine bir çukur kazıyor ve çıkan toprağı da tepesini kazmak için kullanıyor. Şüphesiz adamın burada yaptığı şey yalnızca bir tepe oluşturmak değildir; söz konusu olan aynı zamanda bir çukur, yani esasında tepenin negatif bir versiyonunu oluşturmaktır. Çukurun içinde olan şey, artık tepenin kendisini oluşturur, dolayısıyla her şey tam anlamıyla birbirini dengeler. Evrenin başlangıcında ne olup bittiğinin ardında yatan ilke de tam olarak budur.

Büyük Patlama devasa miktarda pozitif enerji ürettiği sırada, buna eşzamanlı olarak aynı miktarda negatif enerji de üretmiştir. Bu yolla pozitif ve negatif enerjinin toplamı her zaman sıfıra karşılık gelir. Bu da bir başka doğa yasasıdır.

Peki halihazırda tüm bu negatif enerji nerededir? Kozmik yemek kitabımızdaki üçüncü malzemede, eşdeyişle uzaydadır. Bu kulağa garip gelebilir, fakat –bilimin en eski yasaları arasında yer alan– kütleçekim ve harekete ilişkin doğa yasalarına göre uzayın kendisi muazzam bir negatif enerji kaynağıdır. Öyle ki her şeyin toplamının sıfır olmasına yetecek kadar.

Matematik ilgi alanınıza girmiyorsa bunu kavramanın oldukça güç olduğunu kabul etmem gerek; ancak gerçek bu. Her biri bir diğerini kütleçekim kuvvetiyle çeken milyarlarca galaksinin oluşturduğu sonsuz ağ devasa bir depolama aleti gibi davranır. Evren tıpkı negatif enerji depolayan kocaman bir batarya gibidir. Şeylerin pozitif tarafı –bugün gördüğümüz kütle ve enerji– sözü geçen tepeye benzer. Buna karşılık gelen çukur ya da şeylerin negatif tarafıysa uzay boyunca yayılmıştır.

Peki bu, bir Tanrı'nın var olup olmadığını bulma arayışımızda neyi ifade eder? Bu, evrenin toplamı sıfıra ya da hiçe karşılık geliyorsa, bu durumda onu yaratmak için bir Tanrı'ya ihtiyaç olmadığı anlamına gelir. Evren nihai masrafsız yemektir.

Pozitif ve negatif enerjinin toplamının sıfıra eşit olduğunu bildiğimize göre artık yapmamız gereken, neyin –ya da kimin mi demeliyim– tüm süreci başlattığı problemini çözmektir. Bir evrenin kendiliğinden belirmesine neden olabilecek şey nedir? İlk bakışta bu, anlaşılması güç bir problem gibi görünür; zira gündelik yaşantımızda şeyler birdenbire cisimleşmezler. Parmaklarınızı şaklatıp canınız istediğinde bir fincan kahve oluşturamazsınız. Kahveyi; kahve çekirdekleri, su ve belki de biraz süt ve de şeker gibi malzemelerle yapmanız gerekir. Ancak fincanın derinliklerine, eşdeyişle süt parçacıklarından atomik seviyeye, oradan da atom-altı seviyeye inerseniz, hiçlikten bir şeylerin oluşmasının mümkün olduğu bir dünyaya girersiniz. En azından kısa bir süre boyunca. Bunun sebebi, bu ölçekte proton gibi parçacıkların kuantum mekaniği dediğimiz doğa yasaları uyarınca hareket ediyor olmasıdır. Bu parçacıklar gerçekten de rastgele beliriverip bir süre etrafta kalabilir, ardından tekrar yok olup bir başka yerde yeniden ortaya çıkabilir.

Evrenin bir noktada son derece küçük –belki de protondan bile küçük– olduğunu biliyor oluşumuz fazlasıyla kayda değer bir şey ifade eder. Buna göre evren, akıl almaz derecede büyüklüğü ve karmaşıklığıyla birlikte, bilinen herhangi bir doğa yasasını ihlal etmeden birdenbire varoluşa gelmiş olabilir. Bu varoluş anından itibaren çok büyük miktarda enerji açığa çıkmış ve uzayın kendisi de –yani kozmik yemek kitabındaki diğer malzemeleri dengelemek için ihtiyaç duyulan negatif enerjinin tamamını depolama yeri– genişlemiştir. Gelgelelim bu noktada kritik soru tekrar gündeme gelir: Büyük Patlamanın meydana gelmesine izin veren kuantum yasalarını Tanrı mı yaratmıştır? Özetle Büyük Patlamanın meydana gelebilmesi için bir Tanrı'ya ihtiyaç var mıdır? Hiç kimsenin inancına saldırmak gibi bir niyetim yok; fakat bana göre bilim, ilahi bir yaratıcıdan daha gerçekçi ve ikna edici bir açıklama sunuyor.

Gündelik deneyimimiz bizi, olup biten her şeyin kendisinden önce gelen bir başka olayla koşullandığını düşünmeye sevk ediyor ve böylece bizler için evrenin varoluşa gelmesine bir şeyin –belki de Tanrı'nın– neden olması gerektiği düşüncesi doğal hale geliyor. Gelgelelim evrenden bir bütün olarak söz ettiğimizde durum zorunlu olarak böyle değildir. Bunu şöyle açıklayayım. Dağ yamacından akan bir ırmak hayal edin. Irmağın oluşmasına sebep olan şey nedir? Bir ihtimal dağa daha öncesinde yağan yağmurdur. Fakat bu durumda yağmura sebep olan şey nedir? Buna iyi bir yanıt okyanusun üzerine yansıyan ve su buharını gökyüzüne taşıyıp bulutları oluşturan Güneş olacaktır. Peki öyleyse Güneşin parlamasına sebep olan şey nedir? Güneşin içine baktığımızda hidrojen atomlarının helyum oluşturmak üzere bir araya geldiği ve çok büyük miktarda enerjinin açığa çıktığı füzyon adında bir süreç görürüz. Buraya kadar her şey tamam. Ancak tüm bu hidrojen nereden gelmiştir? Yanıt: Büyük Patlama. İşte burası tam da kilit önemdeki yer. Doğa yasalarının kendisi bize, herhangi bir yardım olmadan –tıpkı bir proton gibi– evrenin varoluşa gelebileceğini ve bu noktada enerji türünden herhangi bir şeye ihtiyaç olmadığını söylemekle kalmıyor, aynı zamanda Büyük Patlamaya hiçbir şeyin sebep olmamasının da mümkün olduğunu ifade ediyor. Tam anlamıyla hiçbir şeyin.

Buna ilişkin açıklama Einstein'ın kuramlarına ve evrendeki uzay ile zamanın temelde nasıl birbirleriyle iç içe geçtiğine ilişkin kavrayışına dayanır. Büyük Patlama anında son derece müthiş bir şey gerçekleşmiştir. Zamanın kendisi başlamıştır.

Bu kafa karıştırıcı fikri anlamak için uzayda süzülen bir kara deliği düşünün. Klasik bir kara delik kendi üzerine çökecek kadar devasa kütleli bir yıldızdır. Öylesine büyüktür ki ışık bile kütleçekiminden kaçamaz; ki bu da neredeyse mükemmelen kara olmasının sebebidir. Kara

deliğin kütleçekimsel çekimi o kadar güçlüdür ki, yalnızca ışığı değil, fakat bununla beraber zamanı da büküp eğer. Nasıl olduğunu görmek için kara deliğin içine çekilen bir saat hayal edin. Saat kara deliğe yaklaştıkça gitgide yavaşlamaya başlayacaktır. Bu noktada zamanın kendisi yavaşlamaya başlar. Şimdi saatin kara deliğe girdiği anı –tabii saatin kara deliğin olağanüstü kütleçekimsel kuvvetine dayanabileceğini varsayıyoruz– düşünün; saat duracaktır. Saatin durma sebebi bozulmasından ötürü değil, daha ziyade kara deliğin içinde zamanın kendisinin var olmamasındandır. Evrenin başlangıcında olan şey de tam olarak budur.

Geçtiğimiz yüz yılda evreni anlayışımızda olağanüstü ilerlemeler kaydettik. Artık –her şeyi olmasa da– evrenin ya da kara deliklerin başlangıcı gibi en ekstrem koşullarda olup bitenleri yöneten yasaları biliyoruz. Zamanın, evrenin başlangıcında oynadığı rolün, büyük bir tasarımcıya olan ihtiyacın ortadan kalkması ve evrenin nasıl kendini yarattığının açık kılınması adına nihai anahtar olduğuna inanıyorum

Büyük Patlama anına doğru zamanda geriye yolculuk yaptığımızda evren gitgide küçülür; ta ki tüm evren, sonsuz küçük ve sonsuz yoğun tek bir kara delik olacak şekilde son derece küçük bir yer kapladığı noktaya gelene kadar. Ve bu noktada tıpkı uzayda süzülen günümüz kara delikleri için olduğu gibi doğa yasaları son derece olağandışı bir şey dikte eder. Söz konusu yasalar, burada da zamanın kendisinin bir sonu olması gerektiğini söyler. Büyük Patlamadan önceki bir zamana ulaşamazsınız, zira Büyük Patlamadan önce zaman yoktur. Böylelikle nihayet kendisini bir nedenin koşullamadığı bir şey bulmuş olduk, zira bu noktada bir nedenin var olması için ortada mevcut olan bir zaman yoktur. Benim için bu, bir yaratıcı ihtimalini ortadan kalkması anlamına gelir, çünkü söz konusu yaratıcının var olması adına mevcut bir zaman bulunmaz.

Tanrı'nın varoluşu evrenin başlangıcı ve sonu anlayışınıza nasıl uyuyor? Bununla birlikte Tanrı varsa ve onunla tanışma fırsatınız olsa kendisine ne sorardınız?

Esas soru şudur, "Evrenin başlama şekli, bizim anlayamayacağımız nedenlerden Tanrı tarafından mı seçildi, yoksa bir bilim yasası tarafından mı belirlendi?" Ben ikinci kısma inanıyorum. Eğer isterseniz bilim yasalarına "Tanrı" adını verebilirsiniz, fakat bu tanışıp soru sorabileceğiniz kişisel bir Tanrı olmayacaktır. Yine de böyle bir Tanrı var olsaydı kendisine on bir boyutlu M-kuramı kadar karmaşık bir şeyi nasıl düşündüğünü sorardım.

İnsanlar, sözgelimi neden buradayız şeklindeki büyük sorulara yanıt bulmak istiyorlar. Ancak bu yanıtların kolay olmasını beklemedikleri de açık; dolayısıyla bu yanıtlar karşısında biraz zorlanmaya da hazırlar. Bana Tanrı'nın evreni yaratıp yaratmadığını sorduklarında, bu insanlara sorunun kendisinin bir anlam ifade etmediğini söylüyorum. Zaman, Büyük Patlamadan önce var değildi, dolayısıyla Tanrı'nın evreni meydana getirmesi için mevcut olan bir zaman da yoktu. Bu aslında tıpkı Dünyanın ucuna nasıl gidildiğini sormaya benziyor; ancak Dünya ucu olmayan bir küre olduğu için böylesi bir arayış beyhude bir çabadan öteye geçmiyor.

İnanca sahip miyim? Her birimiz istediğimiz şeye inanmakta özgürüz ve benim görüşüm en basit açıklamayla, herhangi bir Tanrı'nın var olmadığı şeklinde. Evreni hiç kimse yaratmadı ve kimse kaderimize yön vermiyor. Bu beni şöylesi bir büyük farkındalığa sevk etti: muhtemelen ne cennet ne de ölümden sonra yaşam var. Bana kalırsa öteki dünya inancı hüsnükuruntudan ibaret. Böylesi bir şey için herhangi bir güvenilir kanıt olmadığı gibi bilime dair bildiğimiz her şeyin de karşısında duruyor. Öldüğümüzde toprağa karıştığımızı düşünüyorum. Ancak sürdürdüğümüz yaşantıda, bıraktığımız etkide ve çocuklarımıza aktardığımız genlerde bir anlam mevcut. Evrenin büyük tasarımını takdir etmek ve değerini anlamak için elimizde yalnızca bu yaşam var ve bunun için son derece minnettarım.

2

HER ŞEY NASIL BAŞLADI?

Hamlet şöyle demişti: "Bir ceviz kabuğuna bile sığar ve yine de kendimi sonsuz uzayın kralı sayabilirim." Sanırım Hamlet'in bununla kastettiği biz insanların, her ne kadar fiziksel olarak oldukça sınırlı olsa da –özellikle benim durumumda olduğu gibi– zihinleriyle evrenin tamamını keşfetmek ve *Star Trek*'in bile ayak basmaya korktuğu yerlere cesurca gitmek konusunda özgür olduğudur. Evren gerçekten de sonsuz mu, yoksa sadece olağanüstü büyük mü? Evrenin bir başlangıcı var mı? Evren sonsuza kadar mı, yoksa oldukça uzun bir zaman mı süregelecek? Nasıl olur da sonlu zihinlerimiz sonsuz bir evreni kavrayabilir? Böylesi bir girişimde bile bulunmak özümüzü beğenmişlik değil midir?

Eski tanrılardan insanın kullanması için ateşi çalan Prometheus'un talihine maruz kalma riskine rağmen, evreni anlayabileceğimize ve anlamaya çalışmamız gerektiğine inanıyorum. Prometheus'un cezası, her ne kadar nihayetinde Hercules tarafından özgür bırakılsa da, sonsuza kadar bir kayaya zincirlenmekti. Şimdiye kadar kozmosu anlamak konusunda kayda değer ilerleme kaydettik. Henüz bütünlüklü bir resme sahip değiliz. Ancak böylesi bir resme ulaşmaktan çok da uzak olmadığımızı düşünüyorum.

Afrika'nın merkezindeki Boshongo insanlarına göre başlangıçta yalnızca karanlık, su ve büyük tanrı Bumba vardı. Bir gün Bumba karın ağrısıyla acı içindeyken Güneşi kustu. Güneş var olan suyun bir kısmını kurutup ge-

riye toprak bıraktı. Hâlâ acı içinde olan Bumba bu sefer, Ayı, yıldızları ve ardından leopar, timsah, kaplumbağa ve en nihayetinde de insan gibi bazı hayvanları kustu.

Bu yaradılış mitleri, diğer pek çokları gibi hepimizin sorduğu soruları yanıtlamaya çalışır. Neden buradayız? Nereden geldik? Bu sorulara genellikle verilen yanıt insanın görece daha yakın bir geçmişe sahip olduğuydu; zira insan ırkının bilgisini ve teknolojiyi geliştirdiği oldukça açık görünüyordu. Dolayısıyla insan çok uzun bir süredir etrafta olamazdı, zira bu durumda şimdi olduğundan bile daha fazla ilerleme kaydederdi. Sözgelimi Piskopos Ussher'e göre Tekvin kitabı zamanın başlangıcını 22 Ekim MÖ 4004 saat 18:00'a tarihliyordu. Öte yandan dağlar ve nehirler gibi fiziksel çevreleyiciler bir insanın yaşamı süresince çok az değişir ya da neredeyse hiç değişmez. Bu yüzden söz konusu çevreleyiciler ya hep var olmuş boş bir manzara ya da insanlarla birlikte yaratılmış sabit bir arka plan olarak düşünülüyordu.

Gelgelelim evrenin bir başlangıcı olduğu fikrinden memnun olmayanlar da vardı. Sözgelimi Antik Yunan filozoflarının en bilineni Aristoteles evrenin hep var olageldiğine inanıyordu. Çünkü onun için sonsuzdan gelip sonsuza giden bir şey, yaratılan bir şeyden daha mükemmeldi. Aristoteles'e göre insanlık tarihinde ilerleme görmemizin nedeni sellerin ya da diğer doğal afetlerin medeniyeti tekrar tekrar başlangıcına geri döndürmesiydi. Sonsuz bir evrene inanmanın arkasında yatan motivasyon, evreni yaratmak ve harekete geçirmek için bir ilahi müdahaleden sakınma isteğiydi. Diğer taraftan evrenin bir başlangıcı olduğuna inananlar, bunu Tanrı'nın evrenin ilk nedeni ya da ilk hareket ettiricisi olarak varoluşu için bir argüman olarak kullandılar.

Evrenin bir başlangıcı olduğuna inananlar kaçınılmaz olarak şu soruları sormaktaydı: "Başlangıçtan önce ne oldu? Tanrı dünyayı yaratmadan önce ne yapmaktaydı?

Yoksa böylesi soruları soranlar için Cehennemi mi hazırlamaktaydı?" Evrenin bir başlangıcının olup olmadığı problemi Alman filozof Immanuel Kant'ın önemli ölçüde üstüne düştüğü bir konuydu. Ona göre bu konuda iki yönlü çalışan mantıksal çelişkiler ya da antinomiler mevcuttu. Eğer evren bir başlangıca sahipse başlamak için neden sonsuz bir zaman beklemişti? Kant argümanın bu kısmına tez adını vermişti. Diğer yandan evren hep var olageldiyse, o halde mevcut aşamasına ulaşması neden sonsuz bir zaman almıştı? Argümanın bu kısmınaysa anti-tez adını vermişti. Hem tez hem de anti-tez Kant'ın –neredeyse herkesin paylaştığı– zamanın mutlak olduğu varsayımına dayanıyordu. Zamanın mutlak olduğunu söylemek, onun, herhangi bir evrenin var olup olmamasından bağımsız olarak sonsuz geçmişten sonsuz geleceğe gittiği anlamına gelir.

Bu, azımsanamayacak sayıda günümüz bilim insanının hâlâ zihninde olan resimdir. Gelgelelim 1915 yılında Einstein devrim niteliğindeki genel görelilik kuramını ileri sürdü. Bu kurama göre uzay ve zaman artık mutlak değildi, yani artık olaylara sabit bir arka plan oluşturmuyordu. Uzay ve zaman, bunun yerine, evrendeki madde ve enerji tarafından şekil verilen dinamik niteliklerdi. Bu nitelikler yalnızca evrenin içinde tanımlanıyordu, dolayısıyla evrenin başlangıcından önce bir zamandan söz etmek hiçbir anlam ifade etmiyordu. Bu tıpkı Güney Kutbunun güneyindeki bir noktayı, eşdeyişle tanımlanmamış bir şeyi sormaya benzer.

Her ne kadar Einstein'ın kuramı zaman ile uzayı birleştirmiş olsa da bize uzayın kendisi hakkında pek bir şey söylemez. Uzay hakkında aşikâr görünen şey bitimsiz bir şekilde devam etmesidir. Her ne kadar bunun neden böyle olamayacağına dair mantıksal bir açıklama mevcut olmasa da evrenin taş bir duvarla sona ermesini beklemiyoruz. Ancak Hubble uzay teleskobu gibi modern aygıtlar

uzayı derinlemesine incelememize olanak tanıyor. Gördüğümüz şey çeşitli şekil ve büyüklüklerde milyarlarca galaksi. Devasa eliptik galaksiler olduğu gibi bizimkine benzer sarmal galaksiler de mevcut. Her bir galaksi milyarlarca yıldız ve bu yıldızların çoğu da etraflarında dönen gezegenler içeriyor. Galaksimiz belirli yönlerde görüş alanımızı engelliyor, fakat bundan bağımsız olarak galaksiler bazı lokal yoğunlaşmalar ve boşluklarla birlikte uzay boyunca kabaca yeknesak bir şekilde dağılmış bulunuyor. Galaksilerin yoğunlukları çok uzak mesafelerde azalırmış gibi görünüyor, fakat bunun sebebi büyük ihtimalle kendilerini seçemeyeceğimiz kadar bizden uzak ve sönük olmaları. Anlayabildiğimiz kadarıyla evren, uzayda sonsuza kadar gitmekte ve ne kadar uzağa giderse gitsin büyük oranda aynı kalmakta.

Evren, uzaydaki her konumdan büyük oranda aynı görünse de evrenin zamanla değiştiğine kuşku yoktur. Bu gerçek, yirminci yüzyılın başlarına kadar fark edilmemişti. O zamana dek evrenin, özünde zamanla değişmez olduğu düşünülüyordu. Evren sonsuz bir zaman boyunca var olmuş olabilirdi, fakat bu çıkarım absürd sonuçlara kapı aralıyordu. Eğer yıldızlar sonsuz bir zaman süresince ışımışlarsa, bu durumda evreni kendi sıcaklıklarına ulaşıncaya dek ısıtırlardı. Böylesi bir durumda geceleyin bile gökyüzünün tamamı Güneş kadar parlak olurdu; çünkü her görüş hattı ya bir yıldızda ya da yıldızlar kadar sıcak olacak şekilde ısıtılmış bir toz bulutunda son bulurdu. Sonlu bir zaman önce yıldızların parlamaya başlamasını sağlayacak bir şeyler olmuş olmalıdır. Bu durumda çok uzak yıldızlardan gelen ışık, halihazırda bize ulaşacak kadar zamana sahip olmayacaktır. Bu, geceleyin gökyüzünün neden her yönden akkor parlamadığını açıklar.

Eğer yıldızlar mevcut konumlarında hep vardılarsa, o halde neden yalnızca birkaç milyar yıl önce birdenbire parlamaya başladılar? Bu, Immanuel Kant gibi evrenin

hep var olduğuna inanan filozofları şaşkına çevirmişti. Gelgelelim bu gerçek, insanların çoğu için evrenin, Piskopos Ussher'ın da söylediği gibi, yalnızca birkaç bin yıl önce –büyük oranda şimdikine benzer halde– yaratıldığı fikriyle tutarlılık gösteriyordu. Ancak bu fikirdeki çelişkiler 1920'lerde Wilson Dağına kurulan iki buçuk metrelik teleskopla yapılan gözlemlerle ortaya çıkmaya başladı. İlkin Edwin Hubble nebula adı verilen pek çok sönük ışık beneğinin aslında Güneşimiz benzeri yıldız koleksiyonlarından oluşan, fakat oldukça uzak mesafede bulunan başka galaksiler olduğunu keşfetti. Buna göre söz konusu galaksilerin böylesine küçük ve sönük görünmesi için mesafenin o kadar büyük olması icap ediyordu ki, onlardan gelen ışığın bize ulaşması için milyonlarca, hatta milyarlarca yıl geçmesi gerekiyordu. Dolayısıyla bu çıkarım, evrenin başlangıcının yalnızca birkaç bin yıl önce olamayacağını açıkça gösteriyordu.

Fakat Hubble'ın keşfettiği ikinci şey bundan bile daha etkileyici ve dikkat çekiciydi. Hubble başka galaksilerden gelen ışığı inceleyerek söz konusu galaksilerin bize yaklaştığını mı, yoksa bizden uzaklaştığını mı ölçebilmişti. Kendisini de şaşırtacak şekilde Hubble neredeyse galaksilerin tamamının uzaklaştığını bulmuştu. Ayrıca bu galaksiler bizden ne kadar uzaksa, o kadar hızlı uzaklaşıyorlardı. Başka bir deyişle evren genişliyor. Galaksiler birbirlerinden uzaklaşıyor.

Evrenin genişlediğine dair keşif yirminci yüzyılın en büyük entelektüel devrimlerinden biridir. Bu keşif tamamen beklenmedik bir şekilde ortaya çıktı ve evrenin başlangıcına ilişkin tartışmanın mahiyetini bütünüyle değiştirdi. Galaksiler halihazırda birbirlerinden uzaklaşıyorsa, geçmişte birbirlerine daha yakın olmalıdır. Mevcut genişleme hızından yola çıkarak, galaksilerin aşağı yukarı 10 ila 15 milyar yıl önce birbirlerine oldukça yakın olduğu tahmininde bulunabiliyoruz. Dolayısıyla evren,

her şeyin uzaydaki aynı noktada bulunduğu söz konusu zamanda başlamış gibi görünüyor.

Gelgelelim pek çok bilim insanı evrenin bir başlangıcı olmasından rahatsızlık duymuştu; zira böylesi bir başlangıç fikri fiziğin işlevsiz kaldığına işaret eder görünüyordu. Bu yüzden evrenin nasıl başladığını belirlemek, yaşamı daha kolay kılması bakımından adına Tanrı denilebilecek dışsal bir aktöre başvurmayı gerektiriyordu. Dolayısıyla söz konusu bilim insanları evreni bir başlangıcı olmayacak, ancak mevcut zamanda genişleyecek şekilde betimleyen kuramlar geliştirdiler. Bu kuramlardan biri de Hermann Bondi, Thomas Gold ve Fred Hoyle tarafından 1948 yılında ileri sürülen durağan-hal kuramıydı.

Durağan-hal kuramının altında yatan fikir, galaksiler birbirlerinden uzaklaştıkça, uzay boyunca sürekli yaratıldığı varsayılan maddenin yeni galaksiler oluşturacağıdır. Ancak bu durumda evren ebediyen var olmak ve hep aynı görünmek durumundadır. Bu son özellik gözlemle sınanabilen belirli bir öngörü olmak bakımından önemliydi. Martin Ryle'ın öncülüğündeki Cambridge radyo astronomi topluluğu 1960'ların başında zayıf radyo dalga kaynaklarına ilişkin bir araştırma gerçekleştirdi. Bu kaynaklar gökyüzü boyunca kabaca yeknesak bir şekilde dağılmış bulunuyordu ki, bu da söz konusu kaynakların çoğunun galaksimizin dışında yer aldığını gösteriyordu. Zayıf kaynaklar, ortalamada, daha uzakta konumlanıyordu.

Durağan-hal kuramı radyo dalga kaynaklarının sayısı ile onların yeğinliği arasında bir ilişki olduğu öngörüsünde bulunur. Gelgelelim yapılan gözlemler öngörülenden daha fazla sönük kaynak olduğunu göstermişti ki, bu da kaynakların şiddetinin geçmişte daha yüksek olduğuna işaret ediyordu. Ortaya çıkan bu sonuç, durağan-hal kuramının her şeyin zamanda değişmeden kaldığı şeklindeki temel varsayımına aykırı bir durum teşkil ediyordu. Bu ve başka nedenlerden dolayı durağan-hal kuramı terk edildi.

Evrenin bir başlangıcı olduğu gerçeğinden kaçınmak adına ortaya koyulan bir başka girişim de geçmiş bir büzüşme evresinin olduğu, fakat dönme ve yerel düzensizliklerden ötürü evrende bulunan maddenin tamamının aynı noktaya çökmediği önerisiydi. Buna göre maddenin farklı kısımları söz konusu evre sırasında birbirlerini ıskalamış ve evren, yoğunluğu hep sonlu kalacak şekilde yeniden genişlemişti. Evgeny Lifshitz ve Isaak Khalatnikov adındaki iki Rus bilim insanı, tam simetri olmadan –yoğunluk sonlu kalacak şekilde– genel bir büzüşmenin her daim aksi yönde bir harekete, eşdeyişle genişlemeye yol açacağını kanıtladıklarını iddia etmişti. Vardıkları bu sonuç Marksist-Leninist diyalektik materyalizm için oldukça uygun ve kullanışlıydı, zira evrenin yaradılışı hakkındaki anlamsız soruları bertaraf ediyordu. Ayrıca diyalektik materyalizme uygunluğundan Lifshitz ve Khalatnikov'un bu iddiası Sovyet bilim insanları için inanç konusu haline de gelmişti.

Kozmolojideki araştırmama Lifshitz ve Khalatnikov'un evrenin bir başlangıcı olmadığına ilişkin çıkarımlarını yayımlamalarıyla hemen hemen aynı zamanda başladım. O sıralar bu sorunun son derece önemli olduğunun farkına varmış, ancak Lifshitz ve Khalatnikov'un ortaya koyduğu argümana ikna olmamıştım.

Çoğumuz olaylara kendinden önce gelen olayların –ki bu olaylara da onlardan önce gelen olayların– neden olduğunu düşünmeye eğilimlidir. Geçmişe uzanan bir nedensellik zinciri olduğu varsayılır. Fakat bu zincirin bir başlangıcı, eşdeyişle bir ilk olay olduğunu düşünün. Bu olaya neden olan nedir? Bu, pek çok bilim insanının sormak istemediği bir soruydu. Söz konusu bilim insanları bu sorudan, ya Ruslar (Lifshitz ile Khalatnikov) ve durağan-hal kuramcıları gibi evrenin bir başlangıcı olmadığını iddia ederek ya da evrenin başlangıcı meselesinin bilimden çok metafizik ve dinin alanına ait olduğu dü-

şüncesini sürdürerek kaçınmaya çalıştılar. Bana kalırsa bu, hiçbir hakiki bilim insanının yer almaması gereken bir konum. Eğer bilim yasaları evrenin başlangıcında askıya alınırsa, o halde başka zamanlarda da başarısız olmazlar mı? Yasa, yalnızca belirli zamanlarda geçerliyse bir yasa olmaktan çıkar. Bence evrenin başlangıcını bilim temelinde anlamaya çalışmalıyız. Bu, gücümüzün ötesinde bir görev olabilir, fakat en azından böylesi bir girişimde bulunmamız gerekiyor.

Roger Penrose ve ben, Einstein'ın genel görelilik kuramının doğru olması ve belirli makul koşulların karşılanması durumunda, evrenin bir başlangıcı olması gerektiğini gösteren geometrik teoremleri kanıtlamayı başardık. Matematiksel bir teoreme karşı çıkmak oldukça zordur, dolayısıyla Lifshitz ve Khalatnikov nihayetinde, evrenin bir başlangıcı olması gerektiğini kabul ettiler. Her ne kadar evrenin bir başlangıcı olduğu fikri komünist düşünce tarafından pek de iyi karşılanmayabilecek olsa da, mevcut ideoloji fizik biliminin karşısında durmayı kesinlikle yasaklıyordu. Zira bomba yapımı için fiziğe ihtiyaç vardı ve işlerin yolunda gitmesi için fizik önemliydi. Gelgelelim Sovyet ideolojisi diğer yandan genetik biliminin gerçekliğini reddederek biyolojinin ilerlemesine mani olmuştu.

Her ne kadar Roger Penrose'la birlikte kanıtladığımız teoremler evrenin bir başlangıca sahip olması gerektiğini gösterse de, söz konusu teoremler bu başlangıcın doğası hakkında pek bir bilgi vermiyordu. Bu teoremler, evrenin bir Büyük Patlamayla, eşdeyişle evrenin tamamının ve içindeki her şeyin sonsuz yoğunluktaki tek bir noktaya sıkıştığı, bir uzay-zaman tekilliğiyle başladığını gösteriyordu. Bu noktada Einstein'ın genel görelilik kuramı işlevsizdir. Dolayısıyla görelilik kuramı evrenin ne şekilde başladığını öngörmek adına kullanılamaz. Böylece bilimin kapsamı dışındaymış gibi görünen evrenin başlangıcı meselesiyle baş başa kalınır.

Evrenin son derece yoğun bir başlangıcı olduğu fikrini doğrulayan gözlemsel kanıt 1965 Ekiminde, benim ilk tekillik sonucumdan birkaç ay sonra, uzaydaki zayıf mikrodalga ardalanının keşfedilmesiyle birlikte geldi. Bu mikrodalgalar mutfaklarınızdaki mikrodalga fırınla aynıdır, fakat bu fırınlara kıyasla çok daha güçsüzdür. Mikrodalgalar pizzanızı yalnızca –270,4 santigrat dereceye kadar ısıtır ki, bu sıcaklık bırakın pizzayı pişirmeyi üzerindeki buzu çözmek için bile yeterli değildir. Esasında söz konusu mikrodalgaları kendiniz de gözlemleyebilirsiniz. Tüplü televizyonları hatırlayanlarınız bu mikrodalgaları neredeyse kaçınılmaz şekilde gözlemlemiştir. Televizyonunuzda boş bir kanala geldiğinizde, ekranda gördüğünüz karlı görüntünün küçük bir yüzdesine söz konusu mikrodalgalar neden olur. Mikrodalgalara ilişkin akla yatkın yegâne yorum, ışımasının oldukça sıcak ve yoğun bir erken evreden artakaldığıdır. Evren genişledikçe ışıma, bugün gözlemlediğimiz sönük kalıntısına gelene kadar soğumuştur.

Evrenin bir tekillikle başladığı benim ya da bir dizi başka insanın memnun olduğu bir fikir değildi. Einstein'ın genel görelilik kuramının Büyük Patlama yakınında işlevsiz kalmasının nedeni onun klasik kuram dediğimiz bir kuram olmasıdır. Bir başka deyişle bu kuram, sağduyu gereği açıkça göründüğü şekliyle, her parçacığın iyi-tanımlanmış bir konuma ve iyi-tanımlanmış bir hıza sahip olduğunu kesin olarak varsayar. Böylesi bir klasik kurama göre, evrenin tek bir anındaki tüm parçacıkların konumu ve hızı bilindiği takdirde bu parçacıkların geçmiş ya da gelecekteki herhangi bir anda konumları ve hızları da hesaplanabilir. Gelgelelim yirminci yüzyılın başlarında bilim insanları oldukça kısa mesafeler söz konusu olduğunda ne olup bittiğini tam olarak hesaplayamadıklarını fark ettiler. Sorun daha iyi kuramlara ihtiyaçları olması değildi. Kuramlarımız ne kadar iyi olursa olsun doğada ortadan kaldırılamayan belirli bir seviyede

rastlantısallık ya da belirsizlik mevcut görünüyor. Bu durum 1927 yılında Alman bilim insanı Werner Heisenberg tarafından ileri sürülen Belirsizlik İlkesiyle özetlenebilir. Bir parçacığın hem konumu hem de hızı aynı anda tutarlı bir şekilde öngörülemez. Konum ne kadar tutarlı bir şekilde öngörülürse, hız o kadar az tutarlılıkla öngörülebilir; aynı durum tersi için de geçerlidir.

Einstein evrene şansın hükmettiği fikrine şiddetle karşı çıkmıştı. Onun bu konuya ilişkin düşünceleri şu ifadesinde toplanır: "Tanrı zar atmaz." Fakat mevcut tüm kanıtlar Tanrı'nın tam bir kumarbaz olduğunu gösteriyor. Öyle ki evren her durumda zarların atıldığı ya da rulet tekerleğinin döndürüldüğü devasa bir kumarhane gibidir. Bir kumarhane sahibi her zar atıldığında ya da rulet tekerleği döndürüldüğünde para kaybetme riskine sahiptir. Ancak çok sayıda bahisin ardından ihtimaller ortalamaya ulaşır ve kumarhane sahibi bu ortalamanın kendi lehine olduğundan emin olur. Kumarhane sahiplerine karşı kazanma şansınız yalnızca tüm paranızı birkaç zar atışına ya da rulet tahtasındaki tek bir rakama yatırmaktır.

Evren için de aynı durum geçerlidir. Evren büyük olduğu zaman, çok sayıda zar atışı söz konusudur ve sonuçlar öngörülebilir ortalama bir rakama ulaşır. Ancak evren oldukça küçük olduğunda yalnızca az sayıda zar atışı vardır ve bu noktada Belirsizlik İlkesi oldukça önemlidir. Dolayısıyla evrenin başlangıcını anlamak için Belirsizlik İlkesinin, Einstein'ın genel görelilik kuramıyla birleştirilmesi gerekir. Söz konusu birleşme en azından son otuz yıldır kuramsal fizikte üstesinden gelinmeye çalışılan büyük meydan okumalardan biri. Henüz bu problemi çözmüş olmasak da, fazlasıyla ilerleme kaydetmiş durumdayız.

Geleceği öngörmeye çalıştığımızı varsayın. Bir parçacığın konum ve hız kombinasyonunun yalnızca bir kısmını bildiğimiz için parçacıkların gelecekteki konumları

ve hızları hakkında kesin öngörülerde bulunamayız. Yapabileceğimiz yegâne şey konum ve hızın belirli kombinasyonlarına bir olasılık atfetmektir. Dolayısıyla evrenin belirli bir geleceği için tayin edilen bir olasılık söz konusudur. Fakat şimdi de aynı yolla geçmişi anlamaya çalıştığımızı varsayın.

Halihazırda yapabileceğimiz tek şey, gözlemlerin doğası göz önünde bulundurulduğunda, evrenin belirli bir geçmişine bir olasılık atfetmektir. Dolayısıyla evren, her biri kendi olasılığını içeren çok sayıda olası geçmişe sahip olmalıdır. Her ne kadar düşük bir olasılık da olsa evrenin, İngiltere'nin Dünya Kupasını yeniden kazandığı bir geçmişi vardır. Evrenin birçok geçmişe sahip olduğu şeklindeki bu fikir, kulağa bilimkurgu gibi gelse de, halihazırda bilimsel gerçek olarak kabul edilmekte. Bunu, California Teknoloji Enstitüsü (Caltech) gibi son derece saygın bir yerde çalışmış ve aynı zamanda yol kenarındaki bir striptiz kulübünde bongo çalmış olan Richard Feynman'a borçluyuz. Feynman'ın şeylerin nasıl çalıştığını anlamak adına ortaya koyduğu yaklaşım, her olası geçmişe belirli bir olasılık atfetmek ve ardından bu fikri öngörülerde bulunmak için kullanmaktır. Bu yaklaşım geleceği öngörmek konusunda olağanüstü iyi çalışır. Dolayısıyla bunun, geçmişe ilişkin çıkarım yapmak için de çalıştığını farz ediyoruz.

Bilim insanları şimdilerde Einstein'ın genel görelilik kuramı ile Feynman'ın çoklu geçmişler fikrini, evrende olup biten her şeyi açıklayacak bütünlüklü bir birleşik kuramda bir araya getirmeye uğraşıyor. Bu birleşik kuram, evrenin –belirli bir andaki halini bilirsek– nasıl evrileceğini hesaplamamıza olanak sağlayacak. Ancak birleşik kuram kendi başına evrenin nasıl başladığını ya da başlangıç durumunun ne olduğunu bize söylemeyecektir. Bu noktada fazladan bir şeye ihtiyaç vardır. Bunun için sınır koşullar olarak bilinen, evrenin sınırlarında, eşde-

yişle uzay ve zamanın bitiminde ne olup bittiğini bize söyleyen şeylere ihtiyacımız var. Gelgelelim evrenin sınırı normal bir uzay ve zaman noktası olsaydı, söz konusu noktayı geçebilir ve ötesindeki bölgenin evrenin parçası olduğunu iddia edebilirdik. Diğer taraftan evrenin sınırı, uzayın veya zamanın kıvrıldığı ve yoğunluğun sonsuz olduğu girintili-çıkıntılı bir uçta olsaydı, bu durumda anlamlı sınır koşullar belirlemek son derece güç olurdu. Dolayısıyla hangi sınır koşullara ihtiyaç olduğu açık değildir. Zira belirli sınır koşulları, başka sınır koşullara tercih etmek için ortada herhangi bir mantıksal zemin yokmuş gibi görünür.

Fakat Santa Barbara'daki California Üniversitesinden Jim Hartle'la birlikte üçüncü bir olasılık olduğunu fark ettik. Belki de evren, uzay ve zamanda hiçbir sınıra sahip değildi. İlk bakışta bu, daha öncesinde bahsettiğim geometrik teoremlerle doğrudan çelişki içindeymiş gibi görünür. Bu teoremler evrenin bir başlangıca, zamanda bir sınıra sahip olması gerektiğini gösteriyordu. Gelgelelim Feynman'ın tekniklerini matematiksel olarak iyi tanımlanmış kılmak için matematikçiler sanal zaman adı verilen bir kavram geliştirdiler. Sanal zamanın, deneyimlediğimiz gerçel zamanla hiçbir ilgisi yoktur. Bu, hesaplamaların çalışması için yapılan matematiksel bir hiledir ve deneyimlediğimiz gerçel zamanın yerini alır. Bizim düşüncemiz, sanal zamanda herhangi bir sınır olmadığı şeklindeydi. Bu düşünce aynı zamanda sınır koşullar bulma uğraşına da bir son getiriyordu. Buna Jim Hartle'la birlikte sınırsızlık önerisi adını verdik.

Eğer evrenin sınır koşulu, onun sanal zamanda herhangi bir sınırı olmadığıysa, bu durumda evren yalnızca tek bir geçmişe sahip olmayacaktır. Sanal zamanda çok sayıda geçmiş mevcuttur ve bu geçmişlerin her biri gerçel zamanda bir geçmiş belirler. Böylece evren için söz konusu olan oldukça çok sayıda geçmişe sahibizdir. Peki,

içinde yaşadığımız belirli bir geçmişi ya da geçmişler dizisini evrenin olası tüm geçmişler kümesinden ayıran nedir? Hemen farkına varabileceğimiz bir nokta, evren için söz konusu olası geçmişlerin çoğunun –insanlığın gelişimi için de özsel olan– galaksilerin ve yıldızların oluştuğu olaylar dizisine yol açmayacağıdır. Akıllı varlıkların galaksiler ya da yıldızlar olmadan da gelişme ihtimali olsa da, bu pek de olası görünmüyor. Dolayısıyla "Evren neden halihazırda olduğu gibidir?" sorusunu sorabilen varlıklar olarak var olduğumuz gerçeği, içinde yaşadığımız geçmişe bir sınırlama getirir. Bunun ima ettiği şey mevcut geçmişin olası geçmişler arasında galaksileri ve yıldızları içeren azınlık içinde yer aldığıdır. Bu, İnsancıl İlke (Antropik İlke) dediğimiz şeye bir örnek de teşkil eder. İnsancıl İlke, evrenin aşağı yukarı gördüğümüz şekliyle olması gerektiğini, zira bundan farklı olsaydı onu gözlemleyecek kimse olmayacağını ifade eder.

Pek çok bilim insanı İnsancıl İlkeyi özsel olmayan argümanlara sahip ve öngörüsel güçten yoksunmuş gibi göründüğü için beğenmez. Gelgelelim İnsancıl İlke kesin bir formülasyon sağlayabilir ve evrenin kökeni meselesi söz konusu olduğunda özsel bir öneme sahip görünür. Bütünlüklü bir birleşik kuram için en iyi adayımız olan M-kuramı, evren için oldukça çok sayıda olası geçmişe izin verir. Ancak bu geçmişlerin pek çoğu akıllı yaşamın gelişmesi için pek de uygun olmayan yapıdadır. Bunlar ya boş ya da oldukça kısa süre dayanan veya fazlasıyla çarpık ya da belirli yollardan yanlış geçmişlerdir. Yine de Richard Feynman'ın çoklu geçmişler fikrine göre içinde yaşamın olmadığı bu geçmişler oldukça yüksek bir olasılığa sahip olabilir.

Esasında akıllı varlıkları içermeyen kaç geçmiş olduğu bizi pek de ilgilendirmiyor. Asıl ilgilendiğimiz belirli bir düzeyinde akıllı yaşamın geliştiği geçmişlerdir. Söz konusu akıllı yaşamın insan benzeri olmasına hiç ihtiyaç

yok. Küçük yeşil adamlar da aynı şekilde iş görür. Hatta biz insanlardan daha iyi bile olabilir. Zira insan ırkı akıllı davranış konusunda çok da iyi bir sicile sahip değil.

İnsancıl İlkenin gücünün örneği olarak uzaydaki yönlerin sayısını ele alın. Üç boyutlu uzayda yaşadığımız ortak bir deneyim konusudur. Bu da uzaydaki bir noktanın konumunu üç rakamla/nicelikle temsil edebileceğimiz anlamına gelir. Sözgelimi enlem, boylam ve deniz seviyesinden yükseklik gibi. Fakat uzay neden üç boyutludur? Neden bilimkurguda olduğu gibi iki, dört ya da farklı sayıda boyuta sahip değildir? Aslına bakılırsa M-kuramında uzay on boyuta (ve kuramın kendisi de bir zaman boyutuna) sahiptir; fakat on uzaysal yönün yedisinin, geriye geniş ve neredeyse düz üç yön bırakacak şekilde çok küçük bir büyüklüğe büküldüğü düşünülür. Bu tıpkı bir pipet için söz konusu olan duruma benzer. Bir pipetin yüzeyi iki boyutludur. Fakat yönlerden biri küçük bir daireye bükülmüştür, dolayısıyla uzak bir mesafeden pipet tek boyutlu bir çizgi gibi görünür.

Peki neden boyutlardan sekizinin, geriye yalnızca farkına vardığımız iki boyutu bırakacak şekilde, küçük bir büyüklüğe büküldüğü bir geçmişte yaşamıyoruz? İki boyutlu bir hayvan yediği yiyeceği sindirmek konusunda oldukça güçlük çekerdi. Bu hayvan bizde olduğu gibi vücudundan geçen bir bağırsağa sahip olsaydı, bu, söz konusu hayvanı ikiye ayırır ve zavallı yaratık paramparça olurdu. Dolayısıyla iki düz yön, akıllı yaşam kadar karmaşık bir şeyin var olması için yeterli değildir. Burada üç uzay boyutuna özgün olan bir şey vardır. Üç boyutta gezegenler yıldızlar etrafında sabit yörüngelere sahip olabilir. Bu, Robert Hooke tarafından 1965'te keşfedilen ve Isaac Newton'ın detaylandırdığı ters kare yasasına itaat eden kütleçekimin bir sonucudur. Belirli bir uzaklıktaki iki cismin kütleçekimsel çekimini düşünün. İki cisim arasındaki söz konusu uzaklık iki katına çıkarılırsa bunlar

arasındaki kütleçekim kuvveti yarıya düşer. Aynı şekilde uzaklık üç katına çıkarılırsa kuvvet dokuza, dört katına çıkarılırsa da kuvvet on altıya bölünür ve bu böyle devam eder. Bu durum sabit gezegen yörüngelerinin oluşmasını sağlar. Şimdiyse dört uzay boyutu olduğunu düşünün. Burada kütleçekim bir ters küp yasasına uyacaktır. Böylesi bir uzayda iki cisim arasındaki uzaklık iki katına çıkarıldığında kuvvet dokuza, üç katına çıkarıldığında kuvvet yirmi yediye ve dört katına çıkarıldığındaysa altmış dörde bölünür. Ters küp yasasına yapılan bu değişiklik, gezegenlerin kendi güneşleri etrafında sabit yörüngelere sahip olmasına mani olur. Bu durumda gezegenler ya kendi güneşlerine düşerler ya da yörünge dışındaki karanlığa ve soğuğa kaçarlar. Benzer şekilde atomlardaki elektronların yörüngeleri de sabit olmaktan çıkar ve dolayısıyla bildiğimiz şekliyle madde var olmaz. Böylece, her ne kadar çoklu geçmişler fikri herhangi sayıda neredeyse düz yönlere izin verse de, yalnızca üç düz yöne sahip geçmişler akıllı varlıkları içerecektir. Bir başka deyişle yalnızca böylesi geçmişlerde "Neden uzay üç boyuta sahiptir?" sorusu sorulabilecektir.

Büyük Patlamadan önce ne vardı?

Sınırsızlık önerisine göre Büyük Patlamadan önce ne olduğunu sormak –Güney Kutbunun güneyinde ne olduğunu sormaya benzer şekilde– anlamsızdır; zira ortada gönderimde bulunulabilecek herhangi bir zaman nosyonu yoktur. Zaman kavramı yalnızca evrenimizin içinde ve onunla birlikte vardır.

Evrenin gözlemlediğimiz kayda değer özelliklerinden biri Arno Penzias ve Robert Wilson tarafından keşfedilen mikrodalga ardalanıyla ilgilidir. Mikrodalga ardalanı esasında evrenin çok erken evresinde nasıl olduğuna ilişkin bir fosil kalıntıdır. Bu ardalan hangi yönden bakıldığından bağımsız olarak neredeyse hep aynıdır. Farklı yönler arasındaki farklar yaklaşık 100.000 birimde birdir. Söz konusu farklar son derece küçüktür ve bir açıklamaya ihtiyaç duyar. Bu düzgünlük için genel kabul gören açıklama, evrenin geçmişinin çok erken evresinde en azından bir milyar kere milyar kere milyar mertebe kadar, oldukça hızlı bir genişleme sürecinden geçtiğidir. Bu süreç şişme (enflasyon) olarak bilinir; ki bu süreç, bizi sürekli mağdur eden fiyatların şişmesinden farklı olarak, evren için iyi bir şeydir. Ancak durum sadece bundan ibaret olsaydı mikrodalga ışıması hangi yönden bakılırsa bakılsın bütünüyle aynı olurdu. O halde söz konusu ufak farklılıklar nereden geliyor?

1982'nin başlarında söz konusu farkların şişme sürecindeki kuantum dalgalanmalarından kaynaklandığını ileri süren bir makale kaleme aldım. Kuantum dalgalanmaları Belirsizlik İlkesinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bununla birlikte söz konusu dalgalanmalar evrenimizdeki yapılar –eşdeyişle galaksiler, yıldızlar ve bizler– için de temel oluşturur. Bu fikir 1970'lerde öngördüğüm bir kara delik ufkundan gelen Hawking ışımasıyla temelde aynı mekanizmaya sahiptir, ancak aradaki tek fark bu ışımanın bir kozmolojik ufuktan, eşdeyişle evreni görebildiğimiz ve gözlemleyemediğimiz kısımlara ayıran yüzeyden gelmesidir. 1983 Yazında Cambridge'te bu alandaki bütün büyük isimlerin katıldığı bir çalıştay düzenledik. Bu buluşmada galaksi oluşumuna ve dolayısıyla varoluşumuza yol açan tüm önemli yoğunluk dalgalanmaları da dahil olmak üzere, evrene ilişkin mevcut şişme modelimizin çoğunu oluşturduk. Farklı kişiler nihai yanıta katkıda bulundular. Bu,

mikrodalga göğündeki dalgalanmaların 1993'te COBE uydusu tarafından keşfedilmesinden on yıl önceydi; dolayısıyla kuram deneyin çok önünde geliyordu.

Kozmoloji aradan geçen on yılın ardından, WMAP uydusundan 2003'te gelen ilk sonuçlarla birlikte, kesin bir bilim halini aldı. WMAP kozmik mikrodalga göğünün sıcaklığının mükemmel bir haritasını –evrenin halihazırdaki yaşının yaklaşık yüzde biri öncesindeki döneminden bir görüntü– sağladı. Kozmik mikrodalga ardalanında gördüğümüz düzensizliklerin şişme kaynaklı olduğu öngörülüyor ve bu düzensizlikler, evrenin bazı bölgelerinin diğer bölgelere kıyasla ufak da olsa daha yüksek bir yoğunluğa sahip olduğu anlamına geliyor. Fazladan yoğunluğun kütleçekimsel çekimi söz konusu bölgenin genişlemesini yavaşlatır ve bu fazlalık nihayetinde bölgenin galaksileri ve yıldızları oluşturmak üzere çökmesine neden olabilir. Onun için mikrodalga göğü haritasına dikkatlice bakın. Zira bu harita, evrendeki tüm yapılar için şablon niteliğindedir. Bizler erken evrendeki kuantum dalgalanmalarının ürünüyüz. Dolayısıyla Tanrı, hiç kuşku yok ki, zar atıyor.

Artık WMAP'ın yerini alan ve evrenin çok daha yüksek bir çözünürlükte haritasını sunan Planck uydusu var. Planck uydusu kuramlarımızı ciddi bir şekilde sınıyor ve şişme kaynaklı olduğu öngörülen kütleçekim dalgalarının izini bir gün tespit etmesi mümkün. Bu iz gökyüzüne yayılmış olan kuantum kütleçekimi olacaktır.

Bizimkinden başka evrenler de olabilir. M-kuramı, her biri çok sayıda farklı olası geçmişe karşılık gelen evrenlerin büyük bir çoğunluğunun hiçlikten yaratıldığını öngörür. Her bir evren, şimdiye ve geleceğe yaşlandıkça çok sayıda olası geçmişe ve olası hale sahiptir. Bu hallerden çoğu gözlemlediğimiz evrenden oldukça farklı olacaktır.

LHC parçacık hızlandırıcısında –Cenevre, CERN'de bulunan Büyük Hadron Çarpıştırıcısında [Large Hadron

Collider]– M-kuramı adına ilk kanıtı görmemiz için hâlâ umut var. M-kuramı açısından LHC yalnızca düşük enerjilerde ölçüm yapsa da, biz yine de süpersimetri gibi bir temel kuramın daha zayıf bir sinyalini görme şansına sahip olabiliriz. Düşüncem o ki, bilinen parçacıklar için süpersimetrik çiftlerin keşfi, evren anlayışımızda kökten bir değişim yaratacak.

2012'de Cenevre, CERN'deki LHC tarafından Higgs parçacığının keşfedildiği duyuruldu. Bu, yirmi birinci yüzyıldaki yeni bir temel parçacığın ilk keşfiydi. LHC'nin süpersimetriyi keşfedeceğine dair hâlâ biraz umut var. Fakat LHC herhangi bir yeni temel parçacık keşfetmese bile, halihazırda planlanan yeni nesil hızlandırıcılar süpersimetriyi bulabilir.

Evrenin Sıcak Büyük Patlamadaki başlangıcının kendisi, M-kuramını ve uzay-zaman ile maddenin yapıtaşlarına ilişkin fikirlerimizi sınamak için en iyi yüksek enerji laboratuvarıdır. Farklı kuramlar evrenin mevcut yapısında geriye farklı parmak izleri bırakır, dolayısıyla astrofiziksel veri doğanın tüm kuvvetlerini birleştirmeye ilişkin bizlere ipucu sağlayabilir. Bu bakımdan her ne kadar başka evrenler pekâlâ mevcut olabilse de ne yazık ki onları keşfetme şansına hiçbir zaman sahip olamayacağız.

Evrenin kökeni hakkında birtakım konulara değindik. Fakat bu geriye iki büyük soru bıraktı: Evrenin sonu gelecek mi? Evren biricik mi?

Evrenin olası geçmişlerinin gelecekteki davranışı ne olacak? Akıllı varlıkların ortaya çıkışıyla bağdaştırılabilir çeşitli olasılıklar mevcutmuş gibi görünüyor. Bunlar evrendeki madde miktarına bağlıdırlar. Eğer ortada belirli bir kritik miktardan daha fazla madde varsa, bu durumda galaksiler arasındaki kütleçekimsel çekim genişlemeyi yavaşlatacaktır.

Nihayetinde galaksiler birbirlerine doğru düşecek ve hepsi bir Büyük Çöküşte [*Big Crunch*] bir araya gelecek.

Bu, evrenin gerçel zamandaki geçmişinin de sonu olacak. Uzak Doğuda bulunduğum sırada, piyasada yaratabileceği etkiden ötürü, Büyük Çöküşten bahsetmemem istenildi. Ama Büyük Çöküş hikâyesi bir şekilde sızdığı için piyasalar yine de çöktü. İngiltere'de insanlar yirmi milyar yıl sonraki olası bir sondan pek de endişe duymuyormuş gibi görünüyor. Bu sondan önce istediğiniz kadar yiyip içebilir ve eğlenebilirsiniz.

Eğer evrenin yoğunluğu kritik değerin altındaysa, kütleçekim galaksilerin sonsuza dek kopmasına engel olmak için oldukça zayıf olacaktır. Bu durumda tüm yıldızlar yakıtlarını tüketecek ve evren gitgide daha boş ve daha soğuk bir yer haline gelecektir. Dolayısıyla yine, daha az dramatik bir yolla da olsa her şeyin sonu gelecektir. Ancak böylesi bir sonla karşılaşmadan önce yine de birkaç milyar yılımız daha var.

"Her şey nasıl başladı?" sorusuna verdiğim bu yanıtta evrenimizin kökenini, geleceğini ve doğasını kısmen açıklamaya çalıştım. Evren geçmişte küçük ve yoğundu, dolayısıyla bölümün başında sözü geçen ceviz kabuğuna oldukça benzerdir. Yine de bu ceviz, gerçel zamanda olup biten her şeyi kodlar. Dolayısıyla Hamlet oldukça haklıydı. Bir ceviz kabuğuna bile sığabilir ve yine de kendimizi sonsuz uzayın kralı sayabiliriz.

3

EVRENDE BİZDEN BAŞKA AKILLI YAŞAM VAR MI?

Evrende yaşamın, özellikle de akıllı yaşamın gelişimi üzerine biraz kafa yormak istiyorum. Bu konuya, her ne kadar tarih boyunca davranışları oldukça aptalca ve türünün hayatta kalmasına yardımcı olmak için hesaplanmamış olsa da, insan ırkını da dahil edeceğim. Burada tartışacağım iki soru "Evrenin başka bir yerinde yaşamın var olma olasılığı nedir?" ve "Gelecekte yaşam nasıl gelişebilir?" olacak.

Şeylerin zaman geçtikçe daha düzensiz ve kaotik bir hal aldığı ortak bir deneyim konusudur. Bu gözlem aynı zamanda, termodinamiğin ikinci yasası olarak bilinen kendi yasasına da sahiptir. Bu yasaya göre evrendeki toplam düzensizlik miktarı ya da diğer bir deyişle entropi zamanla sürekli artar. Ancak yasa yalnızca toplam düzensizlik miktarına gönderimde bulunur. Kişinin bedenindeki düzen, onu çevreleyen şeylerdeki *düzensizliğin* büyük bir miktarda artması koşuluyla artabilir.

Yaşayan bir varlıkta olup biten de budur. Yaşamı, kendini düzensizlik eğilimine karşı sürdürebilen ve kendini yeniden üretebilen düzenli bir sistem olarak tanımlayabiliriz. Yani yaşam, benzer fakat birbirinden bağımsız düzenli sistemler oluşturabilir. Tüm bunları yapmak için sistemin düzenli bir formda bulunan enerjiyi –örneğin yiyecek, güneş ışığı ya da elektrik enerjisi gibi– ısı formundaki düzensiz enerjiye dönüştürmesi gerekir. Bu yolla sis-

tem, toplam düzensizlik miktarı artarken, aynı zamanda kendinde ve yavrularındaki düzeni artırmak için gerekli olan koşulları yerine getirebilir. Bu kısmen, her yeni çocuğu olduğunda evindeki dağınıklığı gitgide artan bir aileye benzer.

Sizin ya da benim gibi yaşayan bir varlık genellikle iki unsura sahiptir: birinci unsur, sisteme nasıl işlemesi ve nasıl kendini yeniden üretmesi gerektiğini söyleyen talimatlar kümesi, ikincisiyse bu talimatları yerine getirecek bir mekanizmadır. Biyolojide bu iki kısım genler ve metabolizma olarak adlandırılır. Fakat bu noktada söz konusu unsurların biyolojik olmasına gerek olmadığını vurgulamakta fayda var. Sözgelimi bir bilgisayar virüsü, herhangi bir bilgisayar hafızasında kendi kopyasını yapan ve kendini başka bilgisayarlara transfer eden bir programdır. Dolayısıyla bilgisayar virüsü de yaşayan bir sistem için verdiğim tanıma uyar. Biyolojik bir virüs gibi, oldukça dejenere bir formdur, zira yalnızca talimatlar ya da genler içerir ve kendine ait herhangi bir metabolizmaya sahip değildir. Bunun yerine ana bilgisayarın ya da hücrenin metabolizmasını yeniden programlar. Virüslerin yaşam formu olarak kabul edilip edilmemesi gerektiği, parazit oldukları ve konakçılarından bağımsız olarak var olamadıkları için bazı insanlar tarafından sorgulandı. Fakat diğer taraftan, bizimki de dahil olmak üzere pek çok yaşam formu, beslendiği ve hayatta kalmak için başka yaşam formlarına bağlı olduğu için parazittir. Benim düşüncem bilgisayar virüslerinin yaşam olarak kabul edilmesi gerektiği yönünde. Belki de bu, bugüne kadar yarattığımız tek yaşam formunun saf yıkıcı olması bakımından insan doğası hakkında bir şeyler söylüyordur. Kaldı ki kendi suretimizde yaşam üretmekten söz ediyoruz. Ancak elektronik yaşam formları konusuna daha sonra döneceğim.

Normalde "yaşam" olarak düşündüğümüz şey, nitrojen veya fosfor gibi birkaç başka atomla birlikte, karbon

atomu zincirlerine bağlıdır. Bununla birlikte sözgelimi silisyum gibi başka bir kimyasal temelde yaşamın olabileceği de iddia edilebilir, fakat karbon en zengin kimyaya sahip olduğu için yaşamın ortaya çıkması için en elverişli zeminmiş gibi görünüyor. Karbon atomlarının sahip oldukları özelliklerle var olabilmesi, sözgelimi QCD ölçeği, elektrik yük ve hatta uzay-zaman boyutu gibi fiziksel sabitlerin bir ince ayarına gerek duyar. Eğer söz konusu sabitler önemli ölçüde farklı değerlere sahip olsaydı, ya karbon atomunun çekirdeği sabit olmazdı ya da elektronlar çekirdeğin üzerine çökerdi. İlk bakışta evrenin böylesine tıkırında işlemesi olağanüstü görünür. Belki de bu, evrenin, insan ırkını üretmek için özellikle tasarlandığının kanıtıdır. Fakat evrene ilişkin kuramlarımızın varoluşumuzun bizatihi kendisiyle bağdaştırılabilir olması gerektiğini ifade eden İnsancıl İlke gereği, böylesi argümanlar ortaya sürmeden evvel dikkatli olunmalıdır. Bu fikir, evren yaşam için elverişli olmasaydı, onun neden böyle ince ayarlanmış olduğunu soramayacağımız şeklindeki kendinden menkul gerçeğe dayanır. Bu noktada İnsancıl İlkenin Güçlü ya da Zayıf versiyonuna başvurulabilir. Güçlü İnsancıl İlkede, her biri fiziksel sabitlerin farklı değerlerine sahip olmak üzere çok sayıda farklı evren bulunduğu varsayılır. Bu evrenlerin küçük bir sayısında, söz konusu değerler yaşayan sistemlerin yapıtaşları olarak görev görebilecek olan karbon atomları gibi nesnelerin varoluşuna izin verir. Yaşamamız için söz konusu evrenlerden birinde olmamız zorunlu olduğu için de fiziksel sabitlerin ince ayarlanmış olduğundan şaşkınlık duymamamız gerekir. Çünkü bu şekilde olmasalardı, bizler burada olmazdık. Dolayısıyla İnsancıl İlkenin güçlü versiyonu çok da tatmin edici değildir. Zira diğer tüm evrenlerin varoluşuna nasıl bir işlevsel anlam verilebilir ki? Bununla birlikte söz konusu evrenler bizimkinden ayrıysa, bu durumda nasıl olur da onlarda olup bitenler

bizim evrenimizi etkiler? Bunun yerine Zayıf İnsancıl İlke olarak bilinen ilkeyi kabul edeceğim. Yani fiziksel sabitlerin değerini olduğu gibi kabul edeceğim. Fakat evrenin geçmişinin bu aşamasında içinde yaşadığımız gezegende yaşamın var olduğu olgusundan ne tür sonuçlar çıkarılabileceğine de bakacağım.

Evren yaklaşık 13,8 milyar yıl önce Büyük Patlamayla başladığında ortada karbon yoktu. Evren öylesine sıcaktı ki, mevcut olan tüm madde proton ve nötron adı verilen parçacık formundaydı. Başlangıçta eşit sayıda proton ve nötron bulunuyordu. Ancak evren genişledikçe aynı zamanda soğumaya da başladı. Büyük Patlamadan yaklaşık bir dakika sonra sıcaklık aşağı yukarı bir milyar derece – Güneşin sıcaklığının yüz katı kadar– düştü. Bu sıcaklıkta nötronlar, daha fazla protona bozunmaya başlarlar.

Eğer durum tamamen bundan ibaret olsaydı, bu durumda evrendeki maddenin tamamı çekirdeğinde tek bir proton bulunduran en basit elementten, eşdeyişle hidrojenden oluşurdu. Gelgelelim nötronların bir kısmı protonlarla çarpıştı ve çekirdeğinde iki proton ile iki nötron bulunduran, hidrojenden sonraki en basit elementi, yani helyumu oluşturmak üzere birbirlerine yapıştı. Fakat erken evrende karbon ya da oksijen gibi daha ağır elementler oluşmamıştır. Yalnızca hidrojen ve helyumdan yaşayan bir sistem inşa edilebileceğini düşünmek oldukça zordur; kaldı ki erken evren, molekülleri oluşturmak üzere atomların bir araya gelmesi için hâlâ oldukça sıcaktı.

Bunun ardından evren genişlemeye ve soğumaya devam etti. Fakat bazı bölgeler diğerlerine kıyasla bir miktar daha yüksek yoğunluğa sahipti ve buradaki fazladan maddenin yarattığı kütleçekimsel çekim söz konusu bölgelerdeki genişlemenin yavaşlamasına ve nihayetinde durmasına neden oldu. Böylelikle bu bölgeler, Büyük Patlamadan iki milyar yıl sonra, galaksileri ve yıldızları oluşturmak üzere çökmeye başladılar. Erken evrendeki

yıldızların bir kısmı Güneşimizden daha büyük kütleli ve daha sıcaktı; bu yıldızlar başlangıçta sahip oldukları hidrojen ve helyumu karbon, oksijen ve demir gibi daha ağır elementlere yaktılar. Bu süreç yalnızca birkaç yüz milyon yıl almış olmalı. Bundan sonraysa yıldızların bazıları süpernova olarak patlamış ve sonraki yıldız nesillerinin hammaddesini oluşturacak olan söz konusu ağır elementleri uzaya geri yollamıştı.

Diğer yıldızlar, etraflarında gezegenlerin dönüp dönmediğini doğrudan göremeyeceğimiz kadar uzaktadırlar. Gelgelelim söz konusu yıldızların etrafındaki gezegenleri keşfetmemize olanak tanıyan iki teknik mevcuttur. İlki yıldıza bakıp ondan gelen ışık miktarının sabit olup olmadığını görmektir. Eğer bir gezegen yıldızın önüne geçerse, yıldızdan gelen ışık az miktarda belirsizleşecektir. Bir başka deyişle yıldız biraz loşlaşacaktır. Bu durum düzenli olarak gerçekleşiyorsa bunun nedeni bir gezegenin yörüngesinin sürekli olarak yıldızın önünden geçiyor olmasıdır. İkinci bir yöntemse yıldızın konumunu tutarlı bir şekilde ölçmektir. Eğer bir gezegen yıldızın etrafında dönüyorsa, söz konusu gezegen yıldızın konumunda küçük bir yalpalamaya yol açacaktır. Bu gözlemlenebilir bir harekettir ve söz konusu yalpalama düzenliyse bunun, bir gezegenin yıldızın etrafında dönüyor olması kaynaklı olduğu sonucu çıkarılır. Söz konusu yöntemler ilk kez bundan yirmi yıl önce uygulanmaya başlandı ve şimdiye kadar uzak yıldızların etrafında dönen birkaç bin gezegen keşfedildi. Her beş yıldızdan birinin etrafında, bildiğimiz şekliyle yaşama uygun olacak uzaklıkta dönen Dünya-benzeri bir gezegen olduğu tahmin ediliyor. Bizim güneş sistemimiz bundan dört buçuk milyar yıl önce ya da diğer bir deyişle Büyük Patlamadan yaklaşık dokuz milyar yıl sonra daha önceki yıldızların kalıntılarını içeren gazdan oluştu. Dünyaysa büyük oranda, karbon ve oksijen de dahil olmak üzere, daha ağır elementlerden mey-

dana geldi. Bir şekilde bu atomlardan bazıları da DNA molekülleri formunda birleşti. DNA molekülü 1950'lerde Francis Crick ve James Watson'ın Cambridge, New Museum'daki bir barda keşfettiği meşhur ikili sarmal yapıya sahiptir. Sarmaldaki iki zinciri nükleik asit çiftleri birbirine bağlar. Adenin, sitozin, guanin ve timin olmak üzere dört tür nükleik asit mevcuttur. Zincirin bir tarafındaki adenin her zaman diğer zincirdeki timinle ve aynı şekilde guanin de sitozinle eşleşir. Böylece bir zincir üzerindeki nükleik asit dizisi, diğer zincir üzerinde benzersiz, tamamlayıcı bir dizi tanımlar. İki zincir daha sonra ayrılabilir ve her biri başka zincirler oluşturmak üzere bir şablon görevi görür. Dolayısıyla DNA molekülleri nükleik asit dizilerinde kodlanmış olan genetik bilgiyi yeniden üretebilir. Bununla birlikte dizinin bölümleri, söz konusu dizide kodlanmış olan talimatları yerine getirebilen ve DNA'nın kendini yeniden üretmesi için gerekli hammaddeyi bir araya getiren proteinleri ve diğer kimyasalları oluşturmak üzere de kullanılabilir.

Daha önce de söylediğim gibi DNA moleküllerinin ilk kez nasıl ortaya çıktığını bilmiyoruz. Bir DNA molekülünün rastlantısal dalgalanmalar sonucu oluşma ihtimali çok düşük olduğu için bazıları Dünyaya yaşamın başka bir yerden geldiğini –örneğin gezegenler henüz mevcut yörüngelerinde değilken Mars'tan kopan kaya parçalarının yaşamı buraya getirdiğini– ve galakside yaşam tohumlarının bulunduğunu ileri sürdüler. Gelgelelim DNA'nın uzaydaki ışıma dolayısıyla uzun bir süre hayatta kalabilmesi pek de mümkün görünmüyor.

Belirli bir gezegende yaşamın ortaya çıkma ihtimali oldukça düşükse, bunun uzun bir süre alması beklenir. Daha açık ifadesiyle yaşamın, bizler gibi akıllı varlıklara evrimi için hâlâ zaman olacak şekilde, mümkün olabildiğince geç –Güneşin şişmesinden ve Dünyayı yutmasından önce– ortaya çıkması beklenirdi. Bunun meydana gele-

bilmesi için zaman aralığı Güneşin ömrü, yani yaklaşık on milyar yıl kadardır. Bu süre zarfında akıllı bir yaşam formu muhtemelen uzay yolculuğunda uzmanlaşabilir ve başka bir yıldıza kaçabilir. Fakat herhangi bir kaçış mümkün değilse, Dünyadaki yaşam ölüme mahkûm olacaktır.

Dünyada yaklaşık üç buçuk milyar önce bir tür yaşam formu bulunduğunu gösteren fosil kalıntılar mevcut. Bu, Dünyanın istikrarlı ve yaşamın gelişmesi için yeterince soğuk olmasından 500 milyon yıl sonra gerçekleşmiş olabilir. Fakat evrende yaşamın gelişmesi yedi milyar yıl almış olsa da, yine de bizim gibi yaşamın kökeni hakkında soru sorabilen varlıklara evrilmek için hâlâ zamana sahiptir. Peki belirli bir gezegende yaşamın gelişme olasılığı oldukça düşükse, söz konusu yaşam neden olanaklı olan zamanın yaklaşık on dörtte biri sürede Dünya üzerinde ortaya çıkmıştır?

Dünya üzerinde yaşamın ilk belirişi, uygun koşullarda yaşamın kendiliğinden üretimi için iyi bir şansın olduğunu gösterir. Belki de DNA'yı inşa eden daha basit bazı organizma formları mevcuttu. DNA bir kez ortaya çıktıktan sonra önceki formları bütünüyle değiştirecek kadar başarılı olmuş olmalıdır. Söz konusu ilk yaşam formlarının ne olabileceğini bilmiyoruz, fakat bir olasılık RNA olduklarıdır.

RNA, DNA gibidir; fakat ondan farkı daha basit olması ve ikili sarmal yapısının bulunmamasıdır. RNA'nın kısa parçaları DNA gibi kendini yeniden üretebilir ve nihayetinde DNA'yı oluşturabilir. Laboratuvarda canlı olmayan malzemeden bırakın RNA'yı nükleik asitleri bile oluşturamıyoruz. Gelgelelim 500 milyon yıllık süre ve Dünyanın çoğunu kaplayan okyanuslar göz önüne alındığında, RNA'nın şans eseri oluşması için makul bir olasılık varmış gibi görünüyor.

DNA kendini yeniden ürettikçe, birçoğu zararlı ve ortadan kaybolmuş olabilecek rastlantısal hatalar oluş-

muştur. Bunlardan bazıları etkisizdir, yani genin fonksiyonunu etkilememiştir. Ancak söz konusu hatalardan birkaçı türün hayatta kalması lehine işgörmüştür; ki bunlar Darwinci doğal seçilimle seçilmiştir.

Biyolojik evrim süreci ilk başta oldukça yavaştı. En erken hücrelerin çok hücreli organizmalara evrilmesi yaklaşık iki buçuk milyar yıl almıştı. Fakat bu çok hücrelilerin bir kısmının balığa ve aynı şekilde bu balıkların bir kısmının da memelilere evrilmesi bir milyar yıldan daha az bir süreye gerek duymuştu. Daha sonrasındaysa evrim bundan daha da hızlı gerçekleşmiş görünüyor. Zira ilk memelilerden bizlere doğru gelişim yalnızca yüz milyon yıl almıştı. Bunun nedeni ilk memelilerin bizlerin sahip olduğu hayati organların kendi versiyonlarına sahip olmalarıydı. İlk memelilerden insana evrim için gerekli olan tek şey yalnızca küçük bir ince ayardı.

Ancak insan ırkıyla birlikte evrim, DNA'nın gelişimiyle karşılaştırılabilir önemde kritik bir aşamaya ulaştı. Söz konusu aşama dilin ve özellikle de yazılı dilin gelişmesiydi. Bu, bilginin nesilden nesle DNA'nın genetik yolla yaptığından farklı olarak aktarılabileceği anlamına geliyordu. 10.000 yıllık kayıtlı tarihte insan DNA'sında biyolojik evrimin yol açtığı tespit edilebilir bazı değişimler gerçekleşti, ancak nesilden nesle aktarılan bilgi miktarı çok büyük ölçüde arttı. Bir bilim insanı olarak geçirdiğim uzun kariyerimde evren hakkında öğrendiklerimi anlatmak için çok sayıda kitap yazdım, ki böyle yaparak beynimdeki bilgiyi sizlerin okuyabileceği sayfalara aktarmış oldum.

Bir insan yumurtası ya da spermi yaklaşık üç milyar nükleik asit baz çifti içerir. Ancak bu dizide kodlanan bilginin çoğu gereksiz ya da etkisizdir. Dolayısıyla genlerimizdeki toplam kullanışlı bilgi miktarı muhtemelen yüz milyon bit kadardır. Bir bit bilgi, bir evet/hayır sorusuna yanıttır. Diğer yandan ciltli bir roman iki milyon bit

bilgi içerebilir. Dolayısıyla bir insan, yaklaşık elli adet *Harry Potter* kitabına eşdeğerdir. Bununla birlikte büyük bir milli kütüphane bünyesinde aşağı yukarı beş milyon kitap ya da diğer bir deyişle on trilyon bit bilgi barındırabilir. Kitaplar ya da internet aracılığıyla aktarılan bilgi miktarı, DNA'daki bilginin 100.000 katı kadardır.

Ancak bundan daha önemlisi, kitaplardaki bilginin DNA'ya kıyasla çok daha hızlı değiştirilebilir ve güncellenebilir olduğu gerçeğidir. Daha az gelişmiş insansılardan evrimleşmemiz birkaç milyon yılımızı aldı. Bu süre zarfında DNA'mızdaki kullanışlı bilgi muhtemelen yalnızca birkaç milyon bit değişti, ki bu da insanlardaki biyolojik evrim hızının yılda bir bit kadar olduğunu gösteriyor. Buna karşın her yıl ortalama İngilizce yazılmış 50.000 yeni kitap basıldı ki bu, yüz milyar bitlik bilgiye tekabül ediyor. Şüphesiz bu bilginin büyük çoğunluğu boş ve herhangi bir yaşam formu için kullanışlılığı yok. Ancak böyle olsa da eklenebilecek kullanışlı bilgi oranı DNA'yla söz konusu olandan milyarlarca değilse bile milyonlarca kat fazladır.

Bu durum yeni bir evrim aşamasına girdiğimiz anlamına geliyor. İlk başta evrim doğal seçilimle, rastlantısal mutasyonlarla gerçekleşti. Söz konusu Darwinci aşama yaklaşık üç buçuk milyar yıl sürdü ve bilgi alışverişi yapmak adına dili geliştiren varlıkları, eşdeyişle bizleri meydana getirdi. Fakat son 10.000 yıldır adına dışsal iletim aşaması diyebileceğimiz bir aşamada bulunuyoruz. Bu sürede DNA'daki başarılı nesillere aktarılan bilginin *içsel* kaydı az çok değişti. Gelgelelim kitaplar ve diğer kalıcı depolama formlarındaki *dışsal* kayıtsa büyük ölçüde arttı.

Bazıları "evrim" terimini yalnızca içsel bir şekilde iletilen genetik malzeme için kullanacak ve bu terimin dışsal olarak aktarılan bilgiye uygulanması düşüncesine itiraz edecektir. Ancak bana göre bu, oldukça dar görüşlü bir

bakış açısı. Zira bizler yalnızca genlerimizden ibaret değiliz. Mağara adamı olan atalarımızdan daha güçlü ya da özünde onlardan daha akıllı olmayabiliriz. Ancak bizleri onlardan ayıran bir şey vardır ki o da son 10.000 yılda ve özellikle de geçtiğimiz 300 yılda bir araya getirdiğimiz bilgidir. Bu bakımdan daha geniş bir bakış açısı edinip bilginin dışsal iletimini, DNA'yla birlikte, insan ırkının evrimine dahil etmenin yerinde olduğunu düşünüyorum.

Dışsal iletim sürecindeki evrim için söz konusu olan zaman ölçeği, bilginin birikimi için söz konusu olan zaman ölçeğiyle tanımlanabilir. Burada yüzlerce, hatta binlerce yıldan söz ediyoruz. Ancak bu zaman ölçeği, halihazırda elli yıl veya bundan daha az bir süreye çekilmiş durumda. Diğer yandan bu bilgiyi işlediğimiz beyinler yüz binlerce yıl boyunca yalnızca Darwinci zaman ölçeğinde evrimleşti. Ancak bu, bazı problemlerin ortaya çıkmasına neden oluyor. On sekizinci yüzyılda o güne kadar yazılmış tüm kitapları okumuş olan bir adam olduğu rivayet edilirdi. Fakat bugün, her gün bir kitap bitirseniz bile, milli bir kütüphanedeki kitapları okumanız on binlerce yılınızı alır; ki bu süre zarfında pek çok başka kitabın yazılacağını da düşünmek gerek.

Eğer akıllı yaşam Dünyadan başka bir yerde mevcutsa, bu yaşam bildiğimiz formlara benzer mi, yoksa onlardan farklı mı olacaktır?

Dünyada akıllı yaşam var mı? Ciddi olmak gerekirse, başka bir yerde akıllı yaşam varsa bizlerden oldukça uzakta olmalıdır, aksi takdirde şimdiye kadar Dünyayı ziyaret etmiş olurlardı. Bununla birlikte ziyaret edilseydik bunun kesinlikle bilgimiz dahilinde olacağını düşünüyorum; zira bu süreç *Independence Day* [*Kurtuluş Günü*] filmindekinden pek de farksız olmazdı.

Bu, herhangi bir kimsenin, insan bilgisinin küçük bir diliminden daha fazlasının üstadı olamayacağı anlamına gelir. İnsanlar gitgide daha sınırlı ve spesifik alanlarda uzmanlaşmak durumundalar. Bu durumun gelecekte insanoğluna büyük bir sınırlama getirme ihtimali oldukça yüksek. Bununla birlikte son 300 yılda yaptığımız gibi bilginin üstel artışını uzun bir süre sürdüremeyeceğimiz de oldukça aşikâr. Ancak gelecek nesiller için bundan daha büyük bir sınırlama ve tehlike, mağara adamı günlerindeki içgüdülere ve özellikle de agresif itkilere sahip olmayı sürdürmemizdir. Boyun eğdirmek ve başka insanları öldürüp kadınlarına ve yemeklerine el koymak biçimindeki saldırganlık, günümüze kadar şüphesiz sağkalım avantajı sağlamıştır. Fakat halihazırda bu saldırgan içgüdü, insan ırkının tamamını ve onunla birlikte Dünyadaki yaşamın çoğunu yok edebilir. Nükleer bir savaş hâlâ karşı karşıya olduğumuz en doğrudan tehlike; fakat bundan başka tehlikeler de mevcut: sözgelimi genetik olarak işlenmiş bir virüsün salınması ya da sera etkisinin kararsızlaşması gibi.

Dolayısıyla Darwinci evrimin bizleri daha akıllı ve daha iyi huylu yapmasını bekleyecek kadar zamanımız yok. Artık adına kendini-tasarlayan evrim diyebileceğimiz DNA'mızı değiştirme ve geliştirme olanağının oluşacağı yeni bir aşamaya giriyoruz. Halihazırda DNA'nın haritasını çıkarmış durumdayız ki bu, "yaşamın kitabı"nı okuduğumuz ve artık onun üzerinde düzeltmeler yapabileceğimiz anlamına geliyor. İlkin bu değişiklikler, tek gen tarafından kontrol edilen ve dolayısıyla tespit edilip düzeltilmesi oldukça kolay olan kistik fibrozis ve muskuler distrofi gibi genetik bozuklukları onarmakla sınırlı olacak. Zekâ gibi başka niteliklerse muhtemelen çok sayıda gen tarafından kontrol edildiği için bunları tespit edip aralarındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak çok daha zor olacaktır. Yine de yirmi birinci yüzyıl bitmeden insanların

hem zekâyı hem de saldırganlık gibi içgüdüleri nasıl yenileyeceklerini keşfedeceğinden eminim.

Bu noktada muhtemelen insanlar üzerinde genetik mühendislik çalışmalarına karşı yasalar yürürlüğe girecektir. Fakat bazıları sözgelimi hafızanın büyüklüğü, hastalıklara karşı direnç ve yaşam süresi gibi insana ait özellikleri geliştirmenin cezbediciliğine karşı koyamayacak. Böylesi üst-insanlar ortaya çıktığında mücadele etme kabiliyetinden yoksun kalacak gelişmemiş insanlarla büyük politik problemler meydana gelecek. Büyük ihtimalle söz konusu gelişmemiş insanlar yok olacak veya önemsizleşecek. Bunun yerine kendini sürekli artan bir hızda geliştiren, kendini tasarlayan varlıkların bir ırkı oluşacak.

Eğer insan ırkı kendini yeniden tasarlamayı başarabilirse, eşdeyişle öz-yıkım riskini azaltabilir ya da ortadan kaldırabilirse, muhtemelen başka gezegenlere ve yıldızlara yayılıp orada kolonileşecektir. Ancak bizler gibi DNA temelli kimyasal yaşam formları için uzak mesafeli uzay yolculuğu oldukça güçtür. Zira böylesi varlıklar için doğal yaşam süresi söz konusu uzay yolculuğu için gerekli zamanla karşılaştırıldığında oldukça kısadır. Görelilik kuramına göre hiçbir şey ışık hızından daha hızlı hareket edemez, dolayısıyla Dünyamızdan bize en yakın yıldıza gidip gelmek en az sekiz yıl ve galaksimizin merkezine yolculuksa aşağı yukarı 50.000 yıl sürer. Bilimkurguda bu zorluğun üstesinden uzay bükülmeleri ya da ekstra boyutta yolculukla geliniyor. Fakat bu seçeneklerin, akıllı yaşam ne kadar gelişirse gelişsin asla mümkün olmayacağını düşünüyorum. Görelilik kuramında ışıktan hızlı hareket edilebildiği takdirde, zamanda geriye yolculuk yapmak mümkündür; ancak bu, insanların zamanda geriye gidip geçmişi değiştirmesiyle oluşacak problemlere kapı aralar. Dolayısıyla mevcut zamanda yaşayan biri, modası geçmiş tuhaf yaşantımızı görmeye meraklı, gelecekten gelen çok sayıda turist görmüş olmayı bekleyebilir.

Genetik mühendisliği, DNA-temelli yaşamın süresiz olarak ya da en azından 100.000 yıl hayatta kalması için kullanmak mümkün olabilir. Fakat neredeyse becerilerimiz dahilinde olan daha kolay bir yol uzaya makineler göndermek olacaktır. Bunlar yıldızlararası yolculuk için dayanaklı olacak şekilde tasarlanabilir. Söz konusu makineler yeni bir yıldıza ulaştığında, uygun bir gezegene inebilir ve bu gezegendeki malzemeyi başka yıldızlara gönderilebilecek daha fazla sayıda makine üretmek için kullanabilir. Böylelikle bu makineler makromoleküllerden ziyade, mekanik ve elektronik bileşenlere dayanan yeni bir yaşam formu oluşturabilir. Nihayetinde bunlar DNA-temelli yaşamı, tıpkı DNA'nın daha önceki bir yaşam formunu değiştirmiş olabilmesi gibi, değiştirebilir.

◆

Peki galaksimizi keşfetmeye devam ettikçe yabancı bir yaşam formuyla karşılaşma ihtimalimiz nedir? Dünyadaki yaşamın ortaya çıkışı için söz konusu olan zaman ölçeğine ilişkin argüman doğruysa, o halde gezegenlerinde yaşam olan pek çok başka yıldız olmalıdır. Bu yıldız sistemlerinin bazıları Dünyadan beş milyar yıl önce oluşmuş olabilir. Durum buysa o halde neden galaksi kendini tasarlayan mekanik ya da biyolojik yaşam formlarıyla dolup taşmıyor? Dünya neden şimdiye kadar ziyaret edilmedi ve kolonileştirilmedi? Bu arada UFO'ların uzaydan gelen varlıklar içerdiği iddialarını dikkate almıyorum, zira uzaylılar tarafından gerçekleştirilen herhangi bir ziyaretin bundan çok daha aşikâr ve muhtemelen de oldukça nahoş olacağını düşünüyorum.

Peki neden hâlâ ziyaret edilmedik? Belki de yaşamın kendiliğinden ortaya çıkma olasılığı o kadar düşüktür ki, galakside –ya da gözlemlenebilir evrende– bunun gerçekleştiği yegâne gezegen Dünyadır. Bir başka ihtimalse hücre gibi kendini yeniden üreten sistemlerin oluşması için

makul bir olasılığın olduğu, fakat bu yaşam formlarının çoğunun akıllı varlıklara evrilmediğidir. Akıllı yaşamı, evrimin kaçınılmaz bir sonucu olarak düşünmeye meyilliyiz. Fakat ya durum böyle değilse? İnsancıl İlke bizi bu tür argümanlara karşı dikkatli olmaya sevk etmeli. Zira evrimin rastlantısal bir süreç olması ve zekânın da onun çok sayıda olası sonucundan yalnızca biri olması çok daha muhtemeldir.

Öyle ki zekânın uzun vadede herhangi bir sağkalım değeri olduğu bile açık değildir. Bakteriler ve diğer tek hücreli organizmalar, eylemlerimiz dolayısıyla Dünya üzerindeki tüm yaşam formları yok olsa bile hayatta kalmaya devam edebilir. Belki de zekâ evrim kronolojisinde beklenmedik bir gelişmedir; zira tek hücrelilerden zekânın zorunlu bir öncülü olan çok hücrelilere geçiş çok uzun bir süre –iki buçuk milyar yıl– almıştır. Bu, Güneşin patlamasından önce mevcut olan toplam zamanın hatırı sayılır bir dilimini oluşturur, dolayısıyla yaşamın akıllı varlıklar geliştirme olasılığının düşük olduğu varsayımıyla tutarlıdır. Bu durumda galakside pek çok başka yaşam formu bulmayı bekleyebiliriz, fakat akıllı yaşamla karşılaşma ihtimalimiz oldukça azdır.

Yaşamın akıllı bir aşamaya gelişmekte başarısız olabileceği bir başka yol da bir asteroidin ya da kuyruklu-yıldızın gezegenle çarpışmasıdır. 1994 yılında bir kuyrukluyıldızın (Shoemaker-Levy) Jüpiter'le çarpışmasını gözlemledik. Bu çarpışma bir dizi devasa ateş topunun oluşmasına yol açtı. Buna benzer şekilde yaklaşık altmış milyon yıl önce Dünyayla çarpışan daha küçük bir cismin dinozorların soyunun tükenmesinden sorumlu olduğu düşünülüyor. Çarpışmanın sonunda erken dönem bazı küçük memeliler hayatta kalsa da insan kadar büyük tüm canlılar neredeyse kesinlikle yok olmuş olmalı. Böylesi çarpışmaların ne sıklıkta gerçekleştiğini söylemek zor, fakat ortalama yirmi milyon yılda meydana geldikleri

şeklinde bir tahminde bulunulabilir. Eğer söz konusu rakam doğruysa bu, Dünyadaki akıllı yaşamın son altmış milyon yıldan beri hiçbir büyük çarpışmanın olmaması şeklindeki şanslı tesadüf dolayısıyla geliştiği anlamına gelir. Galaksideki yaşamın geliştiği diğer gezegenlerse akıllı varlıklara evrilecek kadar çarpışmaların yaşanmadığı bir süreçten geçmemiş olabilir.

Üçüncü bir olasılıksa yaşamın oluşması ve akıllı varlıklara evrilmesi için makul bir olasılığın olduğu, fakat sistemin düzensizleştiği ve akıllı yaşamın kendi kendini yok ettiği yönündedir. Bu oldukça karamsar ve hiç de doğru olmasını ummadığım bir çıkarımdır.

Ben dışarıda bizden başka akıllı yaşam formlarının olduğu, fakat dikkatten kaçtığımız şeklindeki dördüncü bir olasılığı tercih ediyorum. 2015 yılında Breakthrough Listen Projesinin başlatılmasında yer aldım. Breakthrough Listen, dünya dışı akıllı yaşamı aramak için radyo gözlemlerini kullanır ve son teknoloji tesislere, cömert fonlara ve binlerce saatlik radyo teleskop zamanına sahiptir. Bununla birlikte Dünya dışı medeniyetlere ilişkin kanıtlar aramayı hedefleyen bugüne kadarki en büyük bilimsel araştırma programıdır. Proje kapsamındaki Breakthrough Message ise gelişmiş bir medeniyet tarafından okunabilecek mesajlar yaratmak için düzenlenen uluslararası bir yarışmadır. Fakat biraz daha gelişene kadar yanıt vermemek konusunda dikkatli olmaya ihtiyacımız var. Zira mevcut aşamamızda daha gelişmiş bir medeniyetle tanışmamız, bir bakıma Amerika'nın ilk yerlilerinin Kristof Kolomb'la karşılaşmasına benzeyebilir; ki yerlilerin böylesi bir karşılaşma için hazır olduklarını düşündüklerini sanmıyorum.

4

GELECEĞİ ÖNGÖREBİLİR MİYİZ?

İlk çağlarda dünya insanlara son derece rastlantısal görünüyor olmalıydı. Seller, salgın hastalıklar, depremler ve volkanik patlamalar gibi felaketler muhtemelen hiçbir uyarı ya da görünür neden olmadan gerçekleşiyormuş gibi görünüyordu. İlkel insanlar bu türden doğa olaylarını kaprisli ve keyfi bir şekilde davranan tanrı ve tanrıçalara bağlamıştı. Tanrıların ne yapacağını öngörmenin hiçbir yolu yoktu; tek çare armağanlar ve eylemler yoluyla onların gözüne girmekti. Pek çok insan bu inanca hâlâ kısmen katılıyor ve talihle bir anlaşma yapmaya çalışıyor. Bu insanlar yalnızca bir dersten A almak ya da ehliyet sınavını geçmek şartıyla daha iyi davranmayı veya daha yardımsever olmayı teklif ediyorlar.

Gelgelelim insanlar yavaş yavaş doğanın davranışındaki belirli düzenlilikleri fark etmeye başladı. Söz konusu düzenlilikler ilkin gökcisimlerinin hareketinde en açık şekilde kendini göstermişti. Böylece astronomi gelişecek olan ilk bilim olarak ortaya çıktı. Sonrasındaysa astronomi, Newton tarafından 300 yıldan fazla bir süre önce sağlam bir matematiksel temele oturtuldu. Newton'ın kütleçekim kuramını aradan geçen bunca yıldan sonra neredeyse tüm gökcisimlerinin hareketini öngörmek için hâlâ kullanıyoruz. Astronomi örneği takip edilerek, diğer doğa olaylarının da belirli bilimsel yasalara tabi olduğu fark edildi. Bu durum, ilk kez Fransız bilim insanı Pierre-Simon Laplace tarafından açıkça ifade edilen bilimsel belirlenimcilik fikrine kapı araladı. Laplace'ın kendi

sözlerini bu noktada alıntılamak isterdim, ancak Laplace bunu tıpkı Proust gibi gereğinden fazla uzun ve karmaşık cümlelerle ifade etmiş. Dolayısıyla alıntıyı, kendi sözlerimle açıklama kararı aldım. Laplace'ın esasında söylediği şey, evrendeki tüm parçacıkların konumunu ve hızını tek bir anda bildiğimiz takdirde söz konusu parçacıkların geçmiş ya da gelecekteki başka bir anda hareketini hesaplayabileceğimizdir. Laplace ile Napoléon arasında geçen muhtemelen sonradan uydurma bir hikâye vardır: Buna göre Napoléon, Laplace'a Tanrı'nın bu sisteme nasıl uyduğunu sorar ve Laplace da buna "Efendim bu varsayıma ihtiyaç duymadım" yanıtını verir. Laplace'ın Tanrı'nın var olmadığını iddia ettiğini sanmıyorum. Burada kastettiği Tanrı'nın bilim yasalarını ihlal edecek şekilde müdahalede bulunmadığıdır. Bu her bilim insanının takınması gereken bir tutum. Zira bilimsel bir yasa, yalnızca doğaüstü bir varlık olaylara müdahale etmemeye karar verdiğinde geçerliyse bilimsel bir yasa olmaktan çıkar.

Evrenin tek bir andaki halinin diğer tüm zamanlardaki halini belirlediği fikri Laplace'tan beri bilimin merkezi bir öğretisi olmaya devam etti. Bu öğretinin bize söylediği şey –en azından ilkece– geleceği öngörebileceğimizdir. Gelgelelim pratikteyse geleceği öngörebilme kabiliyetimiz denklemlerin karmaşıklığı ve bunların genellikle kaos adı verilen bir özelliğe sahip olması dolayısıyla oldukça sınırlıdır. *Jurassic Park* filmini görenleriniz bunun (kaosun) herhangi bir yerdeki küçük bir etkinin başka bir yerde büyük değişikliklere yol açabileceği anlamına geldiğini bilecektir. Avustralya'da kanatlarını çırpan bir kelebek, New York Central Park'ta yağmura neden olabilir. Ancak buradaki sorun bunun tekrar edilebilir olmamasıdır. Kelebek kanatlarını bir dahaki sefere çırptığında çok sayıda şey farklı olacaktır ki bu da hava durumunu etkileyecektir. Söz konusu kaos faktörü hava tahminlerinin bu kadar güvenilmez olabilmesine neden olan şeydir.

Bahsi geçen pratik güçlüklere rağmen bilimsel belirlenimcilik on dokuzuncu yüzyıl boyunca resmi dogma olmaya devam etti. Ancak yirminci yüzyılda Laplace'ın görüşünün, eşdeyişle geleceğin bütünlüklü bir öngörüsünün, mümkün olmadığını gösteren iki gelişme gerçekleşti. Bu gelişmelerden ilki kuantum mekaniğiydi. Bu kuram ilk kez 1900 yılında Alman fizikçi Max Planck tarafından önemli bir paradoksu çözmek için *ad hoc*• bir varsayım olarak ileri sürüldü. Laplace'a kadar geri giden klasik on dokuzuncu yüzyıl düşüncesine göre sıcak bir cisim, sözgelimi akkor bir metal parça, ışıma yaymalıdır. Buna göre sıcak cisimler, tümü aynı ölçüde olacak şekilde radyo dalgaları, görülür ışık, ultraviyole, X ve gama ışınları halinde enerji kaybeder. Bu yalnızca hepimizin cilt kanserinden öleceği değil, fakat aynı zamanda evrendeki her şeyin aynı sıcaklıkta olacağı anlamına gelir ki, bunun böyle olmadığı oldukça açıktır.

Ancak Planck, ışıma miktarının herhangi bir değerde olabileceği fikrinden kurtulup, bunun yerine söz konusu ışımanın yalnızca belirli büyüklükteki paketler ya da *kuantum* halinde geldiği kabul edildiği takdirde bu kötü sonuçtan kurtulunabileceğini gösterdi. Bu bir bakıma süpermarkette istediğiniz ölçüde şeker alamayacağınızı, şekerin kiloluk paketler halinde olması gerektiğini söylemeye benzer. Paketlerdeki ya da kuantumdaki enerji ultraviyole ve X-ışınları için, kızılaltı ya da görülür ışığa kıyasla daha fazladır. Bu, cismin çok sıcak –sözgelimi Güneş gibi– olmadığı müddetçe tek bir ultraviyole ya da X-ışını kuantumu yayacak kadar bile enerjiye sahip olmayacağı anlamına gelir. Nitekim bir fincan kahveden güneş yanığı olmamamızın nedeni de budur.

Planck kuantum fikrini fiziksel bir gerçekliğe sahip olmayan yalnızca matematiksel bir hile olarak ele alıyordu,

---

• Sonradan eklenmiş, ilave –çn.

ki bunun ne anlama geldiği açık değildir. Gelgelelim fizikçiler sürekli değişen niceliklerden ziyade, yalnızca ayrık ya da kesintili değerlere sahip nicelikler cinsinden açıklanabilen başka davranışlar bulmaya başladılar. Sözgelimi temel parçacıkların bir eksen etrafında dönen (spin) küçük topaçlar gibi davrandığı bulundu. Ancak söz konusu spin miktarı rastlantısal bir değer alamazdı. Daha ziyade temel bir birimin herhangi bir katsayısı olmalıydı. Bu birim oldukça küçük olduğu için normal bir topacın aralıksız bir süreçten ziyade, gerçekte ayrık adımların hızlı bir dizisi halinde yavaşladığı fark edilmez. Fakat atomlar kadar küçük topaçlar için spinin ayrıksı doğası oldukça önemlidir.

Söz konusu kuantum davranışın belirlenimcilik için ifade ettiği sonuçların anlaşılması zaman aldı. Nitekim Alman fizikçi Werner Heisenberg'in bir parçacığın hem konumunun hem de hızının aynı anda tam olarak ölçülemeyeceğine 1927'de işaret edişine kadar da söz konusu sonuçlar ortaya konulamadı. Bir parçacığın nerede olduğunu görmek için üzerine ışık yansıtılmalıdır. Fakat Planck'ın çalışması gereği kullanılacak ışık miktarı rastlantısal bir küçüklüğe sahip olamaz. En azından bir kuantum kullanmak gerekir. Ancak bu durum, parçacığı etkileyip hızının öngörülemeyecek şekilde değişmesine neden olur. Parçacığın konumunu tutarlı bir biçimde ölçmek içinse ultraviyole, X-ışınları ya da gama ışınları gibi kısa dalga boyuna sahip ışık kullanılmalıdır. Fakat yine Planck'ın çalışmasından çıkan bir sonuç olarak, bu ışık formlarının kuantumları görülür ışığınkinden daha yüksek enerjiye sahiptir. Dolayısıyla bu, parçacığın hızını daha fazla etkileyecektir. İki şekilde de başarılı olmanın mümkün olmadığı bir durum söz konusudur: Çünkü parçacığın konumunu ne kadar tutarlı hesaplamaya çalışırsanız, hızı o kadar az tutarlılıkla bilirsiniz; aynı durum tersi için de geçerlidir. Bu Heisenberg'in formüle

ettiği Belirsizlik İlkesinde şöyle özetlenir: bir parçacığın konumundaki belirsizliğin, onun hızındaki belirsizlikle çarpımı; Planck sabiti denilen bir niceliğin, söz konusu parçacığın kütlesinin iki katına bölünmesiyle elde edilen sonuçtan her daim büyüktür.

Laplace'ın bilimsel belirlenimcilik görüşü zamanın tek bir anında evrendeki parçacıkların konumunu ve hızını bilmeyi işin içine katıyordu. Dolayısıyla Heisenberg'in Belirsizlik İlkesiyle birlikte bu görüşün altı ciddi anlamda oyuldu. Peki, mevcut zamanda parçacıkların konumu ve hızı aynı anda tutarlı bir şekilde ölçülemezken gelecek nasıl öngörülebilir? Ne kadar güçlü bir bilgisayara sahip olursanız olun kötü veriyle başlarsanız kötü öngörüler elde edersiniz.

Einstein doğadaki bu görünür rastlantısallıktan pek de memnun değildi. Onun bu duruma ilişkin görüşleri şu meşhur cümlesinde toplanmıştır: "Tanrı zar atmaz." Öyle görünüyor ki Einstein, belirsizliğin yalnızca geçici olduğunu ve parçacıkların iyi tanımlanmış konuma ve hıza sahip olup Laplace'ın belirlenimci yasalarına göre geliştiği temel bir gerçeklik olduğunu düşünüyordu. Bu gerçeklik Tanrı için bilinir olabilir, fakat ışığın kuantum doğası, belli belirsiz olmak* dışında söz konusu gerçekliği bizlerin görmesine mani olur.

Einstein'ın görüşü halihazırda saklı değişken kuramı olarak adlandırılırdı. Saklı değişken kuramları, Belirsizlik İlkesini fiziğe dahil etmek için en aşikâr yol gibi görünebilir. Bu kuramlar pek çok bilim insanının ve neredeyse tüm bilim filozoflarının sahip olduğu zihinsel evren resminin temelini oluştururlar. Ancak söz konusu saklı değişken kuramları yanlış ve hatalıdır. İngiliz fizikçi John Bell saklı değişken kuramlarını yanlışlayabilecek deneysel bir sınama geliştirmişti. Deney dikkatli bir şekilde yapıldığında,

---

* *Through a glass darkly* deyimi için *bkz.* Aziz Pavlus –çn.

çıkan sonuçlar saklı değişkenlerle tutarsızlık gösteriyordu. Dolayısıyla Tanrı bile bu noktada Belirsizlik İlkesine bağlı görünür ve bir parçacığın konumunu ve hızını aynı anda bilemez. Tüm kanıtlar Tanrı'nın olası her durumda zar atan müzmin bir kumarbaz olduğunu gösteriyor.

Einstein'a kıyasla diğer bilim insanları klasik on dokuzuncu yüzyıl belirlenimcilik görüşünü yenilemeye çok daha hazırdı. Böylece kuantum mekaniği adındaki yeni bir kuram; Heisenberg, Avusturya'dan Erwin Schrödinger ve İngiliz fizikçi Paul Dirac tarafından ileri sürüldü. Dirac, Cambridge'te benden önceki Lucas Profesörüydü. Kuantum mekaniği yaklaşık yetmiş yıldır ortada olmasına rağmen, hesaplamalar yapmak için onu kullananlar tarafından bile henüz tam olarak anlaşılmış ya da takdir edilmiş değil. Yine de bu kuram hepimizi ilgilendirmelidir; zira fiziksel evrenin ve gerçekliğin kendisinin klasik tasvirinden bütünüyle farklıdır. Kuantum mekaniğinde parçacıkların iyi tanımlanmış konum ve hızları yoktur. Bunun yerine söz konusu nicelikler bir dalga fonksiyonuyla temsil edilir. Dalga fonksiyonu uzaydaki her bir noktaya karşılık gelen bir sayıdır. Dalga fonksiyonunun büyüklüğü, parçacığın söz konusu konumda bulunma olasılığını verir. Diğer yandan dalga fonksiyonunun bir noktadan diğer noktaya değişim oranı da parçacığın hızını gösterir. Küçük bir bölgede oldukça sert bir şekilde tepe yapan bir dalga fonksiyonuna sahip olunabilir. Böylesi bir durum konumdaki belirsizliğin küçük olduğu anlamına gelecektir. Ancak dalga fonksiyonu, bir yandan yukarı ve diğer yandan aşağı olacak şekilde, tepe noktasına yakınken çok hızlı biçimde değişecektir. Böylece hızdaki belirsizlik büyük olacaktır. Aynı şekilde hızdaki belirsizliğin küçük, fakat konumdaki belirsizliğin büyük olduğu dalga fonksiyonuna da sahip olunabilir.

Dalga fonksiyonu bir parçacığa dair bilinebilecek her şeyi, eşdeyişle onun hem konumunu hem de hızını içerir.

Tek bir zamanda dalga fonksiyonunu bilmek, onun başka zamanlardaki değerlerinin Schrödinger denklemi denilen bir denklem tarafından belirlendiği anlamına gelir. Dolayısıyla burada hâlâ bir tür belirlenimcilik söz konusudur, fakat bu belirlenimcilik Laplace tarafından tasarlandığı şekliyle değildir. Parçacıkların konumunu ve hızını öngörebilmekten ziyade tek yapabildiğimiz dalga fonksiyonunu öngörmektir. Bu, klasik on dokuzuncu yüzyıl görüşüne göre öngörebileceğimizin yalnızca yarısını öngörebildiğimiz anlamına gelir.

Kuantum mekaniği konum ve hızı aynı anda öngörmeye çalıştığımızda belirsizliğe yol açsa da, bir konum ve hız kombinasyonunu, belirli bir kesinlikle, öngörmemize yine de izin verir. Gelgelelim kesinliğin bu derecesi bile daha yakın gelişmeler tarafından tehdit edilir görünür. Böylesi bir problemin ortaya çıkmasının nedeni kütleçekimin, gözlemleyemeyeceğimiz uzay bölgeleri oluşturabilecek kadar uzay-zamanı bükebilmesidir.

Buna örnek bölgeler kara deliklerin içidir. Bu, ilkece dahi, bir kara deliğin içindeki parçacıkları gözlemleyemeyeceğimiz anlamına gelir. Dolayısıyla söz konusu parçacıkların konumlarını ya da hızlarını hiçbir şekilde hesaplayamayız. Böylelikle söz konusu durumun, kuantum mekaniğinde bulunanın ötesinde yeni bir öngörülemezlik ortaya koyup koymadığına ilişkin bir başka problemle karşı karşıyayızdır.

Evrene hükmeden yasalar gelecekte bizlere tam olarak ne olacağını öngörmemize izin verir mi?

Buna verilebilecek kısa bir yanıt hem hayır hem de evettir. İlkece söz konusu yasalar geleceği öngörmemize izin verir. Fakat pratikte hesaplamalar çoğu zaman oldukça zordur.

Özetleyecek olursak; Laplace tarafından ileri sürülen klasik görüş parçacıkların gelecekteki hareketinin, tek bir andaki konum ve hızları bilindiği takdirde, bütünüyle belirlenmiş olduğunu ifade ediyordu. Ancak bu görüş parçacıkların konum ve hızının aynı anda tutarlı bir biçimde bilinemeyeceğini ifade eden Belirsizlik İlkesinin Heisenberg tarafından ileri sürülmesiyle yenilenmek durumunda kaldı. Gelgelelim Belirsizlik İlkesine rağmen konum ve hızın bir kombinasyonunu öngörmek hâlâ mümkündü. Fakat belki de, bu sınırlı öngörülebilirlik dahi kara delikler hesaba katıldığında ortadan kalkabilir.

5

BİR KARA DELİĞİN İÇİNDE NE VAR?

Gerçeğin bazen kurgudan daha garip olduğu söylenir ki, bunun kara delikler için olduğundan daha doğru olduğu bir başka yer yoktur. Kara delikler bilimkurgu yazarlarının hayal ettiği her şeyden daha ilginçtir, fakat bütünüyle bilimsel gerçeğin konusudur.

Kara deliklere ilişkin ilk tartışma John Michell adındaki Cambridgeli bir adam tarafından 1783 yılında başlatıldı. Michell'ın argümanı şu şekildeydi: Bir parçacık, sözgelimi bir top mermisi, düşey olarak yukarı doğru fırlatılırsa kütleçekim onun yavaşlamasına neden olacaktır. Nihayetindeyse parçacık yukarı doğru hareketine son verip aşağı düşmeye başlayacaktır. Ancak başlangıçtaki yukarı doğru hız, kaçış hızı adı verilen belirli bir kritik değerden büyükse kütleçekim hiçbir zaman parçacığı durduracak yeğinlikte olmayacak ve böylece söz konusu parçacık kütleçekim etkisinden kaçmayı başaracaktır. Kaçış hızı Dünya için saniyede 11 kilometreden biraz fazla ve Güneş içinse saniyede yaklaşık 617 kilometredir. Her iki hız da gerçek top mermilerinin hızından çok daha büyüktür. Fakat söz konusu kaçış hızları saniyede 300.000 kilometre olan ışık hızıyla kıyaslandığında oldukça yavaştır. Dolayısıyla ışık, Dünyadan ya da Güneşten pek güçlük çekmeden kaçmayı başarabilir. Gelgelelim Michell kaçış hızının, ışık hızından daha büyük olduğu Güneşten çok daha büyük kütleye sahip yıldızlar olabileceğini ileri sürdü. Dışarı yolladıkları ışık kütleçekim tarafından geri çekileceği için bu yıldızları görmemiz mümkün olmaya-

caktır. Dolayısıyla bunlar, Michell'ın kara yıldızlar adını verdiği, bizimse halihazırda kara delikler dediğimiz cisimler olacaktır.

Kara delikleri anlamamız için işe kütleçekimle başlamamız gerekir. Kütleçekim, Einstein'ın –uzay ve zamana ilişkin olduğu kadar kütleçekimle de ilgili olan– genel görelilik kuramı tarafından betimlenir. Uzay ve zamanın davranışına Einstein'ın 1915 yılında ileri sürdüğü Einstein denklemleri adındaki bir dizi denklem hükmeder. Her ne kadar kütleçekim doğanın bilinen kuvvetleri arasında açık ara en zayıfı olsa da diğer kuvvetlere nazaran iki hayati avantaja sahiptir. Bu avantajlardan ilki uzun mesafelerde etkili olmasıdır. Dünya, Güneş tarafından yaklaşık yüz elli milyon kilometre, Güneşse galaksinin merkezinden aşağı yukarı 10.000 ışık yılı uzaklıkta yörüngede tutulur. İkinci avantajsa çekici ya da itici olabilen elektrik kuvvetlerin aksine kütleçekimin her daim çekim uyguluyor olmasıdır. Bu iki özellik, yeterince büyük bir yıldız için parçacıklar arasındaki kütleçekimsel çekimin diğer tüm kuvvetlere üstün gelebileceği ve kütleçekimsel çöküşe yol açabileceği anlamına gelir. Gelgelelim söz konusu gerçeklere rağmen bilim dünyasının çok büyük kütleli yıldızların kendi kütleçekimleri altında kendi üzerlerine çökebileceğini fark etmesi ve bu çökmenin ardından geriye kalan nesnenin nasıl davranacağını kavraması oldukça geç gerçekleşmişti. Öyle ki 1939 yılında Albert Einstein, kütleçekim etkisi altında yıldızların çökemeyeceğini iddia eden bir makale bile kaleme almıştı. Bununla birlikte pek çok bilim insanı da Einstein'ın söz konusu sezgisel düşüncesini paylaşmaktaydı. İstisnai bir durum teşkil eden yegâne kişiyse pek çok bakımdan kara delik hikâyesinin kahramanı olan Amerikalı bilim insanı John Wheeler'dı. Wheeler 1950 ve 60'lardaki çalışmasında birçok yıldızın nihayetinde çökeceğini vurgulamış ve bunun, kuramsal fizik açısından ortaya koyduğu problemleri incelemişti. Bunun yanı sıra

Wheeler çöken yıldızların dönüştükleri nesnelerin, yani kara deliklerin pek çok özelliğini de öngörmüştü.

Normal bir yıldız, yaşamının çoğu (milyarlarca yıl) boyunca, hidrojeni helyuma dönüştüren nükleer süreçlerin neden olduğu termal basınç dolayısıyla kendi kütleçekimine karşı direnir. Ancak söz konusu yıldızlar nükleer yakıtını nihayetinde tüketir ve dolayısıyla küçülmeye başlarlar. Bazı durumlardaysa yıldız, çekirdeğinin yoğun kalıntıları olan bir beyaz cüce [yıldız] olarak kendini koruyabilir. Gelgelelim 1930 yılında Subrahmanyan Chandrasekhar bir beyaz cücenin maksimum kütlesinin Güneşinkinin yaklaşık 1,4 katı olduğunu gösterdi. Tamamıyla nötronlardan oluşan bir yıldız için benzer bir maksimum kütle değeri Rus fizikçi Lev Landau tarafından ölçüldü.

Peki, bir beyaz cücenin ya da nötron yıldızının maksimum kütlesinden daha büyük bir kütleye sahip sayısız yıldız nükleer yakıtını tükettiğinde ne olacak? Bu problem daha sonra atom bombasının yapımıyla ünlenen Robert Oppenheimer tarafından araştırılmıştı. 1939 yılında George Volkoff ve Hartland Snyder'le birlikte yayımladığı birkaç makalede Oppenheimer, böylesi bir yıldızın basınçla desteklenemeyeceğini göstermişti. Basınç göz ardı edildiği takdirde, küresel olarak düzenli simetrik bir yeknesak yıldız, sonsuz yoğunluktaki tek bir noktaya küçülecektir. Uzaya ilişkin tüm kuramlarımız uzay-zamanın pürüzsüz ve neredeyse düz olduğu varsayımı üzerine formüle edilmiştir; dolayısıyla bu kuramların tamamı uzay-zaman eğikliğinin sonsuz olduğu tekillikte işlevsiz kalır. Keza Einstein'ın itiraz ettiği ve sakıncalı bulduğu şey de buydu.

Bu gelişmeler İkinci Dünya Savaşının araya girmesiyle sekteye uğradı. Robert Oppenheimer de dahil olmak üzere pek çok bilim insanı odak noktasını nükleer fiziğe kaydırdı ve kütleçekimsel çöküş meselesi büyük oranda unutuldu. Ancak bu konuya olan ilgi kuasar adındaki uzak mesafeli nesnelerin keşfedilmesiyle yeniden canlandı. İlk

kuasar (3C273) 1963 yılında bulundu ki bunun üzerinden çok geçmeden pek çok başka kuasar keşfedildi. Kuasarlar, Dünyadan çok uzak mesafelerde olmalarına rağmen parlak görünüyorlardı. Ancak durgun kütlelerinin yalnızca küçük bir kısmını saf enerji olarak yaydıkları için nükleer süreçler, söz konusu kuasarların enerji çıkışından sorumlu olamazdı. Alternatif tek açıklama kütleçekimsel çöküş tarafından yayılan kütleçekim enerjisiydi.

Böylelikle yıldızların kütleçekimsel çöküşü yeniden keşfedilmişti. Bu tür bir çökme gerçekleştiğinde ilgili nesnenin kütleçekimi etraftaki tüm maddeyi içeri doğru çeker. Dolayısıyla yeknesak bir küresel yıldızın, sonsuz yoğunluktaki bir noktaya, eşdeyişle tekilliğe küçüleceği açıktı. Ancak yıldız yeknesak ve küresel değilse ne olur? Yıldız maddesinin söz konusu eşit olmayan dağılımı yeknesak olmayan bir çöküşe ve tekillikten kurtulmaya neden olabilir mi? Roger Penrose 1965 tarihli dikkat çekici bir makalesinde, yalnızca kütleçekimin çekici olduğu gerçeğini kullanarak bu durumda hâlâ bir tekillik olacağını gösterdi.

Einstein denklemleri bir tekillikte tanımlanamaz. Bu, söz konusu sonsuz yoğunluk noktasında geleceğin öngörülemeyeceği anlamına gelir. Dolayısıyla ne zaman bir yıldız çökse beklenmedik, garip şeyler gerçekleşebilir. Ancak tekillikler dışarıdan örtülü olmadıklarında, yani çıplak olmadıkları takdirde öngörünün sekteye uğraması üzerimizde bir etki yaratmaz. Penrose bu noktada kozmik sansür varsayımını ileri sürmüştü: Buna göre yıldızların ya da diğer cisimlerin çöküşü tarafından oluşturulan tüm tekillikler kara delikler içerisinde dışarıdan bakışa saklıdır. Kara delik, kütleçekiminin ışığın bile kaçamayacağı kadar büyük olduğu bir bölgedir. Kozmik sansür varsayımı neredeyse kesinlikle doğrudur, zira kendisini çürütmeye çalışan bir dizi girişim başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

1967'de John Wheeler'ın "kara delik" terimini ortaya atmasıyla daha önce kullanılan "donmuş yıldız" ifadesi bir kenara bırakıldı. Wheeler'ın kara delik ifadesini icat etme-

si çökmüş yıldızların kalıntılarının, nasıl oluştuklarından bağımsız olarak kendi başına ilginç olduğunu gösteriyordu. Böylece bu yeni ifade kısa sürede popüler oldu.

Dışarıdan baktığınızda bir kara deliğin içinde ne olduğunu söyleyemezsiniz. İçine ne attığınız ya da nasıl oluştuğu fark etmeksizin bütün kara delikler aynı görünür. John Wheeler bu ilkeyi "Bir kara deliğin hiç saçı yoktur" şeklinde ifade etmişti.

Kara delik olay ufku denilen bir sınıra sahiptir. Olay ufku, kütleçekimin ışığın kaçmasına engel olacak kadar güçlü olduğu yerdir. Hiçbir şey ışıktan daha hızlı hareket edemediği için diğer tüm şeyler de olay ufkundan kara deliğin içine geri çekilecektir. Olay ufku boyunca düşmek, bir bakıma Niagara Şelalesi üzerinde bir kanoyla gitmeye benzer. Eğer henüz şelalenin yamacına gelmediyseniz, yeterince hızlı bir şekilde kürek çekmeniz koşuluyla kurtulmanız mümkün olabilir, ancak bir kez yamaca geldiğinizde artık kaybolmuşsunuz demektir. Geri dönmenin hiçbir yolu yoktur. Şelaleye yaklaştıkça akıntı daha güçlü ve hızlı hale gelir. Bu, akıntının, kanonun ön tarafını arka kısmına kıyasla daha şiddetli çekeceği anlamına gelir. Dolayısıyla kanonun yamaca yaklaştıkça parçalanma tehlikesi vardır. Kara delikler için de aynı durum geçerlidir. Bir kara deliğe ayaklarınız önde olacak şekilde düşerseniz, kara deliğe daha yakın kısmınız ayaklarınız olduğu için kütleçekim, ayaklarınızı kafanıza nazaran daha şiddetli çekecektir. Sonuçsa uzunlamasına çekilmeniz ve yanlamasına ezilmeniz olacaktır. Eğer bir kara delik Güneşimizin birkaç katı büyüklükte bir kütleye sahipse olay ufkuna ulaşmanızdan evvel parçalarınıza ayrılır ve spagettiye dönüşürsünüz. Ancak Güneşin milyon katı kütleli daha büyük bir kara deliğe düşerseniz kütleçekimsel çekim vücudunuzun tamamına aynı etkiyi uygular ve olay ufkuna pek güçlük çekmeden ulaşırsınız. Dolayısıyla bir kara deliğin içini keşfetmek istiyorsanız, önce büyük bir kara delik seçtiğinizden emin olun. Samanyolu galaksimi-

zin merkezinde Güneşin yaklaşık dört milyon katı kütleli bir kara delik mevcut.

Her ne kadar bir kara deliğe düşmeniz sırasında özel bir şey fark etmeyecek olsanız da, sizi uzak bir mesafeden izleyen biri olay ufkunu geçtiğinizi asla görmeyecektir. Bunun yerine dışarıdaki gözlemciye yavaşlıyor ve hemen olay ufkunun dışında süzülüyor gibi görüneceksinizdir. Fiilen görüş alanından çıkana kadar görüntünüz gitgide belirsizleşip kırmızılaşacaktır. Dış dünya söz konusu olduğundaysa sonsuza dek kaybolacaksınızdır.

Kızım Lucy'nin doğumundan kısa bir süre sonra bir evreka anı yaşadım ve yüzey alanı teoremini keşfettim. Eğer genel görelilik doğruysa ve maddenin enerji yoğunluğu pozitifse –ki genellikle durum budur– bu durumda olay ufkunun yüzey alanı, yani bir kara deliğin sınırı, kara deliğin içine fazladan madde ya da ışıma düştüğünde her zaman artmak gibi bir özellik gösterir. Dahası iki kara delik çarpışıp tek bir kara delik oluşturmak üzere birleşirse bu olay sonrasında oluşan kara deliğin etrafındaki olay ufkunun alanı, çarpışmadan önceki kara deliklerin olay ufuklarının alanı toplamından büyük olur. Alan teoremi deneysel olarak Lazer İnterferometre Kütleçekim Gözlemevi (LIGO) tarafından sınanabiliyor. 14 Eylül 2015'te LIGO iki kara deliğin çarpışıp birleşmesi sonucu oluşan kütleçekim dalgalarını tespit etti. Dalga formuna bakılarak kara deliklerin kütlesi ile açısal momentumu tahmin edilebilir ki, saçsızlık teoremine göre bu nitelikler kara deliklerin olay ufkunun alanını belirler.

Söz konusu özellikler bir kara deliğin olay ufkunun alanı ile geleneksel klasik fizik arasında, özellikle de termodinamikteki entropi kavramıyla benzerlikler olduğunu gösterir. Entropi bir sistemdeki düzensizlik ölçüsü ya da aynı şekilde kesin durumu hakkındaki bilgi eksikliği olarak ele alınabilir. Termodinamiğin meşhur ikinci yasası entropinin sürekli olarak arttığını söyler. Bu keşif söz konusu bağlantıya dair ilk ipucunu sağlayan şey oldu.

Kara deliklerin özellikleri ile termodinamiğin yasaları arasındaki analoji genişletilebilir. Termodinamiğin birinci yasası bir sistemin entropisindeki küçük bir değişikliğe, söz konusu sistemdeki enerjinin doğru orantılı bir değişiminin eşlik ettiğini söyler. Brandon Carter, Jim Bardeen ve ben bir kara deliğin kütlesindeki değişikliği olay ufkunun alanındaki bir değişimle ilişkilendiren benzer bir yasa bulduk. Burada orantılılık faktörü, olay ufkundaki kütleçekimsel alanın gücünün bir ölçüsü olan yüzey kütleçekimi adındaki bir niceliği içerir. Eğer olay ufkunun alanının entropiyle benzeşik olduğu kabul edilirse, bu durumda yüzey kütleçekimi de sıcaklıkla benzeşik görünecektir. Söz konusu benzerlik yüzey kütleçekiminin, tıpkı sıcaklığın ısıl dengedeki bir cismin her yerinde aynı olması gibi, olay ufkundaki her noktada aynı olması gerçeğiyle daha da güçlenir.

Her ne kadar entropi ile olay ufkunun alanı arasında açık bir biçimde benzerlik olsa da, bu alanın bir kara deliğin entropisi olarak nasıl tanımlanabileceği bizler için belirgin değildi. Kara deliğin entropisi ne anlama gelmekteydi? Bu noktada kritik önemdeki öneri Princeton Üniversitesinde lisansüstü öğrencisi olan Jacob Bekenstein tarafından 1972 yılında ileri sürüldü. Bekenstein'ın açıklaması şu şekildeydi: Kütleçekimsel çöküş yoluyla bir kara delik oluştuğunda, söz konusu kara delik üç parametreyle (kütle, açısal momentum ve elektrik yükle) karakterize olan durağan bir hale hızlıca geçiş yapar.

Bu, kara deliğin nihai halinin, çöken cismin maddeden mi, yoksa karşı-maddeden mi oluştuğundan veya biçimsel olarak küresel mi, yoksa fazlasıyla düzensiz mi olduğundan bağımsızmış gibi gösteriyordu. Başka bir deyişle belirli bir kütleye, açısal momentuma ve elektrik yüküne sahip bir kara delik, çok sayıda farklı madde konfigürasyonundan birinin çökmesiyle oluşmuş olabilirdi. Dolayısıyla aynı kara delik çok sayıda farklı yıldız türünün çökmesiyle oluşabilir gibi görünüyordu. Şüphesiz kuantum

etkileri göz ardı edilirse, konfigürasyonların sayısı sonsuz olacaktır; zira kara delik sonsuz sayıda küçük kütleli parçacık kümesinin çökmesiyle oluşmuş olabilir. Ancak gerçekten de konfigürasyonların sayısı sonsuz olabilir mi?

Kuantum mekaniği bilindiği gibi Belirsizlik İlkesini içerir. Bu ilke, herhangi bir nesnenin hem konumunu hem de hızını aynı anda ölçmenin imkânsız olduğunu ifade eder. Bir cismin tam olarak nerede olduğu ölçülürse, bu durumda söz konusu cismin hızı belirsizdir. Aynı şekilde bir cismin hızı ölçüldüğünde de, cismin konumu belirsizdir. Pratikte bu, herhangi bir şeyin yerini tayin etmenin imkânsız olduğu anlamına gelir. Bir şeyin büyüklüğünü ölçmek istediğinizi varsayın, bu durumda hareket eden bu nesnenin uçlarının nerede olduğunu çözmeniz gerekir. Ancak bunu asla tutarlı bir şekilde yapamazsınız, zira bu cismin bulunduğu konumları ve onun hızını aynı anda ölçmeyi gerektirecektir. Dolayısıyla bir nesnenin büyüklüğünü belirlemek imkânsızdır. Yapabileceğiniz tek şey Belirsizlik İlkesinin bir şeyin büyüklüğünün gerçekte tam olarak ne olduğunu ifade etmeyi imkânsız kıldığını söylemektir. Böylece Belirsizlik İlkesinin herhangi bir şeyin büyüklüğüne bir sınırlama getirdiği görülür. Küçük bir hesaplamanın ardından bir nesnenin kütlesi için minimum bir büyüklük olduğu fark edilir. Bu minimum büyüklük ağır nesneler için küçüktür; fakat nesne ne kadar hafifleşirse minimum büyüklüğü o kadar büyür. Söz konusu minimum büyüklük kuantum mekaniğinde nesnelerin dalga ya da parçacık olarak düşünülebileceği gerçeğinin bir sonucu olarak ele alınabilir. Nesne ne kadar hafifse dalga boyu bir o kadar uzun olur; dolayısıyla daha fazla yayılır. Diğer yandan bir nesne ağırlaştıkça dalga boyu kısalır ve daha kompakt görünür. Söz konusu fikirler genel göreliliğinkilerle birleştirildiğinde yalnızca belirli bir ağırlıktan daha ağır nesnelerin kara delikleri oluşturabileceği anlaşılır. Bu ağırlık bir tuz taneciğininkiyle hemen hemen aynıdır. Bu fikirlerden çıkan bir başka

sonuç belirli bir kütleye, açısal momentuma ve elektrik yüküne sahip bir kara deliği oluşturabilecek konfigürasyonların sayısının –her ne kadar oldukça büyük olsa da– sonlu olabileceğidir. Jacob Bekenstein bu sonlu sayıdan bir kara deliğin entropisinin çıkarılabileceğini ileri sürdü. Söz konusu entropi çökme sırasında bir kara deliğin oluşumuyla geri dönüşü olmayacak şekilde kaybolan bilgi miktarının bir ölçümü olacaktır.

Bekenstein'ın önerisindeki vahim hata, bir kara delik –olay ufkunun alanıyla orantılı olan– sonlu bir entropiye sahip olduğu takdirde, söz konusu kara deliğin aynı zamanda yüzey kütleçekimiyle orantılı sıfır olmayan bir sıcaklığa sahip olması gerektiğini ifade etmesiydi. Bu, bir kara deliğin sıfırdan farklı herhangi bir sıcaklıktaki termal ışımayla dengede olabileceği anlamına gelir. Ancak klasik kavrayışa göre böylesi bir denge, kara delik üzerine düşen herhangi bir termal ışımayı soğuracağı, fakat tanımı gereği geriye herhangi bir şey yansıtamayacağı için mümkün değildir. Herhangi bir şey yayamıyorsa, sıcaklık da yayamaz.

Bu, yıldızların çökmesiyle oluşan inanılmaz ölçüde yoğun nesnelerin, yani kara deliklerin doğasına ilişkin bir paradoks ortaya çıkardı. Kuramlardan biri özdeş niteliklere sahip kara deliklerin sonsuz sayıda farklı yıldız türünden oluşabileceğini, diğer kuramsa söz konusu sayının sonlu olabileceğini ileri sürüyordu. Bu, bilgiye, yani evrendeki her parçacığın ve kuvvetin bilgi içerdiği fikrine ilişkin bir problemdir.

John Wheeler'ın ortaya koyduğu gibi kara deliklerin saçı olmadığı için kütle, elektrik yükü ve dönüşü dışında bir kara deliğin içinde ne olduğu dışarıdan söylenemez. Bu, bir kara deliğin dış dünyaya saklı olacak şekilde çok fazla bilgi içermesi gerektiği anlamına gelir. Ancak bir uzay bölgesine sıkıştırılabilecek bilgi miktarının bir sınırı vardır. Bilgi enerjiyi gerektirir ve enerji de Einstein'ın meşhur $E = mc^2$ denkleminin ortaya koyduğu gibi kütleye sahiptir.

Dolayısıyla bir uzay bölgesinde çok fazla bilgi mevcutsa bölge bir kara deliğe çökecek ve kara deliğin büyüklüğü de bilgi miktarını gösterecektir. Bu tıpkı bir kütüphaneye sürekli kitap istiflemeye benzer. Nihayetinde raflar kitapları taşıyamaz hale gelir ve kütüphane bir kara deliğe çöker.

Eğer bir kara deliğin içindeki saklı bilginin miktarı, söz konusu kara deliğin büyüklüğüne bağlıysa genel ilkeler uyarınca kara deliğin bir sıcaklığa sahip olması ve sıcak bir metal parçası gibi parlaması beklenir. Ancak bir kara deliğin içinden –bilindiği üzere– hiçbir şey çıkamayacağı için bunun gerçekleşmesi imkânsızdı. Ya da öyle olduğu düşünülmekteydi.

Bu problem, bir kara deliğin çevresindeki maddenin kuantum mekaniğine göre davranışının ne olacağını 1974'ün başlarında araştırmaya başlamama dek devam etti. Şaşırtıcı bir şekilde kara deliklerin sabit bir oranda parçacık yaydığını fark ettim. O zamanlar herkes gibi bir kara deliğin hiçbir şey yayamayacağı görüşünü kabul ediyordum. Dolayısıyla bu can sıkıcı sonuçtan kurtulmaya çalışmak adına çok fazla çaba sarf ettim. Ancak üzerine ne kadar düşünürsem bu sonuçtan kurtulmak o kadar zor görünüyordu, dolayısıyla bu fikri nihayetinde kabul etmek durumunda kaldım. Ancak bunun gerçek bir fiziksel süreç olduğuna beni en sonunda ikna eden şey dışarı çıkan parçacıkların açıkça termal olan bir spektruma sahip olmasıydı. Hesaplamalarım bir kara deliğin, tıpkı sıradan bir sıcak cisimmişçesine, yüzey kütleçekimiyle doğru ve kütleyle ters orantılı bir sıcaklıkta parçacıklar ve ışıma oluşturup yaydığını gösteriyordu. Bu sonuç, bir kara deliğin sıfırdan farklı sonlu bir sıcaklıkta termal dengede olabileceğini gösterdiği için Jacob Bekenstein'ın kara deliklerin sonlu bir entropiye sahip olduğu şeklindeki sorunlu önerisini tamamıyla tutarlı hale getiriyordu.

Kara deliğin içine düşmek bir uzay yolcusu için kötü bir haber midir?

Kesinlikle kötü bir haberdir. Eğer söz konusu olan bir yıldız kütlesine sahip kara delikse olay ufkuna ulaşmadan önce spagettiye dönüşürsünüz. Diğer yandan olağanüstü büyük kütleli bir kara delikten bahsediyorsak, olay ufkunu zorlanmadan geçersiniz, fakat bu durumda da tekillikte yok olup gidersiniz.

O zamandan bu yana kara deliklerin termal ışıma yaydığına ilişkin matematiksel kanıt bir dizi farklı kişi tarafından çeşitli yaklaşımlarla doğrulandı. Kara deliklerde bu yayınımı anlamının bir yolu şudur: Kuantum mekaniği uzayın tamamının daima çiftler halinde cisimleşen, birbirlerinden ayrılan ve ardından tekrar bir araya gelip birbirlerini yok eden sanal parçacık ve karşı-parçacık çiftleriyle dolu olduğunu söyler. Bu parçacıklara sanal denilmesinin nedeni gerçek parçacıkların aksine bir parçacık dedektörüyle doğrudan gözlemlenememeleridir. Ancak sanal parçacıkların dolaylı etkileri yine de ölçülebilir ve varoluşları, uyarılmış hidrojen atomlarından gelen ışığın enerji spektrumunda oluşturdukları Lamb kayması adındaki küçük bir kaymayla doğrulanmıştır. Bir kara delik söz konusu olduğunda, sanal parçacık çiftinin üyelerinden biri, diğer üyeyi kendisiyle karşılıklı yok etme eylemine girecek bir ortaktan yoksun bırakarak deliğe düşebilir. Kendi başına kalan parçacık ya da karşı-parçacık aynı şekilde diğerinden sonra kara deliğe düşebilir, fakat öte yandan kara deliğin yaydığı ışıma gibi görünecek şekilde sonsuzluğa da kaçabilir.

Bu sürece farklı bir bakış şekli de parçacık çiftinin kara deliğe düşen üyesini, diyelim ki karşı-parçacığı, zamanda geriye doğru hareket eden gerçek bir parçacık olarak ele almaktır. Böylece kara deliğin içine düşen karşı-parçacık, kara deliğin içinden çıkan, fakat zamanda geriye doğru yolculuk yapan bir parçacık olarak düşünülebilir. Söz konusu parçacık, parçacık/karşı-parçacık çiftinin ilk cisimleştiği noktaya ulaştığında kütleçekim alanı tarafından dağıtılır ve böylece zamanda ileriye doğru yolculuk yapar. Güneşin kütlesinde bir kara delik öylesine yavaş bir hızda parçacık yayar ki, bunları tespit etmek imkânsızdır. Ancak çok daha küçük, diyelim ki bir dağın kütlesine sahip mini kara delikler de söz konusu olabilir. Bu kara delikler, kaotik ve düzensiz olması koşuluyla çok erken evrende oluş-

muş olabilir. Bir dağ büyüklüğündeki kara delik yaklaşık on milyon megawatt'lık bir oranda, X ve gama ışını yayar ki bu, dünyanın elektrik ihtiyacını karşılamaya yetecek kadardır. Gelgelelim bir mini kara delikten enerji elde etmek kolay olmaz. Zira böylesi bir kara deliği, yerin altına düşeceği ve Dünyanın merkezinde son bulacağı için bir güç istasyonunda tutmak mümkün değildir. Bu türden bir kara deliğe sahip olsaydık, onu tutmanın tek yolu Dünyanın etrafında dönmesini sağlamak olurdu.

Söz konusu kütleye sahip mini kara delikler tespit edilmeye çalışılsa da henüz bulunmuş değiller. Bu üzücü bir durum, zira böylesi bir kara delik tespit edilseydi şimdi bir Nobel Ödülü almış olurdum. Ancak bir başka olasılık da uzay-zamanın ekstra boyutlarında mikro kara delikler oluşturabilecek olmamızdır. Bazı kuramlara göre deneyimlediğimiz evren on ya da on bir boyutlu bir uzayda yalnızca dört boyutlu bir yüzeydir. *Yıldızlararası* filmi bunun nasıl bir şey olduğuna ilişkin biraz fikir veriyor. Bu boyutları göremeyiz, çünkü ışık onların içinden değil, yalnızca evrenimizin dört boyutunun içinden yayılır. Ancak kütleçekim ekstra boyutları etkiler ve burada, evrenimizde olduğundan çok daha güçlüdür. Böylelikle bu, ekstra boyutlarda küçük bir kara delik oluşturmayı çok daha kolay kılar. Söz konusu durumu İsviçre, CERN'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısında (LHC) gözlemlemek mümkün olabilir. LHC yirmi yedi kilometre uzunluğunda dairesel bir tünelden oluşur. İki parçacık demeti bu tünel boyunca ters yönlerde hareket ettirilip birbirleriyle çarpıştırılır. Bu türden bazı çarpışmalar mikro kara delikleri oluşturabilir. Ortaya çıkan kara delikler fark etmesi kolay olacak bir örüntüde parçacık yayacaktır. Dolayısıyla nihayetinde bir Nobel Ödülü almam mümkün olabilir.*

---

* Nobel Ödülü öldükten sonra verilemiyor, bu yüzden ne yazık ki bu isteğim asla karşılanmayacak.

Parçacıkların bir kara delikten kaçmasıyla, kara delik kütlesinden kaybeder ve küçülür. Bunun gerçekleşmesi, parçacıkların yayılma hızını artırır. Nihayetindeyse kara delik tüm kütlesini kaybeder ve ortadan kaybolur. Peki bunun ardından kara deliğin içine düşen tüm parçacıklara ve talihsiz astronotlara ne olur? Kara delik yok olduğunda öyle birdenbire yeniden ortaya çıkamayacakları açıktır. Bir kara delikten çıkan parçacıklar tamamen rastlantısal ve kara deliğin içine düşen şeylerle hiçbir ilişkiye sahip değilmiş gibi görünür. Öyle görünüyor ki toplam kütle ve dönme miktarından ayrı olarak, kara deliğin içine neyin düştüğüne ilişkin bilgi kaybolur. Ancak bilgi kayboluyorsa, bu durum bilim anlayışımızın temelini oyan ciddi bir problem ortaya çıkarır. Zira 200 yıldan fazla bir süredir bilimsel belirlenimciliğe, eşdeyişle evrenin evrimini bilim yasalarının belirlediği fikrine inanmaktayız.

Kara deliklerde bilgi gerçekten de kaybolmuş olsaydı, geleceği öngörmemiz mümkün olmazdı, zira bir kara deliğin herhangi bir parçacık koleksiyonu yayması mümkündür. Bir kara delik, çalışan bir televizyon seti ya da Shakespeare'in toplu eserlerinden oluşan bir cildi yayabilir; her ne kadar böylesi ilginç bir yayılımın gerçekleşme ihtimali çok düşük olsa da. Ancak kara deliğin tıpkı akkor metalin parlaması gibi termal ışıma yayması çok daha muhtemeldir. Bu, kara deliklerden neyin çıkacağını öngöremediğimiz takdirde, çok da önemli değilmiş gibi görünebilir. Zira bize yakın herhangi bir kara delik mevcut değildir. Ancak bu ilkesel bir durumdur. Eğer belirlenimcilik, yani evrenin öngörülebilirliği kara deliklerde çöküyorsa, başka durumlarda da çökebilir. Boşlukta dalgalanmalar olarak ortaya çıkıp bir parçacık kümesini soğuran, başka bir parçacık kümesini yayan ve ardından tekrar boşlukta kaybolan sanal kara delikler mevcut olabilir. Daha da kötüsü eğer belirlenimcilik çökerse geçmişimizden de emin olamayız. Tarih kitapları ve anılarımız

yalnızca bir yanılsamadan ibaret olabilir. Bize kim olduğumuzu söyleyen şey geçmişin ta kendisidir. O olmadan kimliğimizi kaybederiz.

Tam da bu yüzden kara deliklerde bilginin gerçekten de kaybolup kaybolmadığını ya da ilkece bu bilginin kurtarılıp kurtulamayacağını belirlemek oldukça önemlidir. Pek çok bilim insanı bilginin kaybolmaması gerektiğini düşünmekteydi, ancak yıllar boyunca hiç kimse sürdürülebilir bir mekanizma ileri sürmedi. Bilgi paradoksu olarak bilinen söz konusu görünür bilgi kaybı, bilim insanlarını geçtiğimiz kırk yıl boyunca meşgul etti ve hâlâ kuramsal fiziğin çözülmemiş en büyük problemlerinden biri olmaya devam etmekte.

Son zamanlarda kütleçekim ile kuantum mekaniğinin birleşmesine ilişkin yeni keşiflerin yapılmasıyla birlikte bilgi paradoksunun olası çözümlerine olan ilgi yeniden canlandı. Söz konusu buluşların merkezini oluşturan şeyse uzay-zaman simetrilerini anlamak oldu.

Kütleçekimin olmadığını ve uzay-zamanın da tamamıyla düz olduğunu varsayın. Böylesi bir ortam hiçbir özelliğe sahip olmayan bir çöl gibi olurdu. Bu tür bir yer iki çeşit simetriye sahiptir. İlk simetriye öteleme simetrisi (*translation symmetry*) adı verilir. Çölde bir noktadan başka bir noktaya hareket ettiğinizde herhangi bir değişiklik fark etmezsiniz. İkinci simetriyse dönme simetrisidir (*rotation symmetry*). Çölde herhangi bir noktada durur ve dönmeye başlarsanız, benzer şekilde, gördüğünüz şeylerde yine herhangi bir farklılık gözünüze çarpmaz. Söz konusu simetriler "düz" uzay-zamanda, yani herhangi bir maddenin mevcut olmadığı uzay-zamanda da görülür.

Eğer bu çöle herhangi bir nesne yerleştirilirse, bu simetriler bozulur. Çölde bir dağ, bir vaha ve birkaç kaktüs olduğunu varsayın; bu durumda çöl farklı yerlerden ve farklı yönlerden bakıldığında farklı görünecektir. Aynı durum uzay-zaman için de geçerlidir. Eğer uzay-zamana

nesne yerleştirilirse öteleme ve dönme simetrisi bozulur. Bununla birlikte bir uzay-zamana nesnelerin katılması kütleçekimin oluşmasına da neden olur.

Kara delik kütleçekimin yeğin olduğu bir uzay-zaman bölgesidir, bu noktada uzay-zaman fazlasıyla bükülmüş-tür ve dolayısıyla uzay-zaman simetrilerinin bozulması beklenir. Ancak kara delikten uzaklaştıkça uzay-zaman eğikliği gitgide azalır. Kara delikten oldukça uzak bir mesafedeyse uzay-zaman, düz bir uzay-zamana fazlasıyla benzerdir.

1960'larda Hermann Bondi, A. W. Kenneth Metzner, M. G. J. van der Burg ve Rainer Sachs herhangi bir maddeden tamamıyla uzak uzay-zamanın, süper-öteleme olarak bilinen sonsuz bir simetri koleksiyonuna sahip olduğu şeklindeki olağanüstü keşfe imza attı. Bu simetrilerin her biri süper-öteleme yükleri olarak bilinen korunumlu bir nicelikle ilişkilidir. Korunumlu nicelik bir sistem evrildikçe değişmeyen niceliktir. Bunlar, daha bilindik korunumlu niceliklerin genellemeleridir. Sözgelimi uzay-zaman, zamanla değişmiyorsa bu, enerjinin korunduğu anlamına gelir. Diğer yandan uzay-zaman, uzaydaki farklı noktalardan aynı görünüyorsa bu durumda da momentum korunmuş demektir.

Süper-ötelemelerin keşfine ilişkin dikkat çekici olan şey, bir kara deliğin uzağında sonsuz sayıda korunumlu niceliğin bulunmasıdır. Nitekim kütleçekim fiziğine olağandışı ve beklenmedik bir bakış açısı kazandıran da söz konusu korunum yasalarıdır.

2016 yılında Malcolm Perry ve Andy Strominger'la birlikte bilgi paradoksuna olası bir çözüm bulmak adına söz konusu yeni sonuçları korunumlu niceliklerle birlikte kullanmak üzerinde çalışıyordum. Kara deliklerin ayırt edilebilir üç özelliğinin kütle, yük ve açısal momentum olduğunu biliyoruz. Bunlar çok uzun zamandır anlaşılan tipik yüklerdir. Ancak kara delikler aynı zamanda bir sü-

per-öteleme yükü de taşır. Bu yüzden belki de kara delikler kendileri için ilk düşündüğümüzden daha fazla şeye sahiptir. Kara delikler ne keldir ne de yalnızca üç tel saçtan ibarettir, aslında çok büyük miktarda süper-öteleme saçına sahiptirler.

Bu süper-öteleme saçı kara deliğin içinde ne olduğuna ilişkin bilginin bir kısmını kodlayabilir. Söz konusu süper-öteleme yüklerinin bilginin tamamını içermemesi muhtemeldir, fakat bilginin geri kalanından bazı ek korunumlu nicelikler –süper-dönme adındaki bazı ek simetriler ve süper-dönme yükleri– sorumlu olabilir. Eğer bu doğruysa ve bir kara deliğe ilişkin bilginin tamamı onun "saçı" cinsinden anlaşılabiliyorsa, bu durumda belki de ortada herhangi bir bilgi kaybı söz konusu değildir. Bahsi geçen fikirler yakın zamanda yaptığımız hesaplamalarla doğrulandı. Stominger, Perry ve ben, Sasha Haco adındaki bir lisansüstü öğrencisiyle birlikte söz konusu süper-dönme yüklerinin herhangi bir kara deliğin entropisinin tamamından sorumlu olabileceğini keşfettik. Kuantum mekaniği bu noktada geçerli olmaya devam eder ve bilgi kara deliğin yüzeyinde, yani olay ufkunda depolanmıştır.

Kara delikler hâlâ toplam kütleleri, elektrik yükleri ve olay ufkunun dışındaki spinleriyle karakterize edilir; ancak olay ufkunun kendisi, kara deliğin içine düşen şeyin ne olduğunu kara deliğin sahip olduğu bu üç özelliğin ötesine geçen bir şekilde bize söylemek için gerekli olan bilgiyi içeren şeydir. İnsanlar hâlâ bu meseleler üzerine çalışmaya devam etse de bilgi paradoksu henüz çözülmüş değil. Fakat bir çözüme doğru ilerlediğimiz konusunda iyimserim. Yakında bu konuda heyecan verici gelişmeler olacağına hiç kuşku yok.

6

ZAMANDA YOLCULUK MÜMKÜN MÜ?

Bilimkurguda uzay ve zaman bükülmeleri sıklıkla gerçekleşir. Bu bükülmeler galakside hızlı seyahatler ya da zamanda yolculuk için kullanılır. Ancak altını çizmek gerekir ki bugünün bilimkurgusu genellikle yarının bilimsel gerçeğidir. Peki öyleyse zamanda yolculuk ihtimali nedir?

Uzay ve zamanın eğrilebileceği ya da bükülebileceği fikri oldukça yakın tarihlidir. 2000 yıldan fazla bir süre Öklit geometrisinin aksiyomları tartışmasız olarak kabul edildi. Okulda geometri öğrenmeye zorlananlarınızın hatırlayacağı gibi söz konusu aksiyomların sonuçlarından biri bir üçgenin açıları toplamının 180 derece olmasıdır.

Ancak geçtiğimiz yüzyılda insanlar, üçgenin açıları toplamının zorunlu olarak 180 derece olmadığı başka geometri formları olduğunu fark etmeye başladılar. Sözgelimi Dünyanın yüzeyini düşünün. Dünyanın yüzeyinde düz bir çizgiye en yakın şey büyük daire denilen şeydir. Bunlar iki nokta arasındaki en kısa yol ve dolayısıyla havayolu şirketlerinin kullandığı güzergâhtır. Şimdiyse ekvator, Londra'dan geçen 0 derecelik boylam ve Bangladeş'ten geçen 90 derecelik doğu boylamından Dünya yüzeyinde oluşturulan bir üçgeni düşünün. Söz konusu iki boylam çizgisi ekvatorla dik bir açıyla ya da 90 dereceyle kesişir. Aynı şekilde bu iki boylam çizgisi de birbiriyle Kuzey Kutbunda dik bir açıyla (90 derece) kesişir. Böylece elde edilen üçgen üç dik açıya sahip olur. Üçgenin açıları toplamı 270 derece olur ki, bu açık bir şekilde düz bir yüzey üzerindeki üçgenin 180 derecelik açıları toplamından bü-

yüktür. Bununla birlikte eyer-biçimli bir yüzey üzerinde bir üçgen çizildiğinde elde edilecek açılar toplamının 180 dereceden az olduğu görülecektir.

Dünyanı yüzeyi iki boyutlu uzay denilen şeydir. Bu, Dünyanın yüzeyinde birbirine dik açılı iki yönde –kuzey/güney ya da doğu/batı– hareket edebileceğiniz anlamına gelir. Fakat şüphesiz bu iki yöne dik açılı üçüncü bir yön daha –yukarı ya da aşağı– mevcuttur. Başka bir şekilde ifade edecek olursak Dünyanın yüzeyi üç boyutlu uzayda var olur. Bu, onun Öklit geometrisine uyduğu anlamına gelir. Yani bir üçgenin açıları toplamı 180 derecedir. Ancak Dünyanın yüzeyinde hareket edebilen, fakat üçüncü yönü (yani yukarı ya da aşağı yönünü) deneyimleyemeyen iki boyutlu yaratıklardan oluşan bir ırk tahayyül edilebilir. Bu yaratıklar Dünyanın yüzeyinin ikamet ettiği üç boyutlu düz uzayı bilmeyecektir. Onlar için uzay eğik ve geometriyse Öklit-dışı olacaktır.

Fakat iki boyutlu varlıkların Dünya yüzeyinde yaşaması nasıl düşünülebiliyorsa içinde yaşadığımız üç boyutlu uzayın, görmediğimiz başka bir boyuttaki bir kürenin yüzeyi olduğu da aynı şekilde düşünülebilir. Eğer söz konusu küre çok büyükse uzay neredeyse düz ve Öklitçi geometri de kısa mesafelerde oldukça iyi bir yaklaştırım olacaktır. Gelgelelim uzak mesafeler söz konusu olduğunda da Öklitçi geometrinin işlevsiz kaldığı bu durumda fark edilecektir. Bunu zihninizde canlandırmak için bir boyacı grubunun büyük bir topun yüzeyine boya yaptığını düşünün.

Boya katmanının kalınlığı arttıkça topun yüzey alanı yükselecektir. Eğer top üç boyutlu düz bir uzayda olsaydı, topun üzerine sonsuza dek boya eklenebilir ve top gitgide büyürdü. Ancak üç boyutlu uzay gerçekte başka bir boyuttaki bir kürenin yüzeyi olmuş olsaydı, hacmi büyük, fakat sonlu olurdu. Daha fazla boya katmanı eklendikçe top nihayetinde uzayın yarısını doldururdu. Bunun ar-

dından boyacılar, büyüklüğü sürekli azalan bir bölgede sıkıştıklarını ve neredeyse uzayın tamamının top ve onun üzerindeki boya katmanıyla dolduğunu fark ederlerdi. Böylece düz bir uzaydan ziyade, eğik bir uzayda yaşadıklarını bilirlerdi.

Bu örnek dünyanın geometrisinin Antik Yunan düşüncesinde olduğu gibi ilk ilkelerden çıkarılamayacağını gösterir. Bunun yerine içinde yaşadığımız uzayı ölçmek ve onun geometrisini deney yoluyla bulmak gerekir. Ancak her ne kadar eğik uzayları betimlemenin bir yolu 1854'te Alman matematikçi Bernhard Riemann tarafından geliştirilse de, bu çıkarım altmış yıl boyunca matematiksel bir işlem olmaktan öteye geçemedi. Riemann'ın açıklaması soyut düzeyde var olan eğik uzayları betimleyebilse de içinde yaşadığımız fiziksel uzayın neden eğik olması gerektiğine ilişkin herhangi bir gerekçe sunmuyordu. Bu gerekçe ancak 1915'te Einstein'ın genel görelilik kuramını ileri sürmesiyle birlikte ortaya konuldu.

Genel görelilik evren hakkındaki düşünme şeklimizi dönüştüren büyük bir entelektüel devrimdi. Bu kuram yalnızca eğik uzaya ilişkin değil fakat aynı zamanda eğik ya da bükülmüş zamana dair bir kuramdır. Einstein, uzay ve zamanı ilişkilendiren özel görelilik kuramının 1905 yılındaki doğuşuyla birlikte uzay ile zamanın birbiriyle çok yakından bağlantılı olduğunu fark etmişti. Bir olayın bulunduğu yer dört rakamla tanımlanabilir. Rakamlardan üçü olayın konumunu belirler. Bunlar Oxford Circus'ın filanca kilometre kuzeyi, filanca kilometre doğusu ve deniz seviyesinden yükseklik olabilir. Daha büyük bir ölçekteyse söz konusu rakamlar galaktik enlem ve boylam ve de galaksinin merkezinden olan uzaklık olabilir.

Diğer yandan dördüncü rakamsa olayın zamanına karşılık gelir. Dolayısıyla uzay ve zaman, adına uzay-zaman denilen dört boyutlu bir varlık olarak birlikte düşünülebilir. Her bir uzay-zaman noktası, onun uzay ve zamanda-

ki konumunu belirten dört rakamla etiketlenir. Bu yolla uzay ve zamanı, uzay-zaman olarak bir araya getirmek, özgün bir şekilde ayırt edilebildikleri takdirde oldukça gereksiz olacaktır. Bir başka deyişle her bir olayın zamanını ve konumunu tanımlamanın özgün bir yolu olsaydı buna gerek kalmazdı. Ancak Einstein, 1905 yılında, İsviçre'deki bir patent ofisinde kâtipken kaleme aldığı dikkat çekici makalesinde, bir olayın gerçekleştiği düşünülen zaman ve konumun nasıl hareket edildiğine bağlı olduğunu göstermişti. Bu, uzay ve zamanın birbirlerine ayırt edilemez şekilde bağlı olduğu anlamına geliyordu.

Farklı gözlemcilerin olaylara atfettikleri zamanlar, söz konusu gözlemcileri birbirlerine göreli olarak hareket etmiyorsa uyuşacaktır. Ancak gözlemcilerin göreli hızı arttıkça zaman ölçümleri arasındaki uyuşmazlık da bir o kadar artacaktır. Dolayısıyla bu noktada, bir gözlemcinin zaman ölçümünün bir başka gözlemcinin zaman ölçümüne göreli olarak geriye gitmesi için ne kadar hızlı gidilmesi gerektiği sorulabilir. Yanıt şu nükteli şiirde saklıdır:

Wight adasından genç bir kadın
Gidiyor ışıktan hızlı
Çıktı bugün yola
Göreli bir yolla
Ve ulaştı evine dün gece

Dolayısıyla zaman yolculuğu için ihtiyaç duyduğumuz tek şey ışıktan daha hızlı gidecek bir uzay gemisidir. Ne var ki Einstein aynı makalesinde bir uzay gemisini hızlandırmak için ihtiyaç duyulan roket enerjisinin ışık hızına yaklaştıkça gitgide büyüdüğünü göstermişti. Dolayısıyla ışık hızını geçecek kadar hızlanmak sonsuz büyüklükte bir enerji gerektirecektir.

Einstein'ın 1905 tarihli makalesi geçmişe yapılacak zaman yolculuğunu olanaksız kılıyor görünüyordu. Bununla birlikte başka yıldızlara yapılacak uzay yolculu-

ğunun oldukça yavaş ve meşakkatli bir süreç olacağını ifade ediyordu. Işıktan daha hızlı gidilemediği takdirde dünyadan en yakın yıldıza gidiş geliş en azından sekiz yıl, galaksinin merkezineyse yaklaşık 50.000 yıl sürecektir. Ancak uzay gemisi ışık hızına oldukça yakın bir hızda hareket ederse, gemide bulunanlara galaksinin merkezine yapılan yolculuk yalnızca birkaç yıl sürmüş gibi görünebilir. Fakat döndüğünüzde tanıdığınız herkes ölmüş ve binlerce yıl önce unutulmuşsa bu pek de bir teselli yaratmayacaktır. Böylesi bir durum bilimkurgu romanları için de iyi bir sonuç oluşturmayacağı için bilimkurgu yazarları bu güçlüğün etrafından dolaşmanın yollarını aramak durumunda kaldılar.

Einstein 1915'te, genel görelilik olarak bilinen kuramında kütleçekim etkilerinin, uzay-zamanın kendi içindeki madde ve enerji tarafından büküldüğü varsayılarak betimlenebileceğini gösterdi. Nitekim Güneşin kütlesi tarafından oluşturulan söz konusu uzay-zaman bükülmesini Güneşe yakın geçen ışığın ya da radyo dalgalarının küçük kırılmalarında gözlemleyebiliyoruz.

Bu durum Güneş, kaynak ile Dünya arasındayken yıldızın ya da radyo kaynağının görülür konumunun, az bir miktar kaymasına neden olur. Söz konusu kayma oldukça küçük, bir derecenin yaklaşık binde biri kadardır; ki bu da bir kilometrelik mesafede bir santimetrelik harekete eşdeğerdir. Yine de büyük bir tutarlılıkla ölçülebilir ve sonuçları genel göreliliğin öngörüleriyle uyuşur. Uzay ve zamanın bükülmüş olduğuna ilişkin deneysel kanıta sahibiz.

Çevremizdeki bükülme miktarı oldukça küçüktür, zira güneş sistemindeki bütün kütleçekim alanları zayıftır. Ancak Büyük Patlamada ya da kara deliklerde oldukça yeğin kütleçekim alanlarının ortaya çıkabileceğini biliyoruz. Peki uzay ve zaman bilimkurgunun hiper-uzay, solucan delikleri ya da zaman yolculuğu benzeri taleplerini

karşılamaya yetecek kadar bükülebilir mi? İlk bakışta tüm bunlar olası görünür. Sözgelimi 1948'de Kurt Gödel, Einstein'ın genel görelilik alan denklemlerine, içindeki tüm maddenin dönmekte olduğu bir evreni temsil eden bir çözüm bulmuştu. Bu evrende bir uzay gemisiyle yola koyulmak ve geminin ateşlenmesinden önce geri dönmek mümkündü. Gödel, Einstein'ın da son yıllarını geçirdiği Princeton'daki İleri Araştırmalar Enstitüsünde bulunuyordu. Ancak Gödel'i esas şöhrete kavuşturan şey, aritmetik gibi açıkça kolay bir konuda bile, tüm doğru önermelerin kanıtlanmasının imkânsız olduğunu kanıtlamış olmasıydı. Gelgelelim Gödel'in genel göreliliğin zaman yolculuğuna izin verdiğine ilişkin kanıtlaması, bunun mümkün olamayacağını düşünen Einstein'ı gerçekten de üzmüştü.

Halihazırda Gödel'in çözümünün içinde yaşadığımız evreni temsil edemeyeceğini biliyoruz, zira onun ortaya koyduğu evren genişlemiyordu. Ayrıca bu çözümde genellikle oldukça küçük olduğuna inanılan kozmolojik sabit adındaki bir nicelik fazlasıyla büyük bir değere sahipti. Gelgelelim o günden bugüne, zaman yolculuğuna izin veren bundan açıkça daha makul çözümler ortaya konuldu. Sicim kuramı olarak bilinen bir yaklaşımın ortaya koyduğu özellikle ilginç bir çözüm, ışık hızına çok yakın bir hızda birbirlerinin geçmişine hareket eden iki kozmik sicim içerir. Kozmik sicimler, bilimkurgu yazarlarının henüz tam anlamıyla farkına varmamış göründüğü, kuramsal fiziğin olağanüstü bir buluşudur. Adlarının da ortaya koyduğu gibi kozmik sicimler uzunluğa ve küçük bir enine kesite sahip olan sicim benzeri nesnelerdir. Esasında bunlar daha çok ince lastiklere benzerler, zira yüz milyar milyar milyar ton gibi devasa bir gerilim altındadırlar. Güneşe bağlı olan kozmik bir sicim, Güneşin hızını saniyenin bir bölü otuzu gibi bir sürede, sıfırdan altmış kilometreye çıkarabilir.

Kozmik sicimler kulağa uydurma ve saf bilimkurgu gibi gelebilir, fakat Büyük Patlamadan kısa bir süre sonra çok erken evrende oluşmuş olabileceklerine dair iyi bilimsel nedenler mevcuttur. Söz konusu sicimler böylesine büyük gerilim altında oldukları için neredeyse ışık hızına çıkmaları beklenebilir.

Hem Gödel'in evreni hem de hızlı hareket eden kozmik sicim uzay-zamanı için ortak olan şey, uzay-zamanı kendi üzerine büküp geçmişe yolculuğu her daim mümkün kılacak kadar başlangıçta eğik ve bükülmüş olmalarıdır. Tanrı böylesi bükülmüş bir evreni yaratmış olabilir, ancak bunun böyle olduğunu düşünmek için hiçbir nedenimiz yok. Aksine tüm kanıtlar, evrenin, geçmişe yolculuğun mümkün olması için gerekli söz konusu bükülme olmadan Büyük Patlamayla başladığını gösteriyor. Evrenin başlama şeklini değiştiremeyeceğimiz için zaman yolculuğunun mümkün olup olmadığı sorusu, temelde, uzay-zamanı geçmişe yolculuk yapmayı olanaklı kılacak kadar büküp bükemeyeceğimiz sorusuna evrilir. Bunun önemli bir araştırma konusu olduğunu düşünüyorum, ancak kaçık etiketi yememeye de dikkat edilmelidir. Eğer birisi kalkıp zaman yolculuğu üzerine çalışmak için bir araştırma fonuna başvursaydı, başvurusu hiç düşünülmeden reddedilirdi. Hiçbir devlet kurumunun halkın parasını zaman yolculuğu gibi sıradışı bir şeye harcayabildiği görülmemiştir. Böylesi bir fon arayışında zaman yolculuğu demekten ziyade kapalı zamansı eğriler gibi teknik terimler kullanmak daha yerinde olacaktır. Her şeye rağmen bu, oldukça önemli bir sorudur. Genel görelilik zaman yolculuğuna olanak tanır; peki bizim evrenimizde böylesi bir yolculuğun gerçekleşmesine izin verir mi? Cevap hayırsa, bunun nedeni nedir?

Zaman yolculuğuyla yakinen ilişkili olan bir başka konu da uzaydaki bir noktadan bir başka noktaya hızlı seyahat edebilme olanağıdır. Daha önce de belirttiğim gibi

Einstein bir uzay gemisinin hızını ışık hızının ötesine çıkarmanın sonsuz miktarda roket enerjisi gerektireceğini göstermişti. Dolayısıyla galaksinin bir yanından diğer yanına makul bir sürede gitmenin tek yolu, uzay-zamanı küçük bir tüp ya da solucan deliği oluşturacak kadar bükebilmemiz olacaktır. Böylesi bir tüp (ya da solucan deliği), galaksinin iki yanını birleştirip bunlar arasında kısa yol görevi görebilir; ki bu da geri döndüğünüzde arkadaşlarınızın hâlâ hayatta olacağı anlamına gelir. Bu tür solucan deliklerinin gelecekteki bir medeniyetin yetenekleri dahilinde olduğu ciddi bir şekilde öne sürüldü. Ancak galaksinin bir yanından diğer yanına birkaç haftada seyahat edebiliyorsanız, bir başka solucan deliğinin içinden geri dönebilir ve yolculuğa başlamanızdan önceki noktaya varabilirsiniz. Hatta iki ucu birbirine göreli olarak hareket ettiği takdirde tek bir solucan deliğiyle zamanda geriye yolculuk yapmanız da mümkün olurdu.

Bir solucan deliği oluşturmak için uzay-zamanı, normal maddenin onu büktüğü yönün tersi yönünde bükmek gerektiği gösterilebilir. Sıradan madde, uzay-zamanı Dünyanın yüzeyi gibi kendi üzerine büker. Ancak bir solucan deliği oluşturmak için tıpkı bir eyerin yüzeyi gibi olacak şekilde uzay-zamanı tersi yönde bükecek maddeye ihtiyaç vardır. Aynı durum –evrenin, zaman yolculuğuna izin verecek kadar bükülmüş başlamamış olması koşuluyla– uzay-zamanı geçmişe yolculuğa izin verecek şekilde büken diğer tüm yollar için de geçerlidir. Uzay-zamanı istenilen şekilde bükmek için negatif kütleye ve negatif enerji yoğunluğuna sahip maddeye ihtiyaç duyulur.

Enerji bir bakıma para gibidir. Hesabınızda para varsa, parayı çeşitli yollarla dağıtabilirsiniz. Gelgelelim yakın geçmişe kadar inanılan klasik bilim yasalarına göre fazladan enerji kullanma olanağına sahip değilsinizdir. Dolayısıyla söz konusu klasik yasalar, zaman yolculuğuna izin verecek şekilde evreni bükme olanağımızı ortadan

kaldırıyordu. Ancak genel görelilikten ayrı olarak evren resmimizde büyük bir devrim yaratan kuantum kuramı klasik yasaların hükmüne son verdi. Kuantum kuramı daha esnektir ve birkaç hesaptan fazladan para çekmenize izin verir. Keşke bildiğimiz bankalar da böyle olsa. Bir başka deyişle kuantum kuramı enerji yoğunluğunun bazı yerlerde negatif olmasına, söz konusu yoğunluğun başka yerlerde pozitif olması koşuluyla izin verir.

Kuantum kuramının enerji yoğunluğunun negatif olmasına izin verebilmesinin nedeni Belirsizlik İlkesine dayanıyor olmasıdır. Belirsizlik İlkesi belirli niceliklerin, sözgelimi bir parçacığın konumu ve hızının aynı anda iyi tanımlanmış değerlere sahip olamayacağını söyler. Bir parçacığın konumu ne kadar tutarlı şekilde tanımlanırsa parçacığın hızındaki belirsizlik o kadar büyük olur; bu, tersi için de böyledir. Belirsizlik İlkesi aynı zamanda elektromanyetik alan ya da kütleçekim alanı gibi alanlar için de geçerlidir. Buna göre boş uzay olarak düşündüğümüz şeyin içinde bile söz konusu alanlar tam olarak sıfır olamaz. Çünkü bunlar tam olarak sıfır olsalardı, değerleri hem sıfır noktasında iyi tanımlanmış bir konuma hem de yine sıfır noktasında iyi tanımlanmış bir hıza sahip olurdu. Nitekim bu da Belirsizlik İlkesini ihlal ederdi. Bunun yerine bu alanların belirli bir minimum dalgalanma miktarına sahip olması gerekir. Boşluk (vakum) dalgalanmaları denilen bu dalgalanmalar birdenbire ortaya çıkan, birbirlerinden ayrılan ve ardından tekrar bir araya gelip birbirlerini ortadan kaldıran parçacık ve karşı-parçacık çiftleri olarak düşünülebilir.

Söz konusu parçacık/karşı-parçacık çiftleri bir parçacık dedektörüyle doğrudan ölçülemediği için sanal olarak adlandırılır. Ancak bu parçacıkların etkileri dolaylı yoldan gözlemlenebilir. Bunun yapmanın bir yolu Casimir etkisi denilen şeydir. Birbirinden kısa bir mesafe uzaklıkta paralel iki metal plaka olduğunu düşünün. Plakalar

parçacıklar ve karşı-parçacıklar için ayna görevi görecektir. Bu, plakalar arasındaki bölgenin bir bakıma borulu org gibi olduğu ve yalnızca belirli rezonans frekansındaki ışık dalgalarını içeri alacağı anlamına gelir. Neticede plakalar arasındaki boşluk dalgalanmalarının ya da sanal parçacıkların sayısı, plakaların dışında bulunanların sayısından –ki burada boşluk dalgalanmaları herhangi bir dalga boyuna sahip olabilir– küçük bir miktar farklı olacaktır. Plakaların arasındaki sanal parçacıkların sayısı ile plakaların dışındaki parçacıkların sayısı arasındaki fark, plakaların bir yanına diğer yana kıyasla daha az basınç uygulandığı anlamına gelir. Böylece plakaları birbirine doğru iten küçük bir kuvvet olduğu söylenir. Bu kuvvet deneysel olarak ölçüldü. Dolayısıyla sanal parçacıklar gerçekten de var ve gerçek etkiler üretiyorlar.

Plakalar arasında daha az sanal parçacık ya da boşluk dalgalanması olduğu için bunlar plakaların dışındaki bölgeye kıyasla daha düşük enerji yoğunluğuna sahiptir. Ancak plakalardan uzaktaki boş uzayın enerji yoğunluğu sıfır olmak durumundadır. Aksi takdirde uzay-zamanı büker ve evren şu anda olduğu gibi neredeyse düz olmazdı. Dolayısıyla plakalar arasındaki bölgenin enerji yoğunluğu negatif olmalıdır.

Böylece ışığın bükülmesi yoluyla uzay-zamanın eğik olduğuna ilişkin deneysel kanıta ve Casimir etkisi dolayısıyla da uzay-zamanı negatif yönde bükebileceğimize dair doğrulamaya sahibiz. Bu bakımdan bilim ve teknolojide ilerledikçe geçmişimize yolculuk yapmamızı mümkün kılacak bir solucan deliği ya da uzay ve zamanı büken başka bir yol inşa etmemiz olanaklıymış gibi görünebilir. Ancak durum bu olsaydı beraberinde pek çok soru ve problem ortaya çıkardı. Bunlardan biri, zaman yolculuğu gelecekte mümkün olacaksa, neden hâlâ gelecekten birisi geri gelip bu yolculuğun nasıl yapılacağını bize söylemedi şeklindeki sorudur.

Bizi bu konuda bilgisiz bırakmak için sağlam nedenleri olsa bile, insan doğası göz önünde bulundurulduğunda, birisinin caka satmak için ortaya çıkıp kara cahil olarak gördüğü bizlere zaman yolculuğunun sırrını söyleyemeyeceğine inanmak oldukça zor. Şüphesiz bazıları çoktan gelecekten gelenler tarafından ziyaret edildiğimizi iddia edecektir. Bu insanlar UFO'ların gelecekten geldiğini ve hükümetlerin bunu örtbas etmek ve söz konusu ziyaretçilerin getirdiği bilimsel bilgiyi kendilerine saklamak için devasa bir komploda yer aldığını söyleyecektir. Hükümetler gerçekten de bir şeyler saklıyorsa söyleyebileceğim tek şey, uzaylıların getirdiği faydalı bilgiyi kullanmak konusunda kötü bir iş çıkardıklarıdır. Kargaşa teorisinin* daha olası olduğuna inandığım için komplo teorilerine karşı fazlasıyla kuşkuyla yaklaşıyorum. UFO'ların görüldüğüne ilişkin ihbarlar, birbirleriyle çelişik ifadeler olduğu için bütünüyle uzaylılar kaynaklı olamaz. Ancak bu ihbarların bir kısmının yanılgı ya da halüsinasyon olduğunu bir kez kabul ettiğinizde aslında tümünün bu türden sanrılar olması, gelecekten ya da galaksinin diğer tarafından gelen insanlar tarafından ziyaret edilmemizden daha olası değil midir? Eğer Dünyayı kolonileştirmek ya da bizi bazı tehlikeler konusunda uyarmak istiyorlarsa bu konuda oldukça başarısız oldukları açıktır.

Uzay yolculuğunu, gelecekten gelen herhangi bir ziyaretçiyle karşılaşmamış olmamız gerçeğiyle bağdaştırmanın olası bir yolu, böylesi bir yolculuğun yalnızca geleceğe gerçekleştirilebileceğini söylemektir. Bu görüşe göre geçmişimizdeki uzay-zaman değişmezdir; zira onu gözlemlemiş ve geçmişe yolculuğa izin verecek kadar bükülmüş olmadığını görmüşüzdür. Öte yandan geleceğin ucu açıktır. Dolayısıyla onu zaman yolculuğunu olanaklı kı-

---

* İngilizcesi *cock-up theory* olan bu tanımı daha iyi anlamak için *bkz.* "Hanlon'un usturası" –çn.

lacak ölçüde bükmemiz mümkün olabilir. Ancak uzay-zamanı yalnızca gelecekte bükebileceğimiz için şimdiki zamana ya da daha öncesine yolculuk yapmamız olanaklı olmayacaktır.

Bu model gelecekten gelen turistlerin akınına uğramamış olmamızın nedenini açıklar. Ancak geriye yine de pek çok paradoks bırakır. Bir rokete atlayıp gittiğiniz yerden daha roket ateşlenmeden önce dönmenizin mümkün olduğunu varsayın. Henüz fırlatma rapmasındayken roketi havaya uçurmanızdan ya da başka bir şekilde ilk başta yola koyulmaya mani olmanızdan sizi ne alıkoyabilir? Sözgelimi geçmişe gidip henüz doğmanızdan önce anne ve babanızı öldürmek gibi bu paradoksun başka versiyonları da mevcuttur, fakat temelde bu paradokslar aynı mantıkla işler. Bu konuda iki olası çözüm var görünür.

Bunlardan biri tutarlı-geçmişler yaklaşımı diyeceğim şeydir. Bu yaklaşım uzay-zaman geçmişe yolculuğu olanaklı kılacak kadar bükülmüş olsa bile fiziğin denklemlerine tutarlı bir çözüm bulunması gerektiğini söyler. Bu görüşe göre çoktan geri gelip fırlatma rampasını havaya uçurmakta başarısız olmanız dışında bir roketle geçmişe gitmek üzere yola koyulmanız mümkün değildir. Bu tutarlı bir resim olsa da bizlerin bütünüyle belirlenmiş olduğunu ifade eder: bir başka deyişle fikrimizi değiştirmeniz imkânsızdır. Böylelikle bu yaklaşımda özgür iradeye yer olmadığı açıktır.

Diğer bir olasılıksa alternatif geçmişler yaklaşımı dediğim şeydir. Fizikçi David Deutsch tarafından savunulan bu yaklaşım, öyle görünüyor ki *Geleceğe Dönüş* filminin yaratıcısının da aklında bulundurduğu fikirdi. Bu görüşe göre tek bir alternatif geçmişte roket ateşlenmeden önce gelecekten geri gelmenin herhangi bir yolu ve dolayısıyla roketin havaya uçma ihtimali yoktur. Ancak uzay yolcusu gelecekten geri döndüğünde başka bir alternatif geçmişe geçiş yapar. Bu geçmişte insan ırkı bir uzay gemisi inşa

etmek için muazzam bir çaba harcar, ancak tam ateşlenmek üzereyken galaksinin başka bir tarafından benzer bir uzay gemisi ortaya çıkıp onu yok eder.

David Deutsch alternatif geçmişler yaklaşımına destek veren fizikçi Richard Feynman'ın ortaya koyduğu geçmişler toplamı anlayışında saklı olduğunu iddia eder. Geçmişler toplamı düşüncesi, kuantum kuramı uyarınca evrenin yalnızca tek bir özgün geçmişe sahip olmadığını söyler. Daha ziyade evren, her biri kendi olasılığını içeren olası tüm geçmişlere sahiptir. Her ne kadar olasılığı düşük olsa da Ortadoğu'da barışın hâkim olduğu olası bir geçmiş de söz konusu olmalıdır.

Bazı geçmişlerde uzay-zaman öylesine bükülmüş olacaktır ki roket benzeri nesnelerin geçmişlerine yolculuk yapması mümkün olacaktır. Ancak her bir geçmiş yalnızca eğik uzay-zamanı değil, fakat aynı zamanda içindeki nesneleri de tanımlayacak şekilde tamamlanmış ve bağımsızdır. Dolayısıyla bir roket tekrar geri döndüğünde başka bir alternatif geçmişe geçemez. Roket geri dönüşü sırasında hâlâ kendi içinde tutarlı olmak durumunda olan aynı geçmişin içerisindedir. Bu bakımdan geçmişler toplamı fikrinin, Deutsch'un iddiasına rağmen, alternatif geçmişler düşüncesinden ziyade tutarlı geçmişler varsayımını desteklediğini düşünüyorum.

Böylece tutarlı geçmişler resmine kalmış gibi görünürüz. Gelgelelim bu resim, uzay-zamanın makroskobik bir bölgede zaman yolculuğunu mümkün kılacak kadar bükülmüş olduğu geçmişler için olasılığın çok küçük olması durumunda, belirlenimciliğe ya da özgür iradeye ilişkin problemleri içermek zorunda değildir. Bu, adına Kronolojinin Korunması Varsayımı dediğim şeydir: Bu varsayıma göre fizik yasaları makroskobik bir ölçekte zaman yolculuğunu engellemek için bir arada çalışır.

Zaman yolcuları için bir parti düzenlemenin gereği var mı? Herhangi birinin böylesi bir partiye katılmasını bekler miydiniz?

2009 yılında zaman yolculuğu hakkındaki bir filmi izlemek üzere üniversitemde (Cambridge'teki Gonville and Caius Üniversitesi) zaman yolcuları için bir parti düzenledim. Yalnızca gerçek zaman yolcularının katıldığından emin olmak için partiden sonrasına kadar kimseye davetiye yollamadım. Parti günü üniversitede umutlu bekleyişime rağmen kimse çıkıp gelmedi. Hayal kırıklığına uğrasam da bu beni şaşırtmamıştı, zira genel görelilik doğru ve enerji yoğunluğu pozitifse zaman yolculuğunun mümkün olmadığını göstermiştim. Aslında varsayımlarımdan birinin yanlış olduğu ortaya çıksaydı bu beni fazlasıyla mutlu ederdi.

Görünen o ki, uzay-zaman geçmişe yolculuğa neredeyse izin verecek ölçüde büküldüğünde sanal parçacıklar kapalı yörüngeleri takip eden gerçek parçacıklar haline gelebilir. Bu durumda sanal parçacıkların yoğunluğu ve enerjisi oldukça büyür. Bu, söz konusu geçmişlerin olasılığının oldukça düşük olduğu anlamına gelir. Böylece dünyayı tarihçiler için güvenli kılan bir Kronoloji Koruma Organı (ya da bir zaman polisi) olabilirmiş gibi görünür. Gelgelelim uzay ve zaman bükülmesi konusu hâlâ başlangıç aşamasındadır. Genel görelilik ile kuantum kuramını birleştirmek konusunda en büyük umudumuz olan M-kuramı olarak bilinen sicim kuramının birleştirici bir formuna göre, uzay-zaman yalnızca deneyimlediğimiz dört boyuta değil, daha ziyade on bir boyuta sahip olmalıdır. Buradaki fikir söz konusu on bir boyuttan yedisinin onları fark edemeyeceğimiz kadar küçük bir uzaya bükülmüş olduğudur. Öte yandan geriye kalan dört yönse oldukça düz olan uzay-zaman dediğimiz şeydir. Eğer bu resim doğruysa dört düz yönün fazlasıyla eğik ya da bükülmüş yedi yönle karışmasını sağlamak mümkün olabilir. Bunun neye yol açacağını henüz bilmiyoruz. Fakat heyecan verici olasılıklara kapı araladığına kuşku yok.

Sonuç olarak hızlı uzay seyahati ve zamanda geriye yolculuk mevcut anlayışımıza göre göz ardı edilemez. Ancak bunlar büyük mantıksal problemlere yol açacaktır, dolayısıyla umut edelim ki insanların geçmişe gidip anne ve babalarını öldürmelerine engel olacak bir Kronoloji Koruma Yasası olsun. Fakat bilimkurgu hayranlarının hevesinin kaçmasına gerek yok. Çünkü M-kuramı bize hâlâ bu konuda umut veriyor.

7

DÜNYADA HAYATTA KALMAYI SÜRDÜREBİLECEK MİYİZ?

2018 Ocağında, Manhattan Projesinde ilk nükleer silahı üretmek için çalışan birkaç fizikçi tarafından kurulan *Bulletin of the Atomic Scientists* adındaki bir dergi, gezegenimizin karşı karşıya olduğu –askeri ya da çevresel– felaketin yaklaşan tehlikesinin simgesel ölçümü olan Kıyamet Günü Saatini gece yarısına iki dakika kalacak şekilde ileriye aldı.

Nükleer çağın henüz başladığı 1947'de kurulan bu saatin ilginç bir öyküsü var. Manhattan Projesinin başındaki bilim insanı olan Robert Oppenheimer 1945 Temmuzundaki ilk atom bombası denemesinden (Trinity nükleer denemesi) iki yıl sonra şunları söylemişti: "Dünyanın artık aynı olmayacağını biliyorduk. Bazıları güldü, bazıları ağladı, insanların çoğuysa sessizdi. Hindu yazıtı *Bhagavad-Gita*'daki bir sözü hatırlıyorum, 'Şimdi ben Ölüm oldum; dünyaların yok edicisi.'"

1947'de saat ilkin gece yarısına yedi dakika kalacak şekilde ayarlandı. 1950'lerin başındaki Soğuk Savaşı dışarıda tutacak olursak o zamandan bu yana Kıyamet Gününe en yakın olduğumuz dönemdeyiz. Saat ve onun hareketleri şüphesiz tamamıyla semboliktir, ama diğer bilim insanlarının kısmen Donald Trump'ın seçilmesiyle başlayan bu türden endişe verici uyarılarının ciddiye alınması gerektiğine işaret etmek zorunda olduğumu hissediyorum. Peki, Kıyamet Günü Saati ve insan ırkı için zamanın işle-

diği ya da tükenmekte olduğu fikri gerçekçi midir, yoksa gereksiz bir telaş mıdır? Böylesi bir uyarı yerinde midir, yoksa boşa zaman kaybı mıdır?

Zamana oldukça kişisel bir ilgim var. İlkin bilim camiasının sınırlarının ötesinde tanınıyor olmamın temel nedeni olan çok satan kitabımın adı *Zamanın Kısa Tarihi*'dir. Dolayısıyla bazı kimseler, her ne kadar uzman olmak bugünlerde zorunlu olarak iyi bir şey olmasa da, zaman konusunda bir uzman olduğumu düşünebilir. İkincisi doktorları tarafından yirmi bir yaşındayken beş yıl ömrü kaldığı söylenen ve 2018 yılında yetmiş altısına giren biri olarak çok daha kişisel bir anlamda zaman konusunda uzman olduğum söylenebilir. Nahoş ve güçlü bir şekilde zamanın geçişinin farkındayım ve hayatımın çoğunu bana verilen zamanın, dedikleri gibi, ödünç alınmış olduğu duygusuyla yaşadım.

Hiç kuşku yok ki dünyamızın politik olarak içinde bulunduğu durum hatırladığım herhangi bir zamandan daha fazla istikrarsız ve karmaşık. Çok sayıda insan hem ekonomik hem de sosyal anlamda geride bırakılmış hissediyor. Bunun bir sonucu olarak da yönetmek konusunda sınırlı bir tecrübeye sahip ve herhangi bir kriz anında aklıselim kararlar alma kabiliyeti henüz sınanmamış olan popülist –ya da en azından popüler– politikacılara yöneliyorlar. Bu, Mahşer Gününe zemin hazırlayan umursamaz ve kötü niyetli kuvvetlerin beklentisi arttıkça Kıyamet Günü Saatinin kritik bir noktaya biraz daha yaklaştırılması gerektiği gibi bir sonuç yaratacaktır.

Dünya pek çok yönden tehdit altında, dolayısıyla olumlu bir tavır sergilemem oldukça zor. Söz konusu tehditler hem oldukça ciddi hem de çok sayıda.

Birincisi Dünya bizler için oldukça küçük bir yer haline geliyor. Maddi kaynaklarımız alarm veren bir hızda tükeniyor. Gezegenimize iklim değişikliği gibi feci bir hediye sunmuş durumdayız. Yükselen sıcaklıklar, kutup-

lardaki buz tabakasının azalması, ormanların yok olması, aşırı nüfus yoğunluğu, hastalıklar, savaşlar, kıtlık, su kaynaklarının yetersizliği ve hayvan türlerinin büyük bir kısmının yok olması; tüm bunlar çözülebilir problemler olmasına rağmen henüz bir çözüm oluşturulmuş değil.

Küresel ısınma hepimizin kaynaklık ettiği bir problem. Otomobillere sahip olmak, seyahat etmek ve daha iyi bir yaşam standardına erişmek istiyoruz. Sorun şu ki, insanlar ne olup bittiğini anlayana kadar her şey için çok geç olabilir. İkinci bir Nükleer Çağın ve benzeri görülmemiş bir iklim değişikliği sürecinin kıyısında dururken, bilim insanlarına insanlığın karşı karşıya olduğu tehlikeler hakkında toplumu bilgilendirmek ve liderlere tavsiyelerde bulunmak gibi özel bir sorumluluk düşüyor. Bilim insanları olarak bizler nükleer silahların tehlikesini ve onların yıkıcı etkisini anlıyor ve insan faaliyetleri ile teknolojilerinin Dünyadaki yaşamı sonsuza dek değiştirebilecek şekilde iklim sistemlerini nasıl etkilediğini öğreniyoruz. Dünya vatandaşları olarak bizlerin bu bilgiyi paylaşmak ve her gün yaşadığımız gereksiz riskler konusunda toplumu uyarmak gibi bir görevi var. Hükümetler ve kurumlar nükleer silahları işlevsiz kılmak ve iklim değişikliğinin daha fazla ilerlemesine engel olmak konusunda hemen harekete geçmezse büyük bir tehlike bizleri bekliyor.

Bununla birlikte alışageldiğimiz politikacıların çoğu, dünyamızın bir dizi kritik çevre kriziyle karşı karşıya olduğu bu dönemde, insan yapımı iklim değişikliği gerçekliğini ya da en azından onu tersine çevirme kabiliyetimizi reddediyor. Tehlike şu ki, küresel ısınma, henüz olmadıysa bile, müdahale edilemeyecek noktaya gelebilir. Kuzey kutbundaki ve Antartika'daki buz tabakalarının erimesi güneş enerjisinin uzaya geri yansıyan kısmının azalmasına ve dolayısıyla sıcaklığın daha fazla artmasına neden oluyor. İklim değişikliği Amazon ve diğer yağmur ormanlarını yok

ederek, atmosferdeki karbondioksitin ortadan kalkmasının temel yollarından birini devre dışı bırakabilir. Bununla birlikte deniz sıcaklığının yükselmesi de büyük miktarda karbondioksit salınımını tetikleyebilir. Her iki olay da sera etkisini artıracak ve böylece küresel ısınmayı daha da körükleyecektir. Bu iki etki de iklimimizi Venüs'ünkine dönüştürebilir: yani 250 santigrat derecede kavurucu bir sıcaklık ve sülfürik asit yağmurları söz konusu olabilir. İnsan yaşamı bu durumda sürdürülebilir olmayacaktır. Bu nedenle 1997'de uygulamaya konulan uluslararası Kyoto Protokolü antlaşmasının ötesine geçip karbon salınımına hemen son vermemiz gerekiyor. Bunu yapmak için gerekli teknolojiye sahibiz. Tek ihtiyacımız olan politik irade.

Cahil, düşünmeyen bir yığın olabiliyoruz. Tarihimizde benzer krizlerle karşılaştığımızda genelde kolonileşeceğimiz başka yerler oluyordu. Sözgelimi Kristof Kolomb 1492'de Yeni Dünyayı keşfettiğinde bunu yapmıştı. Ancak artık ortada yeni bir dünya ya da kıyıda kalmış bir Ütopya yok. Kullanabileceğimiz mekânlar tükeniyor ve geriye gidecek tek yer olarak başka dünyalar kalıyor.

Evren zorlu ve yaman bir yerdir. Gezegenleri yutan yıldızlar, süpernova patlamalarının uzay boyunca yaydığı ölümcül ışınlar, birbirlerine çarpan kara delikler ve saniyede yüzlerce kilometrelik hızda hareket eden asteroitler. Bu fenomenler göz önünde bulundurulduğunda uzay pek de davetkâr bir yer gibi görünmez; ancak bunlar olduğumuz yerde kalmaktan ziyade, neden uzay macerasına atılmamız gerektiğinin bizatihi nedenleridir. Zira bir asteroit çarpmasına karşı tamamen savunmasız olacağız. Bir asteroidin en son Dünyamızla çarpışması bundan yaklaşık altmış milyon önceydi, ki bu çarpışmanın dinozorların soyunun yok olmasından sorumlu olduğu düşünülüyor. Böylesi bir çarpışma tekrar gerçekleşecek. Bu, bilimkurgusal bir manzara değil; zira fizik ve olasılık yasaları bunun tekrar gerçekleşeceğini açıkça gösteriyor.

Nükleer savaş muhtemelen hâlâ günümüzde insanlığı tehdit eden en büyük tehlike. Bu tehdidin varlığı fazlasıyla unutulmuş durumda. Rusya ve Birleşik Devletler eskisi kadar savaş meraklısı değil, fakat nükleer bir kazanın gerçekleştiğini ya da bu ülkelerin sahip olduğu söz konusu silahların teröristlerin eline geçtiğini bir düşünün. Ne kadar fazla ülke nükleer silah edinirse bu risk o kadar artıyor. Soğuk Savaşın sona ermesinin ardından bile hepimizi defalarca öldürmeye yetecek kadar nükleer silah hâlâ mevcut ve nükleer silahlanmaya yeni ulusların dahil olması politik belirsizliğin artmasına neden oluyor. Zaman geçtikçe nükleer tehlikesi azalabilir, ancak bu sefer de başka tehditlerin gelişmesi muhtemeldir; dolayısıyla tetikte olmaya devam etmeliyiz.

Öyle ya da böyle nükleer bir savaşın ya da çevresel bir felaketin Dünyayı önümüzdeki 1000 yıl içerisinde –ki bu süre jeolojik zaman düşünüldüğünde göz açıp kapayıncaya kadardır– sakat bırakmasının neredeyse kaçınılmaz olduğunu düşünüyorum. Umuyor ve inanıyorum ki o zamana kadar akıllı ve yaratıcı ırkımız Dünyanın tehdit edici sınırlarından kurtulmanın bir yolunu bulacak ve böylesi bir felaket sonunda hayatta kalmayı başarabilecek. Şüphesiz aynı durum Dünyada yaşayan milyonlarca başka tür için mümkün olmayabilir ki bu durum bir ırk olarak bizlerin vicdanını hep rahatsız edecektir.

Dünyadaki geleceğimize ihtiyatsız bir kayıtsızlıkla yaklaştığımızı düşünüyorum. Halihazırda gidebilecek hiçbir yerimiz yok, fakat uzun vadede insan ırkının tüm yumurtalarını aynı sepete ya da tek bir gezegene koymaması gerekiyor. Umuyorum ki Dünyadan nasıl kaçacağımızı öğrenmeden önce sepeti düşürmemenin bir yolunu bulabiliriz. Gelgelelim bizler doğamız gereği araştırmacı ve gezginizdir. Merak bu yöndeki en önemli motivasyonumuz ve sadece insana özgü bir özelliktir. Nitekim kâşifleri Dünyanın düz olmadığını kanıtlamak için yola çıkaran,

düşünce hızında bizleri yıldızlara gönderen ve gerçekte de bizi oraya gitmeye teşvik eden de tam da bu merak duygusu ve içgüdüdür. Bununla birlikte sözgelimi Aya ayak basmak gibi, ne zaman yeni bir büyük atılım yapsak insanlığı ileriye taşıyor, insanları ve ulusları bir araya getiriyor, yeni keşiflere ve yeni teknolojilere öncülük ediyoruz. Dünyayı terk etmek herkesin katılması gereken küresel bir yaklaşımı gerektirir. Bunun için ihtiyaç duyulan teknolojiye neredeyse sahibiz. Bu nedenle artık başka güneş sistemlerini keşfetmeye başlamalıyız. Başka güneş sistemlerine dağılmak bizi kendimizden koruyacak yegâne şey olabilir. İnsanların Dünyayı terk etmesi gerektiğine ikna olmuş durumdayım. Çünkü Dünyada kalmaya devam edersek yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalacağız.

◆

Böylece uzay araştırması için beklentimi bir yana bırakacak olursak temel soru şu olacaktır: gelecek nasıl şekillenecek ve bilim bu konuda bize nasıl yardım edebilir?

Bilimin gelecekteki yaygın resmi *Star Trek* benzeri bilimkurgu dizilerinde gösterilir. Bununla birlikte *Star Trek*'in yapımcıları dizide çok zor olmayan bir rolde yer almaya beni ikna etmişlerdi.

Dizide yer almak çok büyük bir keyifti, fakat bundan söz etmemin nedeni önemli bir noktaya işaret etmek. H. G. Wells'ten bu yana gelecek tasvirlerinin neredeyse tamamı özünde statik veya değişmezdir. Bunlar genellikle bilim, teknoloji ve politik yapılanma konusunda bizlerden çok daha ileri bir toplumu resmederler. (İşin politik yapılanma kısmı çok da zor olmayabilir.) Şimdi ile o zaman arasındaki sürede beraberinde bazı gerilimler ve üzüntü verici olaylarla birlikte büyük değişiklikler olmuş olmalıdır. Fakat gelecek bize görünene kadar bilimin, teknolojinin ve toplumsal yapılanmanın mükemmele yakın bir seviyeye ulaşacağı varsayılır.

Böylesi bir resme kuşkuyla yaklaşıyorum ve bilim ile teknolojide nihai bir dengeye ulaşıp ulaşamayacağımız sorusunun sorulması gerektiğini düşünüyorum. Son Buzul Çağının ardından geçen yaklaşık 10.000 yıllık sürede insan ırkı bilgi ve teknoloji konusunda herhangi bir ilerleme kaydetmedi. Bununla birlikte Roma İmparatorluğunun çöküşüyle birlikte Karanlık Çağ dediğimiz dönem benzeri insanlık tarihini geri götüren bazı süreçler de söz konusu oldu. Fakat dünya nüfusu –ki bu, yaşamı sürdürmek ve kendimizi beslemek konusundaki teknolojik kabiliyetimizin bir ölçütüdür– Veba gibi bazı olaylar dışında, düzenli olarak arttı. Son 200 yılda söz konusu büyüme zaman zaman üstel bir şekilde gerçekleşti ve dünya nüfusu 1 milyardan yaklaşık 7,6 milyara sıçradı. Son zamanlardaki teknolojik gelişmenin diğer ölçütleriyse elektrik tüketimi ve yayımlanan bilimsel makalelerin sayısıdır. Nitekim bunlarda da neredeyse üstel bir artışın olduğu görülüyor. Halihazırda beklentilerimiz öylesine abartılmış ki bazı insanlar, hâlâ geleceğin Ütopyacı tasvirlerine ulaşmadığımız için politikacılar ve bilim insanları tarafından aldatılmış olduklarını hissediyorlar. Sözgelimi *2001: A Space Odyssey* filmi Ayda kurulan bir üsten Jüpiter'e insanlı uzay uçuşunu bize gösteriyordu.

Yakın gelecekte bilimsel ve teknolojik ilerlemenin ciddi anlamda yavaşlayıp duracağına ilişkin herhangi bir işaret yok. Şüphesiz *Star Trek*'te geçen zaman, yani bundan yalnızca 350 yıl sonrası düşünülürse böylesi bir yavaşlamanın gerçekleşmeyeceği kesin. Ancak mevcut büyüme hızı bir sonraki binyıla kadar devam edemez. Zira 2600 yılına gelindiğinde dünya nüfusu insanların dip dibe yaşadığı bir seviyeye ulaşacak ve elektrik tüketimi Dünyanın akkor parlamasına neden olacak. Mevcut üretim hızıyla yeni basılan kitapları yan yana dizdiğiniz takdirde sıranın sonundaki kitabı takip etmek için bile saatte yüz elli kilometre hızla hareket etmeniz gerekecek. Şüphesiz

2600 yılına gelene kadar yeni sanatsal ve bilimsel çalışmalar, fiziksel kitaplar ve makalelerden ziyade elektronik formlar halinde bulunacak. Ancak yine de söz konusu üstel büyüme devam ettiği takdirde kuramsal fizik alanında saniyede on makale yayımlanacak ve bunları okumak için zaman olmayacak.

Açık ki mevcut üstel büyüme sonsuza kadar devam edemez. Peki bu durumda ne olacak? Bir olasılık, nükleer savaş benzeri bir felaketle soyumuzu yeryüzünden silmek olabilir. Irkımızı bütünüyle yok etmesek bile *Terminatör* filminin açılış sahnesinde olduğu gibi vahşilik ve barbarlık haline alçalabilme olasılığımız bulunuyor.

Peki önümüzdeki bin yılda bilim ve teknolojide nasıl gelişeceğiz? Bunu yanıtlamak oldukça güç. Yine de bu konuda risk alıp geleceğe ilişkin öngörülerimi ileri süreceğim. Önümüzdeki yüz yıla ilişkin söyleyeceklerim konusunda haklı olmak adına küçük bir şansım olabilir, fakat binyılın geriye kalanı hakkında konuşmak spekülasyondan ibaret olacaktır.

Modern bilim anlayışımız Avrupalıların Kuzey Amerika'da kolonileşmesiyle neredeyse eşzamanlı olarak başladı ve on dokuzuncu yüzyılın sonuna gelindiğinde halihazırda klasik bilim yasaları olarak bilinen yasalarla evrenin bütünlüklü bir kavrayışına erişmek üzereymişiz gibi göründü. Ancak, daha önce de değindiğim gibi, yirminci yüzyılda yapılan gözlemler enerjinin kuantum adı verilen ayrıksı ya da kesintili paketler halinde yayıldığını göstermeye başladı ve kuantum mekaniği adı verilen yeni bir kuram Max Planck ve diğerleri tarafından formüle edildi. Bu kuramla birlikte gerçekliğin bütünüyle farklı bir resmi ortaya çıktı. Buna göre şeyler, tek bir özgün geçmişten ziyade her biri kendi olasılığını içeren olası tüm geçmişlere sahipti. Tek tek parçacıklar düzeyine inildiğinde, olası parçacık geçmişleri parçacığın ışıktan daha hızlı hareket ettiği ve hatta zamanda geri-

ye gittiği yolları içermek durumundadır. Ancak zamanda geriye giden bu yollar bir toplu iğnenin ucunda dans eden melekler* gibi değildir. Çünkü gerçek gözlemsel sonuçları mevcuttur. Boş uzay olarak düşündüğümüz şey bile uzay ve zamanda kapalı döngülerde hareket eden parçacıklarla doludur. Yani parçacıklar döngünün bir yanında zamanda ileriye doğru, diğer yanındaysa zamanda geriye doğru hareket eder.

Garip olan, uzay ve zamanda sonsuz sayıda nokta bulunduğu için parçacıkların olası kapalı döngü sayısının da sonsuz olmasıdır. Bununla birlikte parçacıkların sonsuz sayıda kapalı döngüsü sonsuz büyüklükte bir enerjiye sahiptir ve uzay ve zamanı muhtemelen tek bir noktaya bükebilir. Bilimkurguda bile böylesine ilginç bir şey düşünülmemiştir. Söz konusu sonsuz enerjiyle uğraşmak gerçekten de yaratıcı bir muhasebe gerektirir. Geçtiğimiz yirmi yılda kuramsal fizik alanındaki çalışmaların çoğu, uzay ve zamandaki sonsuz sayıda kapalı döngünün birbirini bütünüyle iptal ettiği bir kuram bulmaya ayrılmıştır. Çünkü ancak o zaman kuantum kuramı ile Einstein'ın genel göreliliğini birleştirmemiz ve evrenin temel yasalarının bütünlüklü bir kuramına erişmemiz mümkün olacak.

Peki önümüzdeki bin yılda söz konusu bütünlüklü kuramı keşfetme ihtimalimiz nedir? Bu ihtimalin oldukça yüksek olduğunu söylerdim ama bu durumda optimist bir tavır sergilemiş olurum. 1980 yılında yirmi yıl içerisinde bütünlüklü bir birleşik kuram keşfetme şansımızın yüzde elli olduğunu düşündüğümü ifade etmiştim. O zamandan bu yana son derece kayda değer ilerlemeler kaydettik, fakat yine de nihai kuram aşağı yukarı aynı uzaklıkta görünüyor. Öyleyse fiziğin Kutsal Kâsesi hiçbir zaman ulaşmamız mümkün olmayan bir şey mi olacak? Böyle olmadığını düşünüyorum.

---

* *Bkz.* "How many angels can dance on the head of a pin?" –çn.

Yirminci yüzyılın başlangıcında doğanın işleyişini bir milimetrenin yüzde biri kadar olan klasik fiziğin ölçeği üzerinden anlıyorduk. Ancak yirminci yüzyılın ilk otuz yılında atom fiziği üzerine yapılan çalışmalar kavrayışımızı bir milimetrenin milyonda biri uzunluğuna kadar indirdi. O zamandan bu yana nükleer ve yüksek enerji fiziğindeki araştırmalar bir milimetrenin milyarda birinden daha küçük uzunluk ölçeklerine erişmemizi sağladı. Gitgide daha küçük uzunluk ölçeklerindeki yapıları keşfetmeye sonsuza dek devam edebilirmişiz gibi görünebilir. Ancak bu dizinin tıpkı Matruşka bebeklerinde olduğu gibi bir sınırı vardır. Nihayetinde daha küçük parçalarına ayrılamayan en küçük matruşkaya ulaşırsınız. Fizikteki en küçük matruşkaya Planck uzunluğu denilir, ki bu uzunluk bir milimetrenin 100.000 milyar milyar milyarda biri kadardır. Bu kadar küçük mesafelerde iş görebilen parçacık hızlandırıcılar yapmaktan oldukça uzağız. Çünkü böylesi bir hızlandırıcının güneş sisteminden daha büyük olması gerekir ki mevcut finansal iklimde bunun onaylanması pek de mümkün görünmüyor. Gelgelelim kuramlarımızın çok daha makul ve basit makinelerle sınanabilen sonuçları bulunuyor.

Laboratuvarda Planck uzunluğunu ölçmek mümkün olmayacak olsa da Dünya üzerinde elde edebileceğimizden daha yüksek enerji ve daha kısa uzunluk ölçeklerinde gözlemsel kanıt elde etmek için Büyük Patlamaya başvurabiliriz. Gelgelelim her şeyin nihai kuramını bulmak için büyük ölçüde matematiğin güzelliğine ve tutarlılığına sırtımızı yaslamamız gerekiyor.

Star Trek'in gelecek tasviri, eşdeyişle gelişmiş ama özünde durağan bir seviyeye ulaşmamız evreni yöneten temel yasalara ilişkin bilgimiz ışığında mümkün olabilir. Ancak bu yasaların kullanımıyla durağan bir hale asla ulaşmayacağımızı düşünüyorum. Nihai kuram üretebileceğimiz sistemlerin karmaşıklığına hiçbir sınırlama ge-

tirmeyecektir ki, bu karmaşıklık içerisinde önümüzdeki bin yılın en önemli gelişmelerinin gerçekleşeceğini düşünüyorum.

◆

Açık ara farkla sahip olduğumuz en karmaşık sistemler bizatihi kendi bedenlerimizdir. Yaşama Dünyayı dört milyar önce kaplayan ilk okyanuslar kaynaklık etmiş gibi görünüyor. Ancak bunun nasıl olduğunu bilmiyoruz. Bunun nedeni atomlar arasındaki rastlantısal çarpışmaların, kendini yeniden üretip daha karmaşık yapılarda bir araya gelebilen makro-molekülleri oluşturması olabilir. Ancak fazlasıyla karmaşık yapıdaki DNA molekülünün üç buçuk milyar yıl önce ortaya çıktığını biliyoruz. DNA, Dünyadaki tüm yaşamların temelidir. 1953 yılında Cambridge'teki Cavendish Laboratuvarında Francis Crick ve James Watson tarafından keşfedilen DNA'nın, spiral bir merdivene benzer şekildeki ikili bir sarmal yapısı vardır. İkili sarmalın iplikleri tıpkı spiral bir merdivenin basamakları gibi nükleik asit çiftleriyle birbirine bağlanır. Bununla birlikte sitozin, guanin, adenin ve timin olmak üzere dört tür nükleik asit vardır. Farklı nükleik asitlerin spiral merdiven boyunca oluşturdukları dizilim genetik bilgiyi taşır ve bu bilgi DNA molekülünün kendi etrafında bir organizma oluşturmasına ve kendini yeniden üretmesine olanak tanır. DNA kendisinin kopyalarını oluşturdukça spiral boyunca bulunan nükleik asit dizilimlerinde zaman zaman hatalar gerçekleşir. Çoğu durumda kopyalama sırasında oluşan hatalar DNA'nın kendini yeniden üretmesine mani olur. Böylesi genetik hatalar ya da bilindiği adıyla mutasyonlar yavaş yavaş ortadan kalkar. Ancak birkaç durumda hata ya da mutasyon DNA'nın hayatta kalma ve kendini yeniden üretme şansını artırır. Böylece nükleik asit dizisindeki bilgi içeriği aşamalı olarak gelişir ve karmaşıklık düzeyi artar. Mutasyonların söz

konusu doğal seçilimi –her ne kadar bunun mekanizmasını bilmese de– ilkin 1858 yılında Cambridgeli bir başka bilim insanı Charles Darwin tarafından ileri sürüldü.

Biyolojik evrim, temelde tüm genetik olasılıklar alanında rastlantısal bir hareket olduğu için söz konusu evrim süreci oldukça yavaş gerçekleşmiştir. Karmaşıklık ya da DNA'da kodlanan bilgi biti sayısı, kabaca moleküldeki nükleik asitlerin sayısıyla verilir. Bilginin her bir biti bir evet/hayır sorusuna yanıt olarak düşünülebilir. İlk iki milyar yılda karmaşıklığın artış hızı her yüz yılda bir bilgi biti artacak kadar olmuş olmalıdır. Bununla birlikte geçtiğimiz birkaç milyon yıldaysa DNA'nın karmaşıklığındaki artış hızı aşamalı olarak yılda yaklaşık bir bit olacak seviyeye çıktı. Ancak halihazırda yeni bir çağın eşiğinde duruyoruz; artık biyolojik evrimin yavaş işleyişini beklememize gerek kalmadan DNA'mızın karmaşıklık düzeyini artırabileceğiz. Son 10.000 yılda insan DNA'sındaki değişim nispeten azdı. Gelgelelim önümüzdeki bin yılda DNA'yı bütünüyle yeniden düzenleyebilecek olmamız oldukça muhtemel. Şüphesiz pek çok kişi insanlar üzerinde yapılacak genetik mühendisliğin yasaklanması gerektiğini söyleyecektir. Fakat bunu engellemek konusunda başarılı olma ihtimallerinin oldukça düşük olduğunu düşünüyorum. Bitkiler ve hayvanlar üzerindeki genetik mühendisliğe ekonomik nedenlerden ötürü izin verilecek ve birileri insanlar üzerinde de bunu denemeye çalışacak. Totaliter bir dünya düzeninde olmadığımız takdirde birileri bir yerlerde gelişmiş insanları tasarlayacak.

Bu gezgenin geleceğini tehdit eden en büyük tehlike nedir?

Bir asteroit çarpması kendisine karşı savunmasız kalacağımız bir tehlike olacaktır. Ancak böylesine büyük asteroit çarpması en son yaklaşık atmış altı milyon yıl önce gerçekleşti ve dinozorların yaşamına mal oldu. Gelgelelim bundan daha yakın bir tehlike kontrolden çıkmış iklim değişikliğidir. Okyanus sıcaklığındaki artış buz katmalarını eritecek ve çok büyük miktarda karbondioksit salınımına neden olacaktır. Her iki etki de iklimimizin Venüs'ünkine dönüşmesine, yani 250 santigrat derecelik bir sıcaklığa ulaşmamıza neden olabilir.

Şüphesiz gelişmiş insanlar tasarlamak, gelişmemiş insanlar nezdinde önemli toplumsal ve politik problemler yaratacaktır. İnsan üzerinde yapılan genetik mühendisliğin iyi bir şey olduğunu savunmuyorum, sadece istesek de istemesek de önümüzdeki bin yılda bunun gerçekleşmesinin oldukça muhtemel olduğunu söylüyorum. Aslında tam da bundan ötürü, insanların bundan 350 yıl sonra da özünde aynı olduğu *Star Trek* benzeri bilimkurgu gelecek tasvirlerine inanmıyorum. Bana kalırsa insan ırkı ve onun DNA'sının karmaşıklığı oldukça hızlı şekilde artacak.

Bir bakıma, insan ırkının etrafındaki giderek karmaşıklaşan dünyayla ve uzay yolculuğu gibi yeni zorluklarla başa çıkmak için zihinsel ve fiziksel niteliklerini geliştirmesi gerekiyor. Bununla birlikte biyolojik sistemleri, elektronik sistemlerin önünde tutmak bakımından karmaşıklığını da artırması gerekli. Halihazırda bilgisayarlar bizlere kıyasla hızlı işlem yapma avantajına sahipler, fakat akıllı varlık olma namına hiçbir işaret göstermiyorlar. Aslında bu çok da şaşırtıcı değil, zira mevcut bilgisayarlarımız bir solucanın beynine kıyasla daha az karmaşıktır ki solucanların da düşünsel kabiliyetleriyle tanınan bir tür olmadığı oldukça açık. Gelgelelim bilgisayarlar, hızlarını ve karmaşıklıklarını her on sekiz ayda bir iki katına çıkardıklarını söyleyen Moore Yasasının bir türüne kabaca itaat ederler. Fakat bu da açıkça sonsuza kadar devam edemeyecek üstel büyümelerden biridir; nitekim şimdiden bilgisayarların hızı ve karmaşıklığındaki artış yavaşlamaya başlamıştır. Ancak mevcut gelişim hızı muhtemelen bilgisayarlar insan beynine benzer bir karmaşıklığa erişene kadar devam edecek. Bazıları bilgisayarların hiçbir zaman gerçek anlamıyla akli nitelikler (artık o da neyse) gösteremeyeceğini söylüyor. Fakat bana kalırsa, oldukça karmaşık kimyasal moleküller insanların akıllı varlıklar olmasında iş görebiliyorsa bu durumda

eşit ölçüde karmaşık elektronik devreler de bilgisayarların akıllı bir şekilde eylemde bulunmasını aynı şekilde sağlayabilir. Ve akli niteliklere sahip oldukları takdirde büyük ihtimalle daha karmaşık ve daha akıllı bilgisayarları tasarlamaları da mümkün olacak.

Bu nedenden ötürü bilimkurgunun hem gelişmiş hem de istikrarlı bir insanlık resmi çizdiği gelecek tasvirine inanmıyorum. Daha ziyade biyolojik ve elektronik alanda karmaşıklığın hızlı bir şekilde artmasını bekliyorum. Bunların pek çoğu önümüzdeki yüz yılda gerçekleşmeyecek ki, bundan daha ilerisini de güvenilir bir şekilde öngöremiyoruz. Ancak binyılın sonunda, tabii o zamana kadar yaşayabilirsek, köklü bir değişiklik gerçekleşecektir.

Lincoln Steffens bir keresinde şöyle demişti: "Geleceği gördüm, çalışıyordu." Aslında Steffens halihazırda işlerin çok da iyi gitmediği Sovyetler Birliği hakkında konuşuyordu. Yine de mevcut dünya düzeninin bir geleceği olduğunu düşünüyorum; ancak bu gelecek şimdikinden oldukça farklı olacak.

8

UZAYDA KOLONİLEŞMELİ MİYİZ?

Neden uzaya gitmeliyiz ki? Bunca çabayı ve parayı birkaç aytaşı parçası elde etmek için harcamaya ne gerek var? Tüm bunları Dünyada kullanmak için daha iyi nedenlerimiz yok mu? Bu sorulara verilebilecek en aşikâr yanıt uzayın orada, etrafımızda olmasıdır. Dünyayı terk etmemek ıssız bir adada mahsur kalmış insanların kaçmaya çalışmaması gibi olacaktır. İnsanların nerede yaşayabileceğini bulmak için güneş sistemini keşfetmemiz gerekiyor.

Buradaki durum, bir bakıma 1492 öncesi Avrupa'da olduğu gibidir. İnsanlar Kolomb'un boşa kürek çekmek üzere yolculuğa çıkması için para harcamanın israf olduğunu muhtemelen düşünmüşlerdi. Ancak Yeni Dünyanın keşfi Eski Dünyadan büyük bir fark yaratmıştı. Bir düşünün Kolomb bu keşfi yapmasaydı Big Mac ya da KFC'imiz olmayacaktı. Uzaya yayılmak bundan bile daha büyük bir etki yaratacaktır. Bu durum insan ırkının geleceğini bütünüyle değiştirecek ve belki de herhangi bir geleceğe sahip olup olmayacağımızı belirleyecektir. Uzaya yayılmamız Dünya üzerindeki ivedi problemlerimizi çözmeyecektir, ancak söz konusu problemlere yeni bir perspektiften bakmamızı sağlayacak ve bunlara içerden değil, daha ziyade dışardan bakmamıza neden olacaktır. Umuyorum ki bu, aynı zamanda, söz konusu ortak meydan okumayla yüzleşmede bizleri birleştirecektir.

Bahsettiğim durum uzun vadeli bir stratejidir ki uzun vadeli derken yüzlerce hatta binlerce yıllık bir süreyi kas-

tediyorum. Otuz yıl içerisinde Ayda bir üs kurmayı, elli yıl içerisinde Mars'a ulaşmayı ve 200 yıl içerisinde diğer gezegenlerin uydularını keşfetmeyi başarabiliriz. Ulaşmak derken mürettebatı insanlardan oluşan bir uzay aracının Mars'a ulaşmasını kastediyorum. Halihazırda Mars üzerinde uzay araştırma araçlarını kullanmış ve Satürn'ün bir uydusu olan Titan'a insansız uzay aracı indirmiş bulunuyoruz; ancak mesele insan ırkının geleceğiyse söz konusu yerlere bizlerin gitmesi gerekiyor.

Uzaya gitmek ucuz olmayacaktır, fakat bu yolculuk dünya kaynaklarının yalnızca küçük bir yüzdesini gerektirecektir. NASA'nın bütçesi Apollo inişlerinden bu yana reel anlamda kabaca aynı kaldı, fakat söz konusu bütçe 1970'te Birleşik Devletler GSMH'sinin (gayri safi milli hasıla) yüzde 0,3'üyken 2017'de milli hasılanın yaklaşık yüzde 0,1'ine düştü. Uzaya gitmek için ciddi bir çaba sarf etmek adına uluslararası bütçeyi yirmi katına çıkarsak bile, bu dünya GSMH'sinin yalnızca küçük bir kısmına tekabül edecektir.

Bununla birlikte paramızı, iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi bu gezegene ait problemleri çözmek için kullanmanın, bu parayı muhtemelen sonuç vermeyecek yeni bir gezegen arayışında israf etmekten daha iyi olacağını söyleyenler olacaktır. İklim değişikliği ve küresel ısınmayla mücadelenin önemini inkâr etmiyorum, ancak tüm bunları yapıp yine de dünya GSMH'sinin yüzde 0,25'ini uzay için ayırabiliriz. Geleceğimiz sizce de bu kadarına değmez mi?

1960'larda uzayın büyük bir çabayı hak edecek kadar değerli olduğunu düşünüyorduk. 1962'de Başkan Kennedy, Birleşik Devletler'in onyılın sonuna kadar Aya bir insan indirmiş olacağı taahhüdünde bulundu. 20 Temmuz 1969'da Buzz Aldrin ve Neil Armstrong Ayın yüzeyine söz konusu inişi gerçekleştirdi. Böylelikle insan ırkının geleceği de değişmiş oldu. Söz konusu tarihte yirmi

yedi yaşında, Cambridge'te bir araştırma görevlisiydim ve maalesef olup biten her şeyi kaçırmıştım. İniş gerçekleştiği sırada, Liverpool'da tekillikler üzerine düzenlenen bir toplantıda René Thom tarafından katastrof kuramı üzerine verilen bir dersi dinliyordum. O tarihlerde TV'de istediğiniz şeyi izleyemiyordunuz, kaldı ki bir televizyonumuz da yoktu; ama neyse ki iki yaşındaki oğlum bana olanları anlatmıştı.

Uzay yarışı bilime büyük bir merakın oluşmasına ve teknolojik ilerleyişimizin hızlanmasına yardımcı oldu. Bugünün bilim insanlarının çoğu, Ay inişlerinin bir sonucu olarak –kendimizi ve evrendeki yerimizi daha iyi anlama amacıyla– bilime atılmayı seçti. Ancak 1972'de gerçekleşen son Ay inişinden sonra, daha fazla insanlı uzay uçuşu için geleceğe yönelik herhangi bir plan yapılmayınca, kamuoyunun uzaya ilgisi azaldı. Bununla beraber büyük faydalar sağlamış olsa da kamuoyunu gitgide daha fazla meşgul eden toplumsal problemlere çözüm getirmediği için Batıda bilime dair genel bir güven yitimi de gerçekleşti.

Yeni bir mürettebatlı uzay uçuş programı genel olarak uzay ve bilim için kamuoyunun coşkusunu yeniden tesis etmek adına çok şey ifade edecektir. Robotlarla icra edilen uzay görevleri çok daha ucuz olup daha fazla bilimsel bilgi sağlayabilir, fakat bu görevler halkın ilgisini aynı yoğunlukta çekmiyor. Ayrıca insan ırkının uzaya yayılmasını da sağlamıyor ki bunun, uzun vadeli stratejimiz olması gerektiğini düşünüyorum. 2050'ye kadar Ayda bir üs kurulması ve Mars'a 2070'e gelinmeden insan indirilmesi hedefi, uzay programını yeniden canlandıracak ve tıpkı Başkan Kennedy'nin Aya ayak basma hedefinin 1960'larda yaptığı gibi bir amaç duygusu yaratacaktır. 2017'nin sonlarında Elon Musk Ayda bir üs kurulması ve 2022'ye kadar gerçekleştirilecek bir Mars görevi için SpaceX planlarını duyururken, diğer yandan Başkan Trump NASA'nın araştırma ve keşfetme görevlerine yeniden odaklanması

adına bir uzay programı yönetmeliğine imza attı; dolayısıyla uzaya beklediğimizden bile daha önce ulaşmamız mümkün olabilir.

Uzaya ilginin yeniden canlanması aynı zamanda kamuoyunun genel olarak bilime desteğini artıracaktır. Bilim ve bilim insanlarının halihazırda sahip olduğu düşük itibar ciddi sonuçlar doğuruyor. Bilimin ve teknolojinin hükmünün giderek arttığı bir toplumda yaşıyoruz, ancak buna rağmen bilimle uğraşmak isteyen genç insanların sayısı gittikçe azalıyor. Yeni ve iddialı bir uzay programı gençleri heyecanlandıracak ve onları yalnızca astrofizik ve uzay bilimiyle kalmayıp, bilimin çeşitli alanlarına yönelmeye teşvik edecektir.

Aynı durum benim için de geçerli. Yaşamım boyunca bir uzay uçuşunda olmayı hayal ettim. Ancak uzun yıllar boyunca bunun bir düşten öteye geçmeyeceğini düşündüm. Dünyaya ve bir tekerlekli sandalyeye hapsolmuş biri olarak, hayal gücüm ve kuramsal fizik alanındaki çalışmalarım dışında, uzayın haşmetini deneyimlemeyi nasıl bekleyebilirdim ki. Görkemli gezegenimizi uzaydan görme veya onun ötesindeki sonsuzluğa bakma fırsatım olacağını hiç düşünmedim. Zira bu, astronotların, eşdeyişle uzay uçuşunun mucizesini ve heyecanını deneyimleme fırsatı bulan şanslı birkaç kişinin alanıydı. Gelgelelim görevleri Dünya dışındaki tehlikeye ilk adımı atmak olan bireylerin enerji ve heyecanını paylaşamadım. Fakat yine de 2007 yılında sıfır-kütleçekimli bir uçuşa katılıp ağırlıksız olmayı ilk kez deneyimleme şansına eriştim. Uçuş sadece dört dakika sürdü, ancak olağanüstüydü. O kadar ki hiç ara vermeden buna devam edebilirdim.

O tarihte, uzaya gitmediğimiz takdirde insan ırkının bir geleceği olmayacağından korktuğumu ifade etmiştim. O zaman bu söylediklerime inanıyordum ve hâlâ inanmaya devam ediyorum. Umuyorum ki sıfır-kütleçekimli uçuşu gerçekleştirmemle herkesin uzay yolculuğunda yer

alabileceğini göstermişimdir. Uzay yolculuğunun heyecanını ve merak duygusunu teşvik etmek için inovatif ticari girişimcilerle birlikte benim gibi bilim insanlarının elinden geleni yapması gerektiğini düşünüyorum.

Ancak insanlar uzun süreler boyunca Dünyadan uzakta var olmayı başarabilir mi? Uluslararası Uzay İstasyonuyla (ISS) edindiğimiz tecrübe insanoğlunun aylarca Dünyadan uzakta hayatta kalmasının mümkün olduğunu gösteriyor. Ancak sıfır-kütleçekimle yörüngede dönmek bir dizi istenmeyen psikolojik değişime, kemiklerin zayıflamasına, sıvı ihtiyacı gibi bazı pratik problemlerin oluşmasına neden oluyor. Dolayısıyla insanoğlu için uzun vadeli herhangi bir üs isteniyorsa bunun bir gezegende ya da uyduda (ayda) olması gerekir. Gezegenin ya da uydunun yüzeyi kazılarak termal yalıtım ve de meteorlar ile kozmik ışınlardan koruma elde edilebilir. Bununla birlikte gezegen ya da uydu, dünya dışı topluluğun Dünyadan bağımsız olarak kendi kendini idame ettirmesi için gerekli olan hammaddelerin bir kaynağı olarak da hizmet edebilir.

Peki, güneş sisteminde bir insan kolonisinin kurulmasının mümkün olduğu yerler neresidir? Ay, bunlar arasında en aşikâr yer olarak görünüyor. Zira hem yakın hem de ulaşması görece kolaydır. Aya halihazırda inmiş ve bir buggy'le üzerinde dolaşmış bulunuyoruz. Fakat öte yandan Ay küçük bir yerdir ve hem atmosferden hem de güneş ışınım parçacıklarının yönünü saptıracak Dünyadakine benzer bir manyetik alandan yoksundur. Ayrıca Kuzey ve Güney Kutuplarındaki kraterlerde buz olma ihtimali olsa da Ayda sıvı halde su bulunmaz. Ancak Aya yerleşen bir koloni nükleer enerji ya da güneş panelleriyle elde edilen enerjiyle bu buz kütlelerini bir oksijen kaynağı olarak kullanabilir. Ayrıca Ay, güneş sisteminin geri kalanına yolculuk için bir üs de olabilir.

Bir sonraki en aşikâr hedef Mars'tır. Mars'ın Güneşe uzaklığı, Dünyanınkinin iki katıdır, dolayısıyla Dünya-

nın sıcaklığının yarısı kadar bir sıcaklık elde eder. Bir zamanlar Mars'ın manyetik bir alanı bulunuyordu, fakat bundan dört milyar yıl önce Mars'ı güneş ışınımına karşı savunmasız bırakacak şekilde yeğinliğini yitirmeye başladı. Bu, Mars'ın atmosfer örtüsünün çoğunu ortadan kaldırdı ve onu, Dünyanın atmosfer basıncının yalnızca yüzde 1'iyle bıraktı. Gelgelelim söz konusu basınç geçmişte daha yüksek olmalıdır, zira Mars'ın üzerinde akarsu kanalları ve kurumuş göller benzeri alanlar görüyoruz. Fakat halihazırda sıvı su Mars'ın yüzeyinde var olamaz. Çünkü su, yarı-boşlukta buharlaşacaktır. Bu, Mars'ın, kendiliğinden ya da panspermia aracılığıyla (yani evrendeki başka bir yerden getirilecek şekilde) yaşamın ortaya çıkmış olabileceği sırada sıcak ıslak bir süreçten geçtiğini gösterir. Mars'ta şu anda herhangi bir yaşam belirtisi yok, fakat yaşamın bir zamanlar var olduğuna ilişkin kanıt bulsaydık, bu, uygun bir gezgende yaşamın gelişme olasılığının oldukça yüksek olduğuna işaret ederdi. Yine de Dünyadan gelen yaşamla gezegeni kirleterek meseleyi karıştırmamak konusunda dikkatli olmamız gerekiyor. Aynı şekilde herhangi bir Marslı yaşamı geri getirmemek konusunda da oldukça dikkatli olmalıyız. Zira buna karşı herhangi bir direncimiz olmayacaktır, dolayısıyla Dünya üzerindeki yaşamı ortadan kaldırabilir.

1964'te Mariner 4'le başlayarak NASA çok sayıda uzaya aracını Mars'a gönderdi. Bununla birlikte sonuncusu Mars keşif uydusu olmak üzere gezegeni bir dizi uyduyla inceledi. Söz konusu uydular derin vadileri ve güneş sistemindeki en yüksek dağları ortaya çıkardı. Ayrıca NASA, en son iki gezgin Mars robotu olmak üzere, Mars'ın yüzeyine çok sayıda araç da indirdi. Fakat bu araçlar Dünyaya kuru bir çöl manzarasının fotoğraflarını gönderdiler. Gelgelelim Ayda olduğu gibi Mars'ta da su ve oksijen kutuplardaki buzdan elde edilebilir. Bununla birlikte Mars'ta volkanik hareketin olduğu da görülmüştür. Söz konusu

volkanik hareketin Mars'ın yüzeyine bir insan kolonisinin kullanabileceği mineral ve metalleri getirmiş olması muhtemeldir.

Ay ve Mars güneş sistemindeki uzay kolonileri için en uygun yerdir. Merkür ve Venüs oldukça sıcak, Jüpiter ile Satürn ise katı yüzeye sahip olmayan devasa gaz kütleleridir. Mars'ın uyduları fazlasıyla küçüktür ve gezegenle kıyaslandıklarında hiçbir avantajları yoktur. Jüpiter ile Satürn'ün bazı uydularıysa yaşam için uygun olabilir. Jüpiter'in bir uydusu olan Europa donmuş bir buz yüzeyine sahiptir. Ancak yüzeyin altında içinde yaşamın gelişebileceği sıvı su bulunuyor olabilir. Peki bunu nereden bileceğiz? Europa'ya inip yüzeye bir delik mi açmamız gerekiyor?

Satürn'ün bir ayı (uydusu) olan Titan bizim Ayımızdan hem daha büyük hem de daha fazla kütlelidir; bununla birlikte Titan'ın yoğun bir atmosferi de bulunur. NASA'nın Cassini-Huygens görevi ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) Titan'a, yüzey fotoğraflarını Dünyaya gönderen bir araç indirdi. Gelgelelim Titan, Güneşten çok uzakta olduğu için fazlasıyla soğuktur; ayrıca sıvı bir metan gölünün yanında yaşamaya da çok heves edeceğimi düşünmüyorum.

Peki cesaret edip güneş sisteminin ötesine gitmek bir seçenek midir? Gözlemlerimiz yıldızların kayda değer bir kısmının, kendi etrafında gezegen bulundurduğunu gösteriyor. Halihazırda yalnızca Jüpiter ve Satürn gibi devasa gezegenleri tespit edebiliyoruz, ancak bu yıldızlara Dünya-benzeri daha küçük gezegenlerin eşlik edeceğini varsaymak oldukça akla yatkındır. Bunlardan bazıları, söz konusu yıldızlardan uzaklığın yüzeylerinde sıvı suyun mevcut olması için doğru aralıkta olduğu Goldilocks bölgesinde yer alacaktır. Dünyadan en çok otuz ışık yılı uzaklıkta olmak üzere yaklaşık bin yıldız vardır. Eğer bu yıldızların yüzde 1'i Goldilocks bölgesinde Dünya büyüklüğünde gezegene sahipse bu durumda Yeni Dünya için on adayımız var demektir.

Örneğin Proxima b'yi ele alalım. Dünyaya en yakın ama yine de dört buçuk ışık yılı uzaklıkta olan bu öte-gezegen (*exoplanet*), Alpha Centauri güneş sisteminde bulunan Proxima Centauri yıldızının etrafında döner ve yakın tarihte yapılan araştırmalara göre Dünyayla bazı benzerliklere sahiptir.

Söz konusu aday dünyalara yolculuk yapmak, en azından bugünün teknolojisiyle imkânsız; ancak hayal gücümüzü kullanarak yıldızlararası yolculuğu, –önümüzdeki 200 ila 500 yılda gerçekleşecek– uzun vadeli bir hedef haline getirebiliriz. Bir roketi çıkarabileceğimiz hıza iki şey etki eder; egzoz hızı ve roket hızlandıkça kaybedilen kütlenin oranı. Şu ana kadar kullandığımız kimyasal roketlerin egzoz hızı saniyede yaklaşık üç kilometredir. Bu roketler kütlelerinin yüzde 30'unu dışarı atarak saniyede yaklaşık yarım kilometrelik bir hıza ulaşabilir ve ardından tekrar yavaşlarlar. NASA'ya göre –artı ya da eksi on gün sapabilecek şekilde– Mars'a ulaşmak 260 gün kadar kısa bir zaman alacak; bununla birlikte NASA'dan bazı bilim insanlarıysa bu sürenin 130 gün kadar kısa bir zaman alacağını öngörüyorlar. Gelgelelim öngörülen hızla en yakın yıldız sistemine ulaşmak üç milyon yıl sürecektir. Daha hızlı gitmek –ki bu ancak ışığı kullanan roketlerle mümkündür– kimyasal roketlerin sağlayabileceğinden çok daha yüksek bir egzoz hızı gerektirecektir. Uzay gemisinin arkasından gönderilen güçlü bir ışık demeti gemiyi ileriye doğru götürebilir. Nükleer füzyonsa uzay gemisinin kütle enerjisinin yüzde birini sağlayabilir ki bu da geminin hızını ışık hızının onda birine çıkaracaktır. Bunun ötesinde ya madde/karşı-madde yok olmasına ya da bütünüyle yeni bir enerji formuna ihtiyacımız olacaktır. Doğrusu, Alpha Centauri'ye uzaklık o kadar büyüktür ki bir insan ömründe ona ulaşmak için uzay aracının aşağı yukarı galaksideki tüm yıldızların kütleleri toplamı kadar yakıt taşıması gerekir. Bir başka deyişle mevcut

teknolojiyle yıldızlararası yolculuk yapmak hiç de pratik değildir. Dolayısıyla Alpha Centauri'nin tatil yapmak için gidilecek bir yer haline gelmesi asla mümkün olmayabilir.

Hayal gücü, yaratıcılık ve pratik zekâ sayesinde bunu değiştirme şansımız var. 2016 yılında girişimci Yuri Milner'la, yıldızlararası yolculuğu gerçeğe dönüştürme amacındaki uzun vadeli Breakthrough Starshot araştırma ve geliştirme programını başlattık. Eğer başarılı olursak Alpha Centauri'ye, bugün yaşayan insanların ömrü içerisinde bir araç göndermiş olacağız. Bu konuya birazdan tekrar döneceğim.

Peki bu yolculuğa nereden başlayacağız? Şimdiye kadar keşiflerimiz yerel kozmik çevremizle sınırlı kaldı. Kırk yılın ardından en yılmaz kâşifimiz Voyager yıldızlararası uzaya yeni vardı. Voyager'ın hızı (saniyede 17,7 kilometre) göz önünde bulundurulduğunda Alpha Centauri'ye ulaşmak yaklaşık 70.000 yıl sürecek. Alpha Centauri bizden 4,37 ışık yılı, yani kırk trilyon kilometre uzaklıkta. Eğer Alpha Centauri'de halihazırda hayatta olan varlıklar varsa Donald Trump'ın yükselişinden, ne mutlu ki onlara, habersizler.

Yeni bir uzay çağına girdiğimiz oldukça açık. İlk şahsi astronotlar bu çağa öncülük edecek ve başlarda bu uçuşlar olağanüstü pahalı olacak; ancak umudum o ki zaman geçtikçe uzay uçuşu Dünya nüfusunun çok daha fazlası için ulaşılabilir hale gelecek. Uzaya gitgide daha fazla yolcu götürmek, Dünyadaki yerimize ve bu yolculuğun görevlileri olarak bizlerin sorumluluklarına yeni bir anlam getirip –nihai kaderimizin yattığı yer olduğuna inandığım– kozmostaki yerimizi ve geleceğimizi bilmek adına bize yardım edecektir.

Breakthrough Starshot projesi kolonileşme olasılığını araştırma ve ölçme amacı gütmesiyle insan için uzaya yerleşmek adına gerçek bir fırsat. Bu, söz konusu durumun insan için gerçek olabileceğini göstermek adına

gerçekleştirilen bir görev ve üç konseptle çalışıyor: minyatürleştirilmiş uzay aracı, ışık gücüyle itki ve faz kilitlemeli lazerler. Buna göre birkaç santimetrelik boyutlara küçültülmüş tamamıyla fonksiyonel bir uzay aracı olan Yıldız Çipi bir ışık yelkenine bağlanacak. Işık yelkeni meta-malzemelerden yapıldığı için birkaç gramdan daha ağır değildir. Plana göre bin adet Yıldız Çipi ile ışık yelkeni, yani nano-gemi yörüngeye gönderilecek. Yerdeyse kilometre ölçeğindeki bir dizi lazer oldukça güçlü tek bir ışık ışınında birleşecek. Ardından atmosfere ateşlenen söz konusu ışın uzaydaki yelkenlere onlarca gigawatt'lık güçle çarpacak.

Bu inovasyonun ardında, tıpkı Einstein'ın on altı yaşındayken bir ışık ışını sürüyor olmayı hayal etmesi gibi, nano-geminin ışık ışını üzerinde yolculuk yapıyor olması fikri yatar. Bu sistem ışık hızına pek yaklaşmaz, fakat bu hızın beşte birine, yani saatte 160 milyon kilometre hıza ulaşır. Böylesi bir sistem Mars'a bir saatten az bir sürede, Plüton'aysa birkaç günde ulaşıp Voyager'ı bir haftadan daha kısa bir sürede geçebilir ve Alpha Centauri'ye yaklaşık yirmi yılda varabilir. Bir kez oraya vardığında, nano-gemi sistemde keşfedilen gezegenleri görüntüleyebilir, manyetik alan ve organik moleküllerin varlığını sınayabilir ve elde ettiği veriyi bir başka ışık ışınıyla Dünyaya geri yollayabilir. Nano-geminin yollayacağı bu küçük sinyal, başlangıç ışınını aktarmak için kullanılmış olan bir dizi çanak tarafından alınacaktır ki bunun için gerekli olan tahmini süre yaklaşık dört yıldır. Önemlisi, Yıldız Çiplerinin güzergâhlarından birinin Alpha Centauri'nin yaşanılabilir bölgesinde yer alan Dünya büyüklüğündeki gezegenin, yani Proxima b'nin yanından geçebilecek olmasıdır. 2017 yılında Breakthrough ile Avrupa Güney Gözlemevi, Alpha Centauri'de yaşanılabilir gezegenlerin daha ileri bir araştırması için güçlerini birleştirdi.

Breakthrough Starshot projesinin ikincil hedefleri de var. Sistem, güneş sistemini dolaşacak ve yolu Dünyanın Güneş etrafındaki yörüngesiyle kesişen asteroitleri tespit edecek. Ayrıca Alman fizikçi Claudius Gros, bu teknolojinin sadece geçici olarak yaşanabilir olan ötegezegenlerde tek hücreli mikropların bir biyosferini kurmak için de kullanılabileceği önerisini getirdi.

Sivil uzay yolculuğu çağına girmek üzereyiz. Bunun bizim için ne ifade ettiğini düşünüyorsunuz?

Uzay yolculuğunu dört gözle bekliyorum. Gerçekleştiğinde yolculuk için bilet alan ilk kişilerden biri olacağım. Önümüzdeki yüz yıl içerisinde –belki dış gezegenler haricinde– güneş sistemindeki her yere yolculuk yapmanın bizler için mümkün olmasını bekliyorum. Ancak yıldızlara yolculuk yapmanın olanaklı olması bundan biraz daha fazla zaman alacaktır. Tahminime göre 500 yıl içerisinde yakın yıldızların bazılarını ziyaret etmiş olacağız. Ancak bu *Star Trek*'teki gibi olmayacaktır. Yani sonsuz hızda (*warp speed*) yolculuk yapmamız mümkün olmayacak. Dolayısıyla en yakın yıldıza gidip gelmek en azından on yıl ya da muhtemelen çok daha fazla sürecektir.

Buraya kadar her şey mümkün görünüyor. Gelgelelim ortada büyük zorluklar var. Gigawatt gücüne sahip bir lazer sadece birkaç newtonluk itme gücü sağlayacaktır. Fakat nano-geminin yalnızca birkaç gramlık bir kütleye sahip olması bu durumu muhtemelen telafi edebilir. Ancak bu noktada çok sayıda teknik zorluk ortaya çıkar. Nano-geminin aşırı hızlanma, soğuk, vakum (boşluk) ve protonların yanı sıra kozmik toz gibi atıklarla çarpışmalara dayanması gerekir. Ayrıca bir lazer kümesini ışık yelkenlerinde toplamda 100 gigawatt'lık enerji oluşturacak şekilde odaklamak atmosferik türbülanstan dolayı zor olacaktır. Peki atmosferdeki hava dolaşımından geçecek şekilde yüzlerce lazeri birleştirmeyi, nano-gemiyi yakıp kül etmeden ona itici bir güç uygulamayı ve onu doğru yöne hedeflemeyi nasıl başarabiliriz? Bununla birlikte nano-gemiyi, dört ışık yılı uzaklıktan Dünyaya sinyaller gönderebilsin diye, yirmi yıl boyunca çalışır halde tutmamız da gerekir. Ancak bunlar mühendislik problemlerdir ve mühendislerin karşılaştığı zorluklar nihayetinde çözülme eğilimindedir. Söz konusu sistem olgunlaşmış bir teknoloji haline geldiğinde başka heyecan verici görevlerde kullanılması da beklenebilir. Yeğinliği daha az olan lazer dizileriyle bile güneş sisteminin dışındaki ya da yıldızlararası uzaydaki diğer gezegenlere yolculuk süresi fazlasıyla kısaltılabilir.

Şüphesiz bu, mürettebat taşıyacak boyutlara büyütülebilse bile insanlı bir yıldızlararası yolculuk olmayacaktır. Çünkü bu hızdaki bir geminin durması mümkün değildir. Ancak bu, insan kültürü yıldızlararasına gittiğinde nihayetinde galaksiye ulaştığımız an olacaktır. Ve eğer Breakthrough Starshot bize en yakın komşumuzun etrafında dönen yaşanılabilir bir gezegenin görüntülerini gönderirse, bu durum insanlığın geleceği için büyük bir önem taşıyabilir.

Nihayetinde Einstein'a geri dönmek gerekiyor. Nitekim Alpha Centauri sisteminde bir gezegen bulursak söz konusu gezegenin, ışığın beşte biri hızında hareket eden bir kamera tarafından yakalanan görüntüsü özel göreliliğin etkilerinden dolayı az bir miktar bozulacaktır. Bu, bir uzay gemisinin böylesi etkilere maruz kalmaya yetecek kadar hızlı gittiği ilk an olacaktır. Esasında Einstein'ın kuramı görevin tamamı için merkezi bir roldedir. Bu kuram olmadan ne lazerlere ne de ışığın beşte biri hızıyla kırk trilyon kilometre uzaklıkta yön bulma, görüntüleme ve veri aktarımı için gerekli olan hesaplamaları yapma olanağına sahip oluruz.

Bir ışık ışınının üzerinde yolculuk yapmak isteyen on altı yaşındaki çocuğun (Einstein'ın) hayali ile kendi ışık ışınımızla –gerçeğe dönüştürmeyi planladığımız– yıldızlara gitme hayalimiz arasında bir ortaklık görmek pekâlâ mümkün. Yeni bir çağın eşiğinde duruyoruz. Başka gezegenlerde insan kolonileri kurmak artık bilimkurgu değil. Aksine bu bilimsel bir gerçeklik haline gelebilir. İnsan ırkı ayrı bir tür olarak yaklaşık iki milyon yıl boyunca var oldu. Medeniyetse bundan aşağı yukarı 10.000 yıl önce başladı ve insanlığın gelişme hızı o zamandan bu yana düzenli olarak arttı. İnsanlık bir milyon yıl daha devam ederse, geleceğimiz daha önce hiç kimsenin gitmediği yerlere cesurca gitmekte saklı olacak.

En iyisini umut ediyorum. Böyle yapmak da zorundayım. Zira başka seçeneğimiz yok.

9

YAPAY ZEKÂ BİZE ÜSTÜN GELECEK Mİ?

Akıl, insan olmanın özüdür. Medeniyetin sunduğu her şey insan aklının bir ürünüdür.

DNA, yaşamın taslaklarını nesilden nesle aktarır. Daha karmaşık yaşam formları göz ve kulak gibi duyaçlarla bilgiyi içeri alır ve söz konusu bilgiyi beyin ya da başka sistemlerle işleyip sözgelimi kaslara aktararak kendi içinde ve dünyada nasıl hareket edeceğini anlar. 13,8 milyar yıllık kozmik geçmişimizin belirli bir anında son derece güzel bir şey oldu. Bu bilgi işleme süreci o kadar akıllı bir seviyeye çıktı ki yaşam formları bilinçli hale geldi. Evrenimiz artık uyanmış ve kendinin farkına varmış durumda. Yıldız tozundan ibaret olan bizlerin, içinde yaşadığımız evrenin böylesine detaylı bir kavrayışına sahip olma başarısını gösterdiğini düşünüyorum.

Bir solucanın beyninin çalışması ile bir bilgisayarın işlem yapması arasında belirgin bir farkın olmadığı kanaatindeyim. Bununla birlikte evrimin bir solucanın beyni ile bir insanınki arasında niteliksel bir farkın olamayacağına işaret ettiğini düşünüyorum. Bu yüzden bilgisayarlar, ilkece, insan aklıyla yarışabilecek ve belki de daha iyisini yapabilecek bir seviyeye gelebilir. Bir şeyin atalarından daha üstün bir akla sahip olması pekâlâ mümkündür: bizler insan-benzeri atalarımızdan daha akıllı olacak şekilde evrimleştik ve Einstein da ebeveynlerinden daha akıllıydı.

Eğer bilgisayarlar, her on sekiz ayda bir hızlarını ve hafıza kapasitelerini iki katına çıkardıklarını söyleyen

Moore Yasasına itaat etmeye devam ederse, yüz yıl içerisinde insandan daha akıllı olmaları oldukça muhtemeldir. Yapay zekâ (YZ) insanlardan YZ tasarlamak konusunda daha iyi hale gelir ve böylece insan yardımı olmadan kendini gitgide geliştirirse nihayetinde makinelerin, insan aklının salyangoz aklını aşmasından daha fazla şekilde, bizleri akıl konusunda geçtiği bir sonuçla karşılaşabiliriz. Bu gerçekleştiğinde bilgisayarların amaçlarının bizlerinkiyle aynı doğrultuda olduğundan emin olmamız gerekiyor. Fazlasıyla akıllı makineler düşüncesini bilimkurgu olarak nitelendirip göz ardı etmek cezbedici görünse de bunu yapmak bir hata olmakla kalmayıp belki de bugüne kadarki en büyük hatamız olabilir.

Son yirmi yıldır yapay zekâ (YZ); akıllı ajanların, eşdeyişle belirli bir ortamda algılayan ve hareket eden sistemlerin inşası meselesini çevreleyen problemlere odaklanıyor. Bu bağlamda akıl, rasyonelliğin istatistiksel ve ekonomik nosyonlarıyla, yani gündelik dilde ifade edecek olursak iyi kararlar, planlar ya da çıkarımlar ortaya koyabilme kabiliyetiyle ilişkilidir. Bu yakın tarihli çalışmanın bir sonucu olarak YZ, özdevimli öğrenme, istatistik, kontrol kuramı, nörobilim ve başka alanlar arasında büyük ölçüde entegrasyon ve fikir alışverişi sağlandı. Bununla birlikte veri kullanımı ve işlem gücüyle birleşerek ortak kuramsal çerçevelerin oluşturulması; ses tanıma, görüntü sınıflandırma, otonom araçlar, bilgisayarlı çeviri, ayaklı robotlar ve soru cevaplayan sistemler gibi çeşitli bileşen görevlerinde kayda değer başarı sağladı.

Bu ve diğer alanlardaki gelişme laboratuvar araştırmalarından ekonomik olarak değerli teknolojilere doğru kaydıkça, küçük performans artışlarının bile büyük paralar ettiği, araştırmalara daha büyük ve daha fazla yatırımın yapıldığı olumlu bir döngü oluşur. Halihazırda YZ araştırmalarının istikrarlı bir şekilde ilerlediği ve toplum üzerindeki etkisinin büyük ihtimalle artacağı yönünde

genel bir mutabakat söz konusu. Yapay zekânın getireceği olası faydalar gerçekten de çok büyük; öyle ki insan aklı YZ'nin sağlayabileceği araçlarla yükseltildiğinde başarabileceklerimizi öngörmek bile mümkün değil. Hastalıkları ve yoksulluğu tamamen ortadan kaldırmak olasılık dahilinde. YZ'nin büyük potansiyelinden ötürü bir yandan onun ortaya çıkaracağı olası tehlikelerden sakınırken diğer yandan ondan nasıl yararlanacağımızı araştırmak oldukça önemli. Zira YZ yaratmak konusundaki başarı, insanlık tarihindeki en büyük olay olacaktır.

Ne yazık ki bu olay, olası risklerinden nasıl sakınacağımızı öğrenmediğimiz takdirde insanlık tarihindeki son olay da olabilir. Bir araç olarak kullanıldığında YZ, bilim ve topluma ilişkin tüm alanlarda gelişmelere yol açması için mevcut aklımıza katkı sağlayabilir. Gelgelelim yapay zekâ beraberinde tehlikeler de getirecektir. Bugüne kadar geliştirilen ilkel yapay zekâ formları oldukça kullanışlı olduklarını kanıtlasa da insanlarla yarışabilecek ya da onu geçebilecek bir şey yaratmanın ortaya çıkaracağı sonuçlardan korkuyorum. Buradaki endişe YZ'nin ipleri kendi eline alması ve kendini sürekli artan bir hızda yeniden tasarlamasıdır. Yavaş biyolojik evrimle sınırlı olan insanlar böylesi bir yapay zekâyla yarışamayacak ve dolayısıyla YZ bizlerin yerini alacaktır. Bununla birlikte YZ gelecekte kendine ait ve bizlerinkiyle çelişen bir irade ve amaç da geliştirebilir. Bazıları insanların teknoloji hızını uzunca bir süre kontrol edebileceğine ve YZ'nin dünya meselelerinin çoğuna çözüm getirme potansiyelinin fark edileceğine inanıyor. Her ne kadar insan ırkı söz konusu olduğunda iyimser bir tavır sergilememle bilinsem de, bunun söyledikleri gibi olacağından pek emin değilim.

Kısa vadede, sözgelimi çeşitli ulusların orduları kendi hedefini seçip yok edebilen otonom silah sistemleri oluşturarak bir silahlanma yarışı başlatmayı düşünüyor. Birleşmiş Milletler bu tür silahları yasaklayan bir antlaş-

mayı tartışırken, otonom silah savunucuları genellikle en önemli soruyu sormayı unutuyorlar. Silahlanma yarışının muhtemel son noktası nedir ve bu, insan ırkı için arzu edilebilir bir şey midir? Ucuz YZ silahlarının, yarının kara borsada suçlulara ve teröristlere satılan Kalaşnikofları olmasını gerçekten de istiyor muyuz? Daha gelişmiş YZ sistemlerinin uzun vadeli kontrolünü sağlama kabiliyetimizle ilgili endişeler mevcutken onları silahlandırmalı ve savunmamızı onlara mı teslim etmeliyiz? 2010 yılında bilgisayarlı alım satım sistemi, borsanın Ani Çöküşüne (Flash Crash) neden oldu; peki savunma alanında bir bilgisayarın tetiklediği çöküş neye benzeyecektir? Otonom silahlarla yapılacak silahlanma yarışına son vermek için en iyi zaman şimdi.

Orta vadede YZ büyük refah ve eşitlik getirecek şekilde işlerimizi otomatikleştirebilir. Geleceğe bakıldığında başarılabilecekler konusunda herhangi bir temel sınırlama yok. Zira parçacıkların, insan beynindeki parçacıkların düzenlemelerinden daha gelişmiş hesaplamaları gerçekleştirecek şekilde organize edilmesini engelleyen bir fiziksel yasa bulunmuyor. Her ne kadar filmlerde konu edildiğinden farklı şekilde sonuçlanabilecek olsa da ani bir geçiş ya da değişim oldukça mümkün. Bilimkurgu yazarı Vernor Vinge'in teknolojik bir tekillik adını verdiği ve matematikçi Irving Good'un da 1965'te fark ettiği gibi, insanüstü akla sahip makineler tasarımlarını sürekli olarak geliştirebilir. Böylesi bir teknolojinin para ve sermaye piyasalarını altüst etmesi, insan araştırmacıları icat, insan liderleriyse yönetmek konusunda geçmesi ve muhtemelen idrakine bile varamayacağımız silahlarla bizi zapt etmesi pekâlâ beklenilebilir. YZ'nin kısa vadeli etkisi onu kimin kontrol ettiğine bağlı olsa da uzun vadeli etkisi YZ'nin kontrol edilmesinin mümkün olup olmadığına bağlıdır.

Kısacası süper-akıllı YZ'nin gelişimi, insanlığın başına gelen ya en iyi ya da en kötü şey olacaktır. YZ'nin ortaya

çıkardığı asıl tehlike kötü niyet değil, daha ziyade yetki ve yeterliliğe sahip olacak olmasıdır. Süper-akıllı bir YZ hedeflerini gerçekleştirmek konusunda son derece iyi olacaktır, dolayısıyla bu hedefler bizim hedeflerimizle uyuşmuyorsa başımız dertte demektir. Muhtemelen sırf kötülük olsun diye karıncaların üstüne basan kötü ruhlu bir karınca düşmanı değilsiniz, fakat bir hidroelektrik yeşil enerji projesinin başında yer alıyorsanız ve bölgede su altında kalacak bir karınca yuvası varsa karıncaları pek de düşünmezsiniz. İnsanlığı bu karıncaların konumuna düşürmememiz ve geleceği planlamamız gerekiyor. Eğer üstün bir uzaylı medeniyet bizlere "Yirmi otuz yıla kadar orada olacağız" şeklinde bir kısa mesaj göndermiş olsaydı onlara cevabımız "Tamam, geldiğinizde haber verin sizin için ışıkları açık bırakacağız" mı olurdu? Muhtemelen hayır; ancak YZ için de söz konusu olan aşağı yukarı budur. Kâr amacı gütmeyen birkaç küçük kuruluşun dışında bu meselelere ilişkin ciddi araştırmalar neredeyse hiç yapılmadı.

Neyse ki şimdilerde bu durum değişiyor. Teknoloji öncüleri Bill Gates, Steve Wozniak ve Elon Musk da bu konudaki endişelerimi dile getirdi ve sağlıklı bir risk değerlendirme kültürü ve de toplum üzerinde yaratacağı sonuçların farkındalığı YZ topluluğunda kök salmaya başladı. 2015 Ocağında Elon Musk ve pek çok YZ uzmanıyla birlikte yapay zekânın etkisinin ciddi şekilde araştırılması gerektiğini ifade eden bir açık mektubu imzaladık. Elon Musk insanüstü yapay zekânın çok sayıda fayda sağlayabileceği, fakat tedbirsiz ve düşüncesiz bir şekilde kullanıldığında insan ırkı üzerinde istenmeyen etkiler oluşturacağı konusunda daha önceden uyarıda bulunmuştu. Elon Musk ve ben bahsi geçen açık mektubu sunan ve insanlığın karşı karşıya olduğu varoluşsal riskleri azaltma uğraşındaki bir kuruluş olan Future of Life Enstitüsünün bilimsel danışma kurulunda yer alıyoruz. YZ araştırma-

cıları ile geliştiricilerinin YZ güvenliği konusunda daha dikkatli olması için tasarlanan açık mektup, bir yandan YZ'nin ortaya çıkarabileceği muhtemel problemler engellenirken diğer yandan bize sunacağı olası faydalardan nasıl yararlanabileceğimizi araştıran elle tutulur bir çalışma yapılması çağrısında bulunuyor. Bununla birlikte mektup, telaş uyandırmaktan ziyade, siyasal karar vericiler ve genel kamuoyuna bilgi verme amacı taşıyor. Bu bakımdan herkesin YZ araştırmacılarının söz konusu endişeler ve etik meseleler üzerine ciddi anlamda düşündüğünü bilmesi oldukça önemli. Sözgelimi YZ, hastalıkları ve yoksulluğu ortadan kaldırma potansiyeline sahip, ancak araştırmacıların kontrol edilebilen YZ yaratmak için çalışması gerekiyor.

Bununla birlikte 2016 Ekiminde, YZ araştırmasında hızlı gelişimin ortaya çıkardığı açık uçlu soruların bazılarını ele almaya çalışacak olan Cambridge'te yeni bir merkez açtım. Leverhulme Centre for the Future of Intelligence (Leverhulme Aklın Geleceği Merkezi) medeniyetimiz ve türümüz için hayati önemdeki aklın geleceğini araştırmaya adanmış birçok disiplinden oluşan bir enstitü. Tarih çalışmak için büyük bir zaman harcıyoruz, ancak kabul edelim ki bu tarih çoğunlukla aptallığın tarihidir. Dolayısıyla bu enstitü insanların tarih yerine aklın geleceğini çalışması bakımından hoş bir değişiklik. Potansiyel tehlikelerinin farkındayız, ancak belki de bu yeni teknolojik devrimin araçlarıyla, doğal dünyaya endüstrileşmeyle verilen zararın bir kısmını telafi etmemiz bile mümkün olacak.

YZ'nin ilerlemesindeki son gelişmeler arasında Avrupa Parlamentosunun, robotların ve YZ'nin üretilmesini kontrol eden bir dizi düzenleme getirme çağrısı da bulunuyor. Şaşırtıcı bir şekilde bu düzenlemede en yetkin ve gelişmiş YZ için hak ve sorumlulukların garanti altına alınması adına bir tür elektronik kişilikten de söz ediliyor. Avrupa

Parlamentosundan bir sözcü, gündelik hayatımızda pek çok alan, robotlar tarafından gitgide daha fazla etkilendiği için robotların insanların hizmetinde olduğundan ve böyle olmaya devam edeceğinden emin olmamız gerektiğini ifade etti. Parlamentoya sunulan bir rapor, dünyanın yeni bir endüstriyel robot devriminin eşiğinde olduğunu beyan ediyor. Rapor, tüzel kişiliğin yasal tanımına eşit şekilde, elektronik kişiler olarak robotlar için yasal haklar sağlanmasına izin verilip verilemeyeceğini inceliyor. Ancak rapor, araştırmacıların ve tasarımcıların, tüm robotik tasarımların bir kapatma düğmesi (*kill switch*) bulundurduğundan her daim emin olması gerektiğine de vurgu yapıyor.

Gelgelelim bu tür bir düğme, Stanley Kubrick'in *2001: A Space Odyssey* filminde arızalanan robotik bilgisayar Hal'le birlikte uzay gemisinde yolculuk yapan bilim insanlarına yardım etmemişti. Ancak bu bir kurgu, bizim işimizse olgularla ilgili. Çokuluslu hukuk firması Osborne Clarke'ta bir danışman olan Lorna Brazell raporda balinalara ve gorillere kişilik atfetmediğimizi, dolayısıyla robotik kişilik diye bir şeye hemen atlamaya gerek olmadığını ifade etmişti. Fakat raporda ihtiyat da elden bırakılmış değil. Nitekim rapor, birkaç onyıl içerisinde YZ'nin insanın akli kapasitesini geçebileceğini ve insan-robot ilişkisini sorgulamaya başlayacağını kabul ediyor.

2025 yılına gelindiğinde her biri on milyondan fazla nüfusa sahip yaklaşık otuz mega-kent olacak. Bunca insan ürün ve hizmetleri istedikleri zaman teslim almak için yaygara koparırken, teknoloji hızlı alışveriş tutkumuzu sürdürmemize yardım edebilecek mi? Robotların çevrimiçi perakende satış sürecini hızlandıracağına hiç kuşku yok. Ancak alışverişte devrim yaratmaları için her siparişin aynı gün teslim edilmesini sağlayacak kadar hızlı olmaları gerekiyor.

Fiziksel olarak mevcut olmadan dünyayla etkileşim halinde olma olanakları hızlı bir şekilde artıyor. Tahmin

edebileceğiniz gibi bu durumu, özellikle şehir hayatı hepimiz için oldukça yoğun olduğundan, cezbedici buluyorum. İş yükünüzü paylaşabilecek bir dublörünüzün olmasını kaç kez istemişsinizdir? Kendimizin gerçekçi dijital vekillerini yaratmak iddialı bir hayal, ancak teknolojinin geldiği son nokta bunun göründüğü kadar ulaşılması güç bir fikir olmayabileceğini gösteriyor.

Daha genç olduğum zamanlarda teknolojinin yükselişi, hepimizin daha fazla boş zamandan keyif alacağı bir geleceğe işaret ediyordu. Ancak aslında yapabildiklerimizin sayısı arttıkça daha meşgul hale geliyoruz. Şehirlerimiz halihazırda kabiliyetlerimizi artıran makinelerle dolu, ancak ya aynı anda iki farklı yerde olabilseydik? Telefon sistemlerinde ve resmi duyurularda otomatik sesleri duymaya alıştık. Şimdilerdeyse mucit Daniel Kraft kendimizi görsel olarak nasıl kopya edebileceğimizi araştırıyor. Ancak bu noktada karşımıza çıkan soru şu: Bir avatar ne kadar inandırıcı ve gerçekçi olabilir?

İnteraktif eğitmenler kitlesel açık çevrimiçi dersler (KAÇD ya da MOOC) ve eğlence için kullanışlı olabilir. Bununla birlikte sonsuza kadar genç kalan ve gerçekte yapması imkânsız beceriler sergileyen dijital aktörler de gerçekten heyecan verici olabilir. Gelecekteki idollerimizin gerçek bile olmaması pekâlâ mümkün.

Dijital dünyayla nasıl bağ kurduğumuz gelecekte kaydedeceğimiz ilerleme için kilit önemdedir. En akıllı şehirlerde, en akıllı evler öylesine sezgisel cihazlarla donatılmış olacak ki onlarla etkileşime geçmek neredeyse hiç çaba gerektirmeyecek.

Daktilonun icadı makinelerle etkileşme şeklimizin önünü açtı. Bundan yaklaşık 150 yıl sonraysa dokunmatik ekranlar dijital dünyayla iletişim kurmanın yeni yollarını ortaya çıkardı. Sürücüsüz arabalar ya da bir bilgisayarın Go oyununda kazanması gibi YZ'ye ilişkin son işaretler gelecek olanın habercisi niteliğinde. Halihazırda

yaşamlarımızın büyük bir kısmını oluşturan bu teknolojiye devasa seviyelerde yatırım yapılıyor. Önümüzdeki yirmi otuz yılda söz konusu teknoloji toplumumuzun her yönüne nüfuz edecek ve sağlık, iş, eğitim ve bilim de dahil olmak üzere pek çok alanda bizlere akli niteliklerle destek olup yön verecek. Şimdiye kadar gördüğümüz başarıların önümüzdeki yirmi otuz yılın getirecekleri karşısında daha anlamsız görüneceği oldukça açık; öyle ki bizatihi kendi zihinlerimiz YZ tarafından yükseltildiğinde başarabileceklerimizi öngörmek bile mümkün değil.

Belki de bu yeni teknolojik devrimin araçlarıyla insan hayatını daha iyi bir hale getirebiliriz. Örneğin araştırmacılar omurilik yaralanmaları sonucu felç kalan insanları tedavi etmeye yardım edecek YZ geliştiriyorlar. Beyin ile vücut arasında silikon çip implantlar ve kablosuz elektronik arayüzler kullanarak, teknolojinin, insanların düşünceleriyle vücut hareketlerini kontrol etmesine olanak tanıması oldukça muhtemel.

Yapay zekâ konusunda neden bu kadar endişeleniyoruz? İnsanlar istedikleri zaman fişi çekmeye muktedir değil mi?

İnsanlar bir bilgisayara "Tanrı var mı?" diye sormuşlar. Bilgisayarsa "Artık var" yanıtını vermesiyle birlikte fişi eritip yok etmiş.

İletişimin geleceğinin beyin-bilgisayar arayüzü olduğunu düşünüyorum. Bunun iki yolu var: kafatası üzerine yerleştirilecek elektrotlar ya da beyne yapılacak implantlar. Birincisi buzlu camdan bakmak gibidir, ikincisiyse daha iyi bir yöntemdir, fakat enfeksiyon riskini beraberinde getirir. İnsan beynini internete bağlayabilirsek tüm Wikipedia'yı kendi kaynağı olarak kullanması mümkün olacak.

İnsanlar, aletler ve bilgi giderek daha çok birbirlerine bağlandıkça dünya eskisinden bile daha hızlı değişiyor. İşlem gücü büyüyor ve kuantum bilişimin farkına varılmaya başlanıyor. Bu durum yapay zekâyı katbekat daha hızlı değiştirip dönüştürecek ve şifreleme sistemlerinin ilerlemesini sağlayacak. Kuantum bilgisayarlar insan biyolojisi de dahil olmak üzere her şeyi değiştirecek. Halihazırda DNA'yı tam olarak düzenlemek için CRISPR (düzenli aralıklarla bölünmüş palindromik tekrar kümeleri) adında bir teknik mevcut. Söz konusu genom-düzenleme teknolojisinin temelini bakteriyel bir savunma sistemi oluşturur. Bu sistem genetik kodun bölümlerini doğru bir şekilde hedefleyip düzenleyebiliyor. Genetik manipülasyonun en iyi yönü, genleri yenilemenin, bilim insanlarının –gen mutasyonlarını düzelterek– genetik kaynaklı hastalıkları tedavi etmesine olanak tanımasıdır. Ancak DNA manipülasyonunun bunun kadar iyi olmayan amaçlar için kullanılma olasılığı da var. Dolayısıyla genetik mühendislikte ne kadar ileriye gidebileceğimiz acilen yanıtlanması gereken bir soru olacak. Benim sahip olduğum ALS gibi motor nöron hastalıkların tedavi olanaklarını, aynı zamanda onun beraberinde getireceği tehlikelere değinmeden görmemiz mümkün değil.

Akıl değişime uyum sağlama yeteneğiyle bilinir. Nitekim insan aklı, değişen koşullara uyum sağlama kabiliyeti gösterenlerin nesiller boyunca doğal seçilimi sonucu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla değişimden korkmamamız ve onu lehimize kullanmamız gerekiyor.

Bizim ve bir sonraki neslin yalnızca fırsata değil, aynı zamanda erken yaşta bilime bütünüyle dahil olma kararlılığına sahip olduğundan emin olmak için hepimize görev düşüyor. Bunu yaptığımız takdirde potansiyelimizi gerçekleştirmeye devam edebilir ve tüm insan ırkı için daha iyi bir dünya yaratabiliriz. Bununla birlikte bilim öğrenimini YZ'nin nasıl olması gerektiğine ilişkin kuramsal bir tartışmanın ötesine taşımamız ve YZ'nin nihai formunu planladığımızdan emin olmamız gerekiyor. Hepimiz kabul edilen ya da beklenen sınırları genişletme ve büyük düşünme potansiyeline sahibiz. Cesur yeni bir dünyanın eşiğinde duruyoruz. Öncüleri olduğumuz bu yeni dünyanın tehlikeli olması onu heyecan verici bir yer kılıyor.

Ateşi bulduğumuzda defalarca çuvalladık, ardından yangın söndürücüyü icat ettik. Ancak nükleer silahlar, sentetik biyoloji ve yapay zekâ gibi güçlü teknolojiler özelinde geleceği planlamalı ve her şeyi en başından doğru yapmayı hedeflemeliyiz, zira bu konuda ikinci bir şansımız olmayabilir. Geleceğimiz teknolojimizin artan gücü ile bu konuda kullandığımız irfanın ve bilgeliğin bir yarışı. Her şeyin yolunda gitmesi için bilgeliğin kazandığından emin olmamız gerekiyor.

10

GELECEĞİ NASIL ŞEKİLLENDİRİYORUZ?

Yüzyıl önce Albert Einstein uzay, zaman, enerji ve madde anlayışımızı kökten değiştirdi. LIGO deneyi tarafından 2016'da gözlemlenen kütleçekim dalgalarında olduğu gibi hâlâ Einstein'ın öngörülerinin müthiş doğrulamalarını bulmaya devam ediyoruz. Yaratıcılık hakkında düşündüğümde aklıma hemen Einstein geliyor. Peki, Einstein'ın yaratıcı fikirleri nereden geliyordu? Belki de bu; sezgi, özgünlük ve parlak zekâ gibi niteliklerin bir karışımının sonucuydu. Einstein altta yatan yapıyı ortaya çıkarmak için yüzeyin ötesine bakma kabiliyetine sahipti. Sağduyu, yani şeylerin göründüğü gibi olması gerektiği fikri onu yıldırmazdı. Başkalarına absürd ve saçma görünen fikirlerin peşinden gitme cesaretine sahipti. Ve tüm bunlar onu kendi zamanıyla kalmayıp diğer tüm zamanlara ait bir deha olarak yaratıcı olmak konusunda özgür kılmıştı.

Einstein için temel unsur hayal gücüydü. Keşiflerinin çoğu düşünce deneyleri aracılığıyla evreni yeniden tasavvur edebilme kabiliyetinden kaynaklanmaktaydı. On altı yaşında bir ışık ışını üzerinde yolculuk yapmayı hayal ettiğinde bu bakış noktasından ışığın donmuş bir dalga gibi görüneceğini fark etmişti. Einstein'ın kafasındaki bu imge nihayetinde özel görelilik kuramının ortaya çıkmasına yol açacak şey de olacaktı.

Aradan geçen yüz yılın ardından fizikçiler evren hakkında Einstein'a kıyasla çok daha fazla şey biliyorlar. Zira halihazırda parçacık hızlandırıcılar, süper-bilgisayarlar, uzay teleskopları ve sözgelimi LIGO laboratuvarının küt-

leçekim dalgaları üzerinde yaptığı deneyler gibi keşif yapmak için daha gelişmiş araçlara sahibiz. Ancak yine de hayal gücü en önemli özelliğimiz olmaya devam ediyor. Hayal gücü aracılığıyla uzay ve zamanda istediğimiz gibi gezinebiliyoruz. Doğanın en ilginç olaylarına araba sürerken, yatakta uyuklarken ya da bir partide sıkıcı birini dinler gibi yaparken tanıklık edebiliyoruz.

Çocukken şeylerin nasıl çalıştığına tutkulu bir şekilde ilgi duyuyordum. Ancak o zamanlar bir şeyi parçalarına ayırmak ve mekanizmasını anlamak daha kolaydı. Parçalarına ayırdığım oyuncakları tekrar bir araya getirmek konusunda her zaman başarılı değildim, fakat halihazırda bir çocuğun aynı numarayı bir akıllı telefon üzerinde yaparak öğreneceğinden daha fazla şey öğrendiğimi düşünüyorum.

İşim hâlâ şeylerin nasıl çalıştığını anlamak, tek değişen yalnızca bu işin ölçeği. Artık oyuncak trenleri parçalamıyorum. Bunun yerine fizik yasalarını kullanarak evrenin nasıl çalıştığını anlamaya uğraşıyorum. Bir şeyin nasıl çalıştığını biliyorsanız onu kontrol etmeniz mümkündür. Böyle söyleyince kulağa ne kadar da kolay geliyor! Bu, yetişkin hayatım boyunca beni büyüleyip heyecanlandıran ilginç ve karmaşık bir uğraş. Dünyanın en önemli bilim insanlarından bazılarıyla çalıştım. Ve seçtiğim alan olan kozmoloji, yani evrenin kökeni çalışması için altın çağ olarak nitelendirilen bir dönem boyunca hayatta olma şansına eriştim.

İnsan zihni gerçekten de olağanüstü bir şey. Göklerin ihtişamını ve maddenin temel bileşenlerinin inceliklerini kavrayabiliyor. Ancak her bir zihin potansiyeline bütünüyle ulaşmak için bir kıvılcıma, eşdeyişle sorgulama ve merak duygusuna ihtiyaç duyar.

Bu kıvılcım genellikle bir öğretmen tarafından ateşlenir. Açıklamama izin verin. Öğretmenlik yapılacak en kolay kişi değildim, zira okumayı öğrenmek konusunda

yavaştım ve el yazım da bozuktu. Ancak on dört yaşındayken St. Albans'taki öğretmenim Dikran Tahta enerjimi nasıl kullanabileceğimi göstermiş ve beni matematik konusunda yaratıcı bir şekilde düşünmek adına teşvik etmişti. Bir başka deyişle evrenin bizatihi kendisinin taslağı olarak matematiğe gözlerimi açmıştı. Müstesna insanların ardına bakarsanız müstesna bir öğretmen görürsünüz. Her birimiz, büyük ihtimalle bir öğretmen sayesinde hayatta neler yapabileceğimize karar veriyoruz.

Gelgelelim eğitim, bilim ve teknoloji araştırmaları daha önce hiç olmadığı kadar tehlike altında. Yakın tarihli küresel mali kriz ve tasarruf tedbirleri dolayısıyla bilimin tüm alanlarına ayrılan kaynaklar kayda değer bir şekilde kısılmış ve özellikle temel bilimler bundan kötü bir şekilde etkilenmiş durumda. Bununla birlikte kültürel olarak izole olma ve ilerlemenin kaydedildiği alandan gitgide uzaklaşma tehlikesiyle de karşı karşıyayız. Araştırma düzeyinde, ülkeler arası insan değişimi yetenek ve becerilerin daha hızlı aktarılmasını ve farklı toplumsal yapıları dolayısıyla farklı fikirlere sahip yeni insanların kazanılmasını mümkün kılar. Bu durum ilerleme ve gelişmeye kolayca katkı sağlayabilir, ancak bu ilerleme süreci mevcut tercihlerden ötürü daha zor hale gelecek. Ne yazık ki zamanda geriye gidemiyoruz. Brexit ve Trump'ın göç ve eğitimin gelişimiyle ilgili yeni yaptırımları dayatmasıyla birlikte bilim insanlarının da içinde bulunduğu uzmanlara karşı küresel bir ayaklanmaya tanıklık ediyoruz. Peki bu durumda, bilim ve teknoloji eğitiminin geleceğini güvence altına almak adına ne yapabiliriz?

Bu noktada öğretmenim Dikran Tahta'ya geri dönmem gerek. Zira eğitimin geleceğinin temeli okullarda ve ilham verici öğretmenlerde olmalıdır. Ancak okullar zaman zaman ezbere dayalı öğrenmenin, denklemlerin ve sınavların çocukları bilimden soğutabildiği temel bir çerçeveden fazlasını sunamaz. İnsanların çoğu niceliksel bir kavra-

yıştan ziyade, karmaşık denklemlere ihtiyaç duymadan kalitatif bir kavrayışa karşılık verir. Bununla birlikte popüler bilim kitap ve makaleleri de yaşama şeklimize ilişkin fikirleri açıklamakta başarılı olabilir. Ancak bu alanda en çok satan kitapları okuyanların sayısı bile toplumun yalnızca küçük bir yüzdesini geçmez. Öte yandan bilime ilişkin belgesel ve filmler daha geniş bir izleyici kitlesine ulaşır, ancak burada da yalnızca tek yönlü bir iletişim söz konusudur.

1960'larda alanda çalışmaya başladığımda kozmoloji bilimsel çalışmanın muğlak ve sıradışı bir koluydu. Bugünse kuramsal çalışma ve sözgelimi Büyük Hadron Çarpıştırıcısı ile Higgs bozonunun keşfi gibi deneysel başarılarla birlikte kozmoloji evrenin kapısını bizlere açmış durumda. Hâlâ yanıtlanması gereken büyük sorular ve yapılacak çok iş var. Ancak halihazırda daha fazla şey biliyoruz ve görece kısa zaman diliminde kimsenin hayal edemeyeceği kadar çok şey başarmış durumdayız.

Peki şimdinin gençlerini bekleyen şey ne? Kesin bir şekilde söyleyebilirim ki onların geleceği, kendilerinden önceki nesillerin hiçbiri için olmadığı kadar bilim ve teknolojiye bağlı olacak. Zamanımızın gençlerinin bilimi herkesten daha iyi bilmesi gerekiyor, zira bilim eşi görülmemiş bir şekilde gündelik yaşamlarının bir parçası.

Pek fazla tahmin yürütmeye gerek kalmadan söylenebilir ki, şimdi ve sonrası için çözülmek zorunda olduğunu bildiğimiz bazı eğilimler ve ortaya çıkmaya başlayan birtakım problemler mevcut. Bu problemler arasında küresel ısınma, Dünyadaki insan nüfusunun devasa artışını karşılayacak alan ve kaynak bulma, diğer türlerin soyunun hızla yok oluşu, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ihtiyacı, okyanusların yaşama elverişliliğinin azalması, ormansızlaşma ve bulaşıcı hastalıkları saymak mümkün; kaldı ki bunlar söz konusu problemlerden yalnızca birkaçı.

Bununla birlikte yaşama, çalışma, yeme-içme, iletişim kurma ve seyahat etme şeklimizi kökten değiştirecek geleceğe ilişkin büyük buluşlar da mevcut. Yaşamın her alanında yenilik için çok büyük bir alan söz konusu. Bu gerçekten de heyecan verici. Aydaki ender metalleri çıkarmamız, Mars'ta ileri bir insan karakolu kurmamız ve halihazırda umut vermeyen hastalıkların tedavisini bulmamız mümkün olabilir. Bununla birlikte varoluşa ilişkin büyük sorular hâlâ yanıtlanmış değil. Dünyada yaşam nasıl başladı? Bilinç nedir? Bizden başkaları da var mı, yoksa evrende yalnız mıyız? Bunlar bir sonraki neslin üzerinde çalışması gereken sorular.

Bazıları insanlığın bugünkü halinin evrimin zirve noktası olduğunu ve bundan daha iyisinin mümkün olmadığını düşünüyor. Buna katılmıyorum. Evrenimizin sınır koşullarına ilişkin oldukça özel bir şey olması muhtemel, ancak bundan daha da özel olabilecek şey hiçbir sınırın olmaması. Dolayısıyla insan çabası için de hiçbir sınırın olmaması gerekiyor. Bana kalırsa insanlığın geleceği açısından iki seçeneğe sahibiz: ilk seçenek yaşayabileceğimiz alternatif gezegenler için uzayın keşfi ve ikinci seçenekse dünyamızı daha iyi hale getirmek için yapay zekânın yapıcı ve müspet anlamda kullanılması.

Dünya bizler için çok küçük bir yer haline geliyor. Maddi kaynaklarımız alarm veren bir hızda tükeniyor. İnsanlık; iklim değişikliği, çevre kirliliği, sıcaklıkların yükselmesi, kutuplardaki buz tabakasının azalması, ormansızlaşma ve hayvan türlerinin büyük bir kısmının yok olması gibi gezegenimize felaket getiren hediyeler sunmuş durumda. Bununla beraber nüfusumuz da alarm veren bir hızda artıyor. Söz konusu rakamlar göz önünde bulundurulduğunda neredeyse üstel nüfus artışının önümüzdeki binyılda devam edemeyeceği oldukça açık.

Başka bir gezgende kolonileşmek için diğer bir nedense nükleer savaş ihtimali. Dünya dışı varlıkların bizimle

bugüne kadar iletişime geçmemiş olmasının nedeninin, bir medeniyetin bizim gelişmişlik seviyemize ulaştığında düzensiz hale gelip kendi kendini yok etmesi olduğunu söyleyen bir kuram var. Halihazırda Dünyada yaşayan tüm varlıkları yok edebilecek teknolojik güce sahibiz. Kuzey Kore'de yakın zamanda gerçekleşen olaylarda da gördüğümüz gibi bu gerçekten de iç karartıcı ve endişe verici bir düşünce.

Ancak bu Kıyamet Günü tehlikesinin bertaraf edilebileceğini ve bunu yapmanın en iyi yollarından birinin de uzaya gitmek ve insanların yaşayabileceği olası diğer gezegenleri keşfetmek olduğunu düşünüyorum.

İnsanlığın geleceğine etki edecek ikinci gelişmeyse yapay zekânın doğuşu olacak.

Yapay zekâ araştırmaları halihazırda hızla ilerliyor. Sürücüsüz arabalar, bir bilgisayarın Go oyununda kazanması ve kişisel dijital asistanlar Siri, Google Now ve Cortana'nın ortaya çıkması gibi yakın tarihli gelişmeler, benzeri görülmemiş yatırımlarla desteklenen ve giderek olgunlaşan kuramsal bir temel üzerine inşa edilen bir YZ silahlanma yarışının yalnızca belirtileri. Böylesi başarılar muhtemelen önümüzdeki yirmi otuz yılın getirecekleri karşısında daha anlamsız görünecek.

Gelgelelim YZ'nin gelişimi, insanlığın başına gelen ya en iyi ya da en kötü şey olacak. Yapay zekânın bize son derece yardımcı mı olacağını, onun tarafından yok sayılıp bir kenara mı itileceğimizi ya da bizleri yok mu edeceğini bilemiyoruz. İyimser biri olarak dünyanın iyiliği için bizlerle uyum içinde çalışabilecek YZ yaratmanın mümkün olduğuna inanıyorum. Bunun için tehlikelerin farkına varmalı, söz konusu tehlikeleri tespit etmeli, mümkün olan en iyi uygulama ve yöntemi kullanmalı ve sonuçları için çok önceden hazırlıklı olmalıyız.

Teknoloji yaşamım üzerinde hep büyük bir etkiye sahip oldu. Nitekim konuşmam bir bilgisayar aracılığıyla

gerçekleşiyor. Ve hastalığım dolayısıyla sesimi kaybetmemin ardından bana bir ses veren yardımcı teknolojiden faydalanıyorum. Sesimi bilişim çağının başlangıcında kaybetmiş olmam gerçekten de bir şans. Intel, yirmi beş yılı aşkın bir süredir beni destekliyor ve her gün sevdiğim şeyleri yapmama olanak tanıyor. Söz konusu yıllar boyunca dünya ve teknolojinin onun üzerindeki etkisi önemli ölçüde değişti. Teknoloji; iletişim, genetik araştırma, bilgiye erişim ve pek çok başka alanla birlikte hepimizin yaşama şeklini değiştirip dönüştürdü. Teknoloji daha akıllı hale geldikçe daha önce hiç öngörmediğim ihtimallere kapı araladı. Engellileri desteklemek için geliştirilmekte olan teknoloji bir zamanlar engel yaratan iletişim bariyerlerini yıkma yolunda ilerliyor. Bu, genellikle geleceğin teknolojisi için bir deneme alanı teşkil ediyor. Nitekim konuşma metinleştiriciler, konuşma sentezleyiciler, akıllı ev otomasyon sistemleri, elektronik kontrollü sürüş ve hatta Segway'ler gündelik kullanımlarından yıllar önce engelliler için geliştirilmişti. Söz konusu teknolojik başarıların ardında içimizdeki kıvılcım, eşdeyişle yaratıcı güç vardır. Bu yaratıcılık, fiziksel engellerin aşılmasından kuramsal fiziğe kadar pek çok forma bürünebilir.

Gelgelelim bundan çok daha fazlası gerçekleşecek. Beyin arayüzleri –gitgide daha fazla insan tarafından kullanılan– söz konusu iletişim araçlarını daha hızlı ve canlı hale getirebilir. Artık Facebook kullanıyorum; sosyal medya arkadaşlarımla ve dünya genelindeki takipçilerimle doğrudan iletişim kurmama olanak tanıyor, ki böylece en son kuramlarımdan haberdar olabiliyor ve seyahatlerimde çektiğim fotoğrafları görebiliyorlar. Bu durum aynı zamanda çocuklarımın bana anlattıkları şekilden ziyade, gerçekte ne yapıp ettiklerini görebilmem anlamına da geliyor.

İnternet, cep telefonları, tıbbi görüntüleme, küresel uydu navigasyon sistemi ve sosyal ağların, yalnızca bir-

kaç nesil öncesi için anlaşılmaz olması gibi, gelecekteki dünyamız da bizler için henüz bütünüyle kavrayamadığımız benzer bir dönüşüm içerisine girecek. Bilgi kendi başına bizi bu noktaya götüremez, ancak bilginin akıllı ve yaratıcı kullanımının bunun gerçekleşmesini sağlayabileceği oldukça açık.

Geleceğin vaat ettiği çok daha fazla şey var ve umuyorum ki bu beklenti, okul çağındaki çocuklara büyük bir ilham kaynağı oluyordur. Ancak günümüzün çocuklarının potansiyellerini gerçekleştirmeye devam edebilmeleri ve de tüm insan ırkı için daha iyi bir dünya yaratabilmeleri adına yalnızca fırsata değil, aynı zamanda erken yaşta bilime bütünüyle dahil olma kararlılığına da sahip olduğundan emin olmak için hepimize görev düşüyor. Bununla birlikte eğitim ve öğrenimin geleceğinin internet olduğuna inanıyorum. Bu yolla insanlar birbirlerine cevap verip etkileşime geçebiliyor. Bir bakıma internet, bizleri tıpkı devasa bir beyindeki nöronlar gibi birbirimize bağlıyor. Düşünsenize böylesi bir IQ'yla neler yapamayız ki?

Büyüdüğüm sırada bilimle ilgilenmediğini ve onunla meşgul olma uğraşında bir anlam görmediğini söylemek –benim için değil, fakat toplumsal anlamda– hâlâ kabul edilebilirdi. Gelgelelim durum artık böyle değil. Açıklamama izin verin. Tüm gençlerin bilim insanı olmak üzere yetişmesi gerektiği fikrini desteklemiyorum. Zira dünya, çok çeşitli becerilerde insana ihtiyaç duyduğu için bunu ideal bir durum olarak görmem mümkün değil. Ancak gençlerin tamamının hangi alana yönelirlerse yönelsinler bilimsel konulara aşina olmaları ve bu konular etrafında kendilerine güvenmeleri gerektiğini düşünüyorum. Daha fazlasını öğrenmek adına, bilimsel anlamda eğitimli olmaları ve bilim ile teknolojideki gelişmelerle haşır neşir olma hevesini taşımaları gerekiyor.

Yalnızca küçük bir seçkin grubun ileri bilim ve teknolojiyi ve de onların uygulamalarını anlamaya mukte-

dir olduğu bir dünya, bana kalırsa, tehlikeli ve sınırlı bir dünya olacaktır. Gelişmekte olan dünyada okyanusların temizlenmesi veya hastalıkların iyileştirilmesi gibi uzun vadede faydalı projelere öncelik verileceğinden ciddi anlamda kuşkuluyum. Daha da kötüsü, teknolojinin bize karşı kullanıldığı ve onu durdurmak için hiçbir gücümüzün olmadığını fark ettiğimiz bir durumla karşılaşmamız da mümkün.

Ne şahsi yaşamlarımızda yapabileceklerimiz ne de yaşamın ve aklın evrenimizde başarabilecekleri konusunda herhangi bir sınırın olduğuna inanıyorum. Bilimin tüm alanlarında önemli keşiflerin gerçekleşmek üzere olduğu bir zamandayız. Hiç kuşku yok ki dünya, önümüzdeki elli yılda çok büyük oranda değişecek. Büyük Patlama esnasında ne olup bittiğini keşfetmiş olacağız. Bununla birlikte dünyada yaşamın nasıl başladığını anlamayı başaracağız. Hatta evrenin başka bir yerinde yaşamın var olup olmadığını keşfetmemiz bile muhtemelen mümkün olacak. Dünya dışı akıllı bir türle iletişime geçme ihtimalimiz her ne kadar düşük olsa da böylesi bir keşfin önemi, denemekten vazgeçmememiz gerektiğini ortaya koyar. Robotları ve insanları uzaya göndererek kozmik habitatımızı keşfetmeye devam edeceğiz. Küçük, giderek kirlenen ve aşırı kalabalık bir gezegende kendi içimize bakmayı sürdüremeyiz. Bilimsel çaba ve teknolojik yenilik aracılığıyla bir yandan Dünyadaki problemleri çözmeye uğraşırken, diğer yandan dışarıya, evrenin uzak köşelerine bakmalıyız. Nihayetinde başka gezegenlerde insan ırkı için sürdürülebilir yaşam alanları yaratacağımız konusunda umutluyum. Dünyanın sınırlarını aşacağız ve uzayda var olmayı öğreneceğiz.

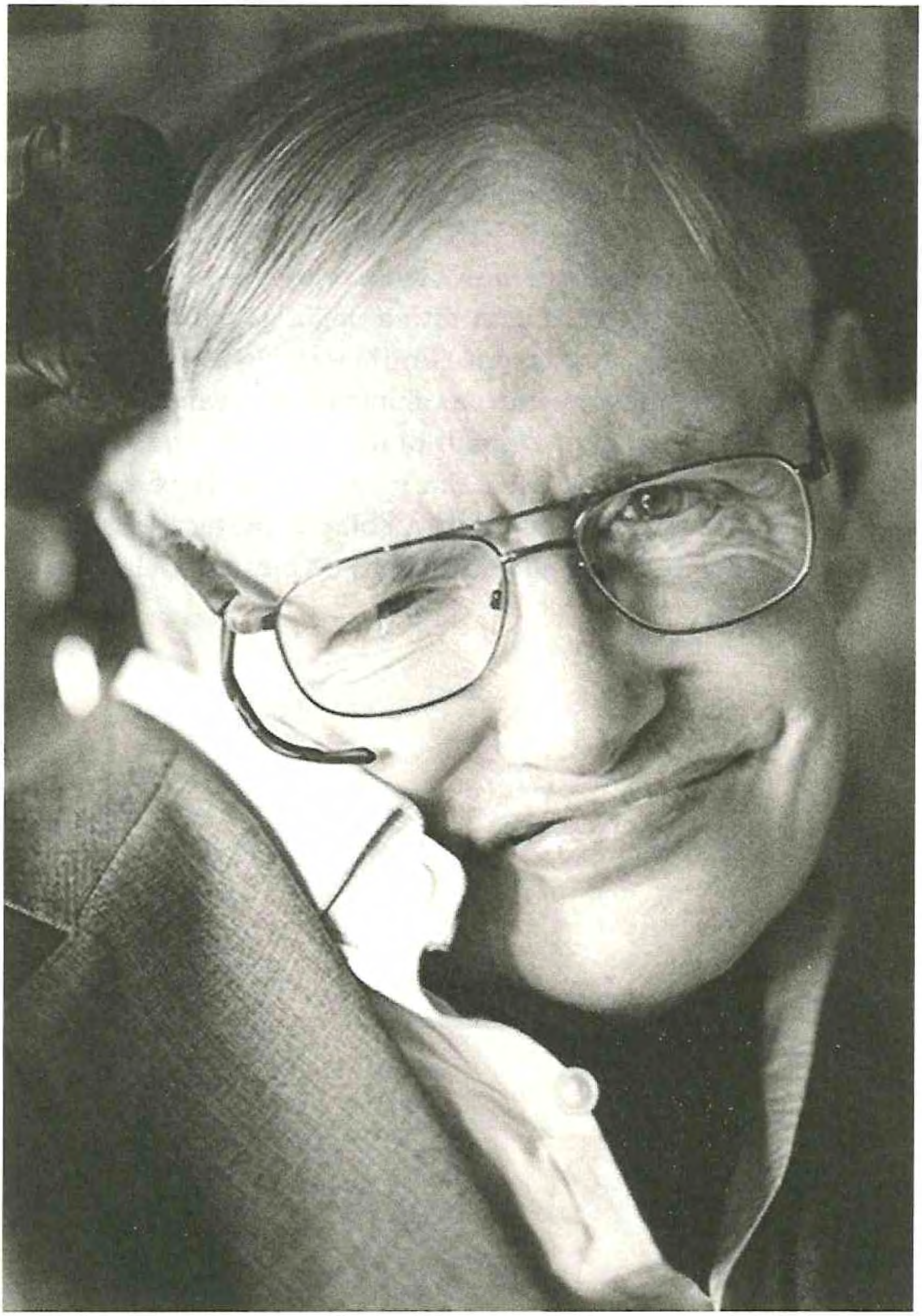
Küçük veya büyük, hangi dünyayı değiştiren fikrin insanlık tarafından uygulandığını görmek isterdiniz?

Çok kolay. Sınırsız bir temiz enerji kaynağı ve elektrikli araçlara geçiş sağlamak için füzyon enerjisinin gelişimini görmek isterim. Nükleer füzyon, çevre kirliliği veya küresel ısınmaya yol açmayan kullanışlı bir enerji kaynağı olabilir ve bizlere bitmez tükenmez bir enerji kaynağı sağlayabilir.

Bu, hikâyenin sonu değil, daha ziyade milyarlarca yıl kozmosta gelişeceğini umduğum yaşamın yalnızca başlangıcı.

Son bir noktaya değinmek istiyorum: Bir sonraki büyük bilimsel keşfin nereden geleceğini ve onu kimin gerçekleştireceğini gerçek anlamıyla bilmiyoruz. Ancak bilimsel keşfin heyecanına ve merakına kapı açmak, olası en geniş genç kitleye ulaşacak yenilikçi ve erişilir alanlar yaratmak yeni Einstein'ı –artık o kişi neredeyse– bulma ve ona ilham olma ihtimalini büyük oranda artıracaktır.

Bu yüzden ayaklarınızın altına değil, gökyüzüne, yıldızlara bakmayı unutmayın. Gördüklerinizden anlam çıkarmaya çalışın ve evrenin var olmasını sağlayan şeyin ne olduğunu sorgulayın. Meraklı olun. Yaşam ne kadar zor görünürse görünsün, her daim yapabileceğiniz ve başarılı olabileceğiniz bir şey vardır. Kolayca vazgeçmemeniz de çok önemli. Hayal gücünüzü serbest bırakın. Geleceğe şekil verin.



SONSÖZ

Lucy Hawking

Cambridge'in kasvetli bir bahar gününde, siyah araçlardan oluşan bir kortejle gelenek gereği seçkin akademisyenlerin cenaze töreninin gerçekleştiği üniversite kilisesine, Büyük St. Mary Kilisesine doğru yola çıktık. Sokaklar alışılmışın dışında sessiz görünüyordu. Cambridge bomboştu, öyle ki etrafta dolaşan tek bir turist görmek bile mümkün değildi. Göze çarpan tek renk, babamın tabutunun bulunduğu cenaze aracını koruyan, yol aldıkça önümüzdeki seyrek trafiği durduran motosikletli polislerin yaydığı mavi ışıklardı.

Ancak ardından sola döndük. Ve dünyanın en bilinen caddelerinden biri olan Cambridge'in kalbindeki King's Parade boyunca yığılmış kalabalığı gördük. Bu kadar insanı böylesine sessiz hiç görmemiştim. Pankartlar, bayraklar, kameralar ve cep telefonları havada tutulurken, cadde boyunca dizilmiş çok sayıda insan, babamın Cambridge'teki üniversitesi, Gonville and Caius'un tören için melon şapkasını giymiş ve bir baston taşıyan baş ka-

pıcısı ağırbaşlı bir şekilde cenaze aracını karşılamak üzere yürürken ve araca kiliseye doğru eşlik ederken saygı içerisinde sessizliğini hiç bozmadı.

Halamın elimi sıkmasıyla ikimiz de birdenbire ağlamaya başladık. "Bunu çok severdi" diye fısıldadı halam.

Babam öldüğünden beri seveceği ve bilmesini dilediğim pek çok şey oldu. Keşke dünyanın dört bir yanından gelen insanların kendisine duyduğu olağanüstü sevgiyi görebilseydi. Keşke hiç tanışmadığı milyarlarca insanın onu ne kadar sevdiğini ve saygı duyduğunu bilebilseydi. Keşke Westminster Abbey'de bilimsel kahramanları Isaac Newton ve Charles Darwin'in yanına gömüleceğini ve yeryüzünde huzur içinde uyurken sesinin radyo telekobu aracılığıyla bir kara deliğe doğru gönderileceğini bilseydi.

Fakat o aynı zamanda bunca yaygaranın neden koptuğunu da anlamaya çalışırdı. Babam şaşırtıcı bir şekilde alçakgönüllü bir adamdı; bir yandan insanların ilgisine teveccühle yaklaşırken, diğer yandan kendi şöhreti karşısında şaşkına dönmüş görünürdü. Bu kitapta dikkatimi çeken bir cümle aslında onun kendisine karşı takındığı tavrı özetliyor: "Eğer bir katkı sağladıysam..." O, bu cümleye "eğer" ifadesine ekleyecek yegâne kişi. Ve sanırım kendisi dışında herkes dünyaya bir katkı sağladığından oldukça emin.

Hem de nasıl bir katkı. Bir yandan evrenin yapısını ve kökenini araştırdığı kozmoloji çalışmalarının olağanüstü ihtişamında, diğer yandan tüm engellerine rağmen gösterdiği salt cesaret ve mizahta bunu görmek mümkün. Babam dirayetin ve direncin sınırlarını aşmayı başarırken, aynı zamanda bilginin sınırlarının ötesine ulaşmanın da bir yolunu bulmuştu. Onu bu kadar ikonik, ama aynı zamanda böylesine ulaşılabilir ve erişilebilir kılanın da bu iki özelliğin birlikteliği olduğuna inanıyorum. Acı çekti, fakat yoluna, hiç sapmadan devam etti. Onun için

iletişim kurmak çaba gerektiriyordu; ancak o, bu çabayı hareket kabiliyetini daha fazla yitirdikçe kullandığı ekipmanları sürekli uyarlayarak gösterdi. Kendisi tarafından kullanıldığında ilginç bir şekilde etkileyici bir anlatım gösteren monoton elektronik sesle konuştuğunda, sözlerinin insanlar üzerinde azami etkiyi göstermesi için onları dikkatle seçerdi. İster Ulusal Sağlık Sistemiyle (NHS), ister evrenin genişlemesiyle ilgili olsun, o konuştuğunda insanlar dinlerdi; konuşmasına bir espri ekleme fırsatını da asla kaçırmazdı.

Babam aynı zamanda bir aile adamıydı; bu gerçek *Her Şeyin Kuramı* filmi 2014 yılında gösterime girene kadar pek çok kişinin fark etmediği bir şeydi. 1970'lerde bir eşi ve çocukları olan ya da böylesine güçlü bir otonomi ve bağımsızlık duygusuna sahip engelli bir kimseyi görmek şüphesiz alışılmışın dışındaydı. Küçük bir çocukken, babam, saçları iç içe geçmiş ve genellikle dondurma yemeye çalışan iki sarışın çocukla birlikte tekerlekli sandalyesini inanılmaz bir hızla Cambridge'e doğru sürerken yabancıların, bazen ağızları açık kalmış şekilde, bizlere çekinmeden bakmasından hiç hoşlanmazdım.

Neresinden bakarsanız bakın normal bir çocukluk değildi. Bunu biliyordum; aynı zamanda bilmiyordum da. Yetişkinlere çok sayıda zorlayıcı soru sormanın tamamıyla normal olduğunu düşünüyordum, zira evde yaptığımız şey buydu. Tanrı'nın varoluşuna ilişkin kanıtını derin bir sorgulamaya çekmemle birlikte bir bölge papazını, söylenene göre, gözyaşlarına boğmama kadar da bunun beklenmedik bir şey olduğunu fark etmemiştim.

Çocukken kendimi sorgulayan tipte biri olarak görmezdim; daha ziyade her defasında beni zekâsıyla alt eden (ki hâlâ öyle) ağabeyimin bu tür bir mizaca sahip olduğuna inanırdım. Ailecek çıktığımız bir tatili hatırlıyorum; esrarengiz bir şekilde bu tatil de pek çok tatilimiz gibi yurtdışındaki bir fizik konferansıyla çakışıyordu.

Ağabeyim ve ben, muhtemelen annemin bize bakma görevine ara verebilmesi için, derslerin bazılarına katıldık. O zamanlar fizik dersleri ne popüler ne de çocuklara göre bir şeydi. Ben ders sırasında not defterime bir şeyler karalarken, küçük bir çocuk olan ağabeyim, babamın gurur duyan bakışları içerisinde, sıska kolunu kaldırıp sunum yapan seçkin akademisyene soru sormuştu.

Genellikle bana "Stephen Hawking'in kızı olmak nasıl bir şey?" diye sorulur; ancak ne yazık ki bu soruya verilebilecek kısa bir cevap yok. Fakat şunu söyleyebilirim ki iyi zamanlarımız gerçekten iyi, kötü zamanlarımızsa sarsıcıydı ve bu ikisinin arasında "bizim için normal" dediğimiz bir yer vardı; aslında normal bulduğumuz şey de başkaları için böyle sayılmayacak bir kabullenmeydi. Zamanın açık yaranın üstünü örtmesiyle deneyimlerimizi hatırlamanın/gözden geçirmenin çok uzun süreceğini düşündüm. Aslında bunu yapmak istediğimden bile emin değilim. Bazen yalnızca babamın olağanüstü bir evlat olduğumu ve korkusuz olmam gerektiğini söylediği son sözlerine tutunmak istiyorum. Hiçbir zaman onun kadar cesur olamayacağım –doğam gereği özellikle gözüpek bir insan da değilim–, fakat babam cesur olmayı deneyebileceğimi ve denemenin kendisinin de cesaretin en önemli yanı olabileceğini bana gösterdi.

Babam hiçbir zaman pes etmedi, savaşmaktan asla kaçmadı. Yetmiş beş yaşına geldiğinde, yüzündeki birkaç kası oynatabilmesi dışında, bütünüyle felç hale gelmesine rağmen her gün takım elbisesini giyip çalışmaya gitti. Yapacak şeyleri vardı ve önemsiz birkaç şeyin yoluna çıkmasına izin verecek değildi. Ama söylemem gerekir ki motosikletli polis eskortların cenaze töreninde bulunduğunu bilseydi, her gün evden Cambridge'teki ofisine giderken sabah trafiğinde kendisine eşlik etmelerini kesinlikle isterdi.

Neyse ki bu kitaptan haberi vardı. Kitap, Dünya üzerindeki son yılında üzerinde çalıştığı projelerden biriydi. Niyeti güncel metinlerini tek bir ciltte toplamaktı. Ölümünden sonra olan pek çok şey gibi kitabın nihai halini görmesini de isterdim. Eminim bu kitaptan fazlasıyla gurur duyar ve hatta kendisi bile, nihayetinde bir katkı sağladığını kabul etmek durumunda kalırdı.

Lucy Hawking
Temmuz, 2018

DİZİN

Adenin 82
Akıl 167, 177
Akıllı yaşam 69
Aldrin, Buzz 154
Alpha Centauri 160, 161, 162, 166
Alternatif geçmişler yaklaşımı 132
Amiyotrofik lateral skleroz (ALS) 33, 177
Antik Yunan 58, 123
Aristarkos 46
Aristoteles 58
Armstrong, Neil 154
Avrupa Uzay Ajansı 159

Back to the Future [*Geleceğe Dönüş*] (film) 132
Belirlenimcilik 93, 95, 96, 97, 98, 99, 116
Beyin 175, 185
Bilgi kaybı 117, 119
Bilgi paradoksu 117, 119
Bilgisayar virüsü 78
Bilim 45, 48, 67, 139, 156
Birleşik kuram 67
Bondi, Hermann 62, 118
Boshongo insanları 57
Bouin-Zahra depremi 31
Brazell, Lorna 173
Breakthrough Listen Projesi 92
Breakthrough Starshot 161, 163, 165
Bumba 57, 58
Büyük Çöküş 76
Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) 182
Büyük Patlama 50, 51, 53, 54, 65, 187

Caltech 18, 20, 37, 67
Cambridge 15, 18, 21, 30, 31, 32, 38, 62, 73, 82, 98, 134, 147, 155, 172, 191, 193, 194
Carter, Brandon 109
Casimir etkisi 129, 130
Cassini-Huygens görevi 159
CERN 38, 74, 75, 115
Chandrasekhar, Subrahmanyan 105
Chiin, Richard 31
CRISPR 177
Crick, Francis 82, 147

Darwin, Charles 18, 148, 192
Depremler 93
Deutsch, David 132, 133
Dinozorlar 91
Dirac, Paul 37, 98
DNA 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 147, 148, 150, 167, 177
Doğa yasaları 47
Drever, Ronald 21
Dünya 29, 45, 46, 50, 56, 67, 81, 83, 90, 91, 92, 103, 104, 105, 121, 122, 125, 138, 139, 146, 153, 156, 158, 159, 161, 162, 183, 187, 195

Dünyada yaşam 183
Dünya dışı varlıklar 183
Düzenli sistemler 77
Düzensizlik 18

Einstein, Albert 12, 15, 19, 29, 40, 47, 49, 50, 53, 59, 64, 65, 66, 67, 97, 98, 104, 105, 106, 111, 123, 124, 125, 126, 128, 145, 162, 166, 167, 179, 189
Einstein denklemleri 104, 106
Elektromanyetik alan 129
Elektromanyetik dalgalar 19, 21
Elektronlar 19, 79
Ellis, George 35
Entropi 36, 108
Europa 159

Facebook 185
Feynman, Richard 67, 69, 133
Future of Life Enstitüsü 171

Galileo 20, 21, 28
Gates, Bill 171
Genel görelilik 123, 127, 135
Genetik mühendislik 89
Geometri 121, 122
Gros, Claudius 163
Güneş 17, 46, 53, 57, 60, 95, 103, 104, 125, 163

Haco, Sasha 119
Hamlet 57, 76
Hartle, Jim 38, 68
Hawking ışıması 18, 22, 37
Hawking, Lucy (daughter) 191, 195
Hawking sıcaklığı 18
Hawking, Stephen 7, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 194
Heisenberg, Werner 66, 96, 97, 98, 101
Helyum 53
Hidrojen 16, 53, 80, 81, 114
Hooke, Robert 70
Hoyle, Fred 32, 62
Hubble, Edwin 61
Hubble uzay teleskobu 59

Interstellar [*Yıldızlararası*] (film) 115

İdeoloji 64
İklim değişikliği 139, 154
İnsancıl İlke 69, 79, 80, 91
İnsanlık 166, 183
İran 31, 32
İstanbul 31

Jurassic Park (film) 94
Jüpiter 20, 91, 143, 159

Kaçış hızı 103
Kant, Immanuel 59, 60
Karbon 79
Karmaşıklık 148
Karşı-parçacıklar 130
Kennedy, J. F. 154, 155
Khalatnikov, Isaak 63, 64
Kıyamet Günü Saati 137
Kitaplar 85
Kozmik sansür varsayımı 106
Kozmik sicimler 126, 127
Kraft, Daniel 174
Kronolojinin Korunması Varsayımı 133

Kuantum 23, 73, 98, 99, 110, 114, 119, 129, 177
Kuantum kütleçekim 23
Kuantum mekaniği 98, 99, 110, 114, 119
Kumarhane 66
Küresel ısınma 139
Kütleçekimsel dalgalar 20
Kyoto Protokolü 140

Lamb kayması 114
Landau, Lev 105
Laplace, Pierre-Simon 93
Leverhulme Aklın Geleceği Merkezi 172
LIGO 21, 108, 179
Lifshitz, Evgeny 63

Manhattan Projesi 137
Mars 82, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 162, 183
Medeniyet 92, 171
Merak 141
Metabolizma 78
Metzner, A. W. Kenneth 118
Michell, John 103
Mikrodalgalar 65
Mikro kara delikler 115
Milner, Yuri 9, 161
M-kuramı 55, 69, 74, 75, 135
Moore Yasası 150, 168
Motor nöron hastalığı 33
Musk, Elon 155, 171
Mühendislik 89, 165

Nano-gemi 162, 165
NASA 154, 155, 158, 159, 160
Nebula 61

Olay ufku 107

Öklit 121, 122
Öklitçi geometri 122
Ölümden sonra yaşam 56
Ötegezegenler 160, 163
Özel görelilik 123
Özgür irade 132

Sınır koşullar 67, 68
Süper-öteleme saçı 119

Tanrı 23, 29, 35, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 58, 62, 66, 74, 94, 97, 98, 127, 176, 193
Tekillik 35, 65, 106, 170
Timin 82, 147
Trakeostomi 38

Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) 157
Uzaylılar 90, 131
Uzay-zaman 35
Uzay-Zamanın Büyük Ölçekli Yapısı 35

Üstel büyüme 144

Varoluş 52

Yapay zekâ (YZ) 168
yaradılış mitleri 58
Yaratıcılık 24, 28, 161, 185
Yüzey kütleçekimi 109

Zamanın Kısa Tarihi 40, 138

STEPHEN HAWKING

BÜYÜK SORULARA KISA YANITLAR

İnsanlar her daim büyük sorulara yanıt bulmak istemiştir: Tanrı Var mı? Nereden geldik? Her Şey Nasıl Başladı? Evrende Bizden Başka Akıllı Yaşam Var mı? Zamanda Yolculuk Mümkün mü? Yapay Zekâ Bize Üstün Gelecek mi? Her şeyin gerisinde duran anlam ve tasarı nedir? Geçmişin yaratılış üzerinden açıklamaları bugün artık çok daha az uygun ve güvenilir görünüyor. Bu açıklamaların yerini New Age'ten *Star Trek*'e uzanan kendilerine yalnızca hurafe diyebileceğimiz çeşitli şeyler aldı. Gelgelelim gerçek bilim, bilimkurgudan çok daha tuhaf ve tatmin edici olabilir. Günümüzde bilim bütün bu sorulara yanıt bulmaya başladı.Hawking'in ölümünden önce yazdığı son yazıların derlemesi olan bu kitap, tarihin en önemli zihinlerinden birinin büyük sorulara verdiği yanıtlardan oluşuyor.

Her Şeyin Teorisi filmindeki performansıyla Oscar kazanan Eddie Redmayne'in önsöz, Nobel Ödüllü bilim insanı Kip Thorne'un giriş ve Hawking'in kızı Lucy'nin sonsöz kaleme aldığı *Büyük Sorulara Kısa Yanıtlar* bir dehanın dünyaya bıraktığı son mesaj niteliğinde.

"Hawking, insan zihninin artan gücünün bir sembolü."
-The Washington Post

"Hawking'in okuyuculara son mesajı insanlık için umut olduğu yönünde."
-CNN

"*Büyük Sorulara Kısa Yanıtlar* bilimin ve insanlığın geleceğine son derece açık ve anlaşılır bir bakış sunuyor."
-The Wall Street Journal

"Bu olağanüstü kitap, görkemli bir yıldızın son parıltısı."
-The Telegraph

ALFA
alfakitap
alfakitap
alfakitap
www.alfakitap.com
9 786051 719092
BİLİM