Olanaksızın Fiziği



Michio Kaku

Fazerlerin, Kuvvet Alanlarının, Işınlamanın ve Zamanda Yolculuğun Dünyasına Yapılan Bilimsel Bir Keşif Gezisi

3. basım

ODTÜ YAYINCILIK

Olanaksızın Fiziği

Michio Kaku

Fazerlerin, Kuvvet Alanlarının, Işınlamanın ve
Zamanda Yolculuğun Dünyasına Yapılan
Bilimsel Bir Keşif Gezisi

ODTÜ YAYINCILIK

PHYSICS OF THE IMPOSSIBLE
A Scientific Exploration Into the Word of Phasers, Force Fields, Teleportation, and Time Travel

© 2008 by Michio Kaku

OLANAKSIZIN FİZİĞİ
Fazerlerin, Kuvvet Alanlarının, Işınlamanın ve Zamanda Yolculuğun Dünyasına Yapılan Bilimsel Bir Keşif Gezisi

Michio KAKU

ISBN: 978-605-5164-72-0

ODTÜ Geliştirme Vakfı
Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları
ODTÜ Yayıncılık

Bu kitabın telif hakları Akcalı Telif Hakları Ajansı aracılığıyla alınmıştır.
© Tüm yayın hakları ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş.'nindir.
Yayıncının izni olmaksızın, hiçbir biçimde ve hiçbir yolla, bu kitabın içeriğinin bir bölümü ya da tümü yeniden üretilemez ve dağıtılamaz.

Yayın Yönetmeni
İlhami BUĞDAYCI

Çeviren
Engin TARHAN

Editörler
Eren Veysel ERSOY
Yakup PEKÖN

Kapak Tasarımı
İnova Tasarım

Sayfa Düzeni
Emrullah ÖZ

3. Basım Ekim 2015
Tarcan Matbaacılık Yay. San.
Zübeyde Hanım Mah. Samyeli Sok. No: 15 İskitler-ANKARA
Tlf.: 0(312) 384 34 35 Faks: 0(312) 384 34 37
Sertifika no: 25744

ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş.
Öveçler 1042. Cad. No: 57/1 Çankaya-ANKARA
Tlf.: (312) 480 15 97 - 480 15 98 Faks: (312) 480 15 99
Sertifika no: 15723
E-posta: odtuyayincilik@odtuyayincilik.com.tr
İnternet: www.odtuyayincilik.com.tr

Sevgi dolu eşim Shizue
ve
Michelle ile Alyson'a

İçindekiler

ÖNSÖZ ix

TEŞEKKÜRLER xxi

BÖLÜM I

1. SINIF OLANAKSIZLIKLAR 1
   1: Kuvvet Alanları 3
   2: Görünmezlik 18
   3: Fazerler ve Ölüm Yıldızları 38
   4: Işınlama 59
   5: Telepati 78
   6: Psikokinez 99
   7: Robotlar 116
   8: Dünya Dışı Yaratıklar ve UFO'lar 142
   9: Yıldız Gemileri 173
   10: Antimadde ve Anti Evrenler 201

BÖLÜM II
2. SINIF OLANAKSIZLIKLAR 219
11: Işıktan Hızlı 221
12: Zamanda Yolculuk 243
13: Paralel Evrenler 257

BÖLÜM III
3. SINIF OLANAKSIZLIKLAR 285
14: Devridaim Makineleri 287
15: Önsezi 303
Son Söz: Olanaksızın Geleceği 317

NOTLAR 341
KAYNAKÇA 359
DİZİN 361

Önsöz

Bir fikir eğer en başta saçma görünmüyorsa,
o zaman o fikirden hiç ümit yoktur.
- ALBERT EINSTEIN

GÜNÜN BİRİNDE duvarların içinden geçmek mümkün olacak mı? Işıktan daha büyük bir hızla yol alabilen yıldız gemileri inşa etmek? Diğer insanların zihninden geçenleri okumak? Görünmez olmak? Cisimleri zihin gücümüzle hareket ettirmek? Vücutlarımızı dış uzayda başka yerlere bir anda taşımak?

Çocukluğumdan bu yana, bu sorular beni daima büyülemiştir. Yaşım büyüdükçe pek çok fizikçi gibi ben de zaman yolculuğu, ışın tabancaları, kuvvet alanları, paralel evrenler ve bunun gibi pek çok olasılık karşısında şaşkına dönmüşümdür. Sihir, fantezi, bilim kurgu; hepsi hayal gücümün içinde oynayabileceği devasa bir oyun bahçesiydi. Bütün yaşamım boyunca olanaksız olan ile aramda süregelen aşk ilişkimi başlatanlar onlardı.

Televizyonda eski Flash Gordon maceralarının yeniden gösterimlerini izlediğimi hatırlıyorum. Her cumartesi günü televizyona yapışarak Flash, Dr. Zarkov ve Dale Arden'in maceralarını ve onların geleceğe ait göz kamaştırıcı teknolojilerini hayranlıkla seyrederdim: Roket gemileri, görünmezlik kalkanları, ışın tabancaları ve gökyüzündeki şehirler. Bir tek haftasını bile kaçırmadım. Bu program, önüme tümüyle yepyeni bir dünya açmak-

taydı. Günün birinde bir rokete binip yabancı bir gezegene gitme ve onun alışılmıştan farklı topraklarını keşfetme düşüncesi beni heyecanlandırıyordu. Bu hayranlık uyandırıcı icatların yörüngesine doğru çekilirken, kaderimin bu dizinin vaat ettiği bilimsel gelişmelerin mucizeleri tarafından bir şekilde sarılıp sarmalanmış olduğunu biliyordum.

Sonunda, tek başına olmadığım ortaya çıktı. Başarılı pek çok bilim adamı, bilim kurgu ile karşılaşmaları sonucunda bilime ilgi duymaya başlamışlardı. Büyük gökbilimci Edwin Hubble, Jules Verne'in eserleri yüzünden büyüye kapılmıştı. Hubble, Jules Verne'in eserlerini okuması sonucunda, ümit vaat eden bir hukuk kariyerini terk etmiş ve babasının arzularına itaatsizlik ederek bilim alanında bir kariyer yapmaya koyulmuştu. Sonunda, yirminci yüzyılın en büyük gökbilimcisi oldu. Tanınmış gökbilimci ve kitapları satış rekorları kıran yazar Carl Sagan, hayal gücünün Edgar Rice Burroughs'un Mars romanlarındaki John Carter tarafından tutuşturulduğunu gördü. O da, günün birinde tıpkı John Carter gibi Mars çöllerini keşfetmenin hayallerini kuruyordu.

Albert Einstein öldüğünde ben henüz bir çocuktum, fakat insanların onun yaşamı ve ölümü hakkında alçak sesle konuştuklarını hatırlıyorum. Ertesi gün gazetelerde onun masasını ve üzerinde duran en büyük, yarım kalmış eserinin müsveddesini gösteren bir fotoğrafını görmüştüm. Zamanımızın en büyük bilim insanının tamamlayamayacağı kadar önemli olan şeyin ne olabileceğini kendi kendime sordum. Makale, Einstein'ın gerçekleştirilmesi olanaksız bir rüyanın peşinde koştuğunu savunuyordu. Bu problem o kadar zordu ki, bir ölümlü tarafından bitirilebilmesi olanaksızdı. O müsveddenin hangi konu hakkında olduğunu öğrenmek, yıllarımı aldı: Muhteşem, birleştirici bir "her şeyin kuramı". Onun -yaşamının son otuz yılını kapsayan- rüyası, kendi hayal gücümü odaklamakta bana yardımcı oldu. Einstein'm çalışmalarını tamamlamak, fizik yasalarını tek bir kuram içinde birleştirmek için harcanacak çabalarda karınca kararınca bir pay sahibi olmak istiyordum.

Yaşım ilerledikçe anlamaya başladım ki, Flash Gordon her ne kadar dizinin kahramanı olsa ve her seferinde kızı kurtarsa da aslında TV dizisinin işe yaramasını sağlayan bir bilim adamıydı.

Zamanla, ortaya konulan bilimsel kurallar çerçevesinde bu hikâyelerin gerçekleştirilmesinin tamamen olanaksız olduğunu, yalnızca hayal gücünün bir ürünü olduklarını anladım. Büyümek, bu tür fantezileri bir kenara bırakmak anlamına gelmekteydi. Bana söylendiğine göre gerçek hayatta insanın gerçekleştirilemeyecek olanı terk etmesi ve yapılması mümkün olana sarılması gerekliydi.

Bununla beraber, eğer olanaksıza duyduğum hayranlığı devam ettireceksem, bunun anahtarını fizik dünyası üzerinden bulacağım sonucuna ulaşmıştım. İleri düzey fizik alanında sağlam bir zemine sahip olmadıkça, geleceğin teknolojileri konusunda mümkün olup olmadıklarını anlamaksızın sonsuza kadar spekülasyon yapacaktım. İleri düzeyde matematiğe gömülmeye ve kuramsal fiziği öğrenmeye ihtiyacım olduğunu anladım. Ve öyle de yaptım.

Lisedeyken bilim fuarı projesi olarak annemin garajında bir atom parçalayıcı yapmıştım. Westinghouse şirketine giderek 200 kilo atık transformatör çeliği topladım. Bir Noel tatili boyunca lise futbol sahasının çevresine 35 kilometre uzunlukta bakır tel sardım. Sonuç olarak, 6 kilovat güç harcayan (evimin toplam tüketimi) ve Dünya'nın manyetik alanından 20,000 kere daha güçlü bir manyetik alan üreten 2,5 milyon elektron voltluk bir betatron parçacık hızlandırıcı yapmıştım. Amaç, antimadde yaratmaya yetecek güçte bir gama ışını demeti üretmekti.

Bilim fuarı projem beni Ulusal Bilim Fuarı'na götürdü ve sonuçta Harvard'dan bir burs kazanma rüyamı gerçekleştirdi. Artık bir kuramsal fizikçi olma ve rol modelim olan Albert Einstein'ın ayak izlerini takip etme hedefimi gerçekleştirebilecektim.

Bugün, fizik yasalarının sınırlarını keşfederek kendi hikâyelerini keskinleştirmek için yardımcı olmamı isteyen bilim kurgu yazarlarından ve senaryo yazarlarından e-postalar almaktayım.

"OLANAKSIZ", GÖRECELİDİR

Bir fizikçi olarak, "olanaksız" kelimesinin genellikle göreceli bir ifade olduğunu öğrenmiş bulunuyorum. Öğrenciliğim sırasında, bir derste öğretmenimin duvardaki dünya haritasına yürüdüğünü ve Güney Amerika ile Afrika'nın kıyı çizgilerini gösterdiğini hatırlarım. "İki kıyı çizgisinin", demişti, "neredeyse bir yap boz bulmacası gibi birbirine uyması garip bir rastlantı değil mi?" Söylediğine göre bazı bilim insanları bunların belki de bir zamanlar büyük bir anakaranın parçaları olduğunu öne sürmekteydiler. Fakat bu, saçmalıktı. Hiçbir kuvvet, devasa iki kıtayı birbirinden ayıramazdı. Bu düşüncenin olanaksız olduğu muhakkaktı.

O yıl daha sonra dinozorları inceledik. "Garip değil mi", demişti öğretmenimiz, "dünyaya milyonlarca yıl boyunca hâkim olan dinozorlar günün birinde ortadan yok oluverdi". Neden hep birlikte öldüklerini hiç kimse bilmiyordu. Bazı paleontologlar belki de uzaydan gelen bir meteorun onları öldürdüğünü düşünmekteydi, fakat bu olanaksızdı, daha çok bilim kurgu dünyasına ait bir görüştü.

Bugün bilmekteyiz ki, anakaralar plaka tektoniği vasıtasıyla hareket etmektedir ve büyük olasılıkla 65 milyon yıl önce dokuz kilometre çapında devasa bir meteor, dinozorları ve Dünya üzerindeki yaşamın çoğunu yok etmiştir. Kendi kısacık yaşam sürecim boyunca olanaksız görünen şeylerin yerleşik bilimsel gerçeklere dönüştüğünü tekrar tekrar gördüm. Bu durumda, günün birinde kendimizi bir noktadan diğerine ışınlayabileceğimizi veya bizi ışık yıllarıyla ifade edilen uzaklıktaki yıldızlara götürecek bir uzay gemisi yapabileceğimizi düşünmek, olanaksız mıdır?

Normal koşullar altında böyle marifetler, günümüz fizikçileri tarafından olanaksız olarak kabul edilir. Bunlar önümüzdeki birkaç yüzyıl içinde mümkün olabilir mi? Veya önümüzdeki on bin yıl içinde, teknolojimiz daha fazla geliştiğinde? Başka bir deyişle, bizden bir milyon yıl daha ileride bir uygarlıkla bir şekilde karşılaşacak olursak, onlar için gündelik olay olan teknolojiler bize "sihir" gibi gelebilir mi? Bu, işin özünde bu kitabın

başından sonuna kadar sorulan ana sorulardan biridir; bir şey günümüzde "olanaksız" olduğu için, gelecek yüzyıllar veya milyonlarca yıl boyunca da olanaksız mı kalacaktır?

Geçtiğimiz yüzyılda gerçekleşen dikkat çekici bilimsel ilerlemeler, özellikle kuantum kuramının ve genel göreliliğin yaratılması göz önüne alınacak olursa, hayal ürünü bu teknolojilerden bazılarının eğer gerçekleşebilirse ne zaman gerçekleşeceği üzerinde kabaca tahminde bulunmak, artık mümkündür. Sicim kuramı gibi daha da gelişmiş kuramların ortaya çıkışıyla birlikte, zamanda yolculuk ve paralel evrenler gibi bilim kurgu sınırlarında dolaşan kavramlar dahi fizikçiler tarafından günümüzde yeniden değerlendirilmektedir. 150 yıl önceye dönerek zamanın bilim insanları tarafından "olanaksız" ilan edilen ve artık günlük yaşamımızın bir parçası haline gelmiş bulunan teknolojik ilerlemeleri düşünün. Jules Verne tarafından 1863 yılında yazılan Yirminci Yüzyılda Paris adlı bir roman, kilit altında alınmış, yüz yılı aşkın bir süre unutulmuş ve torununun çocuğu tarafından tesadüfen keşfedilerek ilk kez 1994 yılında yayımlanmıştı. Bu romanda Verne, 1960 yılında Paris'in nasıl görünebileceğini öngörmektedir. Roman, aralarında belgegeçer makineleri, dünya çapında bir iletişim ağı, cam gökdelenler, gazla çalışan otomobiller ve yerden yukarıda hareket eden yüksek hızlı trenlerin de olduğu, on dokuzuncu yüzyılda kesinlikle olanaksız kabul edilen teknolojilerle doludur.

Bilim dünyasının içinde gömülü olduğu, çevresindeki bilim insanlarının fikirlerinden yararlandığı için Verne'in böylesine şaşırtıcı doğrulukta öngörülerde bulunabilmesi, hiç de şaşırtıcı değildir. Bilimin temellerini derin bir şekilde anlaması, onun böyle şaşırtıcı öngörülerde bulunmasına olanak sağlamıştır.

Ne yazık ki, on dokuzuncu yüzyılın en büyük bilim insanlarından bazıları karşıt bir tutum takınmış ve çok sayıda teknolojiyi kesinlikle olanaksız ilan etmiştir. Viktorya döneminin belki de en önde gelen bilim insanlarından olan Lord Kelvin, (Westminster kilisesinde Isaac Newton'un yanında gömülüdür) uçak gibi "havadan ağır" cihazların uçmasının olanaksız olduğunu söylemişti. X ışınlarının bir aldatmaca olduğunu ve radyo-

nun bir geleceğinin olmadığını düşünmekteydi. Atomun çekirdeğini keşfeden Lord Rutherford, bir atom bombası yapma olasılığını reddetmiş, bunu saçmalık olarak nitelemişti. On dokuzuncu yüzyıl kimyacıları, kurşunu altına çevirebilen efsanevi felsefe taşı arayışını bilimsel bir çıkmaz sokak olarak ilan etmişti. On dokuzuncu yüzyıl kimyası kurşun gibi elementlerin değişmezliği temeline dayanıyordu. Bununla beraber, günümüzün atom parçalayıcıları sayesinde kurşun atomlarını kuramsal olarak altına dönüştürebilmekteyiz. Günümüzdeki televizyonların, bilgisayarların ve internetin yirminci yüzyıl başlarında ne kadar inanılmaz görüneceğini bir düşünün.

Yakın geçmişe kadar kara delikler bilim kurgu olarak kabul edilmekteydi. Einstein dahi, 1939 yılında kara deliklerin asla meydana gelemeyeceğini "kanıtlayan" bir makale yazmıştı. Buna karşın günümüzde Hubble Uzay Teleskopu ve Chandra X-Işını Gözlemevi, uzayda binlerce kara delik bulunduğunu ortaya çıkartmıştır.

Bu teknolojilerin "olanaksız" olarak kabul edilmesinin nedeni, fiziğin ve bilimin temel yasalarının on dokuzuncu yüzyılda ve yirminci yüzyılın başlarında bilinmiyor olmasıdır. O sıralarda başta atom düzeyindekiler olmak üzere bilimsel anlayışın içindeki muazzam boşluklar dikkate alınacak olursa, bu tür gelişmelerin olanaksız olarak kabul edilmesine şaşmamak gerekir.

Olanaksızın Araştırılması

Şu işe bakın ki, olanaksızın ciddi şekilde araştırılması bilimde sık sık yeni ve tümüyle beklenmedik dünyaların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Örneğin, bir "devridaim makinesi" için yüzyıllar boyunca boş yere yapılan sonuçsuz çalışmalar, fizikçileri böyle bir makinenin olanaksız olduğu sonucuna yönlendirmiş, onları enerjinin sakınımı ve termodinamiğin üç yasası konularında varsayımlarda bulunmak zorunda bırakmıştır. Böylece, devridaim makineleri inşa etmek için yapılan sonuçsuz arayışlar, termodinamik gibi kısmen buhar makinesinin, makine çağı-

nın ve modern sanayi toplumunun temelini oluşturan tümüyle yeni bir alanın açılmasına yardımcı olmuştur.

On dokuzuncu yüzyılın sonlarında bilim insanları, Dünya'nın bir milyar yaşında olmasının olanaksız olduğuna karar verdiler. Lord Kelvin, ergimiş durumdaki Dünya'nın 20 ila 40 milyon yılda soğuyacağını açık ve kesin şekilde ilan ederek Dünya'nın milyarlarca yaşında olması gerektiğini öne süren jeologlara ve Darwin yanlısı biyologlara karşı çıktı. Olanaksızın mümkün olduğu, Madam Curie ve diğer birçok kişi tarafından nükleer kuvvetin keşfedilmesi ve Dünya'nın radyoaktif bozunma sonucunda ısınan çekirdeğinin milyarlarca yıl boyunca ergimiş durumda nasıl kalabileceğinin gösterilmesi sayesinde en sonunda kanıtlanabildi.

Olanaksızı göz ardı etmenin sorumluluğu, bize aittir. 1920'lerde ve 1930'larda modern roket biliminin kurucusu olan Robert Goddard, roketlerin dış uzaya asla çıkamayacağını düşünenlerin yoğun eleştirileri ile karşılaşmıştı. Bunlar, onun uğraşlarını alaycı bir üslupla Goddard'ın Çılgınlığı şeklinde adlandırmaktaydılar. 1921 yılında New York Times editörleri, Dr. Goddard'ın çalışmalarını yerden yere vuruyorlardı: "Profesör Goddard, etki ile tepki arasındaki farkı ve tepki doğurmak için vakumdan daha iyi bir şeye ihtiyaç olduğunu bilmemektedir. Görünüşe göre, her gün liselerde kepçeler dolusu verilmekte olan temel bilgilerden yoksundur." Editörler çok sinirliydi, çünkü dış uzayda tepkiye yol açacak hava bulunmadığı için roketler olanaksızdı. Ne yazık ki Goddard'ın "olanaksız" roketlerinin ne anlama geldiğini anlayan bir devlet başkanı vardı - Adolf Hitler. II. Dünya Savaşı sırasında Almanya'nın olanaksız ölçüde gelişmiş V2 roketleri ile sürdürdüğü bombardıman, Londra'ya ölüm ve yıkım yağdırıyor, onu neredeyse dize getiriyordu.

Olanaksız olanın incelenmesi, dünya tarihinin akışını da değiştirmiş olabilir. 1930'larda bir atom bombasının "olanaksız" olduğuna, buna Einstein da dâhil olmak üzere, yaygın bir şekilde inanılmaktaydı. Einstein'ın $E = mc^2$ denklemi uyarınca atom çekirdeğinin derinliklerinde muazzam miktarda enerjinin yat-

makta olduğu fizikçiler tarafından bilinmekteydi, fakat tek bir çekirdekten açığa çıkan enerji miktarı, dikkate alınamayacak kadar azdı. Fakat atom fizikçisi Leo Szilard, H. G. Wells'in 1914 yılında yazdığı ve içinde atom bombasının geliştirileceğini öngördüğü The World Set Free (Özgür Bırakılan Dünya) adlı romanı hatırladı. Wells, kitabında atom bombasının gizeminin 1933 yılında bir fizikçi tarafından çözüleceğini yazıyordu. Szilard, bu kitaba tesadüfen 1932 yılında rastladı. Romandan ilham alan Szilard, tam da yirmi yıl kadar önce Wells'in öngördüğü gibi tek bir atomun gücünü zincirleme bir tepkime vasıtasıyla arttırmayı düşündü. Böylece, tek bir uranyum çekirdeğinin parçalanması sonucunda açığa çıkan enerji, trilyonlarca kez büyütülebilirdi. Daha sonra Szilard, bir dizi önemli deneyin başlamasına ve Einstein ile Başkan Franklin Roosevelt arasında atom bombasının yapılmasına yol açan Manhattan Projesi'nin başlamasını sağlayacak gizli pazarlıklar yapılmasına önayak olmuştu.

Olanaksız olanın incelenmesinin fizik ve kimyanın sınırlarını zorlayarak yepyeni bakış açılarına yol açtığını ve fizikçileri "olanaksız" kelimesiyle ne demeye çalıştıklarını yeniden tanımlamaya zorladığını tekrar tekrar görmekteyiz. Bir zamanlar Sir William Osler'in söylediği gibi, "Bir çağda dünya görüşü olan şeyler, bir sonraki çağda saçmalıklara dönüşmüş, dünün ahmaklığı ise yarının bilgeliği olmuştur."

Pek çok fizikçi, T. H. White'ın Bir Zamanların ve Geleceğin Kralı romanındaki meşhur "Yasaklanmış olmayan her şey zorunludur" hükmünü benimsemektedir. Fizikte bunun kanıtlarını daima görmekteyiz. Yeni bir olguyu açıkça engelleyen bir fizik yasası mevcut olmadığı takdirde, bu olgunun var olduğunu eninde sonunda öğreniriz (Bu, yeni atomaltı parçacıkların aranması sırasında pek çok kez meydana gelmiştir. Yasaklanan şeylerin sınırlarını yoklayan fizikçiler, sık sık hiç beklemedikleri bir anda yeni fizik yasaları keşfetmişlerdir). T. H. White'ın ifadesinin doğal sonucu olarak şu pekâlâ söylenebilir: "Olanaksız olmayan her şey, zorunludur!"

Örneğin, evrenbilimci Stephen Hawking, zamanda yolculuğun olanaksızlığını kanıtlamak amacıyla "kronoloji koruma var-

sayımı" adını verdiği yeni bir fizik yasası bulmaya çalışmıştı. Ne yazık ki, yıllar süren yoğun çalışmaların ardından bu ilkeyi kanıtlamayı başaramadı. Aslına bakılacak olursa, tam aksine, fizikçiler zamanda yolculuğu engelleyecek bir yasanın günümüz matematiğinin ötesinde olduğunu artık göstermektedirler. Günümüzde, zaman makinelerinin yapılmasına engel olacak herhangi bir yasa bulunmadığı için, fizikçiler bu makinelerin olasılığını çok ciddiye almak zorunda kalmışlardır.

Bu kitabın amacı, on yıllar veya yüzyıllar içerisinde sıradan hale gelebilecek hangi teknolojilerin günümüzde "olanaksız" olarak kabul edildiğini gözden geçirmektir.

Daha şimdiden, "olanaksız" teknolojilerden birinin olası olduğu kanıtlanmaktadır: Işınlama kavramı (hiç olmazsa atomlar düzeyinde). Daha birkaç yıl önce dahi fizikçiler, bir nesneyi bir yerden diğerine göndermenin veya ışınlamanın kuantum fiziği yasalarına aykırı olduğunu söylemekteydiler. Doğrusunu isterseniz, Uzay Yolu televizyon dizisinin yazarları fizikçilerden gelen eleştirilerden o denli rahatsız olmuşlardı ki, ışınlayıcılarını açıklamak için, senaryolarına "Heisenberg dengeleyicileri"ni eklemek zorunda kalmışlardı. Bugün, yakın geçmişte yapılan buluşlar sayesinde fizikçiler atomları bir odanın bir ucundan diğer ucuna veya fotonları Tuna Nehri'nin bir yakasından diğerine ışınlayabilmektedir.

GELECEĞİ ÖNGÖRMEK

Öngörülerde bulunmak daima birazcık tehlikelidir, özellikle yüzlerce veya binlerce yıl ilerisi için. Fizikçi Niels Bohr, "Öngörüde bulunmak çok zordur. Özellikle gelecek konusunda" sözünü çok beğenirdi. Ancak, Jules Verne'in yaşadığı zaman ile günümüz arasında temel bir fark bulunmaktadır. Günümüzde fiziğin temel yasaları esas itibarıyla anlaşılmaktadır. Günümüzün fizikçileri, büyüklüğüne göre protonun iç yapısından şişen evrene varıncaya kadar kırk üç basamak uzanan temel yasaları anlamaktadırlar. Bunun sonucu olarak fizikçiler, gelecekteki

teknolojilerin geniş bir bakış açısıyla neye benzeyeceğini makul bir güvenilirlik düzeyi ile ifade edebilir ve bu teknolojilerden yalnızca beklenmedik olanlar ile gerçekten olanaksız olanlar arasında ayrım yapabilirler.

Dolayısıyla, "olanaksız" olan şeyleri bu kitapta üç kategoriye ayırmaktayım.

Birincisini I. sınıf olanaksızlıklar diye adlandırıyorum. Bunlar, günümüzde olanaksız olan fakat bilinen fizik yasalarına aykırı olmayan teknolojilerdir. Dolayısıyla bu yüzyılda veya belki de gelecek yüzyılda değişikliğe uğramış şekilde mümkün olabilirler. Bunlar arasında ışınlama, antimadde motorları, uzaduyumun (telepati) bazı türleri, psikokinezi ve görünmezliği saymak mümkündür.

II. sınıf olanaksızlıklar olarak adlandırdıklarım ise, ikinci kategoriyi oluşturur. Bunlar, bizim fiziksel dünyaya ilişkin algılayışımızın en kenarında bulunan teknolojilerdir. Eğer günün birinde gerçekleşmeleri mümkün olsa bile, gelecek binlerce veya milyonlarca yıl içinde gerçekleşebilirler. Zaman makineleri, hiper uzayda yolculuk olasılığı ve solucan delikleri içinden yolculuk, bu kategoride sayılabilir.

Son kategoriye III. sınıf olanaksızlıklar adını verdim. Bunlar, bilinen fizik yasalarına aykırı düşen teknolojilerdir. Şaşırtıcı görünse de, böylesine olanaksız teknolojilerin sayısı çok azdır. Eğer günün birinde mümkün oldukları ortaya çıkacak olursa, fiziği anlayışımızda temel bir değişimi temsil edeceklerdir.

Bilim insanlarının aslında bizimki gibi ilkel bir uygarlık için olanaksız olduğunu kastediyor olmakla beraber, bilim kurguda bulunan o kadar çok teknolojiyi tamamen olanaksız oldukları gerekçesiyle göz ardı ettiklerini dikkate alarak, bu sınıflandırmanın önemli olduğunu düşünüyorum. Örneğin uzaylıların ziyaretleri, yıldızlar arasındaki mesafelerin böylesine büyük olması nedeniyle genellikle olanaksız kabul edilir. Uygarlığımız için yıldızlar arası yolculuk açık bir şekilde olanaksız olmakla beraber, bizimkinden yüzlerce veya binlerce, hatta milyonlarca yıl ilerideki bir uygarlık için mümkün olabilir. Dolayısıyla, böylesi "olanaksızlıkları" derecelendirmenin önemi büyüktür. Şu

andaki uygarlığımız için olanaksız olan teknolojilerin başka türde uygarlıklar için de olanaksız olması şart değildir. Neyin mümkün, neyin olanaksız olduğu konusundaki ifadelerin bizimkilerden binlerce, milyonlarca yıl ileride olan teknolojileri de hesaba katması gerekir.

Bir zamanlar Carl Sagan, "Bir uygarlığın bir milyon yaşında olması ne anlama gelir? Radyo teleskoplara ve uzay gemilerine birkaç on yıldır sahibiz; teknolojik uygarlığımız ancak birkaç yüz yıl yaşında . . . bizler bir tüylü maymundan veya bir makaktan ne kadar ileriysek, milyonlarca yaşındaki gelişmiş bir uygarlık da bizden o kadar ileridir" demişti.

Kendi araştırmalarıma, Einstein'ın "her şeyin kuramı" rüyasını tamamlamaya çalışacak şekilde profesyonelce odaklanırım. Zamanda yolculuğun mümkün olup olmadığı, bir kara deliğin merkezinde ne bulunduğu veya Büyük Patlama'dan önce ne olduğu gibi, günümüz biliminin en zor "olanaksız" sorularından bazılarını yanıtlayabilecek bir "nihai kuram" üzerinde çalışmayı, kişisel açıdan heyecan verici buluyorum. Olanaksız olanla, bir ömür boyu devam eden aşk maceramla ilgili hâlâ hayaller kurmaktayım ve bu olanaksızlıkların günün birinde günlük hayatın içinde yer alıp almayacağını, alırsa bunun ne zaman gerçekleşebileceğini merak etmekteyim.

Teşekkürler

BU KİTAPTAKİ malzeme pek çok alanları ve disiplinleri, ayrıca önde gelen pek çok bilim insanının çalışmalarını kapsamaktadır. Uzun görüşmeler, danışmalar ve enteresan, ilgi uyandırıcı konuşmalar için zamanlarını cömertçe veren aşağıdaki kişilere teşekkür etmeyi bir borç bilirim:

Leon Lederman, Nobel Ödülü sahibi, Illinois Teknoloji Enstitüsü
Murray Gell-Mann, Nobel Ödülü sahibi, Santa Fe Enstitüsü ve Cal Tech
Müteveffa Henry Kendall, Nobel Ödülü sahibi, MIT
Steven Weinberg, Nobel Ödülü sahibi, University of Texas, Austin
David Gross, Nobel Ödülü sahibi, Kavli Kuramsal Fizik Enstitüsü
Frank Wilczek, Nobel Ödülü sahibi, MIT
Joseph Rotblat, Nobel Ödülü sahibi, St. Bartholomew Hastanesi
Walter Gilbert, Nobel Ödülü sahibi, Harvard Üniversitesi
Gerald Edelman, Nobel Ödülü sahibi, Scripps Araştırma Enstitüsü
Peter Doherty, Nobel Ödülü sahibi, St. Jude Çocuk Araştırma Hastanesi

Jared Diamond, Pulitzer Ödülü sahibi, UCLA
Stan Lee, Marvel Comics ve Örümcek Adam'ın yaratıcısı
Brian Greene, Columbia Üniversitesi, The Elegant Universe kitabının yazarı
Lisa Randall, Harvard Üniversitesi, Warped Passages kitabının yazarı
Lawrence Krauss, Case Western Üniversitesi, The Physics of Star Trek kitabının yazarı
J. Richard Gott III, Princeton Üniversitesi, Time Travel in Einstein's Universe kitabının yazarı
Alan Guth, fizikçi, MIT, The Inflationary Universe kitabının yazarı
John Barrow, fizikçi, Cambridge Üniversitesi, Impossibility kitabının yazarı
Paul Davies, fizikçi, Superforce kitabının yazarı
Leonard Susskind, Fizikçi, Stanford Üniversitesi
Joseph Lykken, fizikçi, Fermi Ulusal Laboratuvarı
Marvin Minsky, MIT, The Society of Minds kitabının yazarı
Ray Kurzweil, mucit, The Age of Spiritual Machines kitabının yazarı
Rodney Brooks, MIT Yapay Zekâ Laboratuvarı Direktörü
Hans Moravec, Robot kitabının yazarı
Ken Crosswell, gökbilimci, Magnificent Universe kitabının yazarı
Don Goldsmith, gökbilimci, Runaway Universe kitabının yazarı
Neil de Grasse Tyson, Hayden Planetaryum direktörü, New York City
Robert Kirschner, gökbilimci, Harvard Üniversitesi
Fulvia Melia, gökbilimci, Arizona Üniversitesi
Sir Martin Rees, Cambridge Üniversitesi, Before the Beginning kitabının yazarı
Michael Brown, gökbilimci, Cal Tech
Paul Gilster, Centauri Dreams kitabının yazarı
Michael Lemonick, Time dergisinin kıdemli bilim editörü
Timothy Ferris California Üniversitesi, Coming of Age in the Milky Way kitabının yazarı

Müteveffa Ted Taylor, ABD nükleer savaş başlıklarının tasarımcısı
Freeman Dyson, İleri Araştırmalar Enstitüsü, Princeton
John Horgan, Stevens Teknoloji Enstitüsü, The End of Science kitabının yazarı
Müteveffa Carl Sagan, Cornell Üniversitesi, Cosmos kitabının yazarı
Ann Druyan,Carl Sagan'ın dul eşi, Cosmos Stüdyoları
Peter Schwarz, fütürist, Global Business Network şirketinin kurucusu
Alvin Toffler, fütürist, The Third Wave kitabının yazarı
David Goodstein, Cal Tech dekan yardımcısı
Seth Lloyd, MIT, Programming the Universe kitabının yazarı
Fred Watson, gökbilimci, Star Gazer kitabının yazarı
Simon Singh, The Big Bang kitabının yazarı
Seth Shostak, SETI Enstitüsü
George Johnson, New York Times bilim yazarı
Jeffrey Hoffman, MIT, NASA astronotu
Tom Jones, NASA astronotu
Alan Lightman, MIT, Einstein's Dreams kitabının yazarı
Robert Zubrin, Mars Derneğinin kurucusu
Donna Shirley, NASA Mars programı
John Pike, GlobalSecurity.org
Paul Saffo, fütürist, Geleceğin Enstitüsü
Louis Friedman, Gezegenler Derneği eş kurucusu
Daniel Werthheimer, SETI@home, California Üniversitesi, Berkeley
Robert Zimmerman, Leaving Earth kitabının yazarı
Marcia Bartusiak, Einstein's Unfinished Symphony kitabının yazarı
Michael H. Salamon, NASA'nın Einstein'ın Ötesinde programı
Geoff Andersen, ABD Hava Kuvvetleri Akademisi, The Telescope kitabının yazarı

Yıllar boyunca yanımda yer alan, bütün kitap çalışmalarımda yol gösteren temsilcim Stuart Krichevsky'ye ve titremeyen eli,

güvenilir yargıları ve editörlük deneyimi ile bu kadar çok sayıda kitabıma kılavuzluk eden editörüm Roger Scholl'a da teşekkür etmek isterim. Ayrıca, New York City College'deki ve New York City College Lisansüstü Eğitim Merkezi'ndeki meslektaşlarıma, özellikle tartışmalar için zamanlarını cömertçe bağışlayan V. P. Nair ve Dan Greenberg'e de teşekkür ediyorum.

I

1. Sınıf
Olanaksızlıklar

1

Kuvvet Alanları

I. Tanınmış, fakat yaşı ilerlemiş bir bilim insanı bir şeyin mümkün olduğunu söylediği zaman hemen hemen kesinlikle haklıdır. Bir şeyin olanaksız olduğunu söylediği zaman, çok büyük olasılıkla yanılmaktadır.

II. Mümkün olanların sınırlarını keşfetmenin tek yolu, onları aşıp azıcık olanaksızın içine doğru girmektir.

III. Yeterince gelişmiş hiçbir teknolojiyi sihirden ayırt etmek mümkün değildir.

- ARTHUR C. CLARKE'IN ÜÇ YASASI

"KALKANLARI KALDIRIN!"

Bu, sayısız *Uzay Yolu* macerasında yıldız gemisi *Atılgan*'ı düşman ateşinden korumak üzere kuvvet alanlarının açılması için Kaptan Kirk'ün mürettebata verdiği ilk emirdir.

Atılgan'daki kuvvet alanları o kadar önemlidir ki, çarpışmanın gidişatı kuvvet alanının ne kadar dayandığına bağlı olarak ölçülebilir. Kuvvet alanlarının enerjisi azaldıkça *Atılgan*, gövdesine gelen yıkıcı darbelerden giderek artan şekilde zarar görür ve sonunda dize gelmek, kaçınılmaz olur.

Peki, kuvvet alanı nedir? Bilim kurguda bu sorunun yanıtı yanıltıcı şekilde basittir: Lazerleri ve roketleri yolundan saptıran ince, görünmez, fakat aşılması olanaksız bir engel. İlk bakışta bir kuvvet alanı o kadar basit görünür ki, bir savaş alanına kalkan

olarak yapılması, kaçınılmazmış gibi gelir. İnsan, cesur bir girişimcinin savunma nitelikli bir kuvvet alanı keşfinin duyurusunu her an yapmasını bekler. Fakat gerçek, çok daha karmaşıktır.

Edison'un ampulü çağdaş uygarlıkta nasıl bir devrime yol açtıysa, bir kuvvet alanı da yaşamlarımızı her yönden derin şekilde etkileyebilir. Ordu, düşman füzelerine ve mermilerine karşı aşılması olanaksız bir kalkan yaratmak, yenilmez olmak için kuvvet alanından yararlanabilir. Köprüler, otoyollar ve sokaklar, kuramsal olarak yalnızca bir düğmeye basılarak inşa edilebilir. Çölde tamamen kuvvet alanlarından yapılmış gökdelenleriyle koskoca şehirler bir anda yeşertilebilir. Şehirlerin üzerine örtülecek kuvvet alanları, şehir sakinlerine atmosferik etkileri -hızla esen rüzgârlar, kar fırtınaları, kasırgalar- istedikleri gibi değiştirme olanağı sağlayabilir. Okyanusların altında, bir kuvvet alanının güvenli kubbesinin içinde şehirler inşa edilebilir. Cam, çelik ve beton, tümüyle ortadan kaldırılabilir.

Bununla beraber, gariptir ama bir kuvvet alanı, laboratuvarda yaratılması belki de en zor olan cihazlardan biridir. Aslına bakılacak olursa, bazı fizikçiler özellikleri değiştirilmediği takdirde bunun gerçekten olanaksız olduğunu düşünmektedirler.

MICHAEL FARADAY

Kuvvet alanı kavramı, on dokuzuncu yüzyılın büyük İngiliz bilim insanı Michael Faraday'ın çalışmalarından ortaya çıkmıştır.

Faraday, işçi sınıfı bir ailenin (babası bir demirciydi) oğlu olarak doğdu ve bir ciltçi çırağı olarak 1800'lerin başlarına kadar yaşamını kıt kanaat geçinerek sürdürdü. Genç Faraday, iki yeni kuvvetin, elektrik ve manyetizmanın gizemli özelliklerini açığa çıkartan muazzam buluşları hayranlıkla izlemekteydi. Faraday, bu konular üzerinde bulabildiği her şeyi adeta yalayıp yuttu ve Londra'daki Kraliyet Enstitüsü'nde Profesör Humphrey Davy tarafından verilen dersleri izledi.

Günün birinde Profesör Davy'nin gözleri bir kimya deneyi sırasında ciddi şekilde yaralandı ve Faraday'ı kendisine sekreter

olarak tuttu. Faraday, Kraliyet Enstitüsü'nde bilim insanlarının güvenini yavaş yavaş kazanmaya başladı ve genellikle hafife alınmakla beraber kendi önemli deneylerini yapmasına izin verildi. Geçen yıllar içinde Profesör Davy, deneysel çevrelerde yükselen bir yıldız olan ve en sonunda Davy'nin ününü gölgede bırakan genç asistanının sergilediği deha karşısında giderek artan bir kıskançlık hissetmeye başladı. Davy'nin 1829 yılında ölümünün ardından Faraday, koskoca şehirlere enerji sağlayacak ve dünya uygarlığının gidişatını değiştirecek olan jeneratörlerin yaratılmasına yol açan nefes kesici bir dizi buluşu yapmak için serbest kaldı.

Faraday'ın en büyük keşiflerinin anahtarı, onun "kuvvet alanları" idi. Bir mıknatıs üzerine demir tozları dökerseniz, demir tozlarının bütün uzayı kaplayan örümcek ağı benzeri bir desen oluşturduğunu görürsünüz. Bunlar, Faraday'ın elektrik ve manyetizmadaki kuvvet alanlarının uzayda ne şekilde yayıldığını grafiksel olarak gösteren kuvvet çizgileridir. Eğer örneğin Dünya'nın manyetik alanları çizilecek olsa, çizgilerin kuzey kutup bölgesinden çıktığı ve daha sonra güney kutup bölgesinde tekrar Dünya'ya girdiği görülür. Aynı şekilde, fırtınalı bir havada bir paratoner direğinin elektrik alanı çizilecek olsa, kuvvet çizgilerinin direğin ucunda yoğunlaştığı görülecektir. Faraday'a göre boş uzay hiç de boş değildi, uzaktaki nesneleri hareket ettirebilecek kuvvet çizgileriyle doluydu. (Faraday, fakirlik içinde geçen gençliği dolayısıyla matematik alanında cahildi, bu nedenle defterleri denklemlerle değil, bu kuvvet çizgilerinin elle çizilmiş resimleriyle doluydu. İşe bakın ki, matematik alanındaki eğitimsizliği, kuvvet çizgilerinin bugün herhangi bir fizik kitabında bulunabilecek güzellikte çizimlerini yaratmasına yol açmıştır. Bilimde fiziksel bir resim, çoğu zaman onu tarif etmek için kullanılan matematikten daha fazla önem taşır.)

Tarihçiler, Faraday'ın kuvvet alanlarını, bilimin tümündeki en önemli kavramlardan birini keşfetmeye giden yola nasıl girdiği hakkında tahminlerde bulunmaktadır. Aslına bakılacak olursa, *çağdaş fiziğin tamamı*, Faraday'ın alanlarının dili ile yazıl-

mıştır. 1831 yılında, kuvvet alanları konusunda uygarlığı sonsuza kadar değiştiren önemli buluşunu yaptı. Bir gün, bir çocuğun mıknatısını telden yapılmış bir bobinin üzerinde hareket ettirirken, telde hiç dokunmaksızın bir elektrik akımı üretebildiğini fark etti. Bu, bir mıknatısın gözle görünmeyen alanının boşluğu aşarak teldeki elektronları itebileceği, bir akım doğurabileceği anlamına gelmekteydi.

Faraday'ın daha önceleri işe yaramaz, tembelce karalamalar olarak kabul edilen "kuvvet alanları", aslında cisimleri hareket ettirebilen ve güç üreten, gerçek, etkin kuvvetlerdi. Bugün, bu sayfayı okumak için kullandığınız ışık, enerjisini büyük olasılıkla Faraday'ın elektromanyetizma alanındaki keşfinden sağlamaktadır. Dönen bir mıknatıs, bir teldeki elektronları iten bir kuvvet alanı yaratarak onların bir elektrik akımı halinde hareket etmelerine yol açar. Teldeki bu elektrik, daha sonra bir ampulü yakmak için kullanılabilir. Aynı ilke, dünyadaki şehirlere enerji sağlayan elektriği üretmek için de kullanılmaktadır. Örneğin bir barajdan akmakta olan su, bir türbinin içindeki muazzam bir mıknatısın dönmesine ve bir teldeki elektronları iterek yüksek voltaj kabloları üzerinden evlerimize gönderilen bir elektrik akımı oluşturulmasına neden olmaktadır.

Başka bir deyişle, Michael Faraday'ın kuvvet alanları, elektrikli buldozerlerden günümüzün bilgisayarlarına, internete ve iPod'lara varıncaya kadar çağdaş uygarlığı harekete geçiren kuvvetlerdir.

Faraday'ın kuvvet alanları, bir buçuk yüzyıldan beri fizikçilere esin kaynağı olmuştur. Einstein, bunlar tarafından öylesine esinlenmişti ki, kütleçekim kuramını kuvvet alanlarından yola çıkarak yazmıştı. Ben de Faraday'ın çalışmalarından esinlenmiştim. Yıllar önce, sicim kuramını Faraday'ın kuvvet alanları cinsinden yazmış ve başarılı olduğum için sicim alan kuramının kurucusu olmuştum. Fizikte birisi "Bir kuvvet çizgisi gibi düşünür" dediği zaman bu, büyük bir övgü ifade eder.

DÖRT KUVVET

Son iki bin yıl boyunca fiziğin en büyük başarılarından biri, evrene hâkim olan dört kuvvetin izole edilerek tanımlanması olmuştur. Bunların hepsi, Faraday'ın getirdiği alan dili vasıtasıyla tarif edilebilir. Bununla beraber, ne yazık ki hiçbiri kuvvet alanları için bilim kurgu eserlerinin çoğunda anlatılan özelliklere sahip değildir. Bu kuvvetler, şöyle sıralanabilir:

1. *Kütleçekimi*: ayaklarımızın yeryüzünde durmasını sağlayan, Dünya'nın ve yıldızların parçalanmasını engelleyen, güneş sistemini ve galaksiyi bir arada tutan sessiz kuvvettir. Kütleçekimi olmasaydı, gezegenin dönmesi dolayısıyla Dünya'dan uzaya saatte 1.500 kilometre hızla savrulurduk. Sorun, kütleçekiminin bilim kurgu romanlarında bulunan kuvvet alanlarına kıyasla tamamen ters özellikler taşıyor olmasıdır. Kütleçekimi itici değil çekicidir, göreli olarak son derece zayıftır ve muazzam astronomik uzaklıklardan etki eder. Başka bir deyişle kütleçekimi, bilim kurgu romanlarında okuduğumuz veya bilim kurgu filmlerinde seyrettiğimiz yassı, ince, içinden geçilmesi olanaksız duvarın hemen hemen tersidir. Örneğin, bir kuş tüyünü yere çekmek için Dünya gezegeninin tümü gerekir, fakat tüyü bir parmağımızla kaldırmak suretiyle Dünya'nın kütleçekim gücüne karşı gelebiliriz. Parmağımızın hareketi, 6 trilyon kere trilyon kilogramdan daha ağır bütün bir gezegenin yerçekimini yenebilir.

2. *Elektromanyetizma (EM)*: şehirlerimizi aydınlatan kuvvettir. Lazerler, radyo, TV, çağdaş elektronik cihazlar, bilgisayarlar, internet, elektrik, manyetizma - bunların hepsi elektromanyetik kuvvetin sonucudur. Bu belki de insanların dizginlediği en yararlı kuvvettir. Kütleçekiminden farklı olarak,

hem çekici, hem de itici olabilir. Bununla beraber, elektromanyetizmanın bir kuvvet alanı olmasını engelleyen birkaç neden bulunmaktadır. Birincisi, kolaylıkla etkisi yok edilebilir. Örneğin plastikler ve başka yalıtkanlar, güçlü bir elektrik veya manyetik alanın içine kolaylıkla girebilir. Bir manyetik alanın içine fırlatılan bir plastik parçası, doğruca içinden geçebilir. İkincisi, elektromanyetizma büyük mesafelerden etki eder ve bir düzlem üzerine kolaylıkla odaklanamaz. EM kuvvetin yasaları, James Clerk Maxwell denklemleri tarafından tanımlanmıştır ve görünüşe göre bu denklemler çözüm olarak kuvvet alanlarına izin vermemektedirler.

3 ve 4. *Zayıf ve güçlü nükleer kuvvetler*: Zayıf kuvvet, radyoaktif bozunmanın kuvvetidir. Bu, Dünya'nın radyoaktif olan merkezini ısıtan kuvvettir. Bu, volkanların, depremlerin ve kıta hareketlerinin arkasındaki kuvvettir. Güçlü kuvvet, atomun çekirdeğini bir arada tutar. Güneş'in ve yıldızların enerjisi, görevi evreni aydınlatmak olan nükleer kuvvetten kaynaklanır. Sorun, nükleer kuvvetin kısa menzilli bir kuvvet olması, genellikle çekirdek kadar uzaklıkta etkili olmasıdır. Çekirdeğin özelliklerine böylesine bağımlı olduğu için, kontrol edilmesi son derece zordur. Hâlihazırda bu kuvveti kontrol etmek için sahip olduğumuz tek yol, atom parçalayıcılar kullanarak atomaltı parçacıkları ortaya çıkartmak veya atom bombalarını patlatmaktır.

Bilim kurguda kullanılan kuvvet alanlarının bilinen fizik yasaları ile uyumlu olmayabilmesine karşın, ortada hâlâ böyle bir kuvvet alanı yaratmayı olası kılabilecek yasal boşluklar bulunmaktadır. İlk olarak, hâlâ laboratuvarda görülemeyen beşinci bir kuvvet var olabilir. Böyle bir kuvvet, astronomik uzaklıklardan değil, örneğin yalnızca birkaç santimetre uzaklık-

tan etki ediyor olabilir. (Bununla beraber, böyle beşinci bir kuvvetin varlığını ölçmek için yapılan ilk ölçümler, olumsuz sonuçlar vermiştir.)

İkinci olarak, bir kuvvet alanının bazı özelliklerini taklit etmek için bir plazma kullanmak mümkün olabilir. Plazma, "Maddenin dördüncü durumudur." Katılar, sıvılar ve gazlar, maddenin alışılagelmiş üç durumunu oluşturur, fakat evrende maddenin en fazla karşılaşılan durumu, iyonize olmuş atomlardan meydana gelen bir gaz olan plazmadır. Plazmanın atomları parçalara ayrıldığı ve atomun elektronları kopartıldığı için, atomlar elektriksel yük kazanırlar ve elektrik veya manyetizma alanları vasıtasıyla kolayca kontrol edilebilirler.

Plazmalar evrende bulunan görülebilir maddenin en yaygın şekli olup, Güneş'i, yıldızları ve yıldızlar arası gazı meydana getirir. Plazmalar bizim için pek tanıdık değildir, çünkü Dünya üzerinde çok nadir bulunurlar, fakat onları şimşekler, güneş ve plazma televizyonunuzun ekranı şeklinde görebiliriz.

PLAZMA PENCERELER

Yukarda anlatıldığı gibi, eğer bir gaz yeterince yüksek bir sıcaklığa kadar ısıtılarak bir plazma yaratılacak olursa, bu plazma elektrik ve manyetik alanlar vasıtasıyla şekillendirilebilir. Örneğin, bir tabaka veya pencere şekli kazandırılabilir. Üstelik bu "plazma penceresi", bir vakumu normal havadan ayırmak için kullanılabilir. Kuramsal olarak bir uzay gemisinin içindeki havanın uzaya kaçmasını engellemek, dolayısıyla geminin içi ile dış uzay arasında kullanışlı, şeffaf bir arabirim kurmak mümkündür.

Uzay Yolu televizyon dizisinde küçük mekiklerin bulunduğu mekik pistini dış uzayın vakumundan ayırmak için böyle bir kuvvet alanı kullanılmıştır. Bu, yalnızca dekorlardan tasarruf etmek için kullanılan akıllıca bir yol değil, aynı zamanda yapılması mümkün olan bir cihazdır da.

Plazma penceresi, fizikçi Ady Herschcovitch tarafından 1995 yılında Long Island, New York'taki Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda icat edilmiştir. Herschcovitch, bunu elektron ışın demetleri kullanarak metallere kaynak yapma sorununu çözmek üzere geliştirmişti. Bir kaynakçının asetilen üfleci, metal parçaları eriterek birbirine kaynatmak için sıcak bir gaz püskürterek çalışır. Fakat bir elektron ışın demeti, metalleri alışılagelmiş yöntemlere kıyasla daha hızlı, daha temiz ve daha ucuz şekilde birbirine kaynatabilir. Bununla beraber, elektron ışın demeti ile kaynak yapmanın sorunu, vakumda yapılmasının gerekiyor olmasıdır. Bu gereksinim çok rahatsız edicidir, çünkü koskoca bir oda kadar büyük olabilecek bir hacmin içinde vakum yaratılması anlamına gelmektedir.

Dr. Herschcovitch, plazma penceresini bu sorunu çözmek amacıyla yaptı. Yalnızca 90 santimetre yüksekliğe ve 30 santimetreden daha az bir genişliğe sahip olan plazma penceresi, gazı 6600°C dolaylarına kadar ısıtarak elektrik ve manyetik alanlar tarafından dışarı kaçması engellenerek yaratılır. Bu parçacıklar, her gazda olduğu gibi havanın vakum haznesine hücum etmesine engel olan bir basınç uygularlar, dolayısıyla havayı vakumdan ayırırlar. (Argon gazı kullanıldığı zaman, plazma penceresi tıpkı *Uzay Yolu*'nun kuvvet alanında olduğu gibi mavi renkte ışıldar.)

Plazma penceresinin uzayda yolculuk ve sanayi açısından geniş uygulama alanları bulunmaktadır. Üretim süreçleri, endüstriyel amaçlı mikro üretim ve kuru aşındırma işlemlerini gerçekleştirmek için sık sık bir vakuma gereksinim duyarlar, ancak bir vakum içinde çalışmanın maliyeti yüksek olabilir. Fakat, plazma penceresi sayesinde bir düğmeye basılarak ucuz vakum elde edilmesi olanağı bulunmaktadır.

İyi ama, plazma penceresi aşılması olanaksız bir kalkan olarak da kullanılabilir mi? Bir top mermisini durdurabilir mi? Gelecekte çok daha büyük, gelen mermiyi durdurmaya veya onu buharlaştırmaya yetecek bir güce ve sıcaklığa sahip plazma penceresi olacağı düşünülebilir. Fakat daha gerçekçi, bilim kurguda bulunanlara benzeyen bir kuvvet alanı yaratmak için, bir-

den fazla teknolojinin katmanlar halinde sıralanmış bileşimine gereksinim duyulacaktır. Her katman bir top mermisini durdurmak için tek başına yeterli olmasa da, katmanların bileşimi yeterli olabilir.

Dış katman olarak, metalleri buharlaştırmaya yetecek düzeyde yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılmış, güçlü bir plazma penceresi kullanabiliriz. İkinci bir tabaka, yüksek enerjili lazer ışınlarından meydana gelen bir perde olabilir. Birbirine çapraz binlerce lazer ışını içeren bu perde, içinden geçen nesneleri ısıtarak buharlaştıran bir ızgara oluşturabilir. Bir sonraki bölümde lazerleri daha ayrıntılı şekilde tartışacağız.

Ve bu lazer perdesinin arkasında "karbon nanotüplerden", bireysel karbon atomlarından yapılmış, tek bir atom kalınlığında ve çelikten çok daha güçlü borulardan meydana gelen bir kafes bulunduğunu gözümüzde canlandırabiliriz. Şu anda bir karbon nanotüp uzunluğu için geçerli dünya rekoru yalnızca 15 milimetre kadar olsa da, günün birinde istediğimiz her boyda karbon nanotüp yapabileceğimizi hayal edebiliriz. Karbon nanotüplerin bir ızgara şeklinde örülebileceğini varsayacak olursak, bunlar nesnelerin çoğunu durdurmayı başarabilecek nitelikte, muazzam güçlü bir süzgeç oluşturabilir. Her karbon nanotüp atomik boyutlarda olacağı için bu süzgeç görünmez olacaktır, fakat karbon nanotüp ızgara, alışageldiğimiz herhangi bir malzemeden daha güçlü olacaktır.

Böylece, plazma penceresi, lazer perdesi ve süzgecin bileşimi sayesinde, pek çok yöntemle aşılması neredeyse mümkün olmayan görünmez bir duvar yaratacağımızı hayal edebiliriz.

Yine de, bu çok katmanlı kalkan dahi, bir bilim kurgu kuvvet alanının bütün özelliklerine sahip olmayabilir, çünkü şeffaftır ve bir lazer ışınını durdurma yeteneğine sahip değildir. Lazer toplarıyla yapılan bir muharebe sırasında çok katmanlı kalkan, işe yaramaz olacaktır.

Bir lazer ışınını durdurabilmek için kalkanın ileri düzeyde bir "fotokromik" özelliğine sahip olması gerekir. Bu, morötesi ışınım ile karşılaşınca rengi kendi kendine koyulaşan güneş gözlüklerinde kullanılan özelliktir. Işıkla koyulaşma, en az iki

durumda var olabilen moleküller esasına dayalıdır. Durumların birinde molekül şeffaftır. Fakat morötesi ışınıma tabi tutulduğu zaman, derhal opak özellikteki ikinci duruma geçer.

Günün birinde, lazer ışını ile karşılaştığı zaman optik özelliklerini değiştirebilen karbon nanotüpler kadar sağlam bir madde üretmeyi başarabiliriz. Bu sayede bir kalkan, bir parçacık ışınını veya top atışını durdurabildiği kadar, bir lazer ışınını da durdurmayı başarabilir. Bununla beraber, lazer ışınlarını durdurabilecek fotokromik özelliği hâlihazırda mevcut değildir.

MANYETİK KALDIRMA

Bilim kurguda kuvvet alanlarının ışın tabancası atışlarını saptırmanın dışında, yerçekimine karşı gelmek için bir platform görevi görmek gibi başka bir kullanım yeri vardır. *Geleceğe Dönüş* filminde Michael J. Fox bir kaykay tahtasına benzeyen, fakat sokakta uçan bir "hover tahtası" (uçan tahta) kullanmaktadır. Yerçekimine karşı gelen böyle bir cihazın varlığı, bugün bildiğimiz fizik yasaları uyarınca olanaksızdır (Bölüm 10'da göreceğimiz gibi). Fakat, manyetik özellikler açısından geliştirilmiş uçan tahtalar ve uçan otomobiller gelecekte gerçek olabilir, bize büyük nesneleri istediğimiz gibi havaya kaldırma yeteneği verebilir. Eğer "oda sıcaklığındaki süper iletkenler" gelecekte gerçekleşecek olursa, manyetik kuvvet alanlarının gücünü kullanarak nesneleri havaya kaldırma olanağı bulabiliriz.

Eğer çubuk şeklinde iki mıknatısı kuzey kutupları birbirine bakacak şekilde yan yana yerleştirecek olursak, iki mıknatıs birbirini iter. (Eğer mıknatısları birinin kuzey kutbu diğerinin güney kutbuna yakın olacak şekilde yerleştirirsek, iki mıknatıs birbirini çeker.) Aynı ilke, yani kuzey kutuplarının birbirini itmesi, muazzam ağırlıkları yerden kaldırmak için kullanılabilir. Şu anda birkaç ülke, normal mıknatıslar kullanarak tren raylarının hemen üzerinde uçan manyetik kaldırma trenleri (magnetic levitation - maglev trenleri) inşa etmektedirler. Bunlar, sıfır sür-

tünmeye sahip oldukları için bir hava yastığı üzerinde uçarak rekor düzeyde hızlara erişebilmektedir.

Dünyanın ilk ticari otomatik maglev sistemi, 1984 yılında Birleşik Krallık'ta, Birmingham Uluslararası Havaalanı ile yakındaki Birmingham Uluslararası Tren İstasyonu arasında çalışmaya başlamıştır. Maglev trenleri ayrıca Almanya, Japonya ve Kore'de de inşa edilmiştir, ancak bunların çoğu yüksek hızlar için tasarlanmamıştır. Yüksek hızlarda çalışan ilk ticari maglev treni Shanghai'daki ilk örnek hat bölümüdür ve azami hızı saatte 431 kilometredir. Japonların Yamanashi'deki maglev treni alışılagelmiş tekerlekli trenlerden dahi daha yüksek bir hıza, saatte 581 kilometreye ulaşmıştır.

Ancak, bu maglev cihazları son derece pahalıdır. Verimliliği arttırmak için başvurulacak yollardan biri, mutlak sıfır yakınlarına kadar soğutulduğu zaman elektriksel direncini tümüyle kaybeden süper iletkenler kullanmak olabilir. Süper iletkenlik, 1911 yılında Heike Onnes tarafından keşfedildi. Bazı maddeler mutlak sıfıra 20°K'den daha yakın olacak şekilde soğutulacak olursa, bütün elektriksel dirençlerini kaybederler. Genellikle, bir metali soğutursak, direnci yavaş yavaş azalır. (Bu direncin nedeni, atomların rastgele titreşmelerinin elektronların bir telden geçişini zorlaştırmasıdır. Sıcaklık azaltıldığı zaman bu rastgele hareketler azalır, dolayısıyla elektronlar daha az dirençle karşılaşır.) Fakat Onnes, bazı malzemeler kritik bir sıcaklığa eriştikleri zaman dirençlerinin ani bir şekilde sıfıra düştüğünü görerek şaşırdı.

Fizikçiler, bu sonucun önemini derhal kavradı. Enerji hatları, elektriği uzun mesafeler boyunca naklederken önemli miktarda enerji kaybına neden olurlar. Fakat eğer direnç ortadan kaldırılabilecek olsaydı, elektrik enerjisi neredeyse bedavaya nakledilebilirdi. Aslında, eğer elektrik akımı bir tel bobinde dolaştırılacak olsa, bu dönüş enerjide hiçbir azalma olmaksızın milyonlarca yıl sürerdi. Üstelik, bu muazzam elektrik akımlarından yararlanarak küçük bir çabayla inanılmaz güçte mıknatıslar yapılabilirdi. Bu mıknatıslarla çok büyük yükleri kolayca kaldırabilirdik.

Bütün bu mucizevi güçlerine karşın süper iletkenliğin sorunu, büyük mıknatısları süper soğutulmuş sıvı dolu kapların içine daldırmanın çok masraflı olmasıdır. Sıvıları süper soğuk durumda tutmak için gerek duyulan devasa soğutma santralleri, süper iletken mıknatısları erişilemeyecek kadar pahalı hale getirmektedir.

Fakat bir gün fizikçiler, yarı iletken fizikçilerinin kutsal kâsesini, yani "oda sıcaklığında süper iletkeni" yaratmayı başarabilirler. Oda sıcaklığında süper iletkenlerin laboratuvarda icat edilmesi, ikinci bir sanayi devriminin kıvılcımını ateşleyebilir. Arabaları ve trenleri kaldırma gücüne sahip güçlü mıknatıslar, ekonomik açıdan elverişli hale gelebilir. Oda sıcaklığında süper iletkenler sayesinde *Geleceğe Dönüş, Azınlık Raporu* ve *Uzay Yolu*'nda görülen uçan arabalar gerçeğe dönüşebilir.

İlke olarak, süper iletken mıknatıslardan yapılmış bir kemer takarak yerden zahmetsizce kalkmamızın mümkün olması gerekir. Böyle bir kemerle, Süpermen gibi havada uçabiliriz. Oda sıcaklığında süper iletkenler o denli dikkat çekicidir ki, çok sayıda bilim kurgu romanında (örneğin Larry Niven tarafından 1970 yılında yazılan Ringworld dizisinde) görülmektedirler.

On yıllar boyunca fizikçiler, oda sıcaklığında süper iletkenleri sonuçsuz şekilde aramışlardır. Malzemeleri rastgele birbiri ardına test ederek yapılan bu işlem, son derece zahmetli bir işlemdir. Fakat 1986 yılında mutlak sıfırın 90 derece üstünde veya 90°K dolaylarında süper iletken hale geçen, "yüksek sıcaklık süper iletkenleri" olarak adlandırılan yeni bir madde sınıfı bulundu ve bu buluş, fizik dünyasında heyecan yarattı. Bentlerin kapakları açılmış gibiydi. Fizikçiler, süper iletken alanında yeni bir dünya rekoru kırmak için aylarca birbirleriyle yarıştılar. Kısa bir süre için, oda sıcaklığında yarı iletkenler sanki bilim kurgu romanlarının sayfalarından fırlayıp oturma odalarımıza düşecekmiş gibi görünmüştü. Ancak, birkaç yıl boyunca yıldırım hızıyla devam eden yüksek sıcaklık yarı iletkeni arayışı giderek yavaşladı.

Şu anda yüksek sıcaklık süper iletkeni alanında dünya rekoru, 138°K (-135°C) sıcaklıkta süper iletken hale geçen cıva tal-

yum baryum kalsiyum bakır oksit adlı bir maddeye aittir. Bu görece yüksek sıcaklık, hâlâ oda sıcaklığından çok uzaktır. Fakat bu 138°K rekoru, yine de önemlidir. Nitrojen 77°K'de sıvılaşır ve sıvı nitrojenin maliyeti hemen hemen normal süt kadardır. Dolayısıyla, normal sıvı nitrojen, bu yüksek sıcaklık süper iletkenlerini epeyce ucuz şekilde soğutmak için kullanılabilir. (Tabii ki oda sıcaklığı süper iletkenlerinin hiçbir soğutmaya gereksinimi olmayacaktı).

Şu anda ortada bu yüksek sıcaklık süper iletkenlerin özelliklerini açıklayan bir kuramın olmayışı, utanç vericidir. Aslına bakılacak olursa, yüksek sıcaklık süper iletkenlerinin nasıl meydana geldiğini açıklayacak girişken fizikçiyi bir Nobel Ödülü beklemektedir. (Bu yüksek sıcaklık süper iletkenleri, belirgin katmanlar halinde dizilmiş atomlardan meydana gelmektedir. Pek çok fizikçi, seramik malzemedeki bu katmanlaşmanın, elektronların her katman içinde serbestçe hareket etmesine olanak sağlayarak bir süper iletken yarattığını öne sürmektedir. Fakat bunun tam olarak nasıl yapıldığı, hâlâ gizemini korumaktadır).

Bu bilgi eksikliği nedeniyle fizikçiler yeni yüksek sıcaklık süper iletkenleri arayışlarında ne yazık ki rastgele yöntemini kullanmaktadırlar. Bu, efsanevi oda sıcaklığında süper iletkenin yarın keşfedilebileceği, gelecek yıl keşfedilebileceği veya asla keşfedilemeyeceği anlamına gelir. Hiç kimse böyle bir maddenin bulunup bulunamayacağını, bulunursa ne zaman bulunabileceğini bilmemektedir.

Fakat eğer oda sıcaklığında süper iletkenler keşfedilecek olursa, ticari uygulamalardan oluşan bir tsunami dalgası ortaya çıkabilir. Dünya'nın manyetik alanından (0,5 Gauss şiddetindedir) bir milyon kat güçlü mıknatıslar günlük hayatımıza girebilir.

Süper iletkenliğin ortak bir özelliğine Meissner etkisi adı verilir. Eğer bir mıknatısı bir süper iletkenin üstüne yerleştirecek olursanız, mıknatıs sanki görünmeyen bir kuvvet tarafından kaldırılıyormuş gibi yükselir. (Meissner etkisinin nedeni, mıknatısın süper iletken içerisinde bir "ayna görüntüsü" mıknatıs yaratan bir etki yapması ve orijinal mıknatıs ile ayna görüntüsü mıknatısın birbirlerini itmesidir. Başka bir bakış açısına göre ise,

manyetik alanlar bir süper iletkenin içine giremez. Aksine, manyetik alanlar dışarı atılır. Dolayısıyla, eğer bir mıknatıs bir süper iletkenin üstüne tutulursa, süper iletken kuvvet çizgilerini dışarı atacak, kuvvet çizgileri mıknatısı yukarı itecek ve onun yükselmesini sağlayacaktır).

Gelecekte Meissner etkisinden yararlanılarak yolların bu özel seramik ile yapılacağını düşünün. Sonra, kemerlerimize veya lastiklerimize yerleştirilecek mıknatıslar, gideceğimiz yere herhangi bir sürtünme veya enerji kaybı olmaksızın sihirli bir şekilde, uçarak gitmemize olanak sağlayabilir.

Meissner etkisi, yalnızca metaller gibi manyetik malzemeler üzerinde işe yarar. Ancak, süper iletken mıknatısları paramıknatıs ve diamıknatıs adı verilen, manyetik olmayan malzemeleri yerden yükseltmek için kullanmak da mümkündür. Bu maddelerin kendilerine ait manyetik özellikleri yoktur; bunlar yalnızca harici bir manyetik alanın varlığı sırasında manyetik özellik kazanırlar. Paramıknatıslar harici bir mıknatıs tarafından çekilir, diamıknatıslar ise harici bir mıknatıs tarafından itilir.

Örneğin su, bir diamıknatıstır. Canlıların hepsi sudan yapılmış oldukları için, güçlü bir manyetik alanın var olması durumunda yerden yükselebilirler. Bilim insanları, yaklaşık 25 Tesla (Dünya'nın manyetik alanının 30.000 katı) değerinde bir manyetik alanın içinde kurbağa gibi küçük hayvanları kaldırmayı başarmışlardır. Fakat eğer oda sıcaklığında süper iletkenler gerçek olursa, manyetik olmayan büyük cisimleri de diamanyetik özelliklerinden yararlanarak kaldırmak mümkün olabilecektir.

Sonuç olarak, bilim kurguda yaygın şekilde anlatılan kuvvet alanları, evrenin dört kuvvetinin tanımına uymamaktadır. Yine de plazma pencerelerinden, karbon nanotüplerden ve fotokromik malzemeden meydana gelen çok katmanlı bir kalkan kullanarak kuvvet alanlarının özelliklerinden çoğunu taklit etmek mümkün olabilir. Ancak, böyle bir kalkanın geliştirilmesi on yıllar, hatta bir yüzyıl uzakta olabilir. Ve eğer oda sıcaklığı süper iletkenleri bulunacak olursa, bilim kurgu filmlerinde olduğu gibi güçlü manyetik alanlar kullanılarak arabaların ve trenlerin yerden kaldırılması mümkün olabilir.

Bu düşüncelerin ışığı altında, kuvvet alanlarını I. sınıf olanaksızlık -yani günümüzün teknolojisi ile olanaksız, fakat bir yüzyıl kadar sonra şu ya da bu şekilde gerçekleşmesi mümkün- olarak sınıflandırıyorum.

2

Görünmezlik

Hayaliniz bulanık olduğu zaman gözlerinize güvenemezsiniz.

- MARK TWAIN

UZAY YOLU IV: Eve Yolculuk macerasında bir *Klingon* gemisi, *Atılgan* mürettebatı tarafından kaçırılır. Federasyon Yıldız Filosu'nun yıldız gemilerinden farklı olarak, Klingon İmparatorluğu'nun yıldız gemilerinde onları ışığa veya radara karşı görünmez kılan gizli bir "gizleme cihazı" vardır, bu yüzden Klingon gemileri Federasyon gemilerine arkadan gizlice yanaşarak onları tuzağa düşürebilmektedir. Bu gizleme cihazı, Gezegenler Federasyonu'na karşı Klingon İmparatorluğu'na stratejik bir üstünlük sağlamaktadır.

Böyle bir cihaz gerçekten mümkün müdür? Görünmezlik, *Görünmez Adam* romanının sayfalarından Harry Potter kitaplarındaki görünmezlik pelerinine veya *Yüzüklerin Efendisi* filmlerindeki yüzüğe varıncaya kadar çok uzun zamandan beri bilim kurgu ve fantezi dünyasının mucizelerinden biri olmuştur. Bununla beraber, fizikçiler en az bir yüzyıldır görünmezlik pelerinlerinin olasılığını reddetmekte, bunların olanaksız olduğunu açıkça ifade etmektedirler: Bunlar optik yasalarına aykırıdır ve maddenin bilinen durumlarından hiçbirine uymamaktadırlar.

Fakat bugün, olanaksız olan mümkün olabilir. "Metamalzemeler" alanında kaydedilen yeni ilerlemeler, optik konusundaki

ders kitaplarında ciddi değişiklikler yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu tür malzemelerin işe yarayan prototiplerinin laboratuvarda başarıyla yapılması, medyanın, sanayinin ve ordunun ilgisini görünür olanı görünmez kılma konusuna çekmiştir.

TARİH BOYUNCA GÖRÜNMEZLİK

Görünmezlik, antik mitolojinin belki de en eski konularından biridir. Kayıtlı tarihin başlangıcından bu yana, karanlık bir gecede yalnız başına olan insanlar, uzun zaman önce ölmüş insanların karanlığın içine gizlenen ruhları tarafından korkutulmuştur. Yunanlı kahraman Perseus, kötü Medusa'yı öldürmek için bir görünmezlik kaskından yararlanmıştır. Ordunun generalleri, görünmezlik sağlayan bir cihazın rüyasını görmektedir. Görünmez olan kişi, düşman hatlarını kolaylıkla geçerek düşmanları gafil avlayabilir. Suçlular, muhteşem soygunlar gerçekleştirmek için görünmezlikten yararlanabilir.

Görünmezlik, Platon'un etik ve ahlak kuramında merkezî bir rol oynamıştır. Platon, *Devlet* adlı kitabında, Gyges'in yüzüğü efsanesini anlatır. Fakir fakat namuslu Lidya'lı çoban Gyges, gizli bir mağaraya girer ve içinde altın yüzük takmış bir ceset bulunan bir mezarla karşılaşır. Gyges, bu altın yüzüğün sihirli güçlere sahip olduğunu, kendisini görünmez yapabildiğini keşfeder. Bu fakir çoban, çok geçmeden bu yüzüğün kendisine sağladığı güç ile kendinden geçer. Gyges, kralın sarayına gizlice girdikten sonra gücünü kullanarak kraliçeyi ayartır ve onun da yardımıyla kralı öldürür ve Lidya'nın yeni kralı olur.

Platon'un çıkartmak istediği ders, hiçbir insanın keyfince çalma ve öldürme yeteneğine sahip olmanın çekiciliğine karşı koyamayacağıdır. Bütün insanlar, ayartılabilir. Ahlak, dışardan dayatılan bir sosyal kurgudur. Bir insan, dürüstlük ve namusluluk konusundaki itibarını korumak amacıyla toplum içinde kendisini ahlaklı gösterebilir, fakat görünmezlik gücünü bir kere ele geçirdiğinde böyle bir gücü kullanmak, dayanılmaz olur. (Bazıları, J. R. R. Tolkien'in takana görünmezlik sağlayan yüzü-

gün aynı zamanda bir kötülük kaynağı olduğu *Yüzüklerin Efendisi* üçlemesine bu ahlak hikâyesinin ilham verdiğini düşünmektedir.)

Görünmezlik, bilim kurguda da çok yaygın kullanılan bir konudur. 1930'ların *Flash Gordon* dizisinde Flash, Acımasız Ming'in idam mangasından kurtulmak için görünmezlikten yararlanır. Harry Potter romanlarında ve filmlerinde Harry, Hogwarts Kalesi'nde gizlice dolaşmasına olanak sağlayan özel bir pelerine bürünür.

H. G. Wells, bir tıp öğrencisinin dördüncü boyutun gücünü tesadüfen keşfettiği ve görünmezlik kazandığı klasikleşmiş *Görünmez Adam* romanında bu mitolojiye elle tutulabilir bir şekil kazandırmıştır. Ne yazık ki, öğrenci bu harikulade gücü kişisel yarar elde etmek için kullanarak bir adi suçlar dalgası yaratmış, sonunda çaresiz şekilde polisten kaçmaya çabalarken ölmüştür.

Maxwell Denklemleri ve Işığın Gizemi

Fizikçilerin optik yasalarını köklü şekilde anlamaları, ancak on dokuzuncu yüzyıl fiziğinin devlerinden birinin, İskoç fizikçi James Clerk Maxwell'in çalışmalarından sonra mümkün olmuştur. Maxwell, bir bakıma Michael Faraday'ın tam tersiydi. Faraday'ın üstün deneysel sezgileri olmasına fakat herhangi bir resmi eğitimi bulunmamasına karşın, Faraday'ın bir çağdaşı olan Maxwell, bir yüksek matematik uzmanıydı. İki yüz yıl önce Isaac Newton'un çalışmalarını yaptığı Cambridge'de mükemmel bir matematiksel fizik öğrencisiydi.

Newton, cisimlerin uzay ve zamanda son derece küçük değişikliklere nasıl düzgün bir şekilde uğradığını tanımlayan "diferansiyel denklemler" diliyle ifade edilen kalkülüs'ü icat etti. Okyanus dalgalarının, sıvıların, gazların ve top güllelerinin hareketleri, diferansiyel denklemlerin diliyle ifade edilebilirdi. Maxwell açık ve net bir hedefle, Faraday'ın devrim yaratan bulgularını ve onun kuvvet alanlarını doğru diferansiyel denklemlerle ifade etme hedefiyle yola çıktı.

Maxwell, Faraday'ın elektrik alanları ile manyetik alanların birbirine dönüşebileceği yolundaki keşfiyle işe başladı. Faraday'ın kuvvet alanı tariflerini aldı ve onları diferansiyel denklemlerin açık ve kesin diliyle yeniden yazarak modern bilimin en önemli denklem dizilerinden birini ortaya çıkarttı. Bunlar, acımasız görünüşlü sekiz adet diferansiyel denklemden oluşan bir dizidir. Dünyadaki her fizikçi ve mühendis, üniversitede elektromanyetizmayı öğrenirken bunlar üzerinde ter dökmek zorundadır.

Sonra Maxwell, kendi kendisine kader sorusunu sordu: Eğer manyetik alanlar ve elektrik alanları birbirlerine dönüşebiliyorsa, hiç bitmeyen bir şekilde sürekli olarak birbirlerine dönüştükleri takdirde ne olur? Maxwell, bu elektrik-manyetik alanların okyanus dalgalarına çok benzeyen bir dalga yaratacağını gördü. Bu dalgaların hızını hesapladığı zaman, ışık hızına eşit olduğunu görerek şaşırdı. Bu gerçeği keşfettiği zaman, 1864 yılında, bir kehanette bulundu: "Bu hız ışık hızına öylesine yakın ki, ışığın kendisinin . . . bir elektromanyetik düzensizlik olduğunu düşünmek için güçlü nedenlerimiz vardır."

Bu, insanlık tarihinin belki de en büyük keşiflerinden biriydi. Işığın gizemi, en sonunda açığa çıkmıştı. Maxwell birdenbire, gün doğuşunun parlaklığından batan güneşin pırıltısına, gökkuşağının göz alıcı renklerine ve yıldızların oluşturduğu gök kubbeye varıncaya kadar her şeyin kâğıt üzerine karalamakta olduğu dalgalar tarafından tanımlanabileceğinin farkına vardı. Günümüzde anlıyoruz ki, elektromanyetik spektrumun tamamı -radardan televizyona, morötesi ışığa, görünür ışığa, X ışınlarına, mikrodalgalara ve gama ışınlarına kadar- titreşen Faraday kuvvet alanları olan Maxwell dalgalarından başka bir şey değildir.

Maxwell denklemlerinin önemi konusunda yorum yapan Einstein, bunların "Newton'dan bu yana fiziğin yaşadığı en büyük ve en yararlı" buluşlar olduğunu yazmıştı.

(Ne yazık ki on dokuzuncu yüzyılın en büyük fizikçilerinden biri olan Maxwell, genç yaşta, 48 yaşında, muhtemelen annesini de aynı yaşta öldüren hastalıktan, mide kanserinden öldü. Eğer

daha uzun yaşasaydı, denklemlerinin doğruca Einstein'ın görelilik kuramına götüren uzay-zaman sapmalarını kapsadığını görebilecekti. Eğer Maxwell daha uzun yaşasaydı göreliliğin Amerikan İç Savaşı sırasında keşfedilmesinin olası olduğu insana şaşırtıcı gelebilir).

Maxwell'in ışık kuramı ve atom kuramı, optik ve görünmezlikle ilgili basit açıklamalar getirmektedir. Katı bir cismin içinde atomların tıkış tıkış yerleşmiş olmasına karşın, bir sıvı veya gazın içinde moleküller birbirlerinden çok daha aralıklı şekilde bulunmaktadır. Katıların çoğu opaktır, çünkü ışık ışınları katılarda bir tuğla duvara benzeyen atomların yoğun yapısının içinden geçemez. Buna karşın, atomları arasında görülebilir ışığın dalga boyundan daha büyük bir boşluk var olan sıvıların ve gazların çoğu şeffaftır, çünkü ışık bu boşluktan çok daha kolay geçebilir. Örneğin su, alkol, amonyak, aseton, hidrojen peroksit benzin ve benzerleri ile oksijen, hidrojen, nitrojen, karbon dioksit, metan gibi gazların hepsi şeffaftır.

Bu kuralın bazı önemli istisnaları bulunmaktadır. Pek çok kristal hem katıdır, hem de şeffaftır. Fakat bir kristalin atomları, düzenli aralıklara sahip sıralardan meydana gelen düzgün bir kafes şeklinde düzenlenmiştir. Yani, bir kristalin kafesinde bir ışık demetinin geçebileceği pek çok yol bulunur. Dolayısıyla bir kristal, her ne kadar herhangi bir katı cisim kadar sıkı bir yapıya sahip olsa da, ışık yine de kristalin içinden geçmek için kendisine bir yol bulabilir.

Belirli bazı koşullar altında, atomları farklı bir şekilde dizildiği takdirde katı bir cisim şeffaf hale gelebilir. Bu, bazı malzemeleri yüksek bir sıcaklığa kadar ısıtıp sonra hızla soğutmak suretiyle sağlanabilir. Örneğin cam, atomlarının farklı bir şekilde dizilmiş olması nedeniyle sıvılara ait özelliklerin çoğuna sahip olan bir katıdır. Bazı şekerlemeler de bu yöntemle şeffaf hale gelebilir.

Şurası muhakkak ki görünmezlik, Maxwell denklemleri vasıtasıyla atom düzeyinde ortaya çıkan bir özelliktir ve bu nedenle, alışılagelmiş yöntemlerle taklit edilmesi olanaksız olmasa dahi son derece zordur. Harry Potter'ı görünmez hale getirmek

için birisinin önce onu sıvılaştırması, buhara dönüşünceye kadar kaynatması, kristal yapı kazandırması, sonra da tekrar soğutması gerekecektir ki, bunların hepsinin bir sihirbaz tarafından dahi olsa gerçekleştirilmesi epeyce zahmetli olacaktır.

Görünmez uçaklar yapmayı başaramayan askerler, ona en yakın şeyi yapmaya çalıştılar: Uçakları radara görünmez kılan hayalet teknolojisini yaratmak. Hayalet teknolojisi, bir dizi hile yaratmak amacı ile Maxwell denklemlerinden yararlanmaktadır. Bir hayalet savaş uçağı, insan gözü tarafından mükemmel şekilde görülebilir, fakat düşmanın radar ekranındaki görüntüsü yalnızca büyük bir kuş büyüklüğündedir. (Hayalet teknolojisi, aslında bir hileler yumağından ibarettir. Uçağın içindeki malzemeleri değiştirerek, çelik içeriğini azaltıp onun yerine plastikler ve reçineler kullanarak, gövdesindeki açıları değiştirerek, egzoz borusunu yeniden konumlandırarak ve daha bunun gibi pek çok iş yaparak düşman radarının uçağa çarpan ışınlarının her yöne dağılmasını, böylece düşmanın radar ekranına asla geri dönmemesini sağlamak mümkündür. Bir savaş uçağının tamamen görünmez olmasını hayalet teknolojisi ile bile sağlamak mümkün değildir: Bu yöntem, teknik açıdan radar dalgalarını mümkün olduğu kadar dağıtmış ve yaymıştır).

METAMALZEMELER VE GÖRÜNMEZLİK

Fakat son zamanlarda görünmezlikle ilgili belki de en fazla ümit vaat eden gelişme, cisimleri günün birinde gerçekten görünmez hale getirebilecek olan ve "metamalzeme" olarak adlandırılan tuhaf bir malzemedir. Şu işe bakın ki bir zamanlar metamalzemelerin yaratılması, optik yasalarına karşı geldiği için olanaksız olarak düşünülmekteydi. Ancak, 2006 yılında Durham'daki (Kuzey Carolina) Duke Üniversitesi'nden ve Londra'daki Imperial College'den araştırmacılar, geleneksel akla başarılı şekilde meydan okudular ve bir cismi mikrodalga ışınımına karşı görünmez kılmak için metamalzemeleri kullandılar. Hâlâ üstesinden gelinmesi gereken pek çok sorun var olsa da, artık

tarihte ilk defa elimizde alelade cisimleri görünmez kılmak için bir plan bulunmaktadır. (Bu araştırmanın parasal desteği Pentagon'un Defense Advanced Research Projects Agency [DARPA] tarafından sağlanmıştır.)

Microsoft'un eski baş teknoloji sorumlusu Nathan Mhyrvold'un söylediğine göre, metamalzemelerin sahip olduğu devrim niteliğindeki potansiyel "optik konusuna ve elektroniğin neredeyse bütün yönlerine yaklaşım şeklimizi değiştirecektir . . . Bu metamalzemelerin bazıları, daha birkaç on yıl önce bize mucize gibi görünecek marifetleri başarabilir".

Nedir bu metamalzemeler? Bunlar, doğada bulunmayan optik özellikler taşıyan maddelerdir. Metamalzemeler, bir maddenin içerisine elektromanyetik dalgaların alışılmışın dışında şekillerde bükülmesine yol açan minicik implantlar yerleştirilmesi ile yaratılmaktadır. Duke Üniversitesi'nde bilim insanları yassı, eşmerkezli çemberler şeklinde dizilmiş (bir elektrikli fırının bobinlerine şöyle ya da böyle benzeyen) bakır şeritlerin içine minik elektronik devreler gömmüştür. Sonuçta seramik, teflon, elyaflı kompozitler ve metal bileşenler içeren ileri teknoloji ürünü bir karışım elde edilmiştir. Bakırın içindeki bu minik implantlar, mikrodalga ışınımının yolunu belirli bir şekilde bükme ve yönlendirmesine olanak sağlayacaklardır. Büyük bir kaya bloğunun etrafından akan bir nehir düşünün. Suyun kaya çevresinde hızla dönebilmesi nedeniyle kayanın varlığı nehrin akıntısını bükmüştür. Aynı şekilde, metamalzemeler mikrodalgaların gidiş yolunu sürekli olarak değiştirebilir, öyle ki dalgalar mesela bir silindirin etrafından dolaşıp temel olarak silindirin içinde bulunan her şeye mikrodalgalar açısından görünmezlik kazandırabilir. Eğer metamalzeme bütün yansımaları ve gölgeleri ortadan kaldırabilirse, bir cismi o ışınım şekli için tamamen görünmez hale getirebilir.

Bilim insanları, bakır elemanlarla kaplanmış on adet fiberglas halkadan meydana gelen bir cihaz kullanarak bu ilkeyi başarılı şekilde göstermişlerdir. Cihazın içindeki bakırla kaplanmış halkalardan biri sadece çok küçük bir gölge vermiş, mikrodalga ışınıma karşı neredeyse görünmez olmuştur.

Metamalzemelerin özünde, onların "kırılma indisi" adı verilen bir şeyi değiştirebilme yetenekleri bulunur. Kırılma, ışığın şeffaf malzeme içinden geçerken bükülmesidir. Elinizi suyun içine sokup baktığınızda veya gözlük kullanarak bir cama baktığınızda, suyun ve camın normal ışığı saptırdığını ve ışığın büküldüğünü görürsünüz.

Suyun veya camın içinde ışığın bükülmesinin nedeni, yoğun ve şeffaf bir ortama girince ışığın yavaşlamasıdır. Mutlak bir vakumun içinde ışığın hızı daima aynı kalır, fakat cam veya suyun içinde yol alan ışık trilyonlarca atomun içinden geçmek zorundadır, dolayısıyla hızı düşer. (Işık hızının ortam içindeki daha yavaş ışık hızına bölünmesine kırılma indisi adı verilir. Işık camın içinde yavaşladığı için, kırılma indisi daima 1,0'dan büyüktür). Örneğin kırılma indisi vakum için 1,00, hava için 1,0005, cam için 1,5 ve elmas için 2,4 olarak belirlenmiştir. Genellikle ortam ne kadar yoğun olursa, kırılma indisi de o kadar büyük olur.

Serap, kırılma indisi için tanıdık bir örnektir. Sıcak bir günde seyahat ediyorsanız ve doğruca ufka bakacak olursanız, yolun pırıldar gibi göründüğünü, parlayan bir göl görüntüsü yarattığını görebilirsiniz. Çölde insanlar bazen ufukta uzak şehirlerin ve dağların ana hatlarını görebilir. Bunun nedeni, yoldan veya çölden yükselen sıcak havanın çevredeki normal, daha soğuk havadan daha düşük bir yoğunluğa ve dolayısıyla kırılma indisine sahip olması ve bu nedenle uzaktaki cisimlerden yansıyan ışığın zeminde kırılarak gözlerinize ulaşması, uzaktaki cisimleri görüyormuşsunuz gibi bir yanılsamaya yol açmasıdır.

Kırılma indisi, genellikle sabit bir sayıdır. Dar bir ışık demeti, camdan geçtiği sırada bükülür ve sonra düz bir çizgi üzerinde gitmeye devam eder. Fakat bir an için kırılma indisini istediğiniz şekilde kontrol edebildiğinizi, öyle ki camın her noktasında sürekli olarak değiştirilebildiğinizi varsayalım. Işık, bu yeni malzemenin içinde hareket ederken kırılıp yeni yönlere sapabilir, maddenin içinde yılan gibi kıvrılarak dolaşan bir yol çizebilir.

Eğer birisi bir metamalzemenin içindeki kırılma indisini, ışık bir cismin etrafından dolaşacak şekilde kontrol edebilirse, o cisim görünmez olur. Bunu sağlamak için metamalzemenin

negatif kırılma indisine sahip olması gerekir ki, optik konulu bütün ders kitapları bunun olanaksız olduğunu söylemektedir. (Metamalzemeler kuramı ilk olarak 1967 yılında Sovyet fizikçi Victor Veselago tarafından bir makalede ele alınmış ve negatif kırılma indisi ve ters Doppler etkisi gibi garip özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Metamalzemeler öylesine tuhaf ve akıl almazdır ki, bir zamanlar üretilmelerinin olanaksız olduğu düşünülmekteydi. Fakat son birkaç yıldır metamalzemelerin laboratuvarda üretilmesi başarılmış, bu da tereddüt içindeki fizikçileri optik konusundaki bütün ders kitaplarını gözden geçirmek zorunda bırakmıştır.)

Metamalzemeler üzerinde çalışan araştırmacılar, görünmezlik pelerinlerinin piyasaya ne zaman çıkacağını öğrenmek isteyen gazeteciler tarafından sürekli olarak rahatsız edilmektedir. Yanıt ise, yakın bir gelecekte değil şeklindedir.

Duke Üniversitesi'nden David Smith, şöyle diyor: "Muhabirler, sizi arıyor ve yalnızca bir sayı söylemenizi istiyorlar. Ayların sayısını, yılların sayısını. Zorluyorlar, zorluyorlar, zorluyorlar ve en sonunda pekâlâ diyorsunuz, belki de on beş yıl sonra. Sonra karşınızda bir manşet, tamam mı? Harry Potter'in pelerini için on beş yıl lazım." İşte bu yüzden, artık belirli bir takvim vermekten kaçınılıyor. *Harry Potter* veya *Uzay Yolu* hayranlarının beklemesi gerekebilir. Fizikçilerin çoğunun kabul ettiği gibi gerçek bir görünmezlik pelerini fizik yasaları içerisinde mümkün olsa da, bu teknolojinin yalnızca mikrodalga ışınımı ile değil de görülebilir ışık altında çalışabilecek şekilde geliştirilmesi için aşılması gereken zorlu teknik sorunlar bulunmaktadır.

Genel olarak, metamalzemenin içine gömülen dahili yapıların ışınımın dalga uzunluğundan daha küçük olması gerekir. Örneğin mikrodalgalar yaklaşık 3 santimetre uzunlukta bir dalga boyuna sahip olabilir, dolayısıyla mikrodalgaların izlediği yolu bükmesi beklenen bir metamalzemenin içine 3 santimetreden küçük implantlar gömülmesi gerekir. Fakat, bir nesneyi dalga uzunluğu 500 nanometre (nm) olan yeşil ışıkta görünmez hale getirmek için, metamalzemenin içine sadece 50 nanometre kadar uzunluğa sahip yapıların gömülmesi gereklidir ve nano-

metreler, nanoteknolojiye gereksinim duyan atom ölçeğindeki uzunluklardır. Bir nanometre, bir metrenin milyarda biri kadar bir uzunluktur. Tek bir nanometrenin içine yaklaşık beş atom sığabilir. Bu, bir görünmezlik pelerini yaratma girişimlerimiz sırasında karşılaştığımız belki de en önemli sorundur. Metamalzemenin içindeki atomların ışığı bir yılan gibi bükebilmesi için atomların tek tek yönetilmesi gerekecektir.

GÖRÜLEBİLİR IŞIK İÇİN METAMALZEMELER

Yarış devam ediyor.

Laboratuvarda metamalzemelerin üretildiğine dair açıklamanın yapılmasından bu yana, bu alanda yeni ilhamlar ve her birkaç ayda bir ortaya çıkan şaşırtıcı yeniliklerle dolu bir hareketlilik süregelmektedir. Hedef açıktır: Yalnızca mikrodalgaları değil, görülebilir ışığı da bükebilecek metamalzemeler yaratmak. Bu konuda birkaç öneri mevcuttur ve hepsi de gelecek vaat etmektedir.

Önerilerden birisi mevcut teknolojileri kullanmak, yani yeni metamalzemeler yaratmak için yarı iletken sanayiinden bilinen bazı teknikleri ödünç almak şeklindedir. Bilgisayar minyatürleştirmenin merkezinde "fotolitografi" adı verilen bir teknik bulunur ve dolayısıyla bilgisayar devrimini yönlendirir. Bu teknoloji, mühendislerin başparmağınızdan daha büyük olmayan bir silikon yongaya yüz milyonlarca minik transistör sığdırmasına olanak sağlar.

Bilgisayarların gücünün her on sekiz ayda bir iki katına çıkmasının (buna Moore Yasası adı verilir) nedeni, bir silikon yonga üzerine giderek daha küçülen bileşenler "oymak" için bilim insanlarının morötesi ışınım kullanmasıdır. Bu yöntem, rengârenk tişörtler yaratmak için kalıp kullanma yöntemine çok benzer. (Bilgisayar mühendisleri ince bir yonga ile işe başlar ve bunun üzerinde çeşitli malzemelerden son derece ince katmanlar oluştururlar. Sonra, yonganın üzerine şablon görevi görecek plastik bir maske yerleştirilir. Bu maske, devrenin temel iskeleti-

ni oluşturacak tellerin, transistörlerin ve bilgisayar bileşenlerinin karmaşık yapısını içerir. Ardından yonga, çok kısa bir dalga boyuna sahip olan morötesi ışınım ile banyo edilir ve bu ışınım, deseni ışığa hassas olan yonga üzerine aktarır. Yongayı özel gazlar ve asitlerle işlemek suretiyle maskenin üzerindeki karmaşık devreler morötesi ışınıma maruz bırakılan yonganın yüzeyine oyulur. Bu süreç, transistörlerin şekillerini meydana getiren yüz milyonlarca minik oyuk içeren bir yonga yaratır.) Hâlihazırda bu oyma işlemi ile yaratılabilecek en küçük bileşenler, yaklaşık 30 nm (veya yaklaşık 150 atom) büyüklüktedir.

Bu silikon yongası oyma teknolojisinin görülebilir ışık alanında çalışan ilk metamalzemeyi yaratmak için bir grup bilim insanı tarafından kullanılması, görünmezlik arayışında bir kilometre taşı oluşturdu. Almanya'dan ve ABD Enerji Bakanlığı'ndan bilim insanları, 2007 yılı başlarında tarihte ilk kez kırmızı ışıkta çalışan bir metamalzeme ürettiklerini duyurdu. "Olanaksız" olan, çok kısa bir sürede yapılmıştı.

Iowa'daki Ames Laboratuvarı'ndan fizikçi Costas Soukoulis, Almanya'daki Karlsruhe Üniversitesi'nden Stefan Linden, Martin Wegener ve Gunnar Dolling ile birlikte, 780 nm dalga uzunluğundaki kırmızı ışık için -0,6 indise sahip bir metamalzeme yaratmayı başardılar. (Daha önceleri, bir metamalzeme tarafından bükülen ışınım alanında dünya rekoru 1.400 nm, yani görülebilir ışık aralığının dışında, kızılötesi aralığındaydı.)

Bilim insanları, işe bir cam plaka ile başladılar, sonra bunun üzerine ince bir gümüş tabakası, sonra magnezyum florür, sonra tekrar gümüş kaplayarak yalnızca 100 nm kalınlığında bir florür "sandviçi" yaptılar. Sonra, standard oyma teknikleri kullanarak sandviç üzerinde kare şeklinde mikroskobik deliklerden oluşan büyük bir dizge yarattılar ve balık ağına benzeyen bir ızgara deseni elde ettiler. (Delikler yalnızca 100 nm büyüklükte, yani kırmızı ışığın dalga boyundan çok daha küçüktü.) Sonra bu malzemenin içinden bir kırmızı ışık demeti geçirerek indisini ölçtüler ve -0,6 olduğunu gördüler.

Bu fizikçiler, bu teknoloji için pek çok kullanım alanı öngörmektedir. Dr. Soukoulis, metamalzemelerin "günün birinde

görülebilir ışık aralığında çalışan bir tür düz merceğin geliştirilmesini sağlayabileceğini" söylemektedir. "Böyle bir mercek, geleneksel teknolojiye kıyasla üstün bir çözünürlük sağlayacak, ışığın bir dalga boyundan çok daha küçük ayrıntıları yakalayacaktır." Böyle bir "süper mercek" için akla ilk gelen uygulama, canlı bir insan hücresi gibi mikroskobik nesnelerin fotoğrafını eşsiz bir netlikte çekmek veya rahim içindeki bir bebeğin hastalıklarını teşhis etmek olabilir. İdeal olarak, bir DNA molekülünün bileşenlerinin fotoğraflarını, hantal X ışını kristalografisi kullanmak zorunda kalmadan çekme olanağı bulunabilir.

Bu bilim insanları, şimdiye kadar yalnızca kırmızı ışık için bir negatif kırılma indisi gösterebilmiş bulunmaktadırlar. Bir sonraki adımları, bu teknolojiyi kırmızı ışığı bir nesnenin tamamen etrafında döndürerek onu o ışığa görünmez kılacak bir metamalzeme yaratmak için kullanmak olacaktır.

Gelecekte bu doğrultuda yaşanacak gelişmeler, "fotonik kristaller" alanında ortaya çıkabilir. Fotonik kristal teknolojisinin hedefi, bilgiyi işlemek için elektrik yerine ışığı kullanan bir yonga yaratmaktır. Bu, bir yonga plakasının üstüne her birinin kırılma indisi farklı olacak minik bileşenler oymak için nanoteknoloji kullanılmasını gerektirir. Işık kullanan transistörler, elektrik kullananlara kıyasla birkaç avantaja sahiptir. Örneğin, fotonik kristallerde ısı kaybı çok daha azdır. (Gelişmiş silikon yongalarında üretilen ısı, bir yumurtayı kızartmaya yetecek düzeydedir. Bu nedenle sürekli olarak soğutulmaları gerekir, aksi takdirde bozulurlar ve onları soğutmak çok maliyetlidir). Hiç de şaşırtıcı olmayan bir şekilde, fotonik kristal bilimi metamalzemelere ideal şekilde uygundur, çünkü her iki teknoloji de ışığın kırılma indisinin nano ölçekte kontrol edilmesi üzerine kurulmuştur.

PLAZMONİK YOLU İLE GÖRÜNMEZLİK

Altta kalmak istemeyen bir başka grup, 2007 yılı ortalarında görülebilir ışığı "plazmonik" adı verilen tamamen farklı bir tek-

noloji kullanarak büken bir metamalzeme yarattığını duyurdu. California Teknoloji Enstitüsü'nden fizikçiler Henri Leeze, Jennifer Dionne ve Harry Atwater, görülebilir ışığın daha zor bir bölümü olan mavi-yeşil bölgesi için negatif indise sahip bir metamalzeme yarattıklarını duyurdu.

Plazmonik'in hedefi, ışığı "sıkıştırarak" özellikle metallerin yüzeyinde nesnelerin bir nano ölçekte kontrol edilmesini sağlamaktır. Metallerin elektriği iletebilmesinin nedeni elektronların metal atomlarına gevşek bir şekilde bağlı olması, bu yüzden metal katmanının yüzeyinde serbestçe hareket edebilmeleridir. Ancak, bazı koşullar altında, metal yüzeye bir ışık demeti çarpınca elektronlar orijinal ışık demeti ile hep bir ağızdan titreşerek metal yüzey üzerinde elektronların dalgaya benzer bir hareket yapmasına (buna plazmonlar adı verilir) yol açabilir, dalgaya benzeyen bu hareketler de orijinal ışık demetine uygun olur. Daha da önemlisi, bu plazmonlar orijinal ışık demeti ile aynı frekansa sahip olacak (yani aynı bilgiyi taşıyacak) fakat dalga uzunluğu çok daha küçük olacak şekilde "sıkıştırılabilir". İlke olarak bu sıkıştırılmış dalgalar, nano teller üzerine tıka basa doldurulabilir. Tıpkı fotonik kristallerde olduğu gibi, plazmonik'in nihai hedefi elektrikle değil de ışıkla çalışan bilgisayar yongaları yaratmaktır.

Cal Tech grubu, metamalzemelerini aralarında plazmonik dalgaları yönlendirebilen bir "dalga kılavuzu" görevi yapan bir silikon-nitrojen yalıtkan (yalnızca 50 nm kalınlıkta) bulunan iki gümüş tabakası kullanarak yapmıştı. Lazer ışığı, metamalzeme üzerinde bulunan iki yarıktan girip çıkmaktaydı. Işığın metamalzemenin içinden geçerken büküldüğü açı incelenmek suretiyle, ışığın negatif bir indisle büküldüğü doğrulanabiliyordu.

METAMALZEMELERİN GELECEĞİ

Elektrikle değil de ışıkla çalışan transistörlere karşı hâlihazırda duyulan yoğun ilgi nedeniyle, metamalzemelerde kaydedilen ilerlemeler gelecekte daha da hızlanacaktır. Dolayısıyla görün-

mezlik alanındaki araştırmalar, silikon yongaların yerini alacak bir şey yaratmak için yürütülen fotonik kristal ve plazmonik araştırmalarının dümen suyunda devam edebilir. Silikon teknolojisine bir alternatif bulmak için zaten yüz milyonlarca dolar harcanmaktadır, metamalzeme araştırmaları da bu araştırma çabalarından yararlanacaktır.

Bu alanda her birkaç ayda bir ortaya çıkan buluşlar dikkate alınacak olursa, bazı fizikçilerin önümüzdeki birkaç on yıl içinde kullanılabilir nitelikte bir görünmezlik kalkanı yapılabileceğini tahmin etmesi şaşırtıcı olmayacaktır. Bilim insanları, örneğin önümüzdeki birkaç yıl içinde bir cismi görülebilir ışığın belli bir frekansı için en az iki boyutta tamamen görünmez hale getirebilecek metamalzemeler yaratabileceklerine inanmaktadır. Bunu yapmak için minik implantların düzgün dizgeler şeklinde değil, ışığın bir nesnenin etrafından dolaşmasını sağlayacak gelişmiş desenler şeklinde dizilmesi gerekecektir.

Ardından, bilim insanlarının ışığı yalnızca iki boyutlu yassı düzlemlerde değil, üç boyutta bükebilecek metamalzemeler yaratması gerekecektir. Fotolitografi yassı silikon yonga plakaları yapmak için mükemmelleştirilmiştir, fakat üç boyutlu metamalzemelerin yaratılması, yonga plakalarının karmaşık bir şekilde üst üste yığılmasını gerektirecektir.

Bunun ardından bilim insanları bir tek değil, pek çok frekansı bükebilen metamalzemeler yaratma sorununu çözmek zorunda kalacaklardır. Bu belki de en zor görev olacaktır, çünkü şimdiye kadar üretilen minik implantların hepsi ışığı yalnızca belli bir frekansta bükebilmektedir. Bilim insanları, her biri belirli bir frekansı bükebilen katmanlardan oluşan metamalzemeler yaratmak zorunda kalabilirler. Bu sorunun çözümü henüz bulunmamıştır.

Yine de, eninde sonunda bir görünmezlik kalkanı yapıldığı zaman, kullanışsız bir cihaz olabilir. Harry Potter'ın pelerini ince, esnek bir kumaştan yapılmıştı ve örtünen herkesi görünmez hale getiriyordu. Fakat, bunun mümkün olabilmesi için kumaş dalgalandıkça içindeki kırılma indisinin sürekli şekilde

değişiyor olması gerekir, bu da uygulamada pek mümkün değildir. Gerçek bir görünmezlik "pelerini", hiç olmazsa başlangıçta, büyük olasılıkla metamalzemelerden meydana gelen içi dolu bir silindirden meydana gelmelidir. Bu sayede, silindirin içindeki kırılma indisi sabit kalabilir. (Daha gelişmiş modeller zamanla esnek olan, bükülebilen ve ışığın metamalzemeler içinde yine de doğru yollardan akmasını sağlayan malzemeler içerecektir. Bu şekilde, pelerinin içindeki herkes, biraz hareket serbestisine sahip olacaktır).

Bazıları, görünmezlik kalkanındaki bir hataya işaret etmiştir: İçerdeki kişi, görünmeden dışarıya bakamaz. Harry Potter'm havada yüzermiş gibi duran gözleri dışında her yerinin görünmez olduğunu canlandırın hayalinizde. Görünmezlik pelerinindeki göz delikleri, dışarıdan bakınca kesinlikle görülebilecektir. Eğer Harry Potter tamamen görünmez idiyse, görünmezlik pelerininin altında kör bir şekilde oturmak zorunda kalırdı. (Olası çözümlerden biri, göz deliklerinin yakınına iki minik cam plaka yerleştirmek olabilir. Bu cam plakalar "ışın bölücü" olarak görev yaparak üzerlerine düşen ışığın küçücük bir kısmını ayırabilir ve bu ışığı gözlere gönderebilir. Böylece, pelerine çarpan ışığın büyük bir kısmı onun etrafından dolaşarak içerdeki insanı görünmez hale getirebilir, fakat az miktarda ışık saptırılarak gözlere ulaşabilir).

Bu zorluklar ne kadar göz korkutucu olsa da, bilim insanları ve mühendisler önümüzdeki on yıllar içerisinde bir tür görünmezlik kalkanı yapılabileceği konusuna iyimserlikle yaklaşmaktadırlar.

GÖRÜNMEZLİK VE NANOTEKNOLOJİ

Daha önce bahsettiğim gibi, görünmezliğin anahtarı nanoteknolojide, yani bir metrenin milyarda biri büyüklüğündeki atomik boyutlu yapıları kontrol etmekte yatıyor olabilir.

Nanoteknolojinin doğumu, Nobel Ödülü sahibi Richard Feynman tarafından 1959 yılında yapılan ve şaka yollu bir şekil-

de "Dipte Çok Yer Var" adını verdiği meşhur bir konuşmaya kadar uzanır. O konuşmada Feynman, bilinen fizik yasaları çerçevesinde en küçük boyutlu makinelerin neye benzeyebileceğini anlatmıştı. Makinelerin atomik büyüklüklere erişilinceye kadar giderek daha küçük boyutlarda yapılabileceğini ve ondan sonra da atomların başka makineler yaratmak için kullanılabileceğini anlıyordu. Kasnaklar, levyeler ve tekerlekler gibi atomik makineleri yapmak son derece zor olmakla beraber, pekâlâ fizik yasalarının içinde kaldıkları sonucuna varıyordu.

Nanoteknoloji yıllarca uykuda kaldı, çünkü o zamanların teknolojisi atomları bireysel olarak kontrol etmeye yeterli değildi. Fakat sonra, 1981 yılında, fizikçiler taramalı tünelleme mikroskobunu icat ederek büyük bir ilerleme kaydettiler ve bu icat, Zürich'teki IBM laboratuvarında çalışmakta olan bilim insanları Gerd Binnig ile Heinrich Rohrer'a Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırdı.

Birdenbire fizikçiler, atom kuramını eleştirenlerin bir zamanlar olanaksız olduğuna inandığı bir şeyi, tıpkı kimya kitaplarında olduğu şekilde dizilmiş bireysel atomların nefes kesici "resimlerini" elde etme olanağına kavuşmuşlardı. Bir kristal veya metalin içinde sıraya dizilmiş atomların harikulade fotoğraflarını çekmek, artık mümkündü. Bilim insanları tarafından kullanılan ve molekülü meydana getiren atomların karmaşık dizilimini gösteren kimyasal formüller, artık çıplak gözle görülebiliyordu. Üstelik, taramalı tünelleme mikroskobu, atomların bireysel olarak kontrol edilmesine olanak sağlamıştı. Bireysel atomlar kullanılarak "IBM" harfleri oluşturulmuş, bu da bilim dünyasında bayağı bir çalkalanmaya neden olmuştu. Bilim insanları, bireysel atomlar üzerinde çalışırken artık kör değildiler, onları gerçekten görebiliyor ve onlarla oynayabiliyorlardı. Taramalı tünelleme mikroskobu, görünüşte çok basittir. Sivri bir sonda, incelenecek malzemenin üzerinde tıpkı plağın üzerinde kayan bir pikap iğnesi gibi yavaş yavaş dolaştırılır. Sondanın ucu öylesine sivridir ki, tek bir atomdan meydana gelmiştir. Sondanın üstüne küçük bir elektrik yükü verilir ve akım sondanın üzerinden akar, malzemenin içinden geçerek alttaki yüzeye

gider. Sonda bireysel bir atomun üzerinden geçerken sondadan geçen akımın şiddeti değişir ve bu değişimler kaydedilir. İğne bir atomun üzerinden geçerken akım yükselip alçalır ve böylece atomun hatları şaşırtıcı bir ayrıntı düzeyi ile belirlenmiş olur. Pek çok geçişin ardından, akımda meydana gelen değişikliklerin krokisi çizilerek bir katmanı meydana getiren bireysel atomların görkemli resimlerini elde etmek mümkün olur.

(Taramalı tünelleme mikroskobu, kuantum fiziğinin garip bir yasası sayesinde mümkün olmuştur. Normal olarak elektronlar sondadan çıkıp maddenin içinden geçerek alttaki yüzeye ulaşacak kadar enerjiye sahip değildir. Fakat, belirsizlik ilkesi nedeniyle, Newtoncu kuram tarafından yasaklansa dahi akımdaki elektronların engelin içinden "tünel" açması veya onun içine girmesi için küçük bir olasılık bulunmaktadır. Dolayısıyla, sondadan akan akım, malzemedeki minik kuantum etkilerine karşı hassastır. Kuantum kuramının etkilerini ilerideki bölümlerde daha ayrıntılı olarak anlatacağım).

Ayrıca sonda, bireysel atomları hareket ettirebilecek, bireysel atomlardan "makineler" yaratacak kadar da hassastır. Artık teknoloji o denli ilerlemiştir ki, bir atom kümesi bilgisayar ekranında görüntülenebilmekte ve sonra da bilgisayarın imleci hareket ettirilerek atomlar istediğiniz herhangi bir şekilde yerinden oynatılabilmektedir. Çok sayıda atomu sanki Lego parçalarıyla oynarmış gibi istediğiniz şekilde yerleştirebilirsiniz. Bireysel atomları kullanarak alfabedeki harfleri yazmak yerine, mesela bireysel atomlardan meydana gelen bir abaküs yapmak da mümkündür. Atomlar, düşey yarıklara sahip bir yüzey üzerine dizilir. Bu düşey yarıkların içine karbon Buckyball'lar (bireysel karbon atomlarından meydana gelen ve futbol topunu andıran bir şekle sahip bir madde) sokuşturulabilir. Sonra bu karbon toplar her yarıkta yukarı aşağı hareket ettirilerek bir abaküs meydana getirilmiş olur.

Atomik cihazları elektron demetleri kullanarak oymak da mümkündür. Örneğin Cornell Üniversitesi'nde bilim insanları, silikon kristalini uyararak insan saçının yirmide biri kalınlıkta

dünyanın en küçük gitarını yapmışlardır. Her biri yüz atom kalınlıkta altı teli vardır ve teller, bir atomik kuvvet mikroskobu kullanılarak çalınabilmektedir. (Bu gitar gerçekten müzik çalabilir, fakat ürettiği frekanslar insan kulağının sınırlarının çok üzerindedir).

Bu nanoteknolojik "makinelerin" çoğu, hâlihazırda sadece oyuncaktırlar. Dişlilere ve rulmanlara sahip daha karmaşık makinelerin yapılması için zamana gerek vardır. Ancak, pek çok mühendis, gerçek atom makinelerini üretebileceğimiz zamanın gelmekte olduğuna büyük bir güven duymaktadır. (Doğada atom makineleri bulunur. Hücreler, minicik tüylerini titreştirebildikleri için suda serbestçe yüzebilirler. Fakat tüy ile hücre arasındaki bağlantı incelendiği zaman, onun aslında tüyün her yöne hareket etmesine olanak sağlayan bir atom makinesi olduğu görülür. Dolayısıyla, nanoteknolojiyi geliştirmenin anahtarlarından biri, atom makineleri konusunda milyarlarca yıl önce uzmanlaşmış olan doğayı taklit etmektir).

HOLOGRAMLAR VE GÖRÜNMEZLİK

Birisini kısmen görünmez hale getirmenin diğer bir yolu da, o kişinin arkasındaki zeminin fotoğrafını çekmek ve sonra o zeminin görüntüsünü doğruca kişinin elbiselerine veya önündeki bir ekrana düşürmektir. Önden bakıldığı zaman, sanki o kişi şeffaf hale gelmiş, ışık bir şekilde o kişinin vücudundan geçmiş gibi görünür.

Tokyo Üniversitesi'ndeki Tachi Laboratuvarı'ndan Naoki Kawakami, "optik kamuflaj" adı verilen bu süreç üzerinde yoğun şekilde çalışmaktadır. Onun söylediğine göre bu süreç, "pilot kabininin altından pisti görmeye çalışan pilotlara veya otomobilini park ederken çamurluğun öbür tarafını görmeye çalışan sürücülere yardımcı olacaktır." Kawakami'nin "pelerini", bir sinema perdesi gibi davranan ışık iletici minik boncuklarla kaplıdır. Bir video kamera, pelerinin arkasının fotoğrafını çeker. Sonra bu görüntü, pelerinin ön tarafını aydınlatan bir

video projektörüne gönderilir, böylece sanki ışık o kişinin içinden geçmiş gibi görünür.

Optik kamuflaj pelerininin prototipleri laboratuvarda yapılmış bulunmaktadır. Ekrana benzeyen bu pelerini giyen bir kişiye doğrudan bakacak olursanız o kişi sanki ortadan kaybolmuş gibi gelir, çünkü yalnızca kişinin arkasındaki görüntüyü görürsünüz. Fakat gözlerinizi birazcık oynatacak olursanız pelerinin üzerindeki görüntü değişmez, o zaman ortada bir hile olduğunu anlarsınız. Daha gerçekçi bir optik kamuflajın üç boyutlu bir görüntü yanılsaması yaratması gerekir. Bu da hologramları gündeme getirir.

Hologram, lazerler tarafından yaratılan üç boyutlu bir görüntüdür. (*Yıldız Savaşları*'nda Prenses Leia'nın üç boyutlu görüntüsü gibi). Eğer arka plandaki manzaranın fotoğrafı özel bir holografik kamera ile çekilecek ve sonra bu holografik görüntü kişinin ön tarafına yerleştirilen özel bir holografik ekran üzerine yansıtılacak olursa, o kişiyi ortadan kaybetmek mümkündür. O kişinin önünde duran bir seyirci, arka plandaki manzaranın üç boyutlu görüntüsünü içeren holografik ekranı görecek, kişiyi görmeyecektir. Sanki o kişi ortadan kaybolmuş gibi görünecektir. O kişinin yerinde arkadaki manzaranın üç boyutlu bir görüntüsü bulunacaktır. Gözlerinizi hareket ettirseniz dahi, gördüğünüzün hileli olduğunu anlayamazsınız.

Bu üç boyutlu görüntüler, lazer ışığının "eşevreli" olması, yani bütün dalgaların mükemmel bir birlik içinde titreşmesi nedeniyle mümkün olmaktadır. Hologramlar, eşevreli bir lazer ışınını iki parçaya bölerek üretilmektedir. Işının yarısı, bir fotoğraf filmi üzerine düşer. Diğer yarısı bir nesneyi aydınlatır, yansır ve sonra aynı fotoğraf filmi üstüne düşer. Bu iki ışın film üzerinde birbirine karıştıkları zaman orijinal üç boyutlu dalga üzerinde bulunan bilginin tamamını kodlayan bir karışma deseni yaratılır. Banyo edilen film üzerinde pek fazla bir görüntü yoktur, yalnızca kıvrımlar ve çizgilerden oluşan karmakarışık bir örümcek ağma benzemektedir. Fakat filmin üzerine bir lazer ışını düşürüldüğü zaman, orijinal nesnenin üç boyutlu tam bir görüntüsü birdenbire büyülü bir şekilde ortaya çıkar.

Bununla beraber, holografik görünmezliğe ilişkin aşılması zor teknik sorunlar da bulunmaktadır. Zorluklardan biri, saniyede en az 30 resim çekme yeteneğine sahip bir holografik kamera yaratmaktır. Bir başka sorun da, bütün bilgiyi saklamak ve işlemektir. Son olarak, gerçekçi görünmesi için bu görüntünün bir ekrana düşürülmesi gereklidir.

DÖRDÜNCÜ BOYUT VASITASIYLA GÖRÜNMEZLİK

Görünmez Adam adlı romanında görünmez olmak için H. G. Wells tarafından daha da gelişmiş bir yol belirtildiğini, bunun da dördüncü boyutun gücünden yararlanmaktan geçtiğini belirtmemiz gerekir. (Kitabın ilerleyen bölümlerinde üst boyutların varlığı olasılığını daha ayrıntılı şekilde tartışacağım). Acaba üç boyutlu evrenimizden ayrılıp onu dördüncü bir boyutun izleme noktasından gözlemleyebilir miyiz? İki boyutlu bir kâğıt üzerinde uçan üç boyutlu bir kelebek gibi, altımızdaki evrende yaşayan herhangi bir kişi için görünmez olurduk. Bu fikrin sorunlarından biri, daha üst boyutların varlığının henüz kanıtlanmamış olmasıdır. Üstelik, daha üst bir boyuta yapılacak kuramsal bir seyahat, mevcut teknolojimizle erişilebilecek olanlardan çok daha fazla enerji gerektirecektir. Görünmezlik kazanmak için uygulanabilir bir yol olarak bu yöntem, açıkça bugünkü bilgi ve yeteneklerimizin ötesindedir.

Görünmezliği elde etmek için şimdiye kadar atılan muazzam adımlar dikkate alınacak olursa, I. sınıf bir olanaksızlık olduğu açıktır. Önümüzdeki birkaç on yıl içinde veya kesinlikle bu yüzyılda görünmezlik bir şekilde harcıâlem bir nitelik kazanacaktır.

3
Fazerler ve Ölüm Yıldızları

Radyonun bir geleceği yoktur. Havadan ağır uçan akineler olanaksızdır. X ışınlarının bir aldatmaca olduğu anlaşılacaktır.

- FİZİKÇİ LORD KELVİN

Atom bombası asla patlamayacaktır. Bir patlayıcı uzmanı olarak söylüyorum.

- AMİRAL WILLIAM LEARY

4-3-2-1, ATEŞ!

Ölüm Yıldızı, ayın kendisi kadar büyüklükte muazzam bir silahtır. Prenses Leia'nın doğup büyüdüğü çaresiz Alderaan gezegenine yakın mesafeden ateş eden Ölüm Yıldızı, onun devasa bir patlamayla yanmasına yol açar, gezegen enkazının güneş sistemine dağılmasına neden olur. Bir milyar ruh acı içinde bağırarak 'güç'te galaksinin her yanında hissedilen bir titreşim oluşturur.

Ancak, *Yıldız Savaşları* destanındaki Ölüm Yıldızı silahı acaba gerçekten mümkün müdür? Böyle bir silah, bir lazer topu bataryasını bütün bir gezegeni buharlaştıracak şekilde yönlendirebilir mi? Luke Skywalker ve Darth Vader tarafından kullanılan, ışık demetlerinden yapılmış olan ve sertleştirilmiş çeliği kesebi-

len meşhur ışın kılıçlarına ne dersiniz? *Uzay Yolu*'ndaki fazerler gibi ışın tabancaları, gelecek nesillerin yasa koruyucuları ve askerleri için söz konusu olabilir mi?

Bu orijinal, şaşırtıcı özel efektler *Yıldız Savaşları*'nı seyreden milyonlarca sinema seyircisinin gözlerini kamaştıracak kadar güzel şeyler olsa da, bazı eleştirmenler tarafından bunların hepsinin eğlenceli şeyler olduğu, fakat açıkça olanaksız olduğu söylenerek ciddi şekilde eleştirilmişti. Çok, çok uzak galaksilerde olsa dahi, gezegen patlatan, ay büyüklüğünde ışın tabancalarının saçma olduğunu, katılaştırılmış ışık demetlerinden yapılmış kılıçların da farklı olmadığını dillerine dolamışlardı. Özel efektlerin ustası George Lucas, bu sefer kendini fena kaptırmıştı.

Belki inanması zor olabilir, fakat gerçekte bir ışık demetinin içine sıkıştırılabilecek ham enerji için fiziksel bir sınır bulunmamaktadır. Bir Ölüm Yıldızı veya ışın kılıçları yapılmasını engelleyecek hiçbir fizik yasası mevcut değildir. Aslına bakılacak olursa, gezegen patlatan gama ışınımı ışınları, doğada bulunmaktadır. Uzakta, uzayın derinliklerinde bulunan bir gama ışını kaynağından gelecek devasa bir ışınım patlamasının şiddeti, sadece Büyük Patlama tarafından geçilecek kadar büyüktür. Bir gama ışın kaynağının hedef odağında bulunacak kadar şanssız herhangi bir gezegen, gerçekten kızaracak veya parçalara ayrılacaktır.

Tarih Boyunca Işın Silahları

Enerji ışınlarını kontrol altına almak aslında yeni bir şey değildir, kökleri antik mitolojiye ve bilime kadar gider. Yunanlıların tanrısı Zeus, ölümlülerin üzerine gönderdiği yıldırımlarla tanınmıştı. İskandinavyalıların tanrısı Thor, yıldırım gönderebilen Mjolnir adlı sihirli bir balyoza, Hintlilerin tanrısı İndra ise enerji ışınları atabilen sihirli bir mızrağa sahipti.

Muhtemeldir ki, ışınlardan pratik bir silah olarak yararlanma düşüncesi, belki de bütün antik zamanların en büyük bilim insanı olan, Newton ve Leibniz'den iki bin yıl önce cebirin kaba bir

şeklini keşfetmiş olan Arşimet'in çalışmalarından esinlenilmiştir. M.Ö. 214 yılında yapılan İkinci Kartaca Savaşı sırasında Romalı General Marcellus'un kuvvetlerine karşı yapılan efsanevi bir çarpışma sırasında Arşimet'in Siraküza Krallığı'nın savunmasına yardımcı olduğuna ve güneş ışığını düşman gemilerinin yelkenleri üzerine odaklayarak onları ateşe veren muazzam güneş yansıtıcısı bataryaları yarattığına inanılmaktadır. (Günümüzde hâlâ bilim insanları arasında bunun uygulanabilir bir ışın silahı olup olmadığı konusunda süregelen bir tartışma mevcuttur, çeşitli bilim insanı ekipleri bu işi kopyalamaya çalışmış ve değişen sonuçlar elde etmişlerdir).

Işın tabancaları, bilim kurgu sahnesine H. G. Wells'in 1889 yılında yazdığı dünya klasiği *Dünyalar Savaşı*'nda Mars'tan gelen uzaylıların üç ayaklı sehpalar üzerine yerleştirilmiş silahlar vasıtasıyla ısı enerjisi ışınları göndererek koskoca şehirleri toptan yok etmesi ile girmiştir. II. Dünya Savaşı sırasında, dünyayı ele geçirmek için teknolojinin en son gelişmelerinden yararlanmaya daima istekli olan Naziler, aralarında yoğun ses dalgalarını odaklamak için parabolik aynalardan yararlanan bir ses cihazının da bulunduğu çeşitli ışın silahları üzerinde denemeler yapmışlardır.

Odaklanmış ışık ışınları kullanılarak yaratılan silahlar, kamuoyunun hayal gücüne bir lazerin kullanıldığı ilk Hollywood filmi olan *Goldfinger* isimli James Bond filmi ile girmiştir. (Efsanevi İngiliz casusu metal bir masaya bağlanmıştır ve güçlü bir lazer ışını ağır ağır yaklaşmakta, bacaklarının arasındaki masayı eritmekte, onu ortadan ikiye bölmekle tehdit etmektedir).

Fizikçiler, optik yasalarına aykırı hareket ettikleri için Wells'in romanında anlatılan ışın silahlarına başlangıçta burun kıvırdılar. Maxwell denklemleri uyarınca, etrafımızda gördüğümüz ışık hızla dağılır ve eşevresizdir (yani, değişik frekanslarda ve fazlarda çeşitli dalgalardan meydana gelen bir karışımdır). Bir zamanlar, lazer ışınlarında olduğu gibi eşevreli, odaklanmış, tekdüze ışık demetleri yaratmanın olanaksız olduğuna inanılmaktaydı.

KUANTUM DEVRİMİ

Kuantum kuramının ortaya çıkışı ile bunların hepsi değişti. Yirminci yüzyılın başlarında artık açıkça görülmekteydi ki, Newton'un yasaları ve Maxwell denklemleri gezegenlerin hareketlerini ve ışığın davranışlarını açıklamakta ne kadar şahane bir şekilde başarılı olursa olsun, bütün bir olaylar sınıfını açıklayamamaktaydılar. Malzemelerin elektriği neden ilettiğini, metallerin neden belirli sıcaklıklarda ergidiğini, gazların ısıtılınca neden ışık yaydığını, bazı maddelerin düşük sıcaklıklarda neden süper iletkenlere dönüştüğünü ve bunun gibi, hepsi de atomun iç dinamiklerini anlamayı gerektiren bir sürü olayı açıklamakta fena halde başarısız oluyorlardı. Zaman, bir devrim için çok uygundu. İki yüz elli yıllık Newton fiziği devrilmek üzereydi, yeni bir fiziğin doğum sancıları başlamıştı.

1900 yılında Max Planck Almanya'da enerjinin Newton'un zannettiği gibi sürekli olmadığını, "kuanta" adı verilen küçük, birbirinden ayrı paketlerden meydana geldiğini önerdi. Sonra, 1905 yılında Einstein ışığın sonradan "foton" olarak adlandırılan bu minik ayrı paketlerden (veya kuantadan) meydana geldiği savını öne sürdü. Bu güçlü fakat basit fikir ile Einstein fotoelektrik etkiyi, üzerine ışık tutulunca neden metallerden elektron yayıldığını açıklama olanağı bulmuştu. Fotoelektrik etki ve fotonlar, günümüzde televizyonun, lazerlerin, güneş hücrelerinin ve modern elektroniğin büyük bir kısmının temelini oluşturmaktadır. (Einstein'ın foton kuramı öylesine devrim niteliğindeydi ki, normal koşullarda Einstein'ın büyük bir destekçisi olan Max Planck dahi ilk anda inanamamıştı. Planck, bir yazısında Einstein'dan bahsederken "Bazen hedefi şaşırmış olabilmesi ... ışık kuantaları konusundaki varsayımında olduğu gibi, aslında onun haksız olduğunu göstermez" diyordu).

Sonra, 1913 yılında Danimarkalı fizikçi Niels Bohr bize atomun tamamen yepyeni, minyatür bir güneş sistemini andıran bir resmini verdi. Ancak, dış uzaydaki bir güneş sisteminin aksine, elektronlar çekirdeğin etrafında yalnızca farklı yörüngelerde veya kabuklarda hareket edebilirler. Elektronlar bir kabuktan

daha az enerji taşıyan daha küçük bir kabuğa "sıçradıkları" zaman, bir enerji fotonu açığa çıkmaktaydı. Bir elektron bağımsız bir enerji fotonunu yuttuğu zaman, daha fazla enerji taşıyan daha büyük bir kabuğa "sıçrıyordu".

Kuantum mekaniğinin gelişi ve Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg ve daha pek çoklarının yaptığı devrim yaratan çalışmalar sayesinde 1925 yılında atom hakkında neredeyse tamamlanmış bir kuram ortaya çıktı. Kuantum kuramına bakılırsa elektron bir parçacıktı, fakat kendisiyle bağlantılı bir dalgaya sahipti, böylece hem parçacık, hem de dalga benzeri özellikler taşımaktaydı. Dalga, Schrödinger dalga denklemi adı verilen ve atomların aralarında Bohr tarafından öne sürülen "sıçramalar" da bulunan özelliklerinin hesaplanmasına olanak sağlayan bir denkleme uygun davranmaktaydı.

1925 yılından önce atomlar hâlâ gizemli nesneler olarak kabul edilmekteydi, hatta düşünür Ernst Mach gibi pek çok kişi tarafından var olmayabileceklerine dahi inanılmaktaydı. İsteyenler, 1925 yılından sonra atomun dinamiklerinin içine gerçekten bakabilir ve özelliklerini gerçekten öngörebilirdi. Şaşırtıcı gelebilir, fakat eğer elinizde yeterince büyük bir bilgisayar varsa, kimyasal elementlerin özelliklerini kuantum kuramının yasalarından türetmeniz mümkündü. Tıpkı Newton fizikçilerinin ellerinde yeterince büyük bir hesap makinesi olduğu takdirde evrendeki bütün gök cisimlerinin hareketlerini hesaplayabilmeleri gibi, kuantum fizikçileri de ilkesel olarak evrendeki bütün kimyasal elementlerin özelliklerini hesaplayabileceklerini iddia etmekteydiler. Eğer elinizde yeterli büyüklükte bir bilgisayar varsa, bir insanın dalga fonksiyonunu da baştan sona kadar yazabilirdiniz.

MASERLER VE LAZERLER

1953 yılında Berkeley'deki California Üniversitesi'nden Profesör Charles Townes ve çalışma arkadaşları, ilk eşevreli mikrodalga

ışınımını ürettiler. Bu ışınıma "maser"* adı verildi. Profesör, Rus fizikçiler Nikolai Basov ve Aleksandr Prokhorov ile birlikte 1964 yılında Nobel Ödülü'nü kazandı. Çok geçmeden, sonuçları görülebilir ışığı kapsayacak şekilde genişletilerek lazerin doğmasına yol açtı. (Bununla beraber fazer, *Uzay Yolu*'nda anlatılan uydurma bir cihazdır).

Lazerde lazer ışınını çıkartacak özel bir gaz, kristal veya diyot gibi özel bir ortamla işe başlarsınız. Sonra bu ortama dışardan elektrik, radyo dalgaları, ışık veya kimyasal tepkime şeklinde enerji pompalarsınız. Bu ani enerji akışı ortamdaki atomları o şekilde harekete geçirir ki, elektronlar enerjiyi yutar ve sonra daha dıştaki elektron kabuklarına sıçrarlar.

Uyarılmış, harekete hazır olan bu ortam, kararsız durumdadır. Ortamın içinden bir ışık demeti geçirilecek olursa fotonlar her atoma çarpacak, onun birdenbire daha alt düzeye sönümlenmesine ve bu işlem sırasında daha fazla foton yaymasına neden olacaktır. Bu da daha fazla elektronun foton bırakmasına ve nihayet çok sayıda atomun çökmesi nedeniyle trilyon kere trilyonlarca fotonun ışık demeti içine birdenbire bırakılmasına yol açacaktır. Burada önemli olan şey, bu foton çığı meydana geldiği sırada bazı maddelerde bütün fotonların aynı anda titreşmesi, yani eşevreli olmasıdır.

(Gözünüzün önüne bir çizgi üzerine dizilmiş domino taşlarını getirin. En düşük enerji durumunda dominolar masa üstünde yatar vaziyettedir. Yüksek enerjili, harekete hazır durumdaki dominolar, ortamdaki harekete hazır atomlara benzer şekilde, düşey olarak ayağa kalkarlar. Bir dominoyu itecek olursanız, bütün bu enerjinin tıpkı bir lazer ışınında olduğu gibi birdenbire çökmesini tetikleyebilirsiniz).

Yalnızca bazı malzemeler "laze" işlemi yapar, yani bir foton harekete hazır (kararsız) bir atoma çarptığı zaman orijinal foton-

* Maser: Microvawe Amplification through Stimulated Emission of Radiation - uyarılmış ışınım yayımı vasıtasıyla mikrodalga yükseltimi. Bazı kaynaklarda farklı ifade edilmektedir: Molecular Amplification by Stimulated Emission of Radiation - uyarılmış ışınım yayımı vasıtasıyla moleküler yükseltim. (Ç.N.)

la eşevreli olan bir fotonun yayılması, sadece özel bazı malzemelerde meydana gelir. Bu eşevreliliğin bir sonucu olarak, bu foton akımı içindeki bütün fotonlar aynı şekilde titreşerek kurşun kalem kalınlığında bir lazer ışını yaratır. (Yaygın inanışın aksine, lazer sonsuza kadar kurşun kalem kalınlığında kalmaz. Örneğin Ay'a gönderilen bir lazer ışını, yavaş yavaş genişleyerek Ay yüzeyinde birkaç kilometre çapında bir nokta oluşturur).

Basit bir gaz lazeri, içi helyum ve neon gazı dolu bir borudan meydana gelir. Borunun içine elektrik verildiği zaman, atomlar enerji yüklenir. Sonra, enerjinin tamamı birdenbire serbest bırakılacak olursa, eşevreli bir ışık demeti üretilir. Işık demeti, her biri bir uca yerleştirilmiş iki ayna arasında birbirine yansıtılarak güçlendirilir. Aynalardan biri tamamen opaktır, fakat diğeri her geçişte az miktarda ışığın sızmasına izin vererek bir uçtan çıkan ışığı meydana getirir.

Günümüzde lazerler bakkal dükkânlarındaki kasalardan interneti taşıyan fiber optik kablolara, lazer yazıcılar ve CD çalarlardan modern bilgisayarlara kadar her yerde karşımıza çıkmaktadır. Göz ameliyatlarında, dövmelerin çıkartılmasında ve hatta kozmetik salonlarında dahi kullanılmaktadır. 2004 yılında 5,4 milyar dolardan fazla değere sahip lazer satışı yapılmıştır.

Lazerlerin Türleri ve Füzyon

"Laze" yapabilen yeni malzemelerin bulunması ve ortama enerji pompalamak için yeni yollar keşfedilmesi nedeniyle hemen hemen her gün yeni lazerler keşfedilmektedir.

Burada asıl soru, bu teknolojilerden herhangi birinin bir ışın tabancası veya ışın kılıcı yapmak için uygun olup olmadığıdır. Ölüm Yıldızı'nda kullanılabilecek kadar güçlü bir lazer üretmek mümkün müdür? Günümüzde, laze işlemini yapan malzemeye ve malzemenin içine verilen enerjiye (yani elektrik, yoğun ışık demetleri, hatta kimyasal patlamalar) bağlı olarak lazerlerde şaşırtıcı bir çeşitlilik bulunmaktadır. Bunlar kısaca şöyle sıralanabilir:

• *Gaz lazerleri*: Tanıdık gelen kırmızı bir ışık demeti üreten yaygın helyum-neon lazerleri bu gruptadır. Enerjileri radyo dalgaları veya elektrik tarafından sağlanır. Helyum-neon lazerler epeyce zayıftır. Fakat karbon dioksit gaz lazerleri, ağır sanayi tarafından parçalama, kesme ve kaynak amacıyla kullanılabilir ve tamamen görünmez olan muazzam güçlerde ışık demetleri üretebilirler.

• *Kimyasal lazerler*: Bu güçlü lazerler, enerjilerini etilen ve nitrojen triflorürün (NF_3) yanması gibi kimyasal tepkimelerden elde eder. Bu tür lazerler, askeri uygulamalarda kullanılabilecek kadar güçlüdür. ABD ordusunun havada ve karada kullanılan, milyonlarca watt güç üretebilen ve kısa menzilli füzeleri havada vurmak üzere tasarlanan lazerler kimyasal lazerlerdir.

• *Eksimer lazerler*: Bu lazerler de gücünü kimyasal tepkimelerden almakta, genellikle bir asal gaz (yani argon, kripton veya ksenon) ile birlikte flor veya klor kullanılmaktadır. Morötesi ışık üretirler ve yarıiletken sanayiinde yongaların üzerine minik transistörler kazımak veya hassas Lasik göz cerrahisi uygulamak için kullanılırlar.

• *Katı Hal (Solid State) lazerler*: Çalışan ilk lazer, bir krom-safir yakut kristalinden meydana gelmekteydi. İtriyum, holmiyum, tulyum ve başka kimyasallarla birlikte çok değişik kristaller bir lazer ışığını desteklemektedir. Çok kısa süreli, yüksek enerjili lazer ışığı darbeleri üretebilirler.

• *Yarı iletken lazerler*: Yarıiletken sanayinde yaygın şekilde kullanılmakta olan diyotlar, endüstriyel kesme ve kaynak işlerinde kullanılan yoğun ışınları üretebilir. Bunlar ayrıca market kasalarında, aldığınız malların barkodlarını okumak için de kullanılır.

• *Boya lazerleri*: Bu lazerler, ortam olarak organik boyalar kullanırlar. Çoğunlukla bir saniyenin trilyonda biri kadar süren ultra kısa ışık darbeleri üretmekte son derece başarılıdırlar.

LAZERLER VE IŞIN TABANCALARI MI?

Ticari lazerlerin muazzam çeşitliliği ve askeri lazerlerin gücü göz önüne alınırsa, neden çarpışmalarda ve savaş meydanlarında kullanılacak ışın tabancalarına sahip değiliz? Öyle ya da böyle, ışın tabancaları bilim kurgu filmlerinin standart silahıymış gibi görünüyor. Neden bunları gerçekleştirmek için çalışmıyoruz?

Bunun en basit yanıtı, taşınabilir bir enerji ünitesine sahip olmayışımızdır. Bu iş için, devasa bir enerji santralinin gücüne sahip, fakat avucunuzda taşınabilecek kadar küçük olan minyatür enerji ünitelerine gerek vardır. Şimdilik büyük bir ticari enerji santralinin gücüne sahip olabilmek için tek yol, bir tane inşa etmektir. Hâlihazırda uçsuz bucaksız miktarlarda enerjiye sahip olabilecek en küçük taşınabilir askeri cihaz, hedefin yanı sıra sizi de yok edebilecek olan bir hidrojen bombasıdır.

Laze işlemini yapan malzemenin kararlılığının yanında ikinci, tali bir sorun daha bulunmaktadır. Kuramsal olarak bir lazer üzerinde yoğunlaştırılabilecek enerji miktarı için herhangi bir sınırlama mevcut değildir. Sorun, elde tutulacak bir lazer tabancasında laze malzemesinin kararlı olamamasından kaynaklanmaktadır. Örneğin kristal lazerler, üzerlerine çok fazla enerji pompalanırsa aşırı ısınıp çatlayacaklardır. Dolayısıyla, çok güçlü, bir nesneyi buharlaştırabilecek veya bir düşmanı etkisizleştirecek türde bir lazer yaratmak için, bir patlamanın gücünün kullanılmasına gerek duyulabilir. Böyle bir durumda laze malzemesinin kararlılığı o kadar önemli bir kısıtlama getirmez, çünkü böyle bir lazer yalnızca bir defa kullanılacaktır.

Taşınabilir bir enerji ünitesi ve kararlı bir laze malzemesi yaratmada karşılaşılan sorunlar nedeniyle, elde taşınan bir ışın

tabancasının yapılması günümüz teknolojisi ile mümkün değildir. Işın tabancaları mümkündür, fakat yalnızca bir güç kaynağına bir kablo ile bağlı olurlarsa. Veya, elde taşınan bir cihazın gerek duyduğu yoğun enerji püskürmelerini depolayabilecek veya üretebilecek minyatür pilleri belki de nanoteknoloji sayesinde yaratma olanağı bulabiliriz. Görüldüğü kadarıyla hâlihazırda nanoteknoloji epeyce ilkel durumdadır. Atom düzeyinde çalışan bilim insanları, atomik bir abaküs ve atomik bir gitar gibi oldukça yaratıcı fakat bir işe yaramayan atomik cihazlar yapmayı başarmışlardır. Fakat nanoteknoloji, bu yüzyılın sonlarına doğru veya gelecek yüzyılda bize böyle inanılmaz miktarlarda enerjiyi depolayacak minyatür piller vermeyi başarabilir.

Işın kılıçları da aynı dertten muzdariptir. *Yıldız Savaşları* filmi 1970'lerde vizyona çıkıp ışın kılıçları en iyi satan çocuk oyuncakları arasında yer aldığı zaman, pek çok eleştirmen böyle bir aletin asla yapılamayacağına işaret etmişti. İlk olarak, ışığı katılaştırmak mümkün değildi. Işık, daima ışık hızında hareket ederdi; katı hale getirilemezdi. İkincisi, ışık demetleri Yıldız Savaşları'ndaki ışın kılıçlarında olduğu gibi yolun ortasında sona ermezdi. Işık demetleri sonsuza kadar yola devam ederdi; gerçek bir ışın kılıcı, gökyüzüne doğru uzanırdı.

Aslına bakılacak olursa, plazmalar veya süper sıcak iyonize gaz kullanarak bir tür ışın kılıcı yapmak mümkündür. Plazmalar karanlıkta parlayacak kadar ısıtılabilir ve ayrıca çeliği de kesebilirler. Bir plazma ışın kılıcı, sapın içinden bir teleskop gibi dışarı çıkan ince, içi boş bir çubuktan meydana gelir. Sıcak plazmalar bu borunun içine verilir ve çubuk üzerine düzenli araklılarla delinmiş deliklerden dışarı sızar. Plazma, saptan çubuğa doğru akar ve deliklerden dışarı çıkarken çeliği eritmeye yetecek kadar güçlü, süper sıcak bir gaz sütunu meydana getirir. Bu cihaz, bazen plazma üfleci olarak adlandırılmaktadır.

Dolayısıyla, ışın kılıcını andıran yüksek enerjili bir cihaz yapmak mümkündür. Fakat, ışın tabancalarında olduğu gibi, yüksek enerjili taşınabilir bir enerji ünitesi yaratmanız gerekecektir. Ya ışın kılıcını bir güç kaynağına bağlayacak uzun kablolara gereksiniminiz olacaktır, ya da nanoteknoloji vasıtasıyla muaz-

zam miktarda enerji verebilecek minik bir güç kaynağı yaratmak zorunda kalacaksınızdır.

Demek ki, ışın tabancaları ve ışın kılıçlarının günümüzde bir şekilde yaratılması mümkündür, bilim kurgu filmlerinde görülen el silahları günümüz teknolojisini aşmaktadır. Fakat, bu yüzyılın sonlarında veya gelecek yüzyılda malzeme biliminde ve nanoteknolojide sağlanacak yeni gelişmeler, bir tür ışın tabancasının geliştirilmesini sağlayabilir, bu da I. sınıf bir olanaksızlık demektir.

Bir Ölüm Yıldızının Enerjisi

Yıldız Savaşları'nda anlatılan şekilde bütün bir gezegeni yok edebilecek ve evreni dehşete düşürecek bir Ölüm Yıldızı lazer topu yaratmak için, o zamana kadar tasarlanan en güçlü lazerin yaratılması gerekir. Şu anda dünya üzerinde bulunan en güçlü lazerlerin bazıları, yalnızca yıldızların merkezinde bulunan sıcaklıkları yaratmak amacıyla kullanılmaktadır. Bunlar günün birinde yıldızların gücünü füzyon reaktörleri şeklinde dünya üzerinde kontrol altına almak için kullanılabilir.

Füzyon makineleri, dış uzayda bir yıldızın ilk oluşumu sırasında meydana gelen olayları taklit eder. Bir yıldız, yaşamına muazzam büyüklükte şekilsiz bir hidrojen gazı topu olarak başlar, sonra kütleçekimi gazı sıkıştırır ve ısıtır; sıcaklıklar giderek astronomik düzeylere ulaşır. Örneğin bir yıldızın derinliklerinde sıcaklıklar 50 milyon ila 100 milyon santigrat derece dolaylarına ulaşabilir, bu da hidrojen çekirdeklerinin birbiri ile çarpışmasına, ortaya helyum çekirdekleri ve bir enerji sıçraması çıkmasını sağlar. Hidrojenin füzyonla helyuma dönüşmesi ve bu arada Einstein'ın tanınmış $E = mc^2$ formülü uyarınca az miktarda bir kütlenin bir yıldızdaki patlamaya hazır enerjiye dönüşmesi, yıldızların enerji kaynağını oluşturur.

Bilim insanları, Dünya üstündeki füzyonu hâlihazırda iki şekilde kontrol altına almaya çalışmaktadırlar. Her ikisinin geliştirilmesinin de tahmin edildiğinden daha zor olduğu kanıtlanmıştır.

FÜZYON İÇİN EYLEMSİZ HAPSETME

İlk yöntem, "eylemsiz hapsetme" (inertial confinement) olarak adlandırılır. Bu yöntem, Güneş'in bir parçasını laboratuvarda yaratmak için dünyadaki en güçlü lazerleri kullanır. Bir neodim camı katı hal lazeri, yalnızca bir yıldızın merkezinde bulunan yakıcı sıcaklıkları üretmek için ideal uygunluktadır. Bu lazer sistemleri, büyük bir fabrika boyutlarındadır ve uzun bir tünelin içine bir dizi paralel lazer ışını gönderen bir lazer bataryasından oluşmaktadır. Bu yüksek güçlü lazer ışınları, bir kürenin etrafına yerleştirilmiş bir dizi aynaya çarparlar; aynalar, lazer ışınlarını hidrojen bakımından zengin (bir hidrojen bombasının etkin bileşeni olan lityum döterit gibi malzemelerden yapılmış) minik bir tablet üzerine dikkatle odaklar. Tablet genellikle bir toplu iğne başı büyüklüğündedir ve ağırlığı 10 miligram kadardır.

Lazer ışığının çarpması, tabletin yüzeyini ateşleyerek yüzeyin buharlaşmasına ve tableti sıkıştırmasına neden olur. Tablet çökerken, tabletin merkezine ulaşan bir şok dalgası yaratılır, sıcaklık milyonlarca dereceye çıkar, bu da hidrojen çekirdeklerini füzyon yolu ile helyuma dönüştürmek için yeterlidir. Sıcaklıklar ve basınçlar öylesine astronomik değerlerdedir ki, hidrojen bombaları ve yıldızların çekirdekleri için geçerli olan "Lawson kriterleri" gerçekleşir. (Lawson kriterleri bir hidrojen bombasında, bir yıldızda veya bir füzyon makinesinde füzyon işleminin başlayabilmesi için belli bir sıcaklık, yoğunluk ve tutuklanma süresi aralığının sağlanması gerektiğini ifade etmektedir).

Eylemsiz hapsetme işlemi sırasında içinde nötronların da bulunduğu muazzam miktarlarda enerji açığa çıkar. (Lityum döterit, 100 milyon santigrat derece dolaylarında sıcaklıklara ve kurşunun 20 katı dolaylarında yoğunluğa ulaşabilir). Sonra tabletten güçlü bir nötron çıkışı olur ve bu nötronlar odacığı saran malzemenin oluşturduğu küresel kılıfa çarparak kılıfı ısıtır. Isınan kılıf suyu kaynatır, üretilen buhar bir türbini çevirmek ve elektrik üretmek için kullanılır.

Bununla beraber, böylesine yoğun bir gücü minicik bir küresel tablet üzerine düzgün şekilde odaklayabilmek, biraz sorunlu

bir işlemdir. Lazer füzyonu yaratmak için yapılan ilk ciddi girişim, California'da 1978 yılında çalışmaya başlayan Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'nda (Lawrence Livermore National Laboratory - LLNL) inşa edilen yirmi ışınlı Shiva lazeriydi. (Shiva, lazer sisteminin tasarımının taklit ettiği, çok sayıda kolu bulunan Hindu tanrıçasıdır). Performansı hayal kırıklığı yaratacak düzeyde olsa da, Shiva lazeri lazer füzyonunun teknik olarak işe yarayacağını kanıtlamaya yeterli olmuştu. Shiva lazer sistemi daha sonra yerini on kat fazla enerjiye sahip Nova lazerine bıraktı. Ancak Nova lazeri, tabletleri doğru şekilde ateşlemeyi başaramadı. Yine de, LLNL içinde 1997 yılında inşa edilmeye başlanan Ulusal Ateşleme Tesisi'ndeki (National Ignition Facility - NIF) çalışmaların önünü açmıştı.

2009 yılında çalışır hale gelmesi beklenen NIF, 192 lazer ışınından meydana gelen, 700 trilyon watt gibi muazzam bir güce (yaklaşık 700.000 büyük nükleer santralin çıkışının tek bir enerji patlaması şeklinde yoğunlaştırılmış hali) sahip devasa bir makinedir. Hidrojen bakımından zengin tabletlerin ateşlemesini tam olarak sağlamak üzere tasarlanmış, teknoloji harikası bir lazer sistemidir. (Eleştirmenler bunun bariz askeri kullanım amacına işaret etmektedirler, çünkü bir hidrojen bombası patlamasını taklit edebilir ve belki de yeni bir nükleer silahın, füzyon işlemini başlatmak için bir uranyum veya plütonyum bombasına gereksinim duymayan saf bir füzyon bombasının yapımına olanak sağlayabilir).

Fakat, dünya üzerindeki en güçlü lazerlere sahip olan NIF lazer füzyon makinesi dahi *Yıldız Savaşları*'ndaki Ölüm Yıldızı'nın yok etme gücünün yanına yaklaşamaz. Böyle bir cihaz inşa edebilmek için, başka güç kaynakları araştırmamız gerekmektedir.

FÜZYON İÇİN MANYETİK HAPSETME

Bir Ölüm Yıldızı'na enerji sağlamak amacıyla bilim insanlarının potansiyel olarak kullanabilecekleri ikinci yöntem, hidrojen gazının sıcak plazmasının manyetik bir alan içerisine hapsedil-

diği bir süreç olan "manyetik hapsetme"dir. Aslına bakılacak olursa bu yöntem, ilk ticari füzyon reaktörlerinin prototipi olabilirdi. Hâlihazırda bu türdeki en gelişmiş füzyon projesi, Uluslararası Termonükleer Deneysel Reaktörü'dür (International Thermonuclear Experimental Reactor - ITER). 2006 yılında uluslararası bir ülkeler koalisyonu (Avrupa Birliği, ABD, Çin, Japonya, Kore, Rusya ve Hindistan dahil) ITER'i güney Fransa'da Cadarache'da inşa etmeye karar" verdi. Bu tesis, hidrojen gazını 100 milyon derece santigrat dolaylarına kadar ısıtmak üzere projelendirilmişti. Tarihte tükettiğinden daha fazla enerji üreten ilk füzyon reaktörü olabilecekti. 500 saniye süre ile 500 megawatt güç üretebilecek şekilde tasarlanmıştır (mevcut rekor, 1 saniye süre ile 16 megawatt'tır). ITER'in ilk plazmasını 2016 yılında üretmesi ve tam çalışır duruma 2022 yılında ulaşması beklenmektedir. 12 milyar dolarlık bütçesi ile tarihin en pahalı üçüncü bilimsel projesidir (Manhattan Projesi ve Uluslararası Uzay İstasyonu'ndan sonra).

İçinde hidrojen gazının dolaştığı ve yüzey çevresine muazzam tel bobinlerin sarılmış olduğu ITER, büyük bir simidi andırmaktadır. Bobinler süper iletken hale gelinceye kadar soğutulmakta, sonra içlerine muazzam bir enerji pompalanmakta, bu sayede plazmayı simidin içinde tutan bir manyetik alan yaratılmaktadır. Simidin içine bir elektrik akımı verildiği zaman, gazın sıcaklığı olağanüstü düzeylere ulaşmaktadır.

Bilim insanlarının ITER karşısında böylesine heyecanlanmalarının nedeni, ucuz bir elektrik kaynağı yaratma olasılığıydı. Füzyon reaktörlerinin yakıt kaynağı, hidrojen bakımından zengin olan bildiğimiz deniz suyudur. Füzyon, hiç olmazsa kâğıt üzerinde, bize asla bitmeyen ucuz bir enerji kaynağı sağlayabilir.

Öyleyse neden şu anda füzyon reaktörlerimiz yok? Füzyon sürecinin haritasının çıkartıldığı 1950'li yılların ardından, bir gelişme sağlanması için neden bu kadar çok on yıl geçmesi gerekti? Sorun, hidrojen yakıtının tekdüze bir şekilde sıkıştırılmasının inanılmayacak kadar zor olmasında yatmaktadır. Yıldızlarda kütleçekimi hidrojen yakıtını kusursuz bir küre şeklinde sıkıştırır, bu sayede gaz eşit ve temiz bir şekilde ısıtılır.

NIF'ın lazer füzyonunda tabletin yüzeyini ateşleyen eş merkezli lazer ışını demetlerinin mükemmel şekilde tekdüze olması gerekir ve bu tekdüzeliği elde etmek aşırı şekilde zordur. Manyetik hapsetme makinelerinde manyetik alanlar hem kuzey ve hem de güney kutuplara sahiptir; bunun sonucu olarak gazı düzgün bir küre şeklinde sıkıştırmak son derece zordur. Elde edebileceğimiz en iyi sonuç, halka şeklinde bir manyetik alan yaratmaktır. Ancak, gazı sıkıştırmak, bir balonu sıkmaya benzer. Balonun bir tarafını her sıkıştırışınızda içindeki hava başka bir taraftan baloncuk yapacaktır. Balonu bütün yönlerden aynı anda eşit şekilde sıkıştırmak, zor bir girişim olacaktır. Sıcak gaz, genellikle manyetik şişeden dışarı sızar, giderek reaktörün duvarlarına dokunur ve füzyon sürecini durdurur. Hidrojen gazının yaklaşık bir saniyeden uzun süre sıkıştırılmasının zorluğu, buradan kaynaklanmaktadır.

Hâlihazırda kullanılmakta olan fisyon nükleer enerji santrallarının aksine, bir füzyon reaktörü büyük miktarlarda nükleer atık üretmeyecektir. (Her bir geleneksel fisyon santrali yılda yaklaşık olarak 30 ton son derece üst düzey nükleer atık üretir. Buna karşılık, bir füzyon makinesinin üreteceği nükleer atık, genellikle reaktör en sonunda devre dışı bırakıldığı zaman ortaya çıkacak olan radyoaktif çelikten ibaret olacaktır).

Füzyon, dünyanın enerji krizini yakın bir gelecekte kökünden çözmeyecektir; Fizik dalında Nobel Ödülü sahibi Pierre-Gilles de Gennes, "Güneşi bir kutunun içine yerleştireceğimizi söyleyip duruyoruz. Fikir güzel. Sorun şu ki, kutuyu nasıl yapacağımızı bilemiyoruz" demektedir. Fakat eğer her şey yolunda giderse, araştırmacılar gelecek kırk yıl içinde füzyon enerjisine, evimize elektrik sağlayacak enerjinin ticarileşmesine giden yolun ITER tarafından açılabileceği konusunda ümit taşımaktadırlar. Günün birinde füzyon reaktörleri, güneşin gücünü dünya üzerinde güvenli bir şekilde serbest bırakarak enerji sorunumuzun hafiflemesini sağlayabilir.

Fakat, manyetik hapsetmeli füzyon reaktörleri dahi bir Ölüm Yıldızı silahını çalıştırmaya yetecek enerjiyi sağlayamaz. Bunun için tamamen yeni bir tasarıma gereksinimimiz olacaktır.

NÜKLEER ATEŞLEMELİ X IŞINI LAZERLERİ

Bir Ölüm Yıldızı lazer topunu günümüzün bilinen teknolojisini kullanarak bir benzerini gerçekleştirmek için bir olasılık daha vardır, o da bir hidrojen bombasıdır. Nükleer silahların gücünü kontrol eden ve odaklayan bir x ışınlı lazer bataryası, kuramsal olarak bütün bir gezegeni yakıp yıkabilecek bir cihazı çalıştırmaya yetecek kadar güç üretebilir.

Nükleer güç, aynı ağırlıktaki bir kimyasal madde tepkimesine kıyasla yaklaşık 100 milyon kat enerji açığa çıkmasına neden olur. Bir tenis topundan daha büyük olmayan zenginleştirilmiş bir uranyum parçası, kütlesinin yalnızca yüzde 1 kadarı enerjiye dönüşmüş olmasına karşın bütün bir şehri bir alev topuna çevirebilir. Daha önce tartıştığımız gibi, bir lazer ışınına enerji yüklemek için çeşitli yöntemler vardır. Bunların açık farkla en güçlüsü, bir nükleer bombanın açığa çıkarttığı enerjiyi kullanmaktır.

X ışını lazerleri, askeri değerlerinin yanı sıra bilimsel açıdan da muazzam bir değer taşımaktadır. Çok kısa dalga uzunlukları nedeniyle, atomik mesafeleri incelemek ve karmaşık moleküllerin atomik yapısını çözmek için kullanılabilirler, bu da alışılagelmiş yöntemlerle olağanüstü zor bir işlemdir. Atomları hareket halinde ve bir molekülün içinde bulundukları normal konumlarında "görebildiğiniz" takdirde, kimyasal tepkimelerde kocaman ve yepyeni bir pencere açılmaktadır.

Bir hidrojen bombası X ışını bölgesinde muazzam miktarda bir enerji açığa çıkardığı için, X ışını lazerleri nükleer silahlara güç sağlamak amacıyla da kullanılabilir. X ışını lazeri ile en yakından ilişkilendirilebilecek kişi, hidrojen bombasının babası olan fizikçi Edward Teller'dır.

Teller, 1950'li yıllarda ABD Kongresi önünde, Manhattan Projesi'ni yönetmiş olan Robert Oppenheimer'ın politik görüşleri nedeniyle hidrojen bombası üzerinde çalışmalara devam etmesi açısından güvenilir olmadığı yolunda ifade veren fizikçidir. Teller'ın tanıklığı, Oppenheimer'ın gözden düşmesine ve güvenlik belgesinin iptal edilmesine yol açmıştı; önde gelen fizikçilerin çoğu, yaptığı için Teller'ı asla affetmedi.

(Teller ile temasım, lisede okuduğum yıllarda başladı. Antimaddenin özelliklerine dair bir dizi deney yapmış ve San Francisco bilim fuarında büyük ödülün yanı sıra Albuquerqe, New Mexico'daki Ulusal Bilim Fuarı'na bir seyahat kazanmıştım. Gelecek vaat eden genç fizikçilere ilgi duyan Teller ile birlikte yerel televizyona çıktım. Nihayet Teller'ın Harvard'daki üniversite eğitimimin masraflarını karşılayan Hertz Mühendislik Bursu'nu kazandım. Teller'ın Berkeley'deki evine yılda birkaç defa yaptığım ziyaretler sayesinde ailesini oldukça iyi tanıma olanağı buldum).

Teller'ın X ışını lazeri, temel olarak bakır çubuklarla çevrelenmiş küçük bir nükleer bombadır. Nükleer bombanın patlatılması, yoğun X ışınlarından oluşan küresel bir şok dalgası meydana getirir. Enerji yüklü bu ışınlar, daha sonra laze edici malzeme görevi görerek X ışınlarının gücünü yoğun demetler halinde odaklayan bakır çubukların arasından geçer. Bu X ışını demetleri, daha sonra düşmanın savaş başlıklarına yönlendirilebilir. Şüphesiz, böyle bir cihaz yalnızca bir kez kullanılabilir, çünkü nükleer bombanın patlaması X ışını lazerinin kendi kendisini yok etmesine yol açacaktır.

Nükleer enerjili X ışını lazerinin ilk denemesine Cabra testi adı verilmişti ve 1983 yılında yer altındaki bir tünelde gerçekleştirildi. Bir hidrojen bombası patlatılmış ve onun eşevresiz X ışınları eşevreli bir X ışını lazer demeti oluşturacak şekilde odaklanmıştı. Önceleri bu testin başarılı olduğu düşünülmüştü ve gerçekten de 1983 yılında Başkan Ronald Reagan'a tarihi bir konuşma yaparak bir "Yıldız Savaşları" savunma kalkanı inşa etme niyetini duyurmak için ilham vermişti. Böylece, düşman ICBM (Kıtalararası Balistik Füze)'lerini vurmak için nükleer enerjili X ışını lazeri gibi cihazlardan oluşan bir dizge inşa etmek üzere bugün dahi devam eden milyarlarca dolarlık bir çalışma başlatılmıştı. (Sonradan yapılan incelemeler, Cabra testi sırasında ölçüm yapmak için kullanılan algılayıcının hasar gördüğünü ortaya koymuştu, dolayısıyla okunan değerlere güvenilemezdi).

Böylesine tartışmalı bir cihaz, günümüzde ICMB (Kıtalararası Balistik Füze) savaş başlıklarını vurmak için kullanılabilir

mi? Belki. Fakat düşman, bu tür silahların etkisini ortadan kaldırmak için çeşitli basit, ucuz yöntemler kullanabilir (Örneğin düşman, radarı şaşırtmak için milyonlarca ucuz sahte hedef fırlatabilir, X ışınlarını dağıtmak için savaş başlıklarına bir dönüş hareketi verebilir veya X ışınına karşı korumak için kimyasal bir kaplama kullanabilir). Veya düşman, bir Yıldız Savaşları savunma kalkanının içine sızmak için savaş başlıklarını seri şekilde üretebilir.

Yani nükleer enerjili bir X ışını lazeri, günümüzde bir füze savunma sistemi olarak kullanışlı değildir. Fakat, yaklaşan bir asteroide karşı kullanmak veya bir gezegeni bütünüyle ortadan kaldırmak üzere bir Ölüm Yıldızı'nın yaratılması mümkün olabilir mi?

Bir Ölüm Yıldızının Fiziği

Yıldız Savaşları'nda olduğu gibi, bir gezegeni bütünüyle yok edebilecek silahlar yaratılabilir mi? Kuramsal olarak yanıt, 'evet'tir. Bunlar birkaç şekilde yaratılabilir.

İlk olarak, bir hidrojen bombası vasıtasıyla açığa çıkabilecek enerji için hiçbir fiziksel sınır bulunmamaktadır. Bu iş şöyle gerçekleşir. (Bir hidrojen bombasının ayrıntılı planları ABD hükümeti tarafından bugün dahi en üst düzeyde gizli olarak kabul edilmektedir, fakat genel çizgiler gayet iyi bilinmektedir). Bir hidrojen bombası, aslında pek çok aşamada inşa edilir. Bu aşamalar art arda doğru şekilde dizildiği takdirde, hemen hemen istenen her büyüklükte bir nükleer bomba üretilebilir.

İlk aşama, standard fisyon bombasıdır. Hiroşima bombasında olduğu gibi, yoğun bir X ışını çıkışı sağlamak amacıyla Uranyum 235'in gücü kullanılır. Atom bombası patlamasının her şeyi parçalamasından saniyenin çok küçük bir kesri kadar önce, genleşen X ışını küresi patlamayı durdurur ve hemen arkasından (çünkü ışık hızında hareket etmektedir) içinde hidrojen bombasının etkin bileşeni olan lityum döteritin bulunduğu bir kabın üzerine yeniden odaklandırılır. (Bunun tam olarak ne şekilde yapıldığı, hâlâ gizlidir). Lityum döterite çarpan X ışınla-

rı onun çökmesine ve milyonlarca derece sıcaklığa ulaşmasına neden olur ve bu birincisinden çok daha güçlü ikinci bir patlamaya yol açar. Bu hidrojen bombasından çıkan X ışınları, daha sonra ikinci bir lityum döterit parçasının üzerine odaklanarak üçüncü bir patlama yaratır. Bu şekilde, lityum döteriti yan yana dizebilir ve hayal dahi edilemeyecek büyüklükte bir hidrojen bombası yaratabiliriz. Aslına bakılacak olursa şimdiye kadar yapılan en büyük hidrojen bombası 1961 yılında Sovyetler Birliği tarafından patlatılan iki kademeli bir bombaydı ve kuramsal olarak 100 milyon ton TNT (veya Hiroşima bombasının beş bin katı güçlü) bir patlama yaratabilecek kapasitede olmasına karşın, 50 milyon ton TNT gücüne sahipti.

Buna karşın, bütün bir gezegeni patlatmak, tamamen farklı bir güç gerektirir. Bunun için Ölüm Yıldızının uzaya böyle X ışınlarından binlercesini göndermesi ve bunların hepsinin aynı anda patlatılması gerekirdi. (Karşılaştırma yapmak için, soğuk savaş sırasında ABD ve Sovyetler Birliği'nin her birinde otuzar bin nükleer bomba yapıldığını göz önünde bulundurmalısınız). Böylesine muazzam sayıda X ışınının bileşik enerjisi, bir gezegenin yüzeyini yakıp yıkacak güçte olurdu. Dolayısıyla, binlerce yıl gelecekte kurulu bir Galaksi İmparatorluğu'nun böyle bir silah yaratması kesinlikle mümkün olabilirdi.

Çok gelişmiş bir uygarlık için ikinci bir seçenek daha bulunmaktadır: Ölüm yıldızını yaratmak için bir gama ışını patlamasının enerjisini kullanmak. Böyle bir Ölüm Yıldızı, Büyük Patlama'nın hemen altında şiddete sahip olan bir radyasyon açığa çıkartacaktır. Gama ışını patlamaları dış uzayda doğal haliyle bulunurlar, fakat gelişmiş bir uygarlığın bu gücü kontrol altına alabileceğini düşünmek yanlış olmaz. Bir yıldızın çökerek bir hipernovaya dönüşmeden hemen önce dönüşünü kontrol altına almak, gama ışını patlamasının uzayın herhangi bir noktasına odaklanmasına olanak sağlayacaktır.

GAMA IŞINI PATLAMASI

Gama ışını patlamaları aslında ilk olarak 1970'li yıllarda, ABD ordusu "atomflaşlarını" (bir nükleer bombanın yetkisiz olarak patlatılmasının kanıtı) algılamak üzere *Vela* uydusunu fırlatmasından sonra görülmüştür. Fakat *Vela* uydusu, atomflaşlarını algılamak yerine uzayda meydana gelen muazzam bir radyasyonu tespit etmiştir. Bu keşif, başlangıçta Pentagon'da bir paniğe yol açmıştır: Sovyetler, dış uzayda yeni bir nükleer silahın denemelerini mi yapmaktaydı? Daha sonra, bu radyasyon patlamalarının gökyüzünün bütün yönlerinden düzgün şekilde gelmekte olduğu, yani aslında Samanyolu galaksisinin dışından gelmekte olduğuna karar verilmişti. Fakat bunlar eğer galaksi dışından gelmekte iseler, gerçekten astronomik boyutlarda, görülebilir evrenin tamamını aydınlatmaya yetecek şiddette gücü açığa çıkartıyor olmaları gerekirdi.

Sovyetler Birliği 1990 yılında parçalandığı zaman Pentagon muazzam miktarda astronomik verinin üzerindeki gizlilik kaydını kaldırarak gökbilimcileri şaşkına çevirdi. Gökbilimciler birdenbire yeni, gizemli, ders kitaplarının yeni baştan yazılmasını gerektirecek nitelikte bir olayla yüz yüze olduklarının farkına vardılar.

Gama ışını patlamaları yalnızca birkaç saniye ila birkaç dakika arasında sürdüğü için, fark edilmeleri ve incelenmeleri için karmaşık bir algılayıcı sisteminin kullanılması gerekir. İlk olarak, uydular ilk radyasyon patlamasını algılayarak patlamanın tam koordinatlarını Dünyaya gönderir. Bu koordinatlar, daha sonra gama ışını patlamasının tam üzerine kilitlenecek olan optik veya radyo teleskoplara gönderilir.

Çoğu ayrıntının açıklanması hâlâ gerekli olmakla beraber, gama ışını patlamalarının kökenine ilişkin kuramlardan biri, bunların muazzam güçte "hipernovalar" olduğu, kayboldukları zaman yerlerini kocaman kara deliklerin aldığı şeklindedir. Görünüşe göre, gama ışını patlamaları, oluşum halindeki canavar kara deliklerdir.

Fakat kara delikler, tıpkı dönen bir topaç gibi iki radyasyon "püskürtüsü" yapar, biri kuzey kutbundan, diğeri ise güney kutbundan. Uzaktaki bir gama ışını patlamasında görülen radyasyon, belli ki püskürtülerden Dünya'ya dönük olan biridir. Eğer gama ışını patlamasının püskürtüsü Dünya'yı hedefliyor olsaydı ve gama ışını patlaması galaktik çevremizde (Dünya'dan birkaç yüz ışık yılı uzakta) olsaydı, gücü gezegenimizdeki bütün yaşamı yok etmeye yeterli olurdu.

Gama ışını patlamasının X ışını dalgası ilk olarak Dünya üzerindeki bütün elektronik cihazları yok edecek bir elektromanyetik darbe üretirdi. X ışını ve gama ışınları içeren yoğun ışın demeti, ozon tabakasını yok ederek Dünya'nın atmosferine zarar verecek kadar güçlü olurdu. Daha sonra gama ışını püskürtüsü, Dünya yüzeyindeki sıcaklıkları yükseltmeye başlar, sonunda bütün gezegeni sarıp sarmalayacak muazzam yangın fırtınalarına yol açardı. Gama ışını patlaması *Yıldız Savaşları*'nda olduğu gibi bütün gezegeni gerçekten patlatmayabilirdi, fakat kesinlikle bütün yaşamı yok eder, geride kavrulmuş, çıplak bir gezegen bırakırdı.

Bizden yüz binlerce yıl ilerdeki bir uygarlığın böyle bir kara deliği hedef yönünde göndermesinin mümkün olacağı düşünülebilir. Bu, gezegenlerin ve nötron yıldızlarının yörüngelerinin gezegen çökmeden hemen önce doğru yönde saptırılması ile sağlanabilir. Bu saptırma, yıldızın dönme ekseninin belli bir yönlendirmeye yol açacak şekilde değiştirilmesi şeklinde olacaktır. Ölmekte olan bir yıldız, hayal edilebilecek en büyük ışın tabancasına dönüştürülebilir.

Özetle, taşınabilir veya elde tutulabilir ışın tabancaları ve ışın kılıçları yapmak için güçlü lazerlerin kullanılması, I. sınıf bir olanaksızlık olarak kabul edilebilir - yakın gelecekte veya belki de bir yüzyıl içinde gerçekleşebilecek bir şey. Fakat, dönen bir yıldızı bir kara deliğe dönüşmeden önce nişanlamak ve onu bir Ölüm Yıldızı'na dönüştürmek, II. sınıf bir olanaksızlık olarak kabul edilmelidir - fizik yasalarına aykırı olmadığı açık (böyle gama ışını patlamaları mevcuttur), fakat binlerce, milyonlarca yıl ilerdeki gelecekte mümkün olabilecek bir şeydir.

4
Işınlama

İkilemle karşılaşmış olmamız ne kadar harika bir şey. Şimdi ilerleme kaydetmek için biraz ümit taşıyabiliriz.

- NIELS BOHR

Ben fizik yasalarını değiştiremem Kaptan!

- SCOTTY, *UZAY YOLU*'NUN BAŞMÜHENDİSİ

IŞINLAMA veya bir insanı ya da nesneyi bir anda bir yerden başka bir yere gönderme yeteneği, uygarlığın akışını değiştirebilecek ve ülkelerin kaderini etkileyebilecek bir teknolojidir. Savaşmanın kurallarını geriye dönülmez şekilde değiştirebilir: Ordular birliklerini düşman hatlarının gerisine ışınlayabilir veya daha basiti, düşmanın lider kadrosunu kendi yanlarına ışınlayıp onları esir edebilir. Günümüzün ulaşım sistemi -otomobillerden gemilere, trenlerden uçaklara- demode olabilir; kendimizi işyerimize, mallarımızı marketlere basit bir şekilde ışınlayabiliriz. Kendimizi istediğimiz yere ışınlayabileceğimiz için, tatil yolculuklarının zahmeti ortadan kalkar. Işınlama, her şeyi değiştirecektir.

Işınlamadan bahsedildiğini gördüğümüz en eski metinler, ruhların insanları kapıp götürdüğü İncil gibi dini metinlerdir. Yeni Ahit'teki İşler başlıklı bölümden yapılan bu alıntı, Filipus'un Gazze'den Asdot'a ışınlandığını ima edermiş gibi görünmektedir: "Sudan çıktıkları zaman Rabbin Ruhu Filipus'u hemen oradan uzaklaştırdı. Filipus'u bir daha görmeyen hadım

sevinç içinde yoluna devam etti. Filipus ise kendini Aşdot Kenti'nde buldu. Sezariye'ye varıncaya dek bütün kentleri dolaşarak Müjde'yi duyurdu." (İşler 8:36-40)

Işınlama, her sihirbazın çantasında var olan bir numaradır: Bir şapkadan tavşan, kollardan iskambil kâğıtları, birinin kulağının arkasından para çıkartmak gibi. Son zamanlarda gerçekleştirilen daha iddialı sihirbazlık oyunlarından biri, şaşkın bir seyirci kitlesinin gözleri önünde bir fili ortadan kaybetmeyi başarmaktaydı. Bu gösteride tonlarca ağırlıktaki koskoca bir fil, bir kafesin içine yerleştiriliyordu. Sonra fil, sihirbazın bir değnek hareketiyle seyircileri hayretler içinde bırakarak ortadan yok oluyordu. (Elbette fil gerçekten kaybolmamaktaydı. Hile, aynalar kullanılarak gerçekleştiriliyordu. Kafesin her çubuğunun arkasına uzun, ince, düşey aynalar yerleştirilmişti. Bu düşey ayna şeritlerinin her biri, tıpkı bir kapı gibi hareket ettirilebiliyordu. Sihirbazlık numarasının başında bu ayna şeritlerinin hepsi çubukların arkasına ayarlanmıştı, aynalar görünmüyor, fil görünüyordu. Ancak, aynalar seyircilere doğru 45 derece döndürüldüğü zaman fil kaybolmuş, seyirciler de kafesin yanından yansıyan görüntüyü seyretmeye başlamıştı).

Işınlama ve Bilim Kurgu

Işınlama düşüncesinin bilim kurguda karşımıza ilk kez çıkışı, Edward Page Mitchell'in 1877 yılında yayımlanan "Vücudu Olmayan Adam" adlı hikâyesinde görülmektedir. Bu hikâyede bir bilim insanı, bir kedinin atomlarını birbirinden ayırarak telgraf teli üzerinden göndermeyi başarmıştır. Ne yazık ki, bilim insanı kendisini ışınlamaya çalışırken pil bitmiştir. Sadece başı, başarılı şekilde ışınlanmıştır.

Adını Sherlock Holmes romanlarıyla duyurmuş olan Sir Conan Doyle, ışınlama kavramına karşı büyük bir hayranlık duymaktaydı. Yıllar boyunca detektif romanları ve kısa hikâyeler yazdıktan sonra, Sherlock Holmes serisinden yorulmaya başlamış ve en sonunda Profesör Moriarty ile birlikte bir şelaleden

aşağıya atlamasını sağlayarak detektifini öldürmüştür. Ancak, kamuoyunun feryadı o derece güçlü olmuştur ki, Doyle detektifi hayata döndürmek zorunda kalmıştır. Sherlock Holmes'i öldüremeyeceğini anlayan Doyle, bunun yerine Sherlock Holmes'in tam tersi olan Profesör Challenger'in maceralarını anlatan tamamen yeni bir seri yaratmaya karar vermiştir. Her ikisi de kıvrak birer zekâya ve gizemleri çözme yolunda keskin birer göze sahiptir. Ancak, Bay Holmes'in karmaşık olayları çözmek için soğuk, tümdengelimli mantık kullanmasına karşın, Profesör Challenger ruhlar dünyasının karanlık dünyasına ve aralarında ışınlamanın da bulunduğu paranormal (normal ötesi) olaylara yolculuklar yapmaktadır. *The Disintegration Machine* adını taşıyan 1927 tarihli hikâyede profesör, bir insanı atomlarına ayırabilen ve daha sonra başka bir yerde yeniden bir araya getiren bir makine icat eden bir adamla karşılaşmaktadır. Ancak Profesör Challenger, mucidin eğer yanlış ellere düşerse bu icadın bir düğmeye basarak içinde milyonlarca insanın yaşadığı koskoca şehirleri yok edebileceğini söyleyerek övünmesi karşısında dehşete kapılır. Profesör Challenger, daha sonra makineyi kullanarak mucidi atomlarına ayırır ve onu tekrar bir araya getirmeden laboratuvardan ayrılır.

Hollywood, ışınlamayı daha yakın bir geçmişte keşfetmiştir. 1958 yılında çekilen *The Fly* adlı film, ışınlamanın korkunç bir şekilde ters gitmesi durumunda nelerin olabileceğini görsel olarak incelemektedir. Bir bilim insanı kendisini bir odanın bir ucundan diğerine başarılı şekilde ışınlarken, atomları ışınlama kabinine kaza eseri giren bir sineğin atomlarıyla karışır, böylece bilim insanı, garip bir şekilde mutasyona uğrar, yarı insan yarı sinek bir canavara dönüşür. (Film, 1986 yılında başrolde Jeff Goldblum ile tekrar çekilmiştir).

Işınlama, *Uzay Yolu* serisi ile kendine popüler kültürde bir yer buldu. *Uzay Yolu*'nun yaratıcısı Gene Rodenberry, Paramount Stüdyolarının bütçesi uzay gemilerinin kalkışı ve uzak gezegenlere inişi için gereken yüksek maliyetli özel efektlerin kullanılmasına izin vermediği için diziye ışınlamayı getir-

di. *Atılgan*'ın mürettebatını gidecekleri yere basit bir şekilde ışınlamak, daha ucuza mal oluyordu.

Yıllar geçtikçe, bilim insanları tarafından ışınlamanın olası olup olmadığı üzerine sayısız itiraz üretilmiştir. Birini ışınlamak için, canlı bir vücuttaki her bir atomun yerini tam olarak bilmeniz gerekir, bu da muhtemelen Heisenberg belirsizlik ilkesini ihlal edecektir. (Bir elektronun hem kesin yerini ve hem de hızını aynı anda bilemezsiniz ilkesi). Eleştirenler karşısında bir reverans yapan *Uzay Yolu* prodüktörleri, sanki kuantum fiziği yasalarının ışınlayıcıya eklenecek bir cihaz sayesinde yok edilmesi mümkün olabilirmiş gibi, ışınlama odasına "Heisenberg Kompensatörleri" eklemişlerdi. Fakat işlerin gidişine bakılacak olursa, bu Heisenberg Kompensatörlerine duyulan gereksinim biraz zamansız olabilir. İlk eleştirmenler ve bilim insanları yanılıyor olabilirler.

IŞINLAMA VE KUANTUM KURAMI

Newtoncu kurama göre, ışınlama kesinlikle olanaksızdır. Newton yasaları, maddenin minik, sert bilardo toplarından meydana geldiği görüşü üzerine kuruludur. Nesneler itilinceye kadar hareket etmez; nesneler birdenbire ortadan kaybolmaz ve başka bir yerde ortaya çıkmaz.

Fakat kuantum kuramında parçacıklar bunu yapabilir. 250 yıl boyunca hüküm süren Newton yasaları, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger ve çalışma arkadaşlarının 1925 yılında kuantum kuramını geliştirmeleri sonucunda tahttan inmek zorunda kalmışlardı. Fizikçiler, atomların garip özelliklerini incelerken elektronların dalgalar gibi davrandıklarını ve atomun içindeki karman çorman görünümlü hareketler sırasında kuantum sıçramaları yaptıklarını keşfettiler.

Bu kuantum dalgaları ile en yakından ilgili olan kişi, bütün fizik ve kimyanın en önemli denklemlerinden birini, adım taşıyan tanınmış dalga denklemini yazmış olan Viyanalı fizikçi Erwin Schrödinger'dir. Lisansüstü eğitimde onun meşhur denk-

lemini çözmek için bütün bir yarıyıl süren dersler verilmekte, bu denklemin derin sonuçlarını inceleyen kitaplar fizik kütüphanelerinin duvarlarını doldurmaktadır. İlke olarak kimyanın tümü, bu denklemin çözümlerine indirgenebilir.

1905 yılında Einstein ışık dalgalarının parçacık benzeri özelliklere sahip olabileceğini, yani foton adı verilen enerji paketleri olarak tarif edilebileceklerini göstermişti. Fakat 1920 yılına gelindiğinde Schrödinger, bunun tersinin de gerçek olabileceğini, yani parçacıkların tıpkı elektronlar gibi dalga benzeri davranışlar sergileyebileceğini anlamaya başladı. Bu görüş, ilk olarak Fransız fizikçi Louis de Broglie tarafından ortaya atılmış ve ona bu tahmini dolayısıyla Nobel Ödülü kazandırmıştı. (Biz bunu üniversitemizde lisans öğrencilerine gösteririz. Televizyonlarda yakın bir zaman öncesine kadar yaygın bir şekilde bulunmakta olanlara benzer bir katod ışını tüpünün içinde elektronları serbest bırakırız. Elektronlar minicik bir deliğin içinden geçerler, bu nedenle elektronların TV ekranına çarptığı yerde minicik bir nokta görmeyi beklersiniz. Halbuki ekranda gördüğünüz şey, eğer noktanın içinden nokta büyüklüğünde bir parçacık değil de bir dalga geçmiş olsaydı görmeyi bekleyeceğiniz gibi eş merkezli, dalgaya benzeyen halkalardır).

Günün birinde Schrödinger, dersinde bu merak uyandırıcı olayı incelemekteydi. Fizikçi arkadaşı Peter Debye bir soru ile ona meydan okudu: Eğer elektronlar dalgalarla tanımlanıyorsa, dalga denklemleri nedir?

Newton'un matematiği icat etmesinden bu yana fizikçiler dalgaları dalga denklemleri vasıtasıyla tanımlayabilmekteydiler, dolayısıyla Schrödinger, Debye'nin meydan okumasını kabul ederek elektron dalgalarının diferansiyel denklemini yazmaya başladı. Schrödinger o ay tatile çıktı ve geri döndüğü zaman, denklem elindeydi. Maxwell'in daha önce Faraday'ın kuvvet alanlarını alıp içinden Maxwell ışık denklemlerini çıkarttığı gibi, Schrödinger de Broglie'nin madde dalgalarını almış ve elektronlar için Schrödinger denklemlerini ortaya çıkartmıştı.

Bilim tarihçileri, modern fizik ve kimyanın görünümünü sonsuza kadar ve tamamıyla değiştiren tanınmış denklemini

keşfettiği zaman Schrödinger'in tam olarak ne yapmakta olduğunu bulabilmek için epeyce çaba harcamışlardır. Görünüşe göre Schrödinger serbest aşka inanmaktaydı ve seyahatlerinde kendisine sıklıkla eşi ve metresleri eşlik ederdi. Hatta, çok sayıda âşığı için hatıra defterinde ayrıntılı kayıtlar tutmuş, her macerasını geniş bir şekilde şifreyle anlatmıştı. Günümüz tarihçileri, denklemini keşfettiği sırada kız arkadaşlarından biri ile Alplerdeki Villa Herwig'de olduğuna inanmaktadırlar.

Schrödinger, denklemini hidrojen atomu için çözmeye başladığı zaman, daha önceki fizikçiler tarafından hidrojenin dikkatle listelenen enerji düzeylerinin doğru olduğunu görerek hayret etmişti. Daha sonra, atomun Niels Bohr tarafından elektronların çekirdek etrafında döner durumda çizilen (ve modern bilimi simgelemeye çalışırken reklamlarda ve simgelerde bugün dahi kullanılan) eski resminin aslında yanlış olduğunun ayırdına vardı. Bu yörüngelerin yerini, çekirdeği çevreleyen dalgalar almalıydı.

Schrödinger'in çalışmaları, fizik dünyası içinde de şok dalgaları yarattı. Fizikçiler birdenbire atomun içine bakma, elektron kabuklarının meydana getiren dalgaları ayrıntılı şekilde inceleme ve bu enerji düzeyleri için verilere kusursuz şekilde uyan öngörüler elde etme olanağına kavuşmuşlardı.

Fakat, geriye bugün dahi fizik dünyasının aklından çıkmayan bir soru kalmıştı. Eğer elektronu bir dalga ile tanımlamak mümkün ise, o takdirde dalgalanma neydi? Bu soru, dalgaların aslında olasılık dalgaları olduğunu söyleyen fizikçi Max Born tarafından yanıtlanmıştı. Bu dalgalar, size yalnızca belirli bir elektronu herhangi bir zamanda herhangi bir yerde bulabilme olasılığını söylemekteydi. Başka bir deyişle, *elektron bir parçacıktır, fakat bu parçacığı bulabilme olasılığı, Schrödinger'in denklemi sayesinde mümkündür.* Dalga ne kadar büyükse, parçacığı o noktada bulma olasılığı da o kadar büyüktür.

Bu gelişmeler, evvelce bize kesin öngörüler ve kuyruklu yıldızlardan top güllelerine kadar çeşitli parçacıklar için ayrıntılı yörüngeler veren fiziği şans ve olasılık ile tanıştırmaktaydı.

Bu belirsizlik, sonunda Heisenberg'in belirsizlik ilkesini, yani bir elektronun hem konumunu ve hem de tam hızını bilemeyeceğiniz kavramını önermesi ile bir sisteme bağlandı. Belli bir zaman süresi içinde ölçülebilecek enerjisini de tam olarak bilemezdiniz. Sağduyunun bütün temel yasaları, kuantum düzeyinde ihlal ediliyordu: Elektronlar ortadan kaybolabilir ve başka bir yerde ortaya çıkabilir ve elektronlar aynı anda pek çok yerde olabilir.

(Şu işe bakın ki, 1905 yılında devrimin başlamasına yol açan, kuantum kuramının isim babası Einstein ve bize dalga denklemini veren Schrödinger, şans faktörünün temel fiziğin içine girmesinden dehşete kapılmışlardı. Einstein, "Kuantum mekaniği büyük bir saygıyı hak ediyor. Fakat içimden gelen bir ses, bana bunun aradığımız şey olmadığını söylüyor. Bu kuram insana pek çok şey veriyor, fakat bizi yaşlı adamın sırrına yaklaştırdığını söyleyemeyiz. En azından benim düşünceme göre, ben Tanrı'nın zar atmadığına inanıyorum" diye yazmıştı).

Heisenberg'in kuramı devrim niteliğindeydi ve tartışmaya açıktı, fakat işe yarıyordu. Fizikçiler, akılları karıştıran ve aralarında kimya yasalarının da bulunduğu pek çok olayı tek bir hamlede açıklayabilmekteydiler. Kuantum kuramının ne kadar garip olduğunu göstererek doktora öğrencilerimi etkilemek amacıyla, onlardan kendi atomlarının birdenbire ortadan kaybolarak bir tuğla duvarın öbür tarafında ortaya çıkmaları olasılığını hesaplamalarını isterim. Böyle bir ışınlama olayı Newton fiziği altında olanaksız olsa da, kuantum fiziği buna izin vermektedir. Bununla beraber yanıt, bu olayın gerçekleşmesi için evrenin yaşam süresinden daha uzun bir süre beklenmesi gerektiği şeklindedir. (Eğer kendi vücudunuzun Schrödinger dalgasının grafiğini çıkartmak için bir bilgisayar kullanacak olursanız, grafiğin vücudunuzdaki bütün özellikleri gayet iyi temsil ettiğini görürsünüz. Yalnızca grafik biraz bulanıktır, dalgalarınızdan bazıları bütün yönlere sızmaktadır. Bazı dalgalarınız, uzaktaki yıldızlara kadar dahi uzanır. Dolayısıyla, günün birinde çok uzaklardaki bir gezegende uyanma olasılığınız minicik de olsa, vardır).

Elektronların görünüşte aynı anda pek çok yerde birden olması, kimyanın temelini oluşturmaktadır. Elektronların bir çekirdek etrafında tıpkı minyatür bir güneş sistemi gibi döndüğünü biliyoruz. Ancak, atomlar ve güneş sistemleri epeyce farklıdır; eğer dış uzayda iki güneş sistemi birbiriyle çarpışacak olursa, güneş sistemleri parçalanır ve gezegenler derin uzaya fırlatılır. Buna karşın, atomlar birbiriyle çarpıştıkları zaman genellikle kusursuz şekilde kararlı olan, birbirleriyle elektronlar paylaşan moleküller meydana getirirler. Lise kimya sınıfında öğretmen bunu genellikle iki atomu birbirine bağlayan, futbol topuna benzeyen "deforme" olmuş bir atom ile temsil eder.

Fakat, kimya öğretmenlerinin öğrencilerine nadiren söyledikleri şey, bu elektronun iki atom arasında "deforme" olmadığıdır. Bu "futbol topu", aslında elektronun futbol topu içinde aynı anda birden çok yerde olma olasılığını temsil etmektedir. Başka bir deyişle, vücutlarımızın içindeki molekülleri açıklayan kimyanın tamamı, elektronların aynı anda birçok yerde olabileceği fikrine dayanmaktadır ve vücudumuzun moleküllerini bir arada tutan şey, iki atom arasındaki bu elektron paylaşımıdır. *Kuantum kuramı olmaksızın moleküllerimiz ve atomlarımız derhal dağılırdı.*

Kuantum kuramının bu garip fakat köklü özelliği (en garip olayların dahi meydana gelebileceği konusunda ölçülebilir bir olasılık var olduğu), Douglas Adams tarafından *Otostopçunun Galaksi Rehberi* adlı eğlendirici romanda kullanılmıştır. Galaksi içinde dolaşabilmek için uygun bir yönteme ihtiyacı vardı, dolayısıyla Sonsuz Olanaksızlık Makinesi'ni, "yıldızlar arasındaki muazzam mesafeleri hiper uzay içindeki şu usandırıcı başıboş dolaşmalar olmaksızın bir saniyenin yalnızca hiçte biri kadar bir sürede geçmek için yeni ve harika bir yol'u" icat etmişti. Onun makinesi, herhangi bir kuantum olayının olasılığını istediğiniz şekilde değiştirmenize olanak sağlıyordu. Öyle ki, epeyce olanaksız olaylar dahi sıradan şeyler haline gelebiliyordu. Yani, en yakındaki yıldız sistemine gitmek istediğiniz takdirde, yapmanız gereken şey yalnızca o yıldızda ortaya çıkma olasılığınızı değiştirmekti, ve işte! Derhal oraya ışınlanacaktınız.

Gerçek yaşamda ise, atomun içinde o kadar sık karşılaşılan kuantum "sıçrayışlarını" trilyonlarca atomdan meydana gelen insanlar gibi büyük nesneler için genelleştirmek, o kadar kolay değildir. Vücudumuzdaki elektronlar çekirdeğin etrafındaki muhteşem yolculukları sırasında dans edip zıplıyor olsalar dahi sayıları o kadar fazladır ki, hareketleri birleşerek bir ortalama meydana getirir. Kabaca konuşacak olursak bu, bizim düzeyimizde malzemelerin katı ve kalıcı olarak görünmesinin nedenidir.

Dolayısıyla, atom düzeyinde ışınlamaya izin verilmesine karşın, bu garip etkilere makroskobik bir ölçekte şahit olmak isteyenlerin evrenin yaşam süresinden daha uzun bir süre beklemeleri gerekecektir. Fakat, tıpkı bilim kurgu hikâyelerinde olduğu gibi, bir şeyleri istendiği zaman ışınlayacak bir makine yaratmak için kuantum kuramının yasaları kullanılabilir mi? Şaşırtıcı gelebilir, fakat cevap evettir.

EPR Deneyi

Kuantum ışınlamasının sırrı, işe bakın ki (adını üç yazarın adlarından alan) EPR deneyinin fiziğe olasılığın sokulmasına kesin bir şekilde son vermesi gerektiğini öne süren Albert Einstein ve çalışma arkadaşları Boris Podolsky ile Nathan Rosen tarafından yayımlanan 1935 tarihli tanınmış bir makalede bulunmaktadır. (Kuantum kuramının tartışılmaz deneysel başarılarından şikâyet eden Einstein, "kuantum kuramı ne kadar başarılı olursa, o kadar saçma sapan görünüyor" diye yazmıştı).

Eğer iki elektron başlangıçta uyum içerisinde titreşmekte (eş evrelilik adı verilen bir durum) ise, büyük bir mesafe ile birbirlerinden ayrılsalar dahi dalgaya benzeyen bir eş zamanlılık halinde kalmayı sürdürebilirler. İki elektron, birbirlerinden ışık yılları kadar uzak olsalar dahi, onları bir göbek kordonu gibi birbirlerine bağlayan görünmez bir Schrödinger dalgası mevcuttur. Eğer elektronlardan birinin başına bir iş gelecek olursa, bu bilginin bir bölümü derhal diğer elektrona aktarılır. Bu, eş evreli ola-

rak titreşen parçacıkların onları birbirine bağlayan derin bir tür bağlantıya sahip olmaları kavramıdır ve "kuantum dolanıklığı" olarak adlandırılır.

Uyum içerisinde titreşen iki eş evreli elektronla işe başlayalım. Sonra, her ikisini ters yönlerde gönderelim. Elektronların her biri, dönen bir topaç gibidir. Her elektronun dönüşü, yukarıya veya aşağıya doğru olabilir. Sistemin toplam dönüşünün sıfır olduğunu varsayalım, böylece elektronlardan birinin dönüşü yukarıya doğru ise, diğerininkinin aşağıya doğru olduğunu kendiliğinden bilirsiniz. Kuantum kuramı uyarınca, bir ölçüm yapmadan önce elektron ne aşağıya, ne de yukarıya dönmemektedir, fakat hem aşağıya, hem de yukarıya doğru döndüğü bir alt durumda bulunmaktadır. (Bir gözlem yaptığınız anda dalga fonksiyonu "çöker" ve parçacığı tanımlı bir durumda bırakır).

Sonra, bir elektronun dönüşünü ölçün. Diyelim ki yukarıya doğru dönüyor olsun. O zaman derhal bilirsiniz ki, diğer elektronun dönüşü aşağıya doğrudur. Elektronlar birbirinden pek çok ışık yılı kadar ayrı olsalar dahi, birinci elektronun dönüşünü ölçtüğünüz anda ikinci elektronun dönüşünü bilirsiniz. Aslına bakılacak olursa, *bunu ışık hızından daha hızlı bir şekilde bilirsiniz.* Bu iki elektron birbirlerine "dolanık" olduğu, yani dalga fonksiyonları uyum içerisinde işlemekte olduğu için, dalga fonksiyonları görünmeyen bir "iplik" veya göbek kordonu vasıtasıyla birbirine bağlıdır. Birine olan herhangi bir şey, diğeri üzerinde kendiliğinden bir etki yaratır. (Bir bakıma bu, bize olan her şeyin evrenin uzak köşelerindeki şeyleri derhal etkilediği anlamına gelmektedir, çünkü dalga fonksiyonlarımız muhtemelen zamanın başlangıcında birbirine dolanık hale gelmiştir. Bir bakıma, biz dahil evrenin uzak köşelerini birbirine bağlayan bir dolaşıklık ağı bulunmaktadır). Einstein, alaycı bir biçimde buna "tekinsiz uzaktan etki" adını vermişti ve ona bakılırsa bu olay ona kuantum kuramının yanlış olduğunu "kanıtlama" olanağı sağlamaktaydı, çünkü hiçbir şey ışıktan daha hızlı yol alamazdı.

Einstein, başlangıçta EPR deneyini kuantum kuramının ölüm fermanı olarak tasarlamıştı. Fakat, 1980'lerde Alan Aspect ve çalışma arkadaşları Fransa'da birbirinden 15 metre uzaklıkta iki

algılayıcı kullanarak bu deneyi yaptılar ve kalsiyum atomlarından çıkan elektronların dönüşlerini ölçerek sonuçların kuantum kuramıyla tam olarak uyuştuğunu buldular. Görünüşe göre Tanrı, evrenle zar atışıyordu.

Bilgi, gerçekten ışıktan hızlı mı hareket ediyordu? Einstein, ışık hızının evrendeki hız sınırı olduğu konusunda yanılmış mıydı? Pek sayılmaz. Bilgi ışıktan hızlı hareket ediyordu, fakat bilgi rastgeleydi, dolayısıyla işe yaramazdı. Gerçek bir mesajı veya Mors kodunu bilgi ışıktan hızlı hareket ediyor olsa dahi EPR deneyi vasıtası ile gönderemezsiniz.

Evrenin öbür tarafındaki bir elektronun aşağıya doğru döndüğünü bilmek, yararsız bilgidir. Günümüzün borsa bilgilerini bu yöntemle gönderemezsiniz. Örneğin, bir arkadaşınız rastgele sırayla, fakat sürekli olarak bir kırmızı, bir yeşil çorap giyiyor olsun. Diyelim ki ayaklarından birini kontrol ettiniz ve üzerinde kırmızı bir çorap olduğunu gördünüz. O zaman, diğer çorabın yeşil olduğunu ışıktan hızlı bir şekilde bilirsiniz. Bilgi gerçekten ışıktan hızlı hareket etmiştir, fakat bu bilgi bir işe yaramaz. Rastgele olmayan bilgiler içeren hiçbir sinyal, bu yöntemle gönderilemez.

Yıllar boyu, EPR deneyi kuantum kuramının kendisini eleştirenlere karşı kazandığı gürültülü zaferin bir örneği olarak kullanıldı, fakat bu, uygulamada hiçbir yararı olmayan, boş bir zaferdi. Şimdiye kadar.

KUANTUM IŞINLAMA

1993 yılında IBM'den Charles Bennett'in öncülüğündeki bilim insanları EPR deneyini kullanarak hiç olmazsa atom düzeyindeki cisimleri ışınlamanın fiziksel olarak mümkün olduğunu gösterince, her şey değişti. (Daha doğrusu, onlar bir parçacığın içindeki bütün bilgiyi ışınlayabileceğinizi göstermişlerdi). O zamandan bu yana, fizikçiler fotonları ve hatta bütünüyle sezyum atomlarını ışınlamayı başardılar. Birkaç on yıl içerisinde bilim insanları ilk DNA molekülünü ve virüsü ışınlamayı başarabilir.

Kuantum ışınlama, EPR deneyinin görece garip özelliklerinden birini kullanır. Bilim insanları, bu ışınlama deneylerine iki atomla başlarlar: A ve C. Diyelim ki bilgiyi A atomundan C atomuna ışınlamak istiyoruz. İşe C atomu ile dolanıklık sahibi olarak başlayan üçüncü bir B atomu alırız, böylece B ve C, eş evreli olur. Şimdi, A atomu B atomuna temas eder. A, B'yi tarar, böylece A atomunun bilgi içeriği, B atomuna aktarılır. Bu süreçte A ve B dolanıklık kazanırlar. Fakat B ve C başlangıçta dolanıklık sahibi olduğu için, A'daki bilgi şimdi C atomuna aktarılmıştır. Sonuç olarak, A atomu C atomuna ışınlanmıştır, yani A'nın bilgi içeriği şimdi C ile aynıdır.

A atomunun içindeki bilginin yok olduğuna dikkat edin (böylece, ışınlamanın ardından elimizde iki kopya kalmaz). Bu, kuramsal olarak ışınlanan herhangi bir şeyin o işlem sırasında öleceği anlamına gelir. Fakat vücuduna ait bilgi içeriği, başka bir yerde ortaya çıkacaktır. Ayrıca, A atomunun yer değiştirerek C atomunun yerine geçmediğine dikkat edin. Tersine, A'nın içindeki bilgi (yani dönüşü ve kutuplanması), C'ye ışınlanmıştır. (Bu, A atomunun önce parçalanıp sonra başka bir yere gittiği anlamına gelmez. Bunun anlamı, A atomunun içindeki bilginin bir başka atoma, C atomuna taşınmış olduğudur).

Bu büyük buluşun ilk kez açıklanmasından bu yana, değişik gruplar birbiriyle yarışa girdikleri için yırtıcı bir rekabet ve ilerlemeler yaşanmıştır. Morötesi ışık fotonları ışınlanarak yapılan ilk kuantum ışınlama gösterisi, 1997 yılında Innsbruck Üniversitesi'nde yapılmıştır. Bunun ardından CalTech'deki araştırmacıların fotonlar üzerinde yaptığı daha da hassas bir deney gelmiştir.

2004 yılında Viyana Üniversitesi'ndeki fizikçiler, ışık parçacıklarını fiber optik kablo kullanarak Tuna Nehri altından 600 metre öteye taşıyarak bir rekor kırdılar. (Kablonun kendisi 800 metre uzunluktaydı ve Tuna Nehri altındaki kanalizasyon şebekesinin içinden döşenmişti. Gönderici nehrin bir yanında, alıcı ise öbür yanındaydı).

Bu deneylere yöneltilen eleştirilerden birisi, ışık fotonları kullanılarak yapılmış olmalarına yönelikti. Bu, bilim kurgu malzemesi olarak kabul edilemez. Dolayısıyla, 2004 yılında kuantum

ışınlamanın ışık fotonları kullanılarak değil de gerçek atomlar kullanılarak gösterilmiş olması ve bizi gerçekçi bir ışınlama cihazına bir adım daha yaklaştırması, önemliydi. Washington D.C.'deki Ulusal Standardlar ve Teknoloji Enstitüsü'nün fizikçileri, üç berilyum atomunu birbirleri ile başarılı bir şekilde dolanık hale getirmiş ve bir atomun özelliklerini diğerine aktarmışlardır. Bu başarı öylesine önemliydi ki, kendisine *Nature* dergisinin kapağında yer bulmuştu. Başka bir grup ise, kalsiyum atomlarını ışınlamayı başarmıştı.

2006 yılında, bu defa makroskobik bir nesne ile ilgili olarak, göz kamaştırıcı başka bir ilerleme daha kaydedildi. Kopenhag'daki Niels Bohr Enstitüsü'nden ve Almanya'daki Max Planck Enstitüsü'nden fizikçiler, trilyonlarca atomu kapsayan bir işi başararak bir ışık demetini sezyum atomlarından oluşan bir gaz ile dolanık hale getirdiler. Sonra, lazer darbelerinin içine bilgi kodladılar ve bu bilgiyi yarım metre kadar uzakta bulunan sezyum atomlarına ışınlamayı başardılar. Araştırmacılardan birisi olan Eugene Polzik'in söylediğine göre "tarihte ilk defa, ışık -bilgi taşıyıcı- ile atomlar arasında kuantum ışınlaması sağlanmıştır".

DOLANIKLANMASIZ IŞINLAMA

Işınlama alanındaki gelişmeler büyük bir hızla artarak sürmektedir. 2007 yılında yeni bir buluş daha yapıldı. Fizikçiler, dolanıklık gerektirmeyen yeni bir ışınlama yöntemi önerdi. Dolanıklığın, kuantum ışınlamanın tek başına en zor özelliği olduğu hatırlanacaktır. Bu sorunun çözümlenmesi, ışınlama alanında yeni bir perspektif oluşmasını sağlayacaktır.

Brisbane, Avustralya'da bulunan Avustralya Araştırma Konseyi Kuantum Atom Optiği için Mükemmellik Merkezi'nden ışınlama için yeni bir yöntem bulunmasında öncülük etmiş olan fizikçi Aston Bradley, "Bir yerde ortadan kaybolup başka bir yerde ortaya çıkan yaklaşık 5.000 parçacıktan meydana gelen bir ışın demetinden bahsediyoruz" demektedir.

Bradley, "Tasarımızın özde orijinal kurgusal kavrama daha yakın olduğunu hissediyoruz" demektedir. O ve arkadaşları, yaklaşımlarında rubidyum atomlarından meydana gelen bir ışını almışlar, onun üzerindeki bütün bilgileri bir ışık demetine dönüştürmüşler, bu ışık demetini bir fiber optik kablodan göndermiş ve sonra uzak bir yerde orijinal atom ışınını tekrar oluşturmuşlardır. Eğer onun savı doğru çıkarsa, bu yöntem ışınlamanın önündeki bir numaralı engeli ortadan kaldıracak ve giderek artan büyüklükteki nesnelerin ışınlanmasında tümüyle yeni yollar açılmasına olanak sağlayacaktır.

Dr. Bradley, bu yeni yöntemi kuantum ışınlamadan ayırt etmek için kendi yöntemini "klasik ışınlama" olarak adlandırmıştır. (Bu biraz yanıltıcıdır, çünkü onun metodu ağırlıklı olarak dolanıklaşmaya değil, kuantum kuramına dayanmaktadır).

Bu yeni tür ışınlamanın anahtarı, maddenin yeni bir durumu olan ve bütün evrendeki en soğuk maddelerden biri olan "Bose Einstein yoğuşuğu - Bose Einstein condensate" veya BEC adı verilen yeni bir durumudur. Doğadaki en soğuk sıcaklık dış uzayda bulunur; mutlak sıfırın 3°K üstündedir. (Bunun nedeni, Büyük Patlama'dan kalan ve evreni hâlâ doldurmakta olan sıcaklık kalıntısıdır). Fakat bir BEC, yalnızca laboratuvarda bulunabilecek bir sıcaklıkta, mutlak sıfırın *milyarda biri ila milyonda biri* kadar üstünde olan bir sıcaklıktır.

Maddenin belirli şekilleri mutlak sıfır yakınlarına kadar soğutulduğu zaman, bütün atomları en düşük enerji durumuna iner, öyle ki bütün atomlar eşevreli hale gelerek ahenk içerisinde titreşmeye başlar. Bütün atomların dalga fonksiyonları üst üste çakışır, BEC bir bakıma bütün atomları uyum içinde titreşen dev bir "süper atom"a benzemeye başlar. Maddenin bu garip durumu Einstein ve Satyendranath Bose tarafından 1925 yılında öngörülmüşse de, BEC'in MIT'de ve Colorado Üniversitesi'nde laboratuvarda yaratılması ancak yetmiş yıl sonra, 1995 yılında gerçekleşebilmişti.

Bradley ve arkadaşlarının ışınlama cihazı şöyle çalışmaktadır. İşe BEC durumunda süper soğuk rubidyum atomlarından oluşan bir toplulukla başlanır. Sonra, BEC'e bir madde ışını (bu

da rubidyum atomlarından oluşmaktadır) uygularlar. Işının içindeki bu atomlar da en düşük enerji durumuna yuvarlanmak isterler, bu nedenle üzerlerindeki fazla enerjiyi bir ışık darbesi şeklinde dışarı atarlar. Daha sonra bu ışık demeti, bir fiber optik kablo vasıtası ile gönderilir. Işık ışınının orijinal madde ışınını tanımlamak için gerekli olan kuantum bilgilerinin tümünü (örn. bütün atomlarının konumu ve hızı) kapsaması, dikkat çekicidir. Sonra, ışık ışını başka bir BEC'e çarpar, o da ışık ışınını orijinal madde ışınına dönüştürür.

Atomların dolanıklaşmasını gerektirmediği için, bu yeni ışınlama yöntemi muazzam bir umut vermektedir. Ancak, bu yöntemin de kendisine has sorunları bulunmaktadır. Laboratuvarda yaratılması zahmetli olan BEC'lerin özelliklerine son derece fazla bağımlıdır. Ayrıca, BEC'lerin özellikleri epeyce gariptir, çünkü sanki tek bir dev atommuşlar gibi davranırlar. İlke olarak, yalnızca atom düzeyinde görmekte olduğumuz garip kuantum etkileri, bir BEC'de çıplak gözle görülebilir. Bir zamanlar bunun olanaksız olduğu düşünülürdü.

BEC'lerin akla ilk gelen uygulaması, "atom lazerleri" yaratmak için kullanılabilecekleridir. Bilindiği gibi lazerler, hep birlikte titreşen eşevreli foton ışınlarından oluşmaktadır. Fakat bir BEC, uyum içerisinde titreşen bir atom topluluğudur, bu nedenle tam anlamıyla eşevreli olan BEC atomlarından meydana gelen ışınlar yaratmak mümkündür. Başka bir deyişle bir BEC, lazerin bir benzerini, BEC atomlarından meydana gelen bir atomik lazeri veya madde lazerini yaratabilir. Lazerler, ticaret yaşamında muazzam bir kullanım alanına sahiptir ve atomik lazerler de ticaret alanında son derece yaygın ve çeşitli uygulama alanları bulabilir. Bununla beraber, BEC'ler yalnızca mutlak sıfırın hemen üstünde dolaşan sıcaklıklarda var olabildikleri için, bu alandaki gelişmeler sürekli olsa da yavaş ilerleyen bir tempoda karşımıza çıkacaktır.

Kaydettiğimiz ilerlemeyi dikkate alarak, kendimizi ışınlamayı ne zaman başarabiliriz? Fizikçiler, karmaşık molekülleri ışınlamayı önümüzdeki yıllarda başarabileceklerini ümit etmektedir. Bunun ardından, birkaç on yıl içerisinde belki bir DNA

molekülü veya belki de bir virüsün ışınlanması mümkün olabilir. İlkesel olarak bakıldığı zaman, gerçek bir insanın tıpkı bilim kurgu filmlerinde olduğu gibi ışınlanmasını engelleyecek hiçbir neden bulunmamaktadır, fakat böyle bir başarının karşısında duran teknik zorluklar, gerçekten insanı sersemletici boyutlardadır. Yalnızca minicik ışık fotonları ile atomlar arasında eşevrelilik yaratmak için dahi dünyanın en gelişmiş fizik laboratuvarlarına gereksinim duyulmaktadır. Bir insan gibi gerçekten makroskobik nesneleri kapsayan kuantum eşevreliliği yaratmak ise, uzun bir gelecek için söz konusu dahi değildir. Aslına bakılacak olursa, günlük nesnelerin ışınlanması, eğer mümkün olsa dahi, pek çok yüzyıl gerektirecekmiş gibi görünmektedir.

KUANTUM BİLGİSAYARLAR

Sonuç olarak, kuantum ışınlamanın kaderi kuantum bilgisayarların geliştirilmesi ile çok yakından ilişkilidir. Her ikisi de aynı kuantum fiziğini ve aynı teknolojiyi kullanmaktadır, böylece bu iki alan arasında yoğun bir çapraz tozlaşma mevcuttur. Kuantum bilgisayarlar, masamızın üstünde duran alışılagelmiş bilgisayarların yerini günün birinde alabilir. Aslına bakılacak olursa, dünya ekonomisinin geleceği günün birinde bu tür bilgisayarların varlığına bağlı olabilir, bu yüzden bu teknolojilere karşı muazzam bir ticari ilgi mevcuttur. Kuantum bilişimden kaynaklanan yeni teknolojiler, Silikon Vadisi'ni günün birinde eski teknolojilerin sergilendiği bir müzeye dönüştürebilir.

Bildiğimiz bilgisayarlar, "bit" olarak adlandırılan ve 0'larla 1'lerden oluşan ikili sistemi kullanarak hesap yaparlar. Buna karşın, kuantum bilgisayarlar çok daha güçlüdür. Bunlar, 0 ile 1 arasındaki değerleri alabilen kübit'leri kullanırlar. Bir manyetik alan içine yerleştirilmiş bir atom düşünün. Bir topaç gibi dönmektedir, yani dönme ekseni yukarıya veya aşağıya doğru olabilir. Aklıselimin bize söylediğine göre, atomun dönüşü yukarıya veya aşağıya doğru olabilir, fakat aynı anda her iki yöne doğru olamaz. Buna karşın kuantumun garip dünyasında atom,

iki durumun, yani yukarıya doğru dönen bir atom ile aşağıya doğru dönen bir atomun toplamı olarak tanımlanmaktadır. Kuantum cehenneminde her nesne, olası bütün durumların toplamı olarak tanımlanır. (Eğer kediler gibi büyük nesneler kuantumun bu tarzına uygun şekilde ifade edilecek olursa, bunun anlamı canlı bir kedinin dalga fonksiyonunu ölü bir kedininkine eklemeniz gerektiği anlamına gelir, yani kedi ne ölüdür, ne de canlı. Bunu Bölüm 13 içinde daha ayrıntılı şekilde tartışacağız).

Şimdi, bir manyetik alan içine sıralanmış ve hepsi de aynı yönde dönen bir dizi atom hayal edelim. Eğer bu atom dizisinin üzerine bir lazer ışını düşerse, bu ışın bu atomlar topluluğundan yansıyacak ve bu arada atomlardan bazılarının dönüş yönünü tersine çevirecektir. Giden ve dönen lazer ışınlarının arasındaki farkı ölçerek, pek çok döngünün tersine dönüşünü kapsayan, karmaşık bir kuantum "hesaplaması" yapmış oluruz.

Kuantum bilgisayarlar hâlâ emekleme dönemini yaşamaktadırlar. Kuantum hesaplaması için dünya rekoru 3 x 5 = 15 olup, bunun günümüzdeki süper bilgisayarların ayağını kaydıracağını söylemek pek mümkün değildir. Kuantum ışınlama ve kuantum bilgisayarlar aynı ölümcül zayıflığı paylaşmaktadır: Büyükçe atom toplulukları için eşevreliliğin korunması. Eğer bu sorun çözümlenebilirse, bu her iki alan için de muazzam bir ilerleme anlamına gelecektir.

CIA ve diğer gizli örgütler, kuantum bilgisayarlara yoğun bir ilgi duymaktadır. Dünyadaki şifrelerin çoğu, çok büyük bir tamsayıdan meydana gelen bir "anahtar"a ve kişinin bunu asal sayılara indirgeyebilme yeteneğine bağımlıdır. Eğer anahtar, her biri yüz haneli iki sayının çarpımıysa, sayısal bir bilgisayarın sıfırdan başlayarak bu iki çarpanı bulması için yüz yıldan fazla zaman gerekebilir. Böyle bir şifrenin kırılması günümüzde hemen hemen mümkün değildir.

Fakat, Bell Laboratuvarları'ndan Peter Shor, 1994 yılında büyük sayıları çarpanlarına ayırmanın kuantum bilgisayarlar için çocuk oyunu olabileceğini göstermiştir. Bu keşif, istihbarat toplumunun ilgisini derhal en üst düzeye çıkartmıştır. İlkesel olarak bir kuantum bilgisayar dünyada mevcut bütün şifreleri

kırabilecek, günümüzün bilgisayar güvenliğini tam bir kargaşa içine atabilecektir. Böyle bir sistem kurmayı başarabilecek ilk ülke, diğer ülkelerin ve örgütlerinin derin sırlarını çözme olanağına kavuşacaktır.

Bazı bilim insanları, gelecekte dünya ekonomisinin kuantum bilgisayarlara bağımlı olabileceğini öne sürmüşlerdir. Silikon esaslı sayısal bilgisayarların 2020 yılından sonra hesaplama gücünün artışı bakımından fiziksel sınırlarına ulaşması beklenmektedir. Eğer teknolojinin ilerlemesi devam edecekse, yeni ve daha gelişmiş bir bilgisayar ailesine gereksinim duyulabilir. Ayrıca bazı bilim insanları, insan beyninin gücünü kuantum bilgisayarlar vasıtası ile taklit etme olasılığı üzerinde araştırmalar da yapmaktadır.

Dolayısıyla bu iş, son derece ciddi bir hal almıştır. Eğer eşevrelilik sorununu çözecek olursak, yalnızca ışınlama gibi zorlu bir işi çözme olanağı bulmakla kalmayız; aynı zamanda, kuantum bilgisayarlar sayesinde teknolojiyi akla gelen her yönde ilerletme yeteneğini de kazanabiliriz. Bu, öylesine önemli bir buluş olacaktır ki, bu konuya önümüzdeki bölümlerde tekrar ele alacağım.

Daha önce işaret etmiş olduğum gibi, eşevreliliğin laboratuvarda sürdürülmesi olağanüstü düzeyde zordur. En küçük bir titreşim dahi iki atomun eşevreliliğini bozarak hesaplamayı mahvedebilir. Günümüzde bir avuç atomdan daha büyük bir kütlede eşevreliliği sürdürmek çok zordur. Başlangıçta eşevreli olan atomlar, nanosaniyeler içinde, ya da en iyi olasılıkla bir saniye içerisinde eşevreliliği kaybetmeye başlarlar. Işınlamanın çok hızlı bir şekilde, atomlar eşevreliliği kaybetmeden önce yapılması gerekir ki, bu da kuantum hesaplama ve ışınlama konusunda yeni bir kısıtlama anlamına gelmektedir.

Bütün bu zorluklara karşın, Oxford Üniversitesi'nden David Deutsch bu sorunların üstesinden gelinebileceğine inanmaktadır: "Biraz şans ve biraz da son zamanlardaki teknolojik ilerlemelerin yardımıyla [bir kuantum bilgisayar] 50 yıldan çok daha kısa bir sürede yapılabilir... Bu, doğayı dizginlemenin tamamen yeni bir yolu olacaktır".

Kullanılabilir bir kuantum bilgisayar yapabilmek için, hepsi birbiriyle uyum içinde titreşen yüzlerce, milyonlarca atoma sahip olmamız gerekir, bu da bugünkü yeteneklerimizin çok ötesindedir. Kaptan Kirk'i ışınlamak, astronomik boyutlarda bir zorluk anlamına gelmektedir. Kaptan Kirk'in bir ikiziyle bir kuantum dolamklığı yaratmamız gerekir. Nanoteknolojiye ve gelişmiş bilgisayarlara sahip olsak dahi, bunun nasıl sağlanabileceğini görmek kolay değildir.

Dolayısıyla, ışınlama atom düzeyinde vardır ve bundan birkaç on yıl sonra karmaşık ve hatta organik molekülleri ışınlamayı başarabiliriz. Ancak, makroskobik nesnelerin ışınlanması, eğer mümkün olsa dahi, bunun ardından on yıllar, hatta yüzyıllar veya daha fazla zaman geçmesini gerektirecektir. Yani karmaşık moleküllerin, hatta belki bir virüsün veya canlı bir hücrenin ışınlanması, bu yüzyıl içinde sağlanabilecek bir gelişme, I. sınıf bir olanaksızlık sınıfına girmektedir. Buna karşın bir insanı ışınlamak, mümkün olabildiğini kabul edersek fizik yasaları olanak tanımakla birlikte bundan yüzlerce yıl sonra gerçekleşebilir. Bu nedenle, böyle bir ışınlamayı II. sınıf bir olanaksızlık olarak tanımlıyorum.

5
Telepati

Eğer gün boyunca garip bir şey bulmamışsanız,
pek de dikkate değer bir gün olmamış demektir.
- JOHN WHEELER

Yalnızca mantıksız olanı yapmaya kalkışanlar
olanaksız olana ulaşırlar.
- M. C. ESCHER

A. E. VAN VOGT'un romanı *Slan*, telepatinin gücü konusundaki muazzam potansiyeli ve bu güce ilişkin en karanlık korkularımızı yakalamayı başarmaktadır.

Romanın kahramanı, Jommy Cross, süper zeki telepatlardan meydana gelen ve yok olma tehlikesi ile karşı karşıya bulunan "slan" ırkının bir üyesidir.

Ebeveynleri, bizim kişisel, en özel düşüncelerimizin içine davet edilmeksizin girebilenlerin sahip olduğu muazzam güç nedeniyle bütün telepatlardan korkan ve onları hor gören kızgın insan çeteleri tarafından vahşice öldürülmüşlerdir. İnsanlar, hiç acımadan slanları hayvanlar gibi avlamaktadır. Kafalarından çıkan kendilerine özgü dokunaçları yüzünden slanların fark edilmesi çok kolaydır. Kitabın akışı içinde Jommy, soylarını kurutmaya kararlı insanların yürüttüğü cadı avından kurtulmak için dış uzaya kaçmış olabilecek diğer slanlarla iletişim kurmaya çalışmaktadır.

Zihin okuma, tarih boyunca o denli önemli görülmüştür ki, genellikle tanrılarla ilişkilendirilmiştir. Herhangi bir tanrının en temel güçlerinden birisi, zihinlerimizi okumak ve dolayısıyla en derin dualarımızı yanıtlayabilmektir. Canı isteyince zihinleri okuyabilen gerçek bir telepat, Wall Street bankerlerinin aklını okuyabilme ve rakiplerine şantaj yapabilme yetenekleri sayesinde dünyanın en zengin, en güçlü adamı haline gelebilir. Böyle bir kişi, devletlerin güvenliği açısından bir risk oluşturacaktır. Bir devletin en gizli sırlarını hiç zorlanmadan elde edebilecektir. Tıpkı slanlar gibi, kendisinden korkulacak ve belki de peşine düşülecektir.

Gerçek bir telepatın muazzam gücü, Isaac Asimov'un genellikle gelmiş geçmiş en büyük bilim kurgu destanı olarak kabul edilen Foundation (Vakıf) dizisinde vurgulanmaktadır. Binlerce yıldan beri hüküm sürmekte olan bir Galaksi İmparatorluğu, çöküşün ve batışın eşiğindedir. Bilim insanlarından meydana gelen ve İkinci Vakıf olarak adlandırılan gizli bir topluluk, karmaşık denklemler kullanarak imparatorluğun eninde sonunda yıkılacağını ve uygarlığı otuz bin yıl sürecek bir karanlığın içine atacağını hesaplar. Bilim insanları, uygarlığın bu çöküşünü yalnızca birkaç bin yıl ile sınırlayabilme çabası içerisinde, denklemlerinden yola çıkarak kapsamlı bir plan hazırlarlar. Fakat sonra, bir felaket meydana gelir. Hazırladıkları kapsamlı denklemler tek bir olayın, büyük mesafeler üzerinden zihinleri kontrol etme yeteneğine sahip olan ve bu sayede Galaksi İmparatorluğu'nun kontrolünü ele geçirmeyi başaran, Mule (Katır) adı verilen bir mutantın doğumunu öngörmeyi başaramaz. Bu telepat durdurulamadığı takdirde galaksi otuz bin yıl sürecek bir kargaşa ve anarşi dönemine mahkûm olacaktır.

Bilim kurgu, telepatları anlatan inanılmaz hikâyelerle dolu olmakla beraber, gerçekler çok daha sıradandır. Düşünceler kişisel ve görünmez olduğu için, şarlatanlar ve dolandırıcılar yüzyıllardır aramızdaki bön ve ahmakları istismar etmektedir. Sihirbazlar ve mentalistler tarafından kullanılan basit bir salon hilesi, bir sahte seyirci ya da izleyiciler arasına yerleştirilmiş bir yardakçı kullanarak onun zihnini okumaktır.

Aslında pek çok sihirbazın ve mentalistin kariyeri, meşhur "şapka numarası" üzerine kurulmuştur. Bu hilede insanlar kâğıt parçaları üzerine kişisel mesajlar yazıp bir şapkanın içine atarlar. Sonra sihirbaz, dinleyenlere her kâğıt parçası üzerinde nelerin yazılı olduğunu söyleyerek herkesi şaşırtır. Bu ustaca numaranın son derece basit bir açıklaması vardır (notlar bölümüne bakınız).

En tanınmış telepati olaylarından birisinde bir sahte seyirci değil, 1890'lı yıllarda Avrupa'daki izleyicileri hayretler içerisinde bırakan Akıllı Hans adında harika bir at kullanılmıştır. Akıllı Hans, karmaşık matematik işlemlerini başararak izleyenleri hayrete düşürüyordu. Örneğin Akıllı Hans'tan 48'i 6'ya bölmesini isterseniz, ayağını 8 kez yere vuruyordu. Aslında Akıllı Hans bölme, çarpma, kesirleri toplama, harfleri kodlama ve hatta müzik notalarını tanıma yeteneğine sahipti. Akıllı Hans'ın hayranları onun pek çok insandan daha zeki olduğunu veya insanların zihnini telepati vasıtasıyla okuduğunu söylemekteydi.

Akıllı Hans, zekice hazırlanmış birtakım hilelerin ürünü değildi. Akıllı Hans'ın aritmetik işlemlerinde sergilediği muhteşem yetenek, eğiticisini dahi şaşırtıyordu. 1904 yılında atı incelemek üzere tanınmış psikolog Profesör C. Strumpf getirildi fakat o da görünürde herhangi bir hile olduğunu veya ata gizlice işaretler verildiğini kanıtlayamadı, bu da halkın Akıllı Hans'a olan hayranlığının artmasını sağladı. Bununla beraber, Strumpf'un öğrencisi psikolog Oskar Pfungst, üç yıl sonra daha özenli deneyler yaparak Akıllı Hans'ın sırrını açığa çıkardı. Atın yaptığı tek şey, eğiticisinin belli belirsiz yüz ifadelerini izlemekten ibaretti. At, eğiticinin yüz ifadesi hafifçe değişinceye kadar ayağını yere vurmaya devam ediyor, ifade normale döndüğü anda vurmaya son veriyordu. Akıllı Hans, insanların zihnini okuyamıyor, aritmetikten de anlamıyordu; yaptığı şeyi, insanların yüzünü dikkatle izlemekti.

Tarih boyunca kaydedilmiş başka "telepatik" hayvanlar da bulunmaktadır. 1591 yılında Morocco adlı bir at, seyirciler arasından insanları seçerek, alfabenin harflerini göstererek ve bir çift zarın gösterdiği sayıları toplayarak İngiltere'de meşhur ol-

muş ve sahibine büyük bir servet kazandırmıştı. İngiltere'de öylesine büyük bir heyecan yaratmıştı ki, Shakespeare *Aşkın Çabası Boşuna* adlı oyununda onu "dans eden at" olarak ölümsüzleştirmişti.

Kumarbazlar da insanların zihnini sınırlı bir şekilde okumayı başarmaktadır. Hoşa giden bir şey gören insanların göz bebekleri genellikle büyür. Arzu edilmeyen bir şey gördükleri (veya bir matematik işlemi yaptıkları) zaman ise, göz bebekleri küçülür. Kumarbazlar, rakiplerinin ifadesiz yüzlerine bakıp göz bebeklerinin büyüdüğüne veya küçüldüğüne dikkat ederek onların duygularını okurlar. Kumarbazların sıklıkla renkli siperlikler takarak gözlerini gizlemelerinin nedeni, budur. Ayrıca, birisinin gözünden bir lazer ışını yansıtılıp gittiği yer incelenmek suretiyle kişinin nereye baktığı yer hassas bir şekilde belirlenebilir. Yansıyan lazer ışınının oluşturduğu noktanın hareketi izlenerek kişinin bir resmi ne şekilde taradığı belirlenebilir. Bu iki teknolojiyi birleştirmek suretiyle kişinin bir resmi tararken verdiği duygusal tepki, üstelik onun izni olmadan, ölçülebilmektedir.

Fizik Araştırmaları

Telepati ve diğer normal ötesi olaylar konusundaki ilk bilimsel incelemeler, 1882 yılında Londra'da kurulan Fizik Araştırmaları Derneği tarafından yapılmıştır. "Zihinsel telepati" (mental telepathy) deyimi, derneğin bir üyesi olan F. W. Myers tarafından o yıl ortaya atılmıştır. Bu derneğin eski başkanları arasında on dokuzuncu yüzyılın en dikkate değer kişilerinden bazıları bulunmaktadır. Günümüzde hâlâ varlığını koruyan dernek pek çok sahtekârlığı açığa çıkartmayı başarmış ve normal ötesine kesin şekilde inanan spiritüalistlerle, daha ciddi araştırmalar yapılmasını isteyen bilim insanları arasmda sık sık çekişmelere neden olmuştu.

Dernekle bağlantılı bir araştırmacı olan Dr. Joseph Banks Rhine, North Carolina'daki Duke Üniversitesi'nde Rhine

Enstitüsü'nü (şimdi Rhine Araştırma Merkezi) kurarak 1927 yılında ABD'de psişik olaylar üzerindeki ilk sistematik ve ciddi incelemeleri başlatmıştır. Eşi Louisa ile birlikte onlarca yıl boyunca geniş bir alanı kapsayan parapsikolojik olaylar üzerine ABD'deki ilk bilimsel olarak kontrollü deneyleri yapmışlar ve bunları uzmanlar tarafından değerlendirilen yayınlarda yayımlamışlardır. "Duyu Ötesi Algı" (extrasensory perception - ESP) deyimi ilk olarak onun tarafından, kitaplarından birinde kullanılmıştır.

Aslında Rhine'ın laboratuvarı psişik araştırmalar için standardı belirlemiştir. Çalışma arkadaşlarından Dr. Karl Zener, telepati gücünü araştırmak amacıyla bugün Zener Kartları olarak adlandırılan 5 sembollü kartları geliştirmiştir. Sonuçların çok büyük bir kısmı, kesinlikle hiçbir telepati kanıtı ortaya çıkartmamıştır. Ancak, deneylerin küçük bir bölümü, veri üzerinde tesadüflerle açıklanması mümkün olmayan küçük fakat dikkat çekici ilintiler gösterir gibi olmuştur. Sorun, bu deneylerin çoğunlukla başka araştırmacılar tarafından tekrarlanamıyor olmasından kaynaklanmaktadır.

Rhine her ne kadar kendisine titizlik konusunda bir ün oluşturmaya çalıştıysa da, ünü Lady Wonder adında bir atla yaşadığı bir olay nedeniyle bir ölçüde lekelendi. Bu at, üzerine alfabenin harfleri yazılı oyuncak blokları ayağıyla çevirerek izleyicilerin düşündüğü kelimeleri yazmak gibi baş döndürücü telepati becerileri yapabilmekteydi. Görünüşe göre Rhine, Akıllı Hans etkisinden haberdar değildi. Rhine, 1927 yılında Lady Wonder'i biraz ayrıntılı şekilde inceledi ve "bu durumda, durum sadece telepati ile, zihinsel etkinin bilinmeyen bir süreç vasıtasıyla aktarılması ile açıklanabilmektedir, bunun aksinin düşünülmesine yol açabilecek hiçbir bulgu elde edilmemiştir ve sonuçlar dikkate alındığı takdirde önerilen varsayımların hiçbiri makul görünmemektedir" şeklinde bir sonuca ulaştı. Daha sonra Milbourne Christopher, Lady Wonder'ın telepatik gücünün gerçek kaynağını açıkladı: Atın sahibi tarafından taşman kamçının belli belirsiz hareketleri. Kamçının belli belirsiz hareketleri, Lady Wonder'ın ayağını vurmayı durdurması için bir işaretti. (Fakat,

Lady Wonder'ın gücünün gerçek kaynağı açıklandıktan sonra dahi Rhine, atın gerçekten telepatik olduğuna, telepatik gücünü bir şekilde kaybettiğine ve sahibini hileye başvurmak zorunda bıraktığına inanmayı sürdürdü).

Rhine'ın ünü, asıl yıkıcı darbeyi tam da emekli olmak üzereyken aldı. Enstitüdeki çalışmaları sürdürmek üzere kendisine saygınlığı lekelenmemiş bir halef aramaktaydı. Ümit vaat eden adaylardan birini, Dr. Walter Levy'i 1973 yılında işe aldı. Farelerin telepatik güç vasıtasıyla bir bilgisayardaki rastgele sayı üreticisini değiştirebileceğini ortaya koyan heyecan verici araştırma sonuçlarıyla Dr. Levy, bu alanda yükselen bir yıldızdı. Bununla beraber, şüpheci laboratuvar çalışanları, Dr. Levy'nin test sonuçlarını değiştirmek için geceleri laboratuvara gizlice girdiğini keşfetti. Verilerle oynarken suçüstü yakalandı. Daha sonra yapılan kontroller farelerin hiçbir telepatik güce sahip olmadığını gösterdi ve Dr. Levy gözden düşerek laboratuvardan istifa etmek zorunda bırakıldı.

TELEPATİ VE YILDIZ GEÇİDİ

Paranormal konusuna duyulan ilgi, soğuk savaşın yükselmesi ile birlikte ölümcül bir yöne saptı ve telepati, zihin kontrolü ve uzaktan gözleme konularında birtakım çok gizli deneyler yapıldı. (Uzaktan gözleme, başkalarının zihnini okumak suretiyle uzaktaki bir yeri yalnızca zihin vasıtası ile "görmek" demektir). Yıldız Geçidi, CIA tarafından desteklenen bazı çalışmalara verilen şifre adıydı (tıpkı Güneş Işığı, Izgara Alevi ve Orta Şerit gibi). Bu çalışmalar 1970 yılında, CIA'in Rusya'nın "psikotronik" araştırmalar için yılda 60 milyon Ruble harcamakta olduğuna karar vermesi üzerine başlatıldı. Sovyetlerin ABD denizaltılarının ve askeri üslerinin yerini belirlemek, casusları belirlemek ve gizli belgeleri okumak amacıyla ESP'den yararlandığı konusunda endişeler bulunmaktaydı.

CIA araştırmaları için finansman sağlanması 1972 yılında başladı ve işin başına Menlo Park'taki Stanford Araştırma

Enstitüsü'nden (Stanford Research Institute - SRI) Russell Targ ve Harold Puthoff getirildi. Bunlar, başlangıçta "psişik savaş" içinde rol alabilecek bir psişikler kadrosu oluşturup eğitmeye çalıştılar. ABD, yirmi yılı aşkın bir süre boyunca bordrosunda kırk personel, yirmi üç uzak gözleyici ve üç psişik ile Yıldız Geçidi için yirmi milyon dolar harcadı.

1995 yılına gelindiği zaman yılda 500.000 dolara ulaşan bir bütçe ile CIA binlerce uzaktan gözleme oturumunu kapsayan yüzlerce istihbarat toplama projesini tamamlamış bulunmaktaydı. Uzaktan gözleyicilerden özellikle

- Libya'nın 1986 yılında bombalanmasından önce Albay Kaddafi'nin yerini tespit etmeleri,
- 1994 yılında Kuzey Kore'deki plütonyum stoklarının yerini bulmaları,
- 1981 yılında İtalya'da Kızıl Tugaylar tarafından kaçırılan bir rehineyi bulmaları,
- Afrika'da düşen Rus Tu-95 bombardıman uçağını bulmaları

istenmişti.

CIA, 1995 yılında Amerikan Araştırma Enstitüsü'nden (American Research Institute - AIR) bu programları değerlendirmesini istedi. AIR, programların sona erdirilmesini önerdi. AIR'den David Goslin, "İstihbarat toplumuna herhangi bir yarar sağladığına ilişkin belgelenmiş hiçbir kanıt mevcut değildir" diye yazmıştı.

Yıldız Geçidi'nin taraftarları, "sekiz martinilik" sonuçlar elde ettiklerini söyleyerek yıllar boyunca övünmüşlerdi (sonuçlar öylesine parlaktı ki, kendinize gelmek için gidip sekiz kadeh martini içmeniz gerekiyordu). Buna karşın eleştirenler ise uzaktan izlemenin büyük bir çoğunlukla hiçbir değer taşımayan, ilgisiz bilgiler sağladığını, vergi mükelleflerinin parasının çarçur edildiğini ve elde edilen birkaç "isabetin" her durum için geçerli olabilecek ölçüde bulanık ve öyle genel olduğunu savunmaktaydılar. AIR raporu, Yıldız Geçidi'nin en etkileyici "başarılarının" incelemekte oldukları operasyon hakkında zaten bilgi sahi-

bi olan uzaktan izleyiciler tarafından elde edildiğini, dolayısıyla makul görünen eğitilmiş tahminlerde bulunmuş olabileceklerini ortaya koymaktaydı.

Sonunda CIA, Yıldız Geçidi'nin kurumun istihbarat çalışmalarını yönlendirmesine yardımcı olabilecek tek bir bilgi sağlamadığına karar vererek projeyi iptal etti. (CIA'in Körfez Savaşı sırasında Saddam Hüseyin'in yerini belirlemek amacıyla uzaktan izleyiciler kullandığı, fakat bütün çabaların başarısız olduğuna dair dedikodular çıkmıştır).

Beyin Tarama

Aynı sıralarda bilim insanları, beynin işleyişinin arkasında yatan fizik kurallarından bazılarını anlamaya başlıyorlardı. On dokuzuncu yüzyılda bilim insanları, beynin içinde elektrik sinyallerinin alınıp verildiğinden şüphelendiler. 1875 yılında Richard Caton, kafa yüzeyine elektrotlar yerleştirmek suretiyle beyin tarafından yayılan minicik elektrik sinyallerinin algılanabildiğini keşfetti. Bu da, giderek elektroensefalografın (EEG) icat edilmesine yol açtı.

İlke olarak beyin, düşüncelerimizi minik elektriksel sinyaller ve elektromanyetik dalgalar şeklinde yayan bir vericidir. Ancak, bir insanın düşüncelerini okumak için bu sinyallerden yararlanmak, kolay değildir. İlk olarak, bu sinyaller son derece zayıftır, *miliwatt'lar mertebesindedir*. İkincisi, *sinyaller karmakarışıktır*, rastgele gürültüden ayırt edilemezler. Bu karmaşanın içinden düşüncelerimiz hakkında yalnızca kabataslak bir bilgi elde edilebilir. Üçüncüsü, beyinlerimiz başka beyinlerden bu sinyaller aracılığı ile benzer mesajlar alma yeteneğine sahip değildir; yani bizim bir antenimiz yoktur. Ve son olarak, eğer bu zayıf sinyalleri alabiliyor olsaydık dahi, onları çözmeyi başaramazdık. Alışılagelmiş Newton ve Maxwell fiziği kullanılarak radyo vasıtasıyla telepati kurmak, olası görünmemektedir.

Bazıları, telepatinin "psi" kuvveti olarak adlandırılan beşinci bir kuvvet aracılığıyla ortaya çıktığına inanmaktadır. Ancak,

parapsikolojinin savunucuları dahi bu psi kuvveti hakkında sağlam, tekrarlanabilir kanıtlara sahip olmadıklarını kabul etmektedirler.

O zaman şu soru açıkta kalmaktadır: Ya kuantum kuramının telepati karşısındaki durumu?

Son on yılda, tarihte ilk defa düşünen bir beynin içine bakmamıza olanak sağlayan yeni kuantum cihazlar ortaya çıkmıştır. Bu kuantum devriminin ön saflarında PET (positron-emission tomography - pozitron yayımlı tomografi) ve MRI (magnetic resonance imaging - manyetik rezonans görüntülemesi) beyin taramaları gelmektedir. PET taraması, kana radyoaktif şeker zerk edilerek yaratılır. Bu şeker, beynin düşünme süreci dolayısıyla etkinleşen ve enerjiye ihtiyaç duyan kısımlarında yoğunlaşır. Radyoaktif şeker, cihazlar tarafından kolaylıkla algılanan pozitronlar (antielektronlar) yayar. Dolayısıyla, antimadde tarafından beyinde oluşturulan örüntü izlenerek düşünce örüntüleri de belirlenmiş olur, beynin hangi bölümünün hangi etkinlikte çalıştığı ortaya çıkar.

MRI makinesi de aynı şekilde çalışır, fakat biraz daha hassastır. Bir hastanın başı, halka şeklindeki bir manyetik alanın içine sokulur. Manyetik alan, beyindeki atomların çekirdeklerini alan çizgilerine paralel hale getirir. Hastaya bir radyo dalgası gönderilerek bu çekirdeklerin titreşmesi sağlanır. Çekirdekler duruşlarını değiştirdikleri zaman algılanabilir bir radyo "yankısı" yayınlayarak belirli bir maddenin varlığına işaret ederler. Örneğin, beyin etkinliği oksijen tüketimi ile ilişkilidir, böylece MRI makinesi oksijen taşıyan kanın varlığı üzerine odaklanarak düşünce sürecini izole edebilir. Oksijenli kan ne kadar fazla ise, beynin o kısmındaki zihin etkinliği o kadar çok demektir. (Günümüzde "işlevsel MRI makineleri" [fMRI], beynin yalnızca bir milimetre uzunluktaki parçaları üzerine saniyenin kesirleri kadar kısa sürelerde odaklanarak bu makineleri canlı bir beyindeki düşünce örüntülerini takip etmek için ideal konuma getirmektedir).

MRI YALAN MAKİNELERİ

Günün birinde bilim insanlarının MRI makinelerinden yararlanarak canlı bir beyinde dönüp duran düşüncelerin kapsamını geniş anlamda çözümlemeleri mümkün olabilir. En basit "zihin okuma" deneyi, birisinin yalan söyleyip söylemediğini anlamak olacaktır.

Efsaneye göre, dünyanın ilk yalan makinesi yüzyıllar önce Hintli bir rahip tarafından yaratılmıştır. Rahip, yalan söylediğinden şüphelenilen kişiyi bir "sihirli eşek" ile birlikte tamamen kapalı bir odaya yerleştirir ve şüpheli kişiye eşeğin kuyruğunu çekmesi talimatını verirmiş. Eğer eşek konuşmaya başlarsa, şüphelinin bir yalancı olduğu ortaya çıkarmış. Eğer eşek sessizliğini korursa, o zaman şüphelinin doğruyu söylediğine karar verilirmiş. (Fakat rahip, gizlice eşeğin kuyruğuna is karası sürermiş).

Şüphelenilen kişi odadan dışarı çıkartıldıktan sonra genellikle suçsuz olduğunu, çünkü kuyruğunu çektiği zaman eşeğin konuşmadığını iddia edermiş. Ancak rahip, bu durumda şüphelenilen kişinin ellerini kontrol edermiş. Eller temizse, şüpheli yalan söylüyor demekmiş. (Bir yalan makinesi kullanmanın yarattığı korku, bazen yalan makinesinin kendisinden daha güçlüdür).

Modern çağların ilk "sihirli eşeği", 1913 yılında psikolog William Marston bir kişinin yalan söylerken yükselecek olan tansiyonunun incelenmesi konusunda bir yazı yazması ile yaratılmıştır. (Aslında tansiyon ile ilgili bu gözlem, sorgulama sırasında sorguculardan birisinin şüphelinin ellerini tuttuğu çok eski zamanlara kadar uzanmaktadır). Çok geçmeden bu fikir benimsendi ve kısa bir süre içerisinde Savunma Bakanlığı dahi kendi Polygraph enstitüsünü kurmaya başladı.

Ancak, aradan geçen yıllar içerisinde davranışlarından ötürü hiçbir pişmanlık hissetmeyen sosyopatların yalan makinelerini kandırabileceği ortaya çıktı. Bu konuda en iyi bilinen olay, çok sayıda ABD ajanının ölümüne yol açarak ve ABD nükleer deniz kuvvetlerine ait sırları ifşa ederek eski Sovyetler Birliğinden muazzam paralar alan iki taraflı CIA casusu Aldrich Ames ola-

yıdır. Ames, on yıllar boyunca CIA'in yalan makinesi testlerinden geçmiştir. Yeşil Nehir Katili adıyla ünlenen seri katil Gary Ridgway için de aynı durum söz konusudur; elli dolaylarında kadın öldürmüştür.

ABD Ulusal Bilimler Akademisi, 2003 yılında yalan makinelerinin güvenilirliği konusunda sert bir rapor yayınlayarak yalan makinelerinin aldatılabileceği bütün yöntemleri ve yalancı olarak damgalanan masum insanları bir bir ortaya koydu.

Fakat, eğer yalan makineleri yalnızca endişe düzeyleri ölçüyorsa, beynin kendisini ölçmeye ne demeli? Yalanları bulup çıkartmak amacıyla beyin etkinliğinin incelenmesi yirmi yıl önceye, Northwestern Üniversitesi'nde Peter Rosenfeld'in yalan söylemekte olan insanların EEG taramalarında P300 dalgalarının bu insanlar doğruyu söylemekte iken olduğundan farklı bir örüntü ortaya çıktığını gözlemlemesine kadar uzanır. (P300 dalgaları, genellikle beyin yeni veya alışılmışın dışında bir şey ile karşılaştığı zaman uyarılır.)

Yalanları ayırt etmek üzere MRI taramalarından yararlanmak, Pennsylvania Üniversitesi'nden Daniel Langleben'in buluşudur. 1999 yılında dikkat eksikliği bozukluğuna sahip çocukların yalan söylemekte zorlandığına ilişkin bir makaleye rastlamıştı, fakat bunun yanlış olduğunu tecrübelerinden biliyordu: Böyle çocuklar yalan söylemekte hiç zorlanmazlardı. Onların asıl sorunu, gerçeği gizlemede zorlanmalarıydı. Langleben, "Gerçekleri ağızlarından kaçırıverirlerdi" diye hatırlıyordu. Beynin bir yalanı söylemeden önce kendini gerçeği söylemekten alıkoyması, sonra da bir aldatmaca yaratması gerektiğini düşünüyordu. Onun söylediğine göre "Bilerek bir yalan söylediğiniz zaman, gerçeği aklınızda tutuyor olmanız gerekeceği için beyin etkinliğinin daha fazla olacağını düşünmek, mantıklı olur"du. Başka bir deyişle yalan söylemek, zor işti.

Üniversite öğrencileriyle deneyler yapan ve onlardan yalan söylemelerini isteyen Langleben, çok geçmeden yalan söylemenin aralarında ön lop (üst düzey düşünmenin yoğunlaştığı yer), temporal lop ve limbik sistemin (duyguların işlendiği yer) bulunduğu birkaç bölgede beyin etkinliğinin arttığını buldu. Özel-

likle, ön singulat girus (çelişki çözümleme ve tepki kısıtlama ile ilgili olan yer) içinde olağanüstü etkinlik dikkat çekmekteydi.

Langleben, yalan söyleyip söylemediklerini (üniversite öğrencilerinden iskambil kâğıtları hakkında yalan söylemelerini istemişti) anlamak için yaptığı kontrollü deneylerde denekleri incelerken sürekli olarak yüzde 99 düzeyine ulaşan başarılı sonuçlara ulaştığını iddia etmektedir.

Bu teknolojiye duyulan ilgi o denli güçlü olmuştur ki, bu hizmeti halka sunan iki ticari girişim başlatılmıştır. 2007 yılında No Lie MRI (Yalan Yok MRI) adlı bir şirket, ilk olay olarak şarküteri dükkânını kasıtlı olarak ateşe verdiğini iddia eden sigorta şirketini dava eden bir kişiyi ele almıştır (fMRI taraması, onun bir kundakçı olmadığını gösterdi).

Langleben'in yöntemini savunanlar, eski moda yalan makinesinden çok daha güvenilir olduğunu öne sürmektedirler, çünkü beyin örüntülerini değiştirmek hiç kimsenin harcı değildir. İnsanlar nabız atışlarını ve terlemelerini kontrol etmek üzere bir ölçüde eğitilebilirse de, beyin örüntülerini kontrol edebilmelerine olanak yoktur. Aslına bakılacak olursa bu yöntemi savunanlar, terörizme karşı farkındalığın arttığı bir çağda bu yöntemin ABD'ye karşı düzenlenecek bir terörist saldırısını belirleyerek sayısız yaşam kurtarabileceğine işaret etmektedirler. Eleştirenler ise, bir yandan bu teknolojinin yalanları belirlemedeki bariz başarısını kabul ederken, diğer yandan da fMRI'ın yalanları değil, yalnızca birisinin yalan söylerken artan beyin etkinliğini algıladığına işaret etmektedirler. Örneğin bir kişi çok huzursuz olduğu bir durumda doğruyu söylese dahi, makine yanlış bir sonuç üretebilecektir. fMRI yalnızca denek tarafmdan hissedilen huzursuzluğu algılayacak ve hatalı bir şekilde onun yalan söylediği sonucuna ulaşacaktır. Harvard Üniversitesi'nden nörobiyolog Steven Hyman, "Teknoloji kahrolsun, gerçeği aldatmacadan ayırt edebilmek için kullanılabilecek deneylere karşı büyük bir talep var" diye uyarmaktadır.

Eleştirenlerin bazıları da toplumun tekerleklerini döner durumda tutmak için belli bir miktardaki yalanın bir "sosyal yağ" olduğunu, gerçek bir telepat gibi gerçek bir yalan makine-

sinin de olağan sosyal etkileşimleri epeyce rahatsız edici bir hale getireceğini öne sürmektedirler. Örneğin, eğer patronlarımıza, amirlerimize, eşlerimize, sevgililerimize ve iş arkadaşlarımıza ettiğimiz bütün iltifatların yalan olduğu ortaya çıkarsa, itibarımız berbat olabilir. Aslında gerçek bir yalan makinesi bütün aile sırlarımızı, saklı duygularımızı, bastırılmış arzularımızı ve gizli planlarımızı da açığa çıkartabilir. Bilim konusunda köşe yazıları yazan David Jones'in söylediği gibi, gerçek bir yalan makinesi "atom bombası gibidir, bir tür nihai silah olarak saklanması gerekir. Eğer mahkeme salonu dışında yaygın olarak kullanılırsa, sosyal yaşamı epeyce olanaksız hale getirebilir."

Evrensel Çevirmen

Bazıları, beyin taramalarını haklı olarak eleştirmiştir, çünkü düşünen beyne ait göz alıcı fotoğraflar bir yana, bu cihazlar izole edilmiş, bireysel düşünceleri ölçmek açısından çok ilkel kalmaktadırlar. En basit zihinsel görevi yerine getirdiğimiz zaman muhtemelen milyonlarca nöron bir anda harekete geçmektedir ve fMRI, bu etkinliği yalnızca ekran üzerindeki bir leke olarak göstermektedir. Bir psikolog, beyin taramalarını gürültülü bir futbol maçına gidip yanınızda oturan kişiyi dinlemeye çalışmanıza benzetmiştir. O kişinin çıkarttığı sesler, binlerce seyircinin gürültüsü tarafından bastırılmaktadır. Örneğin, beynin bir fMRI cihazı tarafından güvenilir şekilde incelenebilecek en küçük parçası, bir "voxel" olarak adlandırılır. Fakat her voxel birkaç milyon nörona karşılık gelmektedir, bu nedenle bir fMRI makinesinin hassasiyeti, bireysel düşünceleri izole etmeye yetecek kadar yüksek değildir.

Bilim kurgu bazen bir kişinin düşüncelerini doğrudan okuyarak başka birinin zihnine gönderen bir cihaz, bir "evrensel çevirmen" kullanır. Bazı bilim kurgu romanlarında uzaylı telepatlar dilimizi anlamasalar dahi zihnimize düşünceler yerleştirirler. 1976 yılında çevrilen *Futureworld* (Geleceğin Dünyası) adlı bilim kurgu filminde bir kadının rüyası gerçek zamanlı olarak

bir TV ekranına gönderilmektedir. 2004 yılında çevrilen ve başrolde Jim Carrey'in oynadığı *Eternal Sunshine of the Spotless Mind* (Lekesiz Zihnin Sonsuz Gün Işığı) adlı filmde ise doktorlar acı veren hatıraları bulmakta ve onları silmektedirler.

Almanya'da, Leipzig'deki Max Planck Enstitüsü'nden beyin araştırmacısı John Haynes, "Bu, bu alanda çalışan herkesin sahip olduğu türden bir fantezidir" demektedir. "Fakat eğer bunun için bir cihaz yapacaksanız, eminim ki tek bir nörondan kayıt yapabilmeniz gerekecektir."

Günümüzde tek bir nörondan gelen sinyalleri algılamak söz konusu olmadığı için, bazı psikologlar en iyi ikinci olarak tanımlanabilecek şeyi yapmaya, gürültüyü azaltarak bireysel nesneler tarafından yaratılan fMRI örüntülerini izole etmeye çalışmışlardır. Örneğin bireysel kelimeler tarafından yaratılan fMRI örüntülerinin tanımlanması ve sonra da bir "düşünce sözlüğü" oluşturulması mümkün olabilecektir.

Carnegie-Mellon Üniversitesi'nden Marcel A. Just, seçilmiş küçük bir nesneler grubu (marangoz aletleri) tarafından yaratılan fMRI örüntülerini tanımlamayı başarmıştır. İddia ettiğine göre 12 kategorileri vardır ve 12 deneğin ne düşünmekte olduğunu %80 ila 90 doğrulukta belirleyebilmektedirler.

Çalışma arkadaşı bilgisayar uzmanı Tom Mitchell, belli bazı deneylerle ilişkili fMRI taramaları tarafından algılanan karmaşık beyin örüntülerini tanımlamak üzere sinir ağları gibi bilgisayar teknolojilerinden yararlanmaktadır. "Yapmaktan büyük zevk alacağım deneylerden biri, en seçkin beyin etkinliklerini üreten kelimelerini bulmak olurdu" demektedir.

Bununla beraber, eğer bir düşünce sözlüğü yaratacak olsak dahi, bu bir "evrensel çevirmen" yaratmaktan çok uzak olacaktır. Başka bir zihinden gelen düşünceleri doğruca beynimize aktaracak olan evrensel çevirmenin aksine, fMRI pek çok zahmetli aşamadan geçmeyi gerektirecektir: İlk olarak belli fMRI örüntülerini tanımak, onları kelimelere çevirmek ve bu kelimeleri deneğe söylemek. Bu anlamda, bu cihaz *Uzay Yolu* dizisinde karşılaştığımız "zihin kaynaşması" olayına karşılık gelmeyecektir (fakat yine de felçli hastalar için çok yararlı olacaktır).

El Tipi MRI Tarayıcıları

Uygulamada telepatinin yolunu tıkayan başka bir engel de, fMRI makinesinin boyutlarıdır. Bu cihaz birkaç milyon dolar değerinde, koskoca bir odaya ancak sığan ve birkaç ton ağırlığa sahip devasa bir alettir. MRI makinesinin kalbinde büyük, halka şeklinde, birkaç Tesla şiddetinde muazzam bir manyetik alan yaratan bir mıknatıs bulunur. (Manyetik alan o denli güçlüdür ki, cihazın yanlışlıkla çalıştırılması sonucunda çekiç gibi el aletlerinin havada uçuşması nedeniyle birkaç işçi ciddi şekilde yaralanmıştır).

Kısa bir süre önce Princeton Üniversitesi'nden İgor Savukov ve Michael Romalis adlı fizikçiler el tipi MRI makinelerini gerçeğe dönüştürebilecek, dolayısıyla bir fMRI makinesinin fiyatını yüzde birine indirebilecek yeni bir teknoloji önermişlerdir. Bu fizikçiler, MRI mıknatıslarının yerine minik manyetik alanları algılayabilecek süper hassas atomik manyetometreler kullanılabileceğini savunmaktadırlar.

Savukov ve Romalis, ilk olarak helyum gazı içinde tutulan sıcak potasyum buharını kullanarak bir manyetik algılayıcı yaratmışlardır. Sonra, potasyumun elektron döngülerini ayarlamak için lazer ışını kullanmışlardır. Daha sonra, sulu bir örneğe (insan vücudunu taklit etmek üzere) zayıf bir manyetik alan uygulamışlardır. Sonra bu sulu örneğe bir radyo dalgası göndermişler ve su moleküllerinin titreşmesini sağlamışlardır. Titreşen su moleküllerinden gelen "yankı", potasyum'un elektronlarının da titreşmesine yol açmış ve bu titreşim, ikinci bir lazer tarafından algılanmıştır. Ortaya önemli bir sonuç çıkmıştır: Zayıf bir manyetik alan dahi, kullandıkları algılayıcının algılayabileceği bir "yankı" üretebilmektedir. Yalnızca MRI makinesinin devasa manyetik alanını değiştirmekle kalmayacaklar, aynı zamanda derhal fotoğraf çekebileceklerdir (MRI makinelerinin her fotoğrafı çekebilmesi, 20 dakikaya kadar uzayan süreler gerektirmektedir).

Kurdukları kurama göre, sonunda bir MRI fotoğrafı çekmek, dijital kamerayla fotoğraf çekmek kadar kolay olacaktır.

(Bununla beraber, ortada bazı önemli engeller vardır. Sorunlardan biri, denek ve makinenin dışarıdan gelecek istenmeyen manyetik alanlardan korunmasının gerekmesidir).

Eğer el tipi MRI makineleri gerçek olursa, bunlar belli ifadeleri, kelimeleri veya cümlelerin şifresini çözebilecek yazılımlar yüklü minik bir bilgisayara bağlanabilir. Böyle bir cihaz, asla bilim kurguda görülen telepatik cihazlar kadar gelişmiş olmayacaktır, fakat neredeyse onlara benzer olabilir.

Bir Sinir Ağı Olarak Beyin

İyi, hoş, ama günün birinde bir MRI makinesi tıpkı gerçek bir telepat gibi düşünceleri olanca hassaslığı ile, kelime kelime, imge imge okumayı başarabilecek mi? Bu pek o kadar da açık değil. Bazıları MRI makinelerinin düşüncelerimizi yalnızca genel hatlarıyla çözebileceğini çünkü beynimizin gerçek bir bilgisayar olmadığını söylemektedir. Bir sayısal bilgisayarda hesaplamalar yerel olarak ve çok katı bir dizi kurala uyularak yapılır. Bir sayısal bilgisayar, "Turing makinesinin" yani bir merkezi işlem birimi (CPU), girişleri ve çıkışları olan bir makinenin yasalarına uyarak çalışır. Bir merkezi işlemci (örneğin, Pentium yongası), girişten gelen bilgiler üzerinde tanımlanmış birtakım işlemler yapar ve bir çıktı üretir; dolayısıyla "düşünme" işlemi, yerel olarak yapılır.

Buna karşın, beynimiz sayısal bir bilgisayar değildir. Beynimizde Pentium yongası, CPU, Windows işletim sistemi ve alt yordamlar bulunmaz. Eğer bir bilgisayarın CPU'sundan tek bir transistörü dahi çıkartacak olursanız, onu muhtemelen sakat bırakırsınız. Fakat, kayıtlara geçmiş öyle olaylar vardır ki, beynin yarısı yok olmasına karşın kalan diğer yarısı kontrolü ele almıştır.

İnsan beyni aslında bir öğrenme makinesine daha fazla benzer, sürekli olarak yeni bir görevi öğrendikten sonra kendi bağlantılarını yeni baştan yapan bir "sinir ağına" benzemektedir. MRI incelemeleri, beyindeki düşüncelerin bir Turing makinesinde olduğu gibi tek bir noktada bulunmadığını, bir sinir ağının

tipik özelliklerinden birinde olduğu gibi beynin büyük bir bölümüne yayıldığını doğrulamış bulunmaktadır. MRI taramaları, düşünme işleminin aslında bir masa tenisi maçına benzediğini, beynin değişik bölümlerinin sıralı olarak harekete geçtiğini, elektriksel etkinliğin beyin içinde oradan buraya atladığını göstermektedir.

Düşünceler böylesine yaygın olduğu ve beynin pek çok parçasına dağıldığı için, belki de bilim insanlarının en ileri aşamada yapabileceği şey, bir düşünce sözlüğü derlemek, yani belirli düşünceler ile EEG'lerin veya MRI taramalarının örüntüleri arasında bire bir ilişki kurmak olabilecektir. Örneğin Avusturyalı biyomedikal mühendisi Gert Pfurtscheller, çalışmalarını EEG'lerde bulunan μ dalgaları üzerinde yoğunlaştırarak bir bilgisayarı belirli beyin örüntülerini ve düşünceleri tanıyacak şekilde eğitmiştir. Görünüşe göre μ dalgaları, belirli kas hareketleri yapma niyeti ile ilişkilidir. Hastalarına bir parmaklarını kaldırmalarını, gülümsemelerini veya somurtmalarını söylemekte ve bilgisayara hangi μ dalgalarının etkinleştiğini kaydetmektedir. Hastanın zihinsel etkinlik yaptığı her seferde bilgisayar, μ dalgası desenini dikkatle kaydeder. Bu süreç yorucu ve meşakkatlidir, çünkü parazit niteliğindeki dalgaları dikkatle ayıklamak gerekir, fakat Pfurtcheller en sonunda basit hareketler ile belirli beyin örüntüleri arasında çarpıcı ilişkiler bulmayı başarmıştır.

Zaman ilerledikçe bu çabalar, MRI sonuçlarıyla birleştirilerek düşüncelerin kapsamlı bir "sözlüğünün" yaratılmasına yol açabilir. Bir bilgisayar, bir EEG veya MRI taramasındaki belirli örüntüleri incelemek suretiyle bu tür örüntüleri tanımlayabilir ve bir hastanın ne düşündüğünü hiç olmazsa ana hatlarıyla ortaya çıkartmayı başarabilir. Böyle bir "zihin okuma", belirli μ dalgaları ve MRI taramaları ile belirli düşünceler arasında bire bir karşılıklılık sağlayabilir. Fakat bu sözlüğün düşüncelerinizdeki belirli kelimeleri seçme yeteneğine sahip olması şüphelidir.

DÜŞÜNCELERİNİZİ YANSITMAK

Eğer günün birinde başkalarının düşüncelerini ana hatları ile okumayı başarabilirsek, o zaman bunun tam tersini yapmak, düşüncelerinizi bir başkasının kafasının içine yansıtmak da mümkün olabilir mi? Görünüşe göre bu sorunun yanıtı, nitelikli bir "evet" olacaktır. Radyo dalgaları doğruca insan beynine yönlendirilerek belirli işlevleri kontrol ettiği bilinen beyin bölgeleri uyarılabilecektir.

Bu araştırmalar 1950'li yıllarda, Kanadalı beyin cerrahı Wilder Penfield sara hastalarına beyin ameliyatları yaptığı sırada başladı. Penfield, beynin temporal lopunda belirli bölgeleri elektrotlar aracılığıyla uyardığı zaman insanların sesler duymaya ve hayalet benzeri görüntüler görmeye başladığını fark etmişti. Psikologlar, beyindeki epileptik lezyonların hastada doğaüstü kuvvetlerin iş başında olduğu, çevrelerindeki olayların şeytanlar ve melekler tarafından kontrol edildiği duygusunu uyandırdığını bilmekteydiler. (Hatta bazı psikologlar, bu alanların uyarılmasının bazı dinlerin temelinde yatan yarı gizemli deneyimlere yol açmış olabileceği şeklinde kuramlar dahi üretmişlerdir. Bazıları, Fransa ordularını tek başına İngilizlere karşı savaşta başarıya ulaştıran Jan Dark'ın başına aldığı bir darbe nedeniyle böyle bir lezyondan etkilenmiş olduğunu dahi öne sürmüştür).

Sudbury, Ontario'dan nörobilimci Michael Persinger, bu varsayımlardan yola çıkıp radyo dalgalarını beynin içine yönlendirerek dinsel duygular gibi belirli düşünce ve duyguları uyandırmak üzere tasarlanmış özel bir başlık yaratmıştır. Nörobilimciler, sol temporal lobunuzda meydana gelen belli bir yaralanmanın beyninizin sol yarısının şaşırmasına yol açabileceğini ve beynin sağ yarıda meydana gelen etkinliği başka bir "ben"den geliyormuş gibi yorumlayabileceğini bilmektedirler. Böyle bir yaralanma odada hayalete benzeyen bir ruh bulunduğu izlenimine yol açabilir, çünkü beyin bu varlığın aslında yalnızca kendisinin başka bir parçası olduğunun farkında değildir. Hasta,

inançlarına bağlı olarak bu "diğer ben"i bir şeytan, melek, uzaylı, hatta Tanrı olarak yorumlayabilir.

Gelecekte beynin belirli işlevleri kontrol ettiği bilinmekte olan parçalarına elektromanyetik sinyallerin hassas bir şekilde yönlendirilmesi mümkün olabilir. Bu tür sinyalleri amigdalaya göndermek suretiyle bazı duyguların uyandırılması sağlanabilecektir. Beynin başka bölgelerini uyarmak suretiyle görsel görüntüler ve düşüncelerin uyandırılması da söz konusu olabilir. Bununla beraber, bu alandaki araştırmalar henüz çok erken aşamalardadır.

Beyin Haritasının Çıkartılması

Bazı bilim insanları, insan genomundaki bütün genlerin haritasının çıkartıldığı İnsan Genomu Projesi'ne benzer şekilde, bir "nöron haritası çıkartma projesi"nin savunuculuğunu yapmaktadırlar. Bir nöron haritası çıkartma projesi, insan beynindeki her bir nöronun yerini belirleyecek ve bütün bağlantıları gösteren 3 boyutlu bir harita çıkartacaktır. Bu gerçekten anıtsal bir proje olacaktır, çünkü beyinde 100 milyardan fazla nöron bulunmaktadır ve her bir nöron, diğer binlerce nörona bağlı durumdadır. Böyle bir projenin tamamlandığı varsayılırsa, belirli düşüncelerin belirli sinirsel yolları ne şekilde uyardığı açığa çıkabilecektir. MRI taramaları ve EEG dalgaları kullanılarak elde edilen sözlükle birlikte kullanıldığı zaman, belirli düşüncelerin sinirsel yapılarının deşifre edilmesi mümkün olabilecektir, öyle ki hangi kelimelerin veya zihinsel görüntülerin hangi nöronların etkinleşmesine karşılık geldiği anlaşılabilecektir. Böylece, belirli bir düşünce, onun MRI ifadesi ve beyinde bu düşünceyi yaratmak için etkinleşen nöronlar arasında bire bir ilişki kurulabilecektir.

2006 yılında Allen Beyin Bilimi Enstitüsü (Microsoft'un ortaklarından Paul Allen tarafından kurulmuştur) tarafından yapılan, fare beyninin içerisinde hücresel seviyede 21.000 genin durumunu ayrıntılı bir şekilde gösteren 3 boyutlu bir haritasını yaratmayı başardıklarını açıklayan bir duyuru, bu alanda atıl-

mış küçük bir adımı simgelemektedir. Enstitü, bunun ardından insan beyni için de benzer bir atlas hazırlamayı ümit etmektedir. Enstitü başkanı Marc Tessier-Lavigne, "Allen Beyin Atlası'nın tamamlanması, tıp bilimindeki önemli cephelerden biri olan beyinde sağlanan muazzam bir sıçramayı temsil etmektedir" demektedir. Beyin Atlası gerçek bir nöron haritalama projesi için epeyce küçük ölçekli olmasına karşın, insan beynindeki sinir bağlantılarını incelemek isteyenler için vazgeçilmez bir kaynak oluşturacaktır.

Özetleyecek olursak, bilim kurgu ve fantezi romanlarda sık sık gösterilen doğal telepati, günümüzde mümkün değildir. MRI taramaları ve EEG dalgaları yalnızca en basit düşüncelerimizi okumak amacıyla kullanılabilir, çünkü düşünceler bütün beyin boyunca karmaşık şekillerde dağılmaktadır. Yine de, bu teknoloji gelecek on yıllarla yüzyıllar boyunca ne şekilde ilerleyebilir? Bilimin düşünme sürecini inceleme yeteneği, kaçınılmaz şekilde katlanarak artacaktır. MRI ve diğer algılama cihazlarımızın hassasiyeti arttıkça bilim, beynin düşünceleri ve duyguları ardışık şekilde işleme yöntemini giderek artan bir doğrulukta belirleme olanağı bulacaktır. Bilgisayarların gücünün artmasına paralel olarak bu veri yığınının daha büyük bir doğruluk düzeyinde incelenmesi mümkün olacaktır. Bir düşünce sözlüğü, MRI ekranı üzerindeki çeşitli düşünce örüntülerinin değişik düşüncelere veya duygulara karşılık geldiği daha çok sayıda düşünce deseninin sınıflandırılmasına olanak sağlayabilecektir. MRI örüntüleri ile düşünceler arasında eksiksiz şekilde bire bir ilişki kurulması hiç mümkün olmayabilirse de, bir düşünce sözlüğünün belli konulara ilişkin genel düşünceleri doğru şekilde tanımlaması mümkün olabilecektir. Bunun yanı sıra, MRI düşünce örüntüleri de beyinde belirli bir düşünceyi üretmek için hangi nöronların harekete geçtiğini doğru şekilde gösteren bir sinir ağı haritası oluşturmak için kullanılabilecektir.

Bununla beraber, beyin bir bilgisayar olmadığı, içinde düşüncelerin yayıldığı bir sinir ağı olduğu için, eninde sonunda gelip bir engele, beynin kendisine takılıp kalmaktayız. Dolayısıyla her ne kadar bilim düşünme süreçlerimizden bazıla-

rını deşifre etmek için, düşünen beynin içine giderek daha derin bir şekilde nüfuz etmeye çalışacaksa da, düşüncelerinizin bilim kurgu tarafından vaat edilen doğrulukta "okunması" mümkün olmayacaktır. Bunu dikkate alarak, genel duyguları ve düşünce örüntülerini okuma yeteneğini I. sınıf bir olanaksızlık olarak sınıflandırıyorum. Zihnin iç çalışmasını daha doğru bir şekilde okuma yeteneği ise, II. sınıf bir olanaksızlık olarak sınıflandırılmalıdır.

Fakat belki de beynin muazzam gücünden yararlanmak için daha kısa bir yol bulunmaktadır. Zayıf ve dağınık olan radyo dalgaları kullanmak yerine beynin nöronlarına doğrudan bağlanmak mümkün olabilir mi? Eğer olursa, belki daha da büyük bir gücü açığa çıkartma olanağı bulabiliriz: Psikokinez.

6
Psikokinez

Yeni bir bilimsel gerçek, ona karşıt olanları ikna edip ışığı görmelerini sağlayarak başarıya ulaşmaz. Bunun yerine, karşıtları er ya da geç ölürler ve onların yerini bu gerçeğe alışmış yeni bir nesil alır...

- MAX PLANCK

Başka hiç kimsenin ağzına almayacağı gerçekleri söylemek, bir aptalın ayrıcalığıdır.

- SHAKESPEARE

GÜNÜN BİRİNDE TANRILAR gökyüzünde toplanarak insanlığın içler acısı durumundan şikâyetçi oldular. Tanrılar, bizim kibirli, hoppa ve amaçsız budalalıklarımızdan tiksinti duymaktaydılar. Ancak, tanrılardan birisi bizlere acıdı ve bir deney yapmaya karar verdi: Son derece sıradan bir kişiye sınırsız güç verecekti. Kendi kendilerine, bir insan tanrıya dönüşürse ne yapar diye sordular.

O sıkıcı ve sıradan insan, birdenbire kendisini tanrısal güçlerle donanmış bulan bir tuhafiyeci olan George Fotheringray idi. Mumları havada yüzdürebiliyor, suyun rengini değiştirebiliyor, harika yemekler hazırlayabiliyor ve hatta elmaslar dahi yaratabiliyordu. Başlangıçta gücünü eğlenmek ve iyi şeyler yapmak için kullandı. Fakat gösterişçiliği ve güç tutkusu giderek onu esir aldı ve saraylarda oturan, inanılmaz zenginlik içinde yüzen

açgözlü bir zorbaya dönüştü. Bu sınırsız gücün verdiği sarhoşluk içerisinde, onulmaz bir hata yaptı. Küstah bir tavırla, dünyanın durmasını emretti. Birdenbire, hayal dahi edilmesi mümkün olmayan bir kargaşa meydana geldi, azgın rüzgârlar her şeyi dünyanın dönüş hızıyla, saatte 1500 kilometre hızla havalara savurdu. İnsanların hepsi dış uzaya fırladı. Adam, çaresizlik içinde son dileğini söyledi: Her şey eski haline dönsün.

Yukarıdaki satırlar, 1911 yılında H. G. Wells tarafından yazılan bir kısa hikâyeden yola çıkarak çevrilen *Harikalar Yaratan Adam* adlı filmden (1936) alınmıştır. (Sonradan adapte edilerek Jim Carrey'in de oynadığı *Bruce Almighty* adlı film [Türkçe'ye *Aman Tanrım!* adıyla aktarılmıştır] olarak tekrar çevrilmiştir). ESP'ye atfedilen bütün güçler arasında psikokinez -veya zihnin madde üzerindeki gücü veya cisimleri düşünce gücüyle hareket ettirme yeteneği- açık arayla en güçlü olandır; temelde tanrısal bir güçtür. Wells'in bu kısa hikâyede verdiği mesaj, tanrısal güçlerin tanrısal yargılar ve bilgelik gerektirdiği şeklindedir.

Edebiyatta psikokinez ile dikkat çekici bir sıklıkta karşılaşılır. Örneğin Shakespeare'in *The Tempest* (Fırtına) adlı oyununda büyücü Prospero, kızı Miranda ve peri Ariel, Prospero'nun kötü ruhlu kardeşinin ihaneti sonucunda ıssız bir adada mahsur kalmıştır. Prospero kötü kardeşinin bir gemi ile yakınlardan geçecek olduğunu öğrenince psikokinetik gücünü kullanarak devasa bir fırtına yaratır ve kardeşinin gemisinin adada karaya oturmasına yol açar. Sonra da aralarında masum, yakışıklı bir genç olan Ferdinand'ın da bulunduğu bahtsız kazazedelerin kaderini değiştirmek için psikokinetik güçlerini kullanır, Ferdinand ile Miranda arasında bir aşk başlamasını sağlar.

Rus yazar Vladimir Nabokov, *The Tempest*'in şaşırtıcı şekilde bir bilim kurgu romanını andırdığına dikkat çekmektedir. Aslında *The Tempest*, yazıldıktan 350 yıl sonra, 1956 yılında bir bilim kurgu klasiği olan *Forbidden Planet* - Yasak Gezegen adıyla yeniden yazılmış, Prospero'nun yerini saplantılar içindeki bilim adamı Morbius almış, perinin yerine Robot Robby geçmiş, Miranda Morbius'un güzel kızı Altaira olmuş, ada ise Altair-4 gezegenine dönüşmüştür. *Uzay Yolu* dizisinin yaratıcısı Gene

Rodenberry, TV serisindeki maceraların birinde *Yasak Gezegen*'den esinlendiğini itiraf etmiştir.

Daha yakın bir zaman önce, psikokinez, Stephen King'in *Carrie* adlı romanının (1974) altında yatan temel konuydu ve tanınmayan, geçim zorluğu içindeki bir yazarı dünyadaki bir numaralı korku romanı yazarı haline getirmişti. Son derece çekingen, acınacak durumda bir liseli kız olan Carrie, zihinsel açıdan dengesiz annesi tarafından toplum dışı olarak aşağılanmakta ve sürekli olarak itilip kakılmaktadır. Tek teselli kaynağı, görünüşe göre aileden gelmekte olan psikokinetik gücüdür. Ona eziyet edenler, son sahnede onu kandırarak mezuniyet balosunun kraliçesi olacağına inandırırlar ve sonra yeni elbisesinin üstüne domuz kanı dökerler. Carrie, son bir intikam hareketi içerisinde zihin gücünü kullanarak bütün kapıları kilitler, kendisine eziyet edenleri elektik çarpmasına uğratır, okul binasını ateşe verir ve kasabanın yarısını yakan bir yangın başlatarak bu arada kendisini de yok eder.

Dengesiz bireylerin sahip olduğu psikokinez gücü, uzayın uzak bir kolonisinden gelen dengesiz bir gencin anlatıldığı "Charlie X" adlı *Uzay Yolu* macerasının da konusunu oluşturmuştur. Bu genç, sahip olduğu psikokinetik gücü iyilik için değil, başkalarını kontrol etmek ve onların iradesini kendi arzularına göre değiştirmek için kullanmaktadır. Eğer Atılgan'ı ele geçirmeyi ve Dünya'ya ulaşmayı başarabilirse, gezegen çapında bir kargaşa yaratacak ve gezegeni yok edecektir.

Ayrıca psikokinez, *Yıldız Savaşları* efsanesinde Jedi Şövalyeleri olarak amlan efsanevi savaşçılar topluluğu tarafından kullanılan "Güç"ün arkasındaki güçtür.

PSİKOKİNEZ VE GERÇEK DÜNYA

Gerçek hayatta psikokinez konusunda belki de en tanınmış olan yüzleşme, 1973 yılında Johnny Carson şovunda yaşanmıştır. Efsaneleşen bu yüzleşme, zihin gücü ile kaşıkları bükmeyi başardığını iddia eden İsrailli psişik Uri Geller ve psişik olduğu-

nu iddia eden sahtekârları açığa çıkartmayı ikinci uğraş olarak benimseyen profesyonel sihirbaz Harika Randy arasında gerçekleşmiştir. (Garip görünebilir, fakat her üçü de ortak bir geçmişten gelmekteydi: Hepsi de kariyerlerine sihirbazlık yaparak başlamış, kuşkulu seyircileri hayrete düşüren el çabukluğu numaraları üzerinde uzmanlaşmışlardı).

Geller'in sahneye gelmesinden önce Carson, kendi kaşıklarını getirmesini ve onları gösteri başlamadan önce kontrol etmesini öneren Randi'ye danışmıştı. Yayına geçildiği zaman Carson, Geller'den kendi getirdiği kaşıkları değil, Carson'un verdiği kaşıkları bükmesini isteyerek onu şaşırttı. Geller, her denemede kaşıkları bükemedi ve mahcup oldu. (Daha sonra Randy, Johnny Carson Şov'a çıktı ve kaşık bükme numarasını başarıyla tamamladı. Fakat bu işi psişik güç yoluyla değil, katıksız sihirbazlık yoluyla yaptığını söylemeyi de ihmal etmedi).

Harika Randy, psişik gücü başarılı şekilde gösterebilecek olan herhangi bir kişiye 1 milyon dolar ödül önermiştir. Şu ana kadar hiçbir psişik, 1 milyon dolarlık ödülü almaya talip olmamıştır.

PSİKOKİNEZ VE BİLİM

Psikokinezin bilimsel yöntemlerle araştırılması sırasında karşılaşılan sorunlardan birisi, bilim insanlarının psişik güce sahip olduğunu iddia eden kişiler tarafından kolaylıkla kandırılabilmesidir. Bilim insanları, laboratuvarda gördüklerine inanacak şekilde eğitim almışlardır. Buna karşın psişik güç iddiasında bulunan sihirbazlar, insanları görsel algılarını aldatmak suretiyle inandırmak üzere eğitim görürler. Bunun sonucu olarak bilim insanları, psişik olaylar için kötü birer gözlemci olmuşlardır. Örneğin 1982 yılında olağandışı yetenekleri olduğu düşünülen iki çocuğu, Michael Edwards ve Steve Shaw'ı incelemek üzere parapsikologlar davet edilmişti. Bu çocuklar metalleri bükebildiklerini, düşünce gücü ile fotoğraf filmi üzerinde görüntü oluşturabildiklerini, psikokinez vasıtasıyla nesneleri hareket ettire-

bildiklerini ve zihin okuyabildiklerini iddia etmekteydiler. Parapsikolog Michael Thalbourne o denli etkilenmişti ki, bu çocukları tanımlamak için "psikokinet" terimini uydurdu. Çocukların St. Louis, Missouri'deki McDonnell Fizik Araştırmaları Laboratuvarı'nda sergiledikleri yetenekler karşısında parapsikologların gözleri kamaştı. Parapsikologlar, çocukların psişik gücüne ilişkin kesin deliller bulduklarına ikna olarak onlar hakkında bir makale yazmaya başladılar. Ertesi yıl çocuklar, birer numaracı olduklarını ve "güçlerinin" doğaüstü güçlerden değil, standart sihir numaralarından kaynaklandığını açıkladı. (Çocuklardan birisi, Steve Shaw, devam ederek sık sık televizyona çıkan ve günlerce "canlı canlı gömülen" tanınmış bir sihirbaz oldu).

Duke Üniversitesi'ndeki Rhine Enstitüsü'nde psikokinez üzerinde kontrollü koşullar altında yoğun deneyler yapılmış, fakat karışık sonuçlar elde edilmiştir. Konunun öncülerinden Profesör Gertrude Schmeidler, New York City Üniversitesi'nde benim çalışma arkadaşlarımdan biriydi. *Parapsikoloji Dergisi*'nin eski editörlerinden ve Parapsikoloji Derneği'nin eski başkanlarından olan Schmeidler, ESP konusuna büyük ilgi duyar ve kolejdeki öğrencileri üzerinde pek çok çalışma yapardı. Akşam yemeğine katılan davetlilerin önünde tanınmış psişiklerin numaralar yaptığı kokteyl partileri araştırır, deneyleri için daha fazla denek bulmaya çalışırdı. Ancak, yüzlerce öğrenciyi ve çok sayıda mentalist ve psişiği inceledikten sonra, bu psikokinetik marifetleri kontrollü koşullar altında istendiği zaman yapabilecek tek bir kişi dahi bulamadığını günün birinde bana söylemişti.

Bir seferinde bir odanın çevresini derecenin kesri kadar sıcaklık değişimlerini algılayabilen termistörlerle çevrelemişti. Bir mentalist, ağır bir zihinsel çaba sonucunda bir termistörün değerini bir derecenin onda biri kadar yükseltmeyi başarmıştı. Schmeidler, bu deneyi çok sıkı koşullar altında yapmayı başarabildiği için gurur duyuyordu. Fakat bu, kişinin istediği zaman zihin gücü ile büyük nesneleri hareket ettirme yeteneğinin yanına dahi yaklaşmıyordu. Psikokinez üzerinde en sıkı koşullar altında yapılan fakat tartışmalı olan bir çalışma da, Princetown Üniversitesi'nde o sırada Mühendislik ve Uygulamalı Bilim

Bölümü Dekanı olarak görev yapan Roberg G. Jahn tarafından 1979 yılında kurulan PEAR (Princeton Engineering Anomalies Research - Princeton Mühendislik Anomalileri Araştırma) programıdır. PEAR mühendisleri insan zihninin yalnızca düşünce yolu ile rastgele olayların sonuçlarını etkilemeye muktedir olup olmadığını araştırmaktaydılar. Örneğin, bir madeni parayı havaya fırlattığımız zaman yazı veya tura gelme olasılığının yüzde 50 olduğunu biliriz. Ancak, PEAR bilim insanları, insan düşüncesinin bu rastgele olayları tek başına etkileme gücüne sahip olduğunu öne sürmekteydiler. Yirmi sekiz yıllık bir süre boyunca, program nihayet 2007 yılında sona erinceye kadar, PEAR mühendisleri 1,7 milyon denemeyi ve 340 milyon para atışını kapsayan binlerce deney yaptı. Sonuçlar, psikokinez etkisinin varlığını doğrular gibi görünmekteydi. Fakat etkiler son derece küçüktü, ortalamada on binde birkaç taneden fazla değildi. Bu yetersiz sonuçlar dahi, araştırmacıların verilerinde gizli, belirsiz eğilimler var olduğunu öne süren diğer bilim adamları tarafından şüpheyle karşılanmıştı.

(ABD ordusu 1988 yılında Ulusal Araştırma Konseyi'nden paranormal etkinlikler konusunu araştırmasını istedi. Ordu, birliklerine psişik güçler de dahil olmak üzere sağlayabileceği olası avantajların araştırılmasını istiyordu. Ulusal Araştırma Konseyi'nin raporu, ESP kullanımı, istedikleri zaman vücutlarını terk etme, havada uçma, psişik olarak iyileştirme ve duvarların içinden geçme de dahil olmak üzere komite tarafından incelenmekte olan hemen hemen bütün yöntemlerin kullanılması konusunda uzmanlaşmış "savaşçı rahiplerden" meydana gelen kuramsal bir "Birinci Dünya Taburu" yaratılmasını inceliyordu. Ulusal Araştırma Konseyi, PEAR'ın iddiaları üzerinde yaptığı araştırma sonucunda bütün başarılı denemelerin *tam olarak yarısının* tek bir bireyden kaynaklandığını ortaya çıkarttı. Eleştirenlerden bazıları, bu kişinin deneyleri yapan veya PEAR için bilgisayar programını yazan kişi olduğuna inanmaktadır. Oregon Üniversitesi'nden Dr. Ray Hyman, "Bana göre, laboratuvarı yöneten kişi sonuçları üreten tek kişi ise ortada bir sorun var demektir" demektedir. Raporun sonuç bölümünde "Parapsikolojik olayların varlığını belirlemek için 130 yıllık bir

dönem boyunca yapılan araştırmalarda hiçbir bilimsel kanıt elde edilmemiştir" diye yazmaktaydı).

Bilinen fizik yasaları ile kolayca uyum sağlamamasının psikokinezi incelerken karşılaşılan sorun olduğunu, psikokinezi savunanlar dahi kabul etmektedir. Evrendeki en zayıf kuvvet olan kütleçekimi sadece çekme yönündedir ve cisimleri havaya kaldırmak veya itmek için kullanılamaz. Elektromanyetik kuvvet Maxwell denklemlerine göre davranır ve elektriksel olarak nötr nesneleri bir odanın içinde itekleme olasılığını kabul etmez. Nükleer kuvvetler, yalnızca nükleer parçacıklar arasındaki uzaklık gibi kısa mesafeler içinde etki ederler.

Psikokinez ile ilgili bir başka sorun da, enerji kaynağıdır. İnsan vücudu yalnızca bir beygir gücünün beşte biri kadar güç üretebilir, buna karşın *Yıldız Savaşları*'nda Yoda, zihin gücüyle bütün bir yıldız gemisini havaya kaldırmakta veya Cyclops gözlerinden lazer şimşekleri fışkırttığı zaman enerjinin sakımı yasasına aykırı davranmaktadır - Yoda gibi minicik bir yaratık, bir yıldız gemisini havaya kaldıracak enerjiye sahip olamaz. Ne kadar konsantre olursak olalım, psikokineze atfedilen marifet ve mucizeleri yapmaya yeterli enerjiyi toplayamayız. Bütün bu sorunlar dikkate alındığı zaman, psikokinezin fizik yasalarıyla uyum içinde olması nasıl mümkündür?

PSİKOKİNEZ VE BEYİN

Eğer evrenin bilinen kuvvetlerine kolaylıkla uyum sağlamıyorsa, gelecekte psikokinezi kontrol altına almak nasıl mümkün olabilir? *Uzay Yolu* dizisinin "Adonis İçin Kim Yas Tutar" adlı macerasında buna ilişkin bir ipucu görülmektedir. Bu macerada *Atılgan*'ın personeli Yunan tanrılarına benzeyen ve sadece düşünmek suretiyle inanılmaz işler becerebilen bir ırk ile karşılaşır. Başlangıçta sanki personel Olimpos Dağı'ndaki tanrılarla karşılaşmış gibi görünür. Bununla birlikte personel, bunların hiç de tanrı olmadıklarını, isteklerini yerine getiren ve bu harika işleri yapmalarını sağlayan merkezi bir güç istasyonunu zihin

yoluyla kontrol edebildiklerini zamanla anlar. Atılgan'ın personeli, merkezi güç istasyonunu yok ederek kendilerini onların gücünden kurtarır.

Benzer şekilde, bir kişinin gelecekte kendisine tanrısal güçler verecek bir elektronik algılama cihazını zihin yoluyla kontrol etmek üzere eğitilmesi, pekâlâ fizik yasalarının içinde kalmaktadır. Radyo veya bilgisayar yoluyla pekiştirilmiş psikokinez, gerçek bir olasılıktır. Örneğin EEG, ilkel bir psikokinez cihazı olarak kullanılabilir. İnsanlar bir ekran üzerinde kendi EEG örüntülerine bakarak, gördükleri beyin görüntüsünü "biyogeribildirim" adı verilen bir süreç yardımıyla kaba fakat bilinçli bir şekilde kontrol etmeyi eninde sonunda öğrenebilirler.

Bize hangi nöronun hangi kası kontrol ettiğini söyleyecek ayrıntılı bir beyin şeması mevcut olmadığı için, hastanın bu yeni örüntüleri bilgisayar aracılığı ile ne şekilde kontrol edeceğini öğrenmek için aktif bir şekilde rol alması gerekecektir.

Zaman içinde insanlar isteğe bağlı olarak ekranda belirli dalga örüntülerini üretmeyi başarabilirler. Ekrandaki görüntü, böyle dalga örüntülerini tanıyacak ve bir komutu çalıştıracak, mesela bir elektrik anahtarını açacak veya bir motoru çalıştıracak şekilde programlanmış bir bilgisayara gönderilebilir. Başka bir deyişle bir kişi, yalnızca düşünmek suretiyle EEG ekranı üzerinde belirli bir örüntü yaratabilir ve bir bilgisayarı veya motoru çalıştırabilir.

Bu sayede, mesela tamamen felç olmuş bir kişi düşüncelerinin gücü vasıtasıyla tekerlekli sandalyesini kontrol edebilir. Veya, bir kişi ekranda yirmi dokuz farklı örüntü oluşturabilirse, yalnızca düşünmek suretiyle klavye kullanma olanağı bulabilir. Hiç şüphesiz bu, insanın düşüncelerini iletmesi için kaba bir yöntem olacaktır. İnsanları kendi beyin dalgalarını biyogeribildirim vasıtasıyla yönetebilecek şekilde eğitmek, oldukça uzun bir zaman almaktadır.

"Düşünerek yazma" işlemi, Almanya'daki Tübingen Üniversitesi'nden Niels Birbaumer sayesinde gerçekleşmeye çok yaklaşmış bulunmaktadır. Birbaumer, sinir hasarı nedeniyle kısmi felç olmuş kişilere yardım amacıyla biyogeribildirimden yarar-

lanmaktadır. Onları beyin dalgalarını değiştirebilecek şekilde eğitmek suretiyle, bilgisayar ekranına basit cümleler yazmayı öğretebilmiştir.

Maymunların beynine elektrotlar yerleştirilmiş ve biyogeribildirim yolu ile kendilerine düşüncelerinden bazılarını kontrol etmesi öğretilmiştir. Bu maymunlar, yalnızca düşünce gücü ile internet üzerinden bir robot kolu kontrol etmeyi başarmışlardır.

Daha ayrıntılı bir dizi deney, Atlanta'daki Emory Üniversitesi'nde, felçli bir hastanın beynine doğrudan bir cam boncuk gömülerek yapılmıştır. Cam boncuk, öbür ucu bir PC'ye bağlı bir tel ile irtibatlandırılmıştır. Hasta, belli düşünceleri düşünerek PC ekranındaki imleci hareket ettirecek sinyalleri tel üzerinden göndermeyi başarmıştır. Çalışmaların ardından hasta, biyogeribildirim kullanarak imlecin hareketini bilinçli olarak kontrol edebilmiştir. İlke olarak ekrandaki imleç, düşünceleri yazmak, makineleri çalıştırmak, sanal otomobilleri sürmek, video oyunları oynamak vb. için kullanılabilir.

Brown Üniversitesi'nden nörobilimci John Donoghue, zihin-makine arabirimi alanında belki de en önemli ilerlemeleri sağlamıştır. BrainGate adı verilen ve felçli bir kişinin yalnızca zihin gücünü kullanarak dikkate değer bir dizi etkinlikte bulunmasına olanak sağlayan bir cihaz tasarlayan Donoghue, cihazının denemelerini ikisinde omurilik hasarı bulunan, üçüncüsü inme geçirmiş olan, dördüncüsü ise ALS (amyorophic lateral sclerosis veya Lou Gehrig hastalığı, kozmolog Stephen Hawking'i etkileyen hastalık) nedeniyle felç olan dört hasta üzerinde yapmıştır.

Donoghue'nin hastalarından birinin, vücudunun boyundan aşağıda kalan bölümü kalıcı şekilde felçli bir "quadriplegic"* olan yirmi beş yaşındaki Mathew Nagle'in tamamen yeni bilgisayar becerilerini öğrenmek için yalnızca bir güne ihtiyacı olmuştu. Şimdi evindeki TV'nin kanallarını değiştirebilmekte, ses şiddetini ayarlayabilmekte, bir protez eli açıp kapatabilmekte, acemice bir çember çizebilmekte, bilgisayar imlecini hareket

* Quadriplegic: Her iki ayağı ve kolu felçli olan kimse (Ç.N.)

ettirebilmekte, video oyunu oynayabilmekte ve hatta e-postaları dahi okuyabilmektedir. Nature dergisinin 2006 yaz sayısının kapağında yer aldığı zaman, bilim çevrelerinde ve basında büyük bir sansasyon yaratmıştır.

Donoghue'nin BrainGate'inin kalbi, yalnızca 4 mm genişliğinde, yüz adet minik elektrot barındıran, minicik bir silikon yongadır. Yonga, doğruca beyinde motor etkinliklerinin düzenlendiği bölgenin üzerine yerleştirilmektedir. Yonga, beynin yaklaşık 2 mm kalınlıkta olan zarının yarısına kadar gömülür. Altın teller, silikon yongadan gelen sinyalleri yaklaşık bir puro kutusu büyüklüğündeki bir yükseltece taşımaktadır. Sinyaller, oradan yaklaşık bir bulaşık makinesi büyüklüğünde olan bir bilgisayara gönderilir. Bu sinyaller, beyin tarafından yaratılan sinyalleri tanımlayabilen ve onları mekanik hareketlere dönüştüren özel bilgisayar yazılımları tarafından işlenir. Hastaların kendi EEG dalgalarını okudukları daha önceki deneylerde biyogeribildirimin kullanılması yavaş ve zahmetli oluyordu. Fakat belirli düşünce örüntülerini tanımlamak için hastaya bir bilgisayar yardımcı olduğu zaman, eğitim süreci önemli ölçüde kısalmaktadır. İlk eğitim seansında Nagle'dan kolunu ve elini sağa ve sola hareket ettirdiğini, bileğini esnettiğini ve yumruğunu sıkıp açtığını hayalinde canlandırması istenmişti. Nagle koluyla elini hareket ettirdiğinde farklı nöronların harekete geçtiğini gerçekten gördüğü zaman büyük bir sevinç hisseden Donoghue, "Benim için bu inanılmaz bir şeydi, çünkü beyin hücrelerinin etkinliklerini değiştirdiğini görebiliyordunuz. Sonra her şeyin ileriye gidebileceğini, teknolojinin gerçekten işe yaracağını anladım" diye hatırlıyor.

(Donoghue'nin bu ilginç zihin-makine arayüzüne duyduğu tutkunun kişisel bir nedeni vardı. Çocukluğunda ıstıraplı bir dejeneratif hastalık nedeniyle tekerlekli sandalyeye mahkûm kalmıştı, bu nedenle hareket yeteneğini kaybetmenin verdiği çaresizliği birinci elden bilmekteydi).

Donoghue, BrainGate'i tıp mesleğinin temel araçlarından biri haline getirmeyi hedeflemektedir. Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde onun şimdi bir bulaşık makinesi büyüklü-

günde olan cihazı zamanla taşınabilir hale gelebilir, hatta kişinin elbisesine dahi takılabilir. Yonganın kablosuz hale getirilmesiyle de hantal kablolardan kurtulunabilir, böylece cihaz, dış dünya ile sorunsuz bir şekilde iletişim kurabilir.

Beynin diğer bölümlerinin de bu şekilde etkinleştirilmesi, yalnızca bir zaman meselesidir. Bilim insanları, beynin üst bölümünün yüzey haritasını zaten çıkartmış bulunmaktadırlar. (Eğer ellerimizin, bacaklarımızın başımızın ve sırtımızın resimlerini çizerek bu nöronların genel anlamda başımızın üstünde nereye bağlandığını gösterecek olursa, "homunculus" veya küçük adam olarak adlandırılan bir şey görürüz. Vücut parçalarımızın beynimizin üstüne yazılan görüntüsü uzun parmakları, yüzü, dili ve küçülmüş gövdesi ve sırtıyla şekli bozuk bir insanı andırmaktadır).

Beynin değişik yerlerine silikon yongalar yerleştirerek çeşitli organların ve uzantıların salt düşünce gücü ile etkinleştirilmesinin sağlanabilmesi gerekir. Böylece, insan vücudu tarafından yapılabilecek her türlü fiziksel etkinlik bu yöntem tarafından taklit edilebilecektir. Gelecekte felçli bir kişinin psikokinetik olarak özel şekilde tasarlanmış bir evde yaşadığını, klimayı, televizyonu ve bütün elektrikli cihazları yalnızca düşünce gücünden yararlanarak kontrol edebildiğini hayalimizde canlandırabiliriz.

Zamanla bir kişinin vücudunun özel bir "dış iskelet" içine yerleştirildiğini, böylece felçli bir kişiye tam hareket serbestliği sağlandığını gözümüzde canlandırabiliriz. Hatta böyle bir dış iskelet, ilke olarak normal bir kişinin ötesinde güçlere sahip olabilir, süper uzantılarının muazzam mekanik gücünü yalnızca düşünce ile kontrol edebilen biyonik bir varlığa dönüşebilir.

Dolayısıyla, bir bilgisayarı kişinin zihni vasıtasıyla kontrol etme sorunu, artık olanaksız olmaktan çıkmıştır. Fakat bu, günün birinde yalnızca düşünce gücü kullanarak nesneleri hareket ettirebileceğimiz, onları havaya kaldırabileceğimiz ve çeşitli işlemler yapabileceğimiz anlamına gelir mi?

Duvarlarımızı oda sıcaklığında çalışan bir süper iletken ile kaplamak bir olasılık oluşturabilir, tabii günün birinde böyle bir maddenin yaratılabileceğini varsayarak. Sonra, evimizdeki nes-

nelerin içine minik elektromıknatıslar yerleştirerek, bu nesneleri Bölüm 1 içinde gördüğümüz gibi Meissner etkisi vasıtasıyla havaya kaldırabiliriz. Eğer bu elektromıknatıslar bir bilgisayar tarafından kontrol edilecek olursa, nesnelerin istediğimiz gibi havada uçmasını sağlayabiliriz. Aklımızdan bazı düşünceleri geçirerek bilgisayarı harekete geçirebilir, bu sayede onun çeşitli elektromıknatısları çalıştırmasını ve nesneleri havaya kaldırmasını sağlayabiliriz. Nesneleri istediğimiz şekilde hareket ettirmek ve havaya kaldırmak, dışardan bakan birisine sihir gibi görünecektir.

NANOBOTLAR

Sadece nesneleri hareket ettirmeye değil, fakat onları dönüştürmeye, sihirbazlık yaparmış gibi bir nesneyi başka bir nesneye çevirmeye ne demeli? Sihirbazlar bunu ustaca el çabukluğu ile yaparlar. Fakat böyle bir güç, fizik yasalarıyla uyumlu mudur acaba?

Daha önce sözünü ettiğimiz gibi, nanoteknolojinin hedeflerinden biri de atomları kullanarak levyeler, dişliler, rulmanlar ve makaralar gibi işlevleri yerine getirecek minik makineler yapma olanağı sağlamaktır. Pek çok fizikçinin rüyası, bu nano makinelerle bir nesnenin içindeki molekülleri yeni baştan düzenleyerek o nesneyi başka bir nesneye dönüştürmektir. Bu, bilim kurguda karşımıza çıkan ve insanın yalnızca istemek suretiyle herhangi bir nesneyi imal etmesine olanak sağlayan "çoğaltıcı"nın temelini oluşturur. Bir çoğaltıcı, ilke olarak fakirliği ortadan kaldırmak ve toplumun yapısını değiştirmek amacıyla kullanılabilir. Eğer insan herhangi bir nesneyi yalnızca isteyerek üretebilirse, insan toplumundaki bütün kıtlık, değer ve hiyerarşi değerleri altüst olacaktır.

(En sevdiğim *Uzay Yolu* maceralarından biri: *Gelecek Nesil*, bir çoğaltıcıyı anlatır. Yirminci yüzyıldan kalma tarihi bir uzay kapsülü dış uzayda sürüklenirken bulunur ve içinde ölümcül hastalıklara yakalanmış insanların dondurulmuş cesetleri bulunmak-

tadır. Bu vücutlar hızla eritilir ve gelişmiş tıp sayesinde hastalıkları iyileştirilir. Bir iş adamı, aradan geçen o kadar yüzyıl sonra yatırımlarının muazzam bir değere ulaşmış olması gerektiğini düşünmektedir. Derhal *Atılgan*'ın personeline yatırımları ve parası hakkında sorular sorar. Personel şaşırır. Para? Yatırımlar? Gelecekte para diye bir şey olmadığını anlatırlar. Eğer bir şey isterseniz, istemeniz yeterlidir).

Bir çoğaltıcı ne kadar şaşırtıcı olsa da, doğa zaten bir tane yaratmıştır. "İlkenin kanıtı", zaten mevcuttur. Doğa, et ve sebze gibi birtakım ham maddeleri alıp dokuz ayda bir insan üretebilir. Yaşam mucizesi, atomik düzeyde bir madde türünü (yani gıda) alıp canlı dokuya (bir yavru) dönüştürme becerisine sahip bir nano fabrikadan başka bir şey değildir.

Bir nano fabrika yaratmak için üç bileşene ihtiyaç vardır: İnşaat malzemeleri, bu malzemeleri kesecek ve birbirine birleştirecek araçlar ve araçlarla malzemelerin kullanılmasına kılavuzluk edecek bir plan. Doğada inşaat malzemeleri, et ve kanın yaratılmasını sağlayan aminoasitler ve proteinlerdir. Bu proteinleri yeni yaşam şekillerine sokmak için gerek duyulan kesme ve birleştirme araçları (çekiçler ve testereler), ribozomlardır. Bunlar, yeni protein türleri yaratmak amacıyla proteinleri belirli noktalardan kesip yeniden birleştirecek şekilde tasarlanmışlardır. Ve plan ise, yaşamın sırrını nükleik asitlerin belirli bir şekilde dizilmesi şeklinde şifreleyen DNA molekülünde bulunmaktadır. Bu üç bileşen, kendi kopyalarını yaratmak, yani kendini çoğaltmak konusunda dikkat çekici bir yeteneğe sahip olan hücrenin içinde bir araya gelmişlerdir. Bu yetenek, DNA molekülünün bir çift sarmal şekline sahip olmasından kaynaklanır. Çoğalma zamanı geldiğinde DNA molekülü iki ayrı sarmala ayrılır. Sonra her ayrı sarmal, eksik sarmalı baştan yaratmak için organik moleküllere tutunmak suretiyle kendi kopyalarını yaratır.

Fizikçiler, doğada karşılaşılan bu özellikleri taklit etme konusunda şimdiye kadar yalnızca mütevazı bir başarı elde etmişlerdir. Fakat bilim insanları, başarının anahtarının kendi kendini kopyalayabilen çok sayıda "nanobotlar", yani bir nesnenin içindeki atomları yeni baştan düzenleyecek şekilde tasarlanmış

programlanabilir atomik makineler yaratmak olduğuna inanmaktadırlar.

İlke olarak, eğer elde trilyonlarca nanobot olursa, bunlar bir nesnenin üzerinde toplanarak onu başka bir nesneye dönüştürünceye kadar atomları kesip tekrar yapıştırabilirler. Kendi kendilerini kopyalayabildikleri için, işlemi başlatmak için yalnızca küçük bir avuç dolusu nanobot yeterli olacaktır. Ayrıca, verilen bir planı izleyebilmeleri için bunların programlanabilir olması da gerekir.

Bir nanobotlar filosu yaratabilmek için zorlu engellerin aşılması gerekmektedir. İlk olarak, kendi kendini kopyalayabilen robotların yapılması, makroskobik bir düzeyde dahi olsa, son derece zordur. (Atomik rulmanlar ve dişliler gibi basit atomik araçların yaratılması dahi günümüz teknolojisini aşmaktadır). Eline bir PC ve bir çorba kaşığı elektronik parça verilen bir kişinin kendi kendini kopyalama yeteneğine sahip olabilecek bir makine yapması çok zor olacaktır. Dolayısıyla, eğer kendi kendini kopyalayabilen bir makinenin bir masanın üstünde yapılması zor ise, aynı işi atomik bir düzeyde yapmak daha da zor olacaktır.

İkincisi, böyle bir nanobot ordusunun dışarıdan ne şekilde programlanabileceği, açık değildir. Bazıları, her nanobotu etkin duruma getirmek için radyo sinyalleri göndermeyi önermiştir. Belki üzerine talimatlar yüklenmiş lazer ışınları gönderilebilir. Fakat bu, sayıları trilyonları bulabilecek nanobotlardan her biri için ayrı bir komut takımı anlamına gelecektir.

Üçüncüsü, nanobotun atomları doğru sırada kesmesinin, düzenlemesinin ve yapıştırmasının nasıl sağlanabileceği açık değildir. Hatırlayacak olursanız, doğanın bu sorunu çözmesi üç buçuk milyar yıl sürmüştür ve birkaç on yıl içinde çözülmesi zor olacaktır.

Çoğaltıcı veya "kişisel fabrikatör" fikrini ciddiye alan fizikçilerden biri, MIT'den Neil Gershenfeld'dir. Hatta Gershenfeld, MIT'nin en gözde derslerinden biri olan "(Neredeyse) "Her Şey Nasıl Yapılır?" dersini de vermektedir. Gershenfeld MIT Bitler ve Atomlar Merkezi'ni yönetmektedir ve "sıradaki büyük şey"

olduğunu düşündüğü kişisel fabrikatörün ardındaki fizik üzerinde ciddi şekilde düşünmektedir. Kişisel fabrikasyon konusundaki görüşlerini ayrıntılarıyla anlattığı *FAB: The Coming Revolution on Your Desktop - From Personal Computers to Personal Fabrication* (FAB: Masanızın Üstüne Gelen Devrim - Kişisel Bilgisayarlardan Kişisel Fabrikasyona) adlı bir de kitap yazmıştır. Gershenfeld, hedefin "herhangi bir makineyi yapabilecek bir makine yapmak" olduğuna inanmaktadır. Görüşlerini yaymak amacıyla dünya çevresinde özellikle kişisel fabrikasyonun en büyük etkiyi yaratacak olduğu üçüncü dünya ülkelerini kapsayan bir laboratuvarlar ağı oluşturmuş bulunmaktadır.

Başlangıçta PC'niz üzerinde görselleştirebileceğiniz her türlü nesneyi kesme, kaynatma ve şekillendirme yeteneğine sahip, lazer ve mikrominyatürizasyon alanlarındaki en son gelişmeleri kullanan ve masanızın üstüne koyabileceğiniz kadar küçük, her amaca uygun bir fabrikatör düşünmektedir. Örneğin bir üçüncü dünya ülkesindeki fakir halk, çiftliklerinde kullanmak üzere belirli araçlar ve makineler isteyebilir. Bu bilgi, internet vasıtasıyla uçsuz bucaksız bir planlar kütüphanesine ve teknik bilgilere ulaşabilen bir PC'ye girilir. Daha sonra bilgisayar yazılımı, mevcut planları bireylerin gereksinimleriyle karşılaştırır, bilgileri işler ve sonra da bunu onlara e-posta yolu ile geri gönderir. Sonra, onların kişisel fabrikatörleri lazerlerini ve minyatür kesici araçlarını kullanarak arzu ettikleri cihazı bir masanın üstünde imal eder.

Bu çok amaçlı kişisel fabrika, yalnızca bir başlangıçtır. Gershenfeld, nihai olarak fikrini moleküler düzeye taşımak istemektedir. Böylece bir kişi, insan zihninin hayal edebileceği her nesneyi kelimenin tam anlamıyla imal etme olanağına sahip olacaktır. Ne var ki, bu yöndeki ilerleme, bireysel atomlar üzerinde işlem yapmanın güçlüğü nedeniyle çok yavaştır.

Güney California Üniversitesi'nden Aristides Requicha, bu yönde çalışan öncülerden birisidir. Uzmanlık alanı "moleküler robot bilimi"dir ve atomları istenen şekilde işleyebilen bir nanorobot filosu yaratmayı hedeflemektedir. Yazdığına göre, bu işe

iki şekilde yaklaşmak mümkündür. Bunların ilki olan tepeden aşağı yaklaşımda mühendisler, nanorobotların beyni olarak görev yapacak minik devreleri yaratmak için yarıiletken sanayiinin gravür teknolojisini kullanacaklardır. Bu teknoloji ile, hızla ilerleyen bir alan olan "nanolitografi" vasıtasıyla bileşenleri 30 nm büyüklükte olan minicik robotlar yaratmak mümkün olacaktır.

Fakat ortada bir de "tabandan yukarı" yöntemi bulunmaktadır. Bu yaklaşımda mühendisler minik robotları atom atom yaratmaya çalışacaklardır. Atomları birer birer tanımlayıp hareket ettirmek için kullanılacak ana araç olan taramalı sondalı mikroskop (Scanning Probe Microscope - SPM), taramalı tünelleme mikroskobu ile aynı teknolojiyi kullanmaktadır. Bilim insanları, örneğin ksenon atomlarını platin veya nikel yüzeyler üzerinde hareket etme konusunda epeyce beceri kazanmış bulunmaktadırlar. Fakat, Requicha "yaklaşık 50 atomdan oluşan bir yapıyı oluşturmak için dünyadaki en iyi grupların hâlâ 10 saat kadar çalışması" gerektiğini kabul etmektedir. Atomları teker teker el ile hareket ettirmek, yavaş ve yorucu bir iştir. Söylediğine göre asıl gereken, daha üst düzey işlevler yapabilecek, yüzlerce atomu bir seferde istenen şekilde hareket ettirebilecek yeni tip bir makinedir. Ne yazık ki böyle bir makine henüz mevcut değildir. Tabandan yukarı yönteminin hâlâ emekleme döneminde olması, hiç de şaşılacak bir durum değildir.

Dolayısıyla, psikokinez bugünün standardlarıyla olanaksız olsa da, bizler beynimizdeki düşüncelere EEG, MRI ve diğer yöntemlerle ulaşma konusunu daha iyi anladıkça gelecekte mümkün olabilir.

Bu yüzyılın içerisinde oda sıcaklığında çalışan süper iletkenleri çalıştırmak ve sihirden ayırt edilmesi mümkün olmayan beceriler sergilemek amacıyla düşünce ile çalışan cihazlar kullanılması mümkün olabilir. Ve bir sonraki yüzyıl geldiğinde makroskobik bir nesnenin moleküllerini yeniden düzenlemek olanak dahiline girebilir. Bu, psikokinezi I. sınıf bir olanaksızlık yapmaya yeterlidir.

Bu teknolojinin anahtarı, bazı bilim insanlarının öne sürdüğüne göre, yapay zekâya sahip nanobotlar yaratmaktır. Ancak, molekül büyüklüğünde minicik robotlar yaratabilecek duruma gelmeden önce sormamız gereken daha temel bir soru bulunmaktadır: Robotlar var olabilir mi?

7
Robotlar

**Önümüzdeki otuz yıl içinde günlerden bir gün,
Dünya üzerindeki en akıllı şeylerden biri oluşumuz
çok sessizce sona erecektir.**

- JAMES McALEAR

ISAAC ASIMOV'un hikâyelerinden yola çıkarak çevrilen *Ben, Robot* filminde o zamana kadar yapılmış en gelişmiş robot sistemi 2035 yılında inşa edilmiştir. VIKI olarak adlandırılan bu sistem, büyük bir şehrin işlemlerini kusursuz bir şekilde yapmak üzere tasarlanmıştır. Metro sistemi ve elektrik dağıtımından evlerde bulunan binlerce robota kadar her şey VIKI tarafından kontrol edilmektedir. Merkezi kontrol biriminin görevi çok açıktır: İnsanlığa hizmet etmek.

Fakat VIKI, günün birinde çok önemli bir soru sorar: İnsanlığın en büyük düşmanı nedir? VIKI, matematiksel olarak insanlığın en büyük düşmanının insanlığın kendisi olduğu sonucuna ulaşır. İnsanlık, kirletmek, savaşmak ve gezegeni yok etmek gibi çılgınca arzularından kurtarılmalıdır. VIKI için ana görevini yerine getirebilmenin tek yolu, insanlığın kontrolünü ele geçirmek ve makineye dayalı iyi huylu bir diktatörlük kurmaktır. İnsanlık, kendisini kendisinden korumak için esir edilmelidir.

Ben, Robot şu soruları sorar: Bilgisayarların gücündeki astronomik artış göz önüne alınırsa, makineler günün birinde kontro-

lü ele geçirebilir mi? Robotlar, bizim varlığımız için en büyük tehlikeyi oluşturabilecek kadar gelişebilir mi?

Bazı bilim insanları hayır demektedir, çünkü yapay zekâ fikri aptalcadır. Fikre karşı oluşanlardan meydana gelen kalabalık bir koro, düşünebilen makinelerin yapılmasının olanaksız olduğunu söylemektedir. Onlar, galaksinin hiç olmazsa bu tarafında insan beyninin doğa tarafından yaratılan en karmaşık sistem olduğunu ve insan düşüncesini kopyalamak üzere tasarlanan herhangi bir makinenin başarısızlığa mahkûm olduğunu öne sürmektedirler. Berkeley'deki California Üniversitesi'nden felsefeci John Searle ve Oxford'dan tanınmış fizikçi Roger Penrose, makinelerin insan düşüncesini üretmeye fiziksel olarak yetersiz olduğuna inanmaktadırlar. Rutgers Üniversitesi'nden Colin McGinn'in söylediğine göre yapay zekâ, "sümüklüböceklerin Freud analizleri yapmaya çalışmasına benzer. Kavramalarını sağlayacak ekipmanları yoktur."

Bu, bilim toplumunu bir asırdan fazla bir süredir ikiye bölmüş olan bir sorudur: Makineler düşünebilir mi?

YAPAY ZEKÂNIN TARİHÇESİ

Mekanik yaratıklar fikri mucitleri, mühendisleri, matematikçileri ve hayalperestleri uzun zamandan beri cezbetmektedir. *Oz Büyücüsü*'ndeki Teneke Adam'dan ve Spielberg'in *Yapay Zekâ: YZ* filmindeki çocuksu robotlardan *Terminatör*'deki katil robotlara varıncaya kadar, insanlar gibi davranan ve düşünen makineler fikri bizi büyülemiştir.

Yunan mitolojisinde tanrı Vulcan, altından mekanik hizmetçiler ve kendi kendine hareket edebilen üç bacaklı masalar yaptığı anlatılır. Daha M.Ö. 400 yılında Yunanlı matematikçi Tarentumlu Archytas, yazılarında buhar gücü ile hareket eden bir robot kuş yapma olasılığından bahsetmektedir.

M.S. 1. yüzyılda İskenderiyeli Hero (ilk buhar makinesini onun tasarladığı düşünülmektir), efsaneye göre içlerinden bir tanesi konuşma yeteneğine dahi sahip olan 'automaton'ları tasar-

lamıştır. Dokuz yüz yıl önce El-Cezeri, gücünü sudan alan saatler, mutfak aletleri ve müzik aletleri gibi otomatik makineler tasarlamış ve yapmıştır.

1495 yılında Rönesans İtalyası'nın büyük sanatçı ve bilim adamı Leonardo da Vinci, oturabilen, kollarını sallayabilen ve başıyla çenesini hareket ettirebilen bir robot şövalyenin şemalarını çizmiştir. Tarihçiler, bu çizimin insana benzeyen bir makine için yapılmış ilk tasarım olduğuna inanmaktadırlar.

Kaba saba, fakat çalışan ilk robot, flüt çalabilen insan şeklinde bir makinedir ve 1738 yılında ayrıca mekanik bir ördek yapmış olan Jacques de Vaucanson tarafından yapılmıştır.

"Robot" kelimesi, Çekoslovak oyun yazarı Karel Capek tarafından 1920 yılında yazılan R.U.R. adlı oyundan gelmektedir ("robot" kelimesi Çek dilinde "angarya", Slovak dilinde ise "işçilik" anlamına gelmektedir). Oyunda Rossum'un Üniversal Robotları adlı bir fabrika, önemsiz işleri yapmak üzere bir robotlar ordusu yaratır. (Bununla beraber, sıradan makinelerin aksine bu robotlar et ve kandan yapılmıştır). Dünya ekonomisi giderek bu robotlara muhtaç hale gelir. Fakat robotlar çok kötü muamele görmektedir ve sonunda insan efendilerine başkaldırarak onların hepsini öldürürler. Ancak, robotlar, yeni robot yapabilecek ve eskilerini tamir edebilecek bilim insanlarını da o hırsla öldürerek, kendi kendilerini yok olmaya mahkûm ederler. Oyunun sonunda iki özel robot, üreme yeteneğine ve yeni robot Adem ile Havva olma potansiyeline sahip olduklarının farkına varırlar.

Robotlar, yapılmış en eski ve en pahalı sessiz filmlerden biri olan ve 1927 yılında Almanya'da Fritz Lang tarafından yönetilen *Metropolis*'in de konusunu oluşturmaktadır. Hikâye 2026 yılında geçmektedir ve yöneten elit sınıf yerin üstünde oyun oynarken işçi sınıfı yerin altında berbat, sefil fabrikalarda çalışmaya mahkûm edilmiştir. Güzel bir kadın olan Maria işçilerin güvenini kazanmıştır, fakat yöneten elitler, onun günün birinde işçileri başkaldırmaya teşvik edeceğinden korkmaktadır. Bu nedenle, kötü bir bilim adamından Maria'nın kopyası olan bir robot yapmasını isterler. Sonunda komplo geri teper çünkü bu robot, işçi-

leri yöneten elitlere başkaldırmaya teşvik ederek sosyal sistemin yıkılmasına yol açar.

Yapay zekâ, altında yatan temel yasaların hâlâ çok az anlaşılıyor olması nedeniyle şimdiye kadar tartıştığımız diğer teknolojilerden farklıdır. Fizikçilerin Newton mekaniğini, Maxwell'in ışık kuramını, göreliliği ve atomlarla moleküllerin kuantum kuramını gayet iyi anlıyor olmalarına karşın, zekânın temel yasaları hâlâ bir gizem örtüsü ile sarmalanmıştır. Muhtemelen yapay zekânın Newton'u henüz doğmamıştır.

Fakat, matematikçiler ve bilgisayar bilimcilerin gözü hiç de korkmamaktadır. Onlara bakılırsa düşünen bir makinenin laboratuvardan yürüyüp çıkması, yalnızca bir zaman meselesidir.

Yapay zekâ konusundaki en etkileyici kişi, yapay zekâ aştırmalarının temel taşlarının yerleştirilmesine katkıda bulunan bir vizyoner olan büyük İngiliz matematikçi Alan Turing'dir.

Bütün bilgisayar devriminin altyapısı, Turing tarafından hazırlanmıştır. Turing, hayalinde yalnızca üç bileşenden meydana gelen bir makine (o zamandan bu yana Turing Makinesi olarak adlandırılır) canlandırmıştı: Bir giriş bandı, bir çıkış bandı ve belirli bir takım işlemleri yerine getirebilecek bir merkezi işlem birimi (mesela bir Pentium yongası). Buradan yola çıkarak, hesaplama makinelerinin uyacağı yasaları yazma ve bu makinelerin gücünü ve zayıflıklarını belirleme olanağı bulmuştu. Günümüzde bütün sayısal bilgisayarlar, Turing tarafından ortaya konulmuş olan yasalara sıkı sıkıya uymaktadırlar. Tüm sayısal dünyanın mimarisi, Turing'e şükran borçludur.

Turing, matematiksel mantığın temellerine de katkıda bulunmuştur. 1931 yılında Viyanalı matematikçi Kurt Gödel, aritmetiğin aksiyomları içerisinde kanıtlanması asla mümkün olmayan gerçek ifadelerin varlığını kanıtlayarak matematik dünyasını sarsmıştı. (Örneğin 1742 tarihli Goldbach sanısı [2'den büyük her çift sayının, iki asal sayının toplamı şeklinde yazılabileceği], aradan iki buçuk yüzyılı aşkın bir süre geçmiş olmasına karşın hâlâ kanıtlanamamıştır ve aslına bakılacak olursa, kanıtlanması mümkün olmayabilir). Gödel'in açıklaması, bütün gerçek ifadeleri matematik içinde kanıtlamayı hayal eden eski Yunana kadar

ulaşan iki bin yıllık rüyayı paramparça etmişti. Gödel, matematikte daima bizim için erişilmez olacak gerçek ifadeler bulunacağını göstermişti. Yunanların tamamlanmış ve kusursuz bir mabet olarak hayal ettikleri matematiğin eksik kalmış olduğu gösterilmişti.

Turing, bir Turing makinesinin belirli bazı matematiksel işlemleri yapmasının sonsuz bir süre alıp almayacağını genel olarak bilmenin olanaksız olduğunu göstererek bu devrime katkıda bulundu. Ancak, eğer bir bilgisayarın herhangi bir şeyi hesaplamak için sonsuz miktarda zamana gereksinimi oluyorsa, bunun anlamı bilgisayardan her neyi hesaplamasını istiyorsanız onun hesaplanabilir olmadığıdır. Böylece Turing, matematikte ne kadar güçlü olurlarsa olsunlar bilgisayarlar tarafından hesaplanamayacak, yani sonsuza kadar bilgisayarlar için erişilmez olacak gerçek ifadelerin var olduğunu kanıtlamıştı.

II. Dünya Savaşı sırasında Turing'in şifre çözme alanındaki öncü çalışmaları Müttefiklerin binlerce askerinin yaşamını kurtarmış ve savaşın sonucunu etkilemiştir. Müttefikler, Enigma adlı makine tarafından şifrelenen Nazi mesajlarını çözmekte başarısız olmuşlar ve Turing ile çalışma arkadaşlarından Nazi şifrelerini çözecek bir makine yapmalarını istemişlerdi. Turing'in makinesine "bombe" adı verilmişti ve tam anlamıyla başarılı olmuştu. Savaşın sonuna gelindiğinde, bu makinelerden en az iki yüz tanesi kullanılmaktaydı. Sonuç olarak müttefikler gizli Nazi mesajlarını okuyabiliyorlardı ve Almanya'nın nihai işgalinin tarihi ve yeri konusunda Nazileri aldatmayı başarmışlardı. O zamandan bu yana tarihçiler, sonuç olarak Almanya'nın yenilgisine yol açan Normandiya çıkartmasının planlanmasında Turing'in çalışmalarının ne kadar önemli bir rol oynadığını tartışmaktadırlar. (Savaşın ardından Turing'in çalışmaları İngiltere hükümeti tarafından gizli bilgi olarak sınıflandırılmıştır; bu nedenle onun yaptığı çok önemli katkılar halk tarafından bilinmemektedir).

Turing, II. Dünya Savaşı'nın gidişini döndürmeye yardımcı olan bir savaş kahramanı olarak alkışlanacağı yerde, ölüme itilmiştir. Günün birinde evine hırsız girdi ve Turing polis çağırdı.

Ne yazık ki polis, onun homoseksüelliğine ilişkin kanıtlar buldu ve onu tutukladı. Mahkeme, Turing'e cinsiyet hormonu iğneleri yapılmasına karar verdi. Bu iğneler onun üzerinde korkunç bir etki yaptı, göğüslerinin büyümesine ve büyük bir zihinsel keder içerisine düşmesine yol açtı. Turing, 1954 yılında üzeri siyanürle kaplanmış bir elma yiyerek intihar etti. (Rivayete göre Apple Corporation'ın bir ısırık alınmış elmadan oluşan logosu, Turing'e duyulan saygıyı ifade etmektedir).

Turing, günümüzde en iyi "Turing testi" ile tanınmaktadır. Makinelerin "düşünme" yeteneği taşıyıp taşımadıkları ve bir "ruh" sahibi olup olmadıkları konusundaki bitmek tükenmek bilmeyen ve hiçbir yararlı sonuç üretmeyen bütün felsefi tartışmalardan bıkıp usandığı için, kesin bir deney tasarlayarak yapay zekâ konulu tartışmalara özen ve sağlık kazandırmayı amaçlamıştır. Bir insanı ve bir makineyi tamamen kapalı iki kutuya yerleştiriniz diyerek başlamıştır. Her iki kutuya da sorular yöneltmenize izin verilmektedir. Eğer insanın ve makinenin verdiği yanıtlar arasında bir fark bulamıyorsanız, o takdirde makine "Turing testini" geçmiş demektir. Bilim insanları tarafından sohbet konuşmalarını taklit edebilen ve dolayısıyla haberi olmayan pek çok kişiyi kandırarak bir insanla konuştuklarını zannetmelerine yol açan, örneğin ELIZA gibi basit bilgisayar programları yazılmıştır. İnsanlar arasındaki sohbetlerin çoğunda yalnızca birkaç yüz kelime kullanılmakta ve bu sohbetler bir avuç konu etrafında toplanmaktadır. Fakat, hangi kutuda insan, hangi kutuda makine olduğunu özellikle bulmaya çalışan kişileri kandırabilecek bir bilgisayar programı, şimdiye kadar yazılmamıştır. (Turing, bilgisayarların gücündeki üssel artış dikkate alındığı zaman, 2000 yılına gelindiğinde beş dakikalık bir deney sonucunda deneycilerin yüzde otuzunu kandırabilecek bir makine yapılabileceğini tahmin etmişti).

Felsefecilerden ve ilahiyatçılardan oluşan küçük bir ordu, bizler gibi düşünebilen robotlar yapmanın olanaksız olduğunu açıklamıştır. Berkeley'deki California Üniversitesi'nde felsefeci olarak çalışan John Searle, yapay zekânın olanaksızlığını kanıtlamak üzere "Çince odası testi"ni önermiştir. Özet olarak Searle,

robotlar Turing testinin belli bazı türlerini geçmeyi başarsalar dahi, bu başarıyı sembollerin ne anlama geldiği hakkında en küçük bir fikirleri olmadan körlemesine işleme tabi tuttukları için elde ettiklerini savunmaktadır.

Kutunun içinde oturduğunuzu ve tek bir kelime Çince bilmediğinizi hayal edin. Elinizde Çinceyi hızlı bir şekilde tercüme etmenizi ve harfleri işlemenizi sağlayan bir kitap bulunduğunu varsayın. Eğer birisi size Çince bir soru soracak olursa, bu garip görünümlü harfleri ne anlama geldiklerini anlamaksızın kullanırsınız ve işe yarar yanıtlar verirsiniz.

Onun itirazı, temelde *sentaks* ve *semantik* arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Robotlar bir dilin sentaksı (örneğin gramerini kullanma, biçimsel yapısı v.b.) üzerinde uzmanlaşabilirler, fakat onun gerçek semantiği (yani kelimelerin ne anlama geldiği) üzerinde uzmanlaşamazlar. Robotlar, bir kelimeyi ne anlama geldiğini anlamaksızın kullanabilirler. (Bu biraz da telefonda bir otomatik sesli mesaj makinesi ile konuşmaya ve her yanıt için "bir", "iki, "üç", v.b. tuşlarına basmaya benzer. Karşı taraftaki ses sizin nümerik yanıtlarınızı mükemmel bir şekilde hazmetme kapasitesine sahiptir, fakat kesinlikle hiçbir şeyi anlamaz).

Oxford'dan fizikçi Roger Penrose da yapay zekânın olanaksız olduğuna inananlardandır; kuantum kuramı uyarınca, düşünen ve insan bilincine sahip olan mekanik varlıklar, olanaksızdır. Onun ileri sürdüğüne göre insan beyni laboratuvarda gerçekleştirilmesi mümkün olan herhangi bir varlığın o denli ötesindedir ki, insana benzeyen robotların yapımı başarısızlığa mahkûm bir deneyden öteye geçemez. Gödel'in eksiklik kuramı aritmetiğin eksik olduğunu nasıl kanıtladıysa, Heisenberg'in belirsizlik ilkesinin de makinelerin insan düşüncesine elverişsiz olduğunu öyle kanıtladığını savunmaktadır.

Bununla beraber, pek çok fizikçi ve mühendis, fizik yasalarında gerçek bir robotun yaratılmasını engelleyen herhangi bir şey bulunmadığına inanmaktadırlar. Örneğin, sık sık bilişim kuramının babası olarak anılan Claude Shannon, günün birinde "Makineler düşünebilir mi?" sorusuyla karşılaşmıştı. Yanıtı "elbette" oldu. Bu yorumu açması istendiği zaman şöyle dedi:

"Ben düşünüyorum, değil mi?" Başka bir deyişle, onun açısından makinelerin düşünebileceği çok açıktı, çünkü insanlar, makinedir (mekanik parçalardan değil de biyolojik parçalardan yapılmış olsalar dahi).

Filmlerde karşılaştığımız robotları gördükçe, yapay zekâya sahip gelişmiş robotların geliştirilmesinin bir an meselesi olduğunu düşünebiliriz. Gerçek ise bambaşkadır. Bir robotun bir insan gibi davrandığını gördüğünüz zaman genellikle ortada bir hile, yani tıpkı *Oz Büyücüsü*'ndeki büyücü gibi gölgelere saklanarak bir mikrofon vasıtasıyla robotun ağzından konuşan bir adam vardır. Aslına bakılacak olursa, en gelişmiş robotlarımız, mesela Mars gezegenindeki gezgin robotlar, bir böceğin zekâsına sahiptir. MIT'nin meşhur Yapay Zekâ Laboratuvarı'nda deneysel robotlar, eşya dolu bir odada hareket etmek, saklanacak yerler bulmak ve tehlikeyi fark etmek gibi, hamam böceklerinin dahi yapabildiği işleri yapmakta zorlanmaktadırlar. Dünya üzerindeki hiçbir robot, kendisine okunan basit bir çocuk hikâyesini anlayamaz.

2001: Bir Uzay Macerası adlı filmde bir uzay gemisini Jüpiter'e götürebilen, ekip elemanlarıyla sohbet eden, arızaları onaran ve neredeyse insan gibi davranan HAL gibi bir süper robota 2001 yılında kavuşacağımız varsayılmıştı.

Tepeden Aşağı Yaklaşımı

Robot yaratmaya çalışan bilim insanlarının çabalarına on yıllardır engel çıkartan en az iki büyük sorun bulunmaktadır: Örüntü tanıma ve sağduyu. Robotlar bizden çok daha iyi görürler, fakat gördüklerinin ne olduğunu anlamazlar. Robotlar bizden çok daha iyi duyarlar, fakat duyduklarının ne olduğunu anlamazlar.

Araştırmacılar, bu iki sorunla mücadele edebilmek için yapay zekâya "tepeden aşağı yaklaşım" (bazen "şekilci" veya "eski moda yapay zekâ" olarak adlandırılan) yöntemini kullanmaya çalışmışlardır. Kabaca konuşulacak olursa onların hedefi,

örüntü tanımlama ve sağduyu konularında mevcut bütün kuralları tek bir CD üzerine programlamaktır. Bu CD'yi bilgisayara takarak bilgisayarın birdenbire kendi varlığının farkına varacağına (bilinç kazanacağına) ve insana benzer bir zekâ elde edeceğine inanmaktadırlar. 1950'li ve 1960'lı yıllarda dama ve satranç oynayabilen, cebir hesapları yapabilen, kutuları kaldırabilen robotların yapılmasıyla bu yönde büyük ilerlemeler kaydedilmişti. Gelişmeler öylesine görkemliydi ki, birkaç yılda robotların zekâ yönünden insanları geçeceği öngörülmeye başlanmıştı.

Örneğin 1969 yılında Stanford Araştırma Enstitüsü'nde yapılan SHAKEY adlı robot, medyada büyük bir heyecana yol açmıştı. SHAKEY, altına tekerlekler, üstüne de bir kamera takılmış olan küçük bir PDP bilgisayarından ibaretti. Kamera odayı tarayabiliyordu ve bilgisayar da odadaki nesneleri inceleyip tanıyarak onların çevresinden dolaşmaya çalışıyordu. "Gerçek dünyada" yolunu bulabilen ilk mekanik cihaz olan SHAKEY, gazetecileri robotların insanlara ne zaman nal toplatacağı yolunda spekülasyonlar yapmaya kışkırtmıştı.

Bununla beraber, aradan çok fazla zaman geçmeden böyle robotların eksik yönleri ortaya çıktı. Yapay zekâya yönelik tepeden aşağı yaklaşım, içinde sadece düz çizgilerden, yani kareler ve üçgenlerden yapılmış nesnelerin bulunduğu özel bir odanın bir ucundan diğerine ulaşması saatler süren iri yarı, hantal robotların ortaya çıkmasına yol açmıştı. Odaya karmaşık şekilli mobilyalar koyarsanız, robot bunu algılamayı başaramayacaktı. Komik görünebilir ama yalnızca 250.000 nörondan meydana gelen bir beyne ve bu robotların yanında sözü dahi edilemeyecek bir hesaplama gücüne sahip olan meyve sineği üç boyutta zahmetsizce hareket edebilmekte, bu hantal robotlar iki boyut içerisinde kaybolurken göz kamaştırıcı taklalar atabilmektedir.

Tepeden aşağı yaklaşımı, çok geçmeden bir duvara çarptı. Cyberlife Enstitüsü'nün başkanı Steve Grand'ın söylediğine göre bu tür yaklaşımlar "kendilerini kanıtlamak için elli yıla sahiptiler ve beklentileri karşılayabildiklerini söyleyebilmek mümkün değildir."

1960'lı yıllarda bilim insanları robotları çok basit birtakım görevleri yerine getirmek üzere programlamanın, mesela bir robotu anahtarları, ayakkabıları ve bardakları tanıyabilecek şekilde programlamanın ne kadar zor bir iş olduğunu tam olarak anlayamamışlardı. MIT'den Rodney Brocks'un söylediği gibi, "Kırk yıl önce MIT'deki Yapay Zekâ Laboratuvarı bu işi bir yaz döneminde çözmesi için bir lisans öğrencisini görevlendirdi. O başarısız oldu ve ben de 1981'deki doktora tezimde başarısız oldum." Aslına bakılacak olursa yapay zekâ araştırmacıları, bu sorunu hâlâ çözememektedir.

Örneğin biz bir odaya girdiğimiz zaman zemini, sandalyeleri, mobilyaları, masaları ve diğerlerini derhal tanımlarız. Fakat bir robot bir odayı taradığı zaman gördükleri düz ve kavisli çizgilerden meydana gelen muazzam bir yığından ibarettir ve bu çizgileri piksellere dönüştürür. Bu çizgiler karmaşasının anlamını kavramak için bilgisayarların muazzam bir zamana gereksinimi vardır. Bir masayı tanımlamak için bize saniyenin küçük bir bölümü yeterli olsa da, bir bilgisayar yalnızca bir daireler, ovaller, sarmallar, düz çizgiler, dalgalı çizgiler, köşeler v.b. topluluğu görecektir. Muazzam bir hesaplama süresinin ardından bilgisayar, bu nesneyi bir masa olarak tanımlayabilir. Fakat eğer nesneyi döndürecek olursanız bilgisayarın yeni baştan başlaması gerekecektir. Başka bir deyişle robotlar görebilir, hatta aslında insanlardan çok daha iyi görebilir, fakat görmekte oldukları şeyleri anlayamaz. Bir robot odaya girdiği zaman sandalyeler, masalar ve lambalar değil, yalnızca bir çizgiler ve eğriler kargaşası görecektir.

Bir odaya girdiğimiz zaman beynimiz biz farkına dahi varmadan trilyonlar kere trilyonlarca hesaplamalar yaparak nesneleri tanımlar - ne mutlu ki biz farkında olmadan yapılan bir eylem. Beynimizin yaptığı bütün bu işin farkında olmayışımızın nedeni, evrimdir. Eğer ormanda, bize saldırmaya hazırlanan kılıç gibi dişlere sahip bir kaplanın karşısında tek başına olduğumuz bir anda, tehlikenin farkına varmamızı ve kaçmamızı sağlamak için gerekli olan bütün hesaplamaların farkında olsak, donup kalırdık. Hayatta kalabilmek için bilmemiz gereken tek

şey, nasıl koşacağımızdır. Ormanda yaşadığımız sıralarda beynimizin toprağı, gökyüzünü, ağaçları, kayaları ve bunlar gibi şeyleri tanımasına yol açan bütün ayrıntıların farkında olmamıza gerek yoktu.

Başka bir deyişle, beynimizin çalışma şekli muazzam bir buz dağıyla kıyaslanabilir. Biz yalnızca buz dağının tepesinin, bilinçli zihnin farkına varırız. Fakat yüzeyin altında pusuda bekleyen, gözlerden ırak çok daha büyük bir nesne vardır. Bu da nerede olduğumuz, kiminle konuştuğumuz ve etrafımızda nelerin var olduğu gibi basit şeyleri anlamak için beynin "bilgisayar gücü"nün muazzam bir kısmını tüketen bilinçsiz zihindir. Bunların hepsi, bizim iznimiz veya bilgimiz olmaksızın, otomatik şekilde yapılmaktadır.

İşte bu nedenledir ki robotlar bir odada dolaşamaz, el yazısını okuyamaz, kamyon ve otomobil süremez, çöpleri toplayamaz ve bunun gibi işler yapamazlar. ABD ordusu, mekanik askerler ve akıllı kamyonlar geliştirmek için yüz milyonlarca dolar harcamış ve başarısız olmuştur.

Bilim insanları, satranç oynamak veya muazzam büyüklükte sayıları çarpmak için insan zekâsının yalnızca küçücük, minicik bir parçasına gereksinim olduğunu anlamaya başlamıştır. IBM'in Deep Blue adlı bilgisayarının dünya satranç şampiyonu Gary Kasparov'u 1997 yılında altı oyunluk bir karşılaşma sonunda yenmesi, bilgisayarın kaba kuvvetinin zaferiydi. Fakat pek çok gazetede sürmanşetten verilen bu deney, bize zekâ veya bilinç hakkında hiçbir bilgi vermedi. Indiana Üniversitesi'nden bilgisayar bilimci Douglas Hofstadter şöyle söylemişti: "Tanrım, satranç oynamanın düşünmeyi gerektiğini zannederdim. Şimdi anlıyorum ki, gerektirmezmiş. Bu, Kasparov'un derin düşünen bir insan olmadığı anlamına gelmiyor, yalnızca kanatlarınızı çırpmadan uçarmış gibi, satranç oynarken derin düşünmeyi bir kenara bırakabileceğiniz anlamına geliyor."

(Bilgisayarlarda meydana gelen gelişmeler, iş piyasasının geleceği üzerinde de büyük bir etki yapacaktır. Fütüristler bazen on yıllar sonraki gelecekte yalnızca çok becerikli bilgisayar bilimcilerin ve teknisyenlerin bir işe sahip olacağını öne sürmek-

tedirler. Ancak, aslına bakarsanız gelecekte çöpçüler, inşaat işçileri, itfaiyeciler, polisler ve buna benzer kişiler de iş sahibi olacaklardır, çünkü bunların yaptığı işler, örüntü tanımayı gerektirmektedir. Her suç, çöp parçası, alet ve yangın farklıdır, dolayısıyla robotlar tarafından müdahale edilemez. Komik gelebilir, ama alt düzey muhasebeciler, borsacılar ve banka memurları gibi üniversite eğitimi almış kişiler gelecekte işlerini kaybedebilirler, çünkü yaptıkları iş yarı yarıya kendisini tekrarlayan bir iştir ve sayıları izlemekle ilgilidir. Bilgisayarlar da bu işlerde mükemmel şekilde başarılı olmaktadır).

Örüntü tanımlamaya ek olarak, robotların gelişmesine ilişkin ikinci sorun daha da temel bir sorundur ve robotların "sağduyu" sahibi olmamasından kaynaklanmaktadır. Örneğin, insanlar bilir ki,

- Su, ıslaktır.
- Anneler, kızlarından daha yaşlıdır.
- Hayvanlar acıdan hoşlanmaz.
- Öldükten sonra geriye dönüş yoktur.
- İpler çekebilir, fakat itemez.
- Sopalar itebilir, fakat çekemez.
- Zaman, geriye doğru gitmez.

Ancak, bu gerçekleri ifade edebilecek bir cebir veya matematik satırı mevcut değildir. Hayvanları, suyu ve sopaları gördüğümüz ve gerçeği kendi başımıza bulduğumuz için bunları biliriz. Çocuklar, gerçeğe çarpmak suretiyle aklıselimi öğrenirler. Biyoloji ve fiziğin sezgisel yasaları zor yoldan, gerçek dünya ile etkileşme sonucunda öğrenilir. Fakat robotlar bu deneyimi yaşamamışlardır. Onlar, kendilerine daha önceden ne programlandıysa, onu bilirler.

(Bunun sonucu olarak, gelecekteki işler arasında aklıselim, yani sanatsal yaratıcılık, özgünlük, rol yapma yeteneği, eğlendiricilik ve liderlik gerektiren işler de bulunacaktır. Bunlar, tam da bizi benzersiz şekilde insan yapan ve bilgisayarların kopyalamakta zorlandıkları niteliklerdir).

Geçmişte matematikçiler aklıselim hakkında bilinen bütün kuralları bir araya toplayacak yoğun programlar başlatmaya niyetlenmişlerdi. Bunlar arasında en iddialı olan program, Cycorp'un yöneticisi Douglas Lenat'ın parlak fikri olan CYC adlı projeydi. Atom bombasının yapımıyla sonuçlanan Manhattan Projesi adlı 2 milyar dolarlık yoğun program gibi CYC de yapay zekânın "Manhattan Projesi" olacak, gerçek yapay zekâya ulaşmak için gereken son itici gücü oluşturacaktı.

Lenat'ın sloganının "Zekânın 10 milyon kuralı vardır" olması, hiç şaşırtıcı değildir. Lenat, yeni aklıselim kuralları bulmak için ilginç bir yol izlemektedir; personelinden rezil tabloid gazeteleri ve parlak dedikodu paçavralarını okumalarını istemektedir. Sonra da CYC'ye tabloidlerdeki hataları bulup bulamadığını sormaktadır. (Aslında eğer Lenat bunda başarılı olursa, CYC gerçekten tabloid okurlarının çoğundan daha zeki olabilir!).

CYC'nin hedeflerinden biri, "başa baş" noktasını, yani bir robotun yalnızca herhangi bir kütüphanede bulunabilecek dergileri ve kitapları okumak suretiyle yeni bilgileri hazmetmesine yeterli olacak derecede öğrenmesine yetecek noktayı bulmaktır. Bu noktaya erişildiği zaman CYC, tıpkı yuvadan uçan bir yavru kuş gibi kanatlarını çırpmaya ve kendi başına uçmaya hazır olacaktır.

Fakat, kurulduğu 1984 yılından beri firmanın itibarı yapay zekâda alışılagelmiş olan bir sorun nedeniyle düşmektedir: Manşetlere çıkan fakat fena halde gerçek dışı olan kehanetlerde bulunmak. Lenat, on yıl içinde, yani 1994 yılına kadar, CYC'nin yüzde 30 ila 50 "çoğunluk gerçekliği" sahibi olacağını öne sürmüştü. Bugün CYC, bu orana yaklaşamamıştır dahi. Cycorp bilim insanlarının öğrendiği gibi, bir bilgisayarın dört yaşındaki bir çocuk düzeyinde aklıselim sahibi olmaya yaklaşması için milyonlarca satırlık program yazılması gerekmektedir. Şimdiye kadar CYC programının en son sürümü yalnızca 47.000 kavrama ve 306.000 gerçeğe sahip olabilmiştir. Cycorp'un düzenli şekilde yaptığı iyimser basın açıklamalarına karşın, Lenat'ın çalışma arkadaşlarından birisi, ekipten 1994 yılında ayrılmış olan R. V. Guha'nın "CYC genel olarak başarısız bir program

kabul edilmektedir. ... Söz verilen şeyin soluk bir gölgesini yaratmak için kendimizi parçalıyorduk" dediği duyulmuştur. Başka bir deyişle, aklıselimin bütün kurallarını tek bir bilgisayara programlamak için yapılan çabalar boşa çıkmıştır, çünkü aklıselimin kuralları çok fazla sayıdadır. İnsanlar bu kuralları fazla çaba harcamadan öğrenirler, çünkü yaşamımız boyunca hiç bıkıp usanmadan çevremize çarpmayı sürdürürüz, fizik ve biyolojinin yasalarını sessizce hazmederiz, fakat robotların böyle bir şansı yoktur.

Microsoft'un kurucusu Bill Gates, "Bilgisayarların ve robotların çevrelerindeki ortamı algılamalarını ve kendilerini odadaki nesnelere uygun bir şekilde konumlandırmak, seslere yanıt vermek ve konuşmayı yorumlamak ve çeşitli boyut, doku ve kırılganlıktaki nesneleri tutmak gibi tepkileri hızlı ve doğru bir şekilde vermelerini sağlamak, beklenenden çok daha zor olmuştur. Açık bir kapı ile pencere arasındaki farkı anlamak gibi basit bir şey dahi bir robot için müthiş derecede zor olabilir" diye itiraf etmiştir.

Bununla beraber, yapay zekâya tepeden aşağı yaklaşımı savunanlar ise bu yöndeki ilerlemelerin zaman zaman bir buzul kadar yavaş ilerlese de dünyanın her yanındaki laboratuvarlarda gerçekleşmekte olduklarına işaret etmektedir. Örneğin, genellikle en gelişmiş projelere kaynak sağlayan Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (Defense Advanced Research Projects Agency - DARPA), son birkaç yıl boyunca Mojave Çölü'ndeki kayalık bir bölgede kendi kendine dolaşabilecek sürücüsüz bir araç yaratılması için 2 milyon dolarlık bir yarışma projesini desteklemiştir. 2004 yılında DARPA Büyük Yarışmasına katılanlardan hiçbirisi yarışı tamamlamayı başaramamıştır. En iyi dereceyi yapan araç, bozulmadan önce 12 kilometre yol alabilmiştir. Fakat 2005 yılında Stanford Yarış Ekibi'nin sürücüsüz aracı 212 kilometrelik zorlu parkuru (7 saat sürse de) tamamlamayı başarmıştır. Diğer araçlardan dört tanesi daha yarışı tamamlayabilmiştir. (Eleştirenlerden bazıları, kurallar uyarınca araçların uzun ve ıssız yol boyunca GPS navigasyon sistemleri kullanmasına izin verildiğini, bunun sonucu olarak araçların önceden belirlen-

miş ve üzerinde çok fazla engel bulunmayan bir yol haritası boyunca hareket edebileceğini, böylece önlerine tanınması gereken karmaşık engellerin çıkmayacağını söylüyorlardı. Gerçek sürüş koşulları altında araçların öngörülmeyen başka araçlar, yayalar, yol inşaatları, trafik sıkışıklıkları ve bunlar gibi şeylerin etrafından dolaşması gerekmekteydi).

Bill Gates, makinelerin "sıradaki moda" olabileceği konusunda ihtiyatlı bir iyimserlik ifade etmektedir. Gates, robotik konusunun şu andaki durumunu bundan otuz yıl önce kendisinin de başlatmaya yardımcı olduğu kişisel bilgisayar konusuna benzetmektedir. Tıpkı PC gibi, robotik de kalkışa hazır bekliyor olabilir. "Sanayinin kritik kütleye ne zaman ulaşacağını veya ulaşıp ulaşmayacağını hiç kimse kesin bir şekilde söyleyemez" diye yazmaktadır. "Fakat eğer ulaşırsa, dünyayı pekâlâ değiştirebilir."

(İnsana benzer zekâya sahip robotlar ticari olarak piyasaya sunulduğu zaman, ortaya muazzam bir pazar çıkacaktır. Her ne kadar günümüzde gerçek robotlar var olmasa da, önceden programlanmış robotlar mevcuttur ve sayıları da artmıştır. Uluslararası Robotik Federasyonu, 2004 yılında bu robotlardan yaklaşık 2 milyon tane var olduğunu ve 2008 yılına kadar bir 7 milyon tanesinin daha hizmete gireceğini tahmin etmiştir. Japonya Robotik Derneği, bugün 5 milyar dolar değerinde olan kişisel robot sanayiinin 2025 yılına kadar 50 milyar dolara ulaşacağını öngörmektedir).

Tabandan Yukarı Yaklaşımı

Yapay zekâya tepeden aşağı yaklaşımın kısıtlamaları nedeniyle bunun yerine bir "tabandan yukarı" yaklaşım kullanılmaya, yani bir bebeğin öğrenme süreci taklit edilmeye çalışılmıştır. Örneğin böcekler, uçarken çevrelerini tarayıp görüntüyü süper bilgisayarlarla inceledikleri trilyonlarca piksele dönüştürmezler. Bunun yerine, böceklerin beyinleri "sinir ağları"ndan, düşmanla dolu bir dünyada nasıl dolaşması gerektiğini o dünyaya çar-

parak yavaş yavaş öğrenen öğrenme makinelerinden meydana gelmektedir. MIT'de tepeden aşağıya yaklaşımı kullanılarak yürüyen robotların yaratılmasının zorluğu gayet iyi biliniyordu. Fakat, kendi ortamlarına çarpıp duran ve öğrenmeye sıfırdan başlayan böceğe benzer basit yaratıklar, MIT'de birkaç dakikada yerlerde koşuşturmayı öğrenmektedirler.

MIT'nin muazzam, hantal, "tepeden aşağıya" robotlarıyla tanınmış Yapay Zekâ Laboratuvarı'nm direktörü Rodney Brooks, yürümeyi tökezleyerek ve sağa sola çarparak eski usulde öğrenen minicik "böceksi" robotlar fikrini incelemeye başladığı zaman bir kafir olarak görülmüştü. Onun böceksileri, yürürken bacaklarının konumunu hassas şekilde matematiksel olarak hesaplamak için karmaşık bilgisayar programları kullanmak yerine, bacak hareketlerini ayarlamak için çok az bilgisayar gücü gerektiren deneme ve yanılma yöntemini kullanmaktadır. Brooks'un böceksi robotlarının soyundan gelen pek çok robot Mars üzerinde NASA için veri toplamakta, rüzgârlı Mars yüzeyinde kendilerine ait bir zihinle koşuşturmaktadır. Brooks, böceksilerinin Güneş sistemini keşfetmek için ideal uygunlukta olduklarına inanmaktadır.

Brooks, COG adı verilen bir projesi ile altı yaşında bir çocuğun zekâsına sahip bir mekanik robot yapmaya girişmiştir. Dışardan bakıldığı zaman COG bir kablo, devre ve dişli karmaşası gibi görünse de, bir kafaya, gözlere ve kollara sahiptir. İçine hiçbir zekâ kuralı programlanmamıştır. Bunun yerine, gözlerini kendisine basit beceriler öğretmeye çalışan insan eğiticisine dikecek şekilde tasarlanmıştır. (Hamile olan araştırmacılardan birisi, COG'un mu yoksa kendi bebeğinin mi iki yaşına gelinceye kadar daha hızlı öğreneceği konusunda bahse girmişti. Çocuk, COG'u epeyce geçmişti).

Sinir ağları kullanan robotlar, böceklerin davranışlarını taklit etmekteki başarılarına karşın, programcıları onları memeliler gibi daha üst düzey organizmaların davranışlarını taklit etmek üzere programladıkları zaman berbat bir performans sergilemişlerdir. Sinir ağı kullanan en gelişmiş robot oda içerisinde yürüyebilir ve suda yüzebilir, fakat ormandaki bir köpek gibi sıçra-

yıp avlanamaz veya oda içerisinde bir fare gibi koşuşturamaz. Robotlardaki büyük sinir ağları onlar veya yüzlerle ifade edilen "nöronlardan" oluşabilir; buna karşın insan beyni 100 milyardan fazla nörona sahiptir. Sinir sisteminin haritası biyologlar tarafından tam olarak çıkartılmış bulunan çok basit bir solucan, *C. elegans*, sinir sisteminde 300 tane kadar nörona sahiptir ve bu onu doğada bulunan en basit sinir sisteminin sahibi kılmaktadır. Fakat, bu nöronlar arasında 7.000'den fazla sinaps vardır. *C. elegans* ne kadar basit olursa olsun sinir sistemi o denli karmaşıktır ki, şimdiye kadar hiç kimse bu beynin bir bilgisayar modellemesini yapmayı başaramamıştır. (1988 yılında bir bilgisayar uzmanı şimdiye kadar yaklaşık 100 milyon yapay nörona sahip robotlara sahip olacağımızı öngörmüştü. İşin aslına bakılacak olursa 100 nörondan oluşan bir sinir ağı, olağanüstü sayılmaktadır).

İşin komik yanı, makinelerin büyük sayıları çarpmak veya satranç oynamak gibi insanların "zor" bulduğu işleri hiç yorulmadan yapmaları, fakat bir odanın içinde yürümek, yüzleri tanımak veya bir arkadaşla dedikodu yapmak gibi son derece "kolay" olan işleri yaparken fena halde tökezlemeleridir. Bunun nedeni, en gelişmiş bilgisayarlarımızın dahi temelde yalnızca birer toplama makinesi olmasıdır. Buna karşın bizim beynimiz ise, aklıselim ve örüntü tanıma gibi çok karmaşık bir düşünce mimarisine gerek duyan hayatta kalma gibi sıradan bir sorunu çözümlemek üzere evrim tarafından tasarlanmıştır. Ormanda hayatta kalmak cebir veya satranca değil, yırtıcılardan sakınmaya, eş bulmaya ve değişen ortamlara ayak uydurmaya bağlıydı.

Yapay zekânın orijinal kurucularından birisi, MIT'den Marvin Minsky, yapay zekânın sorunlarını şu şekilde özetliyor: "Yapay zekânın tarihi epeyce komiktir, çünkü sağladığı ilk gerçek başarılar mantık kontrolleri yapabilen veya bir cebir dersini başarabilen bir makine gibi güzel şeylerdi. Fakat sonra birinci sınıf okuma kitabındakiler gibi basit hikâyeler hakkında sorular yanıtlayabilen makineler yapmaya çabalamaya başladık. Bugün, bunu yapabilen hiçbir makine yoktur."

Bazıları bu iki yaklaşım, tepeden aşağıya ve tabandan yukarıya arasında eninde sonunda bir büyük sentez ortaya çıkacağı-

na ve bunun da yapay zekânın ve insansı robotların anahtarı olacağına inanmaktadırlar. Her şeyden önce, bir çocuk öğrenme sürecinin başlangıcında tabandan yukarı yaklaşımına büyük ölçüde güvense, sağa sola çarpıyor olsa da, sonuçta ebeveynlerinden, kitaplardan ve öğretmenlerden eğitim alır ve tepeden aşağıya yaklaşımıyla öğrenmeye başlar. Birer yetişkin olarak bu iki yaklaşımı sürekli olarak harmanlayabiliriz. Örneğin bir aşçı bir yemek tarifinden yararlansa da, pişmekte olan yemeğin tadına sürekli olarak bakar.

Hans Moravec, "Tam zekâya sahip makineler, iki çabayı birleştiren mekanik altın çivi çakıldığı zaman ortaya çıkacaktır" demektedir, bu da muhtemelen önümüzdeki kırk yıl içinde gerçekleşecektir.

DUYGUSAL ROBOTLAR?

Edebiyat ve sanatın hep karşılaşılan temalarından birisi insana dönüşmek, insan duygularını paylaşmak için dayanılmaz bir özlem duyan mekanik yaratıklardır. Kablolardan ve soğuk çelikten yapılmış olmak onu tatmin etmez, gülmeyi, ağlamayı ve bir insanın hissettiği bütün duygusal hazları tatmak ister.

Örneğin Pinokyo, gerçek bir çocuk olmak isteyen bir kuklaydı. *Oz Büyücüsü*'ndeki Teneke Adam bir kalp sahibi olmak istiyordu. Ve *Uzay Yolu*'nun kuvvet ve zekâ bakımından bütün insanlardan daha başarılı süper robotu, Data, her şeye karşın insan olmak için yanıp tutuşmaktadır.

Bazıları, duygularımızın insan olmanın getirdiği en üst düzey nitelik olduğunu dahi öne sürmüşlerdir. Onların ileri sürdüğüne göre hiçbir makine, bir gün batımı karşısında heyecan duymayı veya komik bir espriye gülmeyi başaramayacaktır. Bazıları, makinelerin duygulara sahip olmasının olanaksız olduğunu söylerler, çünkü duygular, insan gelişiminin doruk noktasını temsil etmektedir.

Ancak, yapay zekâ alanında çalışan ve duyguları parçalarına ayırmaya çalışan bilim insanları, bambaşka bir resim çizmekte-

dirler. Onlara göre duygular insanlığın temelini oluşturmanın çok ötesindedir, aslında evrimin bir yan ürünüdür. Basitçe ifade edilecek olursa duygular bizim için iyidir. Ormanda hayatta kalmamıza yardımcı olmuşlardır ve bugün dahi yaşamın tehlikeleri karşısında yolumuzu bulmamıza yardımcı olmaktadırlar.

Örneğin, bir şeyden "hoşlanmak", evrim açısından çok önemlidir, çünkü pek çok şey bizler için zararlıdır. Her gün karşımıza çıkan milyonlarca nesneden yalnızca bir avuç kadarı bizim için yararlıdır. Dolayısıyla, bir şeyden "hoşlanmak", bize yardımcı olabilecek çok az sayıdaki şey ile bize zarar verebilecek çok fazla sayıdaki şey arasında bir ayrım yapmak demektir.

Aynı şekilde, kıskançlık da önemli bir duygudur, çünkü üreme başarımız, genlerimizin bir sonraki nesle geçişini garanti etmek açısından yaşamsal bir önem taşır. (Aslında bu, seks ve aşk konularının bu kadar çok duygu yüklü olmasının nedenidir).

Utanç ve pişmanlık önemlidir, çünkü bu duygular işbirlikçi bir toplumda yaşamak için gerekli olan becerileri öğrenmemize yardımcı olurlar. Eğer hiçbir zaman üzgün olduğumuzu söylemiyorsak, eninde sonunda kabileden dışlanır, hayatta kalma ve genlerimizi aktarma şansımızı azaltmış oluruz.

Yalnızlık da temel bir duygudur. Yalnızlık, ilk bakışta gereksiz ve fazla gelebilir. Ne de olsa tek başına yaşayabiliriz. Fakat arkadaşlarla birlikte olmak da hayatta kalmak açısından önemlidir, çünkü hayatta kalabilmek için kabilenin kaynaklarından yararlanırız.

Başka bir deyişle, robotlar daha gelişmiş özellikler kazandıklarında duygularla donatılabilirler. Belki robotlar, kendilerini çöplükte bulmayacaklarını güvence altına almak için, sahipleri veya bakıcılarıyla aralarında bir bağ oluşturacak şekilde programlanabilirler. Bu tür duygulara sahip olmak onların toplum tarafından kabullenilmesini kolaylaştırabilir, çünkü sahiplerinin rakibi değil, işe yarayan arkadaşları olabilirler.

Bilgisayar uzmanı Hans Moravec, robotların kendilerini koruyabilmek için "korku" gibi duygularla donatılacaklarına inanmaktadır. Örneğin bir robotun pilleri boşalmaya yaklaşmış-

sa, robot "insanların anlayabileceği türde işaretler vererek endişe ve hatta panik ifade edecektir. Komşulara giderek onların elektrik prizinden yararlanmak isteyecek, 'Lütfen! Lütfen! Buna ihtiyacım var! Çok önemli, çok küçük bir masraf! Size bedelini öderiz!' diyecektir."

Duygular, karar verirken de önemlidir. Belli bir tür beyin hasarı yaşamış olan insanlar, duyguları yaşama yeteneğini yitirirler. Akıl yürütme yetenekleri yerinde durmaktadır, fakat hiçbir duygularını ifade edemezler. Iowa Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden nörolog Dr. Antonio Damasio bu tür beyin hasarına sahip insanları incelemiş ve bunların "biliyor, fakat hissetmiyor" göründükleri sonucuna ulaşmıştır.

Dr. Damasio, böyle bireylerin çoğunlukla en küçük bir karar verirken bile donup kaldıklarını bulmuştur. Onları yönlendirecek duygular olmaksızın o seçenekle bu seçenek arasında bitip tükenmek bilmeyen bir düşünme sürecine girerler, bu da onları kararsızlığa sürükler. Dr. Damasio'nun hastalarından biri, bir sonraki randevunun tarihine karar vermek için yarım saat harcamıştı.

Bilim insanları, duyguların beynimizin merkezinde, derinlerde yatmakta olan "limbik sistem" tarafından yönetildiğine inanmaktadır. İnsanlar, neokorteks (rasyonel düşünmeyi yönetir) ile limbik sistem arasındaki iletişim bozulduğu zaman mantık yürütme güçleri yerinde kalır, fakat onları karar vermeye yönlendirecek duygular yok olmuştur. Bazen karar vermemize yol açan bir "önsezi" sahibi oluruz veya "içimizden bir ses" öyle söyler. Beyinleri rasyonel ve duygusal parçaları arasındaki iletişimi etkileyen bir hasara uğramış olan insanlar, bu yeteneğe sahip değildir.

Örneğin, alışverişe gittiğimiz zaman gördüğümüz hemen hemen her şey üzerine "Bu çok pahalı, çok ucuz, çok renkli, çok aptal görünüyor veya tam bana uygun" gibi binlerce fikir yürütürüz. Bu tür beyin hasarı bulunan kişiler için alışveriş bir kâbus olabilir, çünkü her şey aynı değerde görünecektir.

Robotlar giderek daha zekileşince ve kendi seçimlerini kendileri yapmaya başlayınca, onlar da benzer şekilde kararsızlık

felci geçirebilirler. (Bu, iki saman balyası arasında oturan ve hangisini yiyeceğine karar veremediği için sonunda açlıktan ölen eşek hikâyesini akla getirmektedir). Gelecekteki robotlara yardımcı olabilmek için, duyguların beyinlerine fabrikada yerleştirilmesi gerekebilir. MIT Ortam Laboratuvarı'ndan Dr. Rosalind Picard, robotlarda duygu bulunmaması konusunda şunları söylemektedir: "Neyin en önemli olduğunu hissedemiyorlar. Bu, onların en büyük kusurlarından birisi. Bilgisayarlar bir türlü anlamıyorlar."

Rus romancı Fyodor Dostoyevski'nin söylediği gibi, "Eğer dünyada her şey akla uygun olsaydı, hiçbir şey olmazdı."

Başka bir deyişle, geleceğin robotları hedef belirlemek ve "yaşamlarına" anlam ve düzen kazandırmak için duygulara gerek duyacaklardır, aksi halde kendilerini sonsuz sayıda olasılığın ortasında hareket edemez bir durumda bulabilirler.

Bilinçleri Var mı?

Makinelerin bilinç sahibi olup olamayacakları konusunda evrensel bir görüş birliği mevcut olmadığı gibi, bilinçli olmanın ne anlama geldiği konusunda dahi bir görüş birliği bulunmamaktadır. Hiç kimse, bilincin uygun bir tanımını yapamamıştır.

Marvin Minsky, bilinci daha çok bir "zihinler toplumu" olarak tanımlamaktadır. Yani, beynimizdeki düşünme süreci yerel değildir, yayılmıştır, farklı merkezler her an birbirleriyle rekabet içerisindedir. Öyleyse bilinç, bu farklı, daha küçük "zihinlerden" kaynaklanan, her biri dikkatimizi yakalayan ve bu amaçla birbirleriyle yarışan bir düşünceler ve imgeler dizisi olarak kabul edilebilir.

Eğer bu gerçekse, belki de "bilinçli olmak" fazla abartılmıştır, belki de düşünürler ve psikologlar tarafından aşırı gizem kazandırılmış bir konu üzerinde yazılmış makalelerin sayısı çok fazladır. Belki de bilinci tanımlamak böylesine zor değildir. La Jolla'daki Salk Enstitüsü'nden Sydney Brenner'in söylediği gibi, "2020 yılında (görülebilir bir gelecek) bilincin bilimsel bir sorun

olmaktan çıkacağını öngörüyorum. ... Arkamızdan gelenler, bugün tartışılmakta olan bilimsel saçmalıkların miktarı karşısında şaşkına döneceklerdir - yani eğer geçerliliğini yitirmiş bilimsel dergilerin elektronik arşivlerini arayıp taramak için yeterli sabırları varsa."

Marvin Minsky'e göre yapay zekâ araştırmaları "fizik kıskançlığı" hastalığına tutulmuştur. Fizikte kutsal hedef, evrenin fiziksel kuvvetlerini tek bir kuram içinde birleştirecek, bir "her şeyin kuramı"nı yaratacak basit bir denklem bulmaktır. Bu fikirden fazlaca etkilenen yapay zekâ araştırmacıları, bilinci açıklayacak tek bir paradigma bulmaya çalışmışlardır. Fakat Minsky'e göre, böyle basit bir paradigma mevcut olmayabilir.

(Benim gibi "yorumlayıcı" ekolden gelenler, düşünen makinelerin yaratılıp yaratılamayacağı üzerinde bitmek tükenmek bilmeyen tartışmalar yapmaktansa birisinin böyle bir makine yapmaya çalışması gerektiğine inanmaktayız. Bilince gelince, muhtemelen odanın sıcaklığını izleyen termostattan bugün olduğumuz gibi varlığının bilincinde olan organizmalara kadar devam eden bir bilinç sürekliliği bulunmaktadır. Hayvanlar bilinç sahibi olabilirler, fakat onların bilinci bir insanın düzeyinde değildir. Dolayısıyla, bilincin anlamı hakkında felsefi sorular üzerinde tartışmak yerine yapılması gereken şey, değişik bilinç tip ve düzeylerini sınıflandırmaya çalışmaktır. Robotlar günün birinde bir "silikon bilinç" sahibi olabilirler. Aslına bakılacak olursa robotlar, günün birinde bizimkinden farklı bir düşünme ve bilgi işleme mimarisini bünyelerinde barındırabilirler. Gelecekte gelişmiş robotlar, sentaks ve semantik arasındaki farkı bulanıklaştırabilir, öyle ki verdikleri tepkiler bir insanın tepkilerinden ayırt edilmez olabilir. Eğer bu gerçekleşirse, soruyu gerçekten "anlayıp anlamadıkları" büyük ölçüde önemsizleşecektir. Sentaksa iyice hâkim olan bir robot, nereden bakılırsa bakılsın söylenen şeyi anlar. Başka bir deyişle sentaksa kusursuz şekilde hâkim olmak, anlamaktır).

ROBOTLAR TEHLİKELİ OLABİLİR Mİ?

Bilgisayarların gücünün her on sekiz ayda ikiye katlandığını söyleyen Moore yasası nedeniyle, birkaç on yıl sonra mesela bir köpeğin veya kedinin zekâsına sahip robotların yaratılacağını söylemek makul olabilir. Fakat 2020 yılına kadar Moore yasası pekâla çökebilir ve silikon çağı sona erebilir. Son elli yıldır bilgisayarların gücündeki hayret verici artış, on milyonlarcası tırnağınızın üzerine sığabilecek kadar minik silikon transistörler yaratma yeteneği tarafından kamçılanmıştır. Silikondan yapılmış levhalar üzerine mikroskobik transistörler kazımak için morötesi ışın demetleri kullanılmıştır. Fakat bu süreç sonsuza kadar devam edemez. Sonunda bu transistörler giderek küçülecek, molekül boyutlarına ulaşacak, bu süreç de o zaman bozulacaktır. Silikon çağının nihayet sona ermesiyle birlikte, Silikon Vadisi 2020 yılından sonra bir eski eserler müzesine dönüşebilir.

Dizüstü bilgisayarınızın içindeki Pentium yongası, yaklaşık 20 atom kalınlığında bir tabakaya sahiptir. 2020 yılında o Pentium yongası yalnızca 5 atom kalınlığında bir tabakadan meydana gelebilir. O noktada Heisenberg belirsizlik ilkesi devreye girer ve elektronun nerede olduğunu bilemezsiniz. O zaman yonganın dışına elektrik sızmaya başlar ve bilgisayar kısa devre olur. O noktada kuantum yasaları nedeniyle bilgisayar devrimi ve Moore yasası yolun sonuna gelmiş demektir. (Bazıları sayısal çağın "bitlerin atomlara galip gelmesi" olduğunu öne sürer. Fakat eninde sonunda, Moore yasasının sınırına ulaştığımız zaman, atomlar intikam alabilirler).

Şimdi fizikçiler bilgisayar dünyasına 2020 yılından sonra hâkim olacak silikon-sonrası teknoloji üzerinde çalışmaktadırlar, fakat şimdiye kadar oldukça değişken sonuçlar elde edilmiştir. Daha önce gördüğümüz gibi, silikon teknolojisinin yerini almak üzere kuantum bilgisayarlar, DNA bilgisayarları, optik bilgisayarlar, atomik bilgisayarlar ve benzerleri gibi değişik teknolojiler incelenmektedir. Fakat, silikon yongaların yerini almadan önce bunların her birinin önünde muazzam engeller bulunmaktadır. Tek tek atomlar ve moleküller üzerinde çalışmak,

henüz emekleme döneminde olan bir teknolojidir, dolayısıyla atomik boyutlara sahip milyarlarca transistör yapmak, hâlâ yeteneklerimizi aşar durumdadır.

Yine de, bir an için fizikçilerin silikon yongalarla mesela kuantum bilgisayarlar arasındaki uçurumu aşma becerisine sahip olduklarını varsayalım. Diğer yandan da, Moore yasasının silikon-sonrası dönemde bir şekilde geçerli olduğunu kabul edelim. Bu durumda yapay zekâ, gerçek bir olasılığa dönüşecektir. O noktada robotlar insan mantığını ve duygularını öğrenebilir ve her defasında Turing testini geçebilirler. Steven Spielberg, duygulara sahip olan ve bu özelliği nedeniyle bir insan ailesi tarafından evlat edilmeye uygun bulunan ilk çocuk robotun yaratılışını anlatan Yapay Zekâ adlı filminde bu konuyu ele almaktadır.

Bu, ortaya şu soruyu çıkartmaktadır: Böyle robotlar tehlikeli olabilir mi? Cevap, muhtemelen evet şeklindedir. Kendi varlığının farkında olan ve kendi gündemini belirleyebilen bir maymunun zekâsına sahip oldukları zaman, tehlikeli olabilirler. Böyle bir noktaya ulaşmak için onlarca yıl gerekebilir, bu bakımdan bilim insanları bir tehlike oluşturmadan önce robotlar üzerinde gözlem yapmak için bolca zamana sahip olacaklardır. Örneğin, işlemcilerinin içine zıvanadan çıkmalarını engelleyebilecek özel bir yonga yerleştirilebilir. Veya böyle bir tehlikeli durumda kendi kendilerini yok edecek veya kapatacak bir mekanizma kullanılabilir.

Arthur C. Clarke, şöyle yazmıştı: "Bilgisayarların evcil hayvanı haline dönüşmemiz, kucakta gezdirilen köpekler gibi pohpohlanarak yaşam sürdürmemiz mümkündür, fakat umarım ki canımız istediği zaman fişi çekme yeteneğine daima sahip oluruz."

Daha sıradan bir tehlike de altyapımızın bilgisayarlar üzerine kurulu olmasıdır. Su ve elektrik şebekelerimiz olduğu kadar, ulaşım ve iletişim ağlarımız da gelecekte giderek artan şekilde bilgisayarlar tarafından yönetilmeye başlayacaktır. Şehirlerimiz öylesine karmaşık bir hal almıştır ki, muazzam altyapımız ancak karmaşık ve anlaşılması zor bilgisayar ağları tarafından izlene-

bilir ve ayarlanabilir. Bu bilgisayar ağına yapay zekâ eklemek, gelecekte giderek daha büyük bir önem kazanacaktır. Her tarafa yayılmış bu bilgisayar altyapısındaki herhangi bir hata veya arıza bir şehri, ülkeyi, hatta bir uygarlığı felç edebilir.

Bilgisayarlar sonunda zekâ yönünden bizi geçebilir mi? Elbette, fizik yasalarında bunu engelleyecek hiçbir şey yoktur. Eğer robotlar öğrenme yeteneğine sahip sinir ağlarına sahip olur ise ve bizlerden daha hızlı ve etkin şekilde öğrenmeye başlayacakları noktaya kadar gelişirlerse, akıl yürütme konusunda bizi eninde sonunda geçecek olmaları çok mantıklıdır. Moravec, "[post-biyolojik dünya] insan ırkının bir kültürel değişim dalgası nedeniyle bir kenara itildiği, kendi yapay çocukları tarafından gasp edilmiş olduğu bir dünyadır.... Bu gerçekleşirse DNA'mız işsiz kalacak, kendisini evrim yarışını yepyeni bir rakibe karşı kaybetmiş olarak bulacaktır" der.

Ray Kurzweil gibi bazı mucitler, bu durumun oldukça yakın bir gelecekte, hatta belki de önümüzdeki birkaç on yıl içerisinde ortaya çıkabileceğini dahi öngörmüşlerdir. Belki de biz, evrimsel haleflerimizi yaratmaktayızdır. Bazı bilgisayar bilimciler, robotların bilgileri kat kat büyük bir hızla işleyebileceği, bu süreçte yeni robotlar yaratacağı, bilgi edinmedeki ortak yeteneklerinin neredeyse sınırsız bir şekilde ilerleyeceği, "tekillik" adını verdikleri bir noktayı hayallerinde canlandırmaktadırlar.

Böylece, bazıları uzun dönemde ortadan yok olmamızı beklemektense karbon ve silikon teknolojilerinin bir araya getirilmesini savunmaktadırlar. Biz insanlar ağırlıklı olarak karbon esaslıyız, fakat robotlar (en azından şimdilik) silikon esaslıdır. Belki de çözüm, yarattıklarımızla bütünleşmektir. (Eğer günün birinde dünya dışı yaratıklarla karşılaşırsak, onların uzay yolculuğunun zorluklarına dayanmak ve dost canlısı olmayan ortamlarda gelişip serpilebilmek için kısmen organik, kısmen mekanik olduklarını görerek şaşırmamalıyız).

Uzak bir gelecekte robotlar veya insansı sayborglar bize ölümsüzlüğü hediye edebilirler de. Marvin Minsky, "Ya Güneş sönerse veya biz gezegeni yok edersek? Neden daha iyi fizikçiler, mühendisler veya matematikçiler yapmayalım? Kendi gele-

ceğimizin mimarı olmalıyız. Eğer olmazsak, kültürümüz yok olup gidebilir" demektedir.

Moravec, sinirsel mimarimizin bir makineye nöron bazında nakledileceği, bir anlamda bize ölümsüzlük kazandıracak uzak bir gelecek hayal etmektedir. Ne kadar çılgınca olsa da bu, olasılıkların dışında kalan bir düşünce değildir. Böylece, uzak geleceği görmeye çalışan bazı bilim insanlarına göre insanlığın geleceğinde ölümsüzlük (DNA katkılı veya silikon vücutların içerisinde) yatıyor olabilir.

Eğer Moore yasasının çöküşünü ve aklıselim sorununu aşabilirsek, hiç olmazsa hayvanlar kadar, belki de bizler kadar veya bizden daha akıllı düşünen makineler yaratma fikri bu yüzyılın sonlarına doğru dahi gerçekleşebilir. Yapay zekânın temel yasalarını hâlâ keşfediyor olsak dahi, bu alandaki ilerlemeler son derece büyük bir hızla gerçekleşmektedir ve çok ümit vaat etmektedir. Bu durumda robotları ve düşünen makineleri I. sınıf bir olanaksızlık olarak kabul ediyorum.

8

Dünya Dışı Yaratıklar ve UFO'lar

Evrende ya yalnızız, ya da değiliz.
Her ikisi de korkutucu birer düşünce.
- ARTHUR C. CLARKE

ENİ BOYU KİLOMETRELERCE uzanan devasa bir uzay gemisi Los Angeles üzerinde belirmiş, gökyüzünün tamamını doldurmakta ve şehrin tümünü uğursuz bir şekilde karartmaktadır. Uçan daire şekilli kaleler, dünyanın her tarafında büyük şehirlerin üzerine yerleşmiştir. Başka bir gezegenden Los Angeles'a gelen yaratıkları karşılamak isteyen yüzlerce sevinçli seyirci, göklerden gelen misafirlerine ulaşmak için bir gökdelenin tepesine toplanmıştır.

Los Angeles üzerinde günler süren bir bekleyişin ardından, uzay gemisinin karnı yavaş yavaş açılır. Yakıcı bir lazer ışını parlar, gökdeleni yakıp kül eder, bütün şehre yayılan bir yıkım dalgası başlatır ve şehri saniyeler içinde yanmış bir moloz yığınına çevirir.

Bağımsızlık Günü - Independence Day adlı filmde uzaylılar bizim en derin korkularımızı temsil etmektedir. E.T. filminde kendi rüyalarımızı ve fantezilerimizi uzaylılara yansıtırız. Başka dünyalarda yaşayan uzaylılar düşüncesi, tarih boyunca insanları büyülemiştir. Daha 1611 yılında gökbilimci Johannes Kepler, *Somnium* adlı bilimsel eserinde o zamanın en gelişmiş bilimsel

bilgilerini kullanarak insanın garip uzaylılarla, bitkilerle ve hayvanlarla karşılaşabileceği bir Ay seyahati üzerine düşüncelerini anlatmıştır. Ancak bilim ve din, uzayda yaşam konusunda genellikle birbirlerine ters düşerler ve bazen trajik sonuçlar da ortaya çıkar.

Birkaç yüzyıl önce, 1600 yılında eski Dominikli rahip ve düşünür Giordano Bruno, Roma sokaklarında canlı canlı yakılmıştı. Kilise, onu küçük düşürmek amacıyla yakmadan önce baş aşağı asmış ve çırılçıplak soymuştu. Bruno'nun öğretisini böylesine tehlikeli yapan neydi? Basit bir soru sormuştu: Dış uzayda yaşam var mıdır? Kopernik gibi o da Dünya'nın Güneş etrafında döndüğüne inanıyordu, fakat Kopernik'in aksine, dış uzayda yaşayan bize benzer sayısız yaratık var olabileceğine inanmaktaydı. (Dış uzayda milyarlarca aziz, papa, kilise ve İsa bulunması olasılığını hesaba katmaktansa, onu basit bir şekilde yakmak, Kilise için daha uygun bir hareketti).

Dört yüz yıl boyunca Bruno'nun hatırası bilim tarihçilerinin aklımdan çıkmamıştır. Fakat günümüzde, Bruno her birkaç haftada bir intikamını almaktadır. Ayda yaklaşık iki kere, uzaydaki bir yıldızın çevresinde dönen, Güneş sistemi dışı yeni bir gezegen keşfedilmektedir. Şu ana kadar uzaydaki başka yıldızların çevresinde dönen 250'den fazla gezegen belgelendirilmiştir. Bruno'nun Güneş sistemi dışı gezegenler konusundaki kehaneti haklı çıkmıştır. Fakat hâlâ ortada kalan bir soru bulunmaktadır. Samanyolu galaksisi Güneş sistemi dışında gezegenlerle dolu olsa da, bunlardan kaç tanesi yaşamı destekleyebilir? Ve eğer uzayda zeki yaşam biçimleri varsa, bilim bunlar hakkında ne söyleyebilir?

Dünya dışı yaratıklarla gerçekleşen varsayımsal karşılaşmalar, elbette nesiller boyunca toplumu hayran bırakmış ve okurlarla film seyircilerini heyecanlandırmıştır. En meşhur olay 30 Ekim 1958 tarihinde, Orson Welles Amerikan halkına bir cadılar günü bayramı oyunu oynamaya karar verince yaşanmıştır. Welles, H. G. Wells'in *Dünyalar Savaşı* adlı eserinin temel planını almış ve CBS ulusal radyosunda her saat başı müzik yayınına ara vererek yaptığı bir dizi kısa haber anonsu ile Dünya'nın

Marslılar tarafından işgal edilişini ve bunun ardından uygarlığın çöküşünü duyurmuştur. Milyonlarca Amerikalı, Mars'tan gelen makinelerin New Jersey'de Grover Hill kasabasına indiği ve koca şehirleri yok ederek dünyayı istila etmek için ölüm ışınları kullandığı yolundaki "haberler" üzerine paniğe kapılmıştı. Daha sonra gazeteler, bölgeden kaçan insanların kendiliğinden gelişen bir tahliyeye neden olduğunu yazmış, zehirli gaz kokusu aldığını ve uzakta ışık parlamaları gördüğünü söyleyen görgü şahitlerinin ifadelerini anlatmıştı.

1950'li yıllarda gökbilimciler Mars yüzeyinde yüzlerce kilometre uzunlukta devasa bir *M* harfine benzeyen garip bir işaret gördükleri zaman, Mars'a duyulan hayranlık yine zirveye ulaştı. Yorumcular *M* harfinin belki de "Mars" anlamına geldiğini ve tıpkı spor sahasında takımlarının sloganlarını yazan taraftarlar gibi, Marslıların kendi varlıklarını dünyalılara barışçı bir şekilde göstermeye çalıştıklarını anlatıyordu. (Bazıları da karamsar bir şekilde *M* işaretinin aslında bir *W* harfi olduğunu ve W harfinin "*war* - *savaş*" anlamına geldiğini savunmaktaydı. Başka bir deyişle Marslılar aslında Dünya'ya savaş ilan ediyordu!). Gizemli *M* harfi ortaya çıktığı kadar büyük bir hızla kaybolunca, ortadaki minik panik havası da dinmişti. Büyük bir olasılıkla bu *M* işareti, dört büyük volkan dışında bütün gezegeni kaplayan bir toz fırtınası nedeniyle ortaya çıkmıştı. Bu dört gezegenin tepeleri kabaca bir *M* veya *W* şeklindeydi.

Yaşam İçin Bilimsel Arayış

Dünya dışı yaşam olasılığını inceleyen ciddi bilim insanları, var olduğu kabul edilse dahi böyle bir yaşam hakkında kesin bir şey söylemenin olanaksız olduğunu ifade etmektedirler. Bununla beraber, fizik, kimya ve biyoloji hakkında bildiklerimizden yola çıkarak uzayda yaşamın özelliklerine ilişkin bazı genel öngörülerde bulunabiliriz.

İlk olarak, bilim insanları sıvı durumdaki suyun evrende yaşamın yaratılması için kilit öğe olacağına inanmaktadır. Uzayda

yaşam kanıtları ararken gökbilimciler "suyu izle" parolasını tekrar tekrar söylerler. Pek çok sıvının aksine sıvı su, şaşılacak kadar çok çeşitli kimyasalları eritebilen bir "evrensel çözücü"dür. Giderek artan karmaşıklıkta moleküller yaratmak için ideal bir karıştırma kabıdır. Diğer çözücülerle epeyce ender karşılaşılırken, su evrenin her tarafında bulunan basit bir moleküldür.

İkincisi, biliyoruz ki karbon, yaşam yaratmak için uygun bir bileşendir, çünkü dört adet bağı vardır ve dolayısıyla diğer dört atoma bağlanabilir ve muazzam karmaşıklıkta moleküller yaratabilir. Uzun karbon zincirleri oluşturmak özellikle kolaydır, bunlar da hidrokarbon ve organik kimyanın temelini oluşturur. Dört bağa sahip diğer elementler bu kadar zengin bir kimyaya sahip değildir.

Karbonun taşıdığı önemi gösteren en etkili deney, 1955 yılında Stanley Miller ve Harold Urey tarafından yapılan ve yaşamın kendiliğinden ortaya çıkışının karbon kimyasının doğal bir yan ürünü olabileceğini gösteren deneydir. Amonyak, metan ve Dünya'nın ilk zamanlarında etrafta var olduğuna inandıkları diğer toksik kimyasallardan oluşan bir çözeltiyi aldılar, bunu bir cam şişe içerisine koydular, içinden küçük bir elektrik akımı geçirdiler ve sonra yalnızca beklediler. Bir hafta içerisinde şişenin içinde aminoasitlerin kendiliğinden oluşmaya başladığına ilişkin kanıtlar gözlemlediler. Elektrik akımı, amonyak ve metandaki karbon bağlarını kopartmaya ve sonra da atomları proteinlerin öncülü olan aminoasitler şeklinde yeniden düzenlemeye yeterli olmuştu. Bir bakıma, yaşam kendiliğinden şekillenebilir. O zamandan bu yana, meteorların ve derin uzaydaki gaz bulutlarının içinde aminoasitler bulunmuştur.

Üçüncüsü, yaşamın en önemli temeli, kendi kendini kopyalayabilen DNA adlı moleküldür. Kimyada kendi kendini kopyalayabilen moleküllere son derece ender rastlanır. Dünyada muhtemelen okyanusların derinliklerinde ortaya çıkan ilk DNA molekülünün şekillenmesi, yüz milyonlarca yıl sürmüştür. Eğer Miller-Urey deneyi okyanuslarda bir milyon yıl süreyle yapılabilecek olsaydı, muhtemelen DNA benzeri moleküller kendi kendine şekillenirdi. Dünya tarihinin ilk zamanlarında Dünya

üzerindeki ilk DNA molekülünün ortaya çıkmış olması muhtemel yerlerden biri okyanus diplerindeki volkan çıkışlarıdır, çünkü çıkışlardaki etkinlik fotosentezin ve bitkilerin ortaya çıkmasından çok önce DNA molekülü ve hücreler için çok uygun bir enerji kaynağı oluşturmaya adaydır. DNA dışındaki karbon tabanlı moleküllerin de kendi kendini kopyalayıp kopyalayamayacağı bilinmemekte ise de, evrende kendi kendini kopyalayabilen diğer moleküllerin bir şekilde DNA'ya benzemesi olasılığı bulunmaktadır.

Dolayısıyla yaşam muhtemelen suya, hidrokarbon kimyasallarına ve DNA gibi kendi kendini kopyalayabilen bir molekül türüne gereksinim duyar. Bu geniş kriterlerden yararlanarak, evrende zeki yaşam biçimlerinin bulunma sıklığı konusunda kabaca bir tahminde bulunmak mümkündür. 1961 yılında Cornell Üniversitesi'nden gökbilimci Frank Drake, kabaca bir tahminde bulunan ilk kişilerden biri olmuştu. Eğer Samanyolu galaksisinde 100 milyon yıldız olduğunu varsayarak işe başlarsanız, Bunlardan ne kadarının güneşimiz gibi yıldızlara sahip olduğunu tahmin edebilirsiniz. Bunlardan ne kadarının kendi etrafında dönen güneş sistemlerine sahip olduğu konusunda da bir tahminde bulunabilirsiniz.

Drake'in denklemi, aşağıda anlatılan birkaç sayıyı birbiri ile çarparak galaksideki uygarlıkların sayısını hesaplamaktadır.

- galakside yıldızların doğuş hızı,
- bu yıldızlardan gezegeni bulunanların oranı,
- her yıldız için yaşam koşullarına sahip olan gezegenlerin sayısı,
- gerçekten yaşamın geliştiği gezegenlerin oranı,
- zeki yaşam geliştirenlerin oranı,
- iletişim kurma yeteneğine sahip ve buna istekli olanların oranı, ve
- bir uygarlığın beklenen yaşam süresi.

Makul tahminlerde bulunarak ve birbiri ardına sıralanan bu olasılıkları birbiriyle çarparak, yalnızca Samanyolu galaksisinde zeki yaşama sahip olabilecek 100 ila 10.000 gezegen bulunabile-

ceği görülecektir. Eğer bu zeki yaşam biçimleri Samanyolu galaksisine tekdüze bir şekilde dağılmış ise, Dünya'dan yalnızca birkaç yüz ışık yılı uzaklıkta böyle bir gezegene rastlamayı beklememiz gerekir. 1974 yılında Carl Sagan, yalnızca Samanyolu galaksimiz içerisinde bir milyon kadar bu tür uygarlık bulunması gerektiğini tahmin etmişti.

Geliştirilen bu kuramlar, dünya dışı uygarlıklar konusunda kanıt aramakta olanlar için ilave haklılık nedenleri sağlamış bulunmaktadır. Bilim insanları, zeki yaşam biçimlerine ev sahipliği etme kapasitesine sahip gezegenlerin sayısındaki yüksekliği dikkate alarak, tıpkı kendi gezegenimizden son elli yıldır yayılmakta olan TV ve radyo sinyalleri gibi, böyle gezegenlerden geliyor olabilecek radyo dalgalarını daha ciddi şekilde aramaya başlamışlardır.

ET'Yİ DİNLEMEK

Dünya Dışı Zekâ Arayışı - Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI) projesi, Giuseppe Cocconi ve Philip Morrison adlı fizikçiler tarafından 1959 yılında yayımlanan ve dünya dışı iletişime kulak misafiri olmak için en uygun yöntemin 1 ila 10 gigahertz frekansa sahip mikrodalga ışınımını dinlemek olduğunu öneren etkileyici bir makaleye kadar uzanmaktadır. (1 gigahertz altında sinyaller hızlı hareket eden elektronlardan çıkan ışınım tarafından silinirdi; 10 gigahertz üstünde ise kendi atmosferimizdeki oksijen ve su moleküllerinden yayılan gürültü, sinyalleri etkilerdi). Onlar dış uzaydan gelen sinyaller açısından en çok ümit vaat eden frekans olarak 1,420 gigahertzi seçmişlerdi, çünkü evrende en bol bulunan element olan normal hidrojen gazının yayım frekansı buydu. (Bu dolaylardaki frekanslar, dünya dışı iletişim açısından uygun olmaları nedeniyle "sulama noktası" olarak adlandırılmaktadır).

Sulama noktası yakınlarında karşılaşılan zeki sinyaller ise, ümit kırıcı olmuştur. 1960 yılında Frank Drake Green Bank, West Virginia'daki 25 metrelik radyo teleskopunu kullanarak

sinyal aramak için Ozma Projesi'ni (adını Oz Kraliçesi'nden almıştır) başlattı. Ne var ki, hem Ozma Projesi'nde, hem de geceleri gökyüzünü taramak için yıllar boyu dura kalka başlatılan diğer projelerde sinyali asla bulamadı.

1971 yılında SETI araştırmalarına kaynak sağlamak için NASA tarafından iddialı bir öneri yapıldı. Cyclops Projesi olarak adlandırılan bu girişim, 10 milyar dolarlık bir maliyetle bin beş yüz radyo teleskopu kapsıyordu. Araştırmalar, hiç de şaşırtıcı olmayan bir şekilde, hiçbir yere ulaşamadı. Çok daha mütevazı bir öneriye, dış uzaydaki yabancı yaşam biçimlerine dikkatle kodlanmış bir mesaj gönderilmesine ancak yetecek kadar kaynak sağlanabildi. 1974 yılında Puerto Rico'daki dev Arecibo radyo teleskopu vasıtasıyla 25.000 ışık yılı uzaklıktaki M13 Küresel Yıldız Kümesi'ne 1.679 bit uzunluğunda kodlanmış bir mesaj gönderildi. Bilim insanları bu kısa mesajda Güneş sisteminin yerini gösteren, insanlara ait bir resim ve bazı kimya formülleri içeren 23 × 73 boyutlarında bir kafes deseni oluşturdular. Büyük mesafelerin söz konusu olması nedeniyle, dış uzaydan gelebilecek herhangi bir yanıt bize ancak 50.000 yıl sonra ulaşabilecektir.)

1977 yılında gelen ve "wow" sinyali adı verilen gizemli bir sinyalden sonra dahi, bu projeler ABD kongresini etkilemek için yeterli olmamıştır. Bu mesaj, rastgele değilmiş gibi görünen ve zekânın varlığını ifade edermiş gibi gelen bir dizi harf ve sayıdan meydana gelmektedir. (Wow sinyalini görenlerin bazıları buna ikna olmamıştır).

Federal hükümetin kaynak sağlamamasından usanan gökbilimciler, SETI araştırmalarını merkezileştirmek ve güneşe benzeyen 1000 adet yakın yıldızı 1.200 ila 1.300 megahertz dolaylarında incelemek için Phoenix Projesi'ni başlatmak üzere 1995 yılında Mountain View, California'da kâr amacı gütmeyen SETI Enstitüsü'nü kurdu. Direktör olarak Dr. Jill Tarter (*Contact – Temas* filminde Jodie Foster'in canlandırdığı kişi) atandı. (Projede kullanılan cihazlar öylesine hassastı ki, 200 ışık yılı ötedeki bir havaalanı radar sisteminin yayınlarını dahi alabiliyordu).

1995 yılından bu yana SETI Enstitüsü yıllık 5 milyon dolar harcama ile binden fazla gezegeni taramıştır. Fakat ortaya elle

tutulur herhangi bir sonuç çıkmamıştır. Bununla beraber, SETI'deki üst düzey gökbilimcilerden Seth Shostak, San Francisco'nun 400 kilometre kuzeydoğusuna inşa edilmiş olan 350 antenli Allen Teleskop Dizisinin "2025 yılına kadar bir sinyale rastlayacak" olduğuna iyimserlikle inanmaktadır.

Daha yeni bir yaklaşım ise Berkeley'deki California Üniversitesi gökbilimcileri tarafından 1999 yılında başlatılan SETI@home projesidir. Bu gökbilimciler, zamanın büyük bir kısmında iş yapmadan duran milyonlarca PC'nin sahibinden yararlanma fikrini benimsemişlerdir. Katılımcılar, bir radyo teleskop tarafından alınan radyo sinyallerinin bir kısmını bilgisayarın ekran koruyucusu etkin olduğu zaman deşifre edecek bir yazılım paketini yükleyeceklerdir, dolayısıyla PC kullanıcısı açısından herhangi bir rahatsızlık doğmayacaktır. Şimdiye kadar bu projeye iki yüzden fazla ülkeden 5 milyon kullanıcı katılmış, çok küçük bir masraf karşılığında değeri bir milyar dolardan fazla olan elektrik tüketilmiştir. Bu proje, tarih boyunca girişilen en ihtiraslı ortak bilgisayar projesidir ve ileride hesaplamalar için muazzam bilgisayar kaynaklarına gereksinimi olacak projeler açısından bir model oluşturabilecektir. Şimdiye kadar SETI@home tarafından zeki bir kaynaktan gelen hiçbir sinyal tespit edilmemiştir.

On yıllardır devam eden yoğun çalışmaların ardından SETI araştırmalarında herhangi bir somut ilerleme sağlanamaması, projenin muhaliflerini zor sorular yöneltmeye zorlamıştır. Yalnızca belirli frekans bantlarındaki radyo sinyallerinin kullanılıyor olması, bariz bir hata olabilir. Bazıları, uzaylıların radyo dalgaları yerine lazer sinyalleri kullanıyor olabileceğini öne sürmüştür. Lazerler, radyo sinyallerine kıyasla bazı avantajlar taşır, çünkü bir lazerin dalga boyunun kısalığı, bir dalga içerisine radyoya kıyasla daha fazla sinyal sığdırabileceğiniz anlamına gelir. Fakat, lazer ışığı çok doğrultusal olduğu ve yalnızca bir tek frekans içerdiği için, arzu edilen lazer frekansına ayar yapmak, son derece zordur.

Bir diğer bariz hata da, SETI araştırmacılarının belirli radyo frekansı bantlarına güvenmesi olabilir. Eğer uzayda yaşam varsa, sıkıştırma yöntemleri kullanabilir veya daha küçük paket-

ler halinde dağıtabilir. Bunlar, günümüzün modern internetinde uygulanan stratejilerdir. Çok sayıda frekansa dağıtılmış sıkıştırılmış mesajları dinlediğimiz zaman, yalnızca rastgele gürültü duyabiliriz.

Yine de, SETI'nin karşısındaki aşılması zor sorunlara karşın bu yüzyıl içinde dünya dışı bir uygarlıktan -eğer böyle bir uygarlık varsa- gelen bir sinyal duymamız gerektiğini varsaymak makul olacaktır. Ve eğer böyle bir şey olursa, insan ırkının tarihinde bir kilometre taşı oluşturacaktır.

NEREDELER?

SETI projesinin şimdiye kadar evrendeki zeki yaşam biçimlerinden gelen hiçbir sinyal tespit etmemiş olması, bilim insanlarının Frank Drake'in diğer gezegenlerdeki zeki yaşam için ortaya koyduğu denklemlerin ardındaki varsayımlara daha soğuk, eleştirel bir şekilde bakmalarına yol açmıştır. Son zamanlarda yapılan astronomik keşifler zeki yaşam bulma olasılığının 1960'lı yıllarda Drake tarafından hesaplanan orijinal değerden çok farklı olduğunu düşünmemize neden olmuştur. Evrende zeki yaşamın var olma olasılığı, başlangıçta düşünülenden hem daha az, hem de daha çoktur.

İlk olarak, yeni keşifler yaşamın Drake'in denklemlerinde hesaba katılmayan şekillerde ortaya çıkabileceğini düşünmemizi gerektirmiştir. Eskiden bilim insanları sıvı durumdaki suyun yalnızca Güneş'i çevreleyen "Yaşanabilir bölge" içinde bulunabileceğini zannediyorlardı. (Dünya, Güneş'ten "tam yerinde" bir uzaklıktadır. Ne Güneş'e çok yakındır, çünkü okyanuslar kaynayabilirdi, ne de çok uzaktır, çünkü okyanuslar donardı, fakat yaşam olasılığı sağlamak için "tam yerinde"dir.

Böylece, gökbilimcilerin Jüpiter'in donmuş uydusu olan Europa'nın buz kabuğunun altında sıvı durumda su bulunabileceğine dair kanıt bulmaları, bir şok etkisi yaratmıştı. Europa, Yaşanabilir bölgenin oldukça dışındadır, bu nedenle Drake denkleminin koşullarına uymuyormuş gibi görünmektedir.

Yine de gelgit kuvvetleri Europa'nın buz kabuğunu eritmeye ve kalıcı bir sıvı okyanus oluşturmaya yetecek kadar şiddetli olabilir. Europa Jüpiter'in etrafında dönerken gezegenin muazzam çekim alanı uyduyu bir limon gibi sıkmakta, nüvesinin derinliklerinde bir sürtünme yaratmaktadır. Bu da buz kabuğunun erimesine neden olabilir. Yalnızca bizim Güneş sistemimizde yüz taneden fazla ay bulunduğu için bu, Güneş sistemimizde yaşanabilir bölge dışında yaşamı destekleyen çok sayıda ay bulunabileceği anlamına gelmektedir. (Ve şimdiye kadar uzayda Güneş sistemi dışında keşfedilen 250 kadar dev gezegen yaşamı destekleyebilecek donmuş aylara sahip olabilir).

Buna ek olarak bilim insanları, evrende artık hiçbir yıldızın çevresinde dönmeyen gezgin gezegenlerin çok sayıda olabileceğine inanmaktadırlar. Bir gezgin gezegen etrafında dönen her ay, gelgit kuvvetleri yüzünden buzdan kabuğunun altında sıvı okyanuslara ve dolayısıyla yaşama sahip olabilir, fakat ana yıldızlardan gelen ışığa ihtiyacı olan cihazlarımız vasıtasıyla böyle ayların görülmesi olanaksız olabilir.

Bir güneş sistemindeki ayların sayısı muhtemelen gezegenlerin sayısından fazla olduğu ve galakside milyonlarca gezgin gezegen bulunabileceği için, evrende yaşam biçimine sahip astronomik kütlelerin sayısı, evvelce tahmin edilenden çok daha büyük olabilir.

Diğer taraftan bazı gökbilimciler, çeşitli nedenlerle yaşanabilir bölge içerisindeki gezegenlerde yaşam olma olasılığının başlangıçta Drake tarafından tahmin edilen orandan çok daha küçük olduğu sonucuna varmıştır.

İlk olarak, bilgisayar programları yakından geçen kuyruklu yıldızları ve meteorları uzaya savurmak ve böylece güneş sistemini sürekli olarak temizleyerek yaşama olanak sağlamak üzere, her güneş sisteminde Jüpiter büyüklüğünde bir gezegene gereksinim olduğunu göstermektedir. Eğer Güneş sistemimizde Jüpiter olmasaydı, Dünya meteorlar ve kuyruklu yıldızlar vasıtasıyla taşlanacak, yaşam olasılığı ortadan kalkacaktı. Washington D.C.'deki Carnegie Enstitüsü'nden astronom Dr. George Wetherill, Güneş sistemimizde Jüpiter veya Satürn olmasaydı

Dünya'nın bin kat daha fazla meteor çarpmasına maruz kalacağını, her on bin yılda bir yaşamı tehdit eden boyutlarda (65 milyon yıl önce dinozorları ortadan kaldıran meteor gibi) bir olayla karşılaşacağını tahmin etmektedir. Onun söylediğine göre, "Yaşamın bu aşırı saldırıya nasıl dayanabileceğini hayal etmek dahi çok zor" olacaktır.

İkincisi, Dünya'mız dönüşüne denge kazandıran büyük bir Ay'a sahiptir. Bilim insanları, Newton'un yerçekimi yasalarını milyonlarca yıla yayarak eğer büyük bir Ay var olmasaydı Dünya'nın ekseninin muhtemelen kararsız bir hal alacağını, bunun sonucunda Dünya'nın tepetaklak olacağını, yaşamın olanaksızlaşacağını gösterebilirler. Fransız gökbilimci Dr. Jacques Lasker, eğer Ay olmasaydı Dünya'nın ekseninin 0 ile 54 derece arasında salınım yapacağını, bunun da yaşamla uyumlu olmayan aşırı hava koşullarına yol açacağını tahmin etmektedir. Dolayısıyla, Drake denklemlerinin içine büyük bir uydunun varlığının da katılması gereklidir. (Mars'ın dönüşünü düzenlemek için çok küçük, minicik iki tane aya sahip olması, uzak geçmişte Mars'ın tepetakla olmuş olabileceği ve gelecekte yine olabileceği anlamına gelmektedir).

Üçüncü olarak, yakın geçmişte elde edilen jeolojik kanıtlar Dünya üzerindeki yaşamın geçmişte pek çok kez neredeyse sönme noktasına geldiğine işaret etmektedir. Yaklaşık 2 milyar yıl önce Dünya muhtemelen tümüyle buz kaplıydı; yaşamı zar zor destekleyebilen bir "kartopu Dünya" idi. Başka zamanlarda volkan püskürmeleri ve meteor çarpmaları, Dünya üzerindeki tüm yaşamı yok etme noktasının çok yakınına getirmiş olabilir. Dolayısıyla, yaşamın yaratılması ve evrimi, başlangıçta düşündüğümüzden çok daha kırılgandır.

Dördüncüsü, geçmişte zeki yaşam neredeyse sona eriyordu. En son DNA kanıtlarından anlaşıldığına göre, bundan yüz bin yıl kadar önce Dünya üzerinde birkaç yüz ila birkaç bin insan yaşamaktaydı. Herhangi bir türe mensup hayvanların birbirlerinden büyük genetik farklılıklar göstermesinin aksine, insanların hepsi genetik açıdan neredeyse birbirinin aynıdır. Hayvanlar dünyası ile kıyaslandığı zaman, sanki birbirimizin klonu gibi-

yizdir. Bu durum, yalnızca tarihimizde insan ırkının büyük bir bölümünün neredeyse ortadan kalkmış olması ile izah edilebilir. Örneğin volkanik faaliyetler havanın birdenbire soğumasına ve bütün insan ırkının neredeyse ölmesine yol açmış olabilir.

Dünya üzerinde yaşamın başlaması için gerekli olan başka rastlantılar da mevcuttur, mesela,

- *Güçlü bir manyetik alan.* Dünya üzerindeki yaşamı yok edebilecek kozmik ışınları ve radyasyonu saptırmak için gereklidir.
- *Orta düzeyde gezegen dönme hızı.* Eğer Dünya çok yavaş dönüyor olsaydı, Güneş'e bakan yüzü uzun süreler yakıcı sıcaklıklara ulaşır, diğer yüzü ise dondurucu soğuklukta olurdu; eğer Dünya çok hızlı dönüyor olsaydı, muazzam rüzgârlar ve fırtınalar gibi son derece şiddetli hava koşulları olurdu.
- *Galaksinin merkezinden uygun uzaklıkta bir yer.* Eğer Dünya Samanyolu galaksisinin merkezine çok yakın olsaydı, tehlikeli ışınımlardan etkilenirdi; eğer merkezden çok uzakta olsaydı, DNA moleküllerini ve proteinleri yaratmak için yeterli miktarda yüksek elemente sahip olamazdı.

Bütün bu nedenlerle gökbilimciler artık yaşamın yaşanabilir bölge dışındaki aylarda veya gezgin gezegenlerde de var olabileceğini, fakat yaşanabilir bölgede yaşamı destekleyebilecek Dünya benzeri bir gezegenin var olma olasılığının, daha önce zannedilenden daha küçük olduğunu düşünmektedirler. Drake denklemleri kullanılarak yapılan tahminlerin büyük bir kısmı, galakside uygarlık bulma olasılığının başta tahmin ettiğine kıyasla muhtemelen daha küçük olduğunu göstermektedir.

Profesörler Peter Ward ve Donald Brownlee'nin yazdığı gibi, "Evrende mikroplar ve onların eşdeğerleri şeklindeki yaşamın çok yaygın olduğunu, hatta Drake ve [Carl] Sagan'ın tahmin ettiğinden daha yaygın olduğunu düşünmekteyiz. Bununla beraber, karmaşık yaşam -hayvanlar ve üst düzey bitkiler- muh-

temelen yaygın bir şekilde tahmin edilenden çok daha az bulunmaktadır." Aslında Ward ve Brownlee, Dünya'nın hayvansal yaşamı barındırmak açısından galakside benzersiz olması olasılığına kapıyı açık bırakmaktadırlar. (Bu varsayım galaksimizde zeki yaşam arayışlarını her ne kadar köreltecek olsa da, uzaktaki diğer galaksilerde yaşam olma olasılığını yine de silip atmamaktadır).

DÜNYA BENZERİ GEZEGEN ARAYIŞLARI

Drake denklemi, elbette tamamen varsayımsaldır. Dış uzayda yaşam arayışlarının Güneş sistemi dışında gezegenlerin keşfedilmesi dolayısıyla bir artış göstermesinin nedeni budur. Güneş sistemi dışındaki gezegenlere yönelik araştırmaları engelleyen şey, kendilerine ait bir ışık üretmedikleri için herhangi bir teleskop tarafından görülememeleridir. Bunlar, ana yıldızlarının milyonda biri ila milyarda biri kadar sönüktür.

Gökbilimciler, bunları belirlemek için Jüpiter büyüklüğünde bir gezegenin yıldız yörüngesini değiştirebileceğini varsayarak ana yıldızdaki minicik yalpalamaları incelemek zorunda kalmaktadırlar. (Kendi kuyruğunu kovalayan bir köpek düşünün. Ana yıldız ve Jüpiter büyüklüğündeki gezegen, birbirleri etrafında dönerek aynı şekilde birbirlerini "kovalamaktadır". Bir teleskop, Jüpiter büyüklüğündeki karanlık gezegeni göremez, fakat ana yıldız açık şekilde görülebilir ve ileri geri yalpalıyormuş izlenimi verir).

Güneş sistemi dışındaki ilk gerçek gezegen, 1994 yılında Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nden Dr. Alexandr Wolszczan tarafından, kendi etrafında dönen bir pulsar olan ölü bir yıldızın çevresinde dönen gezegenler gözlemlemesi ile bulunmuştur. Ana yıldız muhtemelen bir süpernova'ya dönüşerek patladığı için bunların ölmüş, kavrulmuş gezegenler olması olasıydı. Ertesi yıl İsviçreli iki gökbilimci, Cenevre'den Michel Mayor ve Didier Queloz, 51 Pegasi yıldızının çevresinde dönen ve Jüpiter'e benzer kütleye sahip olan, daha ümit verici bir gezegen

bulduklarını açıkladılar. Aradan çok geçmeden, keşifler başlamıştı.

Son on yılda Güneş sistemi dışında keşfedilen gezegenlerin sayısında göz kamaştırıcı bir artış meydana gelmiştir. Boulder'daki Colorado Üniversitesi'nden jeolog Bruce Jakosky'nin söyleyişiyle "Bu, insanlık tarihinin özel bir dönemidir. Biz, başka bir gezegen üzerinde yaşam keşfetme şansına sahip ilk nesiliz."

Şimdiye kadar bulunan güneş sistemlerinin hiçbiri, bizimkine benzememektedir. Aslında bunların hepsi, kendi Güneş sistemimizden epeyce farklıdır. Bir zamanlar gökbilimciler Güneş sistemimizin evrende bulunan diğer güneş sistemlerine benzediğine inanırlardı; dairesel yörüngeler ve ana yıldızı üç halka şeklinde çevreleyen gezegenler: Yıldızın en yakınında bir kayalık gezegenler kuşağı, sonra gaz durumunda dev gezegenler kuşağı ve son olarak donmuş buzdağlarından oluşan bir kuyruklu yıldızlar kuşağı.

Gökbilimciler, diğer güneş sistemlerindeki gezegenlerden hiçbirinin bu basit kuralı izlemediğini bulduklarında şaşırdılar. Özellikle Jüpiter büyüklüğünde gezegenlerin ana yıldızdan uzakta bulunması bekleniyordu, fakat bunların çoğu ya ana yıldıza son derece yakın (Merkür'ün yörüngesinden dahi yakın), ya da son derece eliptik yörüngeler üzerinde dönmekteydi. Her iki durumda da Dünya benzeri küçük bir gezegenin yaşanabilir bölgede yörüngede olması olanaksızdı. Eğer Jüpiter büyüklüğündeki gezegen ana yıldıza çok yakın dönüyorsa bu, Jüpiter büyüklüğündeki gezegenin büyük bir uzaklıktan göçüp geldiği, yavaş yavaş güneş sisteminin merkezine doğru bir sarmal yaptığı (muhtemelen tozların neden olduğu sürtünme dolayısıyla) anlamına gelmekteydi. Bu durumda Jüpiter büyüklüğündeki gezegenin yörüngesi, Dünya benzeri küçük gezegenin yörüngesi ile eninde sonunda kesişecek, onu dış uzaya fırlatacaktı. Eğer Jüpiter büyüklüğündeki gezegen çok eliptik bir yörünge izliyorsa bu, Jüpiter büyüklüğündeki gezegenin düzenli olarak yaşanabilir bölgeden geçeceği ve Dünya benzeri gezegenin yine dış uzaya atılmasına yol açacağı anlamına gelmekteydi.

Bu bulgular, Dünya benzeri başka gezegenler bulmayı ümit eden gezegen avcıları ve gökbilimciler için heves kırıcıydı, fakat ikinci kez düşünüldüğünde bunlar beklenmesi gereken bulgulardı. Cihazlarımız öylesine kabadır ki, yalnızca ana yıldız üzerinde ölçülebilir bir etki yaratabilecek olan en büyük, en hızlı hareket eden Jüpiter büyüklüğündeki gezegeni algılayabilmektedirler. Dolayısıyla, günümüzdeki teleskopların yalnızca uzayda hızla hareket eden dev gezegenleri yakalayabiliyor olması, şaşırtıcı değildir. Dış uzayda Güneş sistemimizin tam bir ikizi olsa dahi, cihazlarımız onu bulmak için muhtemelen çok kabadır.

Uzayda birkaç yüz Dünya benzeri gezegenin yerini bulmak üzere tasarlanan *Corot*, *Kepler* ve *Terrestrial Planet Finder* adlı üç uydunun uzaya fırlatılması ile bunların hepsi değişebilir. Örneğin *Corot* ve *Kepler* uyduları, Dünya benzeri bir gezegen ana yıldızın ön yüzünden geçerken ışığın hafifçe azalması sonucunda ortaya çıkacak zayıf gölgeyi inceleyecektir. Dünya benzeri gezegen görülemese dahi, ana yıldızdan gelen güneş ışığındaki azalma, uydu tarafından algılanabilir.

Fransızcada Konveksiyon, Yıldız Dönüşü ve Gezegen Geçişleri anlamına gelen ve 2006 yılında başarıyla fırlatılmış olan Fransız *Corot* uydusu, Güneş sistemi dışındaki gezegenleri araştıracak ilk uzay sondası olarak bir kilometre taşı niteliği taşımaktadır. Bilim insanları on ila kırk arasında Dünya benzeri gezegen bulmayı ümit etmektedir. Eğer başarılı olurlarsa, gezegenler muhtemelen gaz durumdaki devler değil, kayalık olacaktır ve Dünya'dan yalnızca birkaç kat büyük olacaktır. *Corot* ayrıca hâlihazırda uzayda keşfedilmiş Jüpiter büyüklüğündeki gezegenlerin sayısını da arttıracaktır. Gökbilimci Claude Catala, "*Corot*, bizim şu anda yerden yapabildiğimizin aksine, her büyüklükte ve özellikte Güneş sistemi dışı gezegeni bulabilecektir" demektedir. Bilim insanları, uydunun 120.000 yıldızı tarayacağını ümit etmektedirler.

Corot, uzaydaki ilk Dünya benzeri gezegene ait kanıtları bulabilir. Bu, gökbilimi tarihinde bir dönüm noktası olacaktır. Gelecekte insanlar, gece vakti gökyüzünü seyrederken orada

zeki yaşam barındırma olasılığı taşıyan gezegenler olduğunu anlayarak bir varoluşsal şok yaşayabilirler. Gelecekte gökyüzünü seyrederken, kendimizi karşıdan birinin de bize bakıp bakmadığını düşünürken bulabiliriz.

Kepler uydusu, NASA tarafından 2009 yılında uzaya gönderildi. Bu uydu, dış uzayda yüzlerce Dünya benzeri gezegen tespit etme olanağı bulabilecektir. Yıldızının önünden geçen herhangi bir gezegenin hareketini belirlemek üzere, 100.000 yıldızın parlaklığını ölçebilecek kadar hassastır. Kepler, Dünya'dan 1.950 ışık yılı kadar uzaklıkta bulunan binlerce yıldızı inceleyip gözleyecektir. Bilim insanları, yörüngedeki ilk yılı içerisinde uydunun yaklaşık olarak

- Dünya ile yaklaşık olarak aynı büyüklükte 50 gezegen,
- Dünyadan yaklaşık %30 daha büyük 185 gezegen,
- Dünyanın yaklaşık 2,2 katı büyüklükte 640 gezegen

bulmasını ümit etmekteydiler.

Terrestrial Planet Finder (Dünyasal Gezegen Bulucu), Dünya benzeri gezegenleri bulmak için daha da büyük bir şansa sahip olabilirdi. Birkaç ertelemenin ardından son olarak 2014 yılında gerçekleştirilmesi planlanan proje, hâlihazırda durdurulmuş durumda beklemektedir. Uydu, uzak gezegenleri araştırmak amacıyla iki ayrı cihaza sahip olacaktır. Bunlardan ilki bir koronograf, yani ana yıldızdan gelen gün ışığını engelleyerek şiddetini milyarda bir düzeyine düşüren özel bir teleskoptur. Teleskop, Hubble Uzay Teleskobundan üç ila dört kat büyük ve on kat daha hassas olacaktır. Bulucudaki ikinci cihaz, ışık dalgalarının birbiri ile girişiminden yararlanarak ana yıldızdan gelen ışığı milyonda bir düzeyine düşürecek bir interferometredir.

Bu arada, Avrupa Uzay Ajansı kendi gezegen bulucusu olan Darwin adlı bir uyduyu 2015 yılında veya daha sonra yörüngeye sokmayı planlamaktadır. Bu uydu, her biri 3 metre çapında, bir düzen içinde uçan ve tek bir büyük interferometre gibi davranan üç uzay teleskopundan oluşmaktadır. Onun görevi de diğerleri gibi uzaydaki Dünya benzeri gezegenleri bulmaktır.

Dış uzaydaki yüzlerce Dünya benzeri gezegenin tanımlanması, SETI çabalarına yeniden odaklanılmasına yardımcı olacaktır. Gökbilimciler, yakındaki yıldızları rastgele bir şekilde taramak yerine, çabalarını Dünya'nın bir ikizini barındırma olasılığına sahip küçük bir yıldız kümesi üzerinde yoğunlaştırma olanağına sahip olacaklardır.

NEYE BENZİYORLAR?

Çeşitli bilim insanları dünya dışı yaşamın neye benzeyebileceğini bulmak amacıyla fizik, biyoloji ve kimyadan yararlanmaya çalışmışlardır. Örneğin Isaac Newton, etrafında görebildiği bütün hayvanların neden aynı iki taraflı simetriye sahip olduğunu merak etmiştir - simetrik olarak düzenlenmiş iki göz, iki kol ve iki bacak. Bu rastlantısal bir şey mi, yoksa Tanrının işi miydi?

Günümüzde biyologlar, bundan yarım milyar yıl önce, "Kambriyen patlaması" sırasında doğanın ortaya çıkmakta olan çok hücreli minicik yaratıklar üzerinde pek çok şekil ve biçim deneyi yaptığını düşünmektedirler. Bunlardan bazıları X, Y veya Z şeklinde şekillenmiş bir omuriliğe sahiptiler. Bazılarının deniz yıldızına benzeyen radyal bir simetrisi vardı. Bunlardan birinin omuriliği tesadüfen I şeklinde oluşmuş, iki taraflı simetriye sahipti ve bu, Dünya üzerindeki memelilerin çoğunun atasıydı. Dolayısıyla, ilkesel olarak iki taraflı simetriye sahip insansı biçim, Hollywood'un uzaylı yaratıkları betimlemek için kullandığı biçim, bütün zeki yaşama uygulanabilir olmak zorunda değildir.

Bazı biyologlar, Kambriyen patlaması sırasında çeşit çeşit yaşam biçimlerinin ortaya çıkma nedeninin avcı ve av arasındaki bir "silahlanma yarışı" olduğunu düşünmektedirler. Diğer organizmaları yutabilecek ilk çok hücreli organizmanın ortaya çıkışı, her ikisinin de hızlandırılmış bir evrim geçirmesini, her birinin diğerine üstünlük sağlamaya çalışmasını zorunlu kılmıştır. Tıpkı soğuk savaş döneminde eski Sovyetler Birliği ile ABD arasındaki silahlanma yarışı gibi, her iki tarafın da diğerinden önde olmak için acele etmesi gerekiyordu.

Bu gezegende yaşamın nasıl bir evrim geçirdiği incelenerek, Dünya üzerinde zeki yaşamın ne şekilde evrimleştiği konusunda da aşağıdaki tahminler yapılabilir. Bilim insanları, zeki yaşamın muhtemelen

1. Çevresini keşfetmek için bir tür görme veya algılama mekanizmasına,
2. Tutma amaçlı bir başparmağa (bir dokunaç veya kıskaç da olabilir),
3. Konuşma gibi bir tür iletişim sistemine,

gerek duyduğu sonucuna varmışlardır.

Bu üç özellik, çevremizi algılamak ve sonuçta onu kullanmak için gereklidir - ki bunların ikisi de zekânın ayırıcı özelliğidir. Fakat, bu üç özelliğin ötesinde başka her şey olabilir. TV'de gösterilen pek çok yaratığın aksine, dünya dışı bir yaratığın insana benzemesi hiç de gerekmez. TV ve sinemada gördüğümüz çocuğu andıran, patlak gözlü uzaylılar, aslında 1950'lerde çevrilen filmlerin bilinçaltımıza iyice yerleşmiş uzaylılarına şaşılacak kadar benzemektedir.

(Bununla beraber, bazı antropologlar merak uyandıran bir gerçeği açıklamak amacıyla zeki yaşam için dördüncü bir ölçüt eklemektedirler: İnsanlar, ormanda canlı kalabilmek için gerekenden çok daha zekidirler. Beyinlerimiz, ormanda avcılık ve toplayıcılık yapmak için tamamen gereksiz beceriler olan uzay yolculuğunu, kuantum kuramını ve yüksek matematiği kavrayabilmektedir. Neden bu kadar aşırı beyin gücü? Doğada kurtuluş için gerekli olanın çok ötesinde olağanüstü becerilere sahip çita ve antilop gibi hayvan çiftlerini gördüğümüz zaman bunlar arasında bir silahlanma yarışı sürdüğünü anlarız. Aynı şekilde bazı bilim insanları bir dördüncü ölçütün, zeki insanları ileriye iten bir biyolojik "silahlanma yarışının" var olduğuna inanmaktadırlar. Belki de bu silahlanma yarışı, kendi türümüzün diğer üyeleri ile aramızdadır).

Dünya üzerindeki birbirinden dikkat çekecek kadar farklı yaşam biçimlerini düşünün. Eğer biri mesela ahtapotları birkaç

milyon yıl boyunca seçerek üretirse, onların da zekâ sahibi olabileceği düşünülebilir. (Biz muhtemelen Afrika'nın değişen ortamına iyi uyum sağlayamadığımız için bundan 6 milyon yıl önce maymunlardan ayrıldık. Buna karşın ahtapotlar bir kayanın altında yaşamaya iyi uyum sağladıkları için milyonlarca yıldır evrimleşmemişlerdir). Biyokimyacı Clifford Pickover, "Çılgın görünümlü kabuklulara, süngersi dokunaçlı denizanalarına, çirkin erselik solucanlara ve cıvık mantarlara baktığım zaman Tanrının mizah duygusuna sahip olduğuna inanıyorum ve bunun yansımasını evrendeki diğer yaşam biçimlerinde de göreceğiz" demiştir.

Bununla beraber Hollywood zeki uzaylıları etobur olarak betimlerken muhtemelen doğru yapmaktadır. Et yiyen uzaylılar yalnızca daha yüksek gişe gelirlerini garanti etmekle kalmaz, bu betimlemenin doğru olan bir yanı da vardır. Avcılar, genellikle avlarından daha zekidir. Avcılar planlamak, sinsice yaklaşmak, saklanmak ve avlarını tuzağa düşürmek için kurnaz olmak zorundadırlar. Tilkiler, köpekler, kaplanlar ve aslanların gözleri yüzlerinin ön tarafındadır ki, avlarının üstüne atlarlarken mesafeyi iyi ayarlasınlar. İki adet göz ile, avlarına kilitlenmek için üç boyutlu stereo görüşten yararlanabilirler. Diğer taraftan geyik ve tavşan gibi avlar yalnızca nasıl koşacaklarını bilmek zorundadır. 360 derece çevrelerindeki avcıları gözlemek için gözleri yüzlerinin yan taraflarındadır.

Başka bir deyişle, dış uzaydaki zeki yaşam pekâlâ yüzlerinin ön tarafında gözleri veya başka bir algılama organı bulunan avcılardan evrimleşmiş olabilir. Bunlar dünyadaki kurtlar, aslanlar ve insanlarda gördüğümüz etobur, saldırgan ve bölgeci davranışları sergileyebilirler. (Fakat bu yaşam biçimleri muhtemelen tamamıyla farklı DNA ve protein moleküllerinden yapılmış oldukları için bizi yemek veya bizimle çiftleşmek için herhangi bir istek taşımayacaklardır).

Vücutlarının büyüklüğünün ne olabileceğini tahmin etmek için de fizikten yararlanabiliriz. Dünya büyüklüğündeki gezegenlerde yaşadıklarını ve Dünya'daki yaşam biçimleri gibi kabaca suyun yoğunluğuna sahip olduklarını varsayarsak, herhangi

bir nesnenin ölçeğini değiştirdikçe fizik yasalarının sert bir biçimde değiştiğini söyleyen *ölçek yasası* gereği, devasa yaratıklar muhtemelen olası değildir.

CANAVARLAR VE ÖLÇEK YASASI

Örneğin eğer King Kong gerçekten var olsaydı, New York şehrinde terör estirmeyi başaramazdı. Tam tersine, bir adım atmaya kalkıştığı anda bacakları kırılırdı. Çünkü bir maymunun boyutlarını 10 kat arttırırsanız, ağırlığı da artan hacmi kadar, yani 10 × 10 × 10 = 1000 kat artmak durumundadır. Yani, normal halinden 1000 kat daha ağır olacaktır. Ancak, bu artış, kemiklerinin ve kaslarının kalınlığı ile orantılıdır. Kemiklerinin ve kaslarının kesitleri yalnızca mesafenin karesi kadar, yani 10 × 10 = 100 kat artar. Başka bir deyişle eğer King Kong 10 kat büyük olsaydı yalnızca 100 kat güçlü olacak fakat ağırlığı 1000 kat artacaktı. Dolayısıyla, maymunun büyüklüğünü arttırdığımız zaman ağırlığı gücünden çok daha fazla şekilde artar. Göreli konuşacak olursak, normal bir maymunun ancak onda biri kadar güçlü olurdu. Bacakları da bu yüzden kırılırdı.

İlkokulda öğretmenimin kendi ağırlığının birkaç katı bir yaprağı kaldırabilen bir karıncanın gücünü hayranlıkla anlattığını hatırlıyorum. Öğretmenim, eğer karınca bir ev büyüklüğünde olsaydı o evi kaldırabileceğini söylerdi. Ancak, King Kong örneğinde gördüğümüz gibi, bu varsayım yanlıştır. Eğer karınca bir ev büyüklüğünde olsaydı, onun da bacakları kırılırdı. Bir karıncayı 1.000 kat büyütürseniz normal bir karıncanın binde biri gücünde olur, bu nedenle kendi ağırlığıyla çökerdi. (Ayrıca nefes de alamazdı. Karıncalar, vücutlarının yanlarındaki deliklerden nefes alır. Bu deliklerin yüzeyi yarıçaplarının karesi kadar büyür, fakat karıncanın hacmi yarıçapın küpü kadar büyür. Dolayısıyla normalin 1.000 katı büyüklükte bir karınca, kasları ve vücut dokuları için gerekenin binde biri kadar oksijen alabilir. Şampiyon artistik patinajcıların ve jimnastikçilerin herkesle aynı oranlara sahip olmalarına karşın ortalamadan çok

daha kısa olmalarının nedeni de budur. Kilo hesabıyla yapılan karşılaştırmada onlar daha uzun kişilere kıyasla daha büyük oransal kas gücüne sahiptirler.)

Ölçek yasasını kullanarak Dünya üzerindeki hayvanların ve muhtemelen uzaylı yaratıkların şeklini kabaca hesaplayabiliriz. Bir hayvanın yüzey alanı arttıkça, yaydığı ısı da artar. Bu nedenle, hayvanın büyüklüğünü 10 kat arttırmak, ısı kaybını $10 \times 10 = 100$ kat artırmaktır. Fakat vücudun içindeki ısı, onun hacmiyle orantılıdır, yani $10 \times 10 \times 10 = 1000$. Bundan dolayı büyük hayvanlar ısılarını küçük hayvanlara kıyasla daha yavaş kaybederler. (Göreli olarak en küçük yüzey alanına sahip olan parmaklarımızın ve kulaklarımızın kış koşullarında ilk olarak donmasının ve ufak tefek insanların iri yarı olanlara kıyasla daha çabuk üşümesinin nedeni budur. Göreli yüzey alanı büyük olan gazeteler çabucak yanarken göreli yüzey alanı küçük olan odunların çok yavaş yanması da bu şekilde açıklanabilir). Bu kural, kuzey kutup bölgesindeki balinaların neden yuvarlak şekilli olduğunu da açıklamaktadır - çünkü bir küre, birim kütle başına düşebilecek en küçük yüzey alanına sahiptir. Ve sıcak ortamlarda yaşayan böcekler, bu yüzden birim kütle başına görece daha büyük yüzey alanına sahip sivri bir şekil sahibi olabilirler.

Disney'in *Honey, I Shrunk the Kids - Eyvah, Çocuklar Küçüldü* filmi, karınca boyutlarına küçülen bir aileyi anlatmaktadır. Bir sağanak yağar ve o mikro dünyada minik yağmur damlalarının su birikintilerine düşüşünü izleriz. Gerçekte bir yağmur damlası bir karıncaya minik bir damla olarak değil, muazzam bir su yığını veya yarım küresi şeklinde görünecektir. Kendi dünyamızda yarım küre şeklindeki bir su yığını kararsızdır ve yerçekimi etkisiyle kendi ağırlığı altında çöker. Fakat mikro dünyada yüzey gerilimi görece büyüktür, dolayısıyla yarımküre şeklindeki bir su yığını tamamen kararlıdır.

Aynı şekilde, dış uzayda uzak gezegenlerdeki hayvanların yüzey/hacim oranlarını fizik yasalarını kullanarak kabaca tahmin edebiliriz. Bu yasaları kullanarak, dış uzaydaki uzaylıların bilim kurguda sık sık gösterildiği gibi dev yaratıklar olmayacağını, daha çok bize benzer olacaklarını öne sürebiliriz. (Buna

karşın balinalar, deniz suyunun daha yüksek olan kaldırma kuvveti nedeniyle çok büyük olabilir. Bu, kıyıya vuran bir balinanın neden öldüğünü de açıklar - kendi ağırlığı altında ezilmektedir).

Ölçek yasası, mikro dünyanın derinliklerine inildikçe fizik yasalarının değiştiği anlamına gelmektedir. Kuantum kuramının bize böylesine tuhaf gelmesi, evrenimize ilişkin sağduyuya dayalı basit fikirlerimizle çelişmesi, bu yüzdendir. Dolayısıyla ölçek yasası, bilim kurguda karşılaştığımız "dünya içindeki dünya" fikrini yani atomun içerisinde bütün bir evrenin var olabileceği veya galaksimizin çok daha büyük bir evrenin bir atomu olabileceği fikrini saf dışı etmektedir. Bu fikir, *Siyah Giyen Adamlar* filminde araştırılmaktadır. Filmin son sahnesinde kamera dünyadan uzaklaşmaya başlar, gezegenleri, yıldızları, galaksileri ekrana getirir, ta ki evrenimizin tamamı devasa uzaylılar tarafından oynanan muazzam bir oyunda top haline gelinceye kadar.

Gerçekte bir yıldızlar galaksisi, bir atoma benzer; atomun içinde kendi kabuklarının içindeki elektronlar gezegenlerden tamamen farklıdır. Her gezegenin birbirinden çok farklı olduğunu ve ana yıldızdan herhangi bir uzaklığa yörüngeye yerleşebileceğini biliriz. Buna karşın, atomlarda bütün atomaltı parçacıkları birbiriyle aynıdır. Çekirdekten herhangi bir uzaklıkta değil, yalnızca farklı yörüngelere yerleşebilirler. Ayrıca, gezegenlerin aksine elektronlar aklıselime başkaldıran tuhaf davranışlar sergileyebilir, mesela aynı anda iki yerde birden bulunabilir veya dalga benzeri özelliklere sahip olabilirler.

İLERİ UYGARLIKLARIN FİZİĞİ

Uzaydaki olası uygarlıkların ana hatlarıyla krokisini çizmek için de fizikten yararlanmak mümkündür. Afrika'da modern insanın ortaya çıkışından bu yana son 100.000 yılda uygarlığımızın yükselişine bakacak olursak, bir yükselen enerji tüketimi hikâyesi okuyormuşuz gibi gelebilir. Rus astrofizikçi Nikolai Kardashev,

evrendeki dünya dışı uygarlıkların gelişme aşamalarının enerji tüketimi bakımından da sıraya dizilebileceğini öngörmüştür. Fizik yasalarını kullanarak, olası uygarlıkları üç tür halinde gruplandırmıştır:

> Tip I uygarlıklar: Gezegenin gücünü toplayan, gezegenlerine düşen bütün güneş ışığını kullanan uygarlıklardır. Belki volkanların gücünü dizginleyebilir, iklimleri yönetebilir, depremleri kontrol edebilir ve okyanusta şehirler inşa edebilirler. Gezegendeki bütün güç, onların kontrolü altındadır.
>
> Tip II uygarlıklar: Güneşlerinin bütün gücünü kullanabilirler, bu sayede Tip I uygarlıklardan 10 milyar kat güçlüdürler. *Uzay Yolu*'nun Gezegenler Federasyonu, Tip II bir uygarlıktır. Bir Tip II uygarlık bir bakıma ölümsüzdür; bilimin bildiği hiçbir şey, buz çağları, meteor düşmeleri, hatta süpernovalar, onu yok edemez. (Eğer ana yıldızları patlamak üzereyse bu yaratıklar başka bir yıldız sistemine taşınabilirler, hatta belki de üzerinde yaşadıkları gezegeni taşıyabilirler).
>
> Tip III uygarlıklar: Bunlar, bütün bir galaksinin gücünü kullanabilirler. Tip II uygarlıklardan 10 milyar kat güçlüdürler. *Uzay Yolu*'ndaki Borg, *Yıldız Savaşları*'ndaki İmparatorluk ve Asimov'un Vakıf serisindeki galaksi uygarlığı, birer Tip III uygarlıktır. Bunlar milyarlarca yıldız sistemini kolonileştirmişlerdir ve galaksilerinin merkezindeki kara deliğin gücünden yararlanabilmektedirler. Galaksinin uzay yollarında serbestçe dolaşabilmektedirler.

Kardashev, enerji tüketimi her yıl yüzde birkaç gibi mütevazı bir oranda büyüyen her uygarlığın bir tipten diğerine birkaç bin yıl ile on binlerce yıl arasında değişen bir hızla geçeceğini tahmin etmektedir.

Daha önceki kitaplarımda bahsettiğim gibi, bizim medeniyetimiz bir Tip 0 uygarlık olarak sınıflandırılabilir. (Çünkü biz,

makinelerimizi çalıştırmak için ölü bitkilerden, petrol ve kömürden yararlanmaktayız). Gezegenimizin üzerine düşen güneş enerjisinin ancak küçük bir kısmından yararlanmaktayız. Fakat daha şimdiden Dünya üzerinde Tip I bir uygarlığın başlamakta olduğunun işaretlerini görebiliriz. İnternet, gezegenin tamamını birbirine bağlayan Tip I bir telefon sistemidir. Bir Tip I ekonominin başlangıcı, NAFTA ile rekabet etmek amacıyla kurulan Avrupa Birliği ile görülebilmektedir. İngilizce, şimdiden Dünya üzerindeki en yaygın ikinci dil olup; bilim, finans ve ticaret dili haline gelmiştir. Tahminimce herkesin kullandığı Tip I dil haline gelebilir. Yerel kültürler ve gelenekler binlerce çeşidiyle Dünya üzerinde yaşamaya devam edecektir, fakat bu insan mozayiğine etki eden gezegen çapında bir kültür var olacak, bu kültür belki de gençliğin ve ticari anlayışların etkisi altında kalacaktır.

Bir uygarlıktan diğerine geçiş, hiç de garanti edilmiş değildir. Örneğin en tehlikeli geçiş, bir Tip 0 ve bir Tip I uygarlık arasında olabilir. Bir Tip 0 uygarlık, yükselişinin belirgin özelliği olan mezhepçilik, tutuculuk ve ırkçılığın yıkıntılarıyla hâlâ doludur ve bu kabile ve din tutkularının geçişi bastırıp bastırmayacağı açıkça belli değildir. (Galakside Tip I uygarlıklarla karşılaşmıyor olmamızın nedeni belki de geçişi hiçbir zaman yapmamış, yani kendi kendilerini yok etmiş olmalarıdır. Günün birinde, başka yıldız sistemlerine gittiğimiz zaman, kendilerini şu ya da bu şekilde öldürmüş olan, örneğin atmosferleri yaşamın devamını engelleyecek ölçüde radyoaktif veya sıcak hale gelen uygarlıkların kalıntılarını bulabiliriz).

Tip III konumuna ulaşan bir uygarlık, galaksi içerisinde serbestçe yolculuk yapacak ve hatta Dünya'ya ulaşacak enerji ve teknolojik bilgi düzeyine sahip olacaktır. *2001* filminde olduğu gibi, bu tür uygarlıklar zeki yaşam aramak üzere galaksinin her tarafına kendi kendini kopyalayan robot sondalar gönderebilirler.

Ancak, muhtemelen bir Tip III uygarlık, gezegenlerin üstüne çekirge sürüsü gibi üşüşerek onların varını yoğunu almaya çalışan uygarlıkların anlatıldığı *Bağımsızlık Günü* filminde olduğu gibi bizi ziyaret etmek veya fethetmek eğilimi taşımayacaktır.

Gerçek hayatta dış uzayda büyük bir mineral zenginliğine sahip olan ve üzerinde yaşayan yaratıkların ayak diremesi ile baş etmek zorunda kalmaksızın soyulup soğana çevrilebilecek sayısız ölü gezegen bulunmaktadır. Onların bize bakışı, bizim bir karınca yuvasına bakışımıza benzetilebilir. Biz eğilip karıncalara boncuklar ve hediyelik eşyalar vermeye değil, karıncaları göz ardı etmeye eğilimli değil miyiz?

Karıncaların karşı karşıya olduğu gerçek sorun, insanların onları istila etmek veya ortadan kaldırmak istemesi değildir. En basit şekliyle sorun, yolumuzun üzerinde oldukları için üzerlerine basıp geçecek olmamızdır. Hatırlayacağınız gibi, enerji kullanımı açısından bir Tip III uygarlık ile bizimki gibi bir Tip 0 uygarlık arasındaki mesafe, bizimle karıncalar arasında olduğundan çok daha fazladır.

UFO'LAR

Bazıları, dünya dışı yaratıkların UFO'larla Dünya'yı ziyaret ettiğini iddia ederler. Bilim insanları UFO'lardan bahsedildiğini duydukları zaman genellikle kaşlarını çatar ve böyle bir olasılığı reddederler, çünkü yıldızlar arasındaki mesafe çok fazladır. Ancak, bilim insanlarının tepkileri ne olursa olsun, inatçı UFO haberleri yıllar boyunca azalmamıştır.

Aslında UFO gözlemleri, yazılı tarihin başlangıcına kadar uzanmaktadır. İncil'de peygamber Ezekiel (Zülkifl), bazılarının UFO tarifi olduğuna inandığı "gökyüzünde tekerlekler içindeki tekerlekler"den gizemli bir şekilde bahsetmektedir. Mısır'da Firavun III. Thutmosis'in hükümdarlığı zamanından gelen Mısır yazıları, M.Ö. 1450 yılında birkaç gün görülen ve sonra gökyüzüne yükselen, yaklaşık 5 metre çapında ve güneşten daha parlak "ateş çemberleri"ni kapsayan bir olay anlatmaktadır. Romalı yazar Julius Obsequens, M.Ö. 91 yılında "gökyüzünde yol alan bir küre, bir çember veya daire şeklinde bir cisim" hakkmda yazmıştır. 1235 yılında General Yoritsume ve ordusu, Japonya'nın Kyoto kenti yakınlarında gökyüzünde dans eden garip ışık

küreleri görmüşlerdir. 1561 yılında Almanya'nın Nürnberg kenti üzerinde birbirleriyle havada savaşıyormuş görüntüsü veren çok sayıda nesne görülmüştür.

ABD Hava Kuvvetleri, yakın bir geçmişte UFO gözlemleri konusunda kapsamlı bir inceleme yapmıştır. Hava Kuvvetleri, 1952 yılında toplam 12.618 gözlemin incelendiği Mavi Kitap Projesini başlattı. Raporun sonuç bölümünde bu gözlemlerin çok büyük bölümünün doğal olaylar, sıradan uçaklar veya asılsız ihbarlarla açıklanabileceği bildirildi. Yine de, yaklaşık %6, kaynağı bilinmeyen olarak sınıflandırıldı. Ancak, Bu tür araştırmaların hiçbir değere sahip olmadığı sonucuna varan Condon Raporu'nun ardından Mavi Kitap Projesi 1969 yılında kapatıldı. Bu, ABD Hava Kuvvetleri tarafından yapıldığı bilinen son geniş kapsamlı UFO araştırma projesiydi.

2007 yılında Fransa hükümeti UFO'lar konusundaki çok geniş bir dosyayı halka açıkladı. Fransız Ulusal Uzay Araştırmaları Merkezi tarafından internet üzerinde açıklanan raporda 50 yılı kapsayan 1.600 UFO gözlemi, 100.000 sayfayı bulan görgü şahidi ifadeleri, filmler ve ses bantları bulunmaktaydı. Fransa hükümeti, bu gözlemlerin %9'unun tam olarak açıklanabildiğini, %33'ünün muhtemel açıklamalara sahip olduğunu fakat geriye kalanları takip etme olanağı bulunamadığını bildirdi.

Bu gözlemleri birbirinden bağımsız olarak doğrulamak, elbette olanaksızdır. Aslında UFO iddialarının çoğu, dikkatli bir inceleme sonucunda aşağıdaki nedenlerle reddedilebilir:

1. *Gece vakti gökyüzünde Ay'dan sonra en parlak nesne olan Venüs gezegeni*: Bu gezegen, Dünya ile arasındaki muazzam mesafe nedeniyle bir otomobilin içinde giderken sizi takip ediyormuş gibi görünür ve tıpkı ayın sizi izliyormuş gibi gelmesine benzer bir şekilde sanki birisi tarafından yönlendiriliyormuş gibi gelir. Mesafeyi değerlendirirken biraz da hareketli nesneleri kendi çevreleriyle kıyaslarız. Ay ve Venüs böylesine uzakta oldukları

ve onları karşılaştıracak hiçbir şey var olmadığı için, bizim çevremize göre hareketli değildirler ve dolayısıyla bizi takip ediyormuş gibi görsel bir yanılsamaya neden olurlar.

2. *Bataklık gazı*: Bataklık bir bölgede sıcaklık değişimi olduğu sırada gaz toprağın üzerinde birikir ve hafifçe ışık yaymaya başlayabilir. Küçük gaz grupları ana gövdeden ayrılarak keşif gemilerinin "ana gemiden" ayrılması gibi bir izlenim yaratabilir.

3. *Meteorlar*: Geceleri gökyüzünde parlak ışıklar birkaç saniye içerisinde hızla kayıp giderek kontrollü bir gemi yanılsaması yaratabilir. Bu ışıklar ayrıca dallanarak yine ana gemiden ayrılan keşif gemisi yanılsaması yaratabilir.

4. *Atmosfer olayları*: Her türlü gök gürültülü fırtınalar ve olağan dışı atmosfer olayları gökyüzünü garip şekillerde aydınlatarak bir UFO yanılsaması yaratabilir.

Yirminci ve yirmi birinci yüzyıllarda aşağıdaki olaylar da UFO gözlemlerine neden olabilir:

1. *Radar yansımaları*: Radar dalgaları dağlardan yansıyarak radar monitörleri tarafından algılanan yansımalar yaratabilir. Bu dalgalar yalnızca yansıma oldukları için radar ekranında zikzaklar yapıyormuş ve büyük hızla hareket ediyormuş gibi görünebilir.

2. *Meteoroloji ve araştırma balonları*: Ordu, tartışmalı bir raporunda, 1947 yılında Roswell, New Mexico'da bir uzay gemisinin düştüğüne dair söylentilerin nükleer savaş çıktığı takdirde atmosferdeki radyasyon düzeylerini izlemek için yapılan çok gizli bir proje olan Project Mogul'a ait bir balonun bozulup düşmesinden kaynaklandığını öne sürmektedir.

3. *Hava taşıtları*: Ticari ve askeri uçakların UFO raporlarına neden olduğu bilinmektedir. Bu durum, özellikle görünmez bombardıman uçağı gibi gelişmiş deneysel hava araçlarının test uçuşları için geçerlidir. (Aslında ABD ordusu, dikkatleri çok gizli projelerinden saptırmak amacıyla uçan daire hikâyelerini teşvik etmektedir).

4. *Bariz hileler*: Uçan dairelerin yakalandığını iddia eden en meşhur resimlerin bir kısmı aslında birer hileden ibarettir. Pencereleri ve iniş takımları görünen çok tanınmış bir uçan daire, aslında üzerinde değişiklik yapılmış bir piliç besleme makinesiydi.

Gözlemlerin en azından %95'i, yukarıdakilerden biri dolayısıyla reddedilebilir. Yine de bu, geriye kalan yüzde birkaç açıklanmamış olayı ortada bırakmaktadır. En inandırıcı UFO olayları a) birden çok bağımsız, güvenilir görgü şahitleri tarafından yapılan, b) görüş ve radar gibi birden çok kaynaktan gelen, gözlemleri kapsamaktadır. Bu tür bildirimlerin göz ardı edilmesi daha zordur, çünkü birden çok bağımsız kontrole dayanmaktadırlar. Örneğin 1986 yılında JAL-1628 sefer sayılı uçak Alaska üzerinde uçarken bir UFO görmüş ve bu olay FAA tarafından soruşturulmuştu. UFO, JAL uçağının yolcuları tarafından görüldüğü gibi, yer radarı tarafından da izlenmişti. Aynı şekilde 1980-90 yıllarında Belçika üzerinde çok sayıda siyah üçgen görülmüş, bunlar NATO radarları ve jet avcı uçakları tarafından da izlenmişti. 1976 yılında İran'da Tahran üzerinde bir UFO görüldüğü ve bir F-4 jet avcı uçağının motorunda birden fazla sistem arızası çıktığı, CIA belgelerinde kayıtlıdır.

Bilim insanlarının moralini bozan şey, kayıtlı binlerce gözlemden hiçbirinin laboratuvarda tekrarlanabilir sonuçlar üretmeye yetecek kesin kanıtları sağlayamamış olmasıdır. Şimdiye kadar hiçbir uzaylı DNA'sı, uzaylı bilgisayar yongası veya bir uzaylının yere inişine ilişkin fiziksel bir kanıt elde edilememiştir.

Bir an için UFO'ların yanılsamalar değil de gerçek uzay araçları olabileceğini varsayarak, kendimize bunların ne tür uzay aracı olabileceğini sorabiliriz. Gözlemciler tarafından kaydedilen bazı özellikler şu şekildedir.

a. Havada zikzaklar çizmektedirler.
b. Geçtikleri yerde otomobil motorlarını durdurmakta ve elektrik kesintilerine yol açmaktadırlar.
c. Havada sessizce durabilmektedirler.

Bu özelliklerin hiçbiri bizim Dünya üzerinde geliştirdiğimiz roketlerin tanımına uymamaktadır. Örneğin bilinen bütün roketler, Newton'un üçüncü hareket yasasına göre davranır (her etki için aynı şiddette ve zıt yönde bir tepki doğar); fakat anlatılan UFO'lar hiçbir egzoz çıkışına sahip değil gibi görünmektedir. Ayrıca, uçan dairelerin zikzak hareketi sırasında ortaya çıkan g kuvvetleri, Dünya'daki yerçekiminin yüz katıdır - bu g kuvvetleri, Dünya üzerindeki her yaratığı yamyassı etmeye yeter.

UFO'ların bu özellikleri modern bilim vasıtasıyla açıklanabilir mi? *Dünya Uçan Dairelere Karşı* gibi filmlerde bu araçlar daima uzaylı yaratıklar tarafından kullanılmaktadır. Aslında eğer var iseler, böyle araçların mürettebatsız (veya kısmen organik, kısmen mekanik mürettebata sahip) olması daha büyük bir olasılıktır. Bu araçların normal olarak canlı bir yaratığı ezecek büyüklükte g kuvvetleri üreterek zikzaklar çizebilmesi başka şekilde açıklanamaz.

Otomobillerin ateşlemesini durduracak yeteneğe sahip ve havada sessizce hareket eden bir gemi, manyetizma vasıtasıyla hareket eden bir araç izlenimi vermektedir. Manyetik itiş gücünün sorunu, mıknatısların daima iki kutbunun olmasıdır. Eğer Dünya'nın manyetik alanının içine bir mıknatıs koyacak olursanız bir UFO gibi havada yükselmek yerine yalnızca (bir pusulanın iğnesi gibi) dönecektir; mıknatısın güney kutbu bir yöne hareket ederken kuzey kutbu öbür yöne hareket eder, böylece mıknatıs döner ve hiçbir yere gitmez.

Bu sorunun olası bir çözümü "monopoller" yani ne güney, ne kuzey, yalnızca tek bir kutba sahip mıknatıslar kullanmaktır.

Normal olarak, bir mıknatısı ikiye bölerseniz iki tane monopol elde etmezsiniz. Bunun yerine mıknatısın her iki yarısı kendi başına bir mıknatıs olur, kendi kuzey ve güney kutuplarına sahiptir; yani başka bir dipoldur. Böylece, bir mıknatısı parçalamaya devam ederseniz daima kuzey ve güney kutup çiftleri elde edersiniz. (Daha küçük dipol mıknatıslar elde etmek için bir dipol mıknatısı parçalama işlemi, atomların da dipol olduğu atom düzeyine kadar sürüp gider).

Bilim insanlarının sorunu, monopollerin şimdiye kadar laboratuvarda görülememiş olmasıdır. Fizikçiler kendi cihazlarının içinde hareket eden bir monopolun yolunu fotoğraflamaya çalışmışlarsa da başarılı olamamışlardır (1982 yılında Stanford Üniversitesi'nde çekilen çok tartışmalı bir fotoğraf hariç).

Her ne kadar monopoller deneysel olarak kesinlikle görülmediyse de fizikçiler Büyük Patlama sırasında evrende bol miktarda monopol bulunduğunu düşünmektedir. Bu görüş, Büyük Patlama'ya ilişkin en son evrenbilimsel kuramların içinde yer almaktadır. Fakat, Büyük Patlama'nın ardından evren hızla genişlediği için, evrende bulunan monopollerin yoğunluğu azalmıştır ve bu yüzden biz onları günümüzde laboratuvarda göremekteyiz. (Aslında bugün monopollerin var olmayışı, fizikçileri şişen evren fikrini önermeye iten kilit gözlemdi. Bu yüzden, kalıntı monopoller kavramı, fizikte iyice yerleşmiştir).

Dolayısıyla, "uzayda dolaşabilen" bir ırkın dış uzaya büyük bir manyetik "ağ" atmak suretiyle Büyük Patlama'dan geriye kalan bu "başlangıçtan beri var olan monopolleri" toplama olanağına sahip olduğu düşünülebilir. Yeterli miktarda monopol topladıktan sonra galaksi boyunca veya bir gezegenin üzerinde bulunan manyetik alan çizgilerini kullanarak uzayda egzos yaratmadan gezebilirler. Monopoller pek çok evrenbilimcinin yoğun ilgisini çektiği için, böyle bir geminin varlığı elbette fizikteki güncel düşünce ile uyumludur.

Son olarak, evrenin bir ucundan diğerine yıldız gemileri gönderecek kadar gelişmiş bir uygarlık, kesinlikle nanoteknolojide uzmanlaşmıştır. Bu, yıldız gemilerinin çok büyük olması gerekmediği anlamına gelir; yaşam taşıyan gezegenleri keşfetmek için

bu gemilerin milyonlarcası gönderilebilir. Issız aylar, belki de bu gemiler için en iyi üsler olacaktır. Eğer öyleyse, bizim Ay'ımız geçmişte dünya dışı bir uygarlık ile karşılaşmanın belki de en gerçekçi betimlemesi olan *2001* filminde betimlenen senaryoya benzer şekilde Tip III bir uygarlık tarafmdan ziyaret edilmiş olabilir. Bu araç, büyük olasılıkla mürettebatsız, robot yönetimlidir ve Ay üzerine inmiştir. (Teknolojimizin radyasyon anomalilerini tespit edebilecek ve nano gemilerin eskiden yaptığı bir ziyarete dair tarihi kanıtları algılayabilecek düzeyde gelişmesi için, belki bir yüzyıl daha geçmesi gerekecektir).

Eğer Ay gerçekten geçmişte ziyaret edilmiş veya bir nano teknoloji üssüne ev sahipliği etmişse, bu UFO'ların neden çok büyük olmadığını açıklayabilir. Bazı bilim insanları, her biri kilometrelerce uzunlukta olabilecek ramjet füzyon motorları, lazerle çalışan dev kanatlar ve nükleer darbeli motorlar gibi devasa itici güç tasarımlarının hiçbirine uymaması nedeniyle UFO'lara dudak bükmektedir. UFO'lar bir jet uçağı kadar küçük olabilir. Fakat eğer eski ziyaretlerden kalma sabit bir ay üssü varsa, o zaman UFO'ların büyük olmasına gerek yoktur; yakındaki Ay üssünden yakıt takviyesi yapabilirler. Dolayısıyla yapılan gözlemler, Ay üssünden kaynaklanan mürettebatsız keşif gemilerine ait olabilir.

SETI'de ve Güneş sistemi dışındaki gezegenlerin keşfi için yapılan çalışmalarda elde edilen hızlı gelişmeler dikkate alınacak olursa, eğer yakın çevremizde var ise dünya dışı yaşam ile bu yüzyıl içerisinde temas sağlanabilir, bu da bunu bir I. sınıf olanaksızlık haline getirir. Eğer dış uzayda yabancı uygarlıklar varsa, sorulması gereken sıradaki sorular şunlardır: Onlara ulaşma yöntemlerine acaba sahip olabilecek miyiz? Ve Güneş büyümeye başlayıp Dünya'mızı yutunca bizim uzak geleceğimiz ne olacak? Kaderimiz gerçekten yıldızların arasında mı yatıyor?

9
Yıldız Gemileri

Ay'a atış yapmak, plansız uzmanlaşmanın bilim insanlarını götürebileceği ipe sapa gelmez sonuçlara bir örnek oluşturmaktadır ... bu öneri, temelde olanaksızdır.

- A. W. BICKERTON, 1926

İnsan soyunun kaliteli bölümü büyük olasılıkla asla yok olmayacaktır. Onlar, gerektikçe bir güneşten diğerine taşınacaklardır. Ve dolayısıyla, insan ırkının yaşamı, zekâsı ve gelişmesinin sonu yoktur. İlerlemesi, sonsuza kadar dürecektir.

- KONSTANTIN E. TSIOLKOVSKY, ROKET BİLİMİNİN BABASI

GÜNÜN BİRİNDE, uzak bir gelecekte, Dünya üzerindeki son güzel günümüzü yaşayacağız. Eninde sonunda, şu andan milyarlarca yıl sonra, gökyüzünü ateş kaplayacak. Güneş büyüyecek, gökyüzünün tamamını dolduran azgın bir yangına dönüşecek, göklerdeki her şey onun yanında cüce gibi kalacak. Dünya üzerindeki sıcaklıklar hızla yükselirken okyanuslar kaynayıp buharlaşacak, geriye yanmış, kavrulmuş bir manzara bırakacak. Dağlar en sonunda eriyecek ve sıvılaşacak, bir zamanlar canlı şehirlerin bulunduğu yerlere akan lav sellerine dönüşecek.

Fizik yasaları uyarınca, bu iç karartıcı senaryodan kaçınmak olanaksızdır. Dünya eninde sonunda Güneş tarafından yutulurken alevler içinde ölecektir. Bu, bir fizik yasasıdır.

Bu felaket, önümüzdeki beş milyar yıl içerisinde gerçekleşecektir. Böylesine evrensel bir zaman ölçeği içerisinde insan uygarlıklarının yükselmesi ve çökmesi, küçük titreşimlerden başka bir şey değildir. Günün birinde Dünya'yı terk etmek veya ölmek zorunda kalacağız. Öyleyse, insan ırkı, bizim gelecekteki soyumuz, Dünya'daki koşullar dayanılmaz hale gelince bununla nasıl başa çıkacak?

Matematikçi ve düşünür Bertrand Russell, bir zamanlar "Hiçbir ateş, hiçbir kahramanlık, hiçbir düşünce veya duygu yoğunluğu, bir yaşamı mezardan uzak tutamaz; çağlar boyunca harcanan bütün çabalar, bütün özveriler, insan dehasının gün ortası gibi bütün aydınlığı, Güneş sisteminin uçsuz bucaksız ölümü içerisinde yok olmaya mahkumdur; ve insanlığın kazanımlarının bütün tapınağı, kaçınılmaz bir şekilde harabeye dönüşmüş bir evrenin yıkıntıları altına gömülmek zorundadır..." diye yazmıştı.

Bana sorarsanız bu, İngiliz dilinde yazılmış en iç karartıcı pasajlardan birisidir. Ancak Russel, bu pasajı roket gemilerin olanaksız kabul edildiği bir çağda yazmıştır. Günümüzde, Dünya'dan günün birinde ayrılma fikri o kadar da abartılı değildir. Bir gün Carl Sagan, bizim "iki gezegenli yaratıklar" olmamız gerektiğini söylemişti. "Dünya üzerindeki yaşam öylesine değerlidir ki" demişti, "bir felakete karşı hazırlıklı olmak için en az bir başka yaşanabilir gezegene daha yayılmalıyız. Dünya, asteroitlerin, meteorların, kuyruklu yıldızların ve Dünya'nın yörüngesine yakın gezinen diğer molozların oluşturduğu bir atış poligonunun ortasında ilerlemektedir ve bunlardan herhangi biri ile çarpışmamız, yok olmamız anlamına gelebilir."

Geleceğin Felaketleri

Şair Robert Frost, Dünya'nın sonunun ateşle mi, yoksa buzla mı geleceğini sormuştu. Fizik yasalarından yararlanarak, doğal bir felaket durumunda Dünya'nın ne şekilde sona ereceğini makul ölçüler içerisinde öngörebiliriz.

Bin yıllar ölçeği içerisinde insan uygarlığı için var olan bir tehlike, yeni bir buz çağının ortaya çıkmasıdır. Son buzul çağı 10.000 yıl önce sona ermiştir. Zamanımızdan 10.000-20.000 yıl sonra bir sonraki buzul çağı gelince, Kuzey Amerika'nın büyük bölümü 750 metre kalınlığında buz ile kaplanacaktır. İnsan uygarlığı, yakın geçmişteki minicik buzullar arası dönemde, Dünya alışılmadık şekilde ılıklaştığı zaman gelişip serpilmiştir, fakat böyle bir döngü sonsuza kadar sürüp gidemez.

Milyonlarca yıl boyunca Dünya'ya çarpacak büyük meteorlar veya kuyruklu yıldızlar yıkıcı bir etkiye yol açabilir. Son gök cismi çarpması, 65 milyon yıl önce 9 kilometre çapında bir nesnenin Meksika'nın Yucatan Yarımadası'na çarpması ile olmuş, 290 kilometre çapında bir krater meydana gelmiş, o zamana kadar Dünya üzerinde baskın yaşam biçimi olan dinozorlar ortadan kalkmıştır. Aynı zaman ölçeği içinde benzer bir çarpışma olasılığı bulunmaktadır.

Günümüzden milyarlarca yıl sonra Güneş yavaş yavaş genişleyecek ve Dünya'yı içine alacaktır. Aslına bakılacak olursa, önümüzdeki bir milyar yıl içinde Güneş'in sıcaklığının yüzde 10 artacağını, Dünya'yı kavuracağını tahmin etmekteyiz. 5 milyar yıl içinde Güneş'imiz mutasyona uğrayıp devasa bir kırmızı yıldıza (kızıl dev) dönüştüğü zaman, Dünya'yı tamamen yutacaktır. Dünya, gerçekten Güneş'in atmosferi içinde yer alacaktır.

Günümüzden on milyarlarca yıl sonra hem Güneş, hem de Samanyolu galaksisi ölecektir. Güneş'imiz en sonunda hidrojen/helyum yakıtını tükettiği zaman küçülerek minik bir beyaz cüce yıldız olacak ve yavaş yavaş soğuyarak uzayın boşluğunda gezen bir siyah nükleer atık kitlesine dönüşecektir. Samanyolu galaksisi sonunda kendisinden çok daha büyük olan komşu Andromeda galaksisi ile çarpışabilir. Samanyolu'nun sarmal kolları kopacak ve Güneş'imiz derin uzaya fırlatılacaktır. İki galaksinin merkezindeki kara delikler, birbiri ile çarpışıp birleşmeden önce bir ölüm dansı yapacaktır.

İnsanoğlunun günün birinde canını kurtarmak için Güneş sisteminden yakındaki yıldızlara kaçmak veya yok olmak zorunda

kalacağını varsayarsak, akla gelen soru şudur: Oraya nasıl gideceğiz? En yakın yıldız sistemi olan Alpha Centauri, 4 ışık yılından daha uzaktır. Sıradan kimyasal tepkimeli roketler, mevcut uzay programının gözbebekleri, saatte 65.000 kilometreye zar zor ulaşabilmektedir. Bu hızla yalnızca en yakın yıldıza ulaşmak bile 70.000 yıl sürecektir.

Günümüzün uzay programını incelersek, bugünkü acınası yeteneklerimiz ve evreni keşfetmeye başlamamıza olanak sağlayabilecek gerçek bir yıldız gemisi arasında muazzam bir uçurum bulunduğunu görürüz. 1970'lerin başlarındaki Ay yolculuğundan bu yana insanlı uzay programımız, Uzay Mekiği ve Uluslararası Uzay İstasyonu ile Dünya'dan yalnızca 500 kilometre uzaktaki yörüngelere astronot göndermiştir. Bununla beraber NASA, elli yıl aradan sonra 2020 yılında astronotları tekrar Ay'a götürecek Orion uzay araçlarına yer açmak amacıyla Uzay Mekiğini 2010 yılında hizmet dışı bırakmayı planlamıştır. Ay'da kalıcı, insanlı bir ay üssü kurulması planlanmaktadır. Bunun ardından Mars'a insanlı bir görev düzenlenebilir.

Eğer yıldızlara ulaşacaksak yeni bir roket tasarımı bulunması gerektiği, açıktır. Ya roketlerimizin itme gücünü radikal şekilde arttırmalıyız, ya da roketlerimizin çalışma süresini uzatmalıyız. Örneğin büyük bir kimyasal roket birkaç milyon kiloluk itme gücüne sahip olabilir, fakat yalnızca birkaç dakikada yanar. Bunun aksine, örneğin iyon motoru (ilerleyen paragraflarda anlatılmaktadır) gibi diğer roket tasarımları düşük bir itme gücüne sahip olabilir fakat dış uzayda yıllarca çalışabilir. Konu roket bilimi olduğunda, kaplumbağa tavşanı yenecektir.

İyon ve Plazma Motorları

Kimyasal roketlerin aksine iyon motorları, alışılagelmiş roketleri hareket ettiren süper sıcak gazları ani ve etkileyici bir patlamayla üretmezler. Aslına bakılacak olursa, ürettikleri güç, gramla ölçülür. Dünyada bir masa üstüne yerleştirildikleri zaman hareket edemeyecek kadar güçsüzdürler. Ancak, itiş güçlerinde-

ki eksikliği dış uzayın boşluğunda yıllarca çalışabildikleri için süre konusunda fazlasıyla giderirler.

Tipik bir iyon motoru, bir TV ekran tüpünün içini andırır. Bir elektrik akımı tarafından ısıtılan bir filaman, ksenon gibi iyonize olmuş bir ışın demeti yaratır, bu da roketin arkasından dışarı püskürtülür. İyon motorları sıcak, patlayıcı bir gaz çıkışı ile değil, zayıf fakat sürekli bir iyon akışı ile hareket eder.

NASA'nın NSTAR iyon iticisi, 1998 yılında fırlatılan başarılı *Deep Space 1* sondasının içinde denenmiştir. İyon motoru toplam 678 gün ateşlenerek iyon motorları için yeni bir rekor oluşturmuştur. Avrupa Uzay Ajansı da kendi *Smart 1* sondasında bir iyon motoru denemiştir. Japonya'nın bir asteroitin yanından geçip giden Hayabusa uzay sondası, dört ksenon iyon motoruyla donatılmıştı. Sıradan olsa da, iyon motoru gezegenler arasında (acil olmayan) uzun erimli görevler yapılmasına olanak sağlayacaktır. Aslına bakılacak olursa iyon motorları günün birinde gezegenler arası taşımacılığın yük beygiri olabilirler.

Uzayda hareket için güçlü bir plazma jeti kullanan plazma motoru, örneğin VASIMR (variable specific impulse magnetoplasma rocket - değişken özgül itkili manyetoplazma roketi), iyon motorunun daha güçlü bir türüdür. Astronot/mühendis Franklin Chang/Diaz tarafından tasarlanan bu motor, hidrojen gazını bir milyon santigrat derece düzeyine ısıtmak için radyo dalgaları ve manyetik alanlar kullanmaktadır. Elde edilen süper sıcak plazma, daha sonra roketin arkasından püskürtülerek önemli bir itme gücü sağlanmaktadır. Bu motorun prototipleri üretilmiş, fakat henüz hiçbiri uzaya gönderilmemiştir. Bazı mühendisler plazma motorunun bir Mars görevi için kullanılabileceğini Mars'a yolculuk süresini önemli ölçüde kısaltarak birkaç ay düzeyine indireceğini ümit etmektedirler. Tasarımlardan bazılarında motordaki plazmayı ısıtmak için güneş enerjisi kullanılmaktadır. Bazı tasarımlarda ise nükleer fisyon kullanılmaktadır (bu, bazı güvenlik endişeleri yaratmaktadır, çünkü gemilerle uzaya büyük miktarlarda nükleer malzeme göndermek, kazalara yol açabilir).

Bununla beraber ne iyon, ne de plazma/VASIMR motoru bizi yıldızlara götürmek için yeterli güce sahiptir. Bunun için tümüyle yeni bir takım itici güç tasarımları gerekmektedir. Bir yıldız gemisi tasarlarken karşılaşılan ciddi güçlüklerden birisi en yakın yıldıza dahi gidebilmek için gereken şaşırtıcı yakıt miktarı ve geminin uzaktaki hedefine ulaşması için geçecek uzun süredir.

GÜNEŞ YELKENLERİ

Bu sorunları çözümleyebilecek önerilerden birisi, güneş yelkenidir. Bu öneri, güneş ışığının çok küçük, fakat devasa bir yelkeni uzayda hareket ettirmeye yetecek miktarda sürekli bir basınç yaratmasından yararlanmaktadır. Güneş yelkeni fikri eskidir, büyük gökbilimci Johannes Kepler'in 1611 yılında yazdığı bilimsel inceleme *Somnium*'a kadar uzanır.

Güneş yelkeninin ardındaki fizik ilkelerinin yeterince basit olmasına karşın, uygulamada uzaya gönderilebilecek bir uzay yelkeni yaratmak konusundaki ilerlemeler pek dura kalka gerçekleşmiştir. 2004 yılında bir Japon roketi uzaya iki tane küçük uzay yelkeni prototipini başarıyla götürmüştür. 2005 yılında Gezegenler Derneği, Cosmos Stüdyoları ve Rusya Bilimler Akademisi, Barents Denizi'ndeki bir denizaltıdan *Cosmos 1* uzay yelkenini fırlattılar, fakat taşıyıcı Volna roketi arızalanınca yelken yörüngeye giremedi. (Daha önceki bir alt yörünge yelkeni de 2001 yılında başarısız olmuştu). Ancak, 2006 Şubatında 15 metrelik bir güneş yelkeni, Japon M-V roketi ile başarılı bir şekilde yörüngeye gönderildi, fakat yelken tam olarak açılmadı.

Güneş yelkeni teknolojisindeki gelişmeler son derece yavaş olsa da, güneş yelkeninin taraftarları kendilerini yıldızlara ulaştırabilecek başka bir fikir geliştirmişlerdir: ayda devasa bir lazer bataryası kurarak bir güneş yelkenine yoğun lazer ışınları göndermek ve en yakın yıldıza gitmesini sağlamak. Böyle bir gezegenler arası güneş yelkeninin fiziksel yapısı, gerçekten ürkütücüdür. Yelkenin yüzlerce kilometre boyutlarında olması ve

tümüyle dış uzayda kurulması gerekecektir. Ay üzerinde her biri onlarca yıl sürekli ateşlenebilecek binlerce güçlü lazer ışını inşa edilmesi gerekecektir. (Yapılan tahminlerden birine göre, lazerlerin enerji gereksinimi Dünya'da şu anda kullanılmakta olan toplam enerjinin bin katı olacaktır).

Kâğıt üzerinde, büyük bir ışık yelkeni, ışık hızının yarısı kadar hızla yol alabilir. Böyle bir güneş yelkeninin yakındaki yıldızlara ulaşması yalnızca seksen yıl kadar sürecektir. Böyle bir hareket sisteminin avantajı, elde hazır bulunan teknolojiyi kullanacak olmasıdır. Böyle bir güneş yelkeni yaratmak için hiçbir yeni fizik yasasının keşfedilmesi gerekli değildir. Ancak, temel sorunlar ekonomik ve teknik niteliklidir. Enerjisini Ay üzerine yerleştirilmiş binlerce güçlü lazer ışınından alan yüzlerce kilometre büyüklüğünde bir yelken yaratmanın ortaya getirdiği mühendislik sorunları tüyler ürperticidir ve gelecek yüzyıla ait olabilecek bir teknoloji gerektirmektedir. (Yıldızlar arası yolculuğun sorunlarından birisi, geriye dönüştür. Giden kişinin aracı Dünya'ya geri getirebilmek için uzak bir ay üzerinde ikinci bir lazer bataryası kurması gerekecektir. Veya belki de gemi bir yıldızı sapan gibi kullanıp hızla geriye dönerek dönüş yolculuğu için gereken hızı sağlayabilir. Sonra, Ay üzerindeki lazerler yelkeni yavaşlatarak Dünya üzerine inmesini sağlamak için kullanılabilir).

RAMJET FÜZYONU

Bizi yıldızlara götürmek için favori adayım, ramjet füzyon motorudur. Evrende bol miktarda hidrojen bulunmaktadır, dolayısıyla bir ramjet füzyon motoru dış uzayda yol aldıkça hidrojeni toplayarak esas itibarıyla bitmesi olanaksız bir yakıt kaynağına sahip olabilir. Hidrojen toplandığı zaman milyonlarca dereceye ısıtılır, füzyon olayının başlayacağı sıcaklığa ulaştırılır, böylece bir termonükleer tepkimenin enerjisi açığa çıkar.

Ramjet füzyon motoru 1960 yılında fizikçi Robert W. Bussard tarafından ortaya atılmış ve daha sonra Carl Sagan tarafından

ünü yaygınlaştırılmıştı. Bussard, yaklaşık olarak 1.000 ton civarında ağırlığa sahip bir ramjet motorunun kuramsal olarak 1 g şiddetinde, yani Dünya'nın yüzeyinde durmaya eşdeğer bir kuvveti sürekli şekilde sağlayabileceğini hesaplamıştı. Eğer ramjet motoru 1 g hızlanmayı bir yıl süreyle devam ettirebilirse ışık hızının yüzde 77'sine ulaşacaktı, bu da yıldızlar arası yolculuğu ciddi bir olasılık haline getirmek için yeterliydi.

Ramjet füzyon motorunun gereksinimleri kolayca hesaplanabilir. İlk olarak, hidrojen gazının evrendeki ortalama yoğunluğunu bilmekteyiz. Ayrıca, 1 g hızlanma sağlayabilmek için ne kadar hidrojen gazı yakılması gerektiğini de kabaca hesaplayabiliriz. Bu hesap da hidrojen gazını toplamak için kullanılacak "kepçenin" ne kadar büyük olması gerektiğini belirleyecektir. Birkaç makul varsayımda bulunduktan sonra, yaklaşık olarak 160 kilometre çapında bir kepçeye ihtiyacınız olacağını söyleyebiliriz. Böyle bir kepçeyi Dünya üzerinde yapmak hemen hemen olanaksız olsa da, ağırlık sorunu olmaması nedeniyle bu kepçeyi dış uzayda inşa etmek daha az sorun yaratacaktır.

İlkesel olarak ramjet motoru kendi kendini sonsuza kadar hareket ettirerek galaksideki uzak yıldız sistemlerine ulaşabilir. Einstein'a göre bir roketin içindeyken zaman yavaşladığı için, mürettebatın yaşamını askıya almadan astronomik uzaklıklara ulaşmak mümkün olabilir. Yıldız gemisi, kendi içindeki saatlere göre 11 yıl boyunca 1 g ile hızlandıktan sonra 400 ışık yılı uzaklıktaki Pleiades takımyıldızına ulaşacaktır. 2 milyon ışık yılı uzaklıktaki Andromeda galaksisine ulaşmak ise yirmi üç yıl sürecektir. Kuramsal olarak uzay gemisi, görülebilir evrenin sınırlarına mürettebatın yaşam süresi içerisinde ulaşabilir (Dünya üzerinde zaman milyarlarca yıl ilerlemiş olsa dahi).

Füzyon tepkimesi, önemli belirsizliklerden biridir. Fransa'nın güneyinde inşa edilmesi planlanan ITER füzyon reaktörü, enerji elde etmek için hidrojenin az bulunan iki biçimini (döteryum ve trityum) birleştirmektedir. Dış uzayda hidrojenin en çok karşılaşılan biçimi ise bir elektron tarafından sarılan tek bir protondan oluşmaktadır. Dolayısıyla ramjet füzyon

motorunun proton-proton füzyon tepkimesinden yararlanması gerekecektir. Döteryum/trityum füzyon sürecinin fizikçiler tarafından onlarca yıldan beri araştırılıyor olmasına karşın, proton-proton füzyon süreci daha az anlaşılmıştır, elde edilmesi daha zordur ve çok daha az güç sağlamaktadır. Dolayısıyla, daha zor olan proton-proton tepkimesi üzerine uzmanlık kazanılması, önümüzdeki on yılların teknik zorlu görevi olacaktır. (Bazı mühendisler, buna ek olarak, ışık hızına yaklaştıkça ramjet motorunun sürükleme etkileriyle başa çıkabilip çıkamayacağını da sorgulamaktadır).

Proton-proton füzyonunun fiziksel ve ekonomik yönleri çözümleninceye kadar, ramjetin yapılabilirliği konusunda doğru tahminlerde bulunmak zordur. Ancak bu tasarım, yıldızlara yönelik olarak düşünülen herhangi bir görev için olası son eleme adayları listesinde yer almaktadır.

NÜKLEER ELEKTRİK ROKETİ

1956 yılında ABD Atom Enerjisi Komisyonu (AEC) Rover Projesi ile nükleer roketlere ciddi bir gözle bakmaya başladı. Kuramsal olarak, hidrojen gibi gazları çok yüksek sıcaklıklara kadar ısıtmak için bir nükleer fisyon reaktörü kullanılır ve sonra bu gazlar roketin bir ucundan püskürtülerek itme gücü yaratılır.

Dünya atmosferinde ölümcül nükleer yakıtın karışacağı bir patlama tehlikesi nedeniyle nükleer roket motorlarının ilk sürümleri, roketin performansının dikkatle gözlenebileceği şekilde, tren rayları üzerine yatay olarak yerleştirilmişti. Rover projesi kapsamında test edilecek ilk nükleer roket motoru, 1959 yapımı olan Kiwi 1 motoruydu (çok uygun bir şekilde, Avustralya'nın uçamayan kuşunun adı verilmişti). 1960'larda NASA, yatay olarak değil de düşey olarak test edilecek ilk nükleer roket olacak Roket Taşıt Uygulamaları İçin Nükleer Motor'u (NERVA) yaratmak için AEC ile işbirliği başlattı. Bu nükleer motor, 1968 yılında test için aşağıya doğru ateşlendi.

Bu araştırmaların sonuçları çok karışıktı. Roketler çok karmaşıktı ve sık sık ateşleme sorunları ile karşılaşılmaktaydı. Nükleer motordaki yoğun titreşimler yakıt paketlerini sık sık çatlatıyor, geminin parçalanmasına neden oluyordu. Hidrojenin yüksek sıcaklıklarda yanmasından kaynaklanan paslanma da bir başka sorun oluşturmaktaydı. Nükleer roket programı, en sonunda 1972 yılında sona erdi.

(Bu atomik roketlerin bir başka sorunu daha vardı: Kontrolden çıkmış bir nükleer tepkime, tıpkı küçük bir atom bombası gibidir. Günümüzün ticari nükleer enerji santrallerinin etkisi azaltılmış nükleer yakıtla çalışmasına ve bir Hiroşima bombası gibi patlamalarının olanaksız olmasına karşın, bu atomik roketler maksimum itiş sağlamak amacıyla epeyce zenginleştirilmiş uranyum kullanmaktaydılar ve dolayısıyla bir zincirleme tepkime ile patlayıp minik bir nükleer patlama meydana getirebilirlerdi. Nükleer roket programının durdurulmasına karar verildiği zaman, bilim insanları son bir test yapmaya karar verdiler. Bir roketi küçük bir atom bombasıymış gibi patlatacaklardı. Kontrol çubuklarını çıkarttılar (bu çubuklar reaktörün kontrol altında tutulmasını sağlar). Reaktör kritik değeri aştı ve alevli bir cehennem topu gibi patladı. Nükleer roket programının bu göz kamaştırıcı ölümü, filme de alındı. Ruslar bu işten hiç hoşlanmadı. Bu hamleyi, nükleer bombaların yer üstünde patlatılmasını yasaklayan Nükleer Deneyleri Sınırlama Anlaşması'nın ihlali saydılar.

Yıllar boyunca ordu, nükleer roketi periyodik olarak gündeme getirdi. Gizli projelerden biri, Timberwind nükleer roketi adını taşıyordu; ordunun 1980'lerdeki Yıldız Savaşları projesinin bir parçasıydı. (Bu proje, varlığına ilişkin ayrıntıların Amerikan Bilim İnsanları Federasyonu tarafından açıklanmasını takiben durduruldu).

Nükleer fisyon roketi konusundaki temel kaygı, güvenliktir. Uzay çağına gireli elli yıl olmasına karşın, kimyasal tepkimeli roketlerde felakete yol açan arızalar yüzde 1 düzeyindedir. (*Challenger* ve *Columbia* Uzay Mekiklerinde meydana gelen ve on

dört astronotun ölümüne yol açan iki kaza, bu oranı doğrular niteliktedir).

Her şeye karşın, NASA 1960'ların NERVA programının ardından nükleer roket üzerindeki araştırmalarına devam etme kararını yeni almıştır. İnsanoğluna ateşi veren 2003 yılında Yunan tanrısı Promete'nin adını taşıyan yeni bir proje başlatan NASA, 2005 yılında bu projeye 450 milyon dolar harcamış, ancak harcamalar 2006 yılında önemli ölçüde kısılmış, 100 milyon dolara düşmüştür. Projenin geleceği belirsizdir.

NÜKLEER DARBELİ ROKETLER

Bir yıldız gemisini hareket ettirmek için daha uzak bir olasılık da, bir dizi nükleer bomba kullanmaktır. Orion Projesinde mini atom bombaları roketin arkasından sırayla atılacak, böylece uzay gemisi bu mini hidrojen bombalarının şok dalgalarının üstüne "binecekti". Bu tür tasarımlar, bir uzay aracını kâğıt üzerinde ışık hızı yakınlarına kadar çıkartabilir. İlk hidrojen bombalarının tasarımına yardımcı olan Stanislaw Ulam tarafından ilk olarak 1947 yılında ortaya atılan bu fikir, Ted Taylor (ABD ordusunun nükleer savaş başlığı baş tasarımcılarından birisi) ve Princeton İleri Araştırmalar Enstitüsü'nden fizikçi Freeman Dyson tarafından geliştirildi.

1950'lerin sonlarında ve 1960'ların başlarında bu yıldızlar arası roket için çok ayrıntılı hesaplar yapıldı. Böyle bir yıldız gemisinin üst sınırı ışık hızının yüzde 10'u kadar olan bir hız ile bir yıl içerisinde Plüton'a kadar gidip geri dönebileceği tahmin edilmişti. Fakat bu hızla dahi en yakın yıldıza ulaşmak, yaklaşık olarak kırk dört yıl sürecekti. Bilim insanları, böyle bir roketin hareket ettirdiği bir "Nuh'un Gemisi"nin yüzyıllar boyu yol almak zorunda kalacağını, birkaç nesli kapsayan mürettebatın çocuklarının gemide doğup bütün yaşamlarını gemide geçirmesi gerekeceğini, onların çocuklarının da yakındaki yıldızlara ulaşabileceğini söylemektedirler.

General Atomics, 1959 yılında bir Orion uzay gemisinin büyüklüğü üzerinde tahminde bulunan bir rapor yayımlamıştı. Süper Orion olarak adlandırılan en büyük sürüm 8 milyon ton ağırlığında ve 400 metre çapında olacak, enerjisini 1.000 hidrojen bombasından alacaktı.

Ancak, projenin önemli sorunlarından birisi, fırlatma sırasında nükleer atıklar tarafından kirletilme olasılığıydı. Dyson, her fırlatmada açığa çıkan nükleer atıkların on kişide ölümcül kanserlere yol açabileceğini tahmin ediyordu. Ayrıca böyle bir fırlatmanın doğuracağı elektromanyetik darbe (electromagnetic pulse - EMP) öylesine büyük olacaktı ki, civardaki elektrik sistemlerinde büyük kısa devreler oluşmasına yol açacaktı.

1963 yılında imzalanan Nükleer Deneyleri Sınırlama Anlaşması, projenin sonunu da getirdi. Projenin arkasındaki asıl itici güç, nükleer bomba tasarımcısı Ted Taylor, istifa etti. (Bir konuşmamızda, mini nükleer bombaların altında yatan fizik kurallarının teröristler tarafından da seyyar nükleer bomba yapımında kullanılabileceğinin farkına vardığı zaman projeden soğuduğunu itiraf etmişti. Proje her ne kadar çok tehlikeli olarak kabul edilmeden önce iptal edilmiş olsa da, adı NASA tarafından 2010 yılında Uzay Mekiğinin yerini almak üzere belirlenen Orion uzay gemisinde yaşamaktadır).

Nükleer güce sahip bir roket fikri, British Interplanetary Society (Britanya Gezegenler Arası Derneği) tarafından 1973 ila 1978 yılları arasında Dünya'dan 5,9 ışık yılı uzaklıktaki Barnard Yıldızı'na ulaşabilecek insansız bir yıldız gemisi inşa edilip edilemeyeceğini görmek için yürütülen bir ön çalışma olan Daedalus Projesi ile kısa bir süre için yeniden diriltildi. (Barnard Yıldızı, bir gezegene sahip olabileceği tahmin edildiği için seçilmişti. O zamandan bu yana gökbilimciler Jill Tarter ve Margaret Turnbull, yaşamı destekleyen gezegenlere sahip olma olasılığı bulunan 17.129 yakın yıldızın listesini hazırlamışlardır. En fazla ümit vaat eden aday, 11,8 ışık yılı uzaklıktaki Epsilon Indi A yıldızıdır).

Daedalus projesi için planlanan roket gemi öylesine muazzamdı ki, dış uzayda inşa edilmesi gerekecekti. Ağırlığı 54.000

ton olacak, bu ağırlığın neredeyse tamamı roket yakıtından oluşacak ve 450 tonluk bir yük ile ışık hızının yüzde 7,1'ine ulaşacaktı. Minik fisyon bombaları kullanan Orion Projesi'nin aksine, Daedalus Projesi döteryum/helyum-3 karışımından oluşan ve elektron ışınları tarafından ateşlenen mini hidrojen bombaları kullanacaktı. Karşı karşıya olduğu muazzam teknik sorunların yanı sıra, nükleer itme sistemine ilişkin endişeler nedeniyle Daedalus Projesi de süresiz olarak rafa kaldırıldı.

Özgül İtki ve Motor Verimi

Mühendisler bazen çeşitli motor tasarımlarını verimlilik açısından sıraya koymamıza olanak sağlayan "özgül itki" diye bir şeyden bahsederler. "Özgül itki", birim yakıt kütlesi başına momentum değişimi olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla motor ne kadar verimliyse, bir roketi uzaya fırlatmak için o kadar az yakıta gerek duyulacaktır. Momentum ise, kuvvet ile o kuvvetin etki süresinin çarpımıdır.* Çok büyük bir itme gücüne sahip olmalarına karşın kimyasal roketler yalnızca birkaç dakika süreyle çalışırlar, dolayısıyla çok küçük bir özgül itkiye sahiptirler. İyon motorları ise, yıllar boyunca çalışabildikleri için çok düşük itme gücü ile yüksek özgül itkiye sahiptirler.

Özgül itki, saniye ile ölçülür. Tipik bir kimyasal roket, 400-500 saniye düzeyinde bir özgül itkiye sahip olabilir. Uzay mekiğinin özgül itkisi, 453 saniyedir. (Şimdiye kadar bir kimyasal roket ile elde edilen en yüksek özgül itki 542 saniyedir ve hidrojen, lityum ve flor karışımı bir yakıt ile elde edilmiştir). *Smart 1* iyon motorunun iticisi, 1.640 saniyelik bir özgül itkiye sahipti. Ve nükleer roket, 850 saniyelik özgül itkilere ulaşmıştı.

Olabilecek en yüksek özgül itki, ışık hızına ulaşacak bir rokete ait olacaktır. Böyle bir roket, yaklaşık 30 milyon saniye düze-

* Bir cisme etkiyen kuvvetle, etkime süresinin çarpımına "itme" denir. İtme, cismin momentumunda bir değişikliğe neden olur. Dolayısıyla itme, cismin momentumundaki değişikliğe eşittir. (E.N.)

yinde bir özgül itkiye sahip olacaktır. Değişik türde roket motorlarının özgül itkilerini gösteren bir tablo, aşağıda verilmiştir.

ROKET MOTORU TÜRÜ	ÖZGÜL İTKİ
Katı yakıtlı roket	250
Sıvı yakıtlı roket	450
İyon motoru	3.000
VASIMR plazma motoru	1.000 ila 30.000
Nükleer fisyon motoru	800 ila 1.000
Nükleer füzyon motoru	2.500 ila 200.000
Nükleer darbeli roket	10.000 ila 1 milyon
Antimadde roketi	1 milyon ila 10 milyon

Lazer yelkenleri ve ramjet motorları hiçbir roket yakıtı içermedikleri için kuramsal olarak sonsuz özgül itkiye sahiptirler, ancak onların da kendi sorunları bulunmaktadır.

UZAY ASANSÖRLERİ

Bu roket tasarımlarına yapılan şiddetli eleştirilerden birisi, asla Dünya üzerinde inşa edilemeyecek kadar büyük ve ağır olmalarıdır. Bu yüzden bazı bilim adamları bu tasarımların dış uzayda inşa edilmesini önermektedirler. Bu sayede ağırlıksız ortamda astronotların inanılmayacak kadar büyük ağırlıkları kolayca kaldırması mümkün olacaktır. Fakat günümüzde eleştirenler, dış uzayda montaj çalışmalarının büyük maliyetine işaret etmektedir. Örneğin Uluslararası Uzay İstasyonunun tamamlanması için Mekiğin yüzden fazla kez fırlatılması gerekecek ve maliyetler 100 milyar dolardan fazla olacaktır. Bu, tarihin en pahalı bilimsel projesidir. Dış uzayda yıldızlar arası bir uzay yelkeni veya ramjet kepçesi inşa etmek, bu rakamın birkaç katını gerektirecektir.

Ancak, bilim kurgu yazarı Robert Heinlein'ın söylemeyi pek sevdiği gibi, eğer bunu Dünya'dan 160 kilometre yukarda yapabilirseniz, Güneş sisteminin herhangi bir noktasına giden yolun

yarısına ulaşmışsınız demektir. Çünkü herhangi bir fırlatma sırasında, roketin Dünya'nın yerçekiminden kurtulmaya çalıştığı ilk 160 kilometre, en pahalı bölümdür. Bunun ardından bir roket Plüton'a ve daha ötesine adeta kendi kendine gidebilir.

Gelecekte maliyetleri ciddi şekilde azaltmanın yollarından birisi, bir uzay asansörü geliştirmek olacaktır. Örneğin "Sihirli Fasulye" masalında olduğu gibi, bir ipe tırmanarak gökyüzüne ulaşmak, eski bir fikirdir, fakat eğer uzayın içlerine bir ip gönderilecek olursa gerçeğe dönüşebilir. O zaman Dünya'mn dönüşünün yarattığı merkezkaç kuvvet, yerçekimi kuvvetini etkisiz bırakacak, dolayısıyla ip asla yere düşmeyecektir. İp, sihirli bir şekilde düşey olarak yükselecek ve bulutların arasında kaybolacaktır. (Bir ipin ucunda dönmekte olan bir top düşünün. Top yerçekimine karşı koyuyormuş gibi görünür, çünkü merkezkaç kuvvet onu dönme merkezinden dışarıya itmektedir. Aynı şekilde, çok uzun bir ip de Dünya'nın dönmesi nedeniyle havada asılı kalacaktır). İpi havada tutmak için Dünya'nın dönüşünden başka hiçbir şeye gerek olmayacaktır. Kuramsal olarak bir kişi ipe tırmanarak uzaya yükselebilir. Biz bazen New York City Üniversitesi'nde fizik dersine giren lisans öğrencilerinden böyle bir ipin gerginliğinin hesaplanmasını isteriz. İp üzerindeki gerilimin çelik teli dahi kopartacak kadar büyük olduğu kolaylıkla gösterilebilir, bu da uzun zamandan beri bir uzay asansörü inşa etmenin neden olanaksız kabul edildiğini ortaya koyacaktır.

Uzay asansörü konusunu ciddi şekilde inceleyen ilk bilim insanı, Rus vizyoneri Konstantin Tsiolkovsky'dir. Tsiolkovsky, 1895 yılında Eyfel Kulesi'nden esinlenerek, gökyüzüne yükselerek Dünya'yı uzaydaki bir "göksel kaleye" bağlayacak bir kule hayal etmişti. Bu kule Dünya'dan başlanarak, aşağıdan yukarıya inşa edilecek ve mühendisler uzay asansörünü yavaş yavaş gökyüzüne uzatacaktı.

1957 yılında Rus bilim insanı Yuri Arsutanov uzay asansörünün dış uzaydan başlayarak tepeden aşağıya doğru inşa edilmesi şeklinde yeni bir çözüm önerdi. Onun hayalinde yerden 36.000 mil yüksekte yörüngeye yerleştirilmiş, durağan bir uydu ve bu uydudan aşağıya salınacak bir tel vardı. Telin ucu, daha

sonra toprağa sabitlenecekti. Ancak, bir uzay asansörü ipinin kabaca 60 - 100 giga paskal (gpa) gerilime dayanacak güçte olması gerekecektir. Çeliğin yaklaşık 2 gpa dolaylarında kopması, bu fikri ulaşılması olanaksız hale getirmektedir.

Arthur C. Clarke'ın 1979 tarihli romanı *The Fountains of Paradise* (Cennetin Pınarları) ve Robert Heinlein'ın 1982 tarihli romanı *Friday* (Cuma) ile birlikte uzay asansörü fikri çok daha geniş bir kitleye ulaştı. Ancak bu fikir, başka bir ilerleme kaydedilmediği için zamanla canlılığını yitirdi.

Kimyacıların karbon nanotüpleri geliştirmesi sonucunda denklem önemli ölçüde değişti. Konuya duyulan ilgi, Nippon Electric'ten Sumio Iijima'nın 1991 yılındaki çalışmasının ardından hızla canlandı (karbon nanotüplere ilişkin kanıtlar aslında 1950'lere kadar uzanmaktadır, fakat bu gerçek o zamanlar göz ardı edilmiştir). Nanotüpler çelik tellerden çok daha sağlamdır, ayrıca çok daha hafiftir. Aslına bakılacak olursa, bir uzay asansörü yapmak için gerekli olandan daha sağlamdır. Bilim insanları bir karbon nanotüp fiberinin kopma noktasının epeyce üzerinde olan 120 gpa basınca dayanabileceğini düşünmektedir. Bu keşif, bir uzay asansörü yaratma girişimlerini yeniden ateşlemiştir.

1999 yılında bir NASA araştırması, yaklaşık 1 metre genişliğinde, 47.000 kilometre uzunluğunda, Dünya çevresindeki bir yörüngeye takriben 15 ton yük taşıyabilecek kapasitede bir uzay asansörünü ciddi şekilde incelemişti. Böyle bir asansör, uzay yolculuğunun ekonomisini bir gecede değiştirebilirdi. Maliyetler şaşırtıcı, devrimsel bir şekilde değiştirilebilir, on binde bir oranına düşürülebilirdi.

Hâlihazırda bir kilo malzemeyi Dünya etrafında bir yörüngeye yerleştirmek, 20.000 dolar veya daha fazla masraf gerektirmektedir (kabaca aynı ağırlıkta altınla aynı fiyat). Örneğin her bir Uzay Mekiği görevi 700 milyon dolara kadar uzanan bir maliyet getirmektedir. Bir uzay asansörü, maliyeti her bir kilo için 2 dolar düzeyine düşürebilir. Uzay programının maliyetlerinde böyle radikal bir düşüş, uzayda yolculuğa bakış şeklimizi değiştirebilir. Bir asansörün tuşuna basit bir şekilde basmak

suretiyle, bir uçak biletinin ücreti kadar bir maliyetle dış uzaya asansör yolculuğu yapılabilir.

Ancak, göklere uzanan yolda yükselmemizi sağlayacak bir asansör inşa etmeden önce, aşılması zor engellerin çözümlenmesi gerekmektedir. Günümüzde laboratuvarda yaratılan saf karbon nanotüp elyafının uzunluğu 15 milimetreden fazla değildir. Bir uzay asansörü yapabilmek için binlerce kilometre uzunlukta karbon nanotüp elyafı üretilmesi gerekmektedir. Bu, bilimsel bir bakış açısından bakıldığında yalnızca teknik nitelikli bir sorun olarak görünse de, eğer bir uzay asansörü yaratacaksak mutlaka çözümlenmesi gereken inatçı ve zor bir sorundur. Yine de bilim insanları, karbon nanotüplerden meydana gelen uzun teller üretme teknolojinde birkaç on yıl içerisinde ustalaşmamız gerektiğini düşünmektedir.

İkinci olarak, karbon nanotüplerin içindeki mikroskobik yabancı maddeler, uzun bir tel üretilmesinde sorunlara yol açabilir. İtalya'da Turin Polytechnic'den Nicola Pugno, bir karbon nanotüpte tek bir atomun bile yanlış yerleşmiş olması durumunda sağlamlığının yüzde 30 oranında azalacağını tahmin etmektedir. Genel olarak bakıldığında atom ölçeğindeki bozukluklar nanotüp telin sağlamlığını yüzde 70'e varan dolaylarda azaltabilir, bir uzay asansörünü taşımak için gereken asgari gigapaskal sağlamlığın altına inmesine yol açabilir.

NASA, özel sektörün uzay asansörüne ilgisini teşvik etmek amacıyla iki ayrı ödüle kaynak ayırmıştır. (Ödüller, uzayın hemen kenarına yolcu taşıyabilecek ticari roketler yaratma konusunda girişimci mucitleri başarılı şekilde harekete geçiren 10 milyon dolarlık Ansari X-ödülüne benzer şekilde yapılandırılmıştır. X-ödülü, 2004 yılında Spaceship One tarafından kazanılmıştı). NASA'nın koyduğu ödüller, Işın Gücü Yarışması ve Halat Yarışması adlarını taşımaktadır. Işın Gücü Yarışmasında takımlar en az 25 kilogram ağırlığında bir mekanik cihazı bir ip (yüksek bir vinçten sallandırılmış) üzerinde 50 metre boyunca saniyede 1 metre hızla yukarı tırmandıracaklardır. İlk bakışta kolay görünse de, bu işin püf noktası cihazın yakıt, batarya veya bir elektrik kablosu taşımasına izin verilmiyor olmasıdır. Bunun

yerine, robot cihazın kendisine gereken enerjiyi güneş pilleri, güneş yansıtıcıları, lazerler veya mikrodalgalardan, yani dış uzayda kullanım açısından daha uygun enerji kaynaklarından alması zorunlu tutulmuştur.

Halat yarışmasında takımların, ağırlığı 2 gramdan fazla olmayan ve bir önceki yılın en iyi sonucundan yüzde 50 fazla ağırlık taşıyabilen 2 metre uzunluğunda halatlar üretmesi gerekmektedir. Bu yarışmanın uzayda en az 100.000 kilometre boyunca uzanacak sağlamlığa sahip hafif malzemeler konusundaki araştırmaları teşvik etmesi amaçlanmaktadır. Ödüller 150.000, 40.000, 10.000 dolar olarak belirlenmiştir. (Bu yarışmanın zorluğunu vurgulamak için, ilk yıl olan 2005 yılında hiç kimsenin ödül kazanamadığını belirtelim).

Başarılı bir uzay asansörü her ne kadar uzay programında bir devrim yaratacak olsa da, böyle makinelerin kendilerine özgü birtakım tehlikeleri bulunmaktadır. Örneğin Dünya'ya yakın uydular, Dünya çevresindeki yörüngelerinde dönerken sürekli olarak gezingelerini değiştirirler (çünkü altlarında Dünya dönmektedir). Bunun anlamı, bu uyduların eninde sonunda saatte 29.000 kilometre hızla uzay asansörüne çarpacağıdır (halatı kopartmaya yeterli bir çarpma). Böyle bir felaketi önlemek üzere gelecekte ya uydular uzay asansörünün etrafından dolaşmalarına olanak sağlayacak küçük roketlere sahip olacaktır, ya da uzay asansörünün urganında geçen uydulardan kaçınmasını sağlayacak küçük roketler bulunacaktır.

Ayrıca, mikro meteorların çarpması da bir sorun olacaktır, çünkü uzay asansörü Dünya atmosferinin çok yukarılarında olacaktır ve atmosferimiz, genellikle bizi meteorlardan korur. Mikro meteor çarpmaları öngörülemez olaylar olduğu için, uzay asansörünün ilave kalkanlarla ve hatta belki de arızalara karşı yedekli çoklu sistemlerle donatılması gerekecektir. Dünya üzerindeki kasırgalar, gelgit dalgaları ve fırtınalar gibi çalkantılı hava koşulları da sorunların ortaya çıkmasına yol açabilir.

SAPAN ETKİSİ

Bir nesneyi ışık hızına yakın bir hıza ulaştırmanın değişik yollarından birisi de, "sapan" etkisinden yararlanmaktır. NASA, uzay mekiklerini dış gezegenlere gönderirken bazen onları yakındaki bir gezegenin etrafından hızla döndürür, böylece hızlarını arttırmak için sapan etkisini kullanır. NASA, bu sayede değerli roket yakıtından tasarruf eder. *Voyager* uzay aracı, Güneş sisteminin kenarına çok yakında bulunan Neptün'e bu sayede ulaşabilmiştir.

Princeton'dan fizikçi Freeman Dyson, uzak gelecekte birbiri etrafında dönen iki nötron yıldızı bulabileceğimizi öne sürmüştür. Bu nötron yıldızlarının çok yakınından geçmek suretiyle hızla etraflarından dönebilir ve ışık hızının üçte birine yakın bir hızla uzaya fırlatılabiliriz. Aslında, bize ışık hızına yakın bir hız kazandıracak bir itiş sağlamak üzere kütleçekimini kullanmış oluruz. Bu yöntem, kâğıt üzerinde hemen hemen işe yarayacak gibi görünmektedir.

Başkaları da ışık hızı yakınlarına kadar hızlanmak için Güneş'in etrafından dolanmamızı önermişlerdir. Aslına bakılacak olursa bu yöntem, mürettebat bir Klingon gemisini kaçırıp ışık hızı duvarını aşmak ve zamanda geriye gitmek için Güneş'in yanından dolandığı *Uzay Yolu IV: Eve Dönüş* filminde kullanılmıştır. *When Worlds Collide - Kıyamet Kopunca* filminde Dünya'nın bir asteroit çarpması tehdidi altında olduğu anlaşılınca bilim insanları devasa bir "roller coaster" (hız treni) yaratarak dünyadan kaçarlar. Bir roket, hız treni raylarından aşağıya kayarak büyük bir hıza ulaşır ve sonra rayların alt kısmından dönerek uzaya fırlar.

Aslına bakılacak olursa, bu yöntemlerin ikisi de uzaya gitmemizi sağlamayacaktır. (Enerjinin sakınımı dolayısıyla hız treniyle aşağıya inip yukarı çıktığımız zaman *başladığımız* hıza ulaşırız, yani hiçbir enerji kazanımı meydana gelmez. Aynı şekilde, sabit duran güneşin etrafını dolandığımız zaman hangi hızla işe başlamışsak o hıza geri döneriz). Dyson'un iki nötron yıldızı kullanma yönteminin işe yarayabilecek olmasının nedeni, nötron yıl-

dızlarının çok büyük bir hızla dönmesidir. Sapan etkisini kullanan bir uzay aracı, enerjisini bir gezegenin veya yıldızın hareketinden alır.

Dyson'un önerisi bir işe yarasa dahi, günümüzün Dünya'ya bağlı bilim insanlarına bir yararı olmayacaktır, çünkü dönen nötron yıldızlarına gitmek için de bir yıldız gemisine ihtiyacımız bulunmaktadır.

Raylı Top İle Gökyüzüne Doğru

Nesneleri inanılmaz hızlarla uzaya fırlatmak için kullanılabilecek yaratıcı yöntemlerin bir başkası da, Arthur C. Clarke ve başka yazarlar tarafından bilim kurgu hikâyelerinde kullanılan ve ayrıca Yıldız Savaşları füze kalkanının bir parçası olarak ciddi şekilde incelenmekte olan raylı toptur.

Raylı top, bir cismi yüksek hızlara ulaştırmak için roket yakıtı veya baruttan değil, elektromanyetizmadan yararlanır.

Bir raylı top, en basit şekliyle birbirine paralel olarak yerleştirilmiş iki tel veya raydan ve iki telin üstüne bir U harfi oluşturacak şekilde bindirilmiş bir mermiden meydana gelir. Michael Faraday dahi, bir manyetik alan içerisine yerleştirilen bir elektrik akımının bir kuvvetin etkisi altında kalacağını bilmekteydi. (Aslında bu, bütün elektrik motorlarının temel ilkesidir). Bu iki tel ve merminin üzerinden milyonlarca amper göndererek rayların etrafında muazzam bir manyetik alan yaratılır. Bu manyetik alan da, mermiyi rayların üzerinde muazzam hızlarla hareket ettirir.

Raylı toplar, metal nesneleri çok kısa mesafelerde çok yüksek hızlarla başarılı şekilde fırlatmıştır. İşin dikkate değer yanı, kâğıt üzerinde basit bir raylı topun metal bir mermiyi saatte 29.000 kilometre hızla fırlatabilmesi, yani bu merminin Dünya etrafında yörüngeye girebilecek olmasıdır. İlke olarak NASA'nın roket filosunun tamamı Dünya'dan yörüngeye yük fırlatacak raylı toplarla değiştirilebilir.

Raylı top, kimyasal roketlere ve toplara kıyasla önemli bir avantaja sahiptir. Bir tüfekte genişleyen gazların bir mermiyi ite-

bilecekleri azami hız, şok dalgalarının hızıyla sınırlıdır. Her ne kadar Jules Verne klasik romanı *Ay'a Yolculuk*'ta astronotları Ay'a göndermek için barut kullanmışsa da, barut kullanılarak elde edilebilecek azami hızın Ay'a birisini göndermek için gerekli olan hızla kıyaslanamayacak kadar küçük olduğu kolaylıkla hesaplanabilir. Bununla beraber, raylı toplar için şok dalgası sınırlaması söz konusu değildir.

Ancak, raylı topların da kendilerine göre sorunları bulunmaktadır. Raylı top, nesneleri öylesine çabuk hızlandırmaktadır ki, bunlar genellikle havaya çarptıkları zaman yamyassı olmaktadırlar. Bir raylı topun namlusundan fırlatılma süreci sırasında yükler ciddi şekilde deformasyona uğramaktadır, çünkü mermi havaya çarptığı zaman, duvara çarpmış gibi bir etki ile karşılaşmaktadır. Ayrıca, ray boyunca yüke uygulanan muazzam ivme, şekil bozukluğu meydana getirmek için yeterlidir. Üstelik, bir astronotun maruz kalacağı g kuvvetleri, vücudundaki bütün kemikleri kolaylıkla parçalayarak onu öldürmeye yetecek şiddette olacaktır.

Ay üzerine bir raylı top kurulması önerilmiştir. Dünya'nın atmosferinin dışına yerleştirilmiş bir raylı topun mermisi dış uzayın boşluğunda zahmetsizce hızlanabilir. Ancak, bu durumda dahi raylı topun ürettiği muazzam ivme, yükün zarar görmesine yol açabilir. Raylı toplar, bir bakıma azami hızına yavaş yavaş, uzun bir zaman içerisinde ulaşan lazer yelkenlerinin tersidir. Raylı toplar, bu kadar küçük bir hacim içerisine bu kadar fazla enerji depoladıkları için sınırlı kalmaktadırlar.

Nesneleri yakınlardaki yıldızlara fırlatabilecek raylı toplar epeyce pahalı olacaktır. Önerilerden birinde raylı top dış uzayda inşa edilecek, Dünya ile Güneş arasındaki uzaklığın üçte ikisi kadar uzun olacaktı. Güneş'in enerjisini depolayacak ve sonra bu enerjiyi aniden raylı top üzerinden boşaltarak 10 ton ağırlıktaki bir yükü ışık hızının üçte biri kadar bir hızla ve 5000 g değerinde bir ivme ile fırlatacaktı. Hiç de şaşırtıcı olmayan bir şekilde, yalnızca en dayanıklı robot yükleri böyle muazzam ivmelere dayanmayı başarabilecekti.

UZAY YOLCULUĞUNUN TEHLİKELERİ

Uzayda yolculuk yapmak, elbette bir Pazar günü pikniğe gitmekten farklıdır. Mars'a veya ötesine giden insanlı uçuşları çok büyük tehlikeler beklemektedir. Dünya üzerinde yaşam, milyonlarca yıldır bir koruma altındadır. Gezegenin ozon tabakası, Dünya'yı morötesi ışınlardan, manyetik alanı Güneş parlamalarından ve kozmik ışınlardan, kalın atmosferi içeri girdiği zaman yanan meteorlardan korur. Dünya üzerinde karşılaştığımız ılımlı sıcaklıkları ve hava basınçlarını kanıksamışızdır. Fakat uzayın derinliklerine gittiğimiz zaman evrenin çoğunun ölümcül radyasyon kuşakları ve ölümcül meteor sürüleriyle bir kargaşa içerisinde olduğu gerçeği ile yüzleşmek zorunda kalırız.

Uzun süreli uzay yolculuğunda çözümlenmesi gereken ilk sorun, ağırlıksızlıktır. Ruslar tarafından yapılan uzun süreli ağırlıksızlık araştırmaları, uzayda vücudun değerli mineralleri ve kimyasal maddeleri zannedilenden çok daha hızlı kaybettiğini ortaya koymaktadır. Çok sıkı bir jimnastik programı uygulanmasına karşın, uzay istasyonunda bir yıl kaldıktan sonra astronotların kemikleri ve kasları öylesine körelmektedir ki, Dünya'ya ilk döndükleri zaman ancak bebekler gibi zar zor sürünerek hareket edebilmektedirler. Kas zayıflaması, iskelet sisteminin kötüleşmesi, alyuvar üretiminin azalması, düşük bağışıklık tepkisi ve kalp/damar sisteminin işlevselliğinin azalması, uzayda uzun süreli ağırlıksızlığın kaçınılmaz sonuçları olarak görünmektedir.

Birkaç ay ila bir yıl arasında sürecek olan Mars görevleri, astronotlarımızın dayanma güçlerini son sınırına kadar deneyecektir. Yakınlardaki yıldızlara düzenlenecek uzun vadeli görevlerde bu sorun, ölümcül sonuçlara yol açabilir. Geleceğin yıldız gemileri kendi etraflarında bir dönme hareketine sahip olabilir ve bu sayede insan yaşamının devam etmesini sağlamak amacıyla merkezkaç kuvvetleri vasıtasıyla yapay bir yerçekimi yaratabilir. Bu düzenleme, gelecekteki uzay gemilerinin maliyetini ve karmaşıklığını büyük ölçüde arttırabilir.

İkinci olarak, saatte on binlerce kilometre hızla gerçekleştirilen uzay yolculukları sırasında mikro meteorların varlığı, uzay

gemilerinin ilave kalkanlarla donatılmasını zorunlu hale getirebilir. Uzay Mekiğinin gövdesinde yapılan ayrıntılı incelemeler, minik meteorlardan kaynaklanan ve minik olmakla beraber öldürücü olma potansiyeline sahip birkaç çarpma olayına dair kanıtlar elde edilmesine yol açmıştır. Gelecekte uzay gemilerinde mürettebat için iki kat güçlendirilmiş özel bir bölüm bulunması zorunlu olabilir.

Derin uzaydaki radyasyon düzeyleri, daha önce tahmin edilenlerin çok üzerindedir. Örneğin on bir yıllık Güneş lekesi döngüsü içerisinde Güneş parlamaları, Dünya'ya hızla ulaşan muazzam miktarlarda ölümcül plazma gönderebilir. Geçmişte bu olay, uzay istasyonundaki astronotları ölümcül olma potansiyeli taşıyan bu atomaltı parçacıklara karşı özel korunma önlemleri almaya zorlamıştı. Böyle Güneş patlamaları sırasında yapılacak uzay yürüyüşleri, ölüme sebebiyet verebilirdi. (Örneğin L.A.'den New York'a yapılacak basit bir hava yolculuğunda dahi uçuş saati başına bir milirem radyasyona maruz kalırız. Yolculuğumuzun tamamı boyunca neredeyse bir diş röntgeni çekiminde aldığımız kadar X ışını radyasyonu alırız). Dünya'nın atmosferinin ve manyetik alanının bizi korumadığı derin uzayda radyasyona maruz kalmak ise, ciddi bir sorun oluşturabilir.

Askıya Alınmış Yaşam

Şimdiye kadar ele aldığım roket tasarımlarına yapılan değişmez eleştirilerden biri, eğer böyle yıldız gemileri yapacak olursak yakındaki yıldızlara ulaşmanın onlarca, yüzlerce yıl süreceğiydi. Böyle bir görevin çok nesilli bir mürettebatı kapsaması ve nihai hedefe onların çocuklarının ulaşması gerekecekti.

Yaratık ve *Maymunlar Gezegeni* gibi filmlerde uzay yolcuları için önerilen bir çözüm, yaşamlarını askıya almaktır; yani vücut sıcaklıkları dikkatle düşürülerek vücut işlevleri neredeyse duracak kadar yavaşlatılacaktır. Kış uykusuna yatan hayvanlar, bunu her yıl kış boyunca yapmaktadır. Bazı balıklar ve kurbağalar, bir buz kalıbı içerisinde donabilir, ancak sıcaklıklar yükseldiği zaman eriyebilir.

Bu ilginç olayı araştıran biyologlar, bu hayvanların suyun donma noktasını düşüren doğal bir "antifriz" yaratma yeteneğine sahip olduğunu düşünmektedirler. Bu doğal antifriz, balıklarda belirli bazı proteinlerden, kurbağalarda ise glikozdan meydana gelmektedir. Balıklar, kanlarını bu proteinlerle doldurmak suretiyle kutup bölgesinde -2°C dolaylarında hayatta kalabilmektedir. Kurbağalar ise yüksek glikoz düzeyleri sağlama yeteneği geliştirmişler, böylece buz kristallerinin oluşmasına engel olmuşlardır. Vücutları dışarıdan donup sertleşse de, içleri donmuş değildir, iç organları düşük hızla da olsa çalışmaya devam etmektedir.

Ancak, bu yeteneğin memelilere uyarlanması kolay değildir. İnsan dokusu donduğu zaman, buz kristalleri hücrenin içinde oluşmaya başlar. Bu buz kristalleri büyüdükçe hücre duvarlarını delerek hasara yol açabilir. (Öldükten sonra kafalarının ve vücutlarının dondurulmasını isteyen ünlüler iki kere düşünmek isteyebilirler).

Ne olursa olsun, normal koşullarda kış uykusuna yatmayan fareler ve köpekler gibi memelilerde sınırlı biçimde askıya alınmış yaşam konusunda son zamanlarda ilerlemeler kaydedilmiştir. 2005 yılında Pittsburgh Üniversitesi'nden bilim insanları, köpeklerin kanını tamamen boşaltarak onun yerine buz gibi özel bir sıvı doldurduktan sonra tekrar yaşama döndürmeyi başarmıştır. Klinik açıdan üç saat boyunca ölü kalan köpekler, kalpleri tekrar çalışmaya başlatıldıkları zaman yaşama dönmüştür. (Bu işlemin ardından köpeklerin çoğu sağlıklı olmasına karşın, birkaç tanesinde bir miktar beyin hasarı meydana gelmiştir).

Aynı yıl bilim insanları fareleri içinde hidrojen sülfit bulunan bir odaya koymuş ve vücut sıcaklıklarını 6 saat süreyle 13°C düzeyine başarıyla düşürmüşlerdir. Farelerin metabolizma hızı, onda bir oranına inmiştir. 2006 yılında Boston General Hospital hekimleri, hidrojen sülfit kullanarak domuzları ve fareleri askıya alınmış yaşam durumuna sokmuştur.

Gelecekte böyle işlemler, ciddi kazalara karışmış veya kalp krizi geçiren ve her saniyenin büyük önem taşıdığı kişiler için yaşam kurtarıcı niteliğe sahip olabilir. Askıya alınmış yaşam,

hastalar tedavi edilebilecek duruma gelinceye kadar doktorlara "zamanı dondurma" olanağı sağlayabilir. Ancak, yüzyıllar boyunca askıya alınmış yaşam durumunda kalması gerekebilecek insan astronotlara böyle yöntemlerin uygulanabilmesi için onlarca yıl veya daha fazlası geçmesi gerekebilir.

NANOGEMİLER

Yıldızlara daha gelişmiş, henüz kanıtlanmamış, bilim kurgunun sınırlarında dolaşan teknolojiler vasıtasıyla ulaşmamızı sağlayabilecek diğer birkaç yol daha bulunmaktadır. Ümit vaat eden önerilerden biri, nanoteknoloji tabanlı insansız sondalar kullanmaktır. Şimdiye kadar hep yıldız gemilerinin muazzam miktarlarda enerji tüketen, insanlardan oluşan büyük çapta mürettebatı yıldızlara taşıma kapasitesine sahip, *Uzay Yolu*'ndaki *Atılgan*'a benzeyen devasa araçlar olması gerektiği varsayımını benimsemiştim.

Ancak, başlangıçta uzak yıldızlara ışık hızına yakın hızlarda gidecek insansız minyatür sondalar göndermek daha olası bir yöntem olabilir. Daha önce bahsettiğimiz gibi, gelecekte nanoteknoloji sayesinde atom ve molekül boyutlu makinelerin gücünü kullanan minik uzay araçları yapmak mümkün olabilmelidir. Örneğin iyonlar, böylesine hafif oldukları için laboratuvarda bulunması normal olan voltajlar kullanılarak kolaylıkla ışık hızı dolaylarına kadar hızlandırılabilir. Devasa itici roketler yerine, bunların güçlü elektromanyetik alanlar kullanmak suretiyle ışık hızına yakın hızlarda uzaya gönderilmesi mümkün olabilir. Yani bir nanobot iyonize edilerek bir elektrik alanının içine yerleştirilecek olursa, fazla çaba harcamadan ışık hızı dolaylarına kadar hızlandırılabilir. Daha sonra bu nanobot, uzayda hiç sürtünme bulunmadığı için yıldızlara ulaşıncaya kadar yoluna devam edebilir. Bu şekilde büyük yıldız gemilerinin başına bela olan sorunların çoğu derhal çözümlenmiş olacaktır. İnsansız zeki nanobot uzay gemileri, yakındaki yıldız sistemlerine insan taşıyan devasa yıldız gemilerini inşa edip fırlatmak için harcanacak maliyetin küçük bir kısmı ile gönderilebilecektir.

Böyle nanogemiler yakın yıldızlara ulaşmak veya Hava Kuvvetlerinden emekli bir uzay mühendisi olan Gerald Nordley'in önerdiği gibi, bir güneş yelkenini uzayda hareket ettirmek için itici olarak kullanılabilir. Nordley, "Filo halinde uçan ve birbirleriyle iletişim içinde olan bir toplu iğne başı büyüklüğünde uzay gemisi topluluğu ile onları neredeyse bir el feneri kullanarak itebilirsiniz" demektedir.

Ancak, nanogemilerin de kendilerine özgü sorunları bulunmaktadır. Dış uzayda yanlarından geçen elektriksel ve manyetik alanlar tarafından yollarından saptırılabilirler. Bu kuvvetlere karşı çıkabilmek için nanogemilerin Dünya üzerindeyken çok yüksek voltajlara hızlandırılması gerekecektir, öyle ki yollarından kolay kolay sapmasınlar. İkincisi, en azından bir avuç kadarının hedefe ulaşacağını garanti altına almak için bu nanobot yıldız gemilerinden milyonlarcasını göndermek zorunda kalabiliriz. En yakın yıldızları keşfetmek üzere bir yıldız gemisi sürüsü göndermek savurganlık gibi görünebilir, fakat böyle yıldız gemileri ucuz olacak ve seri olarak milyarlarcası üretilebilecektir, böylece çok küçük bir bölümlerinin hedefe ulaşması zorunlu olacaktır.

Bu nanogemiler neye benzeyebilir? NASA'nın eski başkanı Dan Goldin'in gözünde "Kola kutusu büyüklüğünde" uzay araçlarından meydana gelen bir filo canlanmaktadır. İğne büyüklüğünde yıldız gemilerinden bahsedenler de olmuştur. Pentagon, savaş alanına püskürtülerek komutanlara gerçek zamanlı bilgiler aktaracak, içinde minik algılayıcılar bulunan toz büyüklüğündeki parçacıkların, "akıllı toz"un geliştirilmesi olasılığını incelemektedir. Gelecekte "akıllı toz"un yakın yıldızlara gönderileceği düşünülebilir.

Toz büyüklüğündeki nanobotların içindeki devrelerin yarı iletken sanayiinde kullanılmakta olan ve 30 nm veya kabaca 150 atom büyüklüğünde bileşenler yaratabilen oyma teknikleri kullanılarak hazırlanması gerekecektir. Bu nanobotlar aydan raylı toplar ve hatta atomaltı parçacıkları ışık hızı yakınlarına göndermek için kullanılmakta olan parçacık hızlandırıcılar vasıtasıyla fırlatılabilir. Bu cihazların üretilmesi öylesine ucuz olacaktır ki, bir anda milyonlarcası uzaya fırlatılabilecektir.

Nanobotlar, yakındaki bir yıldız sistemine ulaştıkları zaman boş bir ay üzerine iniş yapabilirler. Ay'ın düşük çekim kuvveti sayesinde nanobot kolaylıkla iniş ve kalkış yapma olanağı bulacaktır. Ve bir ay tarafından sağlanabilecek dengeli bir ortam, ideal bir çalışma üssü için gereken koşulları sağlayacaktır. Nanobot, Dünya'ya bilgi göndermeyi sağlayacak güçlü bir radyo istasyonu kurmak amacıyla ay üzerinde bulunan mineralleri kullanarak bir nanofabrika inşa edebilir. Veya nanofabrika, Güneş sistemini keşfetmek ve diğer yakın yıldızlara giderek aynı süreci tekrarlamak için kendisinin milyonlarca kopyasını üretecek şekilde tasarlanabilir. Bu gemiler robot gemi olacağı için, bilgileri geriye gönderdikten sonra bir eve dönüş yolculuğuna gerek olmayacaktır.

Şimdi tarif ettiğim nanobot, kendi kendini çoğaltan Turing makinelerinin matematiğini hazırlayan ünlü matematikçi John von Neumann'ın anısına, bazen bir von Neumann sondası olarak adlandırılır. İlke olarak, kendi kendini kopyalayan böyle nanobot uzay gemileri yalnızca yakın yıldızları değil, bütün galaksiyi keşfetme olanağı bulabilecektir. Eninde sonunda bu robotların trilyonlarcasından meydana gelen, boyutları büyüdükçe üstel olarak çoğalan, neredeyse ışık hızında genişleyen bir küre oluşabilir. Genişleyen bu kürenin içindeki nanobotlar birkaç yüz bin yıl içerisinde galaksinin tamammı kolonileştirebilir.

Nanogemi fikrini çok ciddiye alan elektrik mühendislerinden biri de Michigan Üniversitesi'nden Brian Gilchrist idi. Kısa bir süre önce, motoru bir bakteriden daha büyük olmayan nanogemiler inşa etme fikri üzerine araştırma yapmak için NASA'nın Gelişmiş Kavramlar Enstitüsü'nden 500.000 dolarlık bir fon aldı. Gilchrist, yarı iletken sanayiinde kullanılan oyma teknolojisini birkaç nanometre büyüklükte minik nano parçacıklar püskürterek kendilerini hareket ettirecek birkaç milyon nanogemiden oluşan bir filo kurmak için kullanmayı düşünmektedir. Bu nano parçacıklara, tıpkı bir iyon motorunda olduğu gibi bir elektrik alanının içinden geçirilerek enerji verilecektir. Her nano parçacık bir iyondan binlerce kere ağır olduğu için motorlar tipik bir iyon motoruna kıyasla çok daha fazla itici güce sahip olacaktır.

Dolayısıyla, nanogemi motorları iyon motorları ile aynı avantajları taşıyacak, fakat itici güçleri çok daha fazla olacaktır. Gilchrist, bu nanogemilerin bazı parçalarını oymaya şimdiden başlamıştır. Şimdiye kadar 1 santimetre büyüklüğünde bir silikon yonga üzerine 10.000 iticiyi sığdırmayı başarmıştır. Başlangıç olarak nanogemi filosunu verimlilikleri açısından test etmek amacıyla Güneş sistemine göndermeyi planlamaktadır. Fakat zaman içinde bu nanogemiler, yıldızlara ulaşacak ilk filonun bir parçası olabilirler.

Gilchrist'in önerisi, NASA tarafından değerlendirilmekte olan geleceğe yönelik birkaç öneriden biridir. On yıllardır devam eden hareketsizliğin ardından NASA, inandırıcı ile hayalperest arasında değişen çeşitli yıldızlar arası yolculuk önerilerini son zamanlarda ciddi şekilde incelemeye başlamıştır. NASA, 1990'ların başlarından bu yana her yıl yapılan Gelişmiş Uzay İtiş Gücü Araştırma Atölyesi'ne ev sahipliği yapmış, bu atölyede ciddi mühendis ve fizikçilerden oluşan ekipler bu teknolojileri sıkı sıkıya incelemişlerdir. Bundan daha hırslı görünen bir program ise, kuantum fiziğinin esrarlı dünyasını yıldızlar arası yolculuk ile ilgisi açısından keşfeden Çığır Açan İtme Gücü Fiziği Programı'dır. Her ne kadar bir oy birliği mevcut değilse de, düzenlenen etkinlikler hep önde gidenlere odaklanmaktadır: Lazer yelkeni ve çeşitli tipte füzyon roketleri.

Uzay gemisi tasarımında sağlanan yavaş fakat sürekli ilerlemeler dikkate alındığı zaman, herhangi bir türde ilk insansız sonda, bu yüzyılın sonlarında veya gelecek yüzyılın başlarında yakın yıldızlara gönderilecektir, dolayısıyla I. sınıf bir olanaksızlıktır.

Fakat belki de bir yıldız gemisi için en güçlü tasarım, antimadde kullanımını kapsayacaktır. Her ne kadar bilim kurgu gibi görünse de, antimadde Dünya üzerinde yaratılmıştır ve günün birinde işe yarayacak insanlı bir uzay gemisi için en çok ümit vaat eden tasarım olabilir.

10
Antimadde ve Anti Evrenler

Bilimde en heyecan verici, yeni keşifleri haber veren ifade, "Evreka" (Buldum) değil, "Ne kadar garip..." ifadesidir.

- ISAAC ASIMOV

Eğer karşımızdaki insan bizim inandıklarımıza inanmıyorsa onun bir çatlak olduğunu söyleriz, iş biter. Yani günümüzde öyle olur demek istiyorum, çünkü artık onu (Orta Çağ'da olduğu gibi) yakamayız.

- MARK TWAIN

Bir öncüyü, arkasındaki oklara bakarak tanıyabilirsiniz.

- BEVERLY RUBIK

DAN BROWN'un satış rekorları kıran kitabı *Da Vinci Şifresi*'nden önce yazdığı *Melekler ve Şeytanlar* adlı kitabında küçük bir radikal çete olan Illuminati, Cenevre'nin dışındaki CERN nükleer laboratuvarından çalınmış bir antimadde bombası ile Vatikan'ı bombalamak üzere plan yapmıştır. Suikastçılar madde ile antimaddenin birbirine değmesi durumunda sonucun bir hidrojen bombasından kat kat güçlü, heybetli bir patlama olacağını bilmektedirler. Bir antimadde bombası tümüyle kurgu olsa da, antimadde son derece gerçektir.

Bir atom bombası, dehşet verici gücüne karşın yalnızca yüzde 1 oranında etkilidir. Uranyumun yalnızca minik bir kısmı enerjiye dönüşür. Fakat eğer bir antimadde bombası yapılacak olsaydı, kütlesini yüzde 100 oranında enerjiye dönüştürecek, bir nükleer bombadan çok daha fazla etkili olacaktı. (Daha doğrusu, bir antimadde bombasındaki maddenin yüzde 50'si kullanılabilir patlama enerjisine dönüşürdü; Geriye kalan kısım, nötrino adı verilen ve saptanması mümkün olmayan parçacıklar halinde etrafa dağılırdı).

Antimadde, uzun zamandan bu yana yoğun yorumlara konu olmuştur. Antimadde bombası her ne kadar mevcut değilse de, fizikçiler güçlü atom parçalayıcılarını kullanmak suretiyle inceleme amaçlı çok küçük miktarda antimadde yaratmayı başarmışlardır.

Anti Atomların Üretimi ve Anti Kimya

Yirminci yüzyılın başlarında fizikçiler atomun yüklü atomaltı parçacıklardan meydana geldiğini ve elektronların (negatif yük ile yüklenmişlerdir) minik bir çekirdek (pozitif yük ile yüklenmişlerdir) etrafında döndüğünü anlamışlardı. Çekirdeğe gelince, o da protonlardan (pozitif yükü onlar taşıyordu) ve nötronlardan (elektriksel açıdan yüksüzdüler) meydana gelmekteydi.

Dolayısıyla, 1930'lu yıllarda fizikçilerin her parçacığın bir ikizinin, bir anti parçacığın var olduğunu, fakat zıt yönde yüklenmiş olduğunu anlayınca, bu bir şok etkisi yaratmıştı. Keşfedilen ilk anti parçacık, pozitif yük ile yüklenmiş olan anti elektrondu (pozitron adı verilmişti). Pozitron her açıdan elektrona benzer, yalnızca zıt yük taşır. İlk olarak, bir sis odasında çekilen kozmik ışın fotoğraflarında keşfedilmişti. (Pozitron izleri, bir sis odasında çok kolay görülebilir. Güçlü bir manyetik alan içine alındıkları zaman sıradan elektronlara göre ters yöne saparlar. Aslında ben böyle antimadde izlerini lisedeyken fotoğraflamıştım).

1955 yılında Berkeley'deki California Üniversitesi'nin parçacık hızlandırıcısı, Bevatron, ilk anti protonu üretti. Beklendiği

gibi protonun aynısıydı, yalnızca negatif bir yük taşımaktaydı. Bu, ilke olarak anti atomların (pozitronların anti protonlar etrafında döndüğü) yaratılabileceği anlamına gelmektedir. Aslına bakılacak olursa anti elementler, anti kimya, anti insanlar, anti Dünyalar ve hatta anti evrenler, kuramsal olarak mümkündür.

Halihazırda CERN'deki ve Chicago dışındaki Fermilab'daki dev parçacık hızlandırıcılar, küçük miktarlarda anti hidrojen yapmayı başarmıştır. (Bu, parçacık hızlandırıcılar kullanarak bir hedefe yüksek enerjili proton ışını göndermek suretiyle bir atomaltı moloz sağanağı yaratarak yapılmaktadır. Güçlü mıknatıslar anti protonları ayıklar ve hızlarını çok küçük değerlere düşürerek sonra da sodyum-22'den doğal olarak yayılan anti elektronlarla karşı karşıya getirir. Anti elektronlar anti protonların çevresinde yörüngeye girdiği zaman anti hidrojeni meydana getirirler, çünkü hidrojen bir proton ve bir elektrondan meydana gelmektedir. Saf bir vakum ortamında bu anti atomlar sonsuza kadar yaşayabilir. Ancak yabancı maddeler ve duvara çarpmalar nedeniyle bu anti atomlar eninde sonunda sıradan atomlarla çarpışır ve ortama enerji bırakarak yok olurlar.

CERN, 1995 yılında dokuz anti hidrojen atomu yarattığını duyurduğu zaman, tarih yazmıştı. Aradan çok geçmeden Fermilab, yüz tane anti hidrojen atomu üreterek aynı şeyi yaptı. İlke olarak bakıldığı zaman, sersemletici düzeydeki maliyetler haricinde bizi daha yüksek anti elementler yapmaktan alıkoyan hiçbir şey yoktur. Birkaç gram anti atom yapmak dahi, herhangi bir ülkeyi iflasa götürür. Şu anda yıllık antimadde üretimi, bir gramın milyarda biri ile on milyarda biri arasındadır. Üretim, 2020 yılına kadar artabilir. Antimaddenin ekonomisi çok kötüdür. 2004 yılında bir gramın birkaç trilyonda biri kadar antimadde üretmek, CERN'e 20 milyon dolara mal olmuştur. Bu hızla tek bir gram antimadde üretimi 100 katrilyon dolara mal olurdu ve antimadde fabrikasının 100 milyar yıl aralıksız çalışması gerekirdi! Bu durum, antimaddeyi dünyanın en değerli varlığı haline getirmektedir.

CERN'den yapılan bir açıklamada "Eğer CERN'de şimdiye kadar yaptığımız antimaddenin tamamını bir araya toplayacak

ve madde ile karıştırıp yok edebilecek olsaydık," denmektedir, "tek bir elektrik ampulünü birkaç dakika yakmaya yetecek enerji elde ederdik."

Antimadde üzerinde çalışmak olağanüstü sorunlar çıkarmaktadır, çünkü madde ile antimadde arasındaki herhangi bir temas, patlama ile sonuçlanacaktır. Antimaddeyi sıradan bir kap içine koymak, intihar etmek demektir. Antimadde kabın kenarlarına çarptığı zaman, patlayacaktır. Dolayısıyla, insan böylesine dengesiz olan antimadde ile nasıl çalışabilir? Olası yollardan biri, önce antimaddeyi iyonize ederek bir iyon gazı oluşturmak, sonra da onu bir "manyetik şişe" içerisine güvenle hapsetmek olabilir. Manyetik alan, antimaddenin oda duvarlarına temas etmesine engel olacaktır.

Bir antimadde motoru inşa etmek için tepkime odasına sürekli bir antimadde akışının sağlanması gerekecek, bu antimadde orada sıradan madde ile dikkatli bir şekilde birleştirilerek kimyasal roketlerdeki patlamaya benzer bir şekilde kontrollü bir patlama yaratılacaktır. Bu patlama sırasında ortaya çıkan iyonlar, antimadde roketinin bir ucundan dışarı püskürecek, itme gücü sağlayacaktır. Antimadde motorunun maddeyi enerjiye dönüştürmedeki verimliliği nedeniyle bu, geleceğin yıldız gemileri için en fazla ümit vaat eden motor tasarımlarından biridir. Uzay Yolu dizisinde *Atılgan*'ın enerji kaynağı, antimaddedir; motorları, enerjilerini madde ile antimaddenin kontrollü şekilde çarpışmasından elde etmektedir.

Bir Antimadde Roketi

Antimadde roketinin önde gelen taraftarlarından biri, Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nden fizikçi Gerald Smith'tir. Smith, kısa vadede 4 miligram pozitronun bir antimadde roketini yalnızca birkaç hafta içinde Mars'a götürmek için yeterli olacağını düşünmektedir. Onun belirttiğine göre, antimadde içerisindeki enerji, normal roket yakıtındaki enerjiden bir milyar kat fazladır.

Bu yakıtı yaratırken atılması gereken ilk adım, bir parçacık hızlandırıcısı vasıtasıyla anti proton ışınları hazırlamak ve sonra da bunları Smith tarafından inşa edilmekte bulunan bir "Penning tuzağı" içerisinde depolamaktır. Yapımı tamamlandığı zaman Penning tuzağı 100 kg ağırlıkta olacaktır (çoğu sıvı nitrojen ve sıvı helyum) ve bir manyetik alan içerisinde yaklaşık bir trilyon anti proton depolayacaktır. (Çok düşük sıcaklıklarda anti protonların dalga boyu kap duvarlarının içindeki atomların dalga boyundan birkaç kat uzundur, bu yüzden anti protonlar genellikle kendilerini yok etmeden duvarlardan yansıyacaklardır). Smith, Penning tuzağının anti protonları yaklaşık beş gün saklayabileceğini ifade etmektedir (sıradan atomlarla karışıp hepsi yok oluncaya kadar). Smith'in Penning tuzağının bir gramın milyarda biri kadar anti proton saklayacak kapasitede olması gerekmektedir. Onun hedefi, bir mikrogram anti proton saklayabilen bir Penning tuzağı yaratmaktır.

Antimadde her ne kadar dünya üzerindeki en değerli varlık olsa da, maliyeti her yıl dramatik şekilde düşmektedir (bir gramı günümüzün fiyatlarıyla 62,5 trilyon dolara mal olmaktadır). Chicago dışındaki Fermilab'da inşa edilmekte olan yeni bir parçacık enjektörü, 1,5 nanogram olan yıllık antimadde üretimini on kat arttırarak 15 nanograma çıkartacaktır, böylece fiyatların daha da düşmesi gerekir. Bununla beraber, NASA'dan Harold Gerrish, gelecekteki iyileştirmeler sayesinde maliyetin gerçekçi bir şekilde mikrogram başına 5.000 dolar civarına düşeceğine inanmaktadır. Los Alamos, New Mexico'daki Synergistic Technologies'ten Dr. Steven Howe, "Hedefimiz antimaddeyi bilim kurgunun sıra dışı dünyasından çıkartıp ulaşım ve tıp uygulamalarının ticari olarak işletilebilir dünyasına taşımaktır" demektedir.

Anti proton üretebilecek parçacık hızlandırıcıları şimdiye kadar bu amaç için özel olarak tasarlanmamışlardı, bu yüzden oldukça verimsiz çalışmaktaydılar. Bu tür parçacık hızlandırıcılar antimadde fabrikaları olarak değil, öncelikle araştırma araçları olarak tasarlanmıştır. Smith'in maliyeti azaltmak için bol miktarda anti proton üretmek üzere özel olarak tasarlanmış yeni

bir parçacık hızlandırıcı inşa etme hayali taşımasının nedeni budur.

Smith, teknik iyileştirmeler ve seri üretim sayesinde antimadde fiyatları daha da azaltılabildiği takdirde gezegenler arası ve hatta belki de yıldızlar arası yolculuk için antimadde roketlerinin temel araç haline geleceği bir zamanın hayalini kurmaktadır. Bununla beraber, o zaman gelinceye kadar antimadde roketleri çizim masalarında beklemeye devam edecektir.

Doğal Olarak Oluşan Antimadde

Antimaddenin Dünya üzerinde yaratılması bu kadar zor ise, dış uzayda antimaddeyi kolaylıkla bulmak mümkün olabilir mi? Ne yazık ki evrende sürdürülen antimadde arayışları pek fazla sonuç vermemiştir, bu da fizikçilerin şaşkınlığına yol açmaktadır. Evrenimizin ağırlıklı olarak antimaddeden değil de maddeden meydana gelmiş olmasını açıklamak zordur. İnsan evrenin başlangıcında madde ve antimaddenin simetrik şekilde yaratılacağını, eşit miktarlarda var olacağını kabul edebilir. Dolayısıyla, antimaddenin yokluğu, şaşırtıcıdır.

Akla en yatkın ilk açıklama, 1950'li yıllarda Sovyetler Birliği için ilk hidrojen bombasını tasarlayan kişi olan Andrei Sakharov tarafından önerilmiştir. Sakharov'ın ortaya attığı kurama göre evrenin başlangıcında, Büyük Patlama'daki madde ve antimadde miktarları arasında küçük bir asimetri bulunmaktaydı. Bu minik simetri bozukluğuna "CP ihlali" adı verilir. Bu olay, şu anda çok yoğun araştırmaların merkezinde oturmaktadır. Aslına bakılırsa Sakharov'un kuramına göre günümüzde evrende bulunan bütün atomlar, madde ile antimadde arasında meydana gelen mükemmele yakın bir "birbirini yok etme" olayından geriye kalan atomlardı; Büyük Patlama, bu ikisi arasında kozmik bir iptal işlemi yapmıştı. Geriye kalan az miktarda madde, günümüzün görülebilir evrenini meydana getiren bir kalıntı yaratmıştır. Vücutlarımızdaki bütün atomlar, madde ile antimadde arasındaki bu muazzam çarpışmanın kalıntılarıdır.

Bu kuram, az miktarlarda antimaddenin doğal olarak var olabileceği olasılığını açıkta bırakmaktadır. Eğer bu böyleyse, o kaynağın bulunması antimadde motorlarında kullanmak üzere antimadde üretmenin maliyetlerini ciddi ölçüde azaltacaktır. İlke olarak, doğal şekilde ortaya çıkan antimadde kaynaklarının bulunmasının kolay olması gerekir. Bir elektron ve bir anti elektron karşılaştıkları zaman, 1,02 milyon veya daha fazla elektron volt enerjiye sahip gama ışınlarına dönüşerek yok olurlar. Dolayısıyla, evreni bu enerji düzeyinde gama ışınları açısından taramakla, doğal olarak ortaya çıkan antimaddenin "parmak izinin" bulunması mümkündür.

Aslına bakılacak olursa, Northwestern Üniversitesi'nden Dr. William Purcell tarafından Samanyolu galaksisinde, galaksi merkezinden çok uzak olmayan yerlerde antimadde "çeşmeleri" bulunmuştur. Görünüşe göre, sıradan hidrojen gazı ile çarpıştıkça 1,02 milyon elektron voltluk bu ayırt edici gama ışınımını yaratan bir antimadde akıntısı bulunmaktadır. Eğer bu antimadde bulutu doğal olarak var ise, o zaman evrende Büyük Patlama sırasında ortadan kalkmamış olan başka antimadde ceplerinin de var olması olasılığı mevcuttur.

Doğal şekilde var olan antimaddeyi daha sistematik bir şekilde aramak üzere 2006 yılında PAMELA uydusu yörüngeye oturtulmuştur. Bu uydu, antimadde ceplerini aramak için Rusya, İtalya, Almanya ve İsveç arasında yapılan bir ortak çalışmadır. Antimadde aramak için daha önce gerçekleştirilen görevler yüksek irtifa balonları ve Uzay Mekiği kullanılarak yapılmıştır, dolayısıyla en fazla 1 hafta süreyle veri toplanmıştır. Buna karşın PAMELA, en az üç yıl boyunca yörüngede kalacaktır. Roma Üniversitesi'nden ekip üyesi Piergiorgio Picozza, "Şimdiye kadar inşa edilmiş en iyi algılayıcıdır ve uzun bir süre kullanacağız" diye açıklamaktadır.

PAMELA, süpernovalar gibi sıradan kaynaklardan gelen kozmik ışınları algılayacak şekilde tasarlandığı gibi, tümüyle antimaddeden yapılmış yıldızlar gibi alışılmamış kaynaklardan gelenleri de algılayacaktır. PAMELA, özellikle anti yıldızların iç kısımlarında üretilebilecek olan anti-helyum'un imzasını araya-

caktır. Günümüzde fizikçilerin çoğunluğunun Sakharov gibi Büyük Patlama'nın madde ile antimadde arasında neredeyse mükemmel bir yok etme işlemi yapmış olduğuna inanmalarına karşın, PAMELA başka bir varsayıma, antimadde evreninin bütün bölgelerinin yok etme işlemi sırasında yok olmadığı ve dolayısıyla günümüzde anti yıldızlar şeklinde var olduğu varsayımına dayanmaktadır.

Eğer antimadde derin uzayda küçük miktarlarda var ise, bir yıldız gemisine itici güç sağlamak üzere bu antimaddenin bir kısmını "hasat etme" olasılığı var olabilir. NASA'nın Gelişmiş Kavramlar Enstitüsü antimadde hasadı fikrini o kadar ciddiye almaktadır ki, son zamanlarda bu kavramı araştırmak üzere bir pilot programa mali kaynak ayırmıştır. Projeye öncülük eden örgütlerden biri olan Hbar Technologies'ten Gerald Jackson, "Temel olarak yapmak istediğimiz şey tıpkı balık avlar gibi bir ağ yaratmaktır" demektedir.

Antimadde toplayıcısı, her biri bir tel ızgaradan meydana gelen iç içe üç küreden meydana gelmektedir. En dış küre 16 kilometre çapında ve pozitif yüklü olacak, bu sayede pozitif yüklü olan protonları itecek, fakat negatif yüklü olan anti protonları çekecektir. Anti protonlar dış küre tarafından toplanacak, sonra ikinci küreye geçerken yavaşlayacak ve en sonunda 100 metre çapındaki iç küreye geldikleri zaman duracaklardır. Daha sonra anti protonlar bir manyetik şişe içinde toplanacak ve anti elektronlarla birleştirilerek anti hidrojen yaratılacaktır.

Jackson, bir uzay taşıtının içindeki madde-antimadde tepkimelerinin bir güneş yelkenini yalnızca 30 miligram antimadde kullanarak Plüton'a kadar götürebileceğini tahmin etmektedir. Jackson'a göre on yedi gram antimadde, bir yıldız gemisini Alpha Centauri'ye götürmek için yeterlidir. Jackson, Venüs ile Mars'ın yörüngeleri arasında uzay sondası tarafından toplanabilecek 80 gram kadar antimadde olabileceğini öne sürmektedir. Bununla beraber, bu devasa antimadde toplayıcısını fırlatmanın zorlukları ve maliyeti dikkate alınırsa, bu iş muhtemelen bu yüzyılın sonuna veya ötesine kadar gerçekleşmeyecektir.

Bazı bilim insanları, dış uzayda yol almakta olan bir meteordan antimadde toplama hayaliyle yaşamaktadır. (*Flash Gordon* çizgi romanı, bir zamanlar uzayda sürüklenen ve herhangi bir gezegenle temas ettiği takdirde korkunç bir patlamaya yol açabilecek olan başıboş bir antimadde meteorunu konu almıştır).

Eğer uzayda doğal olarak oluşmuş antimadde bulunmuyorsa, Dünya üzerinde dikkate değer miktarlarda antimadde üretmek için onlarca yıl, hatta yüzyıllarca beklemek zorunda kalabiliriz. Ancak, antimadde üretimiyle ilgili teknik sorunların aşılabileceği varsayılırsa, bu durumda antimadde roketlerinin günün birinde bizi yıldızlara götürmesi olasılığı açık kalmaya devam edecektir.

Antimadde hakkında bildiklerimizi ve bu teknolojinin öngörülebilir gelişimini göz önüne alarak, bir antimadde roket gemisini I. sınıf bir olanaksızlık olarak sınıflandırmaktayım.

ANTİMADDENİN KURUCUSU

Antimadde nedir? Doğanın iyi bir neden olmadan evrendeki atomaltı parçacıkların sayısını iki katına çıkartması garip görünmektedir. Doğa genellikle epeyce tutumludur, fakat şimdi antimaddenin varlığını öğrendiğimize göre, doğa bize son derece gereksiz ve savurgan davranmış gibi gelmektedir. Ve eğer antimadde varsa, anti evrenler de var olabilir mi?

Bu soruların yanıtını bulabilmek için antimaddenin kendisinin kökenini araştırmak gerekir. Aslında antimaddenin keşfi 1928 yılına, yirminci yüzyılın en mükemmel fizikçilerinden biri olan Paul Dirac'ın öncü çalışmalarına kadar uzanmaktadır. O sırada Dirac, bir zamanlar Newton'un, şimdi de Stephen Hawking'in oturduğu Lucas kürsüsünde oturmaktaydı. 1902 yılında doğmuş olan Dirac, kuantum devriminin gerçekleştiği 1925 yılında uzun boylu, sırım gibi, yirmili yaşlarının başlarında olan bir adamdı. O sırada elektrik mühendisliği tahsili yapıyor olmasına karşın, kuantum kuramının açığa çıkarttığı deprem dalgasına kapılıvermişti.

Kuantum kuramı, elektron gibi parçacıkların birer nokta benzeri parçacık olarak değil, Schrödinger'in tanınmış dalga denklemi tarafından tanımlanan bir tür dalga olarak tarif edilebileceği fikrine dayanmaktaydı. (Dalga, parçacığı o noktada bulabilme olasılığını temsil etmektedir).

Ancak Dirac, Schrödinger'in denkleminde bir hata olduğunu fark etti. Bu denklem, yalnızca düşük hızlarda hareket eden elektronları tanımlamaktaydı. Yüksek hızlarda denklem bozulmaktaydı, çünkü yüksek hızda hareket eden nesnelerin yasalarına, yani Albert Einstein'ın görelilik yasalarına itaat etmiyordu.

Genç Dirac, Schrödinger denklemini görelilik kuramını kapsayacak şekilde yeni baştan düzenleme görevini üstlendi. 1928 yılında Schrödinger denklemi için Einstein'ın görelilik kuramına tam olarak itaat eden radikal bir değişiklik önerdi. Fizik dünyası afallamıştı. Dirac, elektron için görelilik ile ilgili meşhur denklemini tamamen spinör adı verilen yüksek matematik nesneleriyle çalışarak elde etmişti. Bir matematik garabeti, birdenbire bütün evrenin en önemli parçası haline gelmekteydi. (Kendisinden önce yaşayan ve fizik alanındaki büyük buluşların deneysel verilere dayanması gerektiği konusunda ısrar eden pek çok fizikçinin aksine Dirac, tamamen zıt bir strateji benimsemişti. Ona göre, yeterince güzel olmak koşuluyla saf matematik, büyük buluşlara giden kesin yoldu. "İnsanın denklemlerinin deneylerle uyumlu olmasındansa güzelliğe sahip olması daha önemlidir . . . Öyle görünüyor ki eğer kişi denklemlerinde güzelliği sağlamak gibi bir bakış açısıyla çalışıyorsa ve eğer sağlam bir sezgiye sahipse, kesinlikle ilerleme sağlayacaktır").

Dirac, elektron için yeni denklemini geliştirmek için çalışırken, Einstein'ın meşhur $E = mc^2$ denkleminin tam anlamıyla doğru olmadığını fark etti. Madison Caddesi'ndeki reklamlarda, çocuk tişörtlerinde, çizgi filmlerde ve hatta süper kahramanların elbiselerinde bol bol yazılı olsa da, Einstein'ın denklemi yalnızca kısmen doğrudur. Doğru denklemin $E = \pm mc^2$ olarak yazılması gerekir. (Bu eksi işaretinin ortaya çıkış nedeni, belli bir terimin karekökünü almak zorunda oluşumuzdur. Bir terimin karekökünün alınması, daima artı veya eksi bir belirsizlik yaratır).

Fakat, fizikçiler negatif enerjiden nefret eder. Fizikte bir nesnenin daima en küçük enerji durumuna geçme eğilimi olduğu şeklinde bir aksiyom vardır (suyun daima en alçak düzey olan deniz düzeyini aramasının nedeni budur). Madde daima en düşük enerji düzeyine indiği için, negatif enerji olasılığı yıkıcı bir olasılıktı. Bütün elektronların eninde sonunda sonsuz negatif enerjiye doğru gideceği anlamına gelmekteydi, dolayısıyla Dirac'ın kuramı kararsız hale gelecekti. Dirac, bu nedenle "Dirac denizi" kavramını icat etti. Kafasında bütün negatif enerji durumlarının zaten işgal edilmiş olduğunu, dolayısıyla bir elektronun negatif enerjiye inemeyeceğini canlandırıyordu. Dolayısıyla evren, kararlıydı. Ayrıca, bir gama ışını arada sırada negatif enerji durumunda bekleyen bir elektrona çarpabilir ve onu bir pozitif enerji durumuna itebilirdi. Bu durumda gama ışınının bir elektrona dönüştüğünü ve Dirac denizinde bir "delik" açıldığını görürdük. Bu delik, vakum içindeki bir baloncuk gibi davranırdı; yani, pozitif bir yüke ve orijinal elektronla aynı kütleye sahip olurdu. Başka bir deyişle delik, bir anti elektron gibi davranırdı. Böylece bu resimde antimadde, Dirac denizindeki "baloncuklardan" meydana gelirdi.

Dirac'ın bu şaşırtıcı öngörüde bulunmasının yalnızca birkaç yıl ardından Carl Anderson anti elektronu gerçekten keşfetti (ve Dirac, 1933 yılında Nobel Ödülü aldı).

Başka bir deyişle antimadde vardır, çünkü Dirac denkleminin biri madde için, diğeri antimadde için olmak üzere iki çözümü bulunur. (Ve bu da, özel göreliliğin sonucudur).

Dirac denklemi yalnızca antimaddenin varlığını öngörmekle kalmadı, elektronun "dönüşünü" de öngördü. Atomaltı parçacıklar, dönen bir topaca çok benzer şekilde dönebilirler. Elektronun dönüşü ise, modern elektroniğin temelini oluşturan transistör ve yarı iletkenlerde elektron akışını anlamak açısından çok önemlidir. Stephen Hawking, Dirac'ın denkleminin patentini almamış olmasına üzülmektedir. "Eğer Dirac, denkleminin patentini almış olsaydı bir servet sahibi olurdu. Her televizyondan, Walkman'den, video oyunundan ve bilgisayardan bir telif hakkı alırdı" diye yazmaktadır.

Bugün Dirac'ın meşhur denklemi Isaac Newton'un mezarından çok uzak olmayan Westminster Abbey'in taşlarına kazınmıştır. Bu denklem, belki de dünyada bu özel şerefe nail olan tek denklemdir.

DIRAC VE NEWTON

Dirac'ın devrim yaratan bu denklemi ve antimadde kavramını nereden bulup çıkardığını anlamaya çalışan bilim tarihçileri, onu sık sık Newton ile karşılaştırmıştır. Newton ve Dirac'ın bazı benzerlikler taşıması, gariptir. Her ikisi de Cambridge Üniversitesi'nde çığır açıcı çalışmalarını yaptıkları sırada yirmili yaşlarındaydılar, her ikisi de matematik alanında uzmandı ve her ikisi de bir diğer kesin özelliği paylaşmaktaydı: Patoloji düzeyine kadar ulaşmış bir sosyal beceri yokluğu. Her ikisinin de sohbet etme ve basit sosyal incelik yeteneklerinden mahrum oluşu, meşhurdu. Fena halde çekingen olan Dirac kendisine doğrudan sorulmadığı takdirde bir şey söylemezdi ve o zaman da "evet", "hayır" veya "bilmem" diye yanıtlardı.

Dirac, ayrıca son derece mütevazıydı ve ünlü olmaktan hiç hoşlanmazdı. Fizik dalında Nobel Ödülü kazandığı zaman, bunun getireceği şöhret ve zahmet nedeniyle ödülü geri çevirmeyi ciddi olarak düşünmüştü. Fakat Nobel Ödülü'nü geri çevirmenin daha fazla şöhret kazandıracağı kendisine anlatılınca, ödülü almaya karar vermişti.

Newton'un garip kişiliği hakkında cıva zehirlenmesinden zihinsel hastalığa kadar değişen çeşitli varsayımlar içeren ciltler dolusu kitap yazılmıştır. Ancak, kısa bir süre önce Cambridge'li psikolog Simon Baron-Cohen tarafından hem Newton ve hem de Dirac'ın garip kişiliklerini açıklayabilecek yeni bir kuram ortaya atılmıştır. Baron-Cohen, her ikisinin de muhtemelen *Yağmur Adam* filmindeki aptal dahi gibi, otizme yakın bir bozukluk olan Asperger sendromunu taşıdığını öne sürmektedir. Asperger sendromuna sahip olanların az konuştuğu, sosyal açıdan beceriksiz olduğu ve bazen muazzam hesap yeteneğine

sahip olduğu bilinmektedir, fakat otistik bireylerin aksine onlar toplumda bir işleve sahip olabilir ve üretken işlerde çalışabilirler. Eğer bu kuram doğruysa Newton ve Dirac'ın mucizevi hesap gücü, insanlığın geri kalan kısmından sosyal açıdan ayrı olmak gibi bir bedel karşılığında elde edilmiş demektir.

ANTİ KÜTLEÇEKİMİ VE ANTİ EVRENLER

Şimdi, Dirac'ın kuramından yararlanarak bir sürü soruyu yanıtlayabiliriz: Kütleçekiminin antimadde karşılığı nedir? Anti evrenler var mıdır?

Daha önce gördüğümüz gibi, anti parçacıklar sıradan maddeye göre zıt yüke sahiptir. Ancak, hiçbir yük taşımayan parçacıklar (örneğin bir ışık parçacığı olan foton veya kütleçekimi parçacığı olan graviton), kendi kendilerinin anti parçacığı olabilirler. Kütleçekiminin kendi antimaddesi olduğunu görüyoruz; başka bir deyişle kütleçekimi ve anti kütleçekimi aynı şeydir. Dolayısıyla antimaddenin kütleçekimi altında yukarıya değil, aşağıya düşmesi gerekir. (Fizikçiler buna evrensel olarak inanmaktadır, fakat aslında laboratuvarda hiçbir zaman gösterilememiştir).

Dirac'ın kuramı, derin sorulara da yanıtlar vermektedir: Doğa, antimaddeye neden izin veriyor? Bu, anti evrenlerin de var olduğu anlamına mı gelir?

Bazı bilim kurgu hikâyelerinde baş kahraman, dış uzayda Dünya benzeri yeni bir gezegen keşfeder. Aslına bakılacak olursa yeni gezegen Dünya ile her bakımdan aynıdır, fakat her şey antimaddeden yapılmıştır. Bu gezegende antimadde çocukları bulunan ve anti şehirlerde yaşamakta olan anti ikizlerimiz vardır. Anti kimya yasaları kimya yasaları ile aynı olduğu, yalnızca yükler yer değiştirdiği için, böyle bir dünyada yaşamakta olan insanlar antimaddeden yapılmış olduklarını asla bilmeyecektir. (Fizikçiler buna ters yüklü (C-reversed - ters C) evren adını vermektedir, çünkü bu anti evrende bütün yükler tersine dönmüştür, fakat diğer her şey aynıdır).

Başka bilim kurgu hikâyelerinde bilim insanları dış uzayda Dünya'nın bir ikizini keşfederler, fakat bu bir ayna evrendir, yani her şeyin sağı ile solu yer değiştirmiştir. Herkesin kalbi sağ taraftadır ve insanların çoğunluğu solaktır. Sağı solu yer değiştirmiş bir ayna evrende yaşadıklarını asla bilmeden hayatlarını sürdürmektedirler. Fizikçiler böyle bir ayna evrene ters pariteli (P-reversed - ters P) evren adı vermektedir.

Bunlar gibi antimadde ve ters pariteli evrenler gerçekten var olabilir mi? Fizikçiler ikiz evrenler konusundaki soruları çok ciddiye almaktadırlar, çünkü bütün atomaltı parçacıklarımızın yüklerini ters çevirdiğimiz veya sol-sağ yönlenmesini ters döndürdüğümüz zaman, Newton'un ve Einstein'ın denklemleri aynı kalmaktadır. Dolayısıyla, ters yüklü ve ters pariteli evrenler, ilke olarak mümkündür.

Nobel Ödülü sahibi Richard Feynman, bu evrenler hakkında ortaya ilgi çekici bir soru getirmiştir. Diyelim ki günün birinde uzak bir gezegende yaşayan uzaylılarla radyo teması kurduk, fakat onları görememekteyiz. Onlara "sol" ve "sağ" arasındaki farkın ne olduğunu radyo vasıtasıyla anlatabilir miyiz? Eğer fizik yasaları ters pariteli bir evrenin varlığına olanak sağlıyorsa, o zaman bu kavramları karşımızdakilere aktarmanın olanaksız olması gerekir.

Onun vardığı sonuca göre, vücutlarımızın şekli ve parmaklarımızın, kollarımızın ve bacaklarımızın sayısı gibi bazı şeylerin aktarılması kolaydır. Uzaylılara kimya ve biyoloji yasalarını dahi izah edebiliriz. Fakat onlara "sol" ve "sağ" (veya "saat yönü" ve "saat yönünün tersi") kavramlarını açıklamaya kalkarsak, her seferinde başarısız oluruz. Onlara kalbimizin vücudumuzun sol tarafında olduğunu, Dünya'nın hangi yönde döndüğünü veya bir DNA molekülünün ne şekilde sarmal oluşturduğunu anlatmayı asla başaramayız.

Dolayısıyla, her ikisi de o sırada Columbia Üniversitesi'nde çalışmakta olan C. N. Yang ve T. D. Lee el üstünde tutulan bu önermenin geçersizliğini kanıtladıkları zaman, bir şok etkisi yarattı. Bu iki bilim adamı, atomaltı parçacıkların özelliklerini inceleyerek ayna evrenin var olamayacağını gösterdi. Devrim

niteliğindeki bu sonucu öğrenen bir fizikçi, "Tanrı bir yanlışlık yapmış olmalı" demişti. İnançları kökünden sarsan ve "paritenin bozulması" olarak adlandırılan bu sonuç dolayısıyla Yang ve Lee 1957 Nobel Fizik Ödülü'nü aldılar.

Feynman için bu sonuç, radyo aracılığı ile uzaylılarla konuştuğunuz takdirde, solak ve sağlak evrenler arasındaki farkı yalnızca radyodan yararlanarak anlayabilmenize olanak sağlayacak bir deney hazırlama olasılığının var olduğu anlamına gelmekteydi. (Örneğin, radyoaktif Kobalt-60'tan çıkan elektronlardan saat yönüne ve saat yönünün tersine dönenlerin sayıları eşit değildir, aslında tercih edilen bir yönde dönerler, dolayısıyla pariteyi bozarlar).

Bunun ardından Feynman, uzaylılar ile insanlar arasında nihayet tarihi bir karşılaşmanın gerçekleştiğini hayalinde canlandırdı. Biz, ilk karşılaştığımızda uzaylılara el sıkışmak üzere sağ ellerini uzatmalarını söylüyoruz. Eğer uzaylılar gerçekten sağ ellerini uzatırlarsa, "sağ-sol" ve "saat yönü-saat yönünün tersi" kavramlarını aktarmakta başarılı olduğumuzu anlarız.

Fakat Feynman, rahatsız edici bir düşünceyi seslendirdi. Eğer uzaylılar sağ ellerini değil de sol ellerini uzatırlarsa ne olurdu? Bu, bizim ölümcül bir hata yaptığımız, "sol" ve "sağ" kavramını aktarmakta başarısız olduğumuz anlamına gelirdi. Hatta daha da kötüsü, bu, uzaylının antimaddeden yapılmış olduğu ve bütün deneyleri ters yönde yaptığı ve dolayısıyla "sol" ile "sağ" kavramlarını birbirine karıştırdığı anlamına gelirdi. Bu, el sıkıştığımız zaman havaya uçacağımız anlamına gelirdi.

Bu, 1960'lı yıllara kadar sahip olduğumuz anlayıştı. Kendi evrenimiz ve her şeyin antimaddeden yapılmış ve ters pariteli bir evren arasındaki farkı anlamak mümkün değildi. Eğer parite ve yükün *ikisini birden* ters çevirirseniz, ortaya çıkan evren fizik yasalarına itaat ederdi. Tek başına parite bir şey ifade etmezdi, fakat yük ve parite hâlâ evren için yeterli bir simetriydi. Dolayısıyla ters CP bir evrenin var olması, hâlâ mümkündü.

Bu demekti ki, eğer uzaylılarla telefonda konuşuyor olsaydık, sıradan bir evrenle hem ters pariteli ve hem de ters yüklü bir evren (yani sol ve sağın yer değiştirdiği ve bütün maddenin

antimaddeye dönüştüğü) bir evren arasındaki farkı anlayamazdık.

Sonra, 1964 yılında fizikçiler ikinci bir şokla karşı karşıya kaldılar: Ters yüklü ve ters pariteli bir evren var olamazdı. Eğer radyo vasıtasıyla ters yüklü ve ters pariteli başka bir evrenle görüşmekteyseniz atomaltı parçacıkların özelliklerini incelemek suretiyle sol-sağ, saat yönü-saat yönünün tersi arasındaki farklılıkları anlamanız hâlâ mümkündü. James Cronin ve Val Fitch, bu sonuçla 1980 yılında Nobel Ödülü'nü kazandılar.

(Ters CP evrenlerin fizik yasalarıyla uyumsuz olduğu gösterildiği zaman fizikçilerin çoğunun keyfi kaçmış olsa da, bir kez daha düşünüldüğü zaman bu keşfin daha önce tartıştığımız gibi iyi bir şey olduğu görülmektedir. Eğer bir ters CP evren olası olsaydı, başlangıçtaki Büyük Patlama'nın tam olarak aynı miktarda madde ve antimaddeyi kapsaması ve dolayısıyla yüzde yüz yok oluş gerçekleşmesi gerekirdi ve bizim atomlarımızın var olması olanaksız olurdu! Eşit olmayan miktarlardaki madde ve antimaddenin birbirini yok etmelerinden geriye kalan artıklar olarak bizim var oluşumuz, CP ihlalinin kanıtıdır).

Ters dönmüş anti evrenler var olabilir mi? Bunun yanıtı evet'tir. Ters pariteli ve ters yüklü evrenler mümkün olmasa da bir anti evren hâlâ mümkündür, fakat bu garip bir evren olacaktır. Eğer yükleri, pariteyi *ve zamanın geçişini* tersine döndürürsek, ortaya çıkan evren fiziğin bütün yasaları ile uyumlu olacaktır. Ters CPT evrenlerin varlığı, mümkündür.

Zamanın ters dönüşü, tuhaf bir simetridir. Ters T bir evrende sahanda yumurtalar yemek tabağından zıplar, sahanın içine yerleşir, sonra sahandan fırlayarak yumurtanın içine girer ve kabuğun kırıkları kapanır. Ölülerin cesetleri ayaklanır, gençleşir, bebekliğine döner ve annelerinin rahmine geri döner.

Sağduyu, ters T evrenin var olamayacağını bize söylemektedir. Ancak, atomaltı parçacıkların matematiksel denklemlerinin söylediği, bunun tam tersidir. Newton'un yasaları hem ileriye ve hem de geriye doğru mükemmel şekilde işlemektedir. Bir bilardo maçını kaydettiğinizi varsayın. Topların her çarpışması Newton'un hareket yasalarına uymaktadır; böyle bir kaydın

oynatılması garip bir oyun görüntüsü yaratacaktır, fakat Newton yasalarına göre bu, mümkündür.

Kuantum kuramında işler biraz daha karmaşıktır. Zamanın ters dönmesi, kendi içinde kuantum mekaniğinin yasalarına ters düşer, fakat tam olarak ters CPT bir evrene izin vardır. Bu, sol ve sağın yer değiştirdiği, maddenin antimaddeye dönüştüğü ve zamanın geriye doğru aktığı bir evrenin fizik yasaları ile uyumlu, tamamen kabul edilebilir bir evren olduğu anlamına gelmektedir.

(Ne yazık ki böyle bir ters CPT evrenle iletişim kurmamız mümkün değildir. Eğer gezegenlerinde zaman geriye doğru akmakta ise, radyo vasıtasıyla onlara söylediğimiz her şey geleceklerinin bir parçası olacaktır ve böylece onlara söylediğimiz her şeyi daha ağzımızdan çıkar çıkmaz unutacaklardır. Bu nedenle, fizik yasaları her ne kadar ters CPT bir evrene olanak sağlamakta ise de, ters CPT herhangi bir uzaylıyla radyo üzerinden görüşmemiz mümkün değildir).

Özet olarak, eğer yeterli miktarda antimadde Dünya üzerinde üretilebilir veya uzayda bulunabilirse, antimadde motorları uzak bir gelecekte yıldız gemilerine güç sağlamak açısından bize gerçekçi bir olasılık sağlayabilir. CP ihlali nedeniyle madde ile antimadde arasında hafif bir dengesizlik mevcuttur ve bu da antimadde ceplerinin hâlâ var olduğu ve antimaddelerin toplanabileceği anlamına gelebilir.

Ancak, antimadde motorları konusundaki teknik zorluklar nedeniyle bu teknolojinin geliştirilmesi bir yüzyıl veya daha fazla sürebilir, bu da onu I. sınıf bir olanaksızlık haline getirir.

O zaman başka bir soruyu ele alalım: Binlerce yıl sonraki gelecekte ışıktan hızlı yıldız gemileri gerçek olabilir mi? Einstein'ın meşhur "Hiçbir şey ışıktan hızlı olamaz" hükmünün boşlukları var olabilir mi? Yanıt, şaşırtıcı olsa da, evet'tir.

II

2. Sınıf
Olanaksızlıklar

11
Işıktan Hızlı

[Yaşamın] Eninde sonunda galaksiye ve ötesine
yayılması, epeyce akla yatkındır.
Dolayısıyla yaşam, şu anda öyle olsa da,
evrende nadiren görülen önemsiz bir durum olma
özelliğini daima taşımayabilir.
Aslında, bu bana cazip bir fikir gibi geliyor
- KRALİYET GÖKBİLİMCİSİ SIR MARTIN REES

Işıktan hızlı yol almak mümkün olmadığı gibi,
arzu edilen bir şey de değildir, çünkü insanın
şapkası hep uçar.
- WOODY ALLEN

YILDIZ SAVAŞLARI'nda *Millenium Falcon* içinde kahramanlarımız Luke Skywalker ve Han Solo ile birlikte çöl gezegeni Tatooine'den kalkış yaparken, gezegenin etrafında devriye uçuşu yapan tehditkâr imparatorluk savaş gemileri ile karşılaşır. İmparatorluğun savaş gemileri, kahramanlarımızın gemisine sürekli olarak güç kalkanını delip geçen korkunç bir lazer atışı barajı uygular. *Millenium Falcon*'un silahları yetersiz kalmıştır. Başa çıkılmaz bu lazer ateşi karşısında Han Solo, tek kurtuluş ümitlerinin "hiper uzay" içine girmek olduğunu haykırır. Hiper motorlar tam zamanında çalışır. Etraflarındaki yıldızların hepsi birdenbire birbirlerine yaklaşarak göz kamaştıran ışık çiz-

gileri halinde ekranın ortasına doğru kayar. Bir delik açılır, *Millenium Falcon* bu deliğin içinden geçer, hiper uzaya ve özgürlüğe ulaşır.

Bilim kurgu mu? Şüphesiz. Fakat bu, bilimsel gerçeklere dayanıyor olabilir mi? Belki. Işıktan hızlı yolculuk, daima bilim kurgunun temel malzemelerinden biri olmuştur, fakat son zamanlarda fizikçiler bu olasılığı ciddi olarak düşünmeye başlamıştır.

Einstein'e göre ışık hızı, evrendeki kesin hız sınırıdır. Yalnızca patlayan yıldızların merkezinde veya Büyük Patlama'da karşılaşılan enerjileri yaratabilen en güçlü atom parçalayıcılarımız dahi, atomaltı parçacıkları ışık hızından daha büyük bir hızla fırlatamaz. Görünüşe bakılacak olursa, ışık hızı evrendeki nihai trafik polisidir. Eğer böyleyse, uzaktaki galaksilere ulaşma konusundaki bütün ümitlerimiz suya düşmüş görünmektedir.

Belki de düşmemiştir...

Başarısız Einstein

Genç fizikçi Albert Einstein'ın Isaac Newton'dan sonra gelmiş geçmiş en büyük fizikçi olarak takdir edileceği, 1902 yılında hiç de belli olmuyordu. Aslına bakılacak olursa 1902 yılı, Einstein'ın yaşamının en düşük noktasını temsil ediyordu. Yeni mezun bir Ph.D. öğrencisi olarak bir öğretmenlik işi elde etmek amacıyla başvurduğu her üniversiteden hayır yanıtı almıştı. (Daha sonra, belki de derslerini sürekli olarak asmasının intikamını almak amacıyla Profesör Heinrich Weber'in kendisi için korkunç tavsiye mektupları yazdığını öğrenmişti). Üstelik, Einstein'ın annesi, onun çocuğunu taşımakta olan kız arkadaşı Mileva Maric'e şiddetli şekilde karşı çıkmaktaydı. İlk kızları Lieserl, gayri meşru bir çocuk olarak doğacaktı. Genç Albert, arada sırada bulduğu işlerde de başarısız olmaktaydı. Bulduğu özel ders işi de, kovulması nedeniyle birdenbire sona ermişti. Yazdığı üzüntülü mektuplarda yaşamını kazanmak için bir satıcı olmaktan bahsetmek-

teydi. Hatta ailesine yazdığı bir mektupta belki de hiç doğmamış olmasının daha iyi olacağını, çünkü ailesi için büyük bir yük olduğunu ve yaşamda başarılı olmak için hiçbir ümit taşımadığını dahi söylemişti. Babası öldüğü zaman, kendisinin tam anlamıyla bir başarısızlık örneği olduğunu düşünerek öldüğü için utanç duymuştu.

Bütün bunlara karşın, Einstein'ın şansı yine o yıl döndü. Bir arkadaşı, ona İsviçre Patent Ofisi'nde bir memurluk ayarlamıştı. Einstein, bu basit konumda çalışırken, modern tarihin en büyük devrimini hazırlayacaktı. Masasının üstüne gelen patentleri çabucak inceliyor ve daha sonra da çocukluğundan beri onu düşündüren fizik problemleri üzerinde düşünerek uzun saatler geçiriyordu.

Dehasının sırrı neydi? Belki de dehasının ipuçlarmdan biri, salt matematiksel olarak değil de, fiziksel resimler (örneğin hareket eden trenler, hızlı çalışan saatler, esnetilen kumaşlar) halinde düşünebilmesiydi. Einstein bir zamanlar, bir çocuğa açıklanamayan bir kuramın muhtemelen işe yaramaz olduğunu söylemişti; yani, bir kuramın özünün bir fiziksel resim vasıtasıyla ifade edilebilmesi şarttı. Sayısız fizikçi, hiçbir yere varmayan bir matematik çalılığının içerisinde neredeyse kayboluyordu. Fakat tıpkı kendisinden önce Newton'un olduğu gibi Einstein da fiziksel resme tutkundu; matematik onun arkasından gelebilirdi. Newton için düşen elma ve Ay, fiziksel resimdi. Bir elmanın düşmesine yol açan kuvvetler ile Ay'a yörüngesinde yol gösteren kuvvetler aynı mıydı? Newton, yanıtın evet olduğuna karar verdiği zaman gökyüzünün en büyük gizeminin, göksel cisimlerin hareketinin üstünü örten tülü çekip kaldıran bir iş yapmış, evrenin matematiksel mimarisini yaratmıştı.

EINSTEIN VE GÖRELİLİK

Albert Einstein, meşhur özel görelilik kuramını 1905 yılında ortaya attı. Bu kuramın ortasında bir çocuğun dahi anlayabileceği bir resim yer almaktaydı. Einstein'ın kuramı, kaderi belirle-

yen o soruyu, bir ışık demeti ile yarışır ve onu yenersen ne olur sorusunu sorduğu on altı yaşından beri görmekte olduğu bir rüyanın doruk noktasıydı. Gençlik günlerinde Newton mekaniğinin nesnelerin Dünya üzerinde ve göklerdeki hareketini, Maxwell'in kuramının ise ışığı tanımladığını biliyordu. Bunlar, fiziğin iki ana direğiydi.

Einstein'ın dehasının özü, bu iki ana direğin birbirleri ile çeliştiğini anlamasında yatıyordu. İkisinden biri mutlaka devrilmeliydi.

Newton'a göre bir ışık demetiyle daima yarışabilir ve onu yenebilirdiniz, çünkü ışık hızının herhangi bir özelliği yoktu. Bu, ışık demetinin yarış sırasında sabit durması gerektiği anlamına gelmekteydi. Fakat Einstein, o zamana kadar tamamen durağan olan, yani donmuş bir dalgaya benzeyen bir ışık dalgasını hiç kimsenin görmediğini anlamıştı. Dolayısıyla, Newton'un kuramı pek bir anlam taşımamaktaydı.

En sonunda, Zürih'te Maxwell'in kuramı üzerinde çalışan bir üniversite öğrencisi olan Einstein, yanıtı buldu. Maxwell'in dahi bilmediği bir şeyi keşfetmişti: Siz ne kadar büyük bir hızla hareket ederseniz edin, ışık sabit bir hızla hareket ediyordu. Bir ışık demetine doğru da koşsanız, ondan uzaklaşacak şekilde de koşsanız, ışık aynı hızla yol almaktaydı, fakat bu özellik, sağduyu ile çelişmektedir. Einstein, çocukluğunda sorduğu sorunun yanıtını bulmuştu: Asla bir ışık demetinin yanı sıra yarışamazsınız, çünkü ne kadar hızlı koşacak olursanız olun, ışık sizden sabit bir hızla uzaklaşır.

Ancak, Newton mekaniği son derece zoraki bir sistemdi: Boşta duran bir ipliği çekermiş gibi, eğer varsayımları üzerinde en küçük bir değişiklik dahi yaparsanız, bütün kuram baştan aşağı çözülebilirdi. Newton'un kuramında zamanın geçişi, evrenin her yerinde tekdüzeydi. Dünya üzerindeki bir saniye, Venüs veya Mars üzerindeki bir saniye ile aynıydı. Aynı şekilde, Dünya üzerindeki bir metrelik çubuklar, Plüton üzerindeki bir metrelik çubuklarla aynı uzunluktaydı. Ancak, siz ne kadar hızlı hareket ediyor olursanız olun ışığın hızı daima sabit idiyse, uzay

ve zaman konusundaki anlayışımızın ciddi bir sarsıntı geçirmesi gerekiyordu. Işık hızının değişmezliğini koruyabilmek için uzay ve zamanda ciddi bozulmaların meydana gelmesi kaçınılmazdı.

Einstein'a göre eğer hızla giden bir roketin içerisindeyseniz, Dünya üzerinde bulunan bir kişiye göre roket içindeki zamanın geçişinin yavaşlaması gerekmekteydi. Zaman, ne kadar hızla hareket ettiğinize bağlı olarak farklı hızlarda akıyordu. Ayrıca, roketin içindeki uzay sıkışarak küçülürdü, dolayıyla metre çubuklarının boyu sizin hızınıza bağlı olarak değişirdi. Roketin kütlesi de artardı. Eğer rokete teleskoplarımızla bakıyor olsaydık, roketin içindeki saatlerin daha yavaş çalıştığını, insanların ağır çekimde hareket ettiğini, vücutlarının da yassılmış göründüğünü görürdük.

Aslına bakılacak olursa, eğer roket ışık hızı ile yolculuk yapıyor olsaydı, roketin içinde zaman durmuş gibi görünecek, roket küçülerek sıfır büyüklüğe ulaşacak, roketin kütlesi de sonsuz olacaktı. Bu gözlemlerin hiçbiri bir anlam ifade etmediği için, Einstein hiçbir şeyin ışık hızını aşamayacağını söylemişti. (Bir cisim ne kadar büyük bir hızla hareket ederse ağırlığı da o ölçüde artacağı için, enerji hareketi kütleye dönüşüyor demektir. Kütleye dönüşen enerjinin miktarını hesaplamak kolaydır ve birkaç satır yazarak tanınmış $E = mc^2$ eşitliğine ulaşırız).

Einstein'ın meşhur denklemini türetmesinden bu yana yapılan milyonlarca deney, onun devrim niteliğindeki görüşlerini kanıtlamış bulunmaktadır. Örneğin Dünya üzerindeki konumunuzu birkaç karış hassasiyetle gösteren GPS sistemi, görelilikten kaynaklanan düzeltmeler ilave edilmediği takdirde tamamen başarısız olurdu. (Ordu da GPS sistemine ihtiyaç duyduğu için Pentagon generallerinin dahi fizikçiler tarafından Einstein'ın görelilik kuramı konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir). Einstein'ın öngördüğü gibi, GPS üzerindeki saatler Dünya çevresinde döndükçe değişmektedir.

Bu kavramın en iyi şekilde anlaşılabilecek resmi, bilim insanlarının parçacıkları ışık hızına yakın hızlara ulaştırmak amacıy-

la kullandığı atom parçalayıcılarda görülmektedir. Devasa CERN hızlandırıcısında, yani İsviçre'nin Cenevre kenti dışındaki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda protonlar trilyonlarca elektron volt düzeyine kadar hızlandırılmakta ve ışık hızına çok yakın bir hızla hareket etmektedir.

Roketlerin hızı nadiren on binlerce kilometre ile ifade edilen hızları aşmakta olduğu için, bir roket bilimi uzmanı açısından ışık hızı sınırlaması henüz büyük bir sorun oluşturmamaktadır. Ancak, bir iki yüzyıl içinde roket uzmanları Dünya'dan 4 ışık yılı uzaklıkta bir yıldıza sondalar göndermeyi ciddi olarak düşünmeye başladığı zaman ışık hızı sınırlaması giderek bir sorun oluşturmaya başlayabilir.

Einstein'ın Kuramındaki Boşluklar

Bilim insanları, on yıllardır Einstein'ın meşhur kuramında delikler bulmaya çalıştılar. Bazı boşluklar bulunduysa da, çoğu pek bir işe yaramıyordu. Örneğin eğer birisi gökyüzüne bir el feneri tutacak olursa, ışık demeti ilke olarak ışık hızını aşabilir. El fenerinin görüntüsü birkaç saniye içerisinde ufukta bir noktadan onun tam karşısındaki başka bir noktaya, yüzlerce ışık yılını kapsayabilecek bir mesafeye gidebilir. Fakat bunun bir önemi yoktur, çünkü bu şekilde hiçbir bilgi ışıktan hızlı gönderilemez. Işık demetinin görüntüsü ışık hızını aşmıştır, fakat bu görüntü hiçbir enerji veya bilgi taşımamaktadır.

Aynı şekilde elimize bir makas alacak olursak, makasın iki tarafının birbirine temas ettiği noktanın hızı makasın ek yerinden uzaklaştıkça artacaktır. Hayalimizde bir ışık yılı uzunlukta bir makas canlandıralım. Makasın iki ucunu kapatırsak, değme noktası ışıktan daha hızlı hareket edebilir. (Değme noktası herhangi bir enerji veya bilgi taşımadığı için bunun önemli olmadığını tekrar belirtelim).

Benzer şekilde, Dördüncü Bölüm içinde bahsettiğim gibi, EPR deneyi ile bilgiyi ışıktan daha yüksek hızlarla göndermek mümkündür. (Bu deneyde iki elektronun uyum içinde titreştiği-

ni, sonra da birbirine zıt yönlere gönderildiklerini hatırlayacağız. Bu elektronlar eşevreli oldukları için ikisi arasında bilgi ışıktan daha hızlı şekilde gönderilebilir, fakat bu bilgi rastgele niteliktedir ve dolayısıyla işe yaramaz. Dolayısıyla, EPR makineleri uzak yıldızlara sonda göndermek amacıyla kullanılamaz).

Bir fizikçi için boşlukların en önemlisi, özel görelilik kuramından çok daha güçlü olan genel görelilik kuramını 1915 yılında ortaya atan Einstein'ın kendisinden gelmişti. Genel göreliliğin tohumları, Einstein'ın hayalinde bir atlıkarınca canlandırdığı sıralarda atılmıştı. Daha önce gördüğümüz gibi, nesneler ışık hızına yaklaştıkça boyutları küçülür. Ne kadar hızlı hareket ederseniz, o kadar fazla sıkışırsınız. Ancak, dönen bir diskte dış çevre, merkezden daha hızlı hareket eder. (Aslında merkez hemen hemen durağandır). Demek ki dış kenara yerleştirilen bir cetvelin boyunun kısalması gerekirken merkeze yerleştirilen bir cetvelin değişmeden kalması gerekecektir, yani atlıkarıncanın yüzeyi artık düz değil, kavislidir. Dolayısıyla hızlanma, atlıkarıncada uzay ve zamanın kavislenmesine yol açma etkisi yaratmaktadır.

Genel görelilik kuramında uzay-zaman, esneyip daralabilen bir kumaştır. Bu kumaş, belli koşullar altında ışıktan daha hızlı şekilde esneyebilir. Örneğin 13,7 milyar yıl önce evrenin doğmasını sağlayan Büyük Patlama'yı ele alalım. Evrenin başlangıçta ışıktan daha yüksek bir hızla genişlediğinin hesaplanması mümkündür. (Genişleyenin yıldızlar değil de boş uzay - yıldızlar arasındaki boşluk - olması nedeniyle bu durum, özel göreliliği ihlal etmez. Genişleyen uzay, hiçbir bilgi taşımamaktadır).

İşin önemli olan tarafı, özel göreliliğin yalnızca yerel olarak, yani sizin yakın çevreniz için geçerli olmasıdır. Uzay sondalarımızla doğruluğunu kontrol ettiğimiz gibi, özel görelilik yakın çevremizde (yani Güneş sisteminde) geçerlidir. Ancak, küresel olarak (yani evreni kapsayacak evrensel ölçeklerde) bunun yerine genel göreliliği kullanmamız gerekir. Genel görelilikte uzay-zaman bir kumaş oluşturur ve bu kumaş ışıktan hızlı şekilde esneyebilir. Bu kumaş, kişinin uzay ve zaman üzerinde kestirme

yollar bulmasını sağlayan "uzay deliklerine" de olanak sağlamaktadır.

Bu uyarılar göz önüne alındığı takdirde ışıktan hızlı hareket etmenin yollarından biri, belki de genel göreliliği devreye sokmak olacaktır. Bu, iki şekilde yapılabilir.

1. *Uzayı esnetmek*: Eğer arkanızda kalan uzayı esnetecek ve önünüzdeki uzaya temas edecek olursanız, ışıktan daha hızlı hareket ettiğiniz yanılgısına kapılabilirsiniz. Aslında hiç hareket etmemişsinizdir. Fakat uzayın şekli bozulduğu için bu, uzak yıldızlara göz açıp kapatıncaya kadar ulaşabileceğiniz anlamına gelir.

2. *Uzayı yırtmak*: Einstein, 1935 yılında solucan deliği kavramını ortaya attı. Oxford'un kırsal kesimini Harikalar Ülkesi'ne bağlayan sihirli bir cihaz olan Alis'in aynasını gözünüzün önüne getirin. Solucan deliği, iki evreni birbirine bağlayan bir cihazdır. İlkokuldayken iki nokta arasındaki en kısa mesafenin düz bir çizgi olduğunu öğrenmiştik. Ancak bu her zaman doğru değildir, çünkü eğer bir sayfa kağıdı iki nokta birbirine dokununcaya kadar kıvırırsak, iki nokta arasındaki en kısa mesafenin aslında bir solucan deliği olduğunu görürüz.

Washington Üniversitesi'nden fizikçi Matt Visser'in söylediği gibi, "Görelilik toplumu, bilim kurgu aleminden ışıktan hızlı giden bir motor veya solucan delikleri gibi bir şey çıkartmak için neyin gerekli olacağını düşünmeye başlamış bulunmaktadır."

İngiltere Kraliyet Gökbilimcisi Sir Martin Rees, "Solucan delikleri, fazladan boyutlar ve kuantum bilgisayarlar evrenimizin tamamını eninde sonunda 'yaşayan bir evrene' dönüştürme olasılığı taşıyan kurgusal senaryolara olanak sağlamaktadır" demektedir.

ALCUBIERRE İTKİSİ VE NEGATİF ENERJİ

Uzayı esnetmenin en iyi örneği, fizikçi Miguel Alcubierre tarafından 1994 yılında Einstein'ın kütleçekimi kuramını kullanarak önerilen Alcubierre sürücüsüdür. Bu yöntem, *Uzay Yolu* dizisinde görülen itici sisteme epeyce benzemektedir. Böyle bir yıldız gemisinin pilotu, uzay aracı ışık sınırını aştığı zaman dahi her şeyin normal göründüğü bir balon (warp balonu -çarpıklık balonu- adı verilir) içerisinde oturmaktadır. Aslında pilot, hiç hareket etmediğini düşünecektir. Buna karşın warp balonunun ön tarafında uzay sıkıştıkça balonun dışındaki uzay-zamanda çok büyük bozulmalar meydana gelmektedir. Zamanda genleşme olmayacaktır, bu nedenle warp balonunun içinde zaman normal şekilde akmaktadır.

Alcubierre, bu çözümü bulmasında *Uzay Yolu*'nun yardımcı olmuş olabileceğini kabul etmektedir. "*Uzay Yolu*'ndaki insanlar sürekli olarak warp sürücüsünden, uzayı çarpıtma kavramından bahsetmekteydi" demektedir. "Uzayın ne şekilde çarpıtılabileceği veya çarpıtılamayacağı konusunda zaten elimizde bir kuram mevcuttu, bu da genel görelilik kuramıdır. Bu kavramları bir warp sürücüsünün nasıl çalışacağını görmek için kullanmanın bir yolu olması gerektiğini düşündüm." Bu, Einstein'ın denklemlerinden birisi için bulunan bir çözüme bir TV programının ilk kez ilham verişiydi.

Alcubierre, önerdiği yıldız gemisiyle yapılacak bir yolculuğun *Yıldız Savaşları*'ndaki Millenium Falcon ile yapılacak bir yolculuğa benzeyeceğini tahmin etmektedir. "Öyle zannediyorum ki, ona çok benzeyen bir deneyim yaşarlardı. Geminin önünde yıldızlar, hızla geçen uzun çizgilere dönüşürdü. Arkada ise, hiçbir şey görülemezdi -yalnızca karanlık- çünkü yıldızlardan gelen ışık onlara yetişecek kadar hızla yol alamazdı" demektedir.

Alcubierre sürücüsünün can alıcı noktası, uzay aracını ışıktan daha yüksek hızlarda ileri itmek için gerekli olan enerjidir. Fizikçiler normal olarak, daima ışıktan daha küçük bir hızla yol alacak bir yıldız gemisini harekete geçirmek için pozitif miktar-

da bir enerjiyle işe başlarlar. Işıktan daha yüksek hızlarda yolculuk etme olanağı sağlamak ve bu stratejinin ötesine geçebilmek için, yakıtın değiştirilmesi gereklidir. Basit bir hesap gösteriyor ki, bunun için evrenin en acayip varlıkları olan "negatif kütle" veya "negatif enerji" (eğer böyle bir şey var ise) gerekmektedir. Fizikçiler, negatif kütleyi ve negatif enerjiyi bilim kurgu diye niteleyerek geleneksel olarak göz ardı etmişlerdir. Fakat artık anlıyoruz ki ışıktan hızlı yolculuk için bunlar vazgeçilmez öğelerdir ve gerçekten var olabilirler de.

Bilim insanlarının doğada negatif enerji arayışları şimdiye kadar başarılı olmamıştır. (Antimadde ve negatif madde, birbirinden tamamen farklı iki şeydir. Bunlardan ilki vardır ve pozitif enerjili olup negatif yüke sahiptir. Negatif maddenin varlığı bugüne kadar kanıtlanmamıştır). Negatif madde epeyce garip bir şey olurdu, çünkü herşeyden daha hafif olurdu. Aslında, havada yüzerdi. Eğer negatif madde evrenin ilk zamanlarında var idiyse, dış uzaya doğru gitmiş olması gerekir. Gezegenlerin çekimine kapılıp yüzeye çarpan meteorların aksine, negatif madde gezegenlerden uzaklaşırdı. Yıldızlar ve gezegenler gibi büyük cisimler tarafından çekilmez, itilirdi. Dolayısıyla, negatif madde var olsa bile, onu ancak dış uzayda bulmayı ümit edebiliyoruz, kesinlikle Dünya üzerinde değil.

Dış uzayda negatif madde bulmak konusunda yapılan önerilerden biri, "Einstein mercekleri" denilen olaydan yararlanmaktır. Genel görelilik uyarınca, bir yıldızın veya galaksinin çevresinden geçen ışığın yolu kütleçekimi dolayısıyla bükülür. Einstein, 1912 yılında (daha genel göreliliği tam olarak geliştirmeden önce) bir galaksinin bir teleskop merceği gibi etki yaratabileceğini öne sürmüştü. Uzaktaki bir nesneden gelirken yakın bir galaksinin çevresinden geçen ışık, bir mercekten geçermişçesine yakınsaklaşır, en sonunda Dünya'ya ulaştığı zaman karakteristik bir halka şekli oluşturur. Bu olaya şimdi "Einstein halkaları" adı verilmektedir. Bu Einstein halkalarının ilki, dış uzayda 1979 yılında gözlemlenmiştir. O zamandan bu yana Einstein mercekleri, gökbilimciler için vazgeçilemeyecek kadar önemli

bir araç olmuştur. Örneğin, bir zamanlar dış uzayda bir "karanlık madde" belirlemenin olanaksız olduğu düşünülürdü. (Karanlık madde görünmeyen fakat ağırlığı olan gizemli bir maddedir. Galaksilerin çevresini sarar ve belki de evrendeki görülebilen sıradan maddeden on kat fazla bulunur.) Ancak tıpkı camın ışığı kırması gibi karanlık madde de içinden geçen ışığın yolunu büktüğü için, NASA bilim insanları karanlık maddenin haritasını çıkartmayı başarmıştır.

Dolayısıyla, dış uzayda solucan deliklerini ve negatif maddeyi araştırmak için Einstein merceklerinin kullanılabilir olması gerekmektedir. Bunların ışığı Hubble Uzay Teleskopu tarafından görülebilecek kadar özgün bir şekilde bükebilmesi gerekir. Şimdiye kadar Einstein mercekleri dış uzayda negatif madde veya solucan deliği görüntüsü tesbit etmemiştir, fakat arayış devam etmektedir. Eğer Hubble Uzay Teleskopu günün birinde Einstein merceklerinden yararlanarak negatif maddenin veya solucan deliklerinin varlığını algılarsa, bu olay fizikte bir şok dalgası yaratacaktır.

Negatif enerji, negatif maddeden farklıdır, gerçekten vardır, fakat küçük miktarlarda bulunur. Hendrik Casimir, kuantum kuramının yasalarını kullanarak 1933 yılında garip bir öngörüde bulunmuştu. Birbirine paralel iki yüksüz metal plakanın, sanki sihirliymiş gibi birbirlerini çekeceğini ileri sürüyordu. Normal olarak paralel plakalar sabit durur, çünkü herhangi bir yük farkına sahip değildirler. Ancak, iki paralel plakanın arasındaki vakum boş değildir, var olmak ile olmamak arasında gidip gelen "sanal parçacıklar" ile doludur.

Elektron-anti elektron çiftleri, çok kısa süreler için yokluğun içinden çıkıverir ve sonra yok olup tekrar vakumun içinde kaybolurlar. Ne gariptir ki, bir zamanlar içinde hiçbir şey olmadığı zannedilen boş uzay, şimdi kuantum etkinlikleriyle çalkalanmaktadır. Normal olarak madde ve antimaddelerin az miktarda da olsa ortaya çıkması, enerjinin sakınımı ilkesine aykırı görünmektedir. Ancak, belirsizlik ilkesi nedeniyle bu minik aykırılıklar inanılmayacak kadar kısa ömürlüdür ve ortalamada enerji hâlâ korunmaktadır.

Casimir, sanal parçacıklar bulutunun vakum içinde bir basınç farkı yaratacağını bulmuştu. İki paralel plaka arasında sınırlanmış bir boşluk vardı, dolayısıyla basınç düşüktü. Ancak, plakalar dışındaki basınç sınırlanmamıştı ve daha büyüktü, dolayısıyla plakaları birbirine iten bir basınç farkı vardı.

Normal koşullar altında, bu plakalar birbirlerinden uzakta ve hareketsizken, sıfır enerji durumu ortaya çıkar. Fakat plakalar birbirine yaklaştıkça onlardan enerji elde edebilirsiniz. Böylece, plakaların kinetik enerjisi alındığı için, plakalardaki enerji sıfırdan daha küçüktür.

Bu negatif enerji 1948 yılında laboratuvarda gerçekten ölçülmüştü ve sonuçlar Casimir'in öngörülerini doğruluyordu. Dolayısıyla, negatif enerji ve Casimir etkisi artık bilim kurgu değil, kanıtlanmış gerçek olmuştu. Bununla beraber sorun, Casimir etkisinin çok küçük oluşunda yatmaktaydı; Bu enerjiyi laboratuvarda ölçmek için hassas, çok gelişmiş ölçüm aletleri gereklidir. (Genel olarak Casimir etkisi, plakalar arasındaki mesafenin ters dördüncü kuvveti ile doğru orantılıdır. Bu, aradaki mesafe azaldıkça enerjinin büyüyeceği anlamına gelir). Casimir etkisi, 1996 yılında Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'nda Steven Lamoreaux tarafından hassas şekilde ölçülmüştür ve çekim gücünün bir karıncanın ağırlığının 1/30.000'i kadar olduğu bulunmuştur.

Alcubierre, kuramını ilk önerdiğinden bu yana fizikçiler bazı garip özellikler keşfetti. Yıldız gemisinin içindeki insanların dış dünya ile ilişkileri nedensel olarak kopuktur. Yani canınız istediği zaman basit bir şekilde düğmeye basarak ışıktan daha hızlı yol alamazsınız. Baloncuğun dışıyla iletişim kuramazsınız. Düzenli bir sefer tarifesi uyarınca gelip geçen bir dizi tren gibi, uzay ve zamanın içinden geçen bir "otoyolun" önceden var olması gerekir. Bu bağlamda yıldız gemisi, yönünü ve hızını isteğe bağlı olarak değiştirebilen sıradan bir gemi olamaz. Aslında yıldız gemisi, önceden var olan, bükülmüş uzay-zamandan meydana gelen bir koridor boyunca akıp giden sıkıştırılmış bir uzay "dalgası" üzerinde yol alan bir yolcu otobüsü gibi olacaktır. Alcubierre, "Yol boyunca uzayı sizin için senkronize bir

şekilde değiştirecek bir dizi jeneratöre ihtiyacınız olacaktır" tahmininde bulunmaktadır.

Aslına bakılacak olursa Einstein'ın denklemleri için daha garip tipte çözümler de bulunabilir. Einstein'ın denklemleri, elinizde belli miktarda kütle veya enerji olduğu takdirde o kütle veya enerjinin uzay-zaman içinde ne kadar bir çarpıklık (bükülme) yaratacağını hesaplayabileceğinizi söylemektedir (tıpkı bir havuza attığınız taşın yaratacağı dalgaları hesaplayabileceğiniz gibi). Ancak, bu denklemleri geriye doğru da kullanabilirsiniz. *Alacakaranlık Kuşağı* dizisinde bulunan türden garip bir uzay-zaman ile işe başlayabilirsiniz. (Bu evrenlerde örneğin bir kapıyı açıp kendinizi Ay üzerinde bulabilirsiniz. Bir ağacın çevresinde koşup kendinizi zamanda geriye gitmiş, kalbiniz soldan sağa geçmiş bulabilirsiniz). Sonra, o garip uzay-zaman ile ilişkili madde ve enerji dağılımını hesaplayabilirsiniz. (Bu, eğer elinizde bir havuzun yüzeyindeki garip bir dalgalar topluluğu varsa, geriye doğru giderek o dalgaları üretecek olan taşların dağılımını hesaplayabileceğiniz anlamına gelir). Aslına bakılacak olursa Alcubierre, kendi denklemlerini bu şekilde türetmişti. Işıktan hızlı gitmekle uyumlu bir uzay-zaman ile işe başlamış, sonra geriye doğru giderek onu üretmek için gerekli enerjiyi hesaplamıştı.

Solucan Delikleri ve Kara Delikler

Uzayı esnetmenin yanı sıra, ışık sınırını aşmanın ikinci bir olası yolu da iki evreni birbirine bağlayan geçitler olan solucan delikleri vasıtasıyla uzayı yırtmaktır. Hayal dünyasında solucan deliği ifadesi ilk olarak Oxfordlu matematikçi Charles Dodgson tarafından, Levis Carroll mahlasıyla yazdığı *Alis Harikalar Diyarında* adlı kitapta kullanılmıştır. Alis'in Aynası, Oxford kırlarını Harikalar Ülkesi'nin sihirli dünyası ile bağlayan bir solucan deliğidir. Alis, elini aynaya sokmasıyla beraber bir anda bir evrenden diğerine taşınmaktadır. Matematikçiler bunları "çoklu bağlantılı alanlar" olarak adlandırmaktadır.

Fizikte solucan delikleri kavramı 1916 yılına, Einstein'ın destansı genel görelilik kuramını yayımlamasından bir yıl sonrasına kadar uzanmaktadır. O sıralarda Kayzer ordusunda görev yapmakta olan fizikçi Karl Schwarzschild, Einstein'ın denklemlerini nokta benzeri bir yıldız için tam olarak çözmeyi başarmıştı. Yıldızdan uzakta, kütleçekimsel alan sıradan bir yıldızınkine çok benzerdi ve aslında Einstein, bir yıldızın etrafındaki sapmayı hesaplamak için Schwarzschild'in denklemini kullanmıştı. Schwarzschild'in çözümü astronomi üzerinde derhal ve çok belirgin bir etki yarattı ve günümüzde dahi Einstein'ın denklemleri için en iyi tanınan çözümlerden biridir. Fizikçiler, belirli bir çapa sahip olan gerçek bir yıldızın çevresindeki kütleçekimsel alana bir yaklaşım sağlamak amacıyla noktaya benzeyen bu yıldızın çevresindeki kütleçekimsel alanı nesiller boyu kullanmıştır.

Ancak, eğer nokta benzeri bu çözümü ciddiye aldığınız takdirde, bunun ortasında fizikçileri neredeyse bir yüzyıl boyunca sarsmış ve şaşırtmış olan nokta benzeri devasa bir nesne – bir kara delik – bulunmaktadır. Nokta benzeri bir yıldızın kütleçekimi için Schwarzschild'in bulduğu çözüm, bir Truva Atı gibidir. Dışardan bakıldığı zaman göklerden gelen bir hediye gibi görünmektedir, fakat içinde her türden şeytanlar ve hayaletler kaynaşmaktadır. Yine de, eğer birini kabul ederseniz, öbürünü de kabul etmek zorundasınız. Schwarzschild'in çözümü, nokta benzeri bu yıldıza yaklaştığınız zaman garip şeylerin meydana geldiğini göstermektedir. Yıldızın çevresinde geriye dönüşü olmayan bir nokta olan, görünmeyen ("olay ufku" adı verilen) bir küre bulunur. Tıpkı bir ıstakoz kafesi gibi her şey içeri girebilir fakat hiçbir şey dışarı çıkamaz. Bir kez olay ufkunu geçerseniz, asla geri dönemezsiniz. (Olay ufkunun içine girdiğiniz zaman tekrar dışarı çıkabilmek için ışıktan daha hızlı hareket etmeniz gerekir, bu da mümkün değildir).

Olay ufkuna yavaş yavaş yaklaştıkça akıntının kuvvetiyle atomlarınız esnemeye başlar. Ayaklarınız, başınızın hissettiğinden çok daha büyük bir çekim hisseder, bu nedenle önce "spagettiye döner", sonra da parçalanırsınız. Aynı şekilde, vücudu-

nuzdaki atomlar da kütleçekimi tarafından esnetilir ve parçalanır.

Olay ufkuna yaklaşmanız, dışarıdan seyreden bir gözlemciye sanki zamanda yavaşlıyormuşsunuz gibi görünür. Tam olay ufkunda olduğunuz anda ise zaman durmuş gibi görünür!

Üstelik biraz daha ilerleyerek olay ufkunun ötesine geçtiğiniz zaman, bu kara delik tarafından tuzağa düşürülmüş ve milyarlarca yıldan beri onun etrafında dönüp duran ışığı görürsünüz. Sanki kara deliğin bütün geçmişini ayrıntılarıyla ortaya koyan, başlangıcına kadar uzanan bir film seyrediyormuşsunuz gibi gelir size.

Ve nihayet, eğer kara deliğin içinden dümdüz geçip düşebilecek olsaydınız, öbür tarafta başka bir evren ile karşılaşırdınız. Buna Einstein-Rosen Köprüsü adı verilir, Einstein tarafından 1935 yılında önerilmiştir, şimdi ise solucan deliği olarak adlandırılmaktadır.

Einstein ve diğer fizikçiler, bir yıldızın doğal yollarla böylesine devasa bir nesneye asla dönüşemeyeceğine inanmaktadır. Aslına bakılacak olursa Einstein, 1939 yılında dönen bir gaz ve toz kütlesinin asla böyle bir kara delik oluşturacak şekilde yoğunlaşamayacağını gösteren bir makale yayımlamıştı. Dolayısıyla, bir kara deliğin içinde pusuya yatmış bir solucan deliği bulunsa da, böyle garip bir nesnenin doğal yollardan ortaya çıkamayacağına inanıyordu. Aslında astrofizikçi Arthur Eddington, bir zamanlar "Doğada bir yıldızın böyle anlamsız bir şekilde davranmasını engelleyen bir yasa olmalı" demişti. Başka bir deyişle, kara delikler gerçekten Einstein denklemlerinin geçerli sonuçlarıydı, fakat böyle bir şeyi doğal yöntemlerle oluşturabilecek bilinen hiçbir mekanizma mevcut değildir.

Bütün bunlar, J. Robert Oppenheimer ve öğrencisi Hartland Snyder tarafından o yıl yayımlanan ve kara deliklerin aslında doğal nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabileceğini gösteren bir makale ile değişti. Yazarlar, ölmekte olan bir yıldızın bütün nükleer yakıtını kullanıp bitirdiğini ve kütleçekimi nedeniyle çöktüğünü, yani kendi ağırlığı ile kendi içine girdiğini varsaymışlardı. Eğer kütleçekimi bu yıldızı kendi olay ufkunun içine kadar

sıkıştırabilirse, o zaman bilimin bildiği hiçbir şey kütleçekiminin yıldızı bir nokta parçacığa, bir kara deliğe dönüşünceye kadar sıkıştırmasına engel olamazdı. (Bu çökme yöntemi, birkaç yıl sonra Oppenheimer'a çöken bir plütonyum küresine bağlı olarak çalışan Nagasaki bombasının yapımı için ipuçları vermişti).

Bir sonraki ilerleme 1963 yılında, Yeni Zelandalı matematikçi Roy Kerr'in bir kara deliğin belki de en gerçekçi örneğini incelemesi sonucunda kaydedildi. Paten kayanların kollarını vücutlarına yaklaştırdıkları zaman daha hızlı dönebilmelerine çok benzer bir şekilde, nesneler küçüldükçe daha büyük bir hızla dönebilirler. Bunun sonucu olarak, kara deliklerin inanılmaz hızlarda dönüyor olması gerekir.

Kerr, dönen bir kara deliğin Schwarzschild'in varsaydığı gibi çökerek nokta benzeri bir yıldıza dönüşmeyeceğini, çöktüğü zaman dönen bir halka oluşturacağını buldu. Halkaya çarpacak kadar şanssız olan herhangi biri ortadan yok olurdu; fakat halkanın içine düşen biri ölmezdi, gerçekten öbür tarafa geçerdi. Ancak halkanın öbür tarafından çıkmak yerine Einstein-Rosen Köprüsünden geçer ve başka bir evrende ortaya çıkardı. Başka bir deyişle, dönen kara delik, Alis'in Aynasının çerçevesidir.

Eğer bu kişi dönen halkanın içinden ikinci bir kez geçecek olursa, bambaşka bir evrene girer. Aslında dönen halkaya ardı ardına yapılan girişler, bir asansördeki "yukarı" tuşuna basılmasına çok benzeyen bir şekilde kişiyi farklı paralel evrenlere götürecektir. İlke olarak her biri diğerinin üzerine dizilmiş sonsuz sayıda evren var olabilir. Kerr, "Bu sihirli halkadan geçersen - vay canına! - yarıçapı ve kütlesi negatif olan tamamen farklı bir evrene girersin" diye yazmıştı.

Bununla birlikte, önemli bir püf noktası bulunmaktadır. Kara delikler, "ters yönde geçilemeyen solucan delikleri"dir; yani, olay ufkunun içinden geçiş, tek yönlü bir yolculuktur. Olay ufkunun ve Kerr halkasının içinden bir kez geçince, halkadan geri dönüp olay ufkundan dışarı çıkamazsınız.

Ancak, CalTech'ten Kip Thorne ve çalışma arkadaşları, 1988 yılında ters yönde geçilebilir olan, yani bir kez içinden geçtikten

sonra serbestçe ileri geri geçebileceğiniz bir solucan deliği örneği buldular. Aslına bakılacak olursa, bir çözüm olarak bir solucan deliğinin içinden geçmek bir uçak yolculuğu yapmaktan kötü olmayacaktır.

Normal koşullar altında kütleçekimi solucan deliğinin boğaz kısmını ezer, öbür tarafa ulaşmaya çalışan astronotları yok eder. Bu, bir solucan deliğinin içinde ışıktan hızlı yolculuk yapılabilmesinin nedenlerinden biridir. Fakat, negatif enerjinin veya negatif kütlenin itici gücünün, boğazı astronotların sorunsuz bir şekilde geçişine olanak sağlamaya yetecek kadar bir süre için açık tutacağı düşünülebilir. Başka bir deyişle negatif madde veya enerji, hem Alcubierre itkisi ve hem de solucan deliği çözümü için temel nitelik taşımaktadır.

Son birkaç yılda Einstein'ın denklemleri için solucan deliklerine olanak sağlayan şaşılacak kadar çok sayıda kesin çözüm bulunmuştur. Fakat acaba solucan delikleri gerçekten var mıdır, yoksa bunlar sadece matematiğin hayal ürünü olan şeyler midir? Solucan deliklerinin ilgili olarak birkaç önemli sorun mevcuttur.

İlk olarak, bir solucan deliğinin içinde yol almak için uzay ve zamanda olması gereken bozulmaları yaratmak üzere olağanüstü miktarlarda, devasa bir yıldız veya kara delik ölçeğinde pozitif ve negatif maddeye gerek duyulacaktır. Washington Üniversitesi'nden bir fizikçi olan Matthew Visser, 1 metrelik bir solucan deliği açabilmek için Jüpiter'in kütlesiyle kıyaslanabilecek miktarda enerjiye gerek duyacağınızı, ama bunun negatif olmasının gerektiğini tahmin etmektedir. Onun söylediğine göre "İşi yapmak için yaklaşık olarak eksi bir Jüpiter kadar kütleye gereksiniminiz olacaktır. Yalnızca pozitif Jüpiter kütlesi kadar enerjiyi kullanmak dahi yeterince sıra dışıdır, öngörülebilir gelecekteki yeteneklerimizin çok ötesindedir.

California Teknoloji Enstitüsü'nden Kip Thorne tarafından tahmin edildiğine göre, "Fizik yasalarının, insan büyüklüğünde bir solucan deliğini açık tutmaya yetecek kadar garip bir maddeye olanak sağladığı anlaşılacaktır. Fakat aynı zamanda, solucan deliklerini yapmak ve onları açık tutmak için gereken teknoloji-

nin uygarlığımızın yeteneklerini inanılmayacak ölçüde aştığı da görülecektir."

İkinci olarak, bu solucan deliklerinin ne kadar kararlı olacağını bilmiyoruz. Bu solucan delikleri tarafından üretilen radyasyon, içine giren herkesi öldürebilir. Veya solucan delikleri hiç kararlı olmayabilir, içine biri girdiği zaman kapanıverir.

Üçüncü olarak, kara deliğin içine düşen ışık demetleri maviye dönüşür; yani olay ufkuna yaklaştıkça giderek artan bir enerji kazanırlar. Aslında tam olay ufkunda oldukları zaman ışık, teknik olarak maviye kaymıştır, dolayısıyla içeride oluşan bu enerji, bir roketin içindeki herkesi öldürebilir.

Bu sorunları biraz daha ayrıntılı şekilde tartışalım. Sorunlardan biri, uzay ve zaman dokusunu yırtmak için yeterli olacak enerjiyi toplamaktır. Bunu yapmanın en basit yolu, bir nesneyi kendi "olay ufku"ndan daha küçük hale gelinceye kadar sıkıştırmaktır. Güneş'i ele alacak olursak bu, onu yaklaşık 3 mil çapa kadar sıkıştırmak anlamına gelir, o zaman da çökerek bir kara delik oluşturacaktır. (Güneş'in kütleçekimi, kendini sıkıştırarak 3 kilometre çapa indirecek kadar güçlü değildir, bu nedenle Güneş'imiz asla bir kara delik olmayacaktır. İlke olarak bu demektir ki, herhangi bir şey, hatta siz bile, yeterli miktarda sıkıştırma sonucunda bir kara delik haline gelebilirsiniz. Bu, vücudunuzun bütün atomlarını atomaltı mesafelerden daha küçük bir boyuta kadar sıkıştırmak anlamına gelir - çağdaş bilimin yeteneklerinin ötesinde olan bir işlemdir bu).

Daha kolay uygulanabilir bir yaklaşım ise, belli bir noktaya yoğun bir ışın gönderecek bir lazer bataryası inşa etmek olabilir. Veya, iki ışın demeti yaratmak için devasa bir atom parçalayıcı inşa edilebilir, sonra bu iki ışını birbiriyle çarpıştırarak ortaya uzay-zamanın kumaşını yırtmaya yeterli inanılmaz güçte enerjiler çıkması sağlanabilir.

PLANCK ENERJİSİ VE PARÇACIK HIZLANDIRICILAR

Uzay ve zamanda bir kararsızlık yaratmak için gerekli olan enerji, hesaplanabilir: Sonuç, Planck enerjisi dolaylarında veya 10^{10} milyar elektron volt düzeylerindedir. Gerçekten hayal dahi edilemeyecek büyüklükte bir sayı olan bu değer, günümüzün en güçlü makinesi, İsviçre'nin Cenevre şehri dışında kurulu Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) vasıtasıyla ulaşılabilen enerjiden bir katrilyon kat büyüktür. LHC, protonları Büyük Patlama'dan bu yana görülmemiş olan trilyonlarca elektron volt düzeyine ulaşıncaya kadar döndürme kapasitesine sahiptir. Ancak bu devasa makine dahi, Planck enerjisinin yanında sözü edilmeye değecek kadar enerji üretememektedir.

LHC'den bir sonraki parçacık hızlandırıcı, Uluslararası Doğrusal Çarpıştırıcı (ILC) olacaktır. ILC, atomaltı parçacıkları fırlatırken yolunu bir çember oluşturacak şekilde bükmek yerine, düz bir yol üzerinde fırlatacaktır. Parçacıklara bu yol üzerindeki hareketi sırasında, inanılmaz büyüklükte enerjilere ulaşıncaya kadar enerji eklenecektir. Daha sonra, bir elektron demeti anti elektronlarla çarpışacak, muazzam bir enerji patlaması yaratılacaktır. ILC, şu anda en büyük doğrusal hızlandırıcı olan Stanford Doğrusal Hızlandırıcısının uzunluğunun on katı kadar, yani 30 ila 40 kilometre uzunlukta olacaktır. Eğer her şey yolunda giderse, ILC'nin önümüzdeki on yıl içinde tamamlanması beklenmektedir.

ILC tarafından üretilen enerji, 0,5 ila 1,0 trilyon elektron volt dolayında olacaktır. Bu değer, LHC tarafından üretilen 14 trilyon elektron volttan daha düşük olsa da, bu durum yanıltıcıdır. (LHC'de protonlar arasındaki çarpışmalar, protonu oluşturan bileşenler olan kuarkların arasında cereyan etmektedir. Dolayısıyla kuarklarla ilgili çarpışmalar 14 trilyon elektron volttan daha düşüktür. Bu nedenle ILC, LHC'ye kıyasla daha büyük çarpışma enerjileri sağlayacaktır). Ayrıca, elektronun bilinen hiçbir bileşeni var olmadığı için elektronlarla anti elektronlar arasındaki çarpışmalar daha basit ve daha temizdir.

Ancak, gerçekçi olmak gerekirse, ILC de uzay-zaman içinde bir delik açma yeteneğinden çok uzaktır. Bunu sağlamak için bir katrilyon kat güçlü bir hızlandırıcıya ihtiyacınız bulunmaktadır. Yakıt olarak ölü bitkileri (yani petrol ve kömür) kullanan Tip 0 uygarlığımız için bu teknoloji, sağlayabileceklerimizin çok ötesindedir. Yine de, Tip III bir uygarlık için bu mümkün olabilir.

Hatırlarsanız, enerjiyi galaksi ölçeğinde kullanan bir Tip III uygarlık, enerji kullanımı tek bir yıldızın enerjisine dayalı olan bir Tip II uygarlıktan 10 milyar kat fazla enerji tüketmektedir. Bir Tip II uygarlık ise, enerji kullanımı tek bir gezegenin enerjisine dayalı olan bir Tip I uygarlıktan 10 milyar kat fazla enerji tüketir. Bizim cılız Tip 0 uygarlığımız, bir ila iki yüzyıl sonra Tip I konumuna erişebilecektir.

Bu kıyaslama göz önüne alındığı zaman, Planck enerjisine ulaşacak noktadan çok ama çok uzakta olduğumuz görülecektir. Pek çok fizikçi, son derece küçük mesafelerde, örneğin 10^{-33} santimetrelik Planck uzaklığında boşlukların boş veya pürüzsüz değil, "köpüklü" olduğuna inanmaktadır; boşluklar, sürekli olarak ortaya çıkıveren, birbirleriyle çarpışan, sonra da vakumun içinde yok oluveren minik kabarcıklarla doludur. Vakumun içine girip çıkan bu kabarcıklar, ortaya çıkıp sonra kaybolan elektronlara ve anti elektronlara çok benzeyen "sanal evrenler"dir.

Normal olarak bu kuantum uzay-zaman köpüğü bizim için tümüyle görünmezdir. Bu kabarcıklar öylesine minik mesafelerde ortaya çıkar ki, biz onları gözlemleyemeyiz. Ancak kuantum fiziği, enerjiyi tek bir noktada biriktirerek Planck enerjisine ulaşacak olursak, bu kabarcıkların büyüyebileceğini bize söylemektedir. O zaman uzay-zamanın minik kabarcıklarla dolu olduğunu, her kabarcığın bir "yavru evrene" bağlı bir solucan deliği olduğunu görebiliriz.

Geçmişte bu yavru evrenlerin entelektüel bir garabet, soyut matematiğin garip bir sonucu olduğu düşünülürdü. Fakat artık fizikçiler evrenimizin de bu yavru evrenlerden biri olarak doğmuş olabileceğini ciddi şekilde düşünmektedir.

Bu düşünceler tamamıyla tahminden ibaret olsa da, fizik yasaları yeterli miktarda enerjiyi tek bir noktada toplayıp uzay-zaman köpüğüne erişerek uzayda bir delik açmamıza ve evrenimizi bir yavru evrene bağlayan solucan deliklerinin ortaya çıkması olasılığına izin vermektedir.

Hiç şüphesiz, uzayda bir delik açmak teknolojimizde büyük ilerlemeler kaydedilmesini gerektirmektedir, fakat yine söyleyelim, bu ancak bir Tip III uygarlık için mümkündür. Örneğin, "Wakefield masa üstü hızlandırıcı" adı verilen bir şeyde ümit vaat eden gelişmeler elde edilmiştir. Son derece dikkat çekici olan bu atom parçalayıcı o kadar küçüktür ki, bir masanın üstüne yerleştirebilir, fakat yine de milyarlarca elektron volt düzeyinde enerji üretebilir. Wakefield masa üstü hızlandırıcı, yüklü parçacıkları lazerle ateşler ve onların bu lazerin enerjisi aracılığıyla yol almalarını sağlar. Stanford Doğrusal Hızlandırıcı Merkezinde, İngiltere'deki Rutherford Appleton Laboratuvarı'nda ve Paris'te École Polytechnique'de yapılan deneyler, enerji yüklemek amacıyla lazer ışınları ve plazma kullanarak küçük mesafelerde muazzam hızlara ulaşmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

Stanford Doğrusal Hızlandırıcı Merkezi, UCLA ve USG'deki fizikçiler ve mühendisler 2007 yılında muazzam bir parçacık hızlandırıcının enerjisinin yalnızca 1 metre içerisinde iki katına çıkartılabileceğini gösterdikleri zaman da önemli bir ilerleme sağlanmıştı. Stanford'da 3 kilometre uzunluğunda bir boru içine fırlatılan ve 42 milyar elektron volt enerjiye ulaşan bir elektron demeti ile işe başladılar. Bu yüksek enerjili elektronlar sonra yalnızca 88 santimetre uzunlukta bir plazma odasından oluşan bir "ek ateşleyici" içine gönderildiler, burada 42 milyar elektron volt enerji daha kazandılar ve enerjileri iki katına çıktı. (Plazma odası lityum gazıyla doludur. Elektronlar gaz içinden geçerken girdap yaratan bir dalga oluştururlar. Bu girdap da elektron demetinin arkasına dolanır, sonra onu ileriye iter, ilave bir itiş sağlar). Fizikçiler, bir elektron demetinin metre başına enerji cinsinden hızlandırılabileceği miktara ilişkin eski rekoru bu şaşırtıcı başarıları ile üç bin kat ileri götürmüşlerdi. Mevcut hızlandırı-

cılara bu tür "ek ateşleyiciler" eklemek suretiyle enerjileri neredeyse bedava denecek bir maliyetle yaklaşık iki katına çıkartılabilecekti.

Günümüzde bir Wakefield masa üstü hızlandırıcı için dünya rekoru, metre başına 200 milyar elektron volttur. Bu sonucu daha büyük mesafelere ölçeklendirirken ortaya bazı sorunlar çıkar (içine lazer gücü pompalanırken demetin kararlılığını korumak gibi). Ancak, metre başına 200 milyar elektron voltluk bir güç düzeyini sağlayabileceğimizi varsayarsak, Planck enerjisine ulaşma kapasitesine sahip bir hızlandırıcının 10 ışık yılı uzunlukta olması gerekeceğini hesaplayabiliriz. Bu da, pekâlâ bir Tip III uygarlığın başarabileceği sınırlar içerisindedir.

Solucan delikleri ve esnetilmiş uzay, bize ışık hızı sınırını aşmanın en gerçekçi yolunu gösterebilir. Ancak, bu teknolojilerin kararlı olup olmadığı bilinmemektedir; eğer öyle iseler, yine de işe yaramaları için pozitif ya da negatif, muhteşem miktarda enerjiye gereksinim olacaktır.

Gelişmiş bir Tip III uygarlık belki de şimdiden bu teknolojiye sahiptir. Bu ölçekte güçleri dizginlemeyi dahi hayal etmeye başlamamız için binlerce yıl geçmesi gerekebilir. Uzayın kuantum düzeyindeki dokusunu yöneten temel yasalar konusundaki tartışmalar hâlâ devam etmekte olduğu için, bunu II. sınıf bir olanaksızlık olarak sınıflandırıyorum.

12
Zamanda Yolculuk

Eğer zamanda yolculuk mümkünse,
gelecekten gelen turistler nerede?
- STEPHEN HAWKING

"[Zamanda yolculuk] mantığa aykırıdır" dedi Filby.
Zaman Yolcusu, "hangi mantığa?" diye sordu.
- H. G. WELLS

YAZAR G. SPRUILL, Janus Denklemi adlı romanında zaman yolculuğu ile ilgili sinir bozucu sorunlardan birini ele almaktadır. Hikâyede zamanda yolculuğun gizemini keşfetmeye çalışan yetenekli bir matematikçi gizemli ve güzel bir kadınla tanışır ve kadının geçmişi hakkında hiçbir şey bilmemesine karşın birbirlerine aşık olurlar. Adam, kadının gerçek kimliğini merak etmeye başlar. Sonunda, kadının bir zamanlar görünüşünü değiştirmek için plastik ameliyat geçirdiğini öğrenir. Bir de cinsiyet değişimi ameliyatı geçirmiştir. En sonunda o "kadın"ın aslında gelecekten gelen bir zaman yolcusu olduğunu ve o "kadın"ın aslında kendisi olduğunu fakat gelecekten geldiğini keşfeder. Yani, kendi kendisi ile aşk yaşamıştır. Okur, eğer bir çocukları olsaydı ne olacağını düşünür durumda bırakılır. Ya bu çocuk geçmişe gitse, büyüyüp hikâyenin başındaki matematikçi olsa, bu durumda kendi kendinizin annesi, babası ve kızı olmanız mümkün müdür?

GEÇMİŞİ DEĞİŞTİRMEK

Zaman, evrenin büyük gizemlerinden biridir. Hepimiz zaman nehri içinde isteklerimize aykırı şekilde sürüklenir dururuz. M.S. 400 yıllarında Aziz Augustine, zamanın çelişkili yapısı hakkında epeyce yazı yazmıştır: "Geçmiş artık yoksa ve gelecek henüz var olmamışsa, geçmiş ve gelecek nasıl olabilir? Şimdiye gelecek demiyorsak, eğer şimdi daima varsa ve asla yol alarak geçmiş olmuyorsa, zaman değil sonsuzluk olurdu." Aziz Augustine'in mantığını bir adım daha ileri götürürsek zamanın mümkün olmadığını görürüz, çünkü geçmiş gitmiştir, gelecek var değildir ve şimdi ise yalnızca bir an için vardır. (Daha sonra Aziz Augustine, zamanın Tanrıyı ne şekilde etkiliyor olması gerektiğine ilişkin, bugün dahi geçerli olan derin soruları sormuştur. Eğer Tanrı her şeye kadir ve mutlak güce sahip ise, diye yazmıştır, o takdirde O da zamanın akışına tabi midir? Başka bir deyişle, biz ölümlüler gibi Tanrı da bir randevuya geç kaldığı için acele etmek zorunda mıdır? Aziz Augustine, en sonunda Tanrının her şeye kadir olduğu ve dolayısıyla zaman tarafından kısıtlanamayacağı, bu nedenle "zamanın dışında" var olması gerektiği sonucuna ulaşmıştı. Zamanın dışında olma kavramı saçma görünse de, birazdan göreceğimiz gibi modern fizikte tekrar tekrar karşımıza çıkan bir fikirdir).

Hepimiz, tıpkı Aziz Augustine gibi, zamanın garip özellikleri ve uzaydan ne şekilde farklı olduğu konusunu merak etmişizdir. Eğer uzay içinde ileri geri hareket edebiliyorsak, zaman içinde neden edemeyelim? Ayrıca hepimiz gelecekte bizi nelerin bekliyor olabileceğini, bizden sonra nelerin olabileceğini de merak etmişizdir. İnsanlar sonu olan bir yaşam süresine sahiptir, fakat biz yine de biz öldükten çok sonra gerçekleşecek olayları yoğun şekilde merak ederiz.

Zamanda yolculuk yapma isteğimiz belki de insanlık tarihi ile yaşıt olsa da, görünüşe göre yazılmış ilk zaman yolculuğu hikâyesi, geleceğin dünyasını anlatan belgeleri İngiltere elçisine vermek için 1997 yılından 250 yıl geriye seyahat eden bir meleği

anlatan ve Samuel Madden tarafından 1733 yılında yazılmış olan *Yirminci Yüzyıl Hatıraları* adlı kitaptır.

Bunun gibi daha pek çok hikâye yazılacaktı. Yazarı bilinmeyen 1838 tarihli "Arabayı Kaçırmak: Bir Tarih Hatası" adlı kısa hikâye, bir arabanın gelmesini beklerken birdenbire kendini bin yıl geçmişte buluveren bir adamı anlatmaktadır. Adam, tarihi bir manastırda karşılaştığı bir keşişe tarihin gelecek bin yıl boyunca nasıl seyredeceğini anlatmaya çalışır. Ardından, kendisini aynı gizemli şekilde şimdiki zamana dönmüş olarak bulur, yalnızca arabayı kaçırmıştır.

Charles Dickens'ın 1843 tarihli *Bir Noel Şarkısı* adlı romanı dahi bir tür zaman yolculuğu hikâyesidir, çünkü Ebenezer Scrooge geçmişi ve kendisinin ölümünden sonraki geleceği görmesi için geçmişe ve geleceğe götürülmektedir.

Amerikan edebiyatında zaman yolculuğunun ilk kez ortaya çıkışı, Mark Twain'in 1889 tarihli *Kral Arthur'un Sarayında Connecticut'lu Bir Yankee* adlı romana kadar uzanmaktadır. On dokuzuncu yüzyılda yaşayan bir Yankee, zaman içinde geriye doğru bir yolculuk yaparak kendini M.Ö. 528 yılında Kral Arthur'un sarayında bulur. Esir alınır ve tam yakılmak üzereyken, o gün bir güneş tutulması olacağını bildiği için güneşi karartabilecek güce sahip olduğunu söyler. Güneş tutulması gerçekleştiği zaman kalabalık dehşete kapılır ve güneşi geri getirmesi karşılığında onu serbest bırakarak bütün haklarını iade etmeyi kabul eder.

Fakat zaman yolculuğunu hayal dünyasında ciddi şekilde incelemek için yapılan ilk deneme, H. G. Wells'in kahramanını binlerce yıl geleceğe gönderdiği *Zaman Makinesi* adlı eseridir. Bu uzak gelecekte insan ırkı genetik olarak iki türe bölünmüştür. Yer altındaki kirli makineleri çalışır durumda tutup işleten tehditkâr Morlock'lar ve yerin üstünde güneş ışığı altında kötü kaderleri (Morlock'lar tarafından yenmek) hakkında hiçbir şey bilmeden dans eden çocuksu, işe yaramaz Eloi'ler).

O zamandan bu yana zaman yolculuğu, *Uzay Yolu*'ndan *Geleceğe Dönüş*'e kadar bilim kurgunun vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Süpermen I filminde Süpermen Lois Lane'in öldüğü-

nü öğrenince çaresizlik içerisinde zamanı geri döndürmeye karar verir, Dünya'nın etrafında zaman geriye gidinceye kadar ışıktan hızlı şekilde dönmeye başlar. Dünya yavaşlar, durur ve sonunda ters yönde dönmeye başlayınca bütün saatler geri gider. Sel suları geriye toplanır, yıkılan barajlar mucizevi bir şekilde kendilerini onarır ve Lois Lane, ölüler arasından geri döner.

Bilimin bakış açısından, zamanın bir ok olarak kabul edildiği Newton evreninde zaman yolculuğuna olanak yoktu. Bir kere başladı mı, asla geçmişten sapamazdı. Dünya üzerindeki bir saniye, evrenin her tarafında bir saniyeye eşitti. Bu anlayış, zamanın evrenin her yanını dolaşan, yıldızların ve galaksilerin içinden geçerken yavaşlayıp hızlanan bir nehre daha çok benzediğini gösteren Einstein tarafından alaşağı edildi. Buna göre, Dünya üzerindeki bir saniye mutlak değildir; evrende hareket ettiğimiz takdirde, zaman değişir.

Daha önce ele aldığım gibi, Einstein'ın özel görelilik kuramı uyarınca bir roket ne kadar hızlı hareket ederse roketin içinde zaman o kadar yavaşlar. Bilim kurgu yazarları, eğer ışık sınırını aşarsanız zamanda geri gidebileceğiniz yorumunu yapmaktadır. Ancak, ışık hızına ulaşmanız sonsuz kütleye sahip olmanızı gerektirdiği için bu mümkün değildir. Işık hızı, herhangi bir roket için mutlak hız sınırıdır. *Uzay Yolu IV: Eve Dönüş*'te *Atılgan*'ın mürettebatı bir Klingon gemisini kaçırarak zamanda geriye gitmek için Güneş'in yanından bir sapan gibi dolanır ve 1960'ların San Francisco'suna gider. Ancak bu, fizik yasalarına aykırıdır.

Bütün bunlara karşın geleceğe doğru zaman yolculuğu mümkündür ve deneysel olarak milyonlarca kez doğrulanmıştır. *Zaman Makinesi*'ndeki kahramanın uzak geleceğe yaptığı yolculuk, fizik açısından gerçekten mümkündür. Eğer bir astronot ışık hızına yakın bir hızla yolculuk yapacak olsaydı, mesela en yakındaki yıldızlara ulaşması bir dakika sürerdi. Dünya üzerinde dört yıl geçerdi, fakat onun için yalnızca bir dakika geçmiş olurdu çünkü roketin içinde zaman yavaşlardı. Böylece o, Dünya'daki ölçülere göre dört yıl geleceğe yolculuk yapmış olurdu.

(Astronotlarımız uzaya her gidişlerinde aslında geleceğe doğru küçük bir yolculuk yapmış olurlar. Dünya'nın yörüngesinde saatte 29.000 kilometre hızla yol alırken, saatleri dünya üzerindeki saatlerden küçücük bir miktar daha yavaş çalışır. Dolayısıyla, uzay istasyonunda bir yıl uzunluğunda bir görevin ardından Dünya'ya geri döndükleri zaman, aslında geleceğe doğru bir saniyenin küçük bir kesri kadar bir yolculuk yapmış olurlar. Şu anda geleceğe yolculuk konusunda dünya rekoru, 748 gün boyunca yörüngede kalan ve dolayısıyla 0,02 saniye geleceğe giden Rus astronot Sergei Avdeyev'e aittir).

Dolayısıyla, bizi geleceğe götürebilecek bir zaman makinesi, Einstein'ın özel görelilik kuramı ile tutarlıdır. Fakat ya zamanda geriye gitmek?

Eğer zamanda geriye doğru yolculuk yapabilseydik, tarihin yazılması olanaksız olurdu. Bir tarihçi ne zaman geçmişin tarihini yazacak olursa biri zamanda geriye gidebilir ve tarihi yeniden yazabilirdi. Zaman makineleri yalnızca tarihçileri işsiz bırakmakla kalmaz, ayrıca zamanın akışını canımızın istediği şekilde değiştirmemize de olanak sağlardı. Örneğin, eğer dinozorların yaşadığı çağlara giderek tesadüfen atamız olan bir memelinin üzerine kazara basacak olursak, belki de insan ırkının tamamını ortadan kaldırabilirdik. Gelecekten gelen turistler iyi bir kamera açısı elde etmek için tarihi olayları çiğnedikçe tarih, sonu gelmeyen deli fişek bir Monty Python* hikâyesine dönerdi.

Zaman Yolculuğu: Fizikçilerin Oyun Alanı

Kara deliklerin ve zaman makinelerinin yoğun matematiksel denklemleri konusunda belki de dünyada en çok tanınmayı başaran kişi, Stephen Hawking'dir. Genç yaşta matematiksel fizik alanında ün kazanan diğer görelilik öğrencilerinin aksine, Hawking aslında gençliğinde çok başarılı bir öğrenci değildi. Son derece zeki olduğu açıkça belliydi, fakat öğretmenleri sıklık-

* Monty Python: Bir İngiliz komedi grubu (Ç.N.)

la onun derslere odaklanmadığını ve asla gücünü tam olarak kullanmadığını gözlemlemekteydi. Ancak, 1962 yılında Oxford'dan mezun olduktan, kendisinde ilk ALS (amyotrophic lateral sclerosis - motor nöron hastalığı veya Lou Gehrig hastalığı) belirtilerini gözlemlemeye başladıktan sonra, bir dönüm noktası yaşandı. Tedavisi olmayan, bütün hareket yeteneğini kaybetmesine yol açacak ve muhtemelen kısa zamanda kendisini öldürecek olan bu motor nöron hastalığına yakalanmış olduğunu öğrendiği zaman, çok sarsılmıştı. Haberler başlangıçta son derece üzücüydü. Eğer kısa süre içinde ölecekse, bir Ph.D. almanın ne yararı vardı?

Ancak, ilk şoku atlattıktan sonra yaşamında ilk defa odaklandı. Yaşayacak uzun zamanının olmadığını anlayarak genel görelilik ile ilgili en zorlu problemlerin bazılarıyla yoğun bir şekilde uğraşmaya başladı. 1970'li yılların başlarında Einstein'ın kuramındaki "garipliklerin" (kütleçekimsel alanın mesela kara deliğin ortasında ve Büyük Patlama anında sonsuz değer kazanması) göreliliğin temel özelliklerinden biri olduğunu ve Einstein'ın zannettiğinin aksine kolaylıkla göz ardı edilemeyeceğini gösteren bir dizi makale yayımladı. 1974 yılında Hawking, kara deliklerin tam anlamıyla kara olmadığını, şimdi Hawking ışınımı olarak adlandırılan bir ışınım yaydığını, çünkü ışınımın kendine bir tünel bularak bir kara deliğin kütleçekimi alanından dahi kurtulabileceğini de kanıtladı. Bu makale, kuantum kuramının ilk kez görelilik kuramına uygulanışıydı ve onun bilinen en iyi eseri olarak kabul edilmektedir.

ALS, öngörüldüğü şekilde ellerinin, bacaklarının ve ses tellerinin felç olmasına yol açtı, fakat hastalığın ilerlemesi doktorların başta öngördüğünden çok daha yavaş bir hızla gerçekleşmekteydi. Bunun sonucu olarak normal insanların alışılagelmiş kilometre taşlarının çoğunu aştı, üç çocuk babası oldu (şimdi bir büyükbabadır), ilk eşinden 1991 yılında boşandı, dört yıl sonra kullandığı ses sentezleyicisini yaratan adamın eşiyle evlendi ve 2006 yılında ikinci eşinden boşanmak için mahkemeye başvurdu. 2007 yılında, bütün yaşamı boyunca yapmak istediği bir şeyi yapıp bir jete binerek yükseklere çıktığı ve ağırlıksızlığı yaşadı-

ğı zaman gazetelerin manşetlerine çıktı. Bir sonraki hedefi, uzaya gitmektir.

Günümüzde neredeyse tamamen felçli bir durumda tekerlekli sandalyesinde yaşamakta, dış dünya ile olan ilişkisini göz hareketleri vasıtasıyla kurmaktadır. Yine de, bu mahvedici engellilikle bile espriler yapmakta, makaleler yazmakta, konferanslar vermekte ve tartışmalara girmektedir. İki gözünü hareket ettirerek, vücutlarının tamamını kontrol eden bir bilim insanı ekibinden daha fazla iş üretmektedir. (Cambridge Üniversitesi'nden çalışma arkadaşı, Kraliçe tarafından Kraliyet Gökbilimcisi olarak atanan Sir Martin Rees, bir seferinde bana Hawking'in engelinin onu oyunun en tepesinde tutmak için gerekli hesaplamaları yapmaktan alıkoyduğunu anlatmıştı. Bu nedenle, öğrencilerinin yapabileceği çeşitli hesaplamaları yapmak yerine enerjisini yeni ve taze fikirler üretmeye yoğunlaştırmaktaydı).

1990 yılında Hawking, çalışma arkadaşlarının kendi zaman makinesi sürümlerini önerdiği bazı makaleler okumuş ve derhal eleştirmişti. İçgüdüsü ona zaman yolculuğunun mümkün olmadığını, çünkü gelecekten gelmiş hiçbir turist bulunmadığını söylemekteydi. Eğer zaman yolculuğu bir parkta pazar pikniği yapmak kadar kolay bir iş olsaydı, gelecekten gelen gezginlerin kameralarıyla aramıza dalıp fotoğraf albümleri için poz vermemizi isteyerek bizi rahatsız ediyor olmaları gerekirdi.

Hawking, fizik dünyasına da bir meydan okumada bulundu. Onun düşüncesine göre, zaman yolculuğunu olanaksız yapan bir yasanın mevcut olması gerekirdi. "Tarihi tarihçiler için güvenli" hale getirmek amacıyla zaman yolculuğunun fizik yasalarından men edilmesi için bir "Kronoloji Koruma Kuralları" dizisi önerdi.

Bununla beraber asıl utanç verici olan şey, fizikçilerin ne kadar uğraşırlarsa uğraşsınlar zaman yolculuğunu engelleyen bir yasa bulamamalarıydı. Görünüşe göre zaman yolculuğu, bilinen fizik yasalarına uygundu. Zaman yolculuğunu olanaksız hale getiren herhangi bir fizik yasası bulmayı başaramayan Hawking, bir süre önce fikrini değiştirdi. "Zaman yolculuğu

mümkün olabilir, ancak uygulanabilir değildir" diyerek yine gazete manşetlerine çıktı.

Bir zamanlar bilimin sınırı kabul edilen zaman yolculuğu, birdenbire kuramsal fizikçiler için bir oyun bahçesi oluverdi. Cal Tech'ten fizikçi Kip Thorne şöyle yazıyordu: "Zaman yolculuğu eskiden sadece bilim kurgu yazarlarının dünyasında vardı. Ciddi bilim insanları, zaman yolculuğundan vebadan kaçar gibi kaçmaktaydı - takma isimle roman yazarken veya yazılmış romanları gizli gizli okurken dahi. Zaman nasıl da değişti! Artık ciddi bilimsel dergilerde zaman yolculuğunun önde gelen kuramsal fizikçiler tarafından yazılmış bilimsel incelemelerini görüyoruz . . . Bu değişim neden mi meydana geldi? Çünkü biz fizikçiler, zamanın özelliklerinin yalnızca bilim kurgu yazarlarının eline terk edilemeyecek kadar önemli bir konu olduğunun farkına vardık."

Bütün bu karmaşa ve heyecanın nedeni, Einstein'ın denklemlerinin pek çok türde zaman makinesine izin veriyor olmasıdır. (Bunların kuantum kuramının getirdiği meydan okumalara dayanıp dayanmayacağı ise hâlâ şüphelidir). Aslına bakılacak olursa Einstein'ın kuramında "kapalı zaman benzeri eğriler" adı verilen ve geçmişe doğru zaman yolculuğu yapmaya olanak sağlayan yolların teknik ismi olan bir şeyle karşılaşmaktayız. Eğer bir kapalı zaman benzeri eğrinin yolunu izleyecek olursak, bir yolculuğa çıkabilir ve yola çıkmadan önce geri dönebiliriz.

İlk zaman makinesi, bir solucan deliğinden yararlanır. Einstein'ın denklemlerinin uzaydaki iki uzak noktayı birbirine bağlayan pek çok çözümü bulunmaktadır. Ancak, Einstein'ın kuramında uzay ve zaman birbirleriyle çok yakın şekilde ilişkilendirildiği için, aynı solucan deliği zamandaki iki noktayı da birbirine bağlayabilir. Solucan deliğinin içine düşmek suretiyle geçmişe (hiç olmazsa matematiksel olarak) yolculuk yapabilirsiniz. Sonra muhtemelen başlangıç noktanıza dönebilir ve yola çıkmadan önceki kendinizle karşılaşabilirsiniz. Ancak, bir önceki bölümde belirttiğimiz gibi, bir kara deliğin merkezindeki solucan deliğinden geçiş, tek yönlü bir yolculuktur. Fizikçi Richard Gott'un söylediği gibi, "Bir kara deliğin içine giren bir

insanın zamanda geriye yolculuk yapabileceği konusunda herhangi bir soru işareti olduğunu düşünmüyorum. Asıl soru, onun geri dönüp bu konuda böbürlenmeyi başarıp başaramayacağıdır."

Bir başka zaman makinesi, dönen bir evreni kapsamaktadır. 1949 yılında matematikçi Kurt Gödel, Einstein'ın zaman yolculuğuyla ilgili denklemlerinin ilk çözümünü bulmuştu. Evren döndüğü takdirde, eğer evrenin çevresinde yeterli hızla yol alırsanız kendinizi geçmişte bulabilir ve yola çıkmadan önce hedefinize varabilirsiniz. Dolayısıyla evren çevresinde bir yolculuk, aynı zamanda geçmişe yapılan bir yolculuktur. Gödel, İleri Araştırmalar Merkezini ziyaret eden astronotlara sık sık evrenin döndüğüne ilişkin kanıt elde edip etmediklerini sorardı. Onlar evrenin genişlemekte olduğuna ilişkin açık kanıtlar bulunduğunu, ancak evrenin net dönüşünün muhtemelen sıfır olduğunu söyledikleri zaman, Gödel hayal kırıklığına uğramıştı. (Aksi takdirde zaman yolculuğu sıradan bir şey olurdu ve bizim bildiğimiz tarih, çökerdi).

Üçüncü olarak, eğer dönmekte olan sonsuz uzunlukta bir silindirin etrafında yürürseniz, yine yola çıkmadan önce dönebilirsiniz. (Bu çözüm, W. J. van Stockum tarafından 1936 yılında, Gödel'in zaman yolculuğu çözümünden önce bulunmuştu, fakat anlaşılıyor ki van Stockum bu çözümün zaman yolculuğuna izin verdiğinin farkında değildi). Bu durumda, eğer Mayıs ayında dönen bir direğin etrafında dans ederek dönerseniz, kendinizi Nisan ayında bulabilirsiniz. (Bununla birlikte bu çözüm kendi sorununu yaratmaktadır, o da silindirin sonsuz uzunlukta olmak zorunda olması ve o kadar hızlı dönmesi ki üstündeki malzemelerin kopup fırlamasıdır).

Zaman yolculuğunun en son örneği, Princeton'lu Richard Gott tarafından 1991 yılında bulunmuştu. Onun çözümü, devasa kozmik sicimler (Büyük Patlama'nın kendisinden kalmış olabilecek) bulma esasına dayanıyordu. İki büyük kozmik sicimin çarpışmak üzere olduğunu varsaydı. Eğer çarpışmakta olan bu kozmik sicimlerin etrafında hızla yol alacak olursanız, zamanda geriye doğru giderdiniz. Bu tür bir zaman makinesinin avantajı,

dönen sonsuz silindirlere, dönen evrenlere veya kara deliklere gereksiniminizin olmamasıdır. (Bununla beraber bu tasarımın sorunu, uzayda yüzen muazzam kozmik sicimler bulmanızın ve sonra da onları belli bir şekilde çarpıştırmanızın gerekmesidir. Ve zamanda geriye gitme olasılığı, yalnızca kısa bir süre için devam eder). Gott, "Etrafında bir tur döndüğünüz zaman bir yıl geriye gitmenize olanak sağlayacak kadar büyük bir çöken sicim döngüsünün tüm galaksinin yarısından fazla kütle-enerjiye sahip olması gerekecektir" demektedir.

Ancak, zaman makinesi için en fazla ümit vaat eden tasarım, bir önceki bölümde bahsedilen "geçilebilir solucan deliği", yani uzay-zaman içinde insanın serbestçe zaman içinde ileri geri gidebileceği bir deliktir. Geçilebilir solucan delikleri kâğıt üzerinde yalnızca ışıktan hızlı yolculuğa değil, zaman yolculuğuna da olanak sağlayabilir. Geçilebilir solucan deliklerinin anahtarı, negatif enerjidir.

Bir geçilebilir solucan deliği zaman makinesi, iki odacıktan meydana gelir. Her odacık, birbirinden minicik bir mesafe ile ayrılmış iç içe iki küreden oluşacaktır. Dıştaki küre içe doğru çöktüğü zaman iki küre bir Casimir etkisi, dolayısıyla negatif enerji yaratacaktır. Tip III bir uygarlığın bu iki odacık arasında bir solucan deliği kurma (belki uzay-zaman köpüğünden bir tane çıkartma) yeteneğine sahip olduğunu varsayalım. Sonra, ilk odacığı alalım ve onu ışık hızına yakın bir hızla uzaya gönderelim. Bu odacıkta zaman yavaşlar, bu nedenle saatler arasındaki senkronizasyon kaybolur. Zaman, birbirine solucan deliği vasıtası ile bağlı iki odacıkta farklı hızlarda ilerler.

Eğer ikinci odacıkta bulunuyorsanız, solucan deliğini kullanarak daha önceki bir zamanda bulunan birinci odacığa derhal geçebilirsiniz. Böylece, zamanda geriye gitmiş olursunuz.

Bu tasarımın karşı karşıya olduğu zorlu sorunlar bulunmaktadır. Solucan deliği çok minik, bir atomdan çok daha küçük olabilir. Ve yeterli enerjiyi yaratmak için plakaların Planck uzunluğu mesafelerine kadar sıkıştırılması gerekebilir. Son olarak, Zamanda yalnızca zaman makinelerinin inşa edildiği noktaya

kadar geri gidebilirsiniz. Ondan öncesi için iki odacıktaki zaman, aynı hızda ilerliyor olacaktır.

ÇELİŞKİLER VE ZAMAN AÇMAZLARI

Zaman yolculuğu, hem teknik ve hem de sosyal bir sürü soruna yol açmaktadır. Ahlaki, yasal ve etik sorunlar, "Kendisinin daha genç halini yumruklayan (ya da tersi) bir zaman yolcusu saldırı ile suçlanabilir mi? Birini öldüren, sonra da geçmişe kaçan zaman yolcusu, gelecekte işlediği suç dolayısıyla geçmişte yargılanabilir mi? Eğer geçmişte evlenecek olursa, diğer eşi neredeyse 5.000 yıl sonra doğacak olmasına karşın bigami (iki kişiyle ayni anda evli olma) ile yargılanması mümkün müdür?" diye soran Larry Dwyer tarafından ortaya atılmaktadır.

Fakat belki de en belalı sorunlar, zaman yolculuğunun gündeme getirdiği zaman ikilemleridir. Örneğin, biz daha doğmadan önce ebeveynlerimizi öldürürsek ne olur? Bu, mantıksal bir olanaksızlıktır. Buna bazen "büyükbaba ikilemi" adı da verilmektedir.

Bu ikilemleri çözmenin üç yolu bulunmaktadır. Birincisi, belki zaman içinde geriye gittiğinizde sadece geçmişi tekrar yaşar, dolayısıyla tarihin tekerrür etmesini sağlarsınız. Geçmişi, yazıldığı şekilde tamamlamak zorundasınızdır. Dolayısıyla, genç halinize zaman yolculuğunun sırrını vermek üzere geçmişe giderseniz, bunun anlamı "bunun böyle olması gerekmekteydi" demektir. Zaman yolculuğunun sırrı, gelecekten gelmiştir. Kader, böyledir. (Fakat bu, orijinal fikrin nereden geldiğini bize söylemez).

İkincisi, serbest irade sahibisinizdir, dolayısıyla geçmişi değiştirebilirsiniz, fakat belli sınırlarınız vardır. Serbest iradenizin bir zaman ikilemi yaratmasına izin verilmez. Ne zaman doğumunuzdan önce ebeveynlerinizi öldürmeye kalkışırsanız, gizemli bir güç, tetiği çekmenize engel olur. Bu görüş, Rus fizikçi Igor Novikov tarafından savunulmuştur. (Ona göre canımız istese de tavanda yürümemize engel olan bir yasa vardır.

Dolayısıyla, bizi doğumumuzdan önce ebeveynlerimizi öldürmekten alıkoyan bir yasa da var olabilir. Bir garip yasa, tetiği çekmemize engel olmaktadır).

Üçüncüsü, evren iki evrene bölünmüştür. Zaman çizgilerinden birinde öldürdüğünüz kişiler tam da ebeveynlerinize benzemektedir, fakat farklıdırlar, çünkü artık paralel bir evrendesinizdir. Bu son olasılık, ileride çoklu evrenden bahsettiğim sırada görüleceği gibi, kuantum kuramı ile tutarlı gibi görünmektedir.

İkinci olasılık, *Arnold Schwarzenegger*'in yönetimin katil makineler tarafından ele geçirildiği bir gelecekten gelen bir robotu canlandırdığı *Terminator 3* filminde ele alınmıştır. Geride kalan ve makineler tarafından hayvanlar gibi avlanan birkaç insan, makinelerin öldürmeyi başaramadığı büyük bir liderin yönetimi altındadır. Amaçlarına ulaşamayan makineler, bir dizi katil robotu annesini öldürmeleri için büyük liderin henüz doğmamış olduğu geçmişe gönderir. Fakat, destansı çarpışmaların ardından filmin sonunda insan uygarlığı, olması gerektiği şekilde ortadan kalkar.

Geleceğe Dönüş, üçüncü olasılığı ele almıştı. Dr. Brown, plütonyumla çalışan bir DeLorean otomobil icat eder. Bu, aslında geçmişe gitmeyi sağlayacak bir zaman makinesidir. Michael J. Fox (Marty McFly) makineye girerek geçmişe gider ve gençlik çağındaki annesi ile karşılaşarak onun kendisine aşık olmasma yol açar. Bu, zorlu bir sorun yaratır. Eğer Marty McFly'ın genç annesi, onun gelecekteki babasını reddederse, ileride asla evlenmeyebilirler ve Michael J. Fox'un canlandırdığı karakter asla doğmayabilir.

Sorun, Doktor Brown tarafından biraz açıklanır. Yazı tahtasına gider ve evrenimizin zaman çizgisini temsil eden yatay bir çizgi çizer. Sonra ilk çizgiden ayrılan ve geçmişi değiştirdiğiniz zaman açılan bir paralel evreni temsil eden ikinci bir çizgi çizer. Böylece, zaman nehrinde ne zaman geriye gidecek olursak nehir bir çatal yapar, bir çizgi iki çizgi olur, bir sonraki bölümde tartışacağımız "çoğul dünyalar" olarak adlandırılan durum ortaya çıkar.

Bu demektir ki, zaman yolculuğunun bütün ikilemleri çözümlenebilir. Eğer daha doğmadan kendi ebeveynlerinizi öldürecek olursanız, genetik açıdan ebeveynlerinizle aynı olan, aynı anılara ve kişiliklere sahip olan, fakat gerçek ebeveynleriniz olmayan birilerini öldürmüşsünüz demektir.

"Çoğul dünyalar" görüşü, zaman yolculuğu konusunda en az bir temel sorunu çözümlemektedir. Bir fizikçi için zaman yolculuğu konusundaki bir numaralı eleştiri (negatif enerjiyi bulmanın yanı sıra), biriken ışınım etkisinin makineye girdiğiniz anda sizi öldüreceği veya solucan deliğinin üzerinize çökeceği şeklindedir. Işınım etkileri birikir, çünkü zaman portalına giren her türlü ışınım geçmişe gönderilecek ve evrende dolaşarak eninde sonunda günümüze kadar ulaşacak, sonra da tekrar solucan deliğine düşecektir. Işınımın solucan deliği ağzından içeriye sonsuz kez girebilecek olmasından dolayı solucan deliğinin içindeki ışınım son derece güçlü olabilir - sizi öldürmeye yetecek kadar güçlü. Ancak, "çoğul dünyalar" yorumu bu sorunu çözümlemektedir. Eğer zaman makinesinin içine ışınım girer ve geçmişe gönderilirse, yeni bir evrenin içine girer; zaman makinesinin içine tekrar tekrar giremez. Bu demektir ki, her çevrim için bir tane olmak üzere sonsuz sayıda evren mevcuttur ve her döngüde sonsuz miktarda ışınım değil, yalnızca ışınımın bir fotonu var olabilir.

1997 yılında üç fizikçi, Hawking'in zaman yolculuğunu yasaklama programının doğası gereği hatalı olduğunu kanıtlayınca bu tartışma biraz olsun berraklaştı. Bernard Kay, Marek Radzikowski ve Robert Wald, bir yer dışında zaman yolculuğunun bilinen bütün fizik yasaları ile tutarlı olduğunu ortaya koydular. Zamanda yolculuk yaparken, olası sorunların hepsi olay ufkunda (solucan deliğinin girişine yakın bir yerde) toplanmaktaydı. Ancak, olay ufku, tam da Einstein'm kuramının bozulmasını ve kuantum etkilerinin ön plana geçmesini beklediğimiz yerdir. Sorun, bir zaman makinesine girdiğimiz zaman ışınım etkilerini hesaplamaya her çalıştığımızda Einstein'ın genel görelilik kuramını ışınımın kuantum kuramı ile birleştiren bir kuram kullanmaya çalışıyor olmamızdan kaynaklanmaktadır. Fakat ne

zaman bu iki kuramı birleştirmeye çalışsak, ortaya çıkan kuram son derece anlamsız olacaktır: Ortaya hiçbir anlam taşımayan bir dizi sonsuz yanıt çıkar.

İşte burada *Her Şeyin Kuramı* devreye girer. Bir solucan deliğinin içinden geçme konusunda karşımıza çıkan ve fizikçileri çileden çıkartan bütün sorunlar (örn. solucan deliğinin kararsızlığı, ışınımın sizi öldürebilecek olması, içine girdiğiniz zaman solucan deliğinin kapanması) olay ufkunda, tam da Einstein'ın kuramının anlamını yitirdiği yerde yoğunlaşmaktadır.

Dolayısıyla, zaman yolculuğunu anlamanın anahtarı, olay ufkunun fiziğini anlamaktan geçmektedir ve bunu yalnızca bir her şeyin kuramı açıklayabilir. Günümüzde fizikçilerin çoğunluğunun zaman yolculuğu sorusunu kesin şekilde yanıtlamak için olası yollardan birinin kütleçekimi ile uzay-zamanın tam bir kuramını hazırlamak gerektiği konusunda görüş birliği içerisinde olmasının nedeni, budur.

Bir her şeyin kuramı, evrendeki dört kuvveti birleştirecek ve bir zaman makinesinin içine girdiğimiz zaman neler olacağını hesaplamamıza olanak sağlayacaktır. Yalnızca bir her şeyin kuramı, solucan deliğinin yarattığı bütün ışınım etkilerini başarılı şekilde hesaplayabilir ve zaman makinesine girdiğimiz zaman solucan deliğinin ne kadar kararlı olabileceği sorununu kesin şekilde yanıtlayabilir. Bu durumda dahi, bu kuramları test edebilmek için gerçekten bir zaman makinesi inşa etmek istersek yüzyıllar boyu, hatta belki de daha fazla beklemek zorunda kalabiliriz.

Zaman yolculuğu yasaları solucan deliklerinin fiziğine böylesine sıkı sıkıya bağlı olduğu için, görünüşe göre zaman yolculuğu II. sınıf bir olanaksızlık olarak sınıflandırılmayı hak etmektedir.

13
Paralel Evrenler

"Fakat gerçekten," dedi Peter, "her yerde, belki de hemen şu köşenin arkasında başka dünyalar olabileceğini mi söylemek istiyorsunuz?"

Profesör, "Hiçbir şey bundan daha fazla olası olamaz," dedi... bir yandan da kendi kendine "bunlara okullarda ne öğrettiklerini merak ediyorum," diye mırıldanıyordu.

- C. S. LEWIS, ARSLAN, CADI VE GARDROP

Dinle: Bitişikte son derece güzel bir evren var;
haydi gidelim

- E. E. CUMMINGS

ALTERNATİF EVRENLER gerçekten mümkün müdür? Bu konu, *Uzay Yolu*'nun "Ayna, Ayna" adlı macerasında olduğu gibi, Hollywood senaryo yazarları için verimli bir konu olmuştur. Kaptan Kirk, Gezegenler Federasyonu'nun acımasız fetihler, hırs ve yağmacılık sayesinde bir arada tutulduğu kötü bir imparatorluk olan garip bir paralel evrene ışınlanır. Bu evrende Spock tehditkâr bir sakal bırakmıştır ve Kaptan Kirk rakiplerini köleleştiren ve amirlerini öldüren aç gözlü korsanlardan meydana gelen bir çetenin reisidir.

Alternatif evrenler, "ya olursa" dünyasını ve onun tadına doyulmayan, merak uyandırıcı olasılıklarını keşfetmemize ola-

nak sağlar. Örneğin Süpermen dergilerinde Süpermen'in geldiği Kripton gezegeninin hiçbir zaman patlamadığı veya Süpermen'in yumuşak tabiatlı Clark Kent olan gerçek kimliğini açığa vurduğu veya Lois Lane ile evlenerek süper çocuklar sahibi olduğu birkaç alternatif evren macerası yayımlanmıştır. İyi ama, paralel evrenler yalnızca Alacakaranlık Kuşağı'nın bölgesine mi aittir, yoksa modern fizikte bunların bir yeri var mıdır?

Tarih boyunca en eski toplumlara kadar insanlar başka var olma düzlemlerine, tanrıların veya hayaletlerin evlerine inanmışlardır. Kilise cennete, cehenneme ve arafa inanır. Budistle-rin Nirvanası ve çeşitli bilinç durumları vardır. Ve Hindular, binlerce var oluş düzlemine sahiptir.

Hristiyan ilahiyatçıları, cennetin nerede olduğunu bilemedikleri için çoğunlukla Tanrı'nın belki de daha üst boyuttaki bir düzlemde yaşadığını öne sürmüşlerdir. Eğer daha yüksek boyutlar var ise, tanrılara atfedilen özelliklerin pek çoğunun olasılık kazanabilecek olması, şaşırtıcıdır. Daha üst boyuttaki bir varlık, istediği zaman görünme ve ortadan kaybolma yeteneğine sahip olabilir veya duvarların içinden geçebilir - bunlar genellikle tanrısal varlıklara yüklenen güçlerdir.

Yakın geçmişte paralel evrenler görüşü kuramsal fiziğin en sıcak şekilde tartışılan konularından biri haline gelmiştir. Aslına bakılacak olursa bizi, neyi "gerçek" olarak adlandırdığımızı yeniden düşünmeye zorlayan birkaç tür paralel evren mevcuttur. Çeşitli paralel evrenler hakkındaki bu tartışmada söz konusu olan şey, gerçekliğin kendisinin anlamından farklı bir şey değildir.

Bilimsel yayınlarda yoğun bir şekilde tartışılan en az üç tür paralel evren bulunmaktadır: Bunlar,

a. hiper uzay veya daha üst boyutlar,
b. çoklu evren
c. kuantum paralel evrenlerdir.

HİPER UZAY

Tarihin en uzun tartışmasına konu olan paralel evren, daha üst düzeylerde bulunan paralel evrendir. Sağduyu, bize üç boyutta (uzunluk, genişlik, yükseklik) yaşadığımızı öğretmektedir. Bir nesneyi uzayda ne şekilde hareket ettirecek olursak olalım, bütün konumlar bu üç koordinat vasıtasıyla tarif edilebilir. Aslında bu üç sayıyı kullanarak, burnumuzun ucundan en uzaktaki galaksiye kadar evrendeki herhangi bir nesnenin yerini bulabiliriz.

Dördüncü bir uzay boyutu, sağduyuya aykırı gibi görünür. Örneğin eğer duman bir odayı doldurursa, dumanın başka bir boyuta kaybolduğunu görmeyiz. Evrenimizin hiçbir yerinde nesnelerin birdenbire kaybolduğunu veya başka bir evrene doğru sürüklendiğini görmeyiz. Bu da, eğer var iseler dahi diğer üst boyutlar, bir atomdan daha küçük olması gerektiği anlamına gelir.

Üç uzay boyutu, Yunan geometrisinin temelini oluşturmaktadır. Örneğin Aristo, "Gökyüzü Hakkında" adlı eserinde "doğru tek yönde büyüklüğe sahiptir, düzlem iki yönde, katılar ise üç yönde. Ve daha başka büyüklük yoktur, çünkü hepsi üç tanedir" diye yazmıştır. M.S. 150 yılında İskenderiyeli Batlamyus, daha üst boyutların "olanaksız" olduğunu gösteren ilk "kanıtı" sunmuştur. "Uzaklıklar" adlı eserinde, şöyle bir mantık yürütüyordu. Hepsi birbirine dik olan (bir odanın köşesini meydana getiren çizgiler gibi) üç adet doğru çizin. Şurası açık ki, diyordu, diğer üç çizgiye dik dördüncü bir çizgi çizilemez, dolayısıyla dördüncü bir boyut olanaksız olmalıdır. (Aslında o, beyinlerimizin dördüncü boyutu görselleştirme kapasitesine sahip olmadığını kanıtlamıştı. Masanızın üzerindeki PC, daima hiper uzayda hesap yapmaktadır).

İki bin yıl boyunca dördüncü boyuttan bahsetmeye cüret eden matematikçiler, alayla karşılanmışlardır. 1685 yılında matematikçi John Wallis dördüncü boyuta karşı bir tartışma başlatmış, onu "Doğadaki bir canavar, bir ejderhadan veya bir insan başlı attan daha küçük bir olasılık" olarak adlandırmıştır.

On dokuzuncu yüzyılda "matematikçilerin prensi" Karl Gauss, dördüncü boyutun matematiğini hazırlamışsa da, ortaya çıkacak tepkiler nedeniyle yayımlamaktan kaçınmıştı. Fakat Gauss, üç boyutlu Yunan geometrisinin evreni gerçekten tarif edip etmediğini sınamak için gizli gizli deneyler yapmıştı. Bu deneylerden birinde asistanlarını üç tepeye yerleştirdi. Her biri, elinde bir lamba ile devasa bir üçgen oluşturuyorlardı. Daha sonra Gauss, üçgenin her köşesinin açısını ölçtü. İç açıların toplamının 180 derece olduğunu görerek hayal kırıklığına uğradı. Vardığı sonuca göre, standard Yunan geometrisinde sapmalar var idiyse dahi, bu sapmalar onun lambaları tarafından ölçülemeyecek kadar küçük değerlerdeydi.

Gauss, üst boyutların temel matematiğini (on yıllar sonra Einstein'ın genel görelilik kuramına aynen aktarılmıştı) yazma işini öğrencisi Georg Bernhard Riemann'a bıraktı. Riemann, güçlü bir hamle yaptı ve 1854 yılında verdiği meşhur bir konferansta iki bin yıllık Yunan geometrisini alaşağı ederek bugün dahi kullanmakta olduğumuz daha yüksek, kavisli (eğri, bükük, çarpık) boyutların temel matematiğini kurdu.

1800'lü yılların sonlarına doğru Riemann'ın olağanüstü keşfinin Avrupa'da iyice tanınmasının ardından, "dördüncü boyut" sanatçılar, müzikçiler, yazarlar, düşünürler ve ressamlar arasında büyük bir heyecan yarattı. Sanat tarihçisi Linda Dalrymple Henderson'a göre Picasso'nun kübizmi, aslında kısmen dördüncü boyutun verdiği ilham sonucunda ortaya çıkmıştı. (Picasso'nun gözleri önde toplanmış ve burnu yanda olan kadın tabloları dört boyutlu bir bakış açısı görselleştirme girişimiydi, çünkü dördüncü boyuttan bakan biri, bir kadının yüzünü, burnunu ve başının arkasını aynı anda görebilmekteydi). Henderson, "Tıpkı bir kara delik gibi, 'dördüncü boyut' da bilim insanları tarafından dahi tümüyle anlaşılması mümkün olmayan gizemli nitelikler taşımaktaydı. Buna karşın 'dördüncü boyut'un etkisi, kara delikler veya görelilik kuramı hariç, 1919 yılından sonra ortaya atılmış daha yeni herhangi bilimsel bir kuramdan çok daha kapsamlıydı" diye yazmıştır.

Dördüncü boyuttan etkilenen başka ressamlar da vardı. Salvador Dali'nin *Christus Hypercubius* adlı eserinde İsa, aslında bir "tesseract"ın, açılmış bir dört boyutlu küp olan garip, havada duran üç boyutlu bir haçın ön yüzünde çarmıha gerilmiş olarak görülmektedir. Ressam, tanınmış *"Belleğin Azmi"* adlı tablosunda zamanı dördüncü boyut olarak resmetmeye çalışmış, bu nedenle erimiş saatler benzetmesinden yararlanmıştır. Marcel Duchamps'ın *Merdivenden İnen Çıplak* adlı tablosu, çıplak bir insanın bir merdivenden inişini zaman atlamalı çekim olarak kaydetmek suretiyle zamanı dördüncü boyut olarak temsil etmek için yapılmış bir girişimdi. Dördüncü boyut, Oscar Wilde'ın dördüncü boyutta yaşayan ve bir evde ortaya çıkan bir hayaleti konu alan *"Canterville'in Hayaleti"* adlı kısa hikâyesinde dahi görülmektedir.

Dördüncü boyut, H. G. Wells'in *Görünmeyen Adam, Plattner Hikâyesi* ve *Harika Ziyaret* gibi birkaç çalışmasında da görülmektedir. (Bunlardan çok sayıda Hollywood filmine ve bilim kurgu romanına konu olan sonuncusunda evrenimiz paralel bir evrenle bir şekilde çarpışmaktadır. Diğer evrendeki zavallı bir melek, bir avcı tarafından yanlışlıkla vurularak evrenimize düşer. Evrenimizdeki açgözlülük, adilik ve bencillik karşısında dehşete kapılan melek, sonunda intihar eder).

Paralel evrenler fikri, Robert Heinlein tarafından *Hayvanın Numarası* adlı romanda da incelenmiştir. Heinlein, bu romanda çılgın bir profesörün boyutlar arası geçiş yapabilen spor otomobili ile paralel evrenler arasında ileri geri dolaşan dört cesur insanı anlatmaktadır.

Sliders (Kayanlar) adlı TV serisinde bir delikanlı, okuduğu bir kitaptan aldığı ilham ile paralel evrenler arasında "kaymasına" olanak sağlayacak bir makine inşa eder. (Bu gencin okuduğu kitap olan *Hiper Uzay*, aslında benim kitaplarımdan biridir).

Tarihsel açıdan bakacak olursak, fizikçiler dördüncü boyuta önemsiz bir tuhaflık olarak bakmışlardır. Hiçbir zaman üst boyutlara ait bir kanıt bulunamamıştır. Fizikçi Theodor Kaluza'nın daha üst boyutların varlığını ima ettiği epeyce tartışmalı bir makale yazmasının ardından, bu durum 1919 yılında

değişmeye başlamıştır. Kaluza, Einstein'ın genel görelilik kuramı ile başlamış, fakat onu beş boyut içine yerleştirmiştir. (Bir zaman boyutu ve dört uzaysal boyut; dördüncü uzay-zaman boyutu zaman olduğu için, fizikçiler artık dördüncü uzaysal boyuttan beşinci boyut olarak bahsetmektedir). Eğer beşinci boyut gitgide küçültülecek olursa, denklemler sihirli bir şekilde iki parçaya bölünür. Parçalardan biri Einstein'ın standard görelilik kuramını tanımlar, fakat diğer parça Maxwell'in ışık kuramı oluverir!

Bu, müthiş bir keşifti. Işığın gizemi, belki de beşinci boyutta yatmaktaydı. Einstein dahi, ışığı kütleçekimiyle şık bir şekilde birleştiriyormuş gibi görünen bu çözüm karşısında fena halde şaşırmıştı. (Kaluza'nın önerisi Einstein'ı öylesine sarsmıştı ki, bu makalenin yayımlanmasını kabul etmeden önce iki sene boyunca düşünmüştü). Einstein, Kaluza'ya "Beş boyutlu bir silindir aracılığıyla [bir birleştirme kuramına] ulaşmak hiç aklıma gelmemişti ... İlk bakışta, fikrini son derece beğendim ... Kuramının biçimsel bütünlüğü çok şaşırtıcı" diye yazmıştı.

Fizikçiler yıllardır şu soruyu sormaktaydı: Eğer ışık bir dalga ise, o zaman dalgalanma nedir? Işık milyarlarca ışık yılı uzunluktaki boşluktan geçebilir, fakat boşluk vakumdur, içinde hiçbir malzeme yoktur. Öyleyse vakumun içinde dalgalanan, nedir? Kaluza'nın kuramı sayesinde bu soruna kesin bir öneri elde etmekteydik: Işık, beşinci boyuttaki titreşimlerdir. Işığın bütün özelliklerini doğru şekilde tanımlayan Maxwell denklemleri, beşinci boyutta yol alan dalgalara ait denklemler olarak ortaya çıkmaktadır.

Sığ bir havuzda yüzmekte olan balıkları gözünüzün önüne getirin. Üçüncü bir boyutun var olabileceğini asla düşünmezlerdi, çünkü gözleri yanlara bakmaktadır ve yalnızca ileriye ve geriye, sağa ve sola yüzebilmektedirler. Sonra, havuza yağmur yağdığını düşünün. Üçüncü boyutu göremeseler dahi, havuzun yüzeyindeki titreşimlerin gölgesini açık şekilde görebileceklerdir. Kaluza'nın kuramı, ışığı beşinci boyutta yol alan titreşimler olarak tanımlamaktadır.

Kaluza, beşinci boyutun nerede olduğu sorusuna da bir yanıt getirmiştir. Beşinci boyuta ilişkin herhangi bir kanıt göremediğimiz için, gözlenemeyecek kadar küçük ve kendi içine "kıvrılmış" olmalı demektedir. (İki boyutlu bir yaprak kâğıdı alıp rulo haline getirerek bir silindirin içine sıkıca yerleştirdiğinizi hayal edin. Uzaktan bakıldığında silindir tek boyutlu bir çizgi gibi görünür. Böylece iki boyutlu bir nesne, kıvrılmak suretiyle tek boyutlu bir nesneye dönüştürülmüş olur).

Kaluza'nın makalesi, başlangıçta bir heyecan yarattı. Ancak daha sonraki yıllarda onun kuramına karşı itirazlar yükselmeye başladı. Bu yeni beşinci boyutun büyüklüğü neydi? Nasıl kıvrılıyordu? Yanıtlar asla bulunamadı.

Einstein, onlarca yıl boyunca bu kuram üzerinde dura kalka çalıştı. 1955 yılında onun ölümünden sonra kuram kısa zamanda unutuldu, fiziğin evrimine ait garip dipnotlardan biri haline geldi.

Sicim Kuramı

Süper sicim kuramı adı verilen yeni ve şaşırtıcı bir kuramın gelişi ile bunların hepsi değişti. 1980'li yıllarda fizikçiler atomaltı parçacıklarından meydana gelen bir denizin içinde boğulmaya başlamışlardı. Güçlü parçacık hızlandırıcılar kullanarak bir atomu her parçalayışlarında dışarıya bir sürü parçacığın çıktığını bulmaktaydılar. İş o kadar sıkıcı bir hal almıştı ki, J. Robert Oppenheimer Fizik dalında Nobel Ödülü'nün o yıl yeni bir parçacık *keşfetmeyen* fizikçiye verilmesi gerektiğini dahi söylemeye başlamıştı! (Yunancaya benzeyen isimler taşıyan atomaltı parçacıklarının bollaşması karşısında dehşete kapılan Enrico Fermi, "Eğer bütün bu parçacıkların isimlerini hatırlayabilseydim botanikçi olurdum" demişti). On yıllar süren zorlu çalışmanın ardından bu parçacıklar sürüsü Standard Model adı verilen bir şey halinde düzenlenebildi. Standard Modelin parça parça bir araya getirilmesi için milyarlarca dolar, binlerce mühendisin ve fizikçinin alın teri ve yirmi Nobel Ödülü harcandı. Bu, atomaltı fizi-

ği ile ilgili deneysel verilerin hepsi ile uyumlu görünen, gerçekten dikkate değer bir kuramdır.

Ancak Standard Model, bütün deneysel başarısına karşın ciddi bir sorun taşımaktaydı. Stephen Hawking, "Bu çirkin ve amaca uygun olarak hazırlanmış" demekteydi. İçinde on dokuz serbest parametre (parçacık kütleleri ve parçacıkların birbirleriyle olan etkileşimin gücü dahil), otuz altı kuark ve anti kuark, alt parçacıkların üç tam ve gereksiz kopyası ve örneğin tau nötrinoları, Yang-Mills gluonları, Higgs bozonları, W bozonları ve Z parçacıkları gibi bir sürü garip isimli atomaltı parçacık bulunmaktaydı. Daha da kötüsü, Standard Model kütleçekiminden hiç bahsetmemekteydi. Doğanın en üstün ve en temel düzeyinde böylesine çalakalem ve muazzam derecede zarafetsiz olmasına inanmak kolay değildi. Burada yalnızca bir annenin sevebileceği bir kuram vardı. Standard Modelin zarafetten kesinlikle nasibini almamış olması, fizikçileri doğa hakkındaki bütün varsayımlarını yeniden incelemek zorunda bıraktı. Bir şeyler fena halde yanlıştı.

Fiziğin son birkaç yüzyılı incelenecek olursa, son yüzyılın en önemli başarılarından birinin temel fizik kuramlarının tamamını iki büyük kuram içinde özetlemek olduğu görülecektir: Kuantum kuramı (Standard Model tarafından temsil edilir) ve Einstein'ın genel görelilik kuramı (kütleçekimini tarif eder). Dikkat çekici olan husus, bunların bütün fizik bilgisini temel bir düzeyde temsil ediyor olmasıdır. İlk kuram çok küçüklerin dünyasını, parçacıkların inanılmaz bir şekilde dans ettiği, varoluşun içine girip çıktığı ve aynı anda iki farklı yerde ortaya çıkabildiği atomaltı kuantum dünyasını tanımlamaktadır. İkinci kuram ise, çok büyüklerin dünyasını, örneğin kara delikleri ve Büyük Patlama'yı tanımlar ve düzgün yüzeylerin, esnetilmiş kumaşların ve çarpılmış düzlemlerin dilinden konuşur. Farklı birer matematik kullanan, farklı varsayımlardan yola çıkan ve farklı fiziksel resimler çizen bu kuramlar her açıdan birbirinin zıddıdır. Sanki doğanın birbirinden habersiz iki eli varmış gibidir. Üstelik, bu iki kuramı birleştirmek için harcanan çabalar, ortaya anlamsız yanıtlar çıkmasına yol açmıştır. Yarım yüzyıl boyunca

kuantum kuramı ile genel görelilik arasında zoraki bir evlilik sağlamaya çalışan bütün fizikçiler, kuramın ellerinde patladığını, hiçbir anlam taşımayan sonsuz yanıt ürettiğini görmüştür.

Bunların hepsi, elektronun ve diğer atomaltı parçacıkların minicik bir lastik şerit gibi davranan bir sicimin titreşimlerinden başka bir şey olmadığını öneren süper sicim kuramının gelmesi sonucunda değişikliğe uğramıştır. Eğer birisi lastik şeride vuracak olursa, şerit farklı kiplerde titreşmeye başlar ve her nota farklı bir atomaltı parçacığa karşılık gelir. Bu şekilde süper sicim kuramı, parçacık hızlandırıcılarımızda şimdiye kadar keşfedilmiş bulunan yüzlerce atomaltı parçacığı açıklamaktadır. Aslında Einstein'ın kuramı, sicimin en alt titreşimlerinden yalnızca biri olarak ortaya çıkmaktadır.

Sicim kuramı, "her şeyin kuramı" olarak, Einstein'ın yaşamının son otuz yılı boyunca kendisinden kaçıp saklanan efsanevi kuram olarak alkışlanmaktadır. Einstein bütün fizik yasalarını özetleyecek, ona "Tanrının zihnini okuma" olanağı sağlayacak tek, kapsamlı bir kuram istemekteydi. Eğer sicim kuramı kütleçekimini kuantum kuramı ile doğru şekilde birleştiriyorsa, iki bin yıl önce maddenin neden yapılmış olduğunu soran Yunanlıların başlattığı bilimin en büyük başarısını temsil edeceği muhakkaktır.

Ancak, süper sicim kuramının tuhaf özelliği, bu sicimlerin uzay-zamanın yalnızca belirli bir boyutunda titreşebiliyor olmasıdır; bunlar yalnızca on boyutta titreşebilirler. Eğer birisi bir sicim kuramını öbür boyutlarda titreştirmeye kalkışırsa, kuram matematiksel olarak yıkılır.

Elbette evrenimiz dört boyutludur (üç uzay, bir de zaman boyutu). Bu, diğer altı boyutun bir şekilde çökmüş veya tıpkı Kaluza'nın beşinci boyutunda olduğu gibi bir şekilde kıvrılmış olması gerektiği anlamına gelmektedir.

Son zamanlarda fizikçiler daha üst boyutların var olduğu yolundaki iddiaları kanıtlamak veya çürütmek için ciddi şekilde çaba harcamaktadır. Üst boyutlarının varlığını kanıtlamanın belki de en basit yolu, Newton'un yerçekimi yasasından meydana gelen sapmaları bulmak olacaktır. Lisedeyken, Dünya'nın

yerçekiminin dış uzaya doğru uzaklaşıldıkça azaldığını öğrenmiştik. Daha doğrusunu söylemek gerekirse, yerçekimi aradaki mesafenin karesiyle ters orantılı olarak azalır. Fakat bunun nedeni, yalnızca bizim üç boyutlu bir dünyada yaşıyor olmamızdır. (Dünya'yı sarmalayan bir küreyi gözünüzün önüne getirin. Dünya'nın yerçekimi, küre yüzeyinde düzgün bir şekilde yayılır, dolayısıyla küre ne kadar büyük olursa, yerçekimi o kadar zayıf olacaktır. Fakat kürenin yüzeyi yarıçapının karesiyle orantılı olarak arttığı için, kürenin yüzeyine dağılan yerçekiminin gücü yarıçapının karesi ile ters orantılı olarak azalmak zorundadır).

Fakat, eğer evren dört uzaysal boyuta sahipse, o takdirde yerçekiminin uzaklığın küpü ile ters orantılı olarak azalması gerekecektir. Eğer evren n sayıda uzaysal boyuta sahipse, o takdirde yerçekiminin $n-1$ inci üssü ile ters orantılı olarak azalması gerekecektir. Newton'un meşhur ters kare yasası, astronomik uzaklıklar için büyük bir doğrulukla test edilmiştir; Satürn'ün halkalarının yanından büyük bir hassasiyetle geçip giden uzay sondalarını bu sayede gönderebilmekteyiz. Ancak Newton'un ters kare yasası, yakın zamanlara kadar laboratuvarda hiç test edilmemişti.

Ters kare yasasını küçük uzaklıklar için test etmek amacıyla yapılan ilk deney, 2003 yılında Colorado Üniversitesi'nde yapıldı ve olumsuz sonuçlar elde edildi. Görünüşe göre en azından Colorado'da paralel bir evren mevcut değildi. Ancak bu olumsuz sonuç, bu deneyi daha da büyük bir doğruluk düzeyinde tekrarlama ümidinde olan başka fizikçilerin iştahını kabartmaktan başka bir işe yaramadı.

Ayrıca 2008 yılında İsviçre'nin Cenevre kenti dışında çalışır duruma gelen Büyük Hadron Çarpıştırıcısı, süper sicimin daha üst bir titreşimi olan ve "sparçacık" veya "süper parçacık" olarak adlandırılan yeni bir parçacık türünü araştıracaktır (etrafınızda gördüğünüz her şey, süper sicimin yalnızca en düşük titreşiminden ibarettir). Eğer LHC'de bu sparçacıklar bulunacak olursa, bu keşif, evrene bakışımızda bir devrime işaret edebilir.

Evrenin bu resminde Standard Model, süper sicimin yalnızca en düşük titreşimini temsil etmektedir.

Kip Thorne, "2020 yılına kadar fizikçiler, sicim kuramının değişik bir türü olduğunu görecekleri kuantum kütleçekiminin yasalarını anlayacaklardır" demektedir.

Daha üst boyutların yanı sıra, sicim kuramının öngördüğü başka bir paralel evren daha vardır, onun adına da "çoklu evren" denir.

Çoklu Evren

Sicim kuramı konusunda hâlâ akılları kurcalayan bir soru mevcuttur: Sicim kuramının neden beş değişik türü olsun? Sicim kuramı kuantum kuramını başarılı bir şekilde kütleçekimiyle birleştiriyor olabilirdi, fakat bunun beş şekilde yapılabilmesi mümkün olabiliyordu. Bu, oldukça utanç verici bir durumdu, çünkü fizikçilerin çoğu tek bir "her şeyin kuramı" olsun istemekteydi. Örneğin Einstein, "Tanrının evreni yaparken herhangi bir seçeneğe sahip olup olmadığını" bilmek istiyordu. Onun inancına göre birleştirilmiş her şeyin kuramı, eşsiz olmak zorundaydı. O zaman neden beş sicim kuramı vardı?

1994 yılında ortalığa bir bomba daha düştü. Princeton İleri Araştırmalar Enstitüsü'nden Edward Witten ve Cambridge Üniversitesi'nden Paul Townsend, beş sicim kuramının aslında aynı kuram olduğunu öne sürdüler - fakat bunun için on birinci bir boyut eklememiz gerekiyordu. On birinci boyutun bulunduğu yerden bakıldığı zaman, beş farklı kuramın hepsi de çökerek tek bir kuram oluyordu! Kuram aslında tekti, fakat bu yalnızca on birinci boyutun tepesinden bakıldığı zaman görülebiliyordu.

On birinci boyutta membran adı verilen yeni bir nesne (bir kürenin yüzeyi gibi) var olabilir. Şaşırtıcı bir gözlem, işte burada başlıyordu: Eğer on bir boyuttan on boyuta düşülecek olursa, beş sicim kuramının hepsi birleşerek tek bir membran meydana getiriyordu. Dolayısıyla beş sicim kuramının hepsi de yalnızca bir membranı on bir boyuttan on boyuta taşımanın farklı yollarıydı.

(Bunu gözünüzde canlandırmak isterseniz, orta hattı boyunca çevresine esnetilmiş bir lastik bant sarılmış bir deniz topu hayal edin. Elinize bir makas alın ve deniz topunu bir kez bandın üstünden, bir kez de altından olmak üzere iki kez keserek topun üst ve alt kısımlarını ayırın. Elde kalan tek şey lastik banttır, bir sicimdir. Aynı şekilde, eğer on birinci boyutu kıvıracak olursak, bir membrandan geriye orta çizgisi kalır, o da bir sicimdir. Aslında matematikte bu kesme işlemi beş farklı şekilde yapılabilir, bu da bizi on boyutta beş farklı sicim kuramı ile baş başa bırakır).

On birinci boyut, bize yepyeni bir resim vermişti. Ayrıca, belki de evrenin kendisinin bir membran olduğu, on bir boyutlu bir uzay-zaman içinde yüzdüğü anlamına gelmekteydi. Üstelik, bu boyutların hepsinin de küçük olması gerekmiyordu. Aslına bakılacak olursa, bu boyutlardan bazıları sonsuz büyüklükte dahi olabilirdi.

Bu, bizim evrenimizin içinde başka evrenlerin de var olduğu bir çoklu evren içinde yer alması olasılığını ortaya getirmektedir. Yüzen sabun köpüklerinden veya membranlardan meydana gelen büyük bir topluluk hayal edin. Her sabun köpüğü, on bir boyutlu hiper uzayın oluşturduğu daha büyük bir hacim içinde yüzen bütün bir evreni temsil etmektedir. Bu köpükler başka köpüklerle birleşebilir, bölünüp ayrılabilir, hatta yoktan var olup ortadan kaybolabilirler. Biz, bu sabun köpüğü evrenlerden birinin yüzeyinde yaşayabiliriz.

MIT'den Max Tegmark'ın inancına göre önümüzdeki elli yıl içinde "bu 'paralel evrenlerin' varlığı, bundan 100 yıl önce 'ada evrenler' adı verilen başka galaksilerin varlığından daha fazla tartışmalı olmayacaktır."

Sicim kuramı kaç tane evrenin var olduğunu öngörmektedir? Sicim kuramının yüz kızartıcı bir özelliği, her biri görelilik ve kuantum kuramı ile uyumlu trilyonlar kere trilyonlarca olası evrenin var olmasıdır. Tahminlerden birine göre böyle evrenlerden bir googol kadar var olabilir. (Bir googol, 1 rakamı ve arkasında 100 adet sıfır demektir).

Normal koşullar altında bu evrenler arasında iletişim olanaksızdır. Vücudumuzdaki atomlar, sinek kağıdına yapışmış sineklere benzer. Membran evrenimiz içerisinde üç boyutta serbestçe hareket edebiliriz, fakat evrenden sıçrayıp hiper uzaya gidemeyiz, çünkü evrenimize yapışık durumdayız. Ancak, uzay-zamanın çarpılmış hali olan kütleçekimi, evrenler arasındaki uzayda serbestçe yüzebilir.

Aslında galaksinin çevresini saran görünmez bir madde türü olan karanlık maddenin paralel bir evrende dolaşmakta olan sıradan madde olabileceğini öne süren bir kuram ileri sürülmüştür. Hemen üstümüzde, dördüncü boyutta gezen bir insan, H. G. Wells'in *Görünmeyen Adam* romanında olduğu gibi görünmez olabilir. Birbirine paralel iki sayfa kâğıt düşünün, birinin üstünde bir kişi dolaşıyor olsun, işte öyle.

Aynı şekilde, karanlık maddenin hemen üstümüzde, başka bir membran evrende gezinen sıradan bir galaksi olabileceği yolunda varsayımlar da mevcuttur. Biz bu galaksinin kütleçekimini hissedebiliriz, çünkü kütleçekimi bir evrenden diğerine sızabilir, fakat ışık galaksinin altında yol aldığı için diğer galaksi bizim açımızdan görünmez olacaktır. Bu şekilde, galaksi kütleçekimine sahip fakat görünmez hale gelecektir, bu da karanlık maddenin tanımına uymaktadır. (Bir başka olasılık da, karanlık maddenin sicimin bir sonraki titreşiminden meydana geliyor olmasıdır. Atomlar ve ışık gibi, etrafımızda gördüğümüz her şey, süper sicimin en düşük titreşimidir. Karanlık madde, bir sonraki üst titreşim takımı olabilir).

Hiç şüphesiz, bu paralel evrenlerin büyük bölümü muhtemelen ölüdür, elektronlar ve nötrinolar gibi atomaltı parçacıklardan oluşan şekilsiz bir gazdan meydana gelmektedir. Bu evrenlerde proton kararsız olabilir, bu nedenle bizim bildiğimiz maddenin tamamı yavaş yavaş bozunup ortadan kalkıyor olabilir. Bu evrenlerin pek çoğunda atomlardan ve moleküllerden meydana gelen karmaşık maddelerle karşılaşmak, muhtemelen mümkün değildir.

Diğer bazı paralel evrenler ise bunun tam tersi olabilir, aklımızın alabileceğinin çok ötesinde karmaşık madde şekilleri var

olabilir. Protonlar, nötronlar ve elektronlardan meydana gelen tek tip bir atom yerine, bu evrenlerde başka tür kararlı malzemelerden meydana gelen göz kamaştırıcı dizgeler var olabilir.

Ayrıca bu membran evrenler birbiriyle çarpışarak kozmik havai fişek gösterileri yaratabilirler. Princeton'daki bazı fizikçiler, evrenimizin belki de 13,7 milyar yıl önce iki devasa membranın çarpışmasıyla ortaya çıktığını düşünmektedir. O dehşet verici çarpışmadan doğan şok dalgalarının evrenimizi yaratmış olabileceğine inanmaktadırlar. İşin dikkat çekici olan yanı, bu garip fikrin deneysel sonuçları araştırıldığı zaman, elde edilen bilgilerin şu anda Dünya çevresinde dönmekte olan WMAP uydusunun gönderdiği sonuçlarla örtüştüğünün görülüyor olmasıdır. (Buna "Big Splat - Büyük Şapırtı" kuramı adı verilmektedir).

Bir gerçek, çoklu evren kuramının lehinde görünmektedir. Doğanın sabitlerini incelediğimiz zaman, bunların yaşam için çok ince bir şekilde "akort edildiğini" görürüz. Eğer nükleer kuvvetin şiddetini arttıracak olursak, yıldızlar yaşamın başlamasına izin vermeyecek kadar büyük bir hızla yanmaya başlar. Nükleer kuvvetin şiddetini azaltacak olursak yıldızlar yanmaya başlayamaz ve yaşam ortaya çıkamaz. Kütleçekiminin şiddetini arttırırsak evren hızlı bir Büyük Çöküş ile ölür. Kütleçekiminin şiddetini azaltırsak evren hızla genişleyerek Büyük Donmaya ulaşır. Aslına bakılacak olursa, doğanın sabitleri ile ilişkili olan ve yaşamın ortaya çıkmasına yol açan bir sürü "kaza" vardır. Öyle görünüyor ki evrenimiz hepsine de yaşam için "ince ayar" yapılmış pek çok parametreden meydana gelen bir "yaşama elverişli bölge" içerisinde bulunmaktadır. Böylece, ya evrenimizi yaşam için "tamamen uygun" olacak şekilde seçen bir Tanrının var olduğu sonucuna ulaşırız, ya da ortada çoğu ölü olan milyarlarca evren bulunmaktadır. Freeman Dyson'un söylediği gibi, "Evren, bizim gelmekte olduğumuzu biliyormuş gibi görünmektedir."

Cambridge Üniversitesi'nden Sir Martin Rees, bu ince ayarın aslında çoklu evren için ikna edici bir kanıt olduğunu yazmıştır. Yaşama olanak sağlamak için ince ince ayarlanmış beş fiziksel sabit mevcuttur (çeşitli kuvvetlerin şiddeti gibi) ve Sir Rees ayrı-

ca içinde doğa sabitlerinin yaşam ile uyumlu olmadığı sonsuz sayıda evrenin de var olduğuna inanmaktadır.

"Antropik ilke" denilen şey, budur. Bu ilkenin zayıf sürümü, evrenimizin yaşama olanak sağlayacak şekilde ince ayardan geçmiş olduğunu söyler (çünkü en başta biz buradayız ve böyle bir beyanda bulunuyoruz). Güçlü sürümü ise varlığımızın belki de tasarımın veya niyetin bir yan ürünü olduğunu söylemektedir. Uzay bilimcilerin çoğunluğu antropik ilkenin zayıf sürümü üzerinde durmaktadır, fakat antropik ilkenin yeni keşiflere ve sonuçlara yol açabilecek yeni bir bilimsel ilke mi, yoksa yalnızca açıkça ortada olan bir şeyin ifadesi mi olduğu konusunda yaygın tartışmalar sürmektedir.

KUANTUM KURAMI

Üst boyutlara ve çoklu evrene ek olarak, Einstein'ın başını epeyce ağrıtmış olan ve günümüzde fizikçileri çileden çıkartmaya devam eden başka bir paralel evren türü daha bulunmaktadır. Bu da, sıradan kuantum mekaniğinin öngördüğü kuantum evrendir. Kuantum fiziğinin içindeki ikilemler öylesine zorlu bir görünüme sahiptir ki, kuantum fiziğinin *hiç kimse* tarafından gerçekten anlaşılmadığı, Nobel Ödülü sahibi Richard Feynman'ın çok beğendiği ve sık sık söylediği bir söz olmuştur.

Şu işe bakınız ki kuantum kuramı, insan zihni tarafından şimdiye kadar ortaya atılmış en başarılı (çoğunlukla on milyarda 1 oranında hata payı olan bir hassasiyete sahip doğrulukta) kuram olmasına karşın, şans, fırsat ve olasılıklardan meydana gelen bir kumlu zemin üzerine inşa edilmiştir. Nesnelerin hareketi konusunda kesin, tanımlı yanıtlar veren Newton kuramının aksine, kuantum kuramı yalnızca olasılıklar verebilmektedir. Modern çağın lazer, internet, bilgisayarlar, TV, cep telefonları, radar, mikrodalga fırınlar ve buna benzer pek çok harikası, olasılıkların kumlu, oynak zemini üzerine kuruludur.

Bu bulmacanın en göze çarpan örneği, "Schrödinger'in kedisi" problemidir (Bu problem, kuantum kuramının kurucuların-

dan biri tarafından bu olasılıkçı yaklaşımı ortadan kaldırmak amacı ile ortaya atılmıştır). Schrödinger, kuramının bu şekilde yorumlanmasından epeyce yakınmış, "Eğer birisi bu lanet olası kuantum sıçramalarına yapışıp kalacak olursa, bu şeyle herhangi bir ilgim olmasından büyük üzüntü duyarım" demiştir.

Schrödinger'in kedisi ikilemi şöyledir: Bir kedi, kapalı bir kutunun içine konur. Kutunun içinde kediye doğrultulmuş bir tabanca vardır ve tabancanın tetiği, bir uranyum parçasının yanında duran bir Geiger sayacına bağlıdır. Normal olarak uranyum atomu bozunurken Geiger sayacını çalıştırır, tabanca ateşlenir ve kedi ölür. Uranyum atomu ya bozunabilir, ya da bozunmayabilir. Kedi ya canlıdır, ya da ölüdür. Sağduyu, böyle söylemektedir.

Ancak, kuantum kuramına göre uranyumun bozunup bozunmadığını kesin olarak bilemeyiz. Dolayısıyla, bozunmuş bir atomun dalga fonksiyonu ile bozunmamış bir atomun dalga fonksiyonunu birbiriyle toplayarak her iki olasılığı birbirine eklememiz gerekir. Ancak, kediyi tanımlayabilmek için bu, kedinin her iki durumunu birbiriyle toplamamız gerektiği anlamına gelmektedir. Yani kedi ne ölüdür, ne de canlıdır. Durum, ölü bir kedi ile canlı bir kedinin toplamı olarak ifade edilmektedir!

Feynman'ın bir zamanlar yazdığı gibi, kuantum mekaniği "doğayı sağduyu açısından ipe sapa gelmez olarak tanımlamaktadır. Ayrıca, deneylerle tam olarak uyumludur. Bu nedenle, doğayı olduğu gibi - ipe sapa gelmez olarak - kabulleneceğinizi umarım."

Einstein ve Schrödinger için bu, akıl almaz bir şeydi. Einstein "nesnel gerçekliğe", nesnelerin bir sürü olasılığın toplamı olarak değil, tanımlı durumlarda var olduğu sağduyulu, Newton'cu bir bakışa inanmaktaydı. Üstelik bu garip yorum, modern uygarlığın kalbinde yer almaktadır. O olmadan elektroniğin (ve vücudumuzun atomlarının) varlığı sona ererdi. (Günlük yaşamımızda bazen "azıcık hamile" olmanın olanaksızlığından bahsederiz. Fakat kuantum dünyasında durum daha da kötüdür. Vücudumuzla ilgili bütün durumların bir toplamı olarak aynı

anda var oluruz: Hamile, değil, çocuk, yaşlı bir kadın, bir genç, meslek sahibi bir kadın v.b.).

Bu zorlu ikilemi çözümlemenin birkaç yolu bulunmaktadır. Kuantum kuramının kurucuları, kutuyu açıp bir ölçüm yaparak kedinin canlı mı, ölü mü olduğunu anlayabileceğinizi söyleyen Kopenhag ekolüne inanmaktaydılar. Dalga fonksiyonu çökerek tek bir durum haline gelmiştir ve sağduyu, kontrolü ele geçirmiştir. Dalgalar ortadan kalkmış, elde sadece parçacıklar kalmıştır. Bu, kedinin artık belirli bir duruma (canlı veya ölü) girdiği ve bir dalga fonksiyonu tarafından tanımlanmadığı anlamına gelmektedir.

Dolayısıyla, atomun garip dünyası ile insanların makroskobik dünyasını birbirinden ayıran görünmez bir engel bulunmaktadır. Atom dünyasında her şey, atomların aynı anda birçok yerde olmasına izin veren olasılık dalgaları tarafından tanımlanır. Bir yerdeki dalga ne kadar büyük olursa, parçacığı o noktada bulma olasılığı da o kadar büyüktür. Fakat büyük nesneler için bu dalgalar çökmüştür ve nesneler tanımlı durumlarda bulunur, bu nedenle sağduyu geçerlidir.

(Einstein'ın evine misafir geldiği zaman Ay'a işaret edip "Ay, bir fare kendisine baktığı için mi var?" dermiş. Bir açıdan bakılırsa Kopenhag ekolünün yanıtı evet olabilirdi).

Doktora öğrencilerinin okuduğu fizik kitaplarının çoğu orijinal Kopenhag ekolüne bağlıdır, fakat araştırmacı fizikçilerin çoğu bu ekolu bir kenara bırakmıştır. Şimdi nanoteknolojiye sahibiz ve tünellemeli mikroskoplar kullanarak tek tek atomlar üzerinde çalışabiliyor, ortaya çıkıp yok olabilen atomlar üzerinde istediğimiz işlemi yapabiliyoruz. Makroskobik dünya ile mikroskobik dünyayı birbirinden ayıran görünmez bir "duvar" yoktur. Süreklilik vardır.

Modern fiziği tam kalbinden vuran bu sorunun ne şekilde çözümleneceği konusunda şu anda bir görüş birliği mevcut değildir. Konferanslarda pek çok kuram, başka kuramlarla kıran kırana mücadele etmektedir. Azınlık durumundaki bir görüşe göre, evrene "kozmik bir bilinç" hâkimdir. Nesneler, ölçümler yapıldığı anda var olmaya başlar ve ölçümler, bilinçli varlıklar

tarafından yapılmaktadır. Dolayısıyla evrende içinde bulunduğumuz durumu belirleyen bir kozmik bilincin hüküm sürüyor olması şarttır. Nobel Ödülü sahibi Eugene Wigner gibi bazıları, bunun Tanrının veya bir tür kozmik bilincin var olduğunu kanıtladığını öne sürmektedirler. (Wigner, "Bilince göndermede bulunmadan [kuantum kuramının] yasalarını formüle etmek mümkün değildi" diye yazmıştır. Aslında, evrende her şeyi kucaklayan bir bilincin hüküm sürdüğünü söyleyen Hindu felsefesi Vedanta'ya da ilgi duyduğunu ifade etmiştir).

İkileme ilişkin başka bir bakış açısı da 1957 yılında Hugh Everett tarafından, evrenin ikiye ayrıldığını, bir yarısında canlı bir kedi, diğer yarısında ise ölü bir kedi olduğunu öne süren "çoğul dünyalar" görüşüne aittir. Bu, meydana gelen her kuantum olayı sırasında paralel evrenlerde muazzam bir çoğalma veya dallanma olduğu anlamına gelir. Var olabilen her evren, var olur. Bir evren ne kadar garipse var olması o kadar az olasılık taşır, fakat ne olursa olsun bu evrenler vardır. Bu demektir ki Almanların II. Dünya Savaşı'nı kazandığı veya İspanyol armadasının hiç yenilmediği ve herkesin İspanyolca konuştuğu bir paralel dünya bulunmaktadır. Başka bir deyişle, dalga fonksiyonu asla çökmez. Basitçe söylemek gerekirse, yoluna devam ederek sayısız evrene bölünür.

MIT'den fizikçi Allan Guth'un söylediği gibi, "Elvis'in hâlâ hayatta olduğu, Al Gore'un da başkan olduğu bir evren var." Nobel Ödülü sahibi Frank Wilczek de "Her biri hafifçe farklı sonsuz sayıda kopyamızın kendi paralel yaşamlarını sürdürdükleri ve her an yeni kopyalarımızın ortaya çıktığını ve farklı geleceklere doğru yol aldıklarını bilmek, hiç aklımızdan çıkmıyor" demiştir.

"Dekoherans" (eşevrelilik bozulması) adı verilen bir bakış açısı, fizikçiler arasında giderek artan bir rağbet görmektedir. Bu kurama göre, bu paralel evrenlerin hepsi olasılıklardır, fakat bizim dalga fonksiyonumuz bunlardan ayrışmıştır (yani artık onlarla eşevreli şekilde titreşmemektedir) ve dolayısıyla onlarla etkileşmemektedir. Bu demektir ki, oturma odanızın içinde her biri kendi evreninin "gerçek" evren olduğuna kesinlikle inanan

dinozorların, uzaylıların, korsanların, tekboynuzluların dalga fonksiyonları ile birlikte yaşamaktasınız, ama artık onların hiçbiri ile artık "aynı frekansta" değiliz.

Nobel Ödülü sahibi Steve Weinberg'e göre bu, oturma odanızda bir radyo istasyonunu ayarlamak gibidir. Oturma odanızın ülkenin ve dünyanın her yanındaki radyo istasyonlarından gelen sinyallerle dolup taştığını bilirsiniz. Fakat radyonuz yalnızca tek bir frekansa ayarlanmaktadır. Diğer bütün istasyonlardan "dekohere" olmuştur. Weinberg, özetlerken "çoğul dünyalar" fikrinin "diğer bütün fikirleri perişan eden bir fikir" olduğunu belirtmiştir.

Öyleyse, daha zayıf gezegenleri talan eden ve düşmanlarını ortadan kaldıran kötü bir Gezegenler Federasyonu'nun dalga fonksiyonu mevcut mudur? Belki mevcuttur, fakat eğer öyle olsa dahi, o evrenden dekohere olmuş bulunmaktayız.

KUANTUM EVRENLER

Hugh Everett "çoğul dünyalar" kuramını başka fizikçilerle tartıştığı zaman, şaşırmış veya umursamaz tepkilerle karşılaşmıştı. Bir fizikçi, Texas Üniversitesi'nden Bryce DeWitt, "Kendimi ikiye bölünürken hissedemiyorum" diyerek bu kurama itiraz etti. Everett, bunun Dünya'nın döndüğünü hissetmediklerini söyleyerek, verdiği cevabın kendisini eleştirenlere Galile'nin verdiği cevabı andırdığını söylüyordu. (DeWitt, en sonunda Everett'in tarafında geçti ve kuramın önde gelen savunucularından biri oldu.)

"Çoğul dünyalar" kuramı onlarca yıl boyunca bir belirsizlik içerisinde süründü. Gerçek olamayacak kadar olağanüstüydü. Everett'in Princeton'daki danışmanı John Wheeler, nihayet kuramla ilişkin çok miktarda "fazla bagaj" bulunduğu sonucuna ulaştı. Ancak, Everett'in kuramının birdenbire rağbet görmeye başlamasının nedenlerinden biri, fizikçilerin kuantum kuramını nicelendirilmeye karşı direnen son bölgeye, evrenin kendisine uygulamaya girişmiş olmalarıdır. Belirsizlik ilkesinin bütün

bir evrene uyarlanması, doğal olarak bizi bir çoklu evrene götürür.

"Kuantum evren bilimi" kavramı, ilk bakışta bir terminoloji çelişkisi gibi görünmektedir: Kuantum kuramı atomun sonsuz derecede küçük dünyası ile ilgilenirken, evren bilimi bütün bir evrenle uğraşmaktadır. Fakat bir de şunu göz önüne alın: Büyük Patlama anında evren, bir atomdan çok daha küçüktü. Fizikçilerin hepsi, elektronların nicelendirilmesi gerektiğini, yani olasılıkçı bir dalga fonksiyonu (Dirac denklemi) tarafından tanımlandıklarını ve paralel durumlarda var olabileceklerini kabul eder. Dolayısıyla, eğer elektronların nicelendirilmesi gerekli ise ve eğer evren bir zamanlar bir elektrondan daha küçük idiyse, o takdirde evrenin paralel durumlarda da var olması gereklidir - bu kuram, bizi doğal olarak bir "çoğul dünyalar" yaklaşımına götürür.

Kopenhag'ın Niels Bohr yorumu ise, bütün evrene uygulandığı zaman sorunlarla karşılaşmaktadır. Dünyada verilen Ph.D. seviyesindeki her kuantum mekaniği dersinde işlenmesine karşın Kopenhag yorumu, gözlem yapan ve dalga fonksiyonunu çökerten bir "gözlemciye" gereksinim duyar. Gözlem işlemi, makroskobik dünyayı tanımlamak için kesinlikle temel bir niteliğe sahiptir. Fakat bütün bir evreni gözlerken nasıl olur da evrenin "dışında" olunabilir? Eğer bir dalga fonksiyonu evreni tanımlıyorsa, "dışarıdaki" bir gözlemci nasıl olur da evrenin dalga fonksiyonunu çökertebilir? Aslına bakılacak olursa evrenin evren "dışından" gözlemlenmesinin olanaksızlığı, bazıları tarafından Kopenhag yorumunun onulmaz bir eksikliği olarak görülmektedir.

"Çoğul dünyalar" yaklaşımında bu sorunun çözümü basittir: Evren pek çok paralel durumda vardır bunların hepsi "evrenin dalga fonksiyonu" olarak adlandırılan bir ana dalga fonksiyonu tarafından tanımlanır. Kuantum evren biliminde evren vakumun bir kuantum dalgalanması, yani uzay-zaman köpüğü içinde minicik bir baloncuk olarak ortaya çıkmıştır. Uzay-zaman köpüğündeki yavru evrenlerin çoğunun bir Büyük Patlama'sı ve onun ardından bir büyük çöküşü bulunmaktadır. Bu yüzden

onları asla göremeyiz, çünkü son derece küçük ve kısa ömürlüdürler, dans eder gibi vakuma girip çıkarlar. Demek ki "hiçbir şey" dahi, cihazlarımız tarafından algılanamayacak kadar küçük bir ölçekte varoluşa gelip giden yavru evrenlerle kaynamaktadır. Ancak her nedense uzay-zaman içindeki bu balonlardan biri bir büyük çöküş ile çökmemiş, genişlemeye devam etmiştir. Bu, bizim evrenimizdir. Alan Guth'a göre bu, evrenin tamamının bir bedava yemek olduğu anlamına gelmektedir.

Kuantum evren biliminde fizikçiler Schrödinger denkleminin elektron ve atomların dalga fonksiyonunu yöneten bir benzeri ile işe başlarlar. "Evrenin dalga fonksiyonu" üzerine etki yapan DeWitt-Wheeler denklemini kullanırlar. Schrödinger denklemi genellikle uzayın ve zamanın her noktası için tanımlıdır, dolayısıyla uzayın ve zamanın o noktasında bir elektron bulma olasılıklarını hesaplayabilirsiniz. Ancak "evrenin dalga fonksiyonu", olası bütün evrenler için tanımlanmıştır. Eğer belirli bir evren için tanımlandığı zaman evrenin dalga fonksiyonu büyük çıkarsa, evrenin o belirli durumda olma olasılığı epeyce fazla demektir.

Hawking, bu bakış açısını desteklemektedir. Onun iddiasına göre evrenimiz, diğer evrenler arasında özel bir yere sahiptir. Evrenin dalga fonksiyonu bizim evrenimiz için büyük, diğer evrenlerin çoğu için ise sıfıra yakındır. Bu nedenle çoklu evren içerisinde diğer evrenlerin var olabilmesi için küçük fakat tanımlı bir olasılık mevcuttur, fakat evrenimiz en büyük olasılığa sahiptir. Aslmda Hawking genişlemeyi bu şekilde türetmeye çalışmaktadır. "Bu resme göre genişlemekte olan bir evrenin var olma olasılığı, genişlemeyen bir evrene kıyasla daha büyüktür, dolayısıyla evrenimiz genişlemiştir."

Evrenimizin uzay-zaman köpüğünün "hiçliğinden" geldiğini savunan kuram test edilmesi tamamen olanaksız görünebilir, ancak bu kuram birkaç basit gözlemle tutarlılık göstermektedir. İlk olarak, pek çok fizikçi, evrenimizdeki pozitif ve negatif yüklerin toplamının en azından deneysel doğruluk düzeyi içinde tam sıfıra eşit olmasının şaşırtıcı olduğuna dikkat çekmektedir. Dış uzayda kütleçekiminin hâkim güç olmasını doğal karşılarız,

fakat bunun nedeni yalnızca pozitif ve negatif yüklerin birbirini tam olarak götürmesidir. Eğer Dünya üzerinde pozitif ve negatif yükler arasında en küçük bir dengesizlik dahi olsaydı, bu fark Dünya'yı bir arada tutan kütleçekimi gücünü yenerek onu parçalamak için yeterli olurdu. Pozitif ve negatif yükler arasında bu dengenin neden var olduğunu açıklamanın basit yollarından biri, evrenimizin "hiçlikten" geldiğini varsaymaktır ve "hiçlik", sıfır yüke sahiptir.

İkincisi, evrenimiz sıfır dönüşe sahiptir. Kurt Gödel'in çeşitli galaksilerin dönüşünü birbiriyle toplayarak evrenin bir dönüşü olduğunu göstermek için yıllarca çalışmasına karşın, günümüzde gökbilimciler evrenin toplam dönüşünün sıfır olduğunu düşünmektedirler. Eğer evren "hiçlikten" gelmişse bu olayı açıklamak kolaylaşır, çünkü "hiçlik", sıfır dönüşe sahiptir.

Üçüncüsü, evrenimizin hiçlikten geliyor olması evrenin toplam madde-enerji içeriğinin neden bu kadar az, hatta belki de sıfır olduğunu açıklamaya yardım edebilir. Maddenin pozitif enerjisini ve kütleçekiminin negatif enerjisini topladığımız zaman, bu ikisi birbirlerini götürüyormuş gibi görünmektedir. Genel göreliliğe göre, eğer evren kapalı ve sonlu ise, o zaman evrendeki toplam madde-enerjinin tam anlamıyla sıfır olması gerekir. (Eğer evrenimiz açık ve sonsuz ise bunun doğru olması gerekmez, fakat genişleme kuramı evrenimizdeki toplam madde-enerjinin dikkat çekecek ölçüde az olduğunu gösteriyormuş gibi görünmektedir).

Evrenler Arası Temas?

Bu durum, bazı kışkırtıcı soruları yanıtsız bırakmaktadır: Fizikçiler birkaç türde paralel evren olasılığını ortadan kaldıramadıklarına göre, bu evrenlerle temas etme olasılığı var mı demektir? Veya onları ziyaret etmek? Veya belki de başka evrenlerden gelen varlıkların bizi ziyaret etmiş olma olasılığı var mıdır?

Bizden dekohere olmuş, ayrılmış diğer evrenlerle temas kurmak, pek olası görünmemektedir. Bu diğer evrenlerden dekohe-

re olmuş olmamızın nedeni, atomlarımızın etrafımızı saran ortamda sayısız başka atomla çarpışmış olmasıdır. Her çarpışmada o atomun dalga fonksiyonu biraz "çökmüş" gibi görünür; yani paralel evrenlerin sayısı azalır. Her çarpışma, olasılıkların sayısını azaltır. Bu trilyonlarca atomik "mini çarpışmanın" toplamı, vücudumuzdaki atomların tamamen belirli bir duruma çöktüğü yanılsamasını verir. Einstein'ın "nesnel gerçekliği", vücutlarımızda bulunan bu kadar çok sayıda atomun birbirine çarparak her seferinde olası evrenlerin sayısını azaltmasının ortaya çıkardığı bir yanılsamadır.

Sanki bir fotoğraf makinesinden bulanık bir fotoğrafa bakarmış gibidir. Bu, her şeyin bulanık ve tanımsız olduğu bir mikro dünyaya karşılık gelir. Fakat kamerayı her ayarlayışınızda görüntü giderek daha net hale gelir. Bu, komşu atomlarla meydana gelen trilyonlarca minik çarpışmaya karşılık gelir, her çarpışma olası evrenlerin sayısını azaltır. Bu şekilde, bulanık mikro dünyadan makro dünyaya geçişi gerçekleştiririz.

Dolayısıyla, bizimkine benzeyen başka bir kuantum evren ile etkileşme olasılığı sıfır değildir, fakat vücudumuzdaki atomların sayısına bağlı olarak hızla azalır. Vücudunuzda trilyonlar kere trilyonlarca atom var olduğu için, dinozorlardan veya yaratıklardan meydana gelen başka bir evrenle etkileşme olasılığınız sonsuz derecede küçüktür. Böyle bir olayın gerçekleşebilmesi için evrenin yaşam süresinden çok daha fazla beklemek zorunda kalacağınızı hesaplayabilirsiniz.

Demek ki bir kuantum paralel evrenle temas olasılığı göz ardı edilemez, fakat onlardan dekohere durumda olduğumuz için bu aşırı derecede az bulunur bir olay olacaktır. Ancak, evren bilimde karşımıza farklı bir paralel evren türü çıkar: Bir arada var olan evrenlerden meydana gelen bir çoklu evren, tıpkı bir köpük banyosunun içinde yüzen sabun baloncukları gibi. Hiç şüphesiz bu zor bir iş olacaktır, fakat yine de Tip III bir uygarlıkta olası olabilir.

Daha önce tartıştığımız gibi, uzayda bir delik açmak veya uzay-zaman köpüğünü büyütmek için gereken enerji, bilinen fiziğin tamamıyla çöktüğü Planck enerjisi dolaylarındadır. Bu

enerji düzeyinde uzay ve zaman kararlı değildir, bu da evrenimizi terk etme olasılığını açık hale getirir (başka evrenlerin var olması koşuluyla ve eğer bu işlem sırasında ölmezsek).

Bu yalnızca akademik bir mesele değildir, çünkü evrende bulunan bütün zeki yaşamın günün birinde evrenin sonu ile karşı karşıya gelmesi kaçınılmazdır. Çoklu evren kuramı, en sonunda evrenimizdeki bütün zeki yaşamın kurtuluşu olabilir. Şu anda Dünya etrafında dönen WMAP uydularından gelen son veriler, evrenin giderek hızlanan bir şekilde genişlemekte olduğunu göstermektedir. Günün birinde hepimiz fizikçilerin Büyük Donma dediği şey ile yok olabiliriz. Günün birinde evren tümüyle kararacak, gökyüzündeki bütün yıldızlar sönecek ve evren ölü yıldızlardan, nötron yıldızlarından ve kara deliklerden ibaret olacak. Gövdelerindeki atomlar dahi bozunmaya başlayabilir. Sıcaklıklar mutlak sıfır civarlarına düşerek yaşamı olanaksız hale getirebilir.

Evren o noktaya ulaşırken, kaçınılmaz ölümle karşı karşıya gelen gelişmiş bir uygarlık başka bir evrene doğru yolculuk yapmayı düşünebilir. Bu varlıklar için seçenekler soğuktan donmak veya orayı terk etmek olacaktır. Fizik yasaları bütün zeki yaşam için bir ölüm fermanı anlamına gelmektedir, fakat bu yasalarda bir de kurtuluş cümlesi bulunmaktadır.

Efsanevi Planck enerjisine erişmek amacıyla böyle bir uygarlığın muazzam miktarda bir enerjiyi tek bir noktada toplamak üzere devasa atom parçalayıcıların veya bir güneş sistemi veya yıldız kümesi büyüklüğünde lazer ışınlarının gücüne hükmedebilmesi gerekecektir. Bunun başka bir evrene doğru bir solucan deliği veya geçit açması olasıdır. Bir Tip III uygarlık, ölmekte olan evrenimizi terk ederek yeni baştan başlamak üzere başka bir evrene yolculuk yapmak için bir solucan deliği açmak amacıyla elinde bulunan müthiş enerjiyi kullanabilir.

LABORATUVARDA MİNİK BİR EVREN Mİ?

Bu düşüncelerin bazıları çok zoraki görünse de, fizikçiler hepsini ciddi şekilde gözden geçirmiştir. Örneğin Büyük Patlama'nın

ne şekilde başladığını anlamaya çalışırken, ilk patlamaya yol açmış olma olasılığı bulunan koşulları incelememiz gerekir. Başka bir deyişle şunu sormamız gerekir: Laboratuvarda minik bir evreni nasıl yaratırsınız? Şişen evren görüşünü öne sürenlerden biri, Stanford Üniversitesi'nden Andrei Linde, "Eğer minik evrenler yaratmayı becerebilirsek, o zaman belki de Tanrıyı yalnızca evrenin yaratıcısı olmaktan daha karmaşık bir şey olarak yeniden tanımlamamız gerekebilir" demektedir.

Bu görüş yeni değildir. Linde, yıllar önce fizikçiler Büyük Patlama'yı başlatmak için gereken enerjiyi hesaplarken "İnsanlar, eğer çok miktarda enerjiyi laboratuvarda bir yere yerleştirirseniz, mesela bir sürü topu bir anda ateşlerseniz ne olacağını merak etmeye başlamıştı. Minik bir Büyük Patlama başlatmak için yeterli enerjiyi toplayabilir miydiniz?" diye sormuşlardır.

Eğer yeterli miktarda enerjiyi tek bir noktada toplayabilirseniz elde edeceğiniz tek şey, uzay-zamanın çökerek bir kara deliğe dönüşmesinden başka bir şey olmayacaktır. Ancak, 1981 yılında Linde ve MIT'den Alan Guth o zamandan bu yana evren bilimciler tarafından muazzam bir ilgi ile karşılanmış olan "şişen evren" kuramını ortaya atmışlardır. Bu görüşe göre Büyük Patlama daha önce zannedilenden çok daha hızlı, turbo şarjlı bir genişleme ile başlamıştır. (Şişen evren kuramı, mesela evrenin neden bu kadar tekdüze olduğu gibi evren bilimin pek çok inatçı soru işaretini çözmüştür. Gece göğün bir parçasından aksi tarafa kadar nereye bakarsak bakalım, Büyük Patlama'dan bu yana bu kadar uzak olan bölgelerin birbiriyle temas etmesi için yeterli zaman geçmemiş olmasına karşın tekdüze bir evren görürüz. Şişen evren kuramı uyarınca bu bulmacanın yanıtı, göreli olarak tekdüze durumdaki minik bir uzay-zaman parçasının patlayarak gördüğümüz evrenin tümünü oluşturduğu şeklindedir). Guth, şişmenin başlaması için zamanın başlangıcında minicik uzay-zaman baloncuklarının var olduğunu, bunlardan birinin devasa bir şekilde şişerek günümüzdeki evreni oluşturduğunu kabul etmektedir.

Şişme kuramı bir çırpıda evren biliminin sorularının pek çoğunu cevaplayıvermektedir. Daha da fazlası, günümüzde

WMAP ve COBE uydularından gelen dış uzayla ilgili verilerin tümüyle de tutarlıdır. Aslında bu kuram, Büyük Patlama kuramı olmak için tartışmasız en önde gelen adaydır.

Yine de, şişen evren kuramı bir dizi can sıkıcı soruya da kapıyı açmaktadır. Bu baloncuk neden şişmeye başladı? Şişmeyi durdurup günümüzdeki evrenin oluşmasını sağlayan nedir? Bir kez olduğuna göre, bir kez daha şişme olabilir mi? İşe bakın ki, şişme senaryosu evren bilimin önde gelen kuramı olmasına karşın, şişmeyi neyin başlattığı ve neden durduğu hakkında neredeyse hiçbir şey bilinmemektedir.

Akılları kurcalayan bu sorulara yanıt bulmak amacıyla Alan Guth ve MIT'den Edward Fahri, 1987 yılında diğer bir varsayımsal soru sordular: Gelişmiş bir uygarlık, kendi evreninin şişmesini nasıl sağlayabilir? Bu soruyu yanıtlayabildikleri takdirde evrenin en başta neden şiştiği sorusunu yanıtlayabileceklerini düşünmekteydiler.

Elde ettikleri bulgulara göre, eğer yeterli miktarda enerjiyi tek bir noktada yoğunlaştırırsanız, minik uzay-zaman baloncukları kendi kendine oluşmaya başlardı. Fakat eğer baloncuklar çok küçük olursa, tekrar uzay-zaman köpüğünün içinde kaybolurlardı. Yalnızca yeterince büyük olan baloncuklar genişleyerek bütün bir evren oluşturabilirdi.

Dışardan bakıldığında bu yeni evrenin doğuşu, belki en fazla 500 kilotonluk bir nükleer bombanın patlatılmasından daha büyük bir olay gibi görünmezdi. Görünüşte evrenden küçük bir baloncuk kaybolmuş, geride küçük bir nükleer patlama bırakmış gibi olurdu. Fakat baloncuğun içinde tümüyle yepyeni bir evren genişliyor olabilirdi. Bölünerek veya filizlenerek daha küçük bir baloncuk üreten, bir yavru baloncuk oluşturan bir sabun köpüğü düşünün. Minik sabun köpüğü hızla genişleyerek tümüyle yeni bir sabun köpüğüne dönüşebilir. Benzer şekilde, evrenin içinde uzay-zamanda muazzam bir patlama görür ve yeni bir evrenin yaratılışını izlerdiniz.

1987 yılından bu yana enerjinin büyük bir baloncuğu tam bir evrene dönüşecek şekilde şişip şişmeyeceğini görmek için çok

sayıda kuram ileri sürülmüştür. En yaygın şekilde kabul gören kurama göre, "inflaton" adı verilen yeni bir parçacık uzay-zamanın kararlılığını bozarak bu baloncukların oluşmasına ve genişlemesine yol açmaktadır.

En son tartışma, 2006 yılında fizikçiler bir yavru evreni bir monopol kullanarak ateşleme konusundaki bir öneriyi ciddi şekilde incelemeye başladıklarında ortaya çıktı. Monopoller -yalnızca kuzey veya güney kutbuna sahip parçacıklar- şimdiye kadar hiç görülmemiş olsa da, evrenin başlangıcında her yerde bolca bulunduklarına inanılmaktadır. Bunlar öyle büyüktür ki laboratuvarda yaratılmaları son derece zordur, fakat çok büyük olması nedeniyle eğer bir monopolün içine biraz daha enerji ekleyecek olursak bir yavru evreni ateşleyerek genişleyip gerçek bir evrene dönüşmesini sağlama olasılığımız bulunmaktadır.

Fizikçiler neden bir evren yaratmak ister? Linde, "Bu bakış açısından hepimiz bir tanrı olabiliriz," demektedir. Ancak, yeni bir evren yaratmak istemenin daha elverişli bir nedeni vardır: Evrenimizin eninde sonunda gerçekleşecek olan ölümünden kaçabilmek.

EVRENLER EVRİM GEÇİRİR Mİ?

Bazı fizikçiler bu görüşü daha da ileriye, bilim kurgunun sınırlarına taşıyarak evrenimizin tasarımında zekânın parmağı olup olmadığını sorgulamaktadır.

Guth/Fahri'ye göre gelişmiş bir uygarlık bir yavru evren yaratabilir, fakat fizik katsayıları (yani elektron ve protonun kütlesi ile dört kuvvetin şiddeti) aynıdır. Fakat ya eğer gelişmiş bir uygarlık temel katsayıları hafifçe farklı olan yavru evrenler yaratabilseydi? O takdirde yavru evrenler zaman içinde "evrim geçirme" olanağına sahip olur, her yeni yavru evren nesli bir öncekinden hafifçe farklı olurdu.

Eğer temel katsayıları bir evrenin "DNA"sı olarak düşünürsek, bunun anlamı zeki yaşamın DNA'sının hafifçe farklı evren-

ler yaratma olanağına sahip olabileceğidir. Zamanla evrenler evrim geçirecek ve tomurcuklanan evrenler zeki yaşamın gelişmesine olanak sağlayan en iyi "DNA"ya sahip olanlar olacaktır. Lee Smolin'in eski bir fikrini ileriye götüren fizikçi Edward Harrison, evrenler arasında bir "doğal seçim" önermektedir. Çoklu evrene hâkim olan evrenler gelişmiş uygarlıklar yaratmaya en uygun DNA'ya sahip olan evrenlerdir ve bunlar da yeni yavru evrenler yaratırlar. "En güçlü olanın hayatta kalması", gelişmiş evrenler üretmek açısından en tercih edilen evrenlerin yaşama devam etmesi anlamına gelir.

Eğer bu fotoğraf doğruysa, evrenin temel katsayılarının neden yaşama olanak sağlayacak şekilde "ince ayar" gördüğünü açıklamaktadır. Yani çoklu evrende çoğalan evrenler yalnızca yaşam ile uyumlu temel katsayılara sahip evrenlerdir.

(Bu "evrenlerin evrimi" görüşü antropik ilke sorununu açıklayabilecek olması nedeniyle cazip görünse de, bu görüşün zorluğu sınanamaz ve çürütülemez olmasında yatmaktadır. Bu görüşe bir anlam verebilmek için tam olarak her şeyin kuramına sahip oluncaya kadar beklememiz gerekmektedir).

Hâlihazırda teknolojimiz bu paralel evrenlerin varlığını ortaya çıkartamayacak kadar ilkeldir. Bu nedenle, bunların hepsi II Sınıf bir olanaksızlık olarak düşünülebilir - bugün olanaksız, fakat fizik yasalarına aykırı değil. Binlerce yıldan milyonlarca yıla kadar uzanan bir zaman ölçeğinde bu tahminler III. sınıf bir uygarlığa giden yeni bir teknolojinin temelini oluşturabilir.

III

3. Sınıf
Olanaksızlıklar

14
Devridaim Makineleri

Kuramların dört kabul edilme düzeyi vardır:
i. beş para etmez bir saçmalık bu;
ii. bu ilginç, fakat sapkın;
iii. bu doğru, fakat epeyce önemsiz;
iv. ben zaten hep söylemiştim.

- J. B. S. HALDANE, 1963

ISAAC ASİMOV'un klasik romanı *İşte Tanrılar*'da tanınmamış bir kimyacı 2070 yılında tesadüfen gelmiş geçmiş en büyük keşfi yapar, sınırsız miktarda bedava enerji üreten Elektron Pompası'nı bulur. Bunun etkisi derhal ve çok derin olur. Kimyacı, uygarlığın doymak bilmeyen enerji açlığını doyurduğu için gelmiş geçmiş en büyük bilim insanı ilan edilir. Asimov, "Bütün dünyanın Noel Baba'sı ve Alaaddin'in Sihirli Lambasıydı" diye yazar. Adamın kurduğu şirket kısa zamanda petrol, kömür ve nükleer sanayiilerini işsiz bırakarak gezegenin en zengin şirketlerinden biri olur.

Dünya bedava enerjiyle dolmuştur ve uygarlık, yeni bulunan bu güçle sarhoş gibidir. Herkes bu büyük başarıyı kutlarken, tek başına bir fizikçi huzursuzluk hissetmektedir. Kendi kendine, "Bu kadar bedava enerji nereden geliyor?" diye sorar. Sonunda gizemi çözer. Bedava enerji, aslında korkunç bir fiyatla gelmektedir. Bu enerji, evrenimizi bir paralel evrene bağlayan bir delikten gelmektedir ve evrenimize gelen bu ani enerji akışı, sonunda

yıldızları ve galaksileri yok edecek, Güneş'i bir süpernovaya dönüştürecek ve onunla birlikte Dünya'yı da ortadan kaldıracak bir zincirleme tepkimeye yol açacaktır.

Yazılı tarihin başlangıcından bu yana şarlatanlar ve dolandırıcılar için olduğu kadar mucitler ve bilim insanları için de kutsal kâse, hiçbir enerji kaybına uğramadan sonsuz şekilde dönen efsanevi "devridaim makinesi" olmuştur. Bunun daha da iyi bir sürümü, tükettiğinden daha *fazla* enerji üreten bir cihaz, mesela bedava, sınırsız enerji yaratan Elektron Pompası'dır.

İlerdeki yıllarda sanayileşmiş dünyamız yavaş yavaş ucuz petrole muhtaç hale geldikçe, bol ve temiz enerji kaynakları bulmak için muazzam bir baskı ortaya çıkacaktır. Yükselen benzin fiyatları, düşen üretim, artan kirlilik, atmosferdeki değişiklikler - hepsi enerji konusunda yeni, yoğun bir ilgiyi beslemektedir.

Günümüzde bu endişe dalgasından yola çıkan bazı mucitler sınırsız miktarda bedava enerji sözü vermekte, stoklarındaki malları yüz milyonlarca dolar karşılığında satmaya çalışmaktadır. Bu maceraperestleri yeni Edisonlar olarak alkışlayan finans medyasının heyecan uyandırıcı iddialarının cazibesine kapılan çok sayıda yatırımcı da periyodik olarak sıraya girmektedir.

Devridaim makinelerinin popülerliği çok yaygındır. *The Simpsons*'un "The PTA Disbands" isimli macerasında Lisa, öğretmenlerin yaptığı bir grev sırasında kendi devridaim makinesini inşa eder. Bu, Homer'in sert bir şekilde "Lisa, buraya gel . . . biz bu evde termodinamiğin yasalarına itaat ederiz!" demesine yol açar.

The *Sims, Xenosaga Episodes I* ve *II, Ultima VI: The False Prophet* adlı oyunlarda ve *Invader Zim* adlı Nickelodeon programında devridaim makineleri hikâyenin ön planında yer almaktadır.

Fakat eğer enerji bu kadar değerliyse, bir devridaim makinesi yaratma olasılığımız nedir? Bu cihazlar gerçekten olanaksız mıdır, yoksa bunların yaratılması için fizik yasalarında bir değişiklik yapılması mı gerekmektedir?

ENERJİ AÇISINDAN TARİHE BAKIŞ

Enerji, uygarlık için yaşamsal öneme sahiptir. Aslına bakılacak olursa, insanlık tarihinin tümüne enerjinin merceğinden bakmak mümkündür. İnsanoğlunun dünyada var olduğu sürenin %99,9'u boyunca ilkel toplumlar göçebeydi, besin için avcılık ve toplayıcılık yaparak kıt kanaat geçinirlerdi. Yaşam acımasız ve kısaydı. Elimizde var olan enerji, bir beygir gücünün beşte biri kadardı - kendi kaslarımızın gücü kadar. Atalarımızın kemiklerinin incelenmesi, günlük hayatta kalma çabalarının yol açtığı muazzam yıpranma ve aşınmaların kanıtlarını ortaya koymaktadır. Ortalama yaşam beklentisi yirmi yıldan azdı.

Fakat son buzul çağının bundan yaklaşık on bin yıl önce sona ermesinin ardından tarımı ve evcil hayvanları, özellikle atı keşfettik ve enerji tüketimimiz bir ila iki beygir gücü düzeyine yükseldi. Bu durum, insanlık tarihinin ilk büyük devriminin oluşmasına yol açtı. Bir kişi, bir at veya öküzün yardımıyla kendi başına bütün bir tarlayı sürmek veya yüzlerce kilo kaya veya tahılı bir yerden diğerine taşımak için gereken enerjiye sahipti. İnsanlık tarihinde ilk kez, ailelerin elinde enerji fazlası bulunuyordu, bunun sonucu da ilk şehirlerin kurulması oldu. Enerji fazlası, toplumun bir sanatkârlar, mimarlar, inşaatçılar ve yazıcılar sınıfını destekleyebileceği anlamına geliyordu ve böylece eski uygarlıklar gelişebilirdi. Çok geçmeden balta girmemiş ormanlardan ve çöllerden büyük piramitler ve imparatorluklar yükseldi. Ortalama yaşam beklentisi otuz yıla çıkmıştı.

Sonra, yaklaşık üç yüz yıl önce insanlık tarihinin ikinci büyük devrimi meydana geldi. Makinelerin ve buhar gücünün gelişiyle bir insanın kullanabileceği enerji onlarca beygir gücüne yükselmişti. İnsanlar, buharlı lokomotifin gücünü dizginleyerek birkaç gün içinde koca kıtaları aşabiliyordu. Makineler koskoca tarlaları sürebiliyor, yüzlerce yolcuyu binlerce kilometre taşıyabiliyor ve bize muazzam şehirler inşa etme olanağı sağlıyordu. ABD'de ortalama yaşam beklentisi 1900 yılında neredeyse elli olmuştu.

Günümüzde insanlık tarihinin üçüncü büyük devriminin ortasındayız, bilgi devriminde. Nüfusun genişlemesi, elektrik ve güce duyduğumuz açlık, enerji gereksinimimizin fırlamasına ve enerji kaynaklarımızın üst sınıra kadar zorlanmasına yol açmıştır. Kişi başına düşen enerji, artık binlerce beygir gücü olarak ifade edilmektedir. Tek bir otomobilin yüzlerce beygir gücü üretmesini normal karşılamaktayız. Giderek daha fazla enerji isteyen talep, hiç de şaşırtıcı olmayan bir şekilde aralarında devridaim makinelerinin de olduğu daha büyük enerji kaynaklarına duyulan ilgiyi artırmıştır.

Tarih Boyunca Devridaim Makineleri

Devridaim makinesi arayışları çok eskilere dayanır. Kayıtlı ilk devridaim makinesi inşa etme girişimi, sekizinci yüzyıl Bavarya'sına uzanır. Bu cihaz, sonraki bin yıl boyunca yüzlerce çeşidi yapılan bir prototipti; bir dönme dolaba benziyordu, bir çarkın çevresine tutturulmuş küçük mıknatıslardan meydana geliyordu. Çark, yerde duran çok daha büyük bir mıknatısın üzerine yerleştirilmişti. Çarkın üstündeki her mıknatıs yerdekinin üzerinden geçerken büyük mıknatıs tarafından önce çekilmesi, sonra itilmesi, böylece çarkın dönmesi ve sonsuz hareketin yaratılması gerekiyordu.

Hintli düşünür Bhaskara tarafından 1150 yılında hazırlanan bir diğer becerikli tasarım, çarkın çember kısmına bir ağırlık ekleyerek dengesini bozmak, bu suretle dönmesini sağlamak esasına dayanmaktaydı. Ağırlık, dönmeyi sağlayarak görevini tamamladıktan sonra orijinal konuma geri dönecekti. Bhaskara, bu işlemin tekrarlanması sonucunda sınırsız işin bedava şekilde yapılabileceğini iddia etmişti.

Devridaim makinesi için Bavarya ve Bhaskara tasarımları ve onların pek çok türevi, hep aynı bileşenlerden meydana gelmektedir: Hiçbir ilave enerjiye gerek duymadan bir tam tur dönebilen ve kullanılabilir iş üreten bir çark. (Bu makineler dikkatle incelendiği zaman her dönüşte enerji kaybı meydana geldiği veya kullanılabilir iş üretilmediği görülmektedir).

Rönesans'ın gelişi, devridaim makinesi önerilerinde bir artışın ortaya çıkmasına yol açtı. Bir devridaim makinesi için ilk patent, 1635 yılında verildi. 1712 yılı geldiğinde Johann Besler üç yüz değişik modeli incelemiş ve kendisine ait bir tasarım önermişti. (Efsaneye göre hizmetçisi sonradan bu makinenin hileli olduğunu ortaya çıkardı). Rönesans'ın büyük ressam ve bilim adamı Leonardo da Vinci dahi devridaim makinelerine ilgi duyuyordu. Böyle makineleri herkesin önünde kötülemesine, felsefe taşını bulmak için yürütülen başarısız arayışa benzetmesine karşın, yalnız başınayken defterlerine kendi kendini hareket ettiren devridaim makinelerine ait zekice taslaklar, örneğin bir merkezkaç pompa ve kızartma şişini ateşin üstünde döndüren bir baca aparatı çizmişti.

Önerilen tasarımların sayısı 1775 yılı geldiğinde o kadar çoğalmıştı ki, Paris'teki Kraliyet Bilimler Akademisi "Bundan böyle sonsuz hareket konusundaki tasarımlar kabul edilmeyecek ve incelenmeyecektir" duyurusunu yapmıştı.

Arthur Ord-Hume, bu devridaim makinelerinin tarihçisi, inanılmaz engellerle boğuşan bu mucitlerin yorulmak bilmez fedakârlıklarını yazmış, onları eski zaman simyacılarıyla kıyaslamıştır. Fakat, şu notu da ekler: "Simyacılar dahi . . . yenildikleri zaman bunu fark ediyordu."

HİLELER VE SAHTEKÂRLIKLAR

Bir devridaim makinesi yapma isteği o kadar yaygındı ki hileler sıradan bir hal almıştı. 1813 yılında Charles Redheffer, New York'ta sınırsız bedava enerji üreterek seyircileri şaşırtan bir makine sergiledi. (Fakat Robert Fulton makineyi dikkatle incelediği zaman, makineyi kedi bağırsağından yapılmış bir kayışın döndürdüğünü keşfetti. Bu kayış, bodrum katta gizlenen bir adamın çevirdiği bir kola bağlıydı).

Devridaim makinesinin heyecanına bilim insanları ve mühendisler de kapıldı. 1870 yılında *Scientific American* dergisinin editörleri E. P. Willis tarafından inşa edilen bir makine tara-

fından kandırıldılar. Dergi, "Şimdiye Kadar Yapılmış En Büyük Keşif" başlığı altında bir hikâye yayımladı. Neden sonra araştırmacılar, Willis'in devridaim makinesini çalıştıran gizli bir enerji kaynağı bulunduğunu saptadılar.

1872 yılında Ernst Worrell Kelly kendi zamanının en heyecan uyandırıcı ve kârlı sahtekârlığını düzenleyerek on dokuzuncu yüzyılda prenslere layık bir para olarak kabul edilen 5 milyon doları yatırımcılardan topladı. Onun devridaim makinesi, "ether"e ulaştığını iddia ettiği titreşen diyapazonlar temeline dayanmaktaydı. Hiçbir bilimsel temele sahip olmayan Kelly, zengin yatırımcıları evine davet ediyor ve hiçbir dış enerji kaynağına bağlı olmaksızın çalışan Hidro-Pnömatik-Titreşimli Vacuo-Motorunu göstererek şaşkına çeviriyordu. Kendi kendine çalışan bu makineye hayran olan yatırımcılar, onun kasasına para taşımak için sıraya giriyorlardı.

Sonra, hayal kırıklığına uğrayan bazı yatırımcılar kızgın bir şekilde onu sahtekârlıkla suçladılar, bir süre hapiste yattıysa da zengin bir adam olarak öldü. Ölümünün ardından araştırmacılar makinesinin zekice hazırlanmış gizemini keşfettiler. Evi yıkıldığı zaman bodrum katın tavanında ve duvarlarında gizlice makinelere basınçlı hava taşıyan kanallar bulunduğu görüldü. Bu kanallar, enerjiyi bir volandan almaktaydı.

ABD Donanması ve ABD başkanı dahi böyle bir makine tarafından kandırıldı. Jogn Gamgee, 1881 yılında bir sıvı amonyak makinesi icat etti. Soğuk amonyağın buharlaşması sonucunda ortaya çıkan gazlar genişliyor ve bir pistonu itiyor, böylece yalnızca okyanuslarm sıcaklığından yararlanarak makineleri çalıştırıyordu. ABD Donanması okyanuslardan sınırsız bedava enerji elde etme fikri karşısında öylesine büyülenmişti ki, bu cihazı derhal onaylamış ve hatta Başkan Jamesd Garfield'e bir de gösteri yapmışlardı. Sorun, buharın düzgün bir şekilde yoğuşarak sıvıya dönüşememesinden kaynaklanıyordu; dolayısıyla döngü tamamlanamıyordu.

ABD Patent ve Marka Ofisi'ne (USPTO) o kadar çok sayıda devridaim makinesi önerisi sunulmuştur ki, bu ofis artık çalışan bir model gönderilmediği takdirde böyle bir cihaz için patent

vermeyi kabul etmemektedir. Patent memurlarının bir modelde açıkça çalışmaz durumda hiçbir şey bulamadığı nadir durumlarda bir patent verilmektedir. USPTO'nun ifadesine göre, "sonsuz hareketle ilgili başvurular dışında Ofis tarafından cihazın çalışabilirliğinin gösterilmesi amacıyla bir model, normal koşullar altında istenmemektedir." (Bu önlem, ahlaksız mucitlerin USPTO'nun makinelerini onayladığını ileri sürerek deneyimsiz yatırımcıları icatlarına para yatırmaya ikna etmesinin engellenmesine olanak sağlamıştır).

Her şeye karşın, bilimsel bir açıdan bakılacak olursa devridaim makinesinin peşinden koşulması tümüyle sonuçsuz kalmamıştır. Aksine, mucitler her ne kadar hiçbir zaman bir devridaim makinesi yapmayı başaramamışlarsa da, böyle hayali bir makineyi inşa etmek için yapılan muazzam zaman ve enerji yatırımı fizikçileri ısı makinelerini dikkatli bir şekilde incelemeye yöneltmiştir. (Benzer şekilde simyacıların kurşunu altına dönüştürebilen felsefe taşı konusundaki sonuçsuz arayışları da kimyanın bazı temel yasalarının keşfedilmesine yardımcı olmuştur).

Örneğin 1760 yılında John Cox atmosfer basıncındaki değişikliklerle çalışan ve sonsuza kadar çalışabilecek bir saat geliştirmişti. Hava basıncındaki değişiklikler bir barometreyi hareket ettiriyor, barometre de saatin kollarını döndürüyordu. Bu saat gerçekten çalışıyordu ve günümüzde de mevcuttur. Bu saat sonsuza kadar çalışabilir, çünkü enerjisini dışardan, atmosferik basınç değişimleri şeklinde almaktadır.

Cox'unki gibi devridaim makineleri sonunda bilim insanlarını bu tür makinelerin ancak cihaza dışardan enerji verilmesi, yani toplam enerjinin korunması halinde sonsuza kadar çalışabilecekleri varsayımına yöneltmiştir. Bu kuram, Termodinamiğin Birinci Yasası'nın doğmasına yol açmıştır - madde ve enerjinin toplam miktarı yaratılamaz ve yok edilemez. Zamanla termodinamiğin üç yasası önerildi. İkinci Yasa, entropinin (düzensizlik) toplam miktarının daima arttığını söylemektedir. (Kabaca ifade edilecek olursa bu yasa, sıcaklığın sıcak yerlerden soğuk yerlere doğru kendiliğinden aktığını söyler). Üçüncü Yasa ise, mutlak sıfıra asla ulaşılamayacağını ifade eder.

Eğer evreni, hedefi enerji elde etmek olan bir oyuna benzetecek olursak, bu üç yasanın ifade ediliş şeklini şöyle değiştirmek mümkündür:

"Hiçbir şey vermeden bir şey elde edemezsiniz." (Birinci Yasa)
"Başa baş gelemezsiniz." (İkinci Yasa)
"Oyunu da terk edemezsiniz." (Üçüncü Yasa)

(Fizikçiler, bu üç yasanın her koşul altında doğru olmasının gerekmediğini dikkatli bir şekilde ifade eder. Ne olursa olsun, şimdiye kadar hiçbir sapma tespit edilmemiştir. Bu yasaları çürütmeye çalışan birinin yüzyıllar sürecek dikkatli bilimsel deneyler yapması gerekecektir. Bu yasalardan olası sapmaları biraz sonra tartışacağız).

On dokuzuncu yüzyıl bilim dünyasının başta gelen başarılarından biri olan bu yasalar, zaferle olduğu kadar trajediyle de hatırlanır. Bu yasaların hazırlanmasında kilit role sahip olanlardan biri, büyük Alman fizikçi Ludwig Boltzmann, biraz da bu yasaların ifade edilişi sırasında neden olduğu tartışmaların etkisiyle intihar etti.

Ludwig Boltzmann ve Entropi

Boltzmann kısa boylu, geniş göğüslü, ormana benzeyen muazzam bir sakalı olan ayı gibi bir adamdı. Bununla beraber, ürkütücü ve vahşi görünümü, görüşlerini savunurken aldığı bütün yaraları gizlemekteydi. On dokuzuncu yüzyılda Newton fiziği kendisine sağlam bir yer etmiş olsa da, Boltzmann bu ilkelerin pek çok önde gelen bilim insanı tarafından hâlâ kabul edilmemiş bir kavrama, tartışmalı atom kavramına dikkatli bir şekilde uygulanmamış olduğunu bilmekteydi. (Daha bir yüzyıl önce atomun gerçek bir şey olmadığını, yalnızca zekice ortaya atılmış bir zımbırtı olduğunu savunan pek çok bilim insanı olduğunu bazen unutuveririz. Bunların iddiasına göre atomlar öylesine

olanaksız bir şekilde küçüktüler ki, muhtemelen hiç mevcut değildiler).

Newton, ruhların veya arzuların değil, mekanik güçlerin bütün cisimlerin hareketleri için yeterli olduğunu göstermişti. Daha sonra Boltzmann, basit bir varsayımdan yola çıkarak gazlara ilişkin yasaların çoğunu türetti: Gazlar, Newton'un ortaya koyduğu yasalara tıpkı bilardo topları gibi uyan minik atomlardan meydana gelmekteydi. Boltzmann'a göre içinde gaz bulunan bir oda, içinde her biri Newton'un hareket yasalarına uyum içinde duvarlarla ve birbiriyle çarpışan trilyonlarca çelik topun bulunduğu bir kutuya benzerdi. Fizik konusundaki en büyük eserlerinden birinde Boltzmann (ve ondan bağımsız olarak James Clerk Maxwell) bu basit varsayımın yeni göz kamaştırıcı yasalara nasıl yol açacağını ve istatistiksel mekanik adında yepyeni bir fizik dalının doğmasını sağlayacağını matematiksel olarak gösterdi.

Maddenin özelliklerinin çoğu, birdenbire ilk ilkelerden türetilebilir hale gelmişti. Newton yasaları enerjinin atomlara uyarlandığı zaman korunması gerektiğini söylediği için, atomlar arasındaki her çarpışmanın enerjiyi koruması gerekiyordu; yani kutunun içindeki trilyonlarca atom da enerjiyi korumaktaydı. Enerjinin korunması şimdi yalnızca deneysel olarak değil, ilk ilkelerden, yani atomların Newton yasalarına göre hareketinden de belirlenebilecekti.

Ancak, on dokuzuncu yüzyılda atomların varlığı hâlâ yoğun bir şekilde tartışılmakta ve düşünür Ernst Mach gibi önde gelen bilim insanları tarafından alayla karşılanmaktaydı. Hassas ve genellikle içine kapanık biri olan Boltzmann, kendisini çok rahatsız edici bir paratoner konumunda buldu. Sık sık atoma karşı olanların şiddetli saldırılarının odağı oluyordu. Anti-atomculara bakılacak olursa, ölçülemeyen hiçbir şey var olamazdı, atomlar dahil. Boltzmann'ın küçük düşmesine ek olarak, pek çok makalesi Almanya'nın önde gelen bir fizik dergisinin editörü tarafından reddedilmişti, çünkü atomların doğada gerçekten var olan nesneler değil, tümüyle kuramsal araçlar olduğu konusunda ısrarlıydı.

Bu kişisel saldırılardan bitkin düşen ve hayata küsen Boltzmann, 1906 yılında eşi ve çocuğunun kumsalda olduğu bir sırada kendisini astı. Ne yazık ki tam bir yıl önce Albert Einstein adında genç ve atılgan bir fizikçinin olanaksızı gerçekleştirdiğinden haberi yoktu: Atomların varlığını gösteren ilk makaleyi yayımlamıştı.

Toplam Entropi Daima Artar

Boltzmann'ın ve diğer fizikçilerin çalışmaları, devridaim makinelerini iki kategoriye ayırarak özelliklerini berraklaştırdı. İlk gruba giren devridaim makineleri Termodinamiğin Birinci Yasasına aykırı davranmaktadır; yani gerçekten de tükettiklerinden fazla enerji üretmektedirler. Her seferinde fizikçiler, bu tür devridaim makinelerinin gizli, harici enerji kaynaklarından yararlandığını, ya bir sahtekârlık amaçlandığını, ya da mucidin harici enerji kaynağının varlığının farkında olmadığını buldular.

İkinci tür devridaim makineleri daha büyük bir ustalıkla inşa edilmiştir. Termodinamiğin Birinci Yasasına -enerjinin korunması- uyarlar, fakat İkinci Yasaya aykırı davranırlar. Kuramsal olarak ikinci türden bir devridaim makinesi hiçbir atık ısı üretmez, dolayısıyla %100 verimlidir. Yine de, İkinci Yasa böyle bir makinenin olanaksız olduğunu -atık ısının daima üretilmesi gerektiğini- dolayısıyla evrende düzensizliğin, kargaşanın veya entropinin daima arttığını söyler. Bir makine ne kadar verimli olursa olsun daima biraz atık ısı üretecek, dolayısıyla evrenin entropisini yükseltecektir.

Toplam entropideki artış, yalnızca doğa anada değil, insanlık tarihinin kalbinde de yatmaktadır. İkinci yasaya göre yok etmek, inşa etmekten çok daha kolaydır. Yaratılması binlerce yıl süren bir şey, mesela Meksika'daki büyük Aztek İmparatorluğu, birkaç ay içinde yıkılabilir ve bir grup derbeder İspanyol istilacısı atları ve ateşli silahları ile gelerek bu imparatorluğu paramparça ettikleri zaman olan şey de budur.

Ne zaman bir aynaya bakıp yeni bir kırışık veya yeni bir beyaz saç görürseniz, o zaman İkinci Yasanın etkilerini görüyor-

sunuz demektir. Biyologlar bize yaşlanmanın hücrelerimizde ve genlerimizdeki genetik hataların giderek birikmesi sonucunda ortaya çıktığını söyler, bu nedenle hücrenin işlevini yerine getirme yeteneği yavaş yavaş azalır. Yaşlanma, paslanma, çürüme, bozunma, dağılma ve çökme de İkinci Yasa için verilebilecek örnekler arasında yer almaktadır.

İkinci yasanın çok derin özelliği konusuna değinirken gökbilimci Arthur Eddington "Öyle zannediyorum ki; entropinin sürekli olarak arttığı yolundaki yasa, doğa yasalarının en önünde yer almaktadır ... eğer kuramınız termodinamiğin ikinci yasası ile çelişiyorsa size hiçbir ümit vermem mümkün değildir; son derece küçük düşerek çökmesinden başka bir olasılık mevcut değildir" demiştir.

Girişken mühendisler (ve zeki şarlatanlar), günümüzde dahi devridaim makinelerinin icadını duyurmaya devam etmektedir. Kısa bir süre önce *Wall Street Journal*, benden yatırımcıları makinesine milyonlarca dolar yatırmaya ikna eden bir mucidin çalışmaları hakkında yorum yapmamı istemişti. Önemli finans gazetelerinde bilim alanında hiçbir geçmişe sahip olmayan, bu icadın dünyayı değiştirme (ve bu sayede muhteşem, ballı kârlar üretme) potansiyeli karşısında coşan gazeteciler tarafından nefes nefese makaleler yayımlanmıştı. Manşetler, "Dahi mi, deli mi?" diye haykırıyordu.

Yatırımcılar, fiziğin ve kimyanın lisede öğretilen en temel yasalarına dahi aykırı olan bu cihaza muazzam miktarda paralar yatırmıştı. (Beni en fazla şaşırtan şey, birinin uyanık olmayan kişileri dolandırmaya çalışması değildi - bu, zamanın başlangıcından bu yana hep böyle olmuştur. Asıl şaşırtıcı olan, bu mucidin temel fizik konusundan böylesine habersiz olan zengin yatırımcıları kandırmasının bu kadar kolay olmasıydı). *Journal* dergisine "Aptalları paralarından ayırmak kolaydır"* deyimini ve P. T. Barnum'un meşhur "Dünyaya her dakika bir enayi gelir"

* Orijinal şekli "a fool and his money are soon parted" olan bu sözün tam karşılığı olan bir deyim dilimizde bulunamamıştır, bu nedenle bu çeviri tercih edilmiştir. (Ç.N.)

ifadesini hatırlatan bir yazı yazmıştım. Belki de hiç şaşırtıcı olmayan bir şekilde *Financial Times, Economist ve Wall Street Journal* devridaim makineleri için müşteri tavlamaya çalışan çeşitli mucitler hakkında kapsamlı makaleler yayımlamıştı.

Üç Yasa ve Simetriler

Ancak bunların hepsi, daha derin bir soruyu gündeme getirmektedir: Her şeyden önce, termodinamiğin demir sağlamlığındaki yasaları neden geçerlidir? Yasaların ilk önerilişinden bu yana, bilim insanları bunu merak etmiştir. Eğer bu soruyu yanıtlayabilseydik, belki yasaların içinde boşluklar bulabilirdik, bu da sonuçları itibarıyla dünyayı temelinden sarsabilirdi.

Lisansüstü eğitimim sırasında, enerjinin korunmasının gerçek kökenini öğrendiğim gün nutkum tutulmuştu. Bir sistem ne zaman bir simetriye sahip olursa o zaman sonucun bir korunum yasası olduğu, fiziğin temel ilkelerinden biridir (1918 yılında matematikçi Emmy Noether tarafından keşfedilmiştir). Eğer evrenin yasaları zaman içinde değişmeden kalırsa, bunun şaşırtıcı sonucu sistemin enerjiyi koruyor olmasıdır. (Ayrıca, hangi yöne hareket ederseniz edin eğer fiziğin yasaları değişmeden kalıyorsa, herhangi bir yöndeki momentum da sabit kalmaktadır. Ve eğer bir dönme hareketi sırasında fizik yasaları değişmeden kalıyorsa, bu durumda açısal momentum da korunmaktadır.)

Bu, beni şaşırtmıştı. Milyarlarca ışık yılı uzaklıkta, görülebilir evrenin sınırında bulunan uzak galaksilerden gelen yıldız ışığını incelediğimiz zaman, o ışığın görüngesinin (spektrum) Dünya üzerinde bulabileceğimiz görüngelerle aynı olduğunu anlamıştım. Dünya veya Güneş doğmadan milyarlarca yıl önce yola çıkmış eski ışığın içinde, bugün Dünya'da gördüğümüz hidrojen, helyum, karbon, neon ve buna benzer maddelerin görüngesi ile aynı belirgin "parmak izlerini" bulmaktayız. Diğer bir deyişle, fiziğin temel kuralları milyarlarca yıldan bu yana değişmemiştir ve bu yasalar evrenin dış kenarlarında dahi aynıdır.

En azından, Noether'in kuramına göre enerjinin korunmasının sonsuza kadar olmasa dahi muhtemelen milyarlarca yıl devam edeceğini anlamıştım. Bildiğimiz kadarıyla temel fizik yasalarından hiçbiri zaman içinde değişmemiştir ve bu, enerjinin korunmasının nedenidir.

Noether'in kuramının modern fizik üzerinde çok büyük etkileri vardır. İster evrenin kökeni ile, isterse kuarkların birbirleri veya diğer atomaltı parçacıklarla hatta antimaddeyle etkileşimi ile ilgili olsun, fizikçiler yeni bir kuram yarattıkları zaman işe sistemin boyun eğdiği simetrilerle başlar. Aslına bakılacak olursa simetriler artık herhangi yeni bir kuramın yaratılması sırasında kılavuz olarak kabul edilmesi gereken temel ilke olarak kabul edilmektedir. Eskiden simetrilerin bir kuramın yan ürünü olduğu kabul edilirdi - bir kuramın şirin fakat kesinlikle işe yaramayan bir özelliği, güzel fakat gereksiz. Günümüzde anlıyoruz ki simetriler, herhangi bir kuramı tanımlayan temel özelliklerdir. Yeni kuramlar yaratırken biz fizikçiler önce simetri ile işe başlarız, sonra onun çevresine kuramı öreriz.

(Ne yazık ki Emmy Noether, kendisinden önce Boltzmann'ın yaptığı gibi, kabul görebilmek için dişiyle tırnağıyla savaşmak zorunda kaldı. Bir kadın matematikçi olarak kendisine önde gelen kuruluşlarda kalıcı bir görev verilmedi. Noether'in danışmanı, büyük matematikçi David Hilbert ona bir öğretmenlik işi sağlayamayınca o kadar sinirlenmişti ki, "Neredeyiz biz, bir üniversitede mi, yoksa bir hamamda mı?" diye bağırmıştı).

Bu durum, rahatsız edici bir soruyu gündeme getirmektedir. Eğer fizik yasaları zaman içinde değişmediği için enerji korunuyorsa, bu simetrinin çok ender karşılaşılan olağan dışı durumlarda bozulması olasılığı var mıdır? Eğer yasalarımızdaki bu simetri garip ve umulmayan yerlerde bozulacak olursa, enerjinin korunmasının kozmik bir ölçekte ortaya çıkması olasılığı hâlâ bulunmaktadır.

Bunun meydana gelebileceği yollardan birisi, fizik yasalarının zaman içerisinde veya mesafeye bağlı olarak değişmesidir. (Asimov'un *İşte Tanrılar* adlı romanında bu simetri bozulmuştu, çünkü uzayda evrenimizle bir paralel evreni birbirine bağlayan

bir delik vardı. Uzaydaki bir deliğin yakınlarında fizik yasaları değişir ve termodinamik yasalarının bozulması olasılığı ortaya çıkar. Dolayısıyla, eğer uzayda delikler, yani solucan delikleri varsa, enerjinin korunması ihlal edilebilir).

Günümüzde yoğun bir şekilde tartışılmakta olan bir başka kaçamak noktası da, enerjinin yoktan var olup olamayacağıdır.

VAKUMDAN DOĞAN ENERJİ Mİ?

Kışkırtıcı bir soru: Yoktan enerji elde edilebilir mi? Fizikçiler, vakumun "hiçliğinin" hiç de boş olmadığını, hareketlilikle dolu olduğunu ancak anlayabilmişlerdir.

Bu görüşün taraftarlarından biri, Thomas Edison'un güçlü rakibi, yirminci yüzyılın uçuk dehası Nikola Tesla'ydı. Tesla aynı zamanda sıfır noktası enerjisi'nin, yani vakumda hesapsız ölçüde enerji bulunabileceği görüşünün de taraftarları arasında yer almaktaydı. Eğer bu görüş doğruysa, vakum tam anlamıyla havadan enerji elde edilmesini sağlayacak bir "bedava yemek" oluyordu. Boş olduğu ve içinde hiçbir madde bulunmadığı kabul edilen vakum, en üst düzey enerji deposu olacaktı.

Tesla, günümüzde Hırvatistan sınırları içinde bulunan küçük bir kasabada doğdu ve 1884 yılında beş parasız bir vaziyette ABD'ye gitti. Kısa süre içerisinde Thomas Edison'un yardımcısı olarak çalışmaya başladıysa da, dehası sayesinde onun rakibi oldu. Tarihçilerin "Akımlar Savaşı" diye adlandırdığı meşhur bir yarışmada Tesla, Edison'a karşı yarıştı. Edison, doğru akım motorlarıyla dünyada elektriğin yaygınlaşmasını sağlayacağına inanıyordu, fakat alternatif akımı bulan Tesla, kendi yöntemlerinin Edison'unkilerden çok daha üstün olduğunu ve uzak mesafelerde dikkat çekecek kadar az güç kaybına yol açtığını başarılı şekilde gösterdi. Bugün bütün gezegen Edison'un değil, Tesla'nın patentleri esasına göre elektrik kullanmaktadır. Tesla'nın icatları ve patentleri sekiz yüzden fazladır ve modern elektrik tarihinin en önemli kilometre taşlarından bazılarını kapsar. Tarihçiler, Tesla'nın radyoyu Guglielmo Marconi'den (yay-

gın şekilde radyonun mucidi olarak bilinir) önce icat ettiğini ve Wilhelm Roentgen tarafından resmen keşfedilmesinden önce de X ışınlarıyla çalıştığını güvenilir iddialar olarak kabul etmektedir. (Daha sonra hem Marconi ve hem de Roentgen, muhtemelen yıllar önce Tesla tarafmdan yapılmış keşifler için Nobel Ödülü kazanacaklardı).

Tesla vakumdan sınırsız miktarda enerji elde edeceğine de inanmaktaydı, ancak ne yazık ki bunu notları arasında kanıtlamamıştı. İlk bakışta "sıfır noktası enerjisi" (veya bir vakum içinde bulunan enerji), Termodinamiğin Birinci Yasasını ihlal ediyormuş gibi görünebilir. Sıfır noktası enerjisi Newton mekaniğine aykırı olsa da, son zamanlarda yepyeni bir yönde yeniden ortaya çıkmıştır.

Bilim insanları şu anda Dünya çevresinde yörüngede dönen WMAP uydusu gibi uydulardan gelen verileri inceledikleri zaman, evrenin %73'ünün "karanlık enerjiden", saf vakumun enerjisinden meydana geldiği gibi şaşırtıcı bir sonuca ulaştılar. Bu, tüm evrendeki en büyük enerji deposunun evrendeki galaksileri birbirinden ayıran vakum olduğu anlamına gelmekteydi. (Karanlık enerji öylesine muazzamdır ki galaksileri birbirinden uzağa itmektedir ve eninde sonunda evreni bir Büyük Donma ile yok edebilir).

Karanlık enerji evrenin her yanında, hatta oturma odanızda ve vücudunuzun içinde dahi bulunur. Dış uzaydaki karanlık enerji miktarı gerçekten astronomiktir, yıldızların ve galaksilerin hepsinin toplamından daha fazladır. Ayrıca, Dünya üzerindeki karanlık enerji miktarını hesaplayabiliriz, fakat bu enerji bir devridaim makinesini çalıştırmaya yetmeyecek kadar azdır. Tesla karanlık enerji konusunda haklıydı, fakat Dünya üzerindeki karanlık enerji miktarı konusunda yanılıyordu.

Yoksa yanılmıyor muydu?

Modern fizikteki en utanç verici boşluklardan biri, hiç kimsenin uydularımız vasıtasıyla ölçebildiğimiz enerji miktarını hesaplayamamasıdır. Evrendeki karanlık enerji miktarını hesaplamak için en yeni atomik fizik kuramını kullanacak olursak, 10^{120} (yani "bir" ve arkasında 120 sıfır!) düzeyinde hatalı bir

sayıya ulaşırız! Bu, fiziğin tümünde kuram ile deney arasında karşımıza çıkan en büyük farktır.

Mesele şu ki, "hiçliğin enerjisinin" nasıl hesaplanacağını hiç kimse bilmemektedir. Bu, fiziğin en önemli sorularından biridir (çünkü yanıtı, evrenin kaderini belirleyecektir), fakat hâlihazırda bunu nasıl hesaplayacağımıza dair en küçük bir fikre sahip değiliz. Varlığına ilişkin deneysel kanıtlar gözümüzün önünde durmasına karşın karanlık enerjinin ne olduğunu açıklayan hiçbir kuram yoktur.

Demek ki Tesla'nın şüphelendiği gibi, vakumun bir enerjisi bulunmaktadır. Ancak, enerjinin miktarı yararlı bir iş için kullanılamayacak kadar küçüktür. Galaksiler arasında muazzam miktarlarda enerji vardır, fakat Dünya üzerinde bulunan enerji miktarı miniciktir. Asıl utanç verici olan, hiçkimsenin bu enerjinin nasıl hesaplanacağını veya nereden geldiğini bilmemesidir.

Dikkat çekmek istediğim şey şu ki, enerjinin korunumu derin, evrensel nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bu yasaların herhangi bir şekilde ihlal edilmesi, evrenin evrimi konusundaki anlayışımızın ciddi şekilde değişmesini gerekli kılacaktır. Ve karanlık enerjinin gizemi, fizikçileri bu soruyla doğrudan boğuşmaya mecbur etmektedir.

Gerçek bir devridaim makinesini yaratmak istersek fiziğin temel yasalarını evrensel bir ölçekte yeniden değerlendirmemiz gerekeceği için, devridaim makinelerini bir III. sınıf olanaksızlık olarak sınıflandırıyorum; yani bunlar ya gerçekten olanaksızdır, ya da böyle bir makineyi mümkün kılmak için temel fizik konusundaki anlayışımızı evrensel bir ölçekte, temel olarak değiştirmemiz gerekecektir. Karanlık enerji, modern bilimin en büyük bitmemiş bölümlerinden biri olarak durmaktadır.

15
Önsezi

İkilem, dikkat çekmek amacıyla başının üstünde
duran gerçektir.
- NICHOLAS FALLATTE

ÖNSEZİ DİYE bir şey var mıdır, veya geleceği görmek diye? Çok eski zamanlardan gelen bu kavram bütün dinlerde vardır ve Yunanlılarla Romalıların kâhinlerine, Tevrat'ın peygamberlerine kadar uzanır. Ancak, bu hikâyelerde kehanet yeteneğinin bir lanet olabileceği de yazmaktadır. Yunan mitolojisinde Truva Kralı'nın kızı Cassandra ile ilgili bir hikâye anlatılır. Cassandra, güzelliği ile güneş tanrısı Apollo'nun dikkatini çeker. Apollo, gönlünü kazanmak amacıyla ona geleceği görme yeteneği verir. Fakat Cassandra, Apollo'nun iltifatlarını elinin tersiyle geri iter. Sinirlenen Apollo, verdiği yeteneği o şekilde değiştirir ki Cassandra geleceği görme yeteneğine sahip olacak, fakat hiç kimse ona inanmayacaktır. Truva halkını yaklaşmakta olan felaket konusunda uyaran Cassandra'yı hiç kimse dinlemez. Cassandra Truva Atı'nın hilesini, Agamemnon'un ölümünü, hatta kendisinin ölümünü dahi öngörür, fakat Truva halkı bu sözlere değer vereceği yerde onun delirdiğini düşünerek bir yere kapatır.

On altıncı yüzyılda yazan Nostradamus ve daha sonraları Edgar Cayce, zamanın peçesini aralayabileceklerini iddia etmişlerdir. Onların kehanetlerinin gerçekleştiği (örneğin II. Dünya

Savaşı, Kennedy suikastı ve komünizmin çöküşü) yolunda pek çok iddia var olsa da, bu kâhinlerin çoğunun dizelerini kaydederken kullandıkları sembolik ifade şekli, birbiriyle çelişen çeşitli yorumlar yapılmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin Nostradamus'un dörtlükleri öylesine geneldir ki, onlardan her türlü anlamı çıkartmak mümkündür (ve öyle de yapılmıştır). Dörtlüklerden biri şöyle söyler:

Dünyanın merkezinden toprağı titreten ateşler kükrer:
"Yeni Şehir" çevresinde Dünya titreşir
İki asilzade uzun ve sonuçsuz bir savaş yapar
Pınarların perisi yeni, kızıl bir nehir akıtır.

Bazıları, Nostradamus'un 11 Eylül 2001 tarihinde New York'taki İkiz Kulelerin yanmasını öngördüğünün bu dörtlük ile kanıtlandığını öne sürmektedir. Ancak, yüzyıllar boyunca aynı dörtlük için bir sürü başka yorum da yapılmıştır. Görüntüler öylesine şüphelidir ki, pek çok değişik yorum yapma olanağı bulunmaktadır.

Önsezi, kralların kötü kaderi ve imparatorlukların çöküşü üzerine yazan oyun yazarlarının da çok sevdiği bir araçtır. Shakespeare'in *Macbeth*'inde önsezi, oyun temasının ve İskoçya Kralı olacağı öngörüsünde bulunan üç cadıya rastlayan Macbeth'in tutkularının merkezinde yer almaktadır. Cadıların öngörüsüyle kanlı tutkuları harekete geçer, düşmanlarını yok etmek için kanlı ve ürkütücü bir sefere çıkar ve bu arada rakibi Macduff'un masum karısı ile çocuklarını da öldürür.

Tacı ele geçirmek için bir dizi korkunç iş yapan Macbeth, cadılardan savaşta kimsenin onu yenemeyeceğini, "Büyük Birnam Ormanı Dunsinane Tepesi'ne gelmediği sürece kendisinin yok olmayacağını ve bir kadının rahminden doğan hiç kimsenin ona zarar veremeyeceğini" öğrenir. Bir orman hareket edemeyeceği ve bütün erkekler bir rahimden doğduğu için Macbeth bu kehaneti memnuniyetle karşılar. Fakat Macduff'un birlikleri Büyük Birnam Ormanı'ndan kestikleri dalların altına saklanarak Macbeth'in üzerine yürüdüğü için Birnam Ormanı

hareket etmiş olur, ayrıca Macduff'un doğumu da sezaryenle gerçekleşmiştir.

Geçmişin kehanetlerinin bu kadar çok sayıda alternatif yoruma sahip olmasına ve dolayısıyla sınanmalarının olanaksız olmasına karşın, bir kehanet setinin incelenmesi çok kolaydır: Dünyanın kesin sona eriş tarihinin, kıyamet gününün kesin tarihi konusundaki kehanetler. İncil'in son bölümünde Dünya'nın son günleri ayrıntılı şekilde anlatıldıktan itibaren bu yana kökten dinciler Zamanın Sonu'nun tarihini tam olarak öngörmeye çalışmıştır.

Kıyamet günü konusundaki en tanınmış kehanetlerden biri, gökyüzündeki bütün gezegenlerin, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn'ün birbiriyle çarpışması nedeniyle Dünya'nın sonunun gelmesine yol açacak büyük bir sel öngörüsünde bulunan astrologlar tarafından öne sürülen 20 Şubat 1524 tarihidir. Avrupa'da kitlesel bir panik meydana gelmişti. İngiltere'de yirmi bin kişi çaresizlik içinde evlerini terk etmişti. St. Bartholomew Kilisesi'nin çevresine iki ay yetecek kadar su ve yiyeceğin stoklandığı bir kale yapılmıştı. Almanya ve Fransa'da halk, seli yönlendirmek üzere gözleri dönmüş bir şekilde büyük kanallar inşa etmişlerdi. Hatta Kont Von Iggleheim, bu çok önemli olaya hazırlık olarak üç katlı muazzam bir kanal inşa ettirmişti. Ancak, belirtilen tarih geldiğinde yalnızca hafif bir yağmur görüldü. Kalabalıkların ruh hali birdenbire korkudan kızgınlığa dönüştü. Bütün varlıklarını satan ve yaşamları altüst olan insanlar, kendilerini aldatılmış hissetti. Kızgın kalabalıklar başıboş dolaşmaya başladı. Toplu saldırı sonucunda kont taşlanarak öldürüldü ve onun yanı sıra yüzlerce kişi daha katledildi.

Kehanetin çekiciliğine yalnızca Hıristiyanlar kapılmıyordu. 1648 yılında İzmirli zengin bir Yahudinin oğlu olan Sabbatai Zevi kendini Mesih ilan etti ve Dünya'nın sonunun 1666 yılında geleceğini öngördü. Yakışıklı ve karizmatik olan ve Kabala'nın gizemli metinlerini çok iyi bilen Zevi, kendisine ateşli bir şekilde bağlı bir mürit grubu oluşturdu ve haberleri bütün Avrupa'ya yaymaya başladı. 1666 ilkbaharında Fransa, Hollanda, Almanya ve Macaristan gibi uzak ülkelerdeki

Yahudiler eşyalarını toplamaya ve Mesihlerinin çağrısına uymaya başladılar. Ancak, o yılın ilerleyen günlerinde Zevi Osmanlı vezir-i azamı tarafından tutuklandı ve zincirlenerek hapse atıldı. Olası bir idam cezası ile karşı karşıya olduğu için üzerindeki Yahudi elbiselerini atıp bir sarık taktı ve İslam dinini seçti. Kendisinin sadık müritlerinden on binlercesi, hayal kırıklığı içinde tarikatı terk etti.

Kâhinlerin kehanetleri bugün dahi etkisini sürdürmekte, dünyanın her yerinde on milyonlarca insanın yaşamını etkilemektedir. ABD'de William Miller, kıyametin 3 Nisan 1843 günü kopacağını açıkladı. Bu kehanete ilişkin haberler ABD'nin her tarafına yayılmışken, 1833 yılında bir gece gökyüzünde muhteşem bir meteor yağmuru sergilendi ve Miller'in kehanetinin etkisini daha da arttırdı.

Milleritler adı verilen on binlerce sadık mürit, mahşer günün gelişini bekledi. 1843 yılı geldi geçti, dünyanın sonu gelmedi. Millerit hareketi birkaç büyük gruba ayrıldı. Milleritlerin ulaştığı büyük sayı nedeniyle bu grupların her biri günümüzde dahi din üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Millerit hareketinin bugün 14 milyon vaftiz edilmiş üyesi bulunan büyük bir parçası 1863 yılında yeniden toparlandı ve adını Yedinci Gün Adventist Kilisesi olarak değiştirdi. İnançlarının merkezinde İsa'nın İkinci Gelişi bulunmaktadır.

Milleritlerden ayrılan ikinci bir grup da sonradan kıyametin tarihini 1874'e çeken Charles Taze Russell'e doğru kaymıştır. Russell, bu tarih de gelip geçince Mısır'ın büyük piramitleri üzerinde yaptığı incelemeler uyarınca kehanetini gözden geçirmiş, bu sefer 1914'e karar kılmıştır. Altı milyondan fazla üyesi bulunan bu grup, sonradan Yehova Şahitleri adını alacaktır.

Millerit hareketinin diğer fraksiyonları ise öngörülerde bulunmayı sürdürdüler ve her başarısız öngörünün ardından yeni bölünmeler yaşadılar. Milleritlerin küçük bir grubu Davidian Dalı adını taşıyordu; bunlar, 1930'lı yıllarda Yedinci Gün Adventistlerinden kopmuştu. Texas'ın Waco kasabasında, hipnotize edici bir şekilde dünyanın sonunu anlatan David Koresh adlı genç bir vaizin karizmatik etkisine kapılmış küçük

bir topluluk oluşturmaktaydılar. Bu grup, 1993 yılında FBI ile trajik bir çatışma yaşadı, tesisleri büyük bir yangında yok oldu, aralarında Koresh'in ve 27 çocuğun da bulunduğu 76 tarikat mensubu yanarak öldü.

GELECEĞİ GÖREBİLİR MİYİZ?

Özenle yapılan bilimsel deneyler bazı bireylerin geleceği görebildiğini kanıtlayabilir mi? 12. Bölümde zamanda yolculuğun fizik yasaları ile tutarlı olabileceğini, fakat bunun Tip III bir uygarlık için geçerli olduğunu görmüştük. İyi ama, önsezi mümkün müdür?

Rhine Center'da yapılan ayrıntılı deneyler bazı insanların geleceği görebildiği, yani kartları açılmadan tanıyabildikleri yolunda bir izlenim vermektedir. Ancak, tekrar tekrar yapılan deneyler göstermiştir ki, bu etki çok küçüktür ve başkaları aynı sonuçları tekrarlamaya çalıştıkları zaman genellikle ortadan kaybolmaktadır.

Aslına bakılacak olursa önsezinin modern fizik ile bağdaştırılması zordur, çünkü nedensellik ilkesini, neden sonuç yasasını ihlal etmektedir. Sonuçlar nedenlerin ardından ortaya çıkar, önce değil. Şimdiye kadar bulunan bütün yasaların içinde nedensellik vardır. Nedenselliğin ihlali, fiziğin temellerinde önemli ölçüde bir çöküşe işaret edecektir. Newton mekaniği, nedenselliğe sıkı sıkıya bağlıdır. Newton yasaları öylesine geniş kapsamlıdır ki, eğer evrendeki bütün moleküllerin yerini ve yönünü bilirseniz bu atomların gelecekteki hareketlerini hesaplayabilirsiniz. Yani geleceğin hesaplanması mümkündür. İlke olarak Newton mekaniği, eğer elinizde yeterince büyük bir bilgisayar olursa gelecekteki olayların tümünü hesaplayabileceğinizi söylemektedir. Newton'a göre evren, zamanın başlangıcında Tanrı tarafından kurulmuş olan ve o zamandan beri O'nun yasalarına göre çalışmakta olan devasa bir saattir. Newton'un kuramında önsezilere yer yoktur.

ZAMANDA GERİYE DOĞRU

Bununla beraber, Maxwell'in kuramı üzerinde konuşmaya başladığımız zaman senaryo çok daha karmaşık bir hal alır. Maxwell denklemlerini ışık için çözdüğümüzde bir değil iki sonuç elde ederiz: Işığın bir noktadan diğerine standard hareketini temsil eden "geri kalmış" bir dalga; ve ışık demetinin zaman içinde geriye gittiği bir "ileri gitmiş" dalga. Bu ileri çözüm gelecekten gelmekte ve geçmişe ulaşmaktadır!

Yüz yıldan beri mühendisler zamanda geriye doğru giden bu "ileri" sonuçla karşılaştıkları zaman onu matematiksel bir garabet olarak göz ardı etmişlerdi. Geri kalmış dalgalar radyonun, mikrodalgaların, TV, radar ve X ışınlarının davranışlarını bu kadar doğru bir şekilde öngördüğü için, ileri sonucu pencereden dışarı atıvermişlerdi. Geri kalmış dalgalar öylesine şahane bir şekilde güzel ve başarılıydılar ki, mühendisler onun çirkin ikizini tamamen ihmal etmişlerdi. Neden başarılı olan bir şeyi kurcalasınlardı ki?

Fakat ileri dalga, fizikçiler için geçen yüzyıl boyunca rahatsız edici bir sorun olmuştur. Maxwell denklemleri modern çağı taşıyan direkler arasında yer aldığı için, bu denklemlerle bulunan herhangi bir sonucun, çok ciddiye alınması gereklidir, hatta gelecekten gelen dalgaların kabullenilmesi anlamına gelse dahi. Gelecekten gelen ileri dalgaları tamamen göz ardı etmek olanaksız görünüyordu. Doğa bize en temel düzeyde neden böylesine garip bir çözüm sağlamıştı? Bu acımasız bir şaka mıydı, yoksa ortada daha derin bir anlam var mıydı?

Mistikler bu ileri dalgalara karşı bir ilgi duymaya başladılar ve bunların gelecekten gelen mesajlar olduğunun ortaya çıkacağını öne sürdüler. Belki de eğer bu dalgaları bir şekilde kontrol altına almayı başarabilirsek mesajları geçmişe göndermeyi başarabilir, böylece geçmiş nesilleri olacak olaylar hakkında bilgilendirebilirdik. Örneğin 1929 yılına, dedelerimize mesaj göndererek Büyük Buhran yaşanmadan önce ellerindeki hisse senetlerini satmaları için onları uyarabilirdik. Bu tür ileri dalgalar zaman yolculuğunda olduğu gibi şahsen geçmişi ziyaret etmemize ola-

nak sağlamazdı, fakat insanları henüz meydana gelmemiş olaylar hakkında bilgilendirmek üzere geçmişe mektuplar ve mesajlar göndermemize yarayabilirdi.

Bu ileri dalgalar, zamanda geriye gitme fikrine ilgi duyan Richard Feynman tarafından incelenineeye kadar gizemini korudu. Feynman, ilk atom bombasının yapılmasıyla sonuçlanan Manhattan Projesi'nde çalıştıktan sonra Los Alamos'tan ayrıldı ve John Wheeler'in altında çalışmak üzere Princeton Üniversitesi'ne gitti. Dirac'ın elektron konusundaki orijinal çalışmalarını inceleyen Feynman, çok garip bir şeyle karşılaştı. Eğer Dirac'ın denkleminde zamanın yönünü tersine çevirirse, elektronun yükünü de tersine döndürmek koşuluyla denklem aynı kalıyordu. Diğer bir deyişle zamanda geriye doğru giden bir elektron, zamanda ileriye giden bir anti elektron ile aynıydı! Normal olarak yetkin bir fizikçi bu yorumu yalnızca bir oyun, anlamı olmayan bir matematiksel el çabukluğu olarak kabul edip bir kenara atardı. Zamanda geriye gitmek hiç de anlamlı gelmiyordu, fakat Dirac'm denklemleri bu konuda çok açıktı. Diğer bir deyişle Feynman, doğanın bu zamanda geri kalmış çözümlere olanak sağlamasının nedenini bulmuştu: Bunlar, antimaddenin hareketini temsil etmekteydi. Eğer Feynman daha yaşlı bir fizikçi olsaydı bu çözümü pencereden dışarı atardı. Fakat mütevazı bir lisansüstü öğrencisi olduğu için merakını gidermeye girişti.

Genç Feynman, bu muammanın içine girmeyi sürdürdükçe, daha da garip bir şey dikkatini çekti. Normal olarak eğer bir elektron ile bir anti elektron çarpışırsa birbirlerini yok eder ve bir gama ışını üretirler. Bunu bir sayfa kâğıt üzerine çizdi: Birbirine çarpan ve bir enerji patlamasına dönüşen iki nesne.

Fakat eğer anti elektronun yükünü tersine çevirirseniz, zamanda geriye doğru giden sıradan bir elektrona dönüşürdü. Sonra aynı resmi, zaman okunu tersine döndürerek çizebilirdiniz. Elektron şimdi zamanda ileriye gidiyormuş, sonra birdenbire fikrini değiştirip yön değiştirmiş gibi görünüyordu. Elektron, zamanda bir U dönüşü yapmış ve bu sırada bir enerji patlaması yaratmıştı. Diğer bir deyişle, *aynı* elektrondu. Elektron-anti

elektronun birbirini yok etme süreci, aynı elektronun zamanda geriye gitmeye karar vermesi ile aynıydı!

Böylece Feynman, antimaddenin gerçek sırrını açıkladı: *Zamanda geriye giden sıradan maddeden başka bir şey değildir.* Bu basit gözlem, bütün parçacıkların bir anti parçacık eşi olmasının yarattığı bulmacayı derhal çözmüştü: Çünkü bütün parçacıklar zamanda geriye doğru gidebilir, dolayısıyla antimadde maskesine bürünebilirler. (Bu yorum daha önce sözü geçen "Dirac denizi" ile eşdeğerdir, fakat daha basittir ve bugün herkes tarafından kabul edilen açıklamadır).

Şimdi, diyelim ki elimizde bir parça antimadde var ve bu parça, sıradan madde ile çarpışarak muazzam bir patlamaya yol açıyor. Trilyonlarca elektron ve trilyonlarca anti elektron, birbirini yok ediyor. Fakat eğer anti elektronun okunun yönünü değiştirerek onu zamanda geriye gitmekte olan bir elektrona dönüştürecek olursak, bunun anlamı aynı elektronun zikzak yaparak trilyonlarca kez ileri geri gitmesi demek olacaktır.

Ortada daha da merak uyandırıcı bir sonuç bulunmaktadır: Madde parçasının içinde yalnızca bir elektron olması gerekir. Aynı elektron zaman içinde zikzak yaparak hızla ileri geri hareket etmektedir. Zamanda yaptığı her U dönüşü ile antimaddeye dönüşür. Fakat eğer zamanda bir diğer U dönüşü daha yapacak olursa o zaman başka bir elektrona dönüşecektir.

(Bu durumda Feynman, tez danışmanı John Wheeler ile birlikte belki de bütün evrenin zaman içinde ileri geri zikzaklar çizen tek bir elektrondan meydana gelmiş olabileceği önerisinde bulundu. Orijinal Büyük Patlama'nın kargaşasından tek bir elektronun yaratıldığını düşünün. Aradan trilyonlarca yıl geçtikten sonra bu tek elektron ister istemez Kıyamet Günü'nün felaketi ile karşı karşıya kalacak ve bir U dönüşü yaparak zamanda geri gitmeye başlayacak, bu arada bir gama ışını çıkartacaktır. Sonra orijinal Büyük Patlama'ya geri dönecek ve başka bir U dönüşü yapacaktır. Daha sonra bu elektron, Büyük Patlama ile Kıyamet Günü arasında tekrarlayan zikzaklar yaparak ileri geri gidip gelecektir. Yirmi birinci yüzyıldaki evrenimiz yalnızca bu elektronun yolculuğuna ait bir zaman kesitidir, bu

kesitte biz trilyonlarca elektron ve anti elektronu, yani görülebilir evreni görmekteyiz. Bu kuram ne kadar garip görünürse görünsün, kuantum kuramına ait ilginç bir gerçeği açıklamaktadır: Bütün elektronların neden aynı olduğunu. Fizikte elektronları etiketleyemezsiniz. Yeşil elektron gibi bir tanım yoktur. Elektronların hiçbir bireyselliği yoktur. Bilim insanlarının vahşi hayat içindeki hayvanları bazen incelemek amacıyla etiketlediği gibi, elektronları "etiketleyemezsiniz". Belki de bunun nedeni, bütün evrenin zaman içinde ileri geri giden aynı elektrondan meydana geliyor olmasıdır).

Fakat antimadde eğer zaman içinde geriye giden sıradan maddeyse, o zaman geçmişe mesaj gönderme olanağı var mıdır? Bugünkü *Wall Street Journal* gazetesini geçmişte kendinize gönderip borsada voliyi vurabilir misiniz?

Bu soruların yanıtı "hayır"dır.

Eğer antimaddeye maddenin bir başka ilginç hali olarak davranır ve antimadde ile bir deney yaparsak, nedensellik hiçbir şekilde ihlal edilmiş olmaz. Neden ve sonuç değişmeden kalır. Şimdi anti elektronun okunu tersine çevirerek zamanda geriye gönderirsek, yalnızca bir matematiksel işlem yapmış oluruz. Fizik, değişmeden kalır. Fiziksel olarak hiçbir şey değişmemiştir. Bütün deney sonuçları aynıdır. Dolayısıyla, elektronu zaman içinde ileriye veya geriye gidiyor olarak görmek, tamamen geçerlidir. Ancak, elektron zamanda geriye doğru her gidişinde, geçmişi tamamlar. Yani öyle görünüyor ki, tutarlı bir kuantum kuramına sahip olmak için gelecekten gelecek gelişmiş çözümler gerçekten gereklidir, fakat bunlar nedenselliği ihlal etmezler. (Aslına bakılacak olursa, bu gelişmiş dalgalar olmasaydı kuantum kuramının nedenselliği ihlal edilmiş olurdu. Feynman bize göstermiştir ki, ileri ve geri dalgaların katkılarını birbiriyle toplayacak olursak nedenselliği ihlal eden terimlerin birbirini tam olarak götürdüğünü görürüz. Dolayısıyla antimadde, nedenselliği korumak için gereklidir. Antimadde olmadan, nedensellik çökebilir).

Feynman, bu çılgınca fikri besleyerek tam bir elektron kuantum kuramı şeklini alıncaya kadar izledi. Onun eseri olan kuan-

tum elektrodinamiği (QED), deneysel olarak 10 milyarda bir hassasiyet düzeyine kadar doğrulanmıştır; bu da bu kuramı gelmiş geçmiş en doğru kuramlardan biri yapmaktadır. Bu kuram, çalışma arkadaşları Julian Schwinger ve Sin-Itiro Tomonaga ile birlikte kendisine 1965 Nobel Ödülü'nü kazandırmıştır.

(Feynman, Nobel Ödülü kabul konuşmasında gençliğinde güzel bir kıza âşık olurmuşçasına bu ileri dalgalara âşık olduğunu anlatmıştı. Bu güzel kız günümüzde olgunluğa ermiştir ve pek çok çocuğun annesidir. Bu çocuklardan biri, Feynman'ın kuantumelektro dinamiği kuramıdır).

Gelecekten Gelen Takyonlar

Gelecekten gelen (ve kuantum kuramında yararlarını defalarca sergilemiş olan) ileri dalgaların yanı sıra, kuantum kuramının bir o kadar çılgınca görünen fakat o kadar yararlı olmayan başka bir tuhaf kavramı daha vardır. Bu kavram, *Uzay Yolu*'nda düzenli bir şekilde karşımıza çıkan "takyonlar" fikridir. *Uzay Yolu*'nun yazarları ne zaman sihirli bir işlem yapmak için yeni bir enerji türüne gerek duyarlarsa, takyonlara başvururlar.

Takyonlar, her şeyin ışıktan hızlı yol aldığı garip bir dünyada yaşar. Takyonlar enerji kaybettikçe daha hızlı hareket ederler, bu da sağduyuya aykırı düşer. Aslına bakılacak olursa eğer bütün enerjilerini kaybederlerse sonsuz hızda yol almaya başlarlar. Bununla beraber, takyonlar enerji kazanmaya başladıkça yavaşlayarak ışık hızına kadar düşerler.

Takyonları böylesine garip bir hale getiren şey, sanal kütleye sahip olmalarıdır. ("Sanal" kelimesi ile bunların kütlelerinin eksi birin karekökü, yani "i" ile çarpıldığını ifade etmek istiyoruz). Einstein'ın meşhur denklemlerini alıp "m"nin yerine "im" yazacak olursak, harikulade bir olay gerçekleşir. Parçacıklar, birdenbire ışıktan hızlı hareket etmeye başlar.

Bu sonuç, garip durumların ortaya çıkmasına neden olur. Eğer bir takyon maddenin içinde yol alacak olursa, atomlarla çarpıştığı için enerji kaybına uğrar. Fakat enerji kaybettikçe daha

hızlı hareket eder, bu da atomlarla meydana gelen çarpışmaları arttırır. Bu çarpışmaların daha fazla enerji kaybına yol açması ve dolayısıyla daha hızlı hareket etmesine neden olması gerekecektir. Bu da bir kısır döngü yaratacağı için, takyon doğal olarak kendi kendine sonsuz hıza ulaşır!

(Takyonlar antimaddeden ve negatif maddeden farklıdır. Antimadde pozitif enerjiye sahiptir, ışıktan yavaş yol alır ve kullandığımız parçacık hızlandırıcılarda yaratılabilir. Kurama göre yerçekimi ile aşağıya doğru düşer. Antimadde, zamanda geriye doğru giden sıradan maddeye karşılık gelir. Negatif madde negatif enerjiye sahiptir ve o da ışıktan yavaş yol alır, fakat yerçekimi ile yukarıya doğru düşer. Negatif madde laboratuvarda hiçbir zaman bulunmamıştır. Büyük miktarlarda olursa kuramsal olarak zaman makinelerine yakıt sağlamak için kullanılabilir. Takyonlar ışıktan hızlı yol alır ve sanal kütleye sahiptir; yerçekimi ile aşağıya doğru mu, yoksa yukarıya doğru mu düştükleri belli değildir. Onlar da laboratuvarda bulunmamıştır).

Takyonlar ne kadar tuhaf olsalar da, aralarında Columbia Üniversitesi'nden Gerald Freiberg ve Austin'deki Texas Üniversitesi'nden George Sudarshan'ın da bulunduğu fizikçiler tarafından ciddi şekilde incelenmiştir. Şimdiye kadar hiç kimsenin laboratuvarda bir takyon görmemiş olması, bir sorundur. Bir nedensellik ihlali, takyonlar için önde gelen bir deneysel kanıt olabilir. Feinberg, fizikçilerin bir lazer ışınını yayılmaya başlamadan önce incelemelerini dahi önermiştir. Eğer takyonlar varsa, belki de lazer ışını cihazının çalıştırılmasından önce tespit edilebilir.

Bilim kurguda takyonlar geçmişteki kâhinlere mesajlar göndermek amacıyla düzenli şekilde kullanılır. Fakat eğer işin fizik kısmı incelenecek olursa, bunun olası olup olmadığı belli değildir. Örneğin Feinberg, zamanda ileriye doğru giden bir takyonun yayımlanmasının zamanda geriye doğru giden bir negatif enerjili takyonun yutulması ile eşdeğer olduğuna ve dolayısıyla nedenselliğin ihlal edilmediğine (antimadde konusundaki duruma benzer şekilde) inanmaktaydı.

Bilim kurgu bir yana bırakılacak olursa, takyonların günümüzdeki modern yorumuna göre bunlar nedenselliğe aykırı bir şekilde Büyük Patlama anında var olabilirler, fakat artık mevcut değildirler. Aslına bakılacak olursa bunlar her şeyden önce evrenin "patlaması" üzerinde çok temel bir rol oynamış olabilirler. Bu bakımdan takyonlar, Büyük Patlama kuramlarından bazıları için temel nitelik taşımaktadır.

Takyonlar, dikkat çekici bir özelliğe sahiptir. Onları herhangi bir kuramın içine yerleştirdiğiniz zaman "vakumu" yani bir sistemin en düşük enerji durumunu dengesiz hale getirirler. Eğer bir sistemde takyonlar varsa o sistem bir "yalancı vakum" içindedir, yani bu sistem dengesizdir ve gerçek vakuma doğru bozunur.

Bir gölün suyunu dizginleyen bir barajı gözünüzün önüne getirin. Bu, "yalancı vakumu" temsil eder. Baraj her ne kadar mükemmel bir şekilde kararlı görünse de, barajdan daha aşağıda bir enerji durumu mevcuttur. Eğer barajda bir çatlak meydana gelir ve bu çatlaktan sular fışkırmaya başlarsa, sular deniz seviyesine doğru aktıkça sistem gerçek vakum durumu kazanır.

Aynı şekilde, Büyük Patlama'dan önce evrenin içinde takyonların bulunduğu bir yalancı vakum içinde başladığı düşünülmektedir. Ancak takyonların varlığı bunun en düşük enerji durumu olmadığı anlamına gelmekteydi, dolayısıyla sistem kararlı değildi. Uzay-zamanın dokusunda gerçek vakumu temsil eden minik bir "yırtık" ortaya çıktı. Yırtık büyüdükçe bir baloncuk oluştu. Baloncuğun dışında takyonlar hâlâ vardı, fakat baloncuğun içindeki takyonların hepsi yok oldu. Baloncuk genişledikçe bildiğimiz şekli ile, içinde takyonlar olmayan evreni görüyoruz. İşte bu, Büyük Patlama'dır.

Evren bilimciler tarafından çok ciddi olarak kabul edilen bir kurama göre "enflasyon" adı verilen bir takyon, başlangıçtaki şişme sürecini başlatmıştır. Daha önce bahsettiğimiz gibi, şişen evren kuramı evrenin turbo şarjlı bir şişme döneminden geçen minik bir uzay-zaman baloncuğu olarak başladığını öne sür-

mektedir. Fizikçiler evrenin başlangıçta şişme alanının bir takyon olduğu yalancı vakum durumunda olduğunu düşünmektedir. Takyonun varlığı vakumun kararlılığını bozmuş, minik baloncukların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Şişme alanı, bu baloncukların içinde gerçek vakum durumuna gelmiştir. Daha sonra bu baloncuk hızla şişmeye başlamış, evrenimizi meydana getirmiştir. Baloncuk-evrenimizin içinde şişme kaybolmuştur, bu yüzden artık evrenimizde fark edilememektedir. Yani takyonlar nesnelerin ışıktan hızlı yol aldığı ve belki de nedenselliği ihlal dahi ettiği garip bir kuantum durumunu temsil etmektedir. Fakat bunlar uzun zaman önce ortadan kaybolmuşlardır ve belki de evrenin doğuşuna yol açmışlardır.

Bütün bunlar, sınanma olasılığı taşımayan boş tahminler gibi gelebilir. Ancak yalancı vakum kuramının ilk deneysel sınaması İsviçre'nin Cenevre kentinde kurulan Büyük Hadron Çarpıştırıcısında yapılacaktır. Büyük Hadron Çarpıştırıcısının temel amaçlarından biri de Standard Modelin henüz bulunamamış son parçacığı olan Higgs bozonunu bulmaktır.* (Higgs parçacığı öylesine önemli fakat öylesine zor bulunabilen bir şeydir ki, Nobel Ödülü sahibi Leon Lederman onu "Tanrı Parçacığı" olarak adlandırmıştır).

Fizikçilerin inanışına göre Higgs bozonu var olmaya bir takyon şeklinde başlamıştır. Yalancı vakum içinde atomaltı parçacıkların hiçbirinin kütlesi yoktu. Fakat bu bozonun varlığı vakumun dengesini bozdu ve evren yeni bir vakuma geçiş yaptı, bu geçiş sonucunda da Higgs bozonu sıradan bir parçacığa dönüştü. Bir takyondan sıradan bir parçacığa geçiş sonucunda atomaltı parçacıklar bugün laboratuvarda ölçtüğümüz kütlelere sahip olmaya başladı. Böylece, Higgs bozonunun keşfi yalnızca Standard Modelin son kayıp parçasının bulunmasını sağlamayacak, aynı zamanda takyon durumunun bir zamanlar var olduğunun fakat sonradan sıradan bir parçacığa dönüştüğünün kanıtlanmasına da yol açacaktır.

* 2013 yılında bulunan Higgs bozonu, Peter Higgs ve François Englert'e Nobel Ödülü kazandırmıştır.

Özetleyecek olursak, Newton fiziği önseziye izin vermemektedir. Neden ve sonuç denen demir kural, asla ihlal edilmemektedir. Kuantum kuramında maddenin zaman içerisinde geriye doğru giden madde demek olan antimadde gibi yeni durumlarda olması mümkündür, fakat nedensellik ihlal edilmemektedir. Aslında kuantum kuramında antimadde, nedenselliği geri getirmede temel rol oynamaktadır. Takyonlar ilk bakışta nedenselliği ihlal etmiş gibi görünseler de, fizikçiler onların gerçek amaçlarının Büyük Patlama'yı başlatmak olduğuna ve bu nedenle artık ortalıkta görünmediklerine inanmaktadır.

Dolayısıyla önsezi en azından öngörülebilir gelecek boyunca devre dışı kalmış görünmektedir, bu da onu III. sınıf bir olanaksızlık yapar. Tekrarlanabilir deneylerde önsezinin varlığı kanıtlanacak olursa, modern fiziğin temelleri kökünden sarsılacaktır.

Son Söz

Olanaksızın Geleceği

Bir milyon teknolojik toplumdan birinin dahi yapmak istemeyeceği kadar büyük veya çılgınca bir şey yoktur, yeter ki fiziksel açıdan mümkün olsun.

- FREEMAN DYSON

Kader, bir tesadüf değildir –bir seçimdir. Gerçekleşmesi beklenecek bir şey değildir– gerçekleştirilecek bir şeydir.

- WILLIAM JENNINGS BRYAN

SONSUZA KADAR kavrayışımızın ötesinde olacak gerçekler var mıdır? Gelişmiş bir uygarlığın dahi yetkinliklerinin dışında olacak bilgi alanları var mıdır? Şimdiye kadar incelenen teknolojiler arasında yalnızca devridaim makineleri ve önsezi III. sınıf olanaksızlıklar kategorisine girmektedir. Benzer şekilde olanaksız olan başka teknolojiler var mıdır?

Soyut matematik, belirli bazı şeylerin gerçekten olanaksız olduğunu gösteren kuramların içinde bolca bulunmaktadır. Bunun basit bir örneği, bir açının yalnızca bir pusula ve bir cet-

vel kullanarak üç eşit parçaya bölünmesinin olanaksız olmasıdır; bu, 1837 yılında kanıtlanmıştı.

Aritmetik gibi basit bir sistemde dahi olanaksızlıklarla karşılaşılabilir. Daha önce bahsettiğim gibi, aritmetikteki bütün gerçek ifadeleri aritmetiğin kabulleri içinde kanıtlamak olanaksızdır. Aritmetikte daima yalnızca aritmetiği bir alt küme olarak içeren çok daha büyük bir sisteme geçerek kanıtlanabilecek gerçek ifadeler var olacaktır.

Matematikte bazı şeyler olanaksız olsa da, fen bilimlerinde bir şeyi mutlak şekilde olanaksız ilan etmek daima sakıncalıdır. Chicago Üniversitesi'nde Ryerson Fizik Laboratuvarı'nın açılışı sırasında Nobel Ödülü sahibi Albert A. Michelson'un yaptığı ve fizikte yeni bir şey keşfetmenin olanaksız olduğunu söylediği konuşmayı size hatırlatayım: "Fizik biliminin önemli temel yasaları ve gerçeklerinin hepsi keşfedilmiştir ve bunlar şimdi öylesine sağlam bir şekilde yerleşmiştir ki, yeni keşiflere bağlı olarak bunların değişme olasılığı son derece küçüktür... Gelecekteki keşiflerimiz, ondalık virgülden sonraki altıncı hanede aranmalıdır."

Bu sözler bilim tarihinin en büyük devrimlerinden bazılarının, 1900 yılının kuantum devriminin ve 1905 yılının görelilik devriminin arifesinde söylenmişti. Mesele şu ki, günümüzde olanaksız olan şeyler, bilinen fizik yasalarını ihlal etmektedir, fakat bildiğimiz gibi fizik yasaları değişebilir.

1825 yılında büyük Fransız düşünürü Auguste Comte, *Cours de Philosophie* adlı eserini yazarken bilimin yıldızların ne tür bir malzemeden yapılmış olduğunu belirlemesinin olanaksız olduğunu ifade etmişti. Bu, o zamanlar kazanma şansı yüksek bir iddia gibi görünmekteydi, çünkü yıldızların özelliklerine ilişkin hiçbir şey bilinmiyordu. O kadar uzaktaydılar ki, oralara gitmek olanaksızdı. Ancak, onun bu iddiayı seslendirmesinden birkaç yıl sonra, fizikçiler (spektroskopi vasıtasıyla) Güneş'in hidrojenden yapılmış olduğunu beyan ettiler. Aslına bakılacak olursa, şimdi bilmekteyiz ki yıldızlardan milyarlarca yıl önce yayılan spektral ışınları çözümlemek suretiyle onların kimyasal özelliklerini anlamak mümkündür.

Comte, diğer "olanaksızlıkları" listeleyerek bilim dünyasına meydan okumuştu:

- Onun iddiasına göre "cisimlerin nihai yapısı daima bilgilerimizin ötesine geçmelidir." Diğer bir deyişle maddenin gerçek özelliklerini bilmek olanaksızdı.
- Matematiğin asla biyoloji ve kimyayı açıklamak amacıyla kullanılamayacağını düşünürdü. Bu bilimleri matematiğe indirgemenin olanaksız olduğunu savunurdu.
- Gök cisimlerinin incelenmesinin insanların işleri üzerine herhangi bir etki yapmasının olanaksız olduğunu düşünürdü.

Temel bilimler hakkında böylesine az bilginin var olduğu on dokuzuncu yüzyılda bu "olanaksızlıkları" ileri sürmek, makul sayılırdı. Maddenin ve yaşamın gizemi konusunda hemen hemen hiçbir şey bilinmemekteydi. Ancak, günümüzde atom kuramı, maddenin yapısının bilimsel şekilde araştırılması yönünde önümüze tümüyle yeni bir dünya açmıştır. Yaşamın ve kimyanın gizemlerini anlaşılır kılan DNA ve kuantum kuramlarını biliyoruz. Ayrıca Dünya üzerindeki yaşamın akışını sadece şekillendirmekle kalmayan, onun varlığını da şekillendirmeye yardımcı olan meteor çarpmalarından da haberimiz var.

Gökbilimci John Barrow, "Tarihçiler Comte'nin görüşlerinin sonraları Fransız bilimindeki gerilemeden kısmen sorumlu olup olmadığını hâlâ tartışıyor" diyerek dikkatimizi çekmektedir.

Comte'nin iddialarını reddeden matematikçi David Hilbert, "Benim düşünceme göre Comte'nin çözülemeyecek bir problem bulmakta başarısız olmasının gerçek nedeni, çözülemez problem diye bir şeyin var olmaması gerçeğinde gizlidir" diye yazmıştır.

Ancak, günümüzde bilim insanları yeni bir olanaksızlıklar kümesini ortaya çıkartmaktadırlar: Büyük Patlama'dan önce neler olduğunu (veya en başta neden "patladığını" asla bilemeyeceğiz ve asla bir "her şeyin kuramına" sahip olamayacağız.

Fizikçi John Wheeler, "İki yüz yıl önce herhangi bir kişiye 'Yaşamın nasıl ortaya çıktığını günün birinde anlayabilir miyiz?' diye sorsanız 'Saçma! Olanaksız!' yanıtı alırdınız. Ben de 'Evrenin nasıl ortaya çıktığını günün birinde anlayabilir miyiz?' sorusu karşısında aynı duyguya kapılıyorum" diyerek ilk "olanaksız" soruya ilişkin yorumunu belirtmektedir.

Gökbilimci John Barrow, "Işığın hızı sınırlıdır ve dolayısıyla evrenin yapısı üzerindeki bilgilerimiz de öyledir. Evrenin sonlu mu yoksa sonsuz mu olduğunu, bir başlangıca sahip olup olmadığını, sonunun gelip gelmeyeceğini, fiziğin yapısının her yerde aynı olup olmadığını veya evrenin derli toplu mu yoksa dağınık bir yer mi olduğunu bilemeyiz . . . Evrenin -başından sonuna kadar- özelliklerine ilişkin bütün önemli soruların yanıtsız kalacağı görülmektedir" diye eklemektedir.

Barrow, bütün açıklığı ile evrenin gerçek özelliklerini mutlak bir kesinlikle asla bilemeyeceğimizi söylerken haklıdır. Ancak, bu ezeli soruları küçük parçalar halinde yanıtlamak suretiyle hedefe son derece yaklaşabiliriz. Bu "olanaksızlıkları" bilgimizin mutlak sınırları olarak görmektense bir sonraki bilim insanı kuşağını bekleyen tartışmalar olarak görmek, belki de daha doğru olacaktır. Bu sınırlar tart hamuru gibidir, ufalana ufalana yenmelidir.

Büyük Patlama Öncesi Döneminin Belirlenmesi

Büyük Patlama konusunda, bu ebedi soruların bazılarını yanıtlayabilecek yeni nesil bazı saptayıcılar inşa edilmektedir. Günümüzde dış uzayda bulunan ışınım saptayıcılarımız yalnızca Büyük Patlama'dan 300.000 yıl sonra, ilk atomların şekillendiği günlerde yola çıkmış mikrodalga ışınımını saptayabilmektedir. Bu mikrodalga ışınımını Büyük Patlama'yı izleyen 300.000 yıldan daha önceki dönemi araştırmak üzere kullanmak olanaksızdır, çünkü patlamada meydana gelen ateş topu anlamlı bilgi-

ler sağlamayacak kadar yüksek sıcaklıkta ve rastgele durumdaydı.

Ancak, başka ışınım türlerini inceleyecek olursak Büyük Patlama'ya biraz daha yaklaşabiliriz. Örneğin nötrinoları izlemek, bizi Büyük Patlama'ya bir an daha yakın konuma getirebilir (nötrinoların ele geçmesi öylesine zordur ki, baştan aşağı kurşundan meydana gelen bütün bir güneş sisteminin bir ucundan diğerine gidebilirler). Nötrino ışınımı, bizi Büyük Patlama'nın birkaç saniye sonrasına götürebilir.

Fakat Büyük Patlama'nın gizemi belki de uzay-zamanın dokusu boyunca hareket eden "kütleçekimi dalgalarının" incelenmesi sonucunda açığa çıkacaktır. Chicago Üniversitesi'nden fizikçi Rocky Kolb'un dediği gibi, "Nötrino arka planının özelliklerini ölçmek suretiyle Büyük Patlama'dan bir saniye sonrasına bakabiliriz. Ancak, şişme alanından gelen kütleçekimi dalgaları, patlamanın 10^{-35} saniye sonrasından gelen kalıntılardır."

Kütleçekimi dalgaları ilk olarak Einstein tarafından 1916 yılında ortaya atılmıştı; bunlar, giderek gökbilimin en önemli ölçümleri olabilir. Geçmişte yeni bir ışınımın kontrol altına alındığı her seferde, gökbilim yeni bir döneme başlamıştır. İlk ışınım şekli, Galile tarafından Güneş sistemini araştırmak için kullanılan görülebilir ışıktı. İkinci ışınım şekli, zaman içinde galaksilerin merkezlerini araştırıp kara delikleri bulmamızı sağlayan radyo dalgalarıydı. Kütleçekimi dalgası algılayıcılar ise, yaradılışın üzerindeki örtüyü tamamen kaldırmamıza olanak sağlayabilir.

Bir bakımdan kütleçekimi dalgaları var olmak zorundadır. Bunu görebilmek için şu çok eski soruyu aklınızdan geçirin: Güneş birdenbire ortadan kaybolursa ne olur? Newton'a bakılırsa, bunun etkilerini derhal hissederdik. Dünya derhal yörüngeden çıkar ve karanlığa gömülürdü. Bunun nedeni Newton'un kütleçekimi yasasının hızı dikkate almaması, dolayısıyla kuvvetlerin evrene ani olarak etki etmesidir. Fakat Einstein'e göre hiçbir şey ışıktan hızlı hareket edemez, dolayısıyla Güneş'in ortadan kalkışına ilişkin bilginin Dünya'ya ulaşması sekiz daki-

ka sürecektir. Diğer bir deyişle Güneş'ten küre şeklinde bir "şok dalgası" çıkacak ve zamanı gelince Dünya'ya çarpacaktır. Bu kütleçekimi dalgaları küresinin dışında sanki Güneş normal bir şekilde parlıyormuş gibi görünecektir, çünkü Güneş'in kaybolmasına dair bilgi Dünya'ya ulaşmamış olacaktır. Bu kütleçekimi dalgaları küresinin içinde Güneş çoktan yok olmuş olacaktır, çünkü kütleçekimi dalgalarının genişleyen şok dalgası, ışık hızında yol almaktadır.

Kütleçekimi dalgalarının neden var olması gerektiğini anlamak için bir başka yol da büyük bir çarşafı gözümüzde canlandırmaktır. Einstein'e göre uzay-zaman, kavisli bir çarşaf gibi çarpıtılabilen veya esnetilebilen bir dokudur. Eğer bir çarşafı tutup hızla sallayacak olursak, dalgaların çarşaf yüzeyi boyunca tanımlı bir hızda hareket ettiğini görürüz. Aynı şekilde kütleçekimi dalgaları da uzay-zamanın dokusu üzerinde yol alan dalgalar olarak düşünülebilir.

Kütleçekimi dalgaları günümüzde fiziğin en hızlı hareket eden konusudur. 2003 yılında çalışır duruma gelen LIGO (Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory - Lazer İnterferometreli Kütleçekimsel Dalga Gözlemevi) adlı ilk büyük ölçekli kütleçekimsel dalga algılayıcılarının boyu 4 kilometreydi ve biri Hanford, Washington'da, diğeri ise Livingston Parish, Louisiana'da konuşlandırılmıştı. 365 milyon dolar maliyetli LIGO'nun çarpışan nötron yıldızlarından ve kara deliklerden gelen ışınımları algılayacağı ümit edilmektedir.

2015 yılında atılacak olan bir sonraki büyük adımda dış uzaydaki kütleçekimsel ışınımı yaratılış anından itibaren inceleyecek tümüyle yeni nesil uydular fırlatılacaktır. NASA ve Avrupa Uzay Ajansı'nın ortak projesi olan LISA (Laser Interferometer Space Antenna - Lazer İnterferometreli Uzay Anteni), Güneş etrafında bir yörüngeye gönderilecektir. Bu uydular, Büyük Patlama'dan bir saniyenin trilyonda birinden daha küçük bir süre sonra yayılan kütleçekimi dalgalarını algılama yeteneğine sahip olacaktır. Eğer Büyük Patlama'dan gelen ve hâlâ Güneş'in etrafında dolaşan bir kütleçekimi dalgası uydulardan birine çarparsa lazer ışınlarının konumunu boza-

caktır ve bu bozulma hassas bir şekilde ölçülecek, bize yaratılışın bir "bebeklik resmini" verecektir.

LISA, Güneş etrafında dönen, üçgen oluşturacak şekilde dizilmiş üç uydudan oluşmaktadır. Uydular birbirlerine 4,8 milyon kilometre uzunlukta lazer ışınlarıyla bağlıdır, bu da ona bilimin yarattığı en büyük alet unvanını kazandırmaktadır. Üç uydudan oluşan bu sistem, Dünya'dan yaklaşık 50 milyon kilometre uzakta, Güneş etrafındaki bir yörüngede dönecektir.

Uyduların her biri sadece yarım watt gücünde bir lazer ışını yayacaktır. Her uydu, diğer iki uydudan gelen lazer ışınlarını karşılaştırarak ışık için bir girişim deseni hazırlayacaktır. Eğer bir kütleçekimi dalgası lazer ışınlarını bozacak olursa girişim deseni değişecek ve uydu, bu bozulmayı algılayabilecektir. (Kütleçekimi dalgası uyduların titreşmesine neden olmaz. Üç uydu arasındaki uzayda bir bozulma meydana getirir).

Lazer ışınlarının çok zayıf olmasına karşın, doğrulukları hayret uyandırıcı düzeyde olacaktır. Bir milyar trilyonda bir kadar küçük titreşimleri algılama yeteneğine sahip olacaklardır, bu da bir atomun çapında 1/100'lük bir değişime karşılık gelmektedir. Her lazer ışını bir kütleçekimi dalgasını 9 milyar ışık yılı uzaklıktan algılayabilecektir, bu da görülebilir evrenin büyük bir kısmını kapsamaktadır.

LISA, kendisine birkaç değişik "Büyük Patlama öncesi" senaryo arasında ayrım yapma yeteneği sağlayacak hassasiyete sahip olacaktır. Büyük Patlama öncesi evreninin özelliklerinin hesaplanması, günümüzde kuramsal fiziğin en gözde konularından biri durumundadır. Şu anda şişme kelimesi, Büyük Patlama meydana geldikten sonra evrenin nasıl bir değişime uğradığını gayet iyi açıklamaktadır. Fakat şişme, en başta Büyük Patlama'nın neden meydana geldiğini açıklayamaz. Amaç, Büyük Patlama öncesi döneme ait bu kurgusal modelleri kullanarak Büyük Patlama'nın yaydığı kütleçekimi ışınımını hesaplamaktır. Büyük Patlama öncesine dair çeşitli kuramların her biri farklı öngörülerde bulunmaktadır. Örneğin Büyük Şapırtı kuramının öngördüğü Büyük Patlama ışınımı, bazı şişme kuramları-

nın öngördüğü ışınımdan farklıdır, böylece LISA bu kuramlardan bazılarını eleyebilir. Şurası muhakkak ki, bu Büyük Patlama öncesi modellerin doğrudan sınanması mümkün değildir, çünkü bu işlem zamanın kendisinin yaratılmasından önceki evreni anlamayı gerektirir, fakat bunları dolaylı şekilde sınayabiliriz, çünkü bu kuramların her biri Büyük Patlama'nın ardından ortaya çıkan farklı bir ışınım tayfı öngörmektedir.

Fizikçi Kip Thorne, "2008 yılı ile 2030 yılı arasında bir gün, Büyük Patlama garipliğinden gelen kütleçekimi dalgaları keşfedilecektir. Bunun ardından en azından 2050 yılına kadar sürecek bir dönem başlayacaktır . . . Bu çabalar Büyük Patlama garabetine dair çok özel ayrıntıları ortaya çıkartacak ve dolayısıyla sicim kuramının sürümlerinden birinin kütleçekimi için doğru kuantum kuramı olduğunu kanıtlayacaktır" diye yazmaktadır.

Eğer LISA çeşitli Büyük Patlama öncesi kuramlar arasında ayrım yapmayı başaramazsa dahi, onun halefi olan Big Bang Observer - Büyük Patlama Gözlemcisi (BBO) başarılı olabilir. Bunun 2025 yılında uzaya gönderilmesi planlanmaktadır. BBO, bütün evreni tarayarak nötron yıldızları ile kara deliklerden meydana gelen ve güneşin kütlesinin bin katından daha az kütleye sahip ikili sistemleri araştıracaktır. Fakat asıl amacı, Büyük Patlama'nın şişme aşaması sırasında yayılan kütleçekimi dalgalarını incelemektir. Bu bakımdan BBO, özellikle genişlemeci Büyük Patlama kuramının öngörülerini kontrol etmek üzere tasarlanmıştır.

BBO'nun tasarımı LISA'yı andırmaktadır. Güneş etrafında bir yörüngede beraberce dönen birbirinden 50.000 kilometre uzakta üç uydudan meydana gelecektir (Bu uydular birbirlerine LISA'nın uydularından çok daha yakın olacaktır). Her uydu, 500 watt gücünde bir lazer ışını üretebilecektir. BBO, LIGO ile LISA arasında kalan kütleçekimi dalgası frekanslarını arayarak önemli bir boşluğu dolduracaktır. (LISA 10 ile 3.000 hertz arasındaki, LIGO ise 10 mikrohertz ile 10 milihertz arasındaki kütleçekimi dalgalarını algılayabilir. BBO, her iki aralığı da kapsayan bir aralıkta algılama yapabilecektir).

Thorne, "2040 yılına kadar bu yasaların [kuantum kütleçekimi yasalarının] hepsini kullanarak pek çok derin ve zorlu soruya çok güvenilir yanıtlar vermiş olacağız" diye yazmaktadır, "Büyük Patlama garipliğinden öncesi dahil ... veya 'öncesi' diye bir şey var mıydı? Başka evrenler var mıdır? Ve eğer varsa, bunların bizim evrenimizle ilgisi veya bağlantısı nedir? ... Fizik yasaları çok gelişmiş uygarlıkların yıldızlararası yolculuk için solucan delikleri yaratıp korumasına ve zamanda geriye doğru yolculuk etmek için zaman makineleri yapmasına izin vermekte midir?"

Burada önemli olan, önümüzdeki birkaç on yıl içinde uzaydaki kütleçekimi dalgası algılayıcılardan çeşitli Büyük Patlama öncesi kuramlar arasında ayrım yapmak için yeterli miktarda veri gelecek olmasıdır.

Evrenin Sonu

Şair T. S. Eliot, "Evren bir patlamayla mı son bulacak, yoksa bir iniltiyle mi?" diye sormuştu. Robert Frost'un sorusu ise "Biz hepimiz ateşin içinde mi yok olacağız, yoksa buzun içinde mi?" şeklindeydi. En yeni kanıtlar, evrenin bir Büyük Donma içinde sona ereceğini, sıcaklığın mutlak sıfır dolaylarına düşeceğini ve bütün zeki yaşamın sona ereceğini göstermektedir. İyi ama, emin olabilir miyiz?

Bazıları, başka bir "olanaksız" soruyu gündeme getirmiştir. "Evrenin kaderi hakkında nasıl bilgi sahibi olabiliriz?" diye sormaktadırlar, çünkü bu olay trilyonlarca yıl ileride gerçekleşecektir. Bilim insanları "karanlık enerjinin" veya vakumun enerjisinin galaksileri giderek artan bir hızla birbirinden uzaklaştırmakta olduğuna, bunun da evrenin kontrolden çıkmış gibi göründüğünün işareti olduğuna inanmaktadırlar. Böyle bir şişme evrenin sıcaklığını azaltacak ve sonunda Büyük Donmaya doğru götürecektir. Peki ama, bu şişme geçici midir? Gelecekte tersine dönme olasılığı var mıdır?

Örneğin iki membranın çarpışarak evreni yarattığını öne süren Büyük Şapırtı kuramına göre, membranlar düzenli şekil-

de birbiriyle çarpışabilirmiş gibi görünmektedir. Eğer bu doğruysa, Büyük Donmaya gidiyormuş gibi görünen şişme yalnızca geçici bir durumdur ve zamanla geriye dönecektir.

Evrenin hâlihazırda hızlanarak şişmesine neden olan şey karanlık enerjidir; bu da muhtemelen "evrensel katsayı" tarafından yaratılmaktadır. Dolayısıyla asıl önemli olan, bu katsayıyı veya vakumun enerjisini anlamaktır. Bu katsayı zamanla değişir mi, yoksa gerçekten sabit midir? Şu anda hiç kimse kesin olarak bilmemektedir. Dünya çevresinde yörüngede olan WMAP uydusunun gönderdiği bilgilere göre, evrenin şimdiki hızlanmasının ardındaki kuvvetin bu evrensel katsayı olduğunu biliyoruz, fakat bunun kalıcı olup olmadığını bilmiyoruz.

Bu sorun aslında Einstein'ın evrensel katsayıyı ilk kez ortaya attığı 1916 yılına kadar giden eski bir sorundur. Bir önceki yıl genel göreliliği önerdikten kısa bir süre sonra, kendi kuramının evrensel çıkarımlarını çözümledi. Hiç beklemiyor olsa da, evrenin devingen olduğunu, genişlediğini veya daraldığını buldu. Fakat bu fikir, verilerle çelişiyormuş gibi görünüyordu.

Einstein, Newton'u dahi çileden çıkartmış olan Bentley ikilemiyle karşılaşmıştı. 1692 yılında Rahip Richard Bentley, Newton'a çarpıcı bir soru içeren masum bir mektup göndermişti. Madem Newton'un yerçekimi daima çekme yönündeydi, diye soruyordu Bentley, evren neden çökmüyordu? Eğer evren karşılıklı olarak birbirini çeken belli sayıda yıldızdan meydana gelmekte ise, yıldızların bir araya gelmesi ve evrenin bir alev topu şeklinde çökmesi gerekirdi! Newton, yerçekimi kuramındaki önemli bir hatayı işaret eden bu mektuptan ciddi bir rahatsızlık duymuştu: *Çekme yönündeki herhangi bir kütleçekimi kuramı, içsel olarak kararsızdır.* Her yıldız kümesi, eninde sonunda kütleçekimi altında çökecektir.

Newton yanıtında, kararlı bir evren yaratmak için tek yolun sonsuz ve tekdüze bir yıldız kümesine sahip olmak olduğunu söyledi. Her yıldız her yöne çekilecek ve bütün kuvvetler birbirini götürecekti. Bu zekice bir çözümdü, fakat Newton böyle bir kararlılığın aldatıcı olduğunu anlayacak kadar akıllıydı. En

küçük bir titreşim dahi, iskambil kâğıdından yapılmış bir ev gibi her şeyin çökmesine yol açardı. Bu, "yarı kararlı" bir durumdu; yani geçici olarak, en hafif sarsıntı çöküşe yol açıncaya kadar kararlıydı. Newton, evrenin çökmesini engellemek için Tanrının düzenli aralıklarla yıldızları dürtmesi gerektiği sonucuna varıyordu.

Diğer bir deyişle Newton, evreni, zamanın başlangıcında Tanrı tarafından kurulan ve Newton yasalarına itaat eden devasa bir saat olarak görmekteydi. O zamandan bu yana hiçbir ilahi müdahale gerektirmeksizin tıkır tıkır çalışmaktadır. Bununla beraber, Newton'a göre Tanrının arada sırada yıldızları çimdiklemesi gerekliydi ki evren çöküp bir alev topu oluvermesin.

Einstein 1916 yılında Bentley ikilemi ile karşı karşıya geldiği zaman denklemleri ona haklı olarak evrenin devinir -ya genişleyen, ya da daralan- olduğunu ve durağan bir evrenin kararsız olacağını ve kütleçekimi nedeniyle çökeceğini söylemişti. Ancak, zamanın gökbilimcileri evrenin durağan ve değişmez olduğu konusunda ısrarcıydılar. Dolayısıyla Einstein, gökbilimcilerin gözlemlerine boyun eğerek evrenin çökmesine yol açacak kütleçekimsel kuvveti dengelemek için yıldızları birbirinden uzağa iten bir anti kütleçekimsel kuvvet olan evrensel katsayıyı ekledi. (Bu anti kütleçekimsel kuvvet, vakumun içinde var olan enerjiye karşılık geliyordu. Bu resimde uzayın uçsuz bucaksız boşluğu dahi büyük miktarlarda görünmeyen enerji içermektedir). Kütleçekiminin çekim gücünü ters yönde dengelemek için, bu katsayının çok hassas bir şekilde seçilmesi gerekliydi.

Daha sonra, Edwin Hubble 1929 yılında evrenin aslında genişlemekte olduğunu göstermesi üzerine Einstein, evrensel katsayının "en büyük hatası" olduğunu söyleyecekti. Fakat bugün, yetmiş yıl sonra, öyle görünüyor ki Einstein'ın "hatası", evrensel katsayı, aslında evrenin en büyük enerji kaynağı olabilir, evrendeki madde-enerji içeriğinin %73'ünü meydana getiriyor olabilir. (Buna karşılık, vücutlarımızı da meydana getiren elementler evrenin sadece yüzde 0,03'ünü oluşturmaktadır). Einstein'ın hatası, muhtemelen evrenin nihai kaderini belirleyecektir.

İyi de, bu evrensel katsayı nereden geliyor? Şu anda bunu hiç kimse bilmiyor. Zamanın başlangıcında anti kütleçekimi kuvveti belki de evrenin genişlemesine yol açacak, Büyük Patlama'yı yaratacak kadar büyüktü. Sonra, bilinmeyen nedenlere bağlı olarak birdenbire ortadan kalktı. (O dönemde evren daha yavaş bir hızla da olsa, hâlâ genişlemekteydi). Ve sonra, Büyük Patlama'dan yaklaşık sekiz milyar yıl sonra anti kütleçekimi kuvveti yine ortaya çıktı, galaksilerin birbirini itmesine ve evrenin tekrar hızlanmasına neden oldu.

Yani evrenin nihai kaderini belirlemek "olanaksız" mıdır? Belki de değil. Pek çok fizikçi evrensel katsayının büyüklüğünü kuantum etkilerin belirlediğini düşünmektedir. Kuantum kuramının ilkel bir sürümü kullanılarak yapılan naif bir hesap, evrensel katsayının 10^{120} kat hatalı olduğunu göstermiştir. Bu, bilim tarihinin en büyük uyuşmazlığıdır.

Fakat, fizikçiler arasında bu garipliğin yeni bir kuantum kütleçekimi kuramına gereksinimimiz olduğu anlamına geldiği yolunda da bir ortak görüş bulunmaktadır. Evrensel katsayı kuantum düzeltmelerle ortaya çıktığı için, bir her şeyin kuramına ihtiyacımız bulunmaktadır - yalnızca Standard Modeli değil, aynı zamanda evrenin nihai kaderini belirleyecek evrensel katsayının değerini de hesaplamamıza yarayacak bir kurama.

Dolayısıyla, evrenin nihai kaderini belirlemek için bir her şeyin kuramı gereklidir. İşin garip yanı, bazı fizikçilerin bir her şeyin kuramına ulaşmanın olanaksızlığına inanıyor olmasıdır.

Her Şeyin Kuramı mı?

Daha önce bahsettiğim gibi sicim kuramı bir "her şeyin kuramı" olmak için önde gelen adaydır, fakat sicim kuramının bu iddiayı karşılayacak nitelikte olup olmadığı konusunda anlaşma mevcut değildir. Bir yandan MIT profesörü Max Tegmark gibi kişiler "Öyle zannediyorum ki 2056 yılında üzerinde evrenimizin birleşik yasalarını tanımlayan denklemlerin basılı olduğu bir tişört satın alabileceksiniz" demektedir. Diğer yandan, sicim

kuramının henüz hiçbir şey getirmediğini öne süren kararlı bir karşıtlar grubu ortaya çıkmaktadır. Bazıları, sicim kuramı konusunda kaç tane nefes kesici makale veya TV belgeseli hazırlanırsa hazırlansın, henüz bir tek sınanabilir gerçek üretmemiş olduğunu söylemektedir. Karşı çıkanlar, onun bir her şeyin kuramı olmadığını, fakat bir hiçbir şeyin kuramı olduğunu öne sürmektedir. Stephen Hawking'in eksiklik kuramından bahsederek taraf değiştirmesi ve bir her şeyin kuramının matematiksel olarak dahi olanaksız olabileceğini söylemesi üzerine, 2002 yılında bu tartışma ciddi şekilde hararetlendi.

Bu tartışmanın fizikçileri birbiriyle yarışır hale getirmesi hiç de şaşırtıcı değildir, çünkü hedef elde edilmesi zor olsa da çok ulvidir. Doğanın bütün kuvvetlerini birleştirme arayışı binlerce yıldır düşünürleri ve fizikçileri umutlandırmış ve cezbetmiştir. Bir zamanlar Sokrat, "Her şeyin açıklamasını, neden var olduğunu, neden yok olduğunu, neden öyle olduğunu bilmek - bunlar bana bir üstünlükmüş gibi gelmişti" demiştir.

Her şeyin kuramı için ilk ciddi öneri yaklaşık M.Ö. 500 yıllarına, Yunanlı Pisagorcuların müziğin matematiksel yasalarının şifresini çözmüş olduğu kabul edilen yıllara kadar uzanır. Pisagorcular, lir telinin titreşimlerini incelemek suretiyle müziğin çok basit matematik kurallarına uyduğunu gösterdiler. Sonra, doğanın tamamının lir telinin armonileriyle açıklanabileceğini öne sürdüler. (Bir bakıma sicim kuramı Pisagorcuların rüyasını canlandırmaktadır).

Modern zamanlarda yirminci yüzyıl fiziğinin hemen hemen bütün devleri, birleşik alan kuramı konusunda şanslarını denemişlerdir. Fakat, Freeman Dyson'un uyardığı gibi, "Fiziğin zemini birleşik alan kuramlarının cesetleri ile doludur."

1928 yılında *New York Times* "Einstein büyük bir keşifte bulunmak üzere; rahatsız edilmek istemiyor" diye heyecan uyandırıcı bir manşet atmıştı. Manşetin altındaki haber, basında av peşinde koşma çılgınlığına yol açtı ve her şeyin kuramı konusunda gerilimi yükseltti. Manşetler "Einstein bu kuram konusundaki heyecana şaşırdı. 100 gazeteciyi bir haftadır bekletiyor" diye atılıyordu. Sayısız gazeteci Berlin'deki evinin etrafında bek-

liyor, kesintisiz nöbet tutuyor, dahinin bir görüntüsüne ulaşmak ve bir manşet kopartmak için uğraşıyordu. Einstein saklanmak zorunda kalmıştı.

Gökbilimci Arthur Eddington, Einstein'a "Londra'daki büyük marketlerimizden birinin (Selfridges) senin makaleni yoldan geçenler okuyabilsin diye vitrinine (altı sayfa yan yana) yapıştırdığını duymak hoşuna gidebilir. Vitrinin önünde büyük kalabalıklar birikiyor" diye yazmıştı. 1923 yılında Eddington kendi birleşik alan kuramını yayınladı. Bu kuram üzerinde yaşamının geriye kalan bölümü boyunca (1944 yılında ölümüne kadar) çalışacaktı.

Kuantum mekaniğinin kurucularından biri olan Erwin Schrödinger, 1946 yılında kendi birleşik alan kuramını anlatmak için bir basın toplantısı düzenledi. İrlanda Başbakanı Eamon de Valera dahi toplantıya katıldı. Bir muhabirin kendisine eğer kuramı yanlışsa ne yapacağını sorması üzerine Schrödinger, "Haklı olduğuma inanıyorum. Eğer bir yanlışım varsa müthiş bir aptal gibi görüneceğim" diye yanıtladı. (Einstein kuramındaki hataları nazik bir şekilde gösterdiği zaman, Schrödinger mahcup olmuştu).

Birleştirme karşıtları arasında en katı olan, fizikçi Wolfgang Pauli idi. Einstein'a çıkışarak "Tanrı'nın birbirinden ayırdıklarını hiçbir insan birleştirmesin" diyordu. İyi hazırlanmamış herhangi bir kuramı "yanlış dahi değil" diyerek acımasızca bir kenara atıyordu. Pauli'nin kendisinin de bu hastalığa yakalanması, bu nedenle komiktir. 1950'li yıllarda Werner Heisenberg ile birlikte kendi birleşik alan kuramını önermişti.

Pauli, 1958 yılında Heisenberg-Pauli birleşik alan kuramını Columbia Üniversitesi'nde sundu. Dinleyiciler arasında bulunan Niels Bohr, hiç etkilenmemişti. Bohr ayağa kalkarak "Biz arkada oturanlar, kuramınızın çılgınca olduğuna inanıyoruz. Anlaşamadığımız tarafı kuramınızın yeterince çılgınca olup olmadığı" dedi. Bu, ezici bir eleştiriydi. O zamana kadar bütün kuramlar incelenmiş ve reddedilmiş olduğu için gerçek birleşik alan kuramının geçmişten göz kamaştırıcı şekilde kopuk olması gerekiyordu. Heisenberg-Pauli kuramı çok harcıâlemdi, çok

sıradandı, gerçek kuram olamayacak kadar aklı başındaydı. (O yıl Heisenberg bir radyo programında konuşurken kuramlarında yalnızca birkaç teknik ayrıntının tamamlanmadığını söyleyince Pauli rahatsız oldu. Arkadaşlarına üzerine boş bir dikdörtgen çizip üstüne " Dünya benim de Titian kadar güzel resim yapabildiğimi görsün. Yalnızca teknik ayrıntılar eksik" diye yazdığı bir mektup gönderdi).

Sicim Kuramına Eleştiriler

Her şeyin kuramı için günümüzde önde gelen (ve tek) aday, sicim kuramıdır. Ancak yine bir itiraz yükselmektedir. Karşı olanlar, muteber bir üniversitede kadrolu bir iş elde etmek için sicim kuramı üzerinde çalışmanız gerektiğini öne sürmektedir. Aksi halde işsiz kalacaksınız demektir. Günün modası budur ve bu, fizik için iyi değildir.

Bu eleştiriyi duyduğum zaman gülümsemekten kendimi alamıyorum. Çünkü fizik, insanların bütün girişimleri gibi, heveslere ve modalara eğilimlidir. Başta insan bilgisinin ön kenarında bulunanlar olmak üzere büyük kuramların talihi, tıpkı etek boyları gibi uzayıp kısalabilir. Aslında yıllar önce roller başka türlüydü; sicim kuramı tarihsel olarak toplumdan dışlanmış, dönek bir kuramdı, sürü psikolojisinin kurbanlarından biriydi.

Sicim kuramı 1968 yılında, doktora eğitimini tamamlamış iki genç, Gabriel Veneziano ve Mahiko Suzuki atomaltı parçacıkların çarpışmasını tarif ediyormuş gibi görünen bir formüle takılıp kaldıkları zaman doğmuştu. Bu harikulade formülün titreşen sicimlerin çarpışmasıyla türetilebileceği çabucak keşfedildi. Fakat 1974 yılına gelindiğinde bu kuram, bulunduğu yerde kalakalmıştı. Yeni bir kuram, kuantum kromodinamiği (QCD), diğer adıyla kuarkların ve güçlü etkileşimin kuramı, diğer bütün kuramları yamyassı etmişti. İnsanlar sürüler halinde sicim kuramını terk ediyor ve QCD üzerinde çalışmaya başlıyordu. Bütün destekler, işler ve şöhret, kuark modeli üzerinde çalışan fizikçilere gitmişti.

O karanlık yılları iyi hatırlıyorum. Yalnızca gözü kara veya inatçı olanlar sicim kuramı üzerinde çalışmayı sürdürmüştü. Ve bu sicimlerin yalnızca on boyutta titreşebildikleri öğrenildiği zaman, bu kuram alay konusu olmuştu. Sicimin öncüsü Cal Tech'ten John Schwarz ve Richard Feynman, ara sıra asansörde karşılaşıyorlardı. Daima şakacı olan Feynman, "Eee, John, bugün kaç boyutlusun bakalım?" diye sorardı. Bir sicim kuramcısın bulunabileceği tek yerin yalnızca işsizlik maaşı alanlar kuyruğu olduğunu söyler, gülerdik. (Kuark modelinin kurucusu, Nobel Ödülü sahibi Murray Gell-Mann, bir fırsatta bana sicim kuramcılarına acıdığını ve John gibi insanların işlerini kaybetmesine engel olmak için Cal Tech'te "tehlike altındaki sicim kuramcıları için doğal koruma alanı" yarattığını söylemişti).

Steven Weinberg, günümüzde bu kadar çok sayıda genç fizikçinin sicim kuramı üstünde çalışmaya yönelmesi üzerine, "Sicim kuramı nihai bir kuram için elimizdeki tek adaydır - en parlak genç kuramcıların çoğunun bu kuram üzerinde *çalışmaması* nasıl beklenebilir?" diye yazmaktadır.

Sicim Kuramı Sınanamaz mı?

Bugün sicim kuramına yapılan önemli eleştirilerden biri, onun sınanamaz olmasına dayanmaktadır. Karşı olanlar, bu kuramı sınamak için galaksi büyüklüğünde bir atom parçalayıcı gerekeceğini öne sürmektedir.

Ancak bu eleştiri, bilimin büyük kısmının doğrudan değil, dolaylı olarak yapıldığı gerçeğini göz ardı etmektedir. Hiç kimse doğrudan bir deney yapmak için Güneş'e gitmemiştir, fakat spektral çizgilerini inceleyebildiğimiz için onun hidrojenden meydana geldiğini bilmekteyiz.

Veya kara delikleri ele alalım. Kara delik kuramı, John Michell'in bir makalesinin *Philosophical Transactions of the Royal Society* dergisinde yayımlandığı 1783 yılına kadar uzanır. Michell'e göre bir yıldız öylesine büyük olabilirdi ki, "böyle bir kütleden yayılan ışığın tümü, kendi kütleçekimi nedeniyle kendisine geri dönmek zorunda kalırdı." Michell'in "karanlık yıl-

dız" kuramı, doğrudan bir deney olanaksız olduğu için yüzyıllar boyunca cansız vaziyette bekledi. 1939 yılında Einstein böyle bir karanlık yıldızın doğal yollardan oluşamayacağını öne sürdüğü bir makale dahi yayımladı. Eleştiriler, bu karanlık yıldızların doğası gereği sınanamaz olduğu, çünkü bunların tanımları gereği görünmez olduğu üstüne odaklanmaktaydı. Ancak günümüzde Hubble Teleskopu bize kara deliklere dair göz kamaştırıcı kanıtlar vermiştir. Artık inanıyoruz ki bunlardan milyarlarcası galaksilerin kalbinde kaynaşıyor olabilir; kendi galaksimizde çok sayıda gezgin kara delik var olabilir. Fakat asıl önemli olan, kara deliklere dair bütün kanıtların dolaylı olmasıdır; yani kara delikler hakkındaki bilgilerin etraflarında dönen birikintilerin incelenmesi sonucunda elde edilmiş olmasıdır.

Üstelik, pek çok "sınanamaz" kuram, sonunda sınanabilir hale gelmektedir. İlk olarak Demokritus tarafından önerildikten sonra atomların varlığının kanıtlanması için aradan iki bin yıl geçmesi gerekmiştir. Ludwig Boltzmann gibi on dokuzuncu yüzyıl fizikçileri bu kurama inandıkları için ölünceye kadar taciz edilmişlerdi, fakat bugün atomların harikulade fotoğraflarına sahibiz. Pauli, bütün bir yıldız sistemi büyüklüğünde som kurşunun içinden geçip yine de tutulamayacak kadar zor ele geçen bir parçacık olan nötrino kavramını 1930 yılında ortaya atmıştı. Pauli, "En büyük günahı işledim, asla gözlemlenemeyecek bir parçacıktan bahsettim" demiştir. Nötrinoyu algılamak "olanaksız" olduğu için on yıllar boyunca bilim kurgudan pek farklı bir şey olarak görülmemişti. Fakat bugün, nötrino ışın demetleri üretebilmekteyiz.

Aslına bakılacak olursa fizikçiler bazı deneylerin sicim kuramı için ilk dolaylı sınamaları sağlayabileceğini ümit etmektedir:

- Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC), süper sicim kuramı (ve diğer süper simetrik kuramlar) tarafından öngörülen daha yüksek titreşimler olan "sparçacıkları" veya süper parçacıkları üretmeye yetecek kadar güçlü olabilir.

• Daha önce bahsettiğim gibi 2015 yılında Lazer İnterferometre Uzay Anteni (LISA) uzaya gönderilecek. LISA ve onun halefi Büyük Patlama Gözlemcisi aralarında sicim kuramının sürümlerinin de bulunduğu birkaç "Büyük Patlama öncesi" kuramının sınanmasına yetecek kadar hassas olabilir.

• Bir dizi laboratuvar, Newton'un meşhur ters kare yasasından milimetrik ölçekte sapmaları inceleyerek daha üst boyutların varlığını araştırmaktadır. (Dördüncü bir uzay boyutu varsa kütleçekiminin ters kare oranında değil, ters küp oranında düşmesi gerekir). Sicim kuramının son sürümü (M kuramı), on bir boyutun varlığını öngörmektedir.

• Pek çok laboratuvar karanlık maddeyi algılamaya çalışmaktadır, çünkü Dünya karanlık maddeden oluşan bir kozmik rüzgâr içinde hareket etmektedir. Sicim kuramı karanlık maddenin fiziksel özellikleri hakkında belirli, sınanabilir öngörülerde bulunmaktadır, çünkü karanlık madde muhtemelen sicimin daha üst bir titreşimidir (örn. fotino).

• Bir dizi ilave deneyin (örn. güney kutbundaki nötrino kutuplanması) kozmik ışınlardaki anomalileri incelemek suretiyle enerjisi LHC'nin enerjisini kolayca aşabilecek mini kara deliklerin veya başka garip nesnelerin varlığını algılaması ümit edilmektedir. Kozmik ışın deneyleri ve LHC, sınırları Standard Modelin ötesine yepyeni, heyecan verici ufuklara taşıyacaktır.

• Ve bazı fizikçiler Büyük Patlama'nın çok şiddetli olduğu ve belki de minik bir süper sicimin patlamayla birlikte astronomik boyutlara ulaştığı olasılığını düşünmektedir. Tufts Üniversitesi'nden fizikçi Alexander Vilenkin'in yazdığı gibi, "Heyecan verici olan olasılık, bu süper sicimlerin ... astronomik boyutlara sahip olması... O zaman onları gökyüzünde gözlemleyebilir ve süper sicim

kuramını doğrudan sınama olanağı bulabilirdik." (Büyük Patlama'dan kalan muazzam, hatıra bir süper sicim bulma olasılığı çok küçüktür).

FİZİK EKSİK MİDİR?

1980 yılında Stephen Hawking "Kuramsal fiziğin sonu geldi mi?" başlıklı konferansında "Burada bulunanların bazılarının yaşam süreleri içerisinde tam bir kuram görebiliriz" diyerek her şeyin kuramı konusundaki ilgiyi canlandırmıştı. Nihai kuramın gelecek yirmi yıl içinde bulunması için yüzde elli bir olasılık vardı. Fakat 2000 yılı gelip her şeyin kuramı üzerinde bir görüş birliğine varılamamış olması üzerine fikrini değiştirdi ve bir sonraki yirmi yıl içinde bulunması için yüzde elli bir olasılık olduğunu söyledi.

Sonra, Hawking 2002 yılında tekrar fikir değiştirdi ve Gödel'in eksiklik kuramının ilk düşüncelerine ilişkin ölümcül bir hataya işaret ediyor olabileceğini bildirdi. "Eğer belirli sayıda ilkeler şeklinde formüle edilebilecek nihai bir kuram bulunamadığı takdirde, bazıları büyük bir hayal kırıklığına uğrayacaktır. Ben böyle düşünenlerin safında yer alıyordum, fakat fikrimi değiştirdim... Gödel'in kuramı, matematikçilerin daima bir iş bulabileceğini garanti etmişti. M kuramının da fizikçiler için aynısını yaptığını düşünüyorum" diye yazıyordu. Hawking'in tezi eskilere dayanmaktadır: Matematik eksik olduğu ve fiziğin dili matematik olduğu için, ulaşamayacağımız mesafede doğru fizik ifadeleri daima var olacaktır, dolayısıyla bir her şeyin kuramının varlığı olanaksızdır. Eksiklik kuramı Yunanlıların matematikteki bütün doğru ifadeleri kanıtlama rüyasına bir son verdiği için, bir her şeyin kuramını da bizim için sonsuza kadar erişilmez hale getirecektir.

Freeman Dyson, "Gödel dünyaya soyut matematiğin sonsuz olduğunu gösterdi; sayıları ne olursa olsun aksiyomlar ve çıkarsama kuralları matematiğin tamamını asla kapsayamaz... Benzer bir durumun fizik dünyasında da var olduğunu umarım. Eğer

geleceğe bakış şeklim doğruysa bu, fizik dünyasının ve gökbilimin de sonsuz olduğu anlamına gelir; ne kadar geleceğe gidersek gidelim, daima yeni bir şeyler, gelen yeni bilgiler, keşfedilecek yeni dünyalar, sürekli genişleyen bir yaşam, bilinç ve bellek alanı var olacaktır" diye yazarak konuyu güçlü bir biçimde ortaya koymuştur.

Astrofizikçi John Barrow, bu mantığı şu şekilde özetliyor: "Bilim matematiğe dayalıdır; matematik bütün doğruları keşfedemez; dolayısıyla bilim bütün doğruları keşfedemez."

Böyle bir sav doğru olabilir veya olmayabilir, ancak potansiyel hataları vardır. Profesyonel matematikçiler kendi çalışmalarında eksiklik kuramını çoğunlukla göz ardı ederler. Bunun nedeni, eksiklik kuramının kendilerine gönderme yapan deyimleri inceleyerek işe başlıyor olmasıdır; yani kendilerini işaret ederler. Örneğin aşağıdakiler gibi olan ifadeler çelişkilidir:

> Bu cümle yanlıştır.
> Ben bir yalancıyım.
> Bu ifade kanıtlanamaz.

İlk ifadede eğer cümle doğruysa, bu onun yanlış olduğu anlamına gelir. Eğer cümle yanlışsa, o zaman ifade doğrudur. Aynı şekilde, eğer doğru söylüyorsam o zaman yalan söylüyorumdur; ve eğer yalan söylüyorsam o zaman doğruyu söylemekteyim. Son ifadede ise eğer cümle doğruysa o zaman doğru olduğu kanıtlanamaz.

(İkinci ifade, meşhur yalancı ikilemidir. Giritli düşünür Epimenides, bu ikilemi göstermek için "Bütün Giritliler yalancıdır" demekteydi. Bununla beraber Aziz Paul bunu anlayamamış ve Titus'a yazdığı uzun mektupta "Girit'in kendi peygamberlerinden biri 'Giritliler daima yalancılar, uğursuz vahşiler, tembel oburlardır' diye bunu ortaya koymuştur. Şüphesiz doğru söylemiştir" diye anlatmıştır).

Eksiklik kuramı "Bu cümle aritmetiğin aksiyomları kullanılarak kanıtlanamaz" gibi ifadeler üzerine kuruludur ve kendi kendini işaret eden bu ikilemlerden oluşan gelişmiş bir ağ yaratır.

Hawking ise, eksiklik kuramını, bir her şeyin kuramının var olamayacağını göstermek amacıyla kullanmaktadır. Onun savına göre Gödel'in eksiklik kuramının kilit noktası matematiğin kendi kendine gönderme yapmasıdır, fizik de bu hastalığa yakalanmıştır. Gözlemci gözlem sürecinden ayrı tutulamadığı için bu durum, fiziğin daima kendi kendine göndermede bulunacağı anlamına gelir, çünkü evreni terk edemeyiz. Son çözümlemede, gözlemci de atomlardan ve moleküllerden meydana gelmiştir, dolayısıyla yapılmakta olan deneyin bir parçası olmak zorundadır.

Ancak, Hawking'in eleştirilerinden kaçmanın bir yolu bulunmaktadır. Günümüzde matematikçiler Gödel'in kuramındaki içsel ikilemlerden kurtulmak için çalışmalarının kendi kendine gönderimde bulunan bütün ifadeleri dışladığını söylerler. Ondan sonra eksiklik kuramının üstesinden gelebilirler. Gödel'in zamanından bu yana matematiğin büyük bir hızla gelişmesi, büyük ölçüde eksiklik kuramını göz ardı etmek, yani yapılan çalışmanın kendi kendine göndermede bulunan ifadeler içermediğini var saymak yoluyla sağlanmıştır.

Gözlemci/gözlemlenen uyuşmazlığından arınmış bilinen bütün deneyleri açıklayabilecek bir her şeyin kuramını aynı şekilde oluşturmak mümkün olabilir. Eğer böyle bir her şeyin kuramı Büyük Patlama'nın kökeninden bugün etrafımızda bulunan görülebilir evrene kadar her şeyi açıklayabilirse, o zaman gözlemci ile gözlemlenen arasındaki etkileşimi ne şekilde tanımladığımız, yalnızca akademik değeri olan bir nitelik kazanır. Aslında, ulaşılan sonuçların gözlemci ile gözlemlenen arasındaki ayrımı ne şekilde yaptığımızdan tümüyle bağımsız olması, her şeyin kuramı için gerekli kriterlerden biri olmalıdır.

Ayrıca doğa, bir avuç ilkeye dayalı olsa dahi, tükenmez ve sınırsız olabilir. Bir satranç karşılaşmasını gözünüzün önüne getirin. Başka bir gezegenden gelen bir yaratıktan, oyunun kurallarını yalnızca oyunu seyrederek belirlemesini isteyin. Yaratık, bir süre sonra piyonların, fillerin ve şahın nasıl hareket ettiğini anlayabilir. Oyunun kuralları basit ve sayılıdır. Ancak, olası karşılaşmaların sayısı gerçekten astronomik boyutlardadır.

Aynı şekilde doğanın kuralları da basit ve sayılı olabilir, fakat bu kurallar sayısız şekilde uygulanabilir. Hedefimiz, fiziğin kurallarını bulmaktır.

Bazı bakımlardan pek çok olay için elimizde tam bir kuram bulunmaktadır. Hiç kimse, Maxwell'in ışık denklemlerinde bir hata görmemiştir. Standard Model, sık sık "hemen hemen her şeyin kuramı" olarak adlandırılmaktadır. Bir an için kütleçekimini durdurabildiğimizi varsayalım. O anda Standard Model, kütleçekiminin yanı sıra bütün olaylar için mükemmel şekilde geçerli olan bir kurama dönüşür. Kuramın kendisi çirkin olabilir, fakat işe yarar. Eksiklik kuramının varlığı halinde dahi, tümüyle mantıklı bir her şeyin (kütleçekiminin yanı sıra) kuramına sahip oluruz

Evrenin 10 milyar ışık yılı mesafedeki en uzak köşelerinden kuarkların ve nötrinoların mikro dünyasına kadar kırk üç basamaklı bir alanı kapsayan bütün fizik olaylarının tek bir sayfa kâğıt üzerine yazılabilecek olması, bana daima olağanüstü görünmüştür. Bu sayfanın üzerinde yalnızca iki denklem bulunurdu, Einstein'ın kütleçekimi kuramı ve Standard Model. Bana göre bu, doğanın temel düzeyde sahip olduğu mutlak sadeliği ve uyumu göstermektedir. Evren huysuz, düzensiz veya kaprisli olabilirdi. Fakat öyle görünüyor ki sağlıklı, uyumlu ve güzel olmayı seçmiştir.

Nobel Ödülü sahibi Steven Weinberg, her şeyin kuramını bulmak için yaptığımız arayışları Kuzey Kutbu'nun aranmasına benzetmektedir. Eski denizciler yüzyıllar boyunca Kuzey Kutbu'nu barındırmayan haritalarla çalıştılar. Bütün pusula ibreleri ve haritalar, haritanın bu kayıp parçasını gösteriyordu, fakat oraya hiç kimse gerçekten gitmemişti. Aynı şekilde, elimizdeki bütün veriler ve kuramlar bir *her şeyin kuramına* işaret etmektedir. Bu, denklemlerimizin eksik olan parçasıdır.

Ortada daima erişemeyeceğimiz, araştırılması olanaksız (bir elektronun tam yeri veya ışık hızının ötesinde var olan dünya gibi) olan şeyler bulunacaktır. Fakat inanıyorum ki temel yasalar bilinebilir ve sayılıdır. Ve evreni yeni nesil parçacık hızlandırıcılarla, uzaya konuşlandırılmış kütleçekimi dalgası algılayıcı-

larla ve diğer teknolojilerle keşfettiğimiz için, önümüzdeki yıllar fizik alanında çok daha heyecan uyandırıcı olacaktır. Sona ulaşmış değiliz, yeni bir fiziğin başlangıcındayız. Fakat ne bulursak bulalım, daima bizi bekleyen yeni ufuklar var olacaktır.

Notlar

Önsöz

Sayfa XVI: Bu ... pek çok kez meydana gelmiştir. Bunun nedeni, kuantum kuramıdır. Bir kurama olabilecek tüm kuantum düzeltmeleri eklediğimiz ("renormalizasyon" olarak adlandırılan yorucu bir süreç) zaman, daha önce klasik düzeyde izin verilmeyen olayların hesaplamaya yeniden dahil olduğunu görürüz. Bu, açık şekilde (örneğin bir koruma yasası tarafından) yasaklanmış olmayan bir şeyin kuantum düzeltmeler eklendiği zaman kurama tekrar dahil olduğu anlamına gelir.

2: Görünmezlik

Sayfa 19: Görünmezlik, Platon'un etik ve ahlak kuramında merkezî bir rol oynamıştır. Platon'un, "Eğer çarşıda canının çektiği herhangi bir şeyi güvenli şekilde alma olanağı var olsaydı hiçbir insan elini kendine ait olmayan şeylerden çekmez, canının istediği eve girip istediği kişiyle yatar, istediği kişiyi öldürür, hapisten çıkartır veya insanlar arasında bir Tanrı gibi olmak isterdi... Eğer bir insanın bu görünmezlik gücüne sahip olduğunu, fakat hiçbir hata yapmadığını veya başkasına ait olana dokunmadığını varsayacak olursak, bu insan dışardan bakanlar tarafından acınası bir aptal olarak nitelenirdi.

Sayfa 24: Microsoft'un eski baş teknoloji sorumlusu Nathan Myhrvold'un... Nathan Myhrvold, New Scientist Magazine, 18 Kasım 2006, sf. 69.

Sayfa 26: İşte bu yüzden, artık belirli bir takvim vermekten kaçınılıyor... Josie Glausiusz, Discover Magazine, Kasım 2006.

Sayfa 29: "Böyle bir mercek, geleneksel teknolojiye..." "Görülebilen ışıkla çalışacak keşfedilmiş metamalzemeler," Eurekalert, eurekalert.org/pub_releases/2007-01, 2007. Ayrıca New Scientist Magazine, 18 Aralık 2006.

3: Fazerler ve Ölüm Yıldızları

Sayfa 40: II. Dünya savaşı sırasında, ... Naziler... Naziler ayrıca Hindulara ait (Kutsal Hazine Avcıları filminin konusuna benzeyen) bazı eski iddiaları araştırmak üzere Hindistan'a da bir ekip gönderdi. Naziler, aralarında uçan araçların da olduğu garip, güçlü silahları anlatan Mahabharata yazılarıyla ilgilenmekteydi.

Sayfa 40: Odaklanmış ışık ışınları kullanılarak yaratılan... Bu tür filmler, lazerler hakkında birtakım yanlış anlamaların yayılmasına da neden olmuştur. Lazer ışınları, havadaki parçacıklar tarafından dağıtılmadıkları takdirde görülemez. Dolayısıyla Tom Cruise *Görevimiz Tehlike*'de lazer ışınlarından oluşan bir labirentte yol alması gerektiği zaman, lazer örgüsünün kırmızı değil, görünmez olması gerekirdi. Ayrıca, filmlerde silahlı kavgaların çoğunda lazer darbelerinin oda içinde gidip geldiğini görürsünüz, fakat bu olanaksızdır, çünkü lazer ışığı da ışık hızında, saniyede 300.000 kilometre hızla hareket eder.

Sayfa 41: Planck, bir yazısında Einstein'dan bahsederken "Bazen hedefi şaşırmış olabilmesi..." Asimov ve Schulman, sf. 124.

4: Işınlama

Sayfa 59: Işınlamadan bahsedildiğini gördüğümüz en eski metinler... Kaydedilmiş en iyi ışınlama örneği, 24 Ekim 1593 tarihlidir. Valiyi koruyan Filipinler ordusundan saray muhafızı Gil Perez, birdenbire Mexico City'nin büyük meydanında ortaya çıktı. Şaşırmış ve sersemlemiş durumdaki Perez, kendisinin şeytanla işbirliği yaptığını düşünen Meksikalı yetkililer tarafından tutuk-

landı. Engizisyonun En Kutsal Mahkemesine çıkartıldığında kendini savunma amacıyla sadece Manila'da kaybolup Meksika'da ortaya çıkışının "bir horozun ötüşü kadar bir süre" aldığını söyleyebilmişti. (Bu olayın tarihsel hikâyesi ne kadar şaşırtıcı olursa olsun, tarihçi Mike Dash'in belirttiği gibi Perez'in kaybolmasına ilişkin en eski kayıtlar, kaybolma olayından bir asır sonraya aittir ve tam anlamıyla güvenilmesi zordur).

Sayfa 60: Adını Sherlock Holmes romanlarıyla duyurmuş olan Sir Conan Doyle... Doyle'un ilk eserleri Sherlock Holmes'un mükemmel çıkarımlarında da görüldüğü gibi tıp mesleğinin metodik, mantıksal düşünce şekliyle meşhur olmuştu. Öyleyse Doyle neden Holmes'un soğuk, gerçekçi mantığından keskin bir şekilde saparak mistisizmin, doğaüstünün ve bilimin sınırlarının yasaklı dünyasında dolaşan Profesör Challenger'ın uydurma, üzücü maceralarına geçmişti? Yazar, I. Dünya Savaşı sırasında aralarında sevgili oğlu Kingsley'in, kardeşinin, iki kayınbiraderinin ve iki yeğeninin bulunduğu yakın akrabalarından birkaçının ani, beklenmeyen ölümü yüzünden büyük bir değişim geçirmişti. Bu kayıplar onun üzerinde derin ve kalıcı bir duygusal yara açacaktı.

Onların ölümünden büyük bir üzüntü duyan Doyle, belki de ölülerle spiritualizm yoluyla iletişim kurabileceğini düşünerek doğaüstü dünyasına ömür boyu süren bir hayranlık duymaya başladı. Akılcı, hukuksal dünyadan sert bir şekilde mistisizme geçti ve dünyanın her yanında açıklanamayan psişik olaylar hakkında meşhur konferanslar vermeye başladı.

Sayfa 65: Bu belirsizlik, sonunda Heisenberg'in belirsizlik ilkesini ... önermesi ile bir sisteme bağlandı. Daha doğru bir şekilde söylemek gerekirse Heisenberg'in belirsizlik ilkesi, parçacığın konumundaki belirsizlik ile onun momentumunun belirsizliğinin çarpımının Planck katsayısının 2π'ye bölümüne eşit veya daha büyük olması gerektiğini söyler. Veya, bir parçacığının enerjisinin belirsizliği çarpı zamanındaki belirsizlik, Planck katsayısının 2π'ye bölümüne eşit veya daha büyük olmalıdır. Eğer Planck katsayısını sıfır kabul edecek olursak bu denklem sıradan Newton kuramına dönüşür, yani bütün belirsizlikler sıfır olur.

Bir elektronun konumunu, momentumunu, enerjisini veya zamanını bilemeyecek oluşunuz, Tryggvi Emilsson'un şaka yollu olarak "Tarihçiler, Heisenberg'in Belirsizlik Kuramı'nı keşfettiği zaman aşk hayatını düşünüyor olması gerektiği sonucuna ulaşmışlar: -Zamanı olduğunda enerjisi yokmuş ve momentum doğru iken konuma karar verememiş" demesine yol açmıştır. Barrow, *Between Inner Space and Outer Space*, sf. 187

Sayfa 65: "En azından benim düşünceme göre, ben Tanrı'nın zar atmadığına inanıyorum" Kaku, *Einstein'ın Evreni*, sf. 127.

Sayfa 67: Kuantum kuramının tartışılmaz deneysel başarılarından şikâyet eden Einstein... Asimov ve Schulman, sf. 211.

Sayfa 69: 1993 yılında IBM'den Charles Bennett'in... Bir an için insanlar dahil makroskobik nesnelerin ışınlanabildiğini düşünün. Bir insanın vücudunun ışınlanabilmesi, "ruh"un varlığına yönelik felsefi ve teolojik sorular getirmektedir. Yani bir yere ışınlandığınız zaman ruhunuz da sizinle birlikte gelir mi?

Bu ahlaki sorulardan bazıları James Patrick Kelley'in *Think Like a Dinosaur - Bir Dinozor Gibi Düşün* adlı kitabında yanıtlanmıştır. Bu hikâyede bir kadın başka bir gezegene ışınlanmış, ancak gönderim sırasında bir hata meydana gelmiştir. Orijinal vücudun yok olması gerekirken orijinal bütün duygularıyla birlikte tam olarak kalır. Birdenbire kadının iki kopyası olmuştur. Doğal olarak, yok etmek üzere kopyadan ışınlama cihazına girmesi istenir, fakat o reddeder. Bu bir krize yol açar, çünkü en başta teknolojiyi veren soğukkanlı uzaylılar bu konuya sadece "denklemin eşitlenmesi" gibi tamamen bir uygulama sorunu olarak bakarken, duygulara sahip olan insanlar kadının gerekçelerine daha sıcak bakmaktadır.

Hikâyelerin çoğunda ışınlama tanrısal bir armağan gibi görülür. Fakat Stephen King'in *"The Jaunt - Gezinti"* adlı eserinde yazar, ışınlamanın tehlikeli yan etkileri varsa neler olacağını incelemektedir. Gelecekte ışınlama çok yaygınlaşmıştır ve "Gezinti" olarak adlandırılmaktadır. Bir baba, Mars'a ışınlanmadan hemen önce çocuklarına Gezinti'nin tarihçesini anlatır. Keşfi yapan bilim insanı ilk olarak fareleri ışınlamıştır. Ancak ışınlan-

ma sonucunda yalnızca uyuşturulan fareler hayatta kalmaktadır. Işınlama sırasında uyanık olan fareler, korkunç şekilde ölmüştür. Bu nedenle insanlar ışınlanmadan önce düzenli şekilde uyutulmaktadır. Uyanık durumdayken ışınlanan tek insan, eğer deneye katılırsa affedilme sözü verilen bir mahkumdur. Fakat ışınlandıktan sonra büyük bir kalp krizi geçirir ve son sözleri "İçerde sonsuzluk var" olur.

Ne yazık ki bu etkileyici hikâyeyi dinleyen çocuklardan biri uyuşturmadan kurtulmak için nefesini tutmaya karar verir. Sonuç bir felakettir. Işınlamanın ardından aniden çıldırır. Saçları ağarır, gözleri bir ihtiyar gibi sararır ve kendi gözlerini çıkarmaya çalışır. Gizem açığa çıkmıştır. Fiziksel madde derhal ışınlanmaktadır, fakat zihnin yolculuğu sonsuza kadar sürmekte, zaman geçmiyormuş gibi gelmekte ve kişi tamamen çıldırmaktadır.

Sayfa 71: Araştırmacılardan biri olan Eugene Polzik'in söylediğine göre... Curt Suplee, "Top 100 Science Stories of 2006", *Discover Magazine*, Aralık 2006, sf. 35.

Sayfa 71: "yaklaşık 5.000 parçacıktan meydana gelen bir ışın demetinden bahsediyoruz..." Zeeya Merali, *New Scientist Magazine*, 13 Haziran 2007.

Sayfa 76: "Biraz şans ve biraz da son zamanlardaki teknolojik ilerlemelerin yardımıyla..." David Deutsch, *New Scientist Magazine*, 18 Kasım 2006, sf. 69.

5: TELEPATİ

Sayfa 80: Aslında pek çok sihirbazın ve mentalistin kariyeri... Yemekli toplantılarda şaşırtıcı telepati gösterileri de yapmak mümkündür. Bir toplantıda herkesten adını küçük bir kağıda yazmasını ve kağıdı bir şapkanın içine atmasını isteyin. Katlanmış durumdaki kâğıtları şapkadan birer birer çıkarın ve kâğıtları açmadan içinde yazılı olan ismi yüksek sesle okuyun. Seyirciler şaşkına dönecektir. Gözlerinin önünde bir telepati olayı yaşanmaktadır. Aslında bazı sihirbazlar, bu numara ile şöhret ve servet kazanmıştır.

(Bu şaşırtıcı zihin okuma numarasının sırrı şöyledir. İlk kâğıdı alın, sessizce kendi kendinize okuyun, fakat "psişik ether" bulanık olduğu için okumakta zorlandığınızı ilan edin. Bir sonraki kağıdı alın, ama onu açmadan bir önceki kâğıt üzerinde yazan ismi söyleyin. İlk ismi yazan kişi katlanmış durumdaki kağıdı okuduğunuzu zannedecek, şaşıracaktır. Şimdi ikinci kağıdı açın ve sessizce kendi kendinize okuyun. Sonra üçüncü bir kağıdı alın, ikinci kâğıtta yazan ismi yüksek sesle söyleyin. Bu işleme devam edin. Bir kâğıt üzerinde yazan ismi her söyleyişinizde, bir sonraki kâğıtta yazan ismi okumaktasınız).

Sayfa 81: Kumarbazlar da insanların zihnini sınırlı bir şekilde okumayı başarmaktadır. Bir kişinin zihinsel durumu, bir fotoğrafı tarayan bir gözün hareketi incelenerek kabaca belirlenebilir. Gözün üzerine ince bir ışık demeti gönderilirse, yansıyan ışık bir duvar üstüne düşürülebilir. Yansıyan bu ışık demetinin duvarda gittiği yol izlenmek suretiyle resmin taranması sırasında gözün nerelerde gezindiği hassas şekilde anlaşılabilir. (Örneğin resimdeki bir yüze bakan kişinin gözleri genellikle resimdeki kişinin gözleri arasında hızla gidip gelir, sonra ağza, sonra tekrar gözlere gider, sonra resmin tamamını tarar).

Resme bakan kişinin gözbebeklerinin boyutları hesaplanarak resmin o kişide olumlu veya olumsuz düşünceler uyandırdığı anlaşılabilir. Bu şekilde kişinin duygusal durumu okunabilir. (Örneğin bir katil, cinayet yerinin fotoğrafına bakarken ve cesedin tam bulunduğu yeri tararken güçlü duygular yaşar. Cesedin yerini yalnızca polis ve katil bilmektedir).

Sayfa 81: Telepati ve diğer normal ötesi olaylar konusundaki ilk bilimsel incelemeler... Psişik Araştırmalar Derneği üyeleri arasında Lord Rayleigh (Nobel Ödülü sahibi), Sir William Crookes (Elektronikte kullanılan Crookes Tüpünün mucidi), Charles Richet (Nobel Ödülü sahibi), Amerikalı psikolog William James ve Başbakan Arthur Balfour bulunmaktaydı. Destekçileri arasında ise Mark Twain, Arthur Conan Doyle, Alfred Lord Tennyson, Lewis Carroll ve Carl Jung gibi ünlüler vardı.

Sayfa 81: Dernekle bağlantılı bir araştırmacı... Rhine başlangıçta papaz olmak istiyordu, fakat Chicago Üniversitesi'ne devam

ederken fikrini değiştirdi ve botanik okumaya başladı. Ülkenin her yanında ölülerle iletişim kurma üzerine konferanslar veren Sir Arthur Conan Doyle'un bir söyleşisine 1922 yılında katılan Rhine, psişik olaylara karşı ilgi duymaya başladı. Daha sonra Sir Oliver Lodge'un seanslar sırasında ölülerle kurulan iletişimleri ele alan *The Survival of Man* adlı kitabını okuyunca ilgisi daha da arttı. Ancak, ispritizmanın mevcut durumundan hiç memnun değildi; bu alanda sık sık sahtekârlık ve hile haberleri duyuluyordu. Aslında Rhine'ın kendi araştırmaları Margery Crandon adlı bir ispritizmacının sahtekârlığını açığa çıkartmış, aralarında Conan Doyle'un da bulunduğu pek çok ispritizmacının hiddetini üzerine çekmişti.

Sayfa 82:" Bu durumda durum sadece telepati ile..." Randi, sf. 51.

Sayfa 83: Daha sonra yapılan kontroller farelerin hiçbir telepatik güce sahip olmadığını gösterdi... Randi, sf. 143

Sayfa 89: Özellikle ... olağanüstü etkinlik dikkat çekmekteydi. San Francisco Chronicle, 26 Kasım 2001.

Sayfa 89: Eleştirenlerin bazıları da toplumun tekerleklerini... Son olarak, eğer gelecekte telepatinin kısıtlı türleri yaygınlaşacak olursa ortaya yasal ve ahlaki sorular çıkmaktadır. ABD'de pek çok eyalette bir insanın izni olmadan onunla yapılan bir telefon görüşmesini kaydetmek yasa dışıdır, dolayısıyla birinin düşünce desenlerini onun izni olmaksızın kaydetmek de yasa dışı olabilir. Ayrıca insan hakları savunucuları ne amaçla olursa olsun bir kişinin düşünce desenlerinin okunmasına karşı çıkabilirler. İnsanın düşüncelerinin kaypak oluşu nedeniyle düşünce desenlerinin mahkemeye sunulması hiçbir zaman yasal kabul edilmeyebilir. Tom Cruise'ın oynadığı *Azınlık Raporu* filminde bir insanı henüz işlemediği bir suç nedeniyle tutuklamanın ne ölçüde ahlaki olduğu tartışılmaktadır. Gelecekte bir insanın suç işleme niyetini düşünce desenlerine bakarak belirlemek ve o kişiyi suçlamak gündeme gelebilir. Sözlü tehditlerde bulunan bir kişi ile aynı tehditleri zihinsel olarak yapan kişi aynı ölçüde suçlu sayılabilir mi?

Ayrıca hiçbir yasaya aldırmayan hükümet ve güvenlik güçlerinin insanları zorla beyin taramasına sokması da bir sorun ola-

caktır. Bu, yasal bir davranış olabilir mi? Planlarını öğrenmek için bir teröristin zihnini okumak yasal olur mu? Bireyleri kandırmak için sahte anılar yerleştirmek yasal olur mu? Arnold Schwarzenegger'in *Gerçeğe Çağrı* adlı filminde bir insanın anılarının gerçek mi, yoksa yerleştirilmiş mi olduğu sorusu sürekli olarak sorulmaktadır, çünkü bu bizim kim olduğumuzu etkileyen bir şeydir.

Bu sorular muhtemelen önümüzdeki onlarca yıl boyunca tamamen kuramsal olarak kalacaktır, fakat bu teknoloji yavaş yavaş ilerledikçe ortaya ahlaki, yasal ve toplumsal sorunlar çıkacaktır. Bu sorunları çözecek uzun bir süreye sahip olduğumuz için şanslıyız.

Sayfa 91: "Fakat eğer bunun için bir cihaz yapacaksanız..." Douglas Fox, *New Scientist Magazine*, 4 Mayıs 2006.

Sayfa 91: fMRI örüntülerinin tanımlanması ve sonra da bir düşünce sözlüğü... Philip Ross, *Scientific American*, Eylül 2003.

Sayfa 93: Böyle bir cihaz, asla bilim kurguda görülen... Science Daily, www.sciencedaily.com, 9 Nisan 2005

Sayfa 94: Bu süreç yorucu ve meşakkatlidir, çünkü parazit niteliğindeki dalgaları... Cavelos, sf. 184.

6: PSİKOKİNEZ

Sayfa 102: Geller'in sahneye gelmesinden önce Carson, Randi'ye danışmıştı... Enayileri kandırma yeteneğine sahip profesyonel sihirbazların psişik güçler iddiasında bulunmalarından ve masum halkı dolandırmalarından nefret eden Harika Randi, sahtekârları açığa çıkartmaya yönelik çalışmalara başlamıştı. Özellikle yapılan bütün psişik numaraları tekrarlamaktan zevk alıyordu. Harika Randi, kendilerine kişisel kazanç elde etmek amacıyla sihirbazlık yeteneklerini kullanmaya kalkışan sahtekâr ve hilebazları açığa çıkartmayı ikinci bir meslek edinen Büyük Houdini'nin geleneğini sürdürmüştür. Randi, bilim insanlarını dahi numaralarıyla aldatabileceğini öne sürmekte, "Bir laboratuvara gidip herhangi bir bilim insanı grubunun şaşkınlıktan yere düşmesini sağlayabilirim" demektedir. Cavelos, sf 220.

Sayfa 104: Ulusal Araştırma Konseyinin raporu ... "savaşçı rahiplerden" meydana gelen kuramsal bir "Birinci Dünya Taburu" yaratılmasını inceliyordu. Cavelos, sf. 240.

Sayfa 104: Raporun sonuç bölümünde "bilimsel bir gerekçe bulunamadığı"... Cavelos, sf. 240.

Sayfa 107: Onları beyin dalgalarını değiştirebilecek şekilde eğitmek suretiyle... Philip Ross, *Scientific American*, Eylül 2003.

Sayfa 107: Bu maymunlar ... kontrol etmeyi başarmışlardır. Miguel Nicolelis ve John Chapin, *Scientific American*, Ekim 2002.

Sayfa 114: Fakat, ... dünyadaki en iyi grupların... Aristides A. G. Requicha, "Nanorobots," http://www.lmr.usc. edu/~lmr/publications/nanorobotics.

7: ROBOTLAR

Sayfa 117: Oxford'dan tanınmış fizikçi Roger Penrose... Profesör Penrose, insan gibi düşünmeyi mümkün kılmak için beyinde kuantum etkiler var olması gerektiğini savunmaktadır. Bilgisayar bilimcilerin çoğuna göre beyindeki her nöron, karmaşık bir transistör dizisi tarafından taklit edilebilir, böylece beyin, klasik bir cihaza dönüşmektedir. Beyin fevkalade karmaşıktır fakat temelde davranışları transistörler tarafından kopyalanabilen bir avuç nörondan meydana gelmektedir. Penrose buna karşı çıkar. Onun savına göre hücrede mikrotübül adı verilen ve kuantum davranışı sergileyen yapılar bulunmaktadır, bu nedenle beynin basit bir elektronik devre elemanı topluluğuna dönüştürülmesi asla mümkün değildir.

Sayfa 117: Rutgers Üniversitesi'nden Colin McGinn'in söylediğine göre yapay zekâ... Kaku, Visions, sf. 95

Sayfa 124: Cyberlife Enstitüsü'nün başkanı Steve Grand'ın söylediğine göre... Cavelos, sf. 90.

Sayfa 125: O başarısız oldu ve ben de 1981'deki Ph.D. tezimde başarısız oldum... Rodney Brooks, *New Scientist Magazine*, 18 Kasım 2006, sf. 60.

Sayfa 126: "Bu, Kasparov'un derin düşünen bir insan olmadığı anlamına gelmiyor..." Kaku, *Visions*, sf. 61.

Sayfa 128: Lenat'ın sloganının "Zekânın 10 milyon kuralı vardır" olması, hiç şaşırtıcı değildir... Kaku, *Visions*, sf. 65.

Sayfa 129: "Söz verilen şeyin soluk bir gölgesini yaratmak için kendimizi parçalıyorduk..." Bill Gates, *Skeptic Magazine*, cilt 12, no. 12, 2006, sf. 35.

Sayfa 129: "Açık bir kapı ile pencere arasındaki farkı anlamak gibi basit bir şey dahi bir robot için müthiş derecede zor olabilir..." Bill Gates, *Scientific American*, Ocak 2007, sf. 63.

Sayfa 130: "Sanayinin kritik kütleye ne zaman ulaşacağını veya ulaşıp ulaşmayacağını hiç kimse kesin bir şekilde söyleyemez..." Scientific American, Ocak 2007, sf. 58.

Sayfa 132: "Bugün, bunu yapabilen hiçbir makine yoktur..." Susan Kruglinski, "The Top 100 Science Stories of 2006," *Discover Magazine*, sf. 16.

Sayfa 133: Hans Moravec, "Tam zekâya sahip makineler..." Kaku, *Visions*, sf. 76.

Sayfa 135: "'Lütfen! Lütfen! Buna ihtiyacım var! Çok önemli...'" Kaku, *Visions*, sf. 92.

Sayfa 135: Iowa Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden nörolog Dr. Antonio Damasio... Cavelos, sf. 98.

Sayfa 136: "Bilgisayarlar bir türlü anlamıyorlar..." Cavelos, sf. 101.

Sayfa 136: Rus romancı Fyodor Dostoyevski'nin söylediği gibi... Barrow, *Theories of Everything*, sf. 149.

Sayfa 137: "Arkamızdan gelenler, bugün tartışılmakta olan bilimsel saçmalıkların miktarı karşısında şaşkına döneceklerdir..." Sydney Brenner, *New Scientist Magazine*, 18 Kasım 2006, sf. 35.

Sayfa 139: "Bilgisayarların evcil hayvanı haline dönüşmemiz..." Kaku, *Visions*, sf. 135.

Sayfa 140: "Bu gerçekleşirse DNA'mız işsiz kalacak..." Kaku, *Visions*, sf. 188.

Sayfa 140: Böylece, bazıları uzun dönemde ... karbon ve silikon teknolojisinin bir araya getirilmesini savunmaktadır. Böylece bizim mekaniksel yaratımlarımız sonuçta uzun vadede ayakta kalmamızı sağlayabilir. Martin Minsky'nin söylediği gibi, "Biz insanlar evrimin son halkası değiliz, eğer insan benzeri zeki bir maki-

ne yapabilirsek, muhtemelen ondan daha da zekisini yapabiliriz. Sadece başka bir insan yapabileceğimiz konusunda bir işaret yoktur. Bizim yapamadıklarımızı yapabilen birini yapabilmek istersiniz." Kruglinski, "The Top 100 Science Stories of 2006," sf. 18.

Sayfa 140: Uzak bir gelecekte robotlar veya insansı sayborglar... Ölümsüzlük elbette hayvanlar krallığında tek başına kalan insanların kendi ölümlülükleri üzerinde düşünmeye başladıkları andan itibaren istedikleri bir şeydir. Woody Allen, ölümsüzlük üzerine yorum yaparken "Eserlerim sayesinde ölümsüzlüğe kavuşmak istemiyorum. Ölmemek suretiyle kavuşmak istiyorum. Yaşamımı vatandaşlarımın kalbinde sürdürmek istemiyorum. Evimde sürdürmeyi tercih ederim" demişti. Moravec, özellikle uzak gelecekte kendi yarattıklarımızla birleşerek daha yüksek bir zekâ düzeyine ulaşacağımıza inanmaktadır. Bunun gerçekleşmesi için beynimizdeki her biri belki de birkaç bin başka nörona bağlanmış olan 100 milyar nöronun kopyalanması gerekecektir. Ameliyathanedeki masanın üzerinde yatarken yanımızda bir robot kabuğu bulunmaktadır. Ameliyat o şekilde yapılmaktadır ki, bir nöronu yerinden çıkartırken robot kabuğunun içinde onun kopyası olan bir nöron yaratılmaktadır. Zamanla vücudumuzdaki her bir nöron, robot kabuğundaki bir silikon nöronla değiştirilmektedir, böylece ameliyat boyunca şuurumuzu korumaktayız. En sonunda beynimizin tümü biz olaya şahit olurken robot kabuğuna aktarılmış olur. Bir gün eski, çürüyen vücudumuzda ölmekteyizdir, ertesi gün kendimizi aynı kişilik ve anılarla, bilincimizi kaybetmeksizin ölümsüz bir vücudun içinde buluruz.

8: Dünya Dışı Yaratıklar ve UFO'lar

Sayfa 149: Bununla beraber, SETI'deki üst düzey gökbilimcilerden Seth Shostak, ... iyimserlikle inanmaktadır. Jason Stahl, *Discover Magazine*, "Top 100 Stories of 2006", Aralık 2006, sf. 80.

Sayfa 152: "Yaşamın bu aşırı saldırıya nasıl dayanabileceğini hayal etmek dahi çok zor" olacaktır... Cavelos, sf. 13.

Sayfa 152: Fransız gökbilimci Dr. Jacques Lasker, ... tahmin etmektedir. Cavelos, sf. 12.

Sayfa 153: "Evrende mikroplar ve onların eşdeğerleri şeklindeki yaşamın çok yaygın olduğunu..." Ward and Bronwlee, sf. xiv.

Sayfa 155: "Biz, başka bir gezegen üzerinde yaşam keşfetme şansına sahip ilk nesiliz..." Cavelos, sf. 26.

Sayfa 164: Daha önceki kitaplarımda bahsettiğim gibi... Genel olarak dünyanın değişik bölgelerinde yerel diller ve kültürler gelişmeye devam edecek olmasına karşın, kıtaları kapsayan gezegensel bir dil ve kültür ortaya çıkacaktır. Bu küresel ve yerel kültür, aynı anda var olacaktır. Bu durum, bütün toplumların elitleri arasında şimdiden mevcuttur.

Ayrıca, gezegensel bir sisteme doğru yapılan bu yürüyüşü engellemeye çalışan güçler de vardır. Bunlar, gezegensel bir uygarlığa doğru gidişin beraberinde ortaya çıkacak kültürdeki tolerans ve laik çoğulculuğun merkezi bir role sahip olacağını ve bu durumun geçen bin yılda yaşamayı tercih edenler için bir tehdit oluşturacağını şuursuzca, düşünmeden anlayan teröristlerdir.

9: YILDIZ GEMİLERİ

Sayfa 174: Matematikçi ve düşünür Bertrand Russell, bir zamanlar... Kaku, *Hyperspace*, sf. 302.

Sayfa 198: Nordley, ... bir toplu iğne başı büyüklüğündeki uzay gemisi topluluğu ile... Gilster, sf. 242.

10. ANTİMADDE VE ANTİ EVRENLER

Sayfa 205: Los Alamos, ... Synergistic Technologies'ten Dr. Steven Howe... NASA, http://science.nasa.gov, 12 Nisan 1999.

Sayfa 210: "İnsanın denklemlerinin deneylerle uyumlu olmasındansa güzelliğe sahip olması daha önemlidir..." Cole, sf. 225.

11: IŞIKTAN HIZLI

Sayfa 228: Washington Üniversitesi'nden fizikçi Matt Visser'in söylediği gibi... Cavelos, sf. 137.

Sayfa 228: İngiltere Kraliyet Gökbilimcisi Sir Martin Rees... Kaku, *Parallel Worlds*, sf. 307.

Sayfa 229: "Bu kavramları ... kullanmanın bir yolu olması gerektiğini düşündüm..." Cavelos, sf.151.

Sayfa 229: "Arkada ise, hiçbir şey görülemezdi ... çünkü yıldızlardan gelen ışık..." Cavelos, sf. 154.

Sayfa 233: "Bir dizi jeneratöre ihtiyacımız olacaktır..." Cavelos. sf. 154.

Sayfa 236: "Bu sihirli halkadan geçersen -vay canına!- ..." Kaku, *Parallel Worlds*, sf. 121.

Sayfa 237: "İşi yapmak için yaklaşık olarak eksi bir Jüpiter kadar kütleye gereksiniminiz olacaktır..." Cavelos, sf. 145.

Sayfa 237: Solucan deliklerini yapmak ve onları açık tutmak için..." Hawking, sf. 146.

12: ZAMANDA YOLCULUK

Sayfa 243: Yazar G. Spruill, Janus Denklemi adlı romanında ... ele almaktadır. Nahin, sf. 322.

Sayfa 244: Şimdiye gelecek demiyorsak, eğer şimdi daima varsa ve asla yol alarak... Pickover, sf. 10.

Sayfa 250: Çünkü biz fizikçiler, zamanın özelliklerinin... Nahin, sf. ix.

Sayfa 250: Fizikçi Richard Gott'un söylediği gibi ... herhangi bir soru işareti olduğunu düşünmüyorum..." Pickover, sf. 130

Sayfa 252: Gott, ... büyük bir çöken sicim döngüsünün... Kaku, *Parallel Worlds*, sf. 142.

Sayfa 253: "Eğer geçmişte evlenecek olursa..." Nahin, sf. 248.

13: PARALEL EVRENLER

Sayfa 260: Henderson, "Tıpkı bir Kara Delik gibi..." Kaku, *Hyperspace*, sf. 22.

Sayfa 262: "İlk bakışta, fikrini son derece beğendim..." Pais, sf. 330.

Sayfa 263: ... atomaltı parçacıklarının bollaşması karşısında dehşete kapılan Enrico Fermi... Kaku, *Hyperspace*, sf. 118.

Sayfa 268: MIT'den Max Tegmark'ın inancına göre önümüzdeki elli yıl içinde... Max Tegmark, *New Scientist Magazine*, 18 Kasım 2006, sf. 37.

Sayfa 272: Schrödinger, kuramının bu şekilde yorumlanmasından epeyce yakınmış... Cole, sf. 222.

Sayfa 272: "Bu nedenle, doğayı olduğu gibi -ipe sapa gelmez olarak- kabulleneceğinizi umarım..." Greene, sf. 111.

Sayfa 274: İkileme ilişkin başka bir bakış açısı da ... "çoğul dünyalar" görüşüne aittir... Ancak, "çoğul dünyalar" yorumunun bir başka çekici özelliği de orijinal dalga denkleminden başka bir varsayım gerektirmemesidir. Bu resimde hiçbir zaman dalga fonksiyonlarını çökertmek veya gözlem yapmak zorunda değiliz. Dalga fonksiyonu yalnızca kendi başına, otomatik olarak, dışarıdan herhangi bir müdahale veya varsayım gerektirmeksizin bölünür. Bu açıdan "çoğul dünyalar" kuramı, dış gözlemciler, ölçümler, dalga çökertmeler ve benzerlerini gerektiren diğer bütün kuramlardan kavram olarak daha basittir. Sonsuz sayıda evrenin bize bir yük getirdiği doğrudur, fakat dalga fonksiyonu dışardan herhangi bir varsayımda bulunmak gerekmeden bunları izler.

Fiziksel evrenimizin neden bu kadar kararlı ve güvenli göründüğünü anlamak için bir yol, dekoheransı başlatmak, yani diğer bütün bu evrenlerden dekohere olmaktır. Ancak, dekoherans bu diğer paralel evrenleri ortadan kaldırmaz. Dekoherans yalnızca sonsuz sayıda evren arasında kendi evrenimizin neden böylesine kararlı göründüğünü açıklar. Dekoherans, evrenlerin pek çok evrene bölünebileceği, fakat bizim evrenimizin çevreyle etkileşim yoluyla bu evrenlerden önemli ölçüde farklılaştığı fikrine dayanmaktadır.

Sayfa 274: Nobel Ödülü sahibi Frank Wilczek de ... "hiç aklımızdan çıkmıyor" demiştir. Kaku, *Parallel Worlds*, sf. 169.

14: DEVRİDAİM MAKİNELERİ

Sayfa 287: "Bütün dünyanın Noel Baba'sı ve Alaaddin'in Sihirli Lambasıydı" Asimov, sf. 12.

Sayfa 296: Kuramsal olarak ikinci türden bir devridaim makinesi... Bazıları, belki de doğa ana tarafından güneş sisteminde yaratılmış en karmaşık nesneyi temsil eden insan beyninin İkinci Yasayı ihlal ettiğini öne sürerek itiraz etmektedir. 100 milyardan

fazla nöron içeren insan beyni, Dünyadan 38 trilyon kilometre uzaklıktaki en yakın yıldıza kadar her yerde karmaşıklık konusunda rakipsizdir. Fakat, entropideki bu büyük azalma İkinci Yasayla nasıl zıt olabilir diye sormaktadırlar. Evrimin kendisi İkinci Yasayı ihlal ediyormuş gibi görünmektedir. Bunun cevabı, aralarında insanların da bulunduğu yüksek organizmalardaki yükselmenin yarattığı entropi azalması, başka bir yerdeki toplam entropinin artması pahasına gerçekleşmiştir. Evrimin yarattığı entropi azalması, yakın çevremizdeki entropi artışı, yani Dünyaya çarpan güneş ışığı entropisindeki artış tarafından gayet iyi dengelenmektedir. İnsan beyninin evrim vasıtasıyla yaratılması entropiyi azaltır, fakat bu, yarattığımız kaos (örneğin kirlilik, sıcaklık artışı, küresel ısınma, v.b.) tarafından fazlasıyla karşılanmaktadır.

Sayfa 300: Bu görüşün taraftarlarından biri... Bununla beraber Tesla, radyonun, televizyonun ve iletişim devriminin gelmesini sağlayan patentlerinin ve icatlarının gelirini dolandırıcılara kaptıran trajik bir kişiydi. (Fakat biz fizikçiler, Tesla'nın adının unutulmamasını garanti altına aldık. Manyetizma birimine onun adını verdik. Bir Tesla 10.000 Gauss'a veya Dünya'nın manyetik alanının yaklaşık olarak yirmi bin katına eşittir).

Günümüzde büyük ölçüde unutulmuş ama uçuk iddiaları komplo kuramcılarına ve şehir efsanelerine malzeme olmuştur. Tesla, Mars'taki canlılarla iletişim kurabileceğine, Einstein'ın bitmemiş birleşik alan kuramını çözebileceğine, Dünya'yı bir elma gibi ortadan ikiye ayırabileceğine ve 600 kilometre uzaktan on bin uçağı yok edebilecek bir ölüm ışını geliştirebileceğine inanmaktaydı. (FBI onun ölüm ışını iddialarını o kadar ciddiye almıştı ki, ölümünden sonra notlarının ve laboratuvar cihazlarının çoğuna el koymuştu. Bunların bazıları bugün dahi gizli depolarda bulunmaktadır).

Tesla, 1931 yılında Time dergisinin ön kapağında yer aldığı zaman şöhretinin doruğundaydı. Şaşkınlıktan nefes dahi alamayan seyircilerin önünde milyonlarca voltluk elektrik enerjisi içeren devasa yıldırımlarla oynayarak halkın gözlerini kamaştırıyordu. Mahvolmasının nedeni ise parasal durumuna ve yasal

konulara yeterli dikkati göstermemesiydi. Günümüzün elektrik devlerini temsil eden avukatlar ordusu ile rekabete girişince en önemli patentlerinin kontrolünü kaybetti. Ayrıca bugün saplantı-zorlantı bozukluğu olarak adlandırılan bazı belirtiler göstermeye, üç rakamıyla ilgili saplantı sergilemeye başladı. Daha sonra paranoyaklaştı, düşmanlarının kendisini zehirleyeceğinden korkarak New Yorker Otelinde alacaklılarının daima bir adım önünde, yoksul bir yaşam sürmeye başladı. 1943 yılında, elli altı yaşında tamamen fakir şekilde öldü.

Son Söz: Olanaksızın Geleceği

Sayfa 319: Gökbilimci John Barrow, "Tarihçiler ..." diyerek dikkatimizi çekmektedir. Barrow, *Impossibility*, sf. 47.

Sayfa 319: Comte'nin iddialarını reddeden matematikçi David Hilbert... Barrow, *Impossibility*, sf. 209.

Sayfa 320: "İki yüz yıl önce herhangi bir kişiye ... sorsanız..." Pickover, sf.192.

Sayfa 320: "Evrenin -başından sonuna kadar- özelliklerine ilişkin bütün önemli soruların yanıtsız kalacağı görülmektedir..." Barrow, *Impossibility*, sf. 250.

Sayfa 321: "Ancak, genişleme alanından gelen kütleçekim dalgaları ... gelen kalıntılardır..." Rocky Kolb, *New Scientist Magazine*, 18 Kasım 2006, sf. 44.

Sayfa 324: "Bu çabalar Büyük Patlama garabetine dair çok özel ayrıntıları ortaya çıkartacak..." Hawking, sf. 136.

Sayfa 325: "Fizik yasaları çok gelişmiş uygarlıkların ... zaman makineleri yapmasına izin vermekte midir?..." Barrow, *Impossibility*, sf. 143.

Sayfa 328: "2056 yılında üzerinde evrenimizin birleşik yasalarını tanımlayan denklemlerin basılı olduğu bir tişört satın alabileceksiniz..." Max Tegmark, *New Scientist Magazine*, 18 Kasım 2006, sf . 37.

Sayfa 330: Bu kuram üzerinde yaşamının geriye kalan bölümü boyunca çalışacaktı. Bunun nedeni, Einstein'ın kütleçekimi kuramını alıp kuantum düzeltmeleri ekleyecek olursak, küçük olması gereken bu düzeltmelerin sonsuz olmasıdır. Yıllar geçtikçe

fizikçiler bu sonsuz terimleri ortadan kaldırmak için birtakım yöntemler geliştirmişlerdir, fakat bunların hepsi de bir kuantum kütleçekimi kuramında başarısız olmaktadır. Ancak sicim kuramında bu düzeltmeler bazı nedenlerle tamamen ortadan kalkmaktadır. Birincisi, sicim kuramı süper simetri adı verilen ve bu ıraksak terimlerin çoğunu yok eden bir simetriye sahiptir. Ayrıca sicim kuramı bu sonsuzlukların kontrol edilmesine yardımcı olan bir kesim noktasına (sicimin uzunluğu) sahiptir.

Bu sonsuzlukların kökeni aslında klasik kurama kadar uzanır. Newton'un ters kare yasasına göre iki parçacık arasındaki mesafe sıfır olduğu zaman aradaki kuvvet sonsuzdur. Newton'un kuramında dahi görülen bu sonsuzluk, kuantum kuramına taşınır. Fakat sicim kuramı bu ıraksaklıkları kontrol etmemize olanak sağlayan bir kesim noktasına, Planck uzunluğuna sahiptir.

Sayfa 334: "O zaman onları gökyüzünde gözlemleyebilir ve süper sicim kuramını doğrudan sınama olanağı bulabilirdik." Alexander Vilenkin, *New Scientist Magazine*, 18 Kasım 2006, sf. 51.

Sayfa 336: Astrofizikçi John Barrow, bu mantığı şu şekilde özetliyor... Barrow, *Impossibility*, sf. 219.

Kaynakça

Adams, Fred ve Greg Laughlin. *The Five Ages of the Universe: Inside the Physics of Eternity*. New York: Free Press, 1999.

Asimov, Isaac. *The Gods Themselves*. New York: Bantam Books, 1990.

Asimov, Isaac ve Jason A. Schulman, eds. *Isaac Asimov's Book of Science and Nature Quotations*. New York: Weidenfeld and Nicholson, 1988.

Barrow, John. *Between Inner Space and Outer Space*. Oxford, England: Oxford University Press, 1999.

——. *Impossibility: The Limits of Science and the Science of Limits*. Oxford, England: Oxford University Press, 1998.

——. *Theories of Everything*. Oxford, England: Oxford University Press, 1991.

Calaprice, Alice, ed. *The Expanded Quotable Einstein*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2000.

Cavelos, Jeanne. *The Science of Star Wars: An Astrophysicist's Independent Examination of Space Travel, Aliens, Planets, and Robots as Portrayed in the Star Wars Films and Books*. New York: St. Martin's Press, 2000.

Clark, Ronald. *Einstein: The Life and Times*. New York: World Publishing, 1971.

Cole, K. C. *Sympathetic Vibrations: Reflections on Physics as a Way of Life*. New York: Bantam Books, 1985.

Crease R., and C. C. Mann. *Second Creation*. New York: Macmillan, 1986.

Croswell, Ken. *The Universe at Midnight*. New York: Free Press, 2001.

Davies, Paul. *How to Build a Time Machine*. New York: Penguin Books, 2001

Dyson, Freeman. *Disturbing the Universe*. New York: Harper and Row, 1979.

Ferris, Timothy. *The Whole Shebang: A State-of-the-Universe(s) Report.* New York: Simon and Schuster, 1997.

Folsing, Albrecht. *Albert Einstein.* New York: Penguin Books, 1997.

Gilster, Paul. *Centauri Dreams: Imagining and Planning Interstellar Exploration.* New York: Springer Science, 2004.

Gott. J. Richard. *Time Travel in Einstein's Universe.* Boston: Houghton Mifflin Co., 2001.

Greene, Brian. *The Elegant Universe:Superstrings, Hidden Dimensions and the Quest for the Ultimate Theory.* New York: W. W. Norton, 1999.

Hawking, Stephen W., Kip S. Thorne, Igor Novikov, Timothy Ferris ve Alan Lightman. *The Future of Spacetime.* New York: W. W. Norton, 2002.

Horgan, John. *The End of Science.* Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1996.

Kaku, Michio. *Einstein's Cosmos.* New York: Anchor Books, 2004.

——. Hyperspace. New York: Anchor Books, 1994.

——. Parallel Worlds. *A Journey Through Creation, Higher Dimensions and the Future of the Cosmos.* New York: Doubleday, 2005.

——. *Visions: How Science Will Revolutionize the 21st Century.* New York: Anchor Books, 1997.

Lemonick Michael. *The Echo of the Big Bang.* Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005.

Mallove, Eugene ve Gregory Matloff. *The Starflight Handbook: A Pioneer's Guide to Interstellar Travel.* New York: Wiley and Sons, 1989.

Nahin, Paul J. *Time Machines.* New York: Springer Verlag, 1999.

Pais, A. *Subtle is the Lord.* New York: Oxford University Press, 1982.

Pickover, Clifford A. *Time: A Traveler's Guide.* New York: Oxford University Press, 1998.

Randi, James. *An Encyclopedia of Claims, Frauds and Hoaxes of the Occult and Supernatural.* New York: St. Martin's Press, 1995.

Rees, Martin. *Before the Beginning: Our Universe and Others.* Reading, Mass.: Perseus Books, 1997.

Sagan, Carl. *The Cosmic Connection: An Extraterrestrial Perspective.* New York: Anchor Press, 1973.

Thorne, Kip S. *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy.* New York: W. W. Norton, 1994.

Ward, Peter D. and Donald Brownlee. *Rare Earth: Why Complex Life is Uncommon in the Universe.* New York: Springer Science, 2000.

Weinberg, Steve. *Dreams of a Final Theory: The Search for Fundamental Laws of Nature.* New York: Pantheon Books, 1992.

Wells, H. G. *The Time Machine: An Invention.* London: McFarland and Co., 1996.

Dizin

ABD Hava Kuvvetleri; xxiii, 167
Adams, Douglas; 66, 359
Agency (DARPA); 24, 129
Akıllı Hans; 80, 82
akıllı toz; 198
Alcubierre; 229, 232-233, 237
Allen, Woody; 221, 351
Ames, Aldrich; 87
antimadde; 86, 186, 200-209, 211-214, 217, 230, 311, 313, 315-316, 352
antropik ilke; 271, 284
Artsutanov, Yuri; 187
Asimov, Isaac; 79, 116, 201, 287, 359
askıya alınmış yaşam; 196-197
asteroit; 191
atom bombaları; 183
Atom Enerjisi Komisyonu; 181
atom kuramı; 22, 319
Avrupa Uzay Ajansı; 157, 177, 322
ay, aylar; 39, 44, 63, 143, 151-152, 167, 172-173, 176-177, 179, 193-194, 199, 223, 233, 273, 296, 305
ayna evren; 214
Azınlık Raporu; 14, 347
Aziz Augustine; 244
Barnard Yıldızı; 184
Baron-Cohen, Simon; xxiii, 212, 360
Barrow, John; xxii, 319-320, 336, 356-357
Batlamyus; 259
belirsizlik ilkesi; 34, 138, 231, 343
Belleğin Azmi (Dali); 261
Bentley ikilemi; 327
beyin; 85-86, 88-91, 93-97, 105-108, 135, 159, 196, 347, 349
Bhaskara; 290
Bickerton, A. W.; 173
bilgisayarlar; 7, 74-76, 119-120, 127, 136, 138-140, 228, 271, 350
bilim kurgu; ix-xiv, 7, 11, 14, 16, 18, 40, 46, 48, 60, 67, 70, 74, 79, 90, 97-98, 100, 186, 192, 200, 213-214, 222, 228, 230, 232, 246, 250, 261, 314
Bir Dinozor Gibi Düşün (Relley); 344
Birbaumer, Niels; 106

Bohr, Niels; xvii, 41-42, 59, 64, 71, 276, 330
Boltzmann, Ludwig; 294-296, 299, 333
Bose Einstein yoğuşuğu; 72
boya lazerleri; 46
Bradley, Aston; 71-72
BrainGate; 107-108
Brenner, Sydney; 136, 350
Brooks, Rodney; xxii, 131, 349
Brown, Dan; xxii, 107, 201, 254
Brownlee, Donald; 153, 154, 361
Bruno, Giordano; 143
Bryan, William Jennings; 317
Buckyball; 34
Bussard, Robert W.; 179-180
Büyük Çöküş; 270, 277
Büyük Donma; 280, 301, 325
Büyük Hadron Çarpıştırıcısı; 226, 266, 333
Büyük Patlama Gözlemcisi; 324, 334
Büyük Şapırtı; 270, 323, 325
C. elegans; 132;
Cabra testi; 54
Capek, Rarel; 118
Casimir, Hendrik; 231-232, 252
Catala, Claude; 156
CERN; 201, 203, 226
Christopher, Milbourne; 82
Christus Hypercubius (Dali); 261
Clarke, Arthur C.; 3, 139, 142, 188, 192
Cocconi, Giuseppe; 147
COG; 131
Comte, Auguste; 318
Corot uydusu; 156
Cosmos; xxiii, 178, 360
Cours de Philosophie (Comte); 318
Cox, John; 293
Cummings, E. E.; 257
CYC; 128
çoğul dünyalar; 254-255, 274-276, 354
çoklu evren; 258, 267-268, 270, 277, 279-280
Daedalus Projesi; 184-185
dalga denklemi; 42, 210
Dali, Salvador; 261
Damasio, Antonio; 135, 350
Davy, Humphrey; 4
Deep Blue; 126
Defense Advanced Research Projects; 24, 129
dekoherans; 274, 354
Deutsch, David; 76, 345
devridaim makineleri; xiv, 287-288, 290, 293, 296, 298, 317, 354
diamıknatıslar; 16
Dickens, Charles; 245
din; 143, 165, 306
dinozorlar; xii, 175
Dirac, Paul; xxii-xxiii, 96, 209, 267, 336, 360, 361
Disintegration Machine (Doyle); 61
Donoghue, John; 107, 108
Doyle, Sir Arthur Conan; 347
dört boyut, dördüncü boyut; 37, 260-261
dört kuvvet; 7
Drake, Frank; 146-147, 150
Duchamps, Marcel; 261
duygusal robotlar; 133
dünya dışı yaşam; 144, 172
Dünyalar Savaşı (Wells); 40, 143
Dwyer, Larry; 14, 253
Dyson, Freeman; xxiii, 183-184, 191-192, 270, 317, 329, 335, 360
Eddington, Arthur; 235, 297, 330
Edison, Thomas; 4, 300
Edwards, Michael; 102
Eflatun; 19, 341
Einstein mercekleri; 230, 231

Einstein-Rosen Köprüsü; 235
Einstein, Albert; ix-xi, 67, 210, 222-223, 296, 360
eksiklik kuramı; 122, 335-336
elektrik; 4-10, 13, 21, 29, 33, 43-45, 49, 51-52, 85, 106, 116, 135, 138-139, 145, 149, 170, 177, 181, 184, 189, 192, 197, 199, 204, 209, 300, 355-356
elektromanyetizma; 6-8
elektron; xi, 10, 34, 41-43, 63-64, 66-68, 92, 180, 185, 207, 210-211, 226, 231, 239, 241-242, 277, 283, 287-288, 309-311
entropi; 294, 296, 355
EPR deneyi; 67, 69, 226
Everett, Hugh; 274, 275
evren, evrenler ix, xiii, 171, 201, 203, 209, 211, 213-217, 235-236, 240, 251, 254-255, 257-259, 261, 266-271, 274-284, 307, 314-315, 325-328, 338, 352-354
Experimental Reactor (ITER); 51
extrasensory perception (ESP); 82
FAB (Gershenfeld); 113
Fahri, Edward; 282-283
Faraday, Michael; 4-7, 20, 21, 63, 192
Feynman, Richard; 32-33, 214-215, 271-272, 309-312, 332
fisyon; 52, 55, 177, 181-182, 185-186
fizik, fizikçiler; çok sayıda
Flash Gordon; ix, xi, 20, 209
Fly; 61
fotoelektrik etki; 41
fotolitografi; 27, 31
fotonik kristaller; 29
fotonlar; 41, 43-44, 70
füzyon; 44, 48-52, 172, 179-181, 186, 200
Gamgee, John; 292
gama ışınları; xi, 21, 39, 56-58, 207, 211
Gates, Bill; 129-130, 350
Gauss, Karl; 15, 260, 355
gaz; 9-10, 43-45, 47, 51-52, 71, 144-145, 155-156, 168, 177, 235, 241, 295
gazlar; 9, 28, 181, 292, 295
Geleceğe Dönüş; 12, 14, 245, 254
Geller, Uri; 101-102, 348
şişen evren kuramı; 281-282, 314
Gershenfeld, Neil; 112, 113
gezegenler; xxiii, 18, 66, 143, 154-157, 164, 177-178, 206, 230, 257, 275
Gilchrist, Brian; 199, 200
Goddard, Robert; xv
Goldfinger; 40
Gott, Richard; xxii, 250-252, 353, 360
Gödel, Kurt; 119, 251, 278
Gökyüzü Hakkında (Aristo); 259
görelilik kuramı; 225, 246-247, 260, 262, 264
Görünmez Adam (Wells); 18, 37
görünmezlik; ix, 18-0, 22-24, 26-32, 35, 37, 341
Guth, Alan; xxii, 274, 277, 281-283
güneş yelkenleri; 178
Halat Yarışması; 189
Haldane, J. B. S.; 287
Harika Randi; 348
Harry Potter; 18, 20, 22, 26, 31-32
Hawking, Stephen; xvi, 107, 209, 211, 243, 247-249, 255, 264, 277, 329, 335, 337, 353, 356, 360
hayalet teknolojisi; 23
Haynes, John; 91

Hayvanın Numarası (Heinlein); 261
hayvanlar; 78, 80, 127, 137, 141, 152-153, 162, 195, 254, 351
Heinlein, Robert; 186, 188, 261
Heisenberg, Werner; xvii, 42, 62, 65, 122, 138, 330, 331, 343-344
Henderson, Linda Dalrymple; 260, 353
her şeyin kuramı; x, xix, 137, 256, 265, 267, 328-329, 331, 335, 337-338
Herschcovitch, Ady; 10
hidrojen bombaları; 49, 185
Higgs bozonları; 264, 315
Hilbert, David; 299, 319, 356
hindular; 258
hiper uzay; 66, 221, 258-259, 261
Hofstadter, Douglas; 126
hologramlar; 35-36
Honey, I Shrunk the Kids; 162
Howe, Steven; 205, 352
Hubble Uzay Teleskopu; xiv, 231
Hubble, Edwin; x, 327
Ben, Robot; 116
II. Dünya Savaşı; xv, 40, 120, 274, 303, 342
ILC; 239, 240
Independence Day; 142
International Thermonuclear; 51
ışık; xii, 6, 21-22, 25-26, 28-30, 32, 35-36, 38-41, 43-47, 55, 58, 63, 67-74, 119, 144, 147-148, 154, 157, 166, 168, 176, 179-181, 183-185, 191, 193, 197-199, 213, 221-227, 229-230, 233, 238, 242, 246, 252, 262, 269, 298, 308, 312, 322-323, 338, 342, 346, 353
Işın Gücü Yarışması; 189
ışın silahları; 40
ışın tabancaları; ix, 39, 46, 48, 58
ITER; 12, 51-52, 180, 241, 303
iyon motorları; 176-177, 185, 200
Jackson, Gerald; 208
Janus Denklemi; 243, 353
Jones, David; xxiii, 90
Jüpiter; 123, 150-151, 154-156, 237, 305, 353
Just, Marcel A.; 91
kaldırma; 12, 14
Kaluza, Theodor; 261
kapalı zaman benzeri eğriler; 250
kara delikler; xiv, 58, 175, 233, 235-236, 260, 333
karanlık enerji; 301-302
karanlık madde; 231, 269, 334
karbon; 11-12, 16, 22, 34, 45, 140, 145-146, 18-189, 298, 350
Kardashev, Nikolai; 163-164
Kasparov, Garry; 126, 349
katı hal lazeri; 49
Kawakami, Naoki; 35
Kelly, John Ernst Worrell; 292
Kelvin, Lord; xiii, xv, 38
Kepler uydusu; 157
Kepler, Johannes; 142, 178
Kerr, Roy; 236
kimyasal lazerler; 45
King, Stephen; 101, 161, 344
kişisel fabrikatör; 112
Kolb, Rocky; 321, 356
Kopenhag; 71, 273, 276
Kopernik; 143
kozmik sicimler; 251-252
kristaller; 29, 45
kuantum kuramı; 66-68, 122, 210, 254-255, 264-265, 268, 271, 276, 311, 324
kuvvet alanları; ix, 3-7, 16, 21
kütleçekim dalgaları; 356
Lady Wonder; 82-83
Langleben, Daniel; 88-89
Laser Interferometer; 322

Laser Interferometer Space Antenna; 322
Lawson kriterleri; 49
lazerler; 7, 36, 42, 44-46, 73, 149, 179, 190, 342
Lee, T. D.; xxii, 214-215, 284
Lenat, Douglas; 128, 350
Leonardo da Vinci; 118, 291
Levy, Walter; 83
Lewis, C. S.; 257, 346
LISA; xxii, 288, 322-324, 334
Linde, Andrei; 281, 283
Macbeth (Shakespeare); 304
magnetic levitation; 12, 86
magnetic resonance imaging (MRI); 86
magnetoplasma rocket (VASIMR); 177
manyetik kaldırma; 12
maserler; 42
Mavi Kitap Projesi; 167
Maxwell, James Clerk; 8, 20, 21-23, 40-41, 63, 85, 105, 119, 224, 262, 295, 308, 338
Meissner etkisi; 15, 16, 110
Melekler ve Şeytanlar (Brown); 201
Merdivenden İnen Çıplak; 261
Mars; 344, 355
merkezkaç kuvveti; 187, 194
metamalzemeler; 23-24, 26-27, 31-32
meteorlar; 151, 168, 175
Metropolis; 118
Michell, John; 332
Michelson, Albert A.; 318
mikrodalga ışınımı; 26
mikrodalgalar; 24, 26
Miller, Stanley; 145
Miller, William; 306
Minsky, Marvin; xxii, 132, 136-137, 140, 350
Mitchell, Edward Page; 60
Mitchell, Tom; 91
monopoller; 170-171
Moore yasası; 27, 138
Moravec, Hans; xxii, 133-134, 140-141, 350-351
Morrison, Philip; 147
Myhrvold, Nathan; 342
Nagle, Mathew; 107-108
nanoteknoloji; 29, 32-33, 47, 197
NASA; xxiii, 131, 148, 157, 176-177, 181, 183-184, 188-189, 191-192, 198-200, 205, 208, 231, 322, 352
National Ignition Facility (NIF); 50
Naziler; 40, 342
negatif enerji; 211, 229-232, 252
negatif madde; 230-231, 237, 313
Newton, Isaac; xiii, 20, 158, 212, 222
Nordley, Gerald; 198, 352
Nostradamus; 303, 304
nötrino; 202, 321, 333, 334
nötron yıldızları; 324
NSTAR iyon iticisi; 177
nükleer darbeli roketler; 183
olanaksız, olanaksızlık; ix-xix, 3-4, 7, 10, 17-18, 22-23, 26, 28, 33, 37, 39-40, 48, 58, 65-66, 73, 77-78, 90, 98, 109, 114, 117, 120-122, 133, 141, 144, 151, 172, 174, 179-180, 182, 187-188, 209, 214, 216-217, 231, 242, 247, 249, 256, 259, 277, 280, 284, 288, 295-296, 302, 305, 308, 316-320, 325, 328-329, 333, 338
olay ufku; 234, 238, 255
Onnes, Heike; 13
Oppenheimer, J. Robert; 53, 235, 236, 263

optik kamuflaj; 35, 36
Ord-Hume, Arthur; 291
Orion; 176, 183-185
Ozma Projesi; 148
ölçek yasası; 161, 163
Ölüm Yıldızı; 38-39, 44, 48, 50, 52-53, 55-56, 58
ölümsüzlük; 141, 351
önsezi; 135, 303, 304, 307, 316-317
paralel evrenler; ix, xiii, 257-258, 261, 269, 353
paramıknatıslar; 16
parçacık hızlandırıcı; xi, 206, 239
Pauli, Wolfgang; 330-331, 333
Penfield, Wilder; 95
Penrose, Roger; 117, 122, 349
Perez, Gil; 342-343
Pfurtscheller, Gert; 94
Phoenix; 148
Pickover, Clifford; 160, 353, 356, 361
Planck; 240, 242, 252, 280, 342-343, 357
Planck enerjisi; 239, 279
Planck, Max; 41, 71, 91, 99
plazma; 9-11, 16, 47, 176-178, 186, 195, 241
plazma pencereler; 9
plazmalar; 9, 47
Plüton; 183, 187, 208, 224
positron-emission tomography (PET) pozitron yayımlı tomografi; 86
psikokinez; 98-106, 114, 348
R.U.R. (Capek); 118
raylı top; 192-193
Rees, Sir Martin; xxii, 221, 228, 249, 270, 352, 361
Requicha, Aristides; 113-114, 349
Rhine, Joseph Banks; 81-83, 103, 307, 346, 347
Ridgway, Gary; 88
Riemann, Georg Bernhard; 260
robotlar; 114-118, 121-127, 130-131, 133-135, 137-140, 349, 351
Romalis, Michael; 92
Rover, Project; 181
Russell, Bertrand; 84, 174, 306, 352
Sagan, Carl; x, xix, xxiii, 147, 153, 174, 179, 361
Sakharov, Andrei; 206, 208
sapan etkisi; 191
Savukov, Igor; 92
scanning probe microscope (SPM); 114
Schmeidler, Gertrude; 103
Schrödinger, Erwin; 42, 62, 330
Schwarzschild, Karl; 234, 236
Searle, John; 117, 121
SETI; xxiii, 147-150, 158, 172, 351
Shakespeare, William; 81, 99-100, 304
Shaw, Steve; 102-103
Shiva lazeri; 50
sicim kuramı; xiii, 263, 265, 267-268, 328-329, 331-334, 357
simetriler; 298-299
sinir ağı; 97, 131-132
sinir ağları; 91, 130-132
Smith, Gerald; 26, 204-206
soğuk savaş; 56, 158
solucan delikleri; xviii, 228, 233-234, 236-238, 242, 252, 300, 325
Somnium (Kepler); 142, 178
Soukoulis, Costas; 28
sparçacıklar; 266
Spruill, G.; 243, 353
Standard Model; 263, 264, 267, 338
su; 6, 16, 22, 92, 127, 139, 145, 147, 150, 162, 305
süper iletkenler; 12-16
Süpermen; 14, 258

Szilard, Leo; xvi
taramalı tünelleme mikroskobu; 33-34, 114
Taylor, Ted; xxiii, 183-184
Tegmark, Max; 268, 328, 353, 356
telepati; xviii, 78, 8-83, 85-86, 97, 345-347
Teller, Edward; 30, 35, 53-54, 108, 189
Terminator; 254
termodinamik; xiv, 293, 300
Terrestrial Planet Finder; 156-157
ters kare yasası; 266
ters pariteli; 214-216
Tesla, Nikola; 300
The Gods Themselves (Asimov); 359
The Jaunt (Ring); 344
The Tempest (Shakespeare); 100
Think Like a Dinosaur (Relley); 344
Thorne, Rip; 236-237, 250, 267, 324-325, 360-361
Tsiolkovsky, Ronstantin E.; 173, 187
Turing makinesi; 119
Turing, Alan; 119
Twain, Mark; 18, 201, 245, 346
UFOlar ;142, 166, 351
Uluslararası Uzay İstasyonu; 51, 176
Urey, Harold; 145
uygarlıklar; xix, 147, 164-165, 172, 284, 289
Uzaklıklar (Batlamyus); 259, 266
uzay asansörleri; 186
Uzay mekiği; 176, 188, 207
Uzay Yolu; xvii, 3, 9-10, 14, 18, 26, 39, 43, 59, 61-62, 91, 100-101, 105, 110, 133, 164, 191, 197, 204, 229, 245-246, 257, 312
uzay-zaman; 22, 227, 233, 240-241, 252, 262, 268, 276-277, 279, 281-282, 314, 322
uzayda yolculuk; xviii, 10, 194
van Vogt, A. E.; 78
Vela uydusu; 57
Venüs; 167, 208, 224, 305
Verne, Jules; x, xiii, xvii, 193
Vilenkin, Alexander; 334, 357
Visser, Matthew; 228, 237, 352
von Neumann; 199
Wakefield; 241-242
Ward, Peter; 153-154, 352, 361
Wave Observatory (LIGO); 322
Weinberg, Steve; xxi, 275, 332, 338, 361
Wells, H. G.; xvi, 20, 37, 40, 100, 143, 243, 245, 261, 269, 361
Wheeler, John; 78, 275, 277, 309-310, 320
Wigner, Eugene; 274
Wilczek, Frank; xxi, 274, 354
WMAP uydusu; 301
yalan makinesi; 87-88, 90
Yang, C. N.; 214-215, 264
yapay zekâ; xxii, 117, 119, 121, 123, 125, 131, 133, 137, 139-140, 349
Yasak Gezegen; 100-101
Yıldız Savaşları; 36, 38-39, 47-48, 50, 54-55, 58, 101, 105, 164, 182, 192, 229
Yirminci Yüzyılda Paris (Verne); xiii
Yüzüklerin Efendisi; 18, 20
zaman; çok sayıda
Zaman Makinesi (Wells) 245-247, 249-252, 256
zamanda yolculuk xiii, 243-244, 255, 353



Olanaksızın Fiziği Michio Kaku

Işınlama, zaman makineleri, kuvvet alanları, yıldızlararası uzay gemileri; bunlar yalnızca bilimkurgunun alanları mı yoksa geleceğin kullanılabilir teknolojileri mi? *Uzay Yolu, Yıldız Savaşları, Geleceğe Dönüş* gibi filmlerin fantastik dünyaları ünlü fizikçi Michio Kaku tarafından bilimsel ve şaşırtıcı bir bakış açısı ile yeniden ele alınıyor ve günümüzden bir bakışla evrenin fizik yasalarının yakın ya da uzak bir gelecekte bize neler sunacağı tartışılıyor. *Olanaksızın Fiziği* bizi insan dehasının ve bilimsel olanın sınırlarına bir yolculuğa çıkarıyor.

Kaku bu kitabında, geleceğe ilişkin bazı tahminlerin olanaklı olanın sınırları ötesinde ebediyen kalmak zorunda olacağını, bazılarının da nihayetinde gerçekleştirilebileceğini nedenleriyle açıklamayı amaçlıyor. Bu tür sorular genellikle bilimkurgunun alanıdır ve bilim burada susmayı tercih eder. Kaku'nun bu kitabı, buradaki boşluğa el atıyor...
- The Economist

Bilim ve bilimkurgu arasındaki arayüzün şaşırtıcı bir keşfi; mükemmel bir araştırma; canlı, müthiş keyif verici bir anlatım...
- Fritijof Capra, "Tao'nun Fiziği" ve "Leonardo'nun Bilimi" adlı kitapların yazarı

Bu olanaklı olanaksızlıkları ancak birkaç güçlü fizikçi bu kadar iyi genişletebilir ve anlatabilirdi. Kaku bunu başardığı için tebrik edilmeyi hak ediyor...
- Los Angeles Times

ODTÜ YAYINCILIK

odtuyayincilik.com.tr