FİZİĞİN KARA FİKİRLERİ

Vincent Bontems & Roland Lehoucq



inka

FİZİĞİN KARA FİKİRLERİ Vincent Bontems & Roland Lehoucq

Fiziğin Kara Fikirleri
Vincent Bontems & Roland Lehoucq

Orijinal Adı | *Les Idées Noires de la Physique*

İnka Kitap | 06 | Edebiyatdışı
Çeviren | A. Nüvit Bingöl
Yayına Hazırlayan | Ahmet Öz
Redaksiyon | Yağmur Ceylan Uslu
Kapak ve Baskı Öncesi Hazırlık | İnka Kitap

1. Baskı | Temmuz 2020 (2000 Adet)

ISBN | 978-605-80295-5-2

Türkçe Yayın Hakkı © İnka Kitap, 2019
Türkçe Çeviri Hakkı © A. Nüvit Bingöl, 2019

Copyright © 2016, Société d'édition Les Belles Lettres

İNKA KİTAP
Osmanağa Mah. Halil Ethem Sok.
Yeğiner İş Merkezi A Blok No: 32/28 Kadıköy/İstanbul
Tel: 0216 337 00 09
Yayıncı Sertifika No: 44966
inkakitap@gmail.com

Baskı ve Cilt | Vizyon Basımevi
Matbaa Sertifika No: 28640

Bu kitabın bütün hakları saklıdır. Yayıncının yazılı izni olmaksızın kısmen ya da tamamen ve hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Fiziğin Kara Fikirleri

Vincent Bontems & Roland Lehoucq

–Scott Pennor'un illüstrasyonlarıyla–

inka

İçindekiler

Fiziğin Kara Fikirleri 7

Kara Gök 21

Gök Neden Karadır? 37

Kara Cisim 51

Kara Cisim Işıması 67

Kara Delik 85

Kara Deliğin Yerçekimi 105

Karanlık Madde 119

Karanlık Madde Simyacıları 137

Karanlık Enerji 153

Karanlık Enerjinin Gizemleri 167

Karanın Hâkimiyeti 187

Kaynakça 196



FİZİĞİN KARA FİKİRLERİ

Karalar bir dünyadır.
Henri Michaux, *L'Infini turbulent*

"Kara gök", "kara cisim", "kara delik", "karanlık madde" ve "karanlık enerji" gibi fiziğin kara fikirlerinde bizim ilgimizi uyandıran kara sıfatıdır[1]. Eğer bizler –fizikçiler ve filozoflar– birlikte çalışıyorsak, bunun nedeni bilimsel fikirlerin karalığının hem eğitici, hem de ilham verici olmasıdır. Fizikçiler neden bu fikirleri karartma ihtiyacı duymuştur? Söz konusu sıfatın gündelik dilden alınmasının anlamı nedir? Bunun bilimsel dilin oluşturulmasına az ya da çok hiçbir etkisi yok mudur? Yoksa akıl yürütme süreçlerine gizlice bir metafor mu sızmaktadır? Kısacası fiziğin kara

1 Fransızcada, sırasıyla "ciel noir", "corps noir", "trou noir", "matière noire", "l'énergie noire" olarak formüle edilen bu ifadelerden son ikisi için Türkçede ve İngilizcede "kara" değil, "karanlık" (*dark*) sıfatı kullanılır. Dolayısıyla, yazarların fizikte "kara" üzerinden kurduğu ortaklık, dilimizde tam bir karşılığa sahip değildir. Kitap boyunca bu farkın sorun yaratabileceği yerlerde kelimenin aslını parantez içinde belirteceğim.–*çn*

fikirlerinin, karalıklarından gelen bir ayrıcalığı mı vardır? Öyleyse zamanımızın bilimsel kültüründe kara fikirleri düşünen ve hayal edenler için "kara" kelimesinin anlamı nedir?

Her ne kadar André Franquin'in (1924-1997) kara mizahın [*humour*] başyapıtı olan *Idées noires* [*Kara Fikirler*] serisine hayran olsak da, kitabımız sürmenajlı fizikçilerin kafasında dönüp duran karanlık [*sombre*] düşünceleri hakkında değil. Burada söz konusu olan, kimi fenomenleri "kara" olarak nitelendiren fiziksel kavramların özgüllüğü üzerine bir düşünümdür [*réflexion*]. Bu fikirlerin kara olması, aralarında bir benzerlik olduğu anlamına mı gelir? Bu fikirlerin hepsinin, geçmişteki veya günümüzdeki önemli bilimsel gizemlerle bir ilişkisinin olması bunlara bir kitap vakfetmeyi tek başına haklı kılacak, dikkate değer bir olgudur. Kara gök sorunu yüzyıllar boyunca gökbilimcilerin merakını uyandırmış ama kendini ele vermemiştir. Kara cisim ışımasının gizemi kuantum mekaniğinin kökenindeydi. Kara delikler, etkilerinin gözlemlenmesinden çok önce astrofizikçileri heyecanlandıran teorik tekillikler olmuştu. Karanlık madde, galaksilerin ve galaksi kümelerinin dinamiğindeki anomali için hipotetik bir çözümdür. Karanlık enerjiyse evrenin genişlemesinin hızlanmasını açıklayacaktır! Dolayısıyla kara fikirler konusunda düşünülmesi gereken birçok şey var. Yine de bunun, onların karalıklarıyla doğrudan bir ilişkisi olmayabilir.

Kara, elbette ışığın mutlak yokluğudur. Fakat fizikte kara olmanın özel bir anlamı vardır. Bir kara cisim illa siyah renkte değildir. Kara deliğin bir renginin olmaması bir yana, özelliği görülemez olmasıdır. Ayrıca kara sıfatı, genel

olarak çıplak gözle görülemeyen fiziksel fenomenlere atfedilir. Bu nitelik bir fenomenden diğerine farklılık gösterir –göğün karalığı ile enerjinin karanlığı aynı şey değildir–, fakat bu atıfta gözlem güçlüğü daima önemli bir rol oynar. Dolayısıyla bir fikir tesadüf eseri kara değildir. "Kara" sıfatı bilimsel dile girdiğinde, Gaston Bachelard'ın "anlamsal devrim" [*révolution sémantique*] olarak adlandırdığı şeye maruz kalır: *anlam değiştirir*. Karanın kökendeki anlamı saflaştırılır ve fizikçinin nesnesini nitelemek için ihtiyaç duyduğu özellik dışında bir şeye işaret etmeyecek şekilde tekrar tanımlanır. Kara, bir renk olmaktan çıkar ve tekanlamlı bir bilimsel terim haline gelir.

En azından bilim insanları bu ideali gerçekleştirmeye çabalar.

Zira kelimelerin gündelik dilde zaten bir anlamı vardır ve bu kökenden sıklıkla bilimsel ifadeyi gizlice kirleten, ona örtük bir metaforik yük bindiren bir tortu kaldığını kabul etmek gerekir. Fizikçinin kara fikirler üzerine söylemine bir gölge gibi gizlice eşlik eden bir kara imgeler halesi vardır. Düşüncesinin yalnızca açık ve seçik fikirler, denklemler ve çok hassas ölçümlere dayanması için fizikçinin bu imgeleri akıl yürütme sırasında bastırması gerekir; ama bu, ortadan kalktıkları anlamına gelmez. Fizikçi de olsa, düşleme kapılması halinde bu imgeler kaçınılmaz olarak tekrar kişinin karşısına çıkar. Öyle ki, kara fikirleri anlamak için fiziğin "kara" sıfatının *düzanlamını*, yani açık anlamını kökten değiştirme tarzını analiz etmenin yanı sıra, bu sıfatın bilimsel ifadeyi, tabir caizse, nasıl renklendirdiğini, ona nasıl bazı *yananlamlar* yüklediğini de açığa çıkarmak gerekir. Böylelikle her bir kara fikre, bu fikrin dil tarafından im-

geleme yansıtılan gölgesi olarak bir kara imge tekabül eder. Kara fikirleri işleyen fizikçi hiçbir şekilde kara imgelerin farkında olamaz, ama bu tam da fizikçinin kara imgeleri –bilimsel düşünceye engel olduklarında– sürekli olarak bastırması ya da –merakını kamçılayabildiklerinde– yüceltmesi gerektiğini kanıtlar. Çünkü imgelerle akıl yürütülemez, ama düşünceyi imgelemden kesin bir şekilde koparmak da mümkün değildir. Bu kitabı düşünceyle imgelemi birbirine karıştırmadan veya onları hatalı bir birliğe indirgemeden, kara fikirlerin bilimsel anlamının epistemolojik ve tarihsel analizi ile kara imgelerin sembolik anlamının keşfini paralel bir şekilde yürüterek yazmaya karar verdik.

Böyle ilerlemeyi seçerek Gaston Bachelard'ın (1884-1962) çalışmalarının izinden gitmiş oluyoruz. Bachelard, epistemolojik analizi psikanalizin çok özel bir türüyle birleştiren bu ikili yöntemi uygulayan ilk kişidir. 1938 yılında birbirine benzemeyen ama birbirini tamamlayan iki eser yayımladı: *La Formation de l'esprit scientifique*[1] ve *La Psychanalyse du feu*[2]. Birinci kitapta, Bachelard, bilimsel zihnin, fenomenleri titiz bir şekilde düşünmesini daima aksatan ve güçleştiren "epistemolojik engelleri" nasıl aşarak başlaması gerektiğini açıklıyordu. Gelgelelim, bu engeller, tam da gündelik dilin sunduğu imgelerdir. İkinci kitapta, ateşle ilişkili bazı imgeleri, bu ilişkilerin hiçbir şekilde tesadüfi olmadığını göstermek amacıyla inceliyordu: Mantığın ileri sürdüğünden çok farklı olsa da, bunların kendi aralarında bir bağlantıları olduğu kesindir. Bachelard'dan, bu nam salmış selefimizden ilham alarak öncelikle fiziğin kalbindeki

1 *Bilimsel Zihnin Oluşumu*, çev. Alp Tümertekin, İthaki Yay., 2013. –*çn*
2 *Ateşin Psikanalizi*, çev. Aytaç Yiğit, Bağlam Yay., 1995. –*çn*

her bir kara fikrin anlamını, daha sonra bunlara karşılık gelen kara imgeyi açıklığa kavuşturmaya çabaladık; söz konusu bilimsel ve metaforik anlamlar birbirinden kesin bir şekilde ayrılıyor mu, yoksa birbirini mi tamamlıyor, ya da bazen yolları mı kesişiyor, bunun yargısını okura bırakıyoruz. Fakat kara gökten başlayarak, kara cisim, kara delik ve karanlık madde üzerinden karanlık enerjiye uzanan bu yolculuğa çıkmadan önce "kara" kelimesinin fizikte, araştırmacının zihninde kazandığı genel anlamı ve daha sonra şairin veya hayalperestin başıboş zihninde imgesel olarak uyandırdığı şeyi kısaca tanımlamaya çalışalım.

*

Neden fizik bazı şeyleri kara olarak görür? Bu soruyu cevaplamak için fizikte "görmek" ne demek, onu kavramak gerekiyor. Çok uzun zamandır fizikçiler fenomenleri artık sadece duyuları aracılığıyla gözlemlemiyor, araçlar kullanıyorlar: Galileo'nun gökbilimsel gözlüklerinden tutun da mikroskoplar, tayfölçerler ve en son parçacık hızlandırıcılara kadar. Bu tespit ve ölçüm aletleri, aksi takdirde algılanamaz olarak kalacak fenomenlerle etkileşime girmeyi sağlar. Fizikte gören kişi, şu meşhur *gözlemci* bir makinedir. İnsan olan araştırmacıysa gözlem öncesinde tahmin yürütmek, deneyi hazırlamak ve dedektörlerin ayarını yapmak, gözlem sonrasında da sonuçları yorumlamak, hipotezleri düzeltmek ve kendisini dayatan sonuçları çıkarmak üzere müdahil olur. Fakat gözlem sırasında önemli olan teknik-tir. Teknik dolayımı vurgulamak amacıyla Bachelard "fenomenoteknik" kelimesini icat etmiştir (*Le Nouvel Esprit*

scientifique, 1934)[1]. Fenomenin "kendisini gösteren/görme duyusuna sunan şey" [*ce qui se donne à voir*] şeklindeki klasik tanımına zıt olarak, fenomenleri teknikle birleştiren bu birleşik sözcük bundan böyle bilimsel fenomenlerin *verili şeyler olmadığına*, deneysel olarak *inşa edildiğine* işaret eder. Aristoteles için deney yapmak söz konusu değildi, zira böyle bir şey Doğa'yı zorlamak olurdu. XIX. yüzyılda pozitivistler deneyleri hâlâ önceden var olan bir fenomenin, matematiksel bir yasayla daha sonra betimlenmesi gereken ölçümü olarak kavrıyordu. Çağdaş bilimde "yeni fenomenler sadece bulunmazlar, icat edilirler, baştan aşağı inşa edilirler" (*Études*, s. 19). Araştırmacı, *olguları* gözlemlemez, teorilerinin matematiksel yapısına dayanarak ve yüksek hassaslıktaki teknikleri kullanarak *etkiler* üretir. Dolayısıyla "görmek", yeni, bazen de öngörülemeyen fenomenleri (belki) ortaya çıkaracak fenomenotekniği inşa etmek amacıyla bir fiziksel teoriyi temel almak anlamına gelir.

İlk bakışta böyle bir görme tarzı, fenomenlerin serbestçe tekrar üretilemeyeceği gökbilim gibi gözlemsel bilimlere değil, sadece parçacık fiziği gibi deneysel bilimlere karşılık gelir. Yine de fenomenoteknik, parçacık hızlandırıcılarda olduğu gibi gökbilimsel gözlemevlerinde de mevcuttur. Araştırmacılar evreni, görünür tayfın dışındaki dalga boylarında olan, hatta fotonlar dışındaki parçacıklar tarafından iletilen, bazen oldukça zayıf sinyaller vasıtasıyla gözlemlerler. Araştırmacıların araçları, çıplak gözle görülemeyecek fenomenleri görmeyi sağlar. Gökbilimciler soyut hipotezler ve karmaşık hesaplamalara dayanarak başka dalga boyla-

1 *Yeni Bilimsel Tin*, çev. Alp Tümertekin, İthaki Yay., 2008. –*çn*

rındaki bilgileri toplamak için gelişmiş araçlar inşa ederler. "Görmek", daima "bir fenomenle ilgili bilgi edinmek için söz konusu fenomenle etkileşime girmek ve bu etkileşimi ölçmek" anlamına gelir. Bilgiyi taşıyan ilk şey ışık olduğu için, bilim insanlarının gayri resmi dillerinde görüşe [*vision*] dair kelime haznesini muhafaza etmiş olmaları doğaldır. Bununla birlikte incelenen fenomenler çoğu zaman ışıkla değil, akustik bir dalgayla veya başka elektromanyetik dalga frekanslarıyla, hatta nötrinolarla etkileşime girer. Işık artık oyuna dahil olmasa bile, gözlemlenen sistemle bir etkileşimin sonucunda elde edilen bilgileri fenomenotekniğin daima yakalayabilmesi ve ölçebilmesi gerekir.

Artık bir fizikçi için "görme"nin ne anlama geldiğini tanımladığımıza göre, "kara"yı nasıl nitelendireceğini güçlük çekmeden tahmin edebiliriz: Genel olarak kara, fizikçinin göremediği veya iyi bir şekilde göremediği şeydir. Fizikte kara, tespite direnen, elektromanyetik dalgalarla etkileşime girmeyen veya etkileşime girse bile elimizdeki fenomenoteknikle bilgilerini yakalayamadığımız şeye işaret eder. Kara gök, kendine has bir şekilde zaten zihinlerde bu soru işaretine neden oluyordu: Bize her yönden gelmesi gereken yıldızların ışığını neden algılamıyoruz? Kara cisim hiçbir şey yansıtmadan tüm elektromanyetik dalgaları soğurur. Kara deliğin, yerçekimsel etkisinden ışığın (*a fortiori* maddenin) kaçmasını engelleyecek kadar kütleli bir gök cismi olduğunu herkes bilir. Karanlık madde ışıkla etkileşime girmeyen bir kütleye işaret eden bir hipotezdir. En son olarak, karanlık enerji belki de en müphem fikirdir: Gözlemlenemiyor olması bir yana, sıradan yerçekimine zıt bir kuvvetin de nedenidir.

Dolayısıyla heterojenliklerine rağmen tüm bu kara fikirlerin, kavramsal düzeyde, karalıklarından dolayı belirli bir akrabalığı vardır: Hepsi de fizikçilerin göremediği fenomenlere uygulanır. Mecazi düzlemde ayrıca elimizdeki ışıklara direnmiş veya hâlâ direnen sorulara neden oldukları vurgulanabilir. Bunların statüsünü aydınlatmak bazen zordur: Söz konusu olan gerçeklikler midir, henüz doğrulanamayan teorik olasılıklar mıdır, yoksa düşler mi?

*

Kara fikirlerin epistemolojik analizini tamamlayıcı şekilde, "karanlığın [*ténèbres*] psikanalizi"ni gerçekleştirmeyi tasarlıyoruz. *Ateşin Psikanalizi* –ki tam başlığı "ateşin nesnel bilgisine dair psikanaliz" olmalıydı– ile birlikte Bachelard yeni ve tekil bir psikanaliz türü icat etmiştir. Buna göre söz konusu olan, hiçbir şekilde divana uzanmış bir alevin sırlarının elde edilmesi değil, çok eski çağlardan beri insanların hayal gücünü kaplamış ve canlılığı bilgiye engel oluşturmuş ateş imgelerinin ve simgelerinin dökümünü yapmaktır. Bachelard'ın psikanalizi, bilimsel zihni, kendisine köstek olan imgelerden arındırmayı amaçlar. Zira ateşe dair arkaik imgeler hiçbir nesnelliğe tekabül etmez. Yanma fenomenlerine dair bilginin geliştirilmesine hizmet edemez. Bundan kurtulmak için, bilimsel zihnin, örneğin ısıya bir töz atfetme, ısıyı güç algılanan bir akışkan olarak düşünme yönündeki doğal eğilimine karşı mücadele etmesi gerekmiştir ve bu gereklilik hâlâ geçerlidir. Bachelard, bizi başıboşluğa sürükleyen bu imgelerden zihnimizi kurtarmayı istiyordu. Başlangıçta büyük bir vurguyla beyan edilen bu putkırıcı

[*iconoclaste*] proje yine de yerini çabucak daha incelikli imgelere ilişkin daha dostane analizlere bırakır. Çünkü, Barsur-Aube'lu filozof, her şeye karşın incelediği metaforların cazibesine kapılır. Ateşin tuhaf "karmaşaları"ndan bizi kurtarmak bahanesiyle, ateşten kaynaklanan alevli imgeleri ayrıntılarıyla incelemenin keyfini sürer.

Biz de bu anlayışla çalışmayı istedik, böylece kara imgelerin bilimsel karakteri –her düşlem, kendisini doğuran fikrin imgelem tarafından maruz bırakıldığı deformasyonları aydınlatsın diye– ile serbest çağrışımların muzip karakteri –düşlem kendiliğindenliğini muhafaza etsin ve fikirlerin eğreti bir kopyası değil, kültürümüzün bağrındaki titreşimlerin meyvesi olsun diye– arasındaki dengeyi mümkün olabildiğince korumaya çabaladık.

Yine de karanın uygulamaya elverişli olup olmadığı merak edilebilir. Bachelard'a göre ateş, bilhassa insanlaşma sürecindeki temel rolü nedeniyle müşterek imgelemin ilksel bir öğesidir. Kara için de aynısı geçerli midir? Bachelard, elementlerin poetikası, su, hava ve toprak üzerine başka eserler de yazmıştır. Böylelikle yalnızca dört simya elementinin (hava, su, ateş ve toprak) müşterek imgelemin ilksel tözlerini oluşturduğu fikrini tasdiklemiştir. Halbuki düşünülecek olursa bu tez keyfidir. Ateş imgelerinin kökleri, ateşin evcilleştirilmesinden bu yana insanlığın müşterek imgelemine dayanıyorsa; çok daha öncelerden beri gecenin karanlığıyla ilişkili daha arkaik ve çok daha güçlü imgeler konusunda ne demeli?

Su ve Düşler'de[1], "kara su" imgelerini inceleyen Bachelard'ın kendisi de aynı şekilde düşünür: Şayet kara

1 *Su ve Düşler*, çev. Olcay Kunal, YKY, 2006. –*çn*

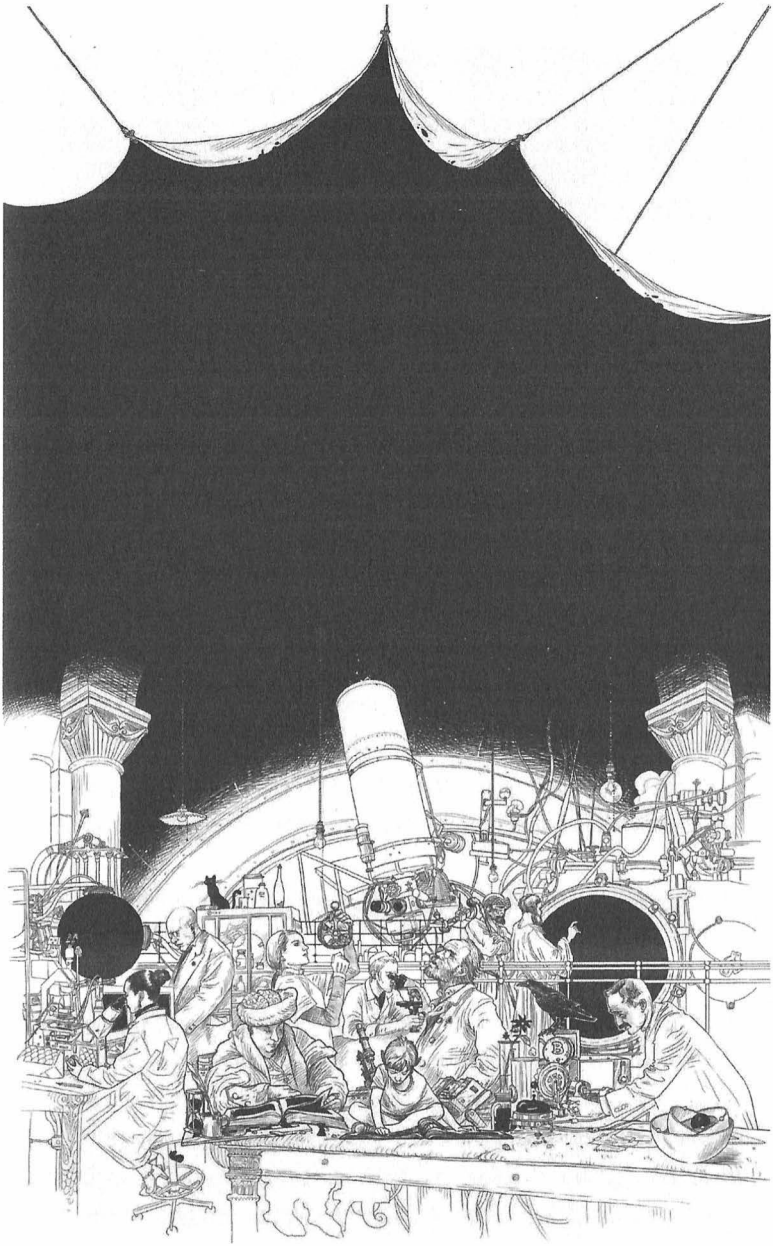
su imgeleri, su ile gecenin imgelerini birleştiriyorsa o halde geceye suyun imgesi kadar ilkel ve derin bir imge önemi atfetmek gerekmez mi?

"Şimdi Su ile Gecenin bağdaşımları üzerinde yapacağımız birkaç gözlemle, hayali maddecilik hakkındaki genel tezlerimize ters düşüyormuşuz gibi görünebiliriz. [...] Bununla birlikte, maddelerin düşlemi o kadar doğal, o kadar karşı konulmaz bir düşlemdir ki, imgelem kolayca etkin bir gece, nüfuz eden bir gece, içe işleyen bir gece, nesnelerin maddesinin içine giren bir gece düşünü kabul eder. O zaman Gece örtünmüş bir tanrıça olmaktan çıkar, Yer yüzünün ve Denizlerin üzerine yayılan bir örtü değildir artık; Gece *gecedendir*, gece bir tözdür, gece gececil maddedir. *Maddesel* imgelemin kuşatması altına girer gece. Su nasıl karışımlara en çok olanak tanıyan maddeyse, gece de suya nüfuz edecektir, gölü derinliklerinde donuklaştıracaktır, gölün içine işleyecektir. Kimi zaman bu nüfuz etme o kadar derin, o kadar içsel bir biçimde olur ki, imgelem için, göl günün en aydınlık zamanında bile, bu karanlık maddenin birazını, bu tözsel karanlıkların birazını içermeye devam eder." (*Su ve Düşler*, s. 137)

Bu hipotezi muhafaza edeceğiz: Kara imgelerin her biri, bir kara fikrin imgeleme aktarımından kaynaklanan bir özgüllük taşır, ama söz konusu imgelerin hepsi aynı imgesel öğeye, yani "Karanlık" [*la Ténèbre*] olarak da adlandırılabilecek o gececil maddeye katılır.

Karanlık öğenin gücünü ve zenginliğini hissettiği için Bachelard, kara imgelerin sistematik şekilde incelenmesine

dair bir proje bile oluşturmuştu: "Şayet tüm *kara imgeler*, özünde kara olan imgeler birleştirilebilir ve sınıflandırılabilirse inanıyoruz ki iyi bir edebi malzeme oluşturulurdu [...]" (*La Terre et les Rêveries du repos*, 1948, s. 90). Aklında hiçbir şekilde düşlemlerin nedeni olarak fiziğin kara fikirleri olmasa bile, bunlara karşılık gelebilecek birçok kara imgenin özgüllüğünü kabataslak çıkarmıştı: yıldızlı gece göğünün *şeffaf* karası, cisimlerin *içsel* karalığı, derinliklerin *baş döndürücü* karası, simyacıların kara yapıtının *hal değiştirebilen* karası, karanın içinde saklanan *gizemli* kara. Bachelard'ın görüsü araştırmalarımızdan önce gelmektedir; fizikten hareketle gelişmiş kendi düşlemlerimiz ile edebi bir malzemeden hareketle gelişmiş onunkiler arasında birçok yankı bulduk. Bununla birlikte kendimizi bu yankılanımlarla kısıtlamayacağımızı ve kültürümüzün akla getirdiği tüm ilgili çağrışımları keşfedeceğimizi söylemeye gerek bile yok.





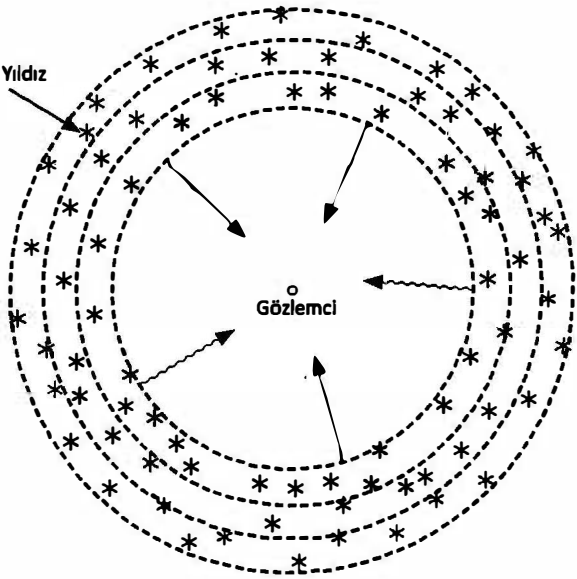
KARA GÖK

Gece sadece bizim için gece,
karanlık olan bizim gözlerimiz.
René Barjavel, *Colomb de la lune*

Büyük şehirler ve bunların ışıltılı kirliliğinden uzakta, gece göğü, yıldızlar serpiştirilmiş derin bir kara olarak görünür. Kimseyi şaşırtmaz bu: Gece karadır, denir, zira Güneş batmıştır. Yerküre atmosferi, parlaklığı yıldızların çok zayıf parıltısını boğan bulutsuz bir günün mavi rengini kaybeder. Bununla birlikte gece göğünün kara olduğunu söylemek, kozmolojik kapsamı ilk kez gökbilimci Johannes Kepler (1571-1630) tarafından anlaşılmış bir soruyu gündeme getirir. Kepler, Nicolas Copernic'in güneş-merkezli teorisini savunuyor ve Copernic gibi o da evrenin sonlu sayıda yıldız içerdiğini tasavvur ediyordu. İngiliz gökbilimci Thomas Digges (1546-1595) de Copernic sistemini destekliyor, ama tersine sonsuz ve üniform şekilde yıldızlarla dolu bir evren fikrini savunuyordu. Kepler bu hipoteze karşı

çıkmıştı, çünkü böyle bir durumda evren, ezelden beri sonsuz yıldızın yaydığı ışığın tümünü, yani sonsuz miktarda ışık içeriyor olmalıydı: Öyleyse gök bize sonsuzca parlak görünmeliydi! Böyle olmadığını açıkça saptamak, sonlu bir evren fikrini kabul etmek demektir.

İngiliz Edmund Halley (1656-1742) ve İsviçreli Jean-Philippe Loys de Cheseaux (1718-1751) gibi gökbilimcilerin çalışmalarıyla birlikte, XVIII. yüzyılda, bu sorunun ele alınış şekli daha niceliksel bir biçim almıştır. 1720 yılında Halley, sonsuz ve üniform şekilde yıldızlarla dolu olduğu varsayılan bir evrenin tüm yıldızlarının katkısıyla oluşan parlaklığı hesaplamıştı. Bu amaçla, kendi konumumuzu merkez alarak uzayı eşmerkezli ve aynı kalınlıktaki küresel kabuklar dizisi halinde kesmişti. Halley'in hesaplama stratejisi, her bir kabuk diliminde içerilen yıldızların görünür parlaklıklarını belirlemek ve daha sonra Dünya'dan görülen toplam parlaklığı elde etmek için bunları toplamaktan ibaretti. Bu durumda bir kabuk diliminin parlaklık katkısı, içerdiği her bir yıldızın görünür parıltısının, özdeş olduğu varsayılan yıldız sayısıyla çarpımına eşittir. Şayet yıldızlar uzaya üniform şekilde dağılmışsa, bir kabuk dilimindeki yıldız sayısı kabuğun hacmiyle, yani kabuk diliminin sabit kalınlığı ve yarıçapının karesinin çarpımıyla artar. Bir yıldızın görünür parıltısı ise yıldız ne kadar uzaksa o kadar zayıftır. Daha kesin bir şekilde söylersek, bir yıldızın parıltısı, bu yıldızı içeren kabuk diliminin yarıçapının karesine ters orantılı olarak azalır. Dolayısıyla iki niceliğin çarpımı uzaklığa bağlı değildir: Yıldızların uzaklığı nedeniyle parlaklığının azalması, uzaklık arttıkça çoğalan sayıları ile tam olarak telafi edilir. Böylelikle tüm kabuk dilimleri Dünya'da



Şekil 1. Evreni aynı kalınlıkta eşmerkezli ince kabuklar halinde dilimleyelim. Her bir kabuktaki yıldız sayısı yarıçapın karesiyle artarken, parlaklıkları aynı faktörde azalır; böylelikle her bir kabuk toplam parlaklığa eşit şekilde katkıda bulunur. Evren sonsuzsa ve üniform olarak yıldızla doluysa, gök kubbenin parlaklığı sonsuz olmalıdır.

alınan ışığa aynı şekilde katkı yapar ve bunların katkısının toplamı sonsuz bir sonuç verir. Kepler'in dâhice görüsünün titiz kanıtlanışı böyledir.

Bu kör edici parlaklıktan kaçınmak için Halley, yıldızların görünür parlaklığının –boşlukta olması gerektiği gibi– uzaklıklarının karesinin tersine orantısından daha hızlı azaldığını varsaymıştı. Uzaklıkla birlikte parlaklığın bu şekilde daha fazla zayıflaması, Halley'in sonsuz evren hi-

potezini muhafaza ederek gözlemle uyumlu bir sonuç elde etmesine olanak vermişti. 1743 yılında Loys de Cheseaux, kısmen opak bir ortamla dolu bir evren tasavvur ederek bu sonucu fiziksel olarak gerekçelendirdi. Buna göre en uzaktaki yıldızların ışığı bize gelemez, zira aramızdaki uzayı kaplayan ortam tarafından soğurulur. Fakat bir asır sonra İngiliz gökbilimci John Herschel (1792-1871) bu argümanı eleştirdi: Yıldızların ışığını soğuran yıldızlararası ortam ısınmalı ve dolayısıyla kendisi ışık saçmalıdır. Herschel, yıldızlararası ortamın opaklığı ne kadar zayıf olursa olsun gök kubbenin, bir yıldızın, örneğin Güneş'in yüzeyi kadar ışıldaması gerektiğini gösterdi. Bu akıl yürütme sonucunda, sonsuz ışıma fikri dışarıda bırakılsa bile, sonsuz evren çerçevesinde kalınması durumunda geceye dair gerçeklikle çelişki aşikâr olarak kalır.

1823'te Alman gökbilimci ve doktor Heinrich Olbers (1758-1840) de gece göğünün parlaklığı sorusu üzerine eğilmişti. Olbers farklı bir argüman kullanarak Loys de Cheseaux ile aynı sonuca varır. *Kozmik Uzayın Şeffaflığı* adlı bir makalede şöyle yazar: "Sonsuz uzayın tamamında gerçekten de güneşler varsa, ister birbirlerinden aşağı yukarı aynı uzaklıklarla ayrılmış olsun, ister Samanyolu'nun sistemlerine dağılmış olsun, bunların toplamı sonsuzdur ve tüm göğün Güneş kadar parlak olması gerekir. Zira gözlerimizden çekildiğini tasavvur ettiğim her çizgi illaki herhangi bir sabit yıldızla karşılaşacak ve sonuç olarak göğün her noktası bize yıldız ışığı, dolayısıyla güneş ışığı gönderecektir." Olbers akıl yürütmesinde bir olgunun altını çizer: Yakın yıldızlar daha uzaktaki yıldızları maskeleyebilir. Dolayısıyla gece göğünün parlaklığına katkı yapan

artık sayısız yıldız değil, sadece görünme hattındaki ilk yıldızlardır. Böylelikle gece göğünün parlaklığı sonsuz değil, bir yıldızın yüzeyinin parlaklığıyla aynı olacaktır. Evren sonsuz olsa bile, Olbers'in argümanı görüş sahasının bir sınırı olduğunu gösterir: Böyle bir ufuk ötesinden hiçbir ışık almayız, zira en uzaktaki kaynaklar en yakındakiler tarafından maskelenir. Öyleyse durumumuz, ağaçların aşağı yukarı üniform bir şekilde dağıldığı büyük bir ormanda gezinen birisinin durumuna benzer: Kişi hangi yöne bakarsa baksın görüş hattı zorunlu olarak ormanı görmesini engelleyen bir ağaç gövdesi ile kesişir. Olbers bu "oylum" [*encombrement*] sınırının mesafesini, yani bakışımızın ulaştığı kürenin yarıçapını hesaplamamıştı. Fakat yine uzayı sabit kalınlıkta, eşmerkezli küresel kabuklara bölerek basitçe bir tahmin yürütebiliriz. Görüş hattımızın bir kabuğa ait bir yıldızın yüzeyiyle karşılaşmasının olasılığı, yıldız diskinin alanının (geometrik kesitinin) söz konusu kabuğun alanına oranına eşit olacaktır. Bir kabukta yer alan yıldız sayısı hesaba katıldığında, uzunluk birimi başına bu olasılık, yıldız yoğunluğunun (hacim birimi başına düşen yıldız sayısı) geometrik kesitle çarpımına eşittir. Bu olasılığın tersi, bir görüş hattının bir yıldızla buluşmasının tipik mesafesini tanımlar. Güneş'le aynı boyda olan ve gözlemlenebilir evrende ölçülen ortalama madde yoğunluğuna uygun olarak uzaya dağılmış yıldızları düşünelim. Bu durumda sınır mesafesi 10^{22} ışık yılı düzeyinde, yani çok büyüktür, ama sonsuz değildir. Sonuçta evrenin sonsuz veya sonlu olması pek önemli değildir. Evren eğer görüş mesafesinin sınırından daha büyükse, gök, bir yıldızın yüzeyi kadar parlak olmalıdır.

Çözüm nerededir peki? Belki şaşırtıcı ama şiirdedir! Vincent bir sonraki bölümde gece göğünün şiirsel/poetik düşlemlerini anmadan önce, Edgar Allan Poe'nun (1809-1849) yazılarını incelemek gerekiyor. 1848 yılında Poe *Eureka. Maddi ve Manevi Evren Üzerine Bir Deneme* adlı, kozmolojik spekülasyonlarına hasredilmiş, nesir biçiminde uzun bir şiir yayımladı. Poe bu şiirde, Olbers'in argümanını kullanarak kara gök sorununu ele alır (*Eureka*, bölüm XI, s. 170-171): "Yıldızlar silsilesi sınırsız olsaydı göğün arkaplanı, tıpkı galaksinin sergilediği gibi üniform bir parlaklık sunardı; zira bu arkaplanda bir yıldızın olmadığı hiçbir nokta olmazdı." Ve derhal bir çözüm verir: "Dolayısıyla böyle koşullarda teleskoplarımızın sayısız yönde bulduğu boşlukları izah etmenin tek yolu söz konusu görünmez arkaplanın, hiçbir ışının bize asla gelemeyeceği kadar devasa bir uzaklıkta olduğunu varsaymaktır." Işığın sonlu bir hızda yayıldığı bilindiğine göre en uzak gök cisimlerinden gelen ışığın bize ulaşamayacağını olumlamak, her zaman var olmadıklarını varsaymaya denk düşer. Dolayısıyla her yönde yıldızların bulunduğu, belki de sonsuz olan evren ile ışığının bize ulaşacak zamanı olan yıldızları içeren gözlemlenebilir evreni ayırmak gerekir. Şayet yıldızların sınırlı bir yaşam süresi varsa, gece göğünü kaplaması gereken parlak küre asla oluşmamış olabilir.

1861 yılında yayımlanan bir kitapta, Alman gökbilimci Johann von Mädler (1794-1874), Poe'nun dâhiyane görüsünü formalize eder. 1676 yılında Danimarkalı gökbilimci Olaüs Rømer'in Paris'teki gözlemevinde, Jüpiter'in uydularının hareketine dair gerçekleştirdiği gözlemlerden beri bilinen bir olguyu, ışığın hızının sonlu olduğunu hatırla-

tarak başlar. Daha sonra yaşı sonlu olacak bir evren tasavvur eder. Sonuç anında kendisini dayatır: Bütün yıldızları değil, sadece uzaklığı ışık tarafından evrenin yaşı boyunca katedilmiş uzaklıktan daha küçük olan yıldızları algılayabiliriz. Burada da, ötesindeki hiçbir ışığın henüz bize ulaşmadığı bir ufuk ortaya çıkar. 1901 yılında Lord Kelvin (1824-1907), parıltılarının fiziksel nedeni üzerine araştırmaları sayesinde yıldızların yaşam sürelerini tahmin ederek argümanı tamamlayacaktır. Kelvin'e göre, yıldızlar her zaman var olmamıştır ve enerji kaynakları sınırlı olduğu için süresiz olarak parlayamazlar. Böylelikle Kelvin, tek enerji kaynağı kendi yerçekiminin etkisi altındaki sıkışma olan Güneş gibi bir yıldızın yaşam süresini belirler: Bu süre yaklaşık otuz milyon yıl civarındadır. Sorun şudur: Bu tahmin, Charles Darwin'in de (1809-1882) aralarında bulunduğu jeologlar ve doğa bilimcilerin Dünya'ya atfettiği çok daha büyük yaşla alenen çelişki içindedir. Fransız fizikçi Jean Perrin (1870-1942) ve İngiliz fizikçi Arthur Eddington (1882-1944), 1920'li yılların başından sonra Güneş'in *uzun süre* boyunca parlayabilmesi için yıldızların enerjisinin atomların çekirdeğinden gelmesi gerektiğini öne sürmüştü. Alman fizikçi Hans Bethe, (1906-2005) birkaç yıl sonra bu fikri geliştirmiştir. Bethe, Güneş'in merkezinde gerçekleşen termonükleer füzyon tepkimelerini betimler; sıcaklık ve yoğunluk yalnızca bu merkez bölgesinde söz konusu tepkimelerin mümkün olmasına yetecek kadar yüksektir. Güneş'in kütlesine sahip bir yıldızın nükleer enerji rezervi, yaklaşık on milyar yıl boyunca parlaması için yeterlidir (daha yüksek kütleli bir yıldızın yaşam süresi Güneş'ten daha kısadır, zira parlaklık ve dolayısıyla nükleer enerjisini

tüketme hızı kütlesinin küpüyle orantılıdır). Dolayısıyla, yaklaşık on milyar ışık yılından daha uzaktaki yıldızları göremeyiz, zira ışıkları bize henüz gelmemiştir. Bu da şu an ışığını aldığımız yıldız sayısını önemli ölçüde azaltır. Kelvin'in işaret ettiği gibi "geniş küremizdeki tüm yıldızlar aynı anda parlamaya başlayacak olsa [...] Dünya'ya varan ışık sadece tüm yıldızların çok düşük bir kısmından gelebilir." Peki bu kara gece sorununu çözer mi? Kesinlikle! Çünkü yıldızların uzayda üniform olarak dağıldığı varsayılırsa, her bir kabuk gece göğünün parlaklığına aynı katkıyı yapar. Yalnızca 10 milyar (10^{10}) ışık yılı gözlem yarıçapıyla Olbers'in hesapladığı göğün parlaklığı $10^{22}/10^{10}=10^{12}$ faktörüyle bölünür ve böylelikle parlak göğü kaliteli bir karaya dönüştürür. Bu durumda gök karadır, çünkü yalnızca yeterince yakın olan yıldızları, ışığı yaşam sürelerinden daha kısa bir zamanda bize varma olanağı bulmuş yıldızları görebiliriz. Başka bir deyişle, ışığın hızının sonluluğu ve yıldızların sonlu yaşı birleşerek, sonsuz olduğu varsayılan evrenin sadece küçük bir kısmının doğrudan gözlemlenebilir olmasını sağlar. Evrenin ışığını algılayışımızı bir tür ufuk kısıtlar.

Genişleyen bir evren

Bu açıklama, kara gece sorusunun ortaya atıldığı kozmolojik bağlam olan klasik fiziğin sonsuz ve durağan evreni için geçerlidir. Peki ama mevcut kozmolojik modele çerçeve sağlayan *genişleyen* göreli evrende durum nedir? Genişlemenin ilk etkisi, uzaktaki galaksilerin yıldızları tarafından yayılan ışığın seyreltmesidir. Pratikte bu, doğru-

dan erişilebilir olan ışık kaynaklarının sayısının azalmasına karşılık gelir. Ayrıca başka bir fenomeni de hesaba katmak gerekir: Evrenin genişlemesi, uzaktaki galaksilerden gelen ışığın kızıla kaymasına neden olur. Söz konusu etki, genişleyen bir uzayda, yolculuğu boyunca ışığın dalga boyunun seyrelmesinin bir sonucudur. Halbuki alınan foton sayısı eşitken, bir gök cisminin ışığı ne kadar kızılsa parlaklığı da o kadar düşüktür. Dolayısıyla uzaktaki galaksilerin parlaklığı, bize göre sabit dursalardı sahip olacakları parlaklığa kıyasla daha düşüktür. Sonuç olarak, en uzaktaki gök cisimlerinin parıltısı hızla azalır. Uzaktaki galaksilerin gözlemlenmesinin aşırı güç olmasının nedeni budur: Devasa teleskoplarla bile bu yıldızların zayıf parıltılarını kızılötesi ışığa duyarlı dedektörler kullanarak tespit etmek için çok uzun gözlem süreleri gerekir.

Neticede, mevcut kozmolojik çerçevede gecenin neden kara olduğunu açıklamak üzere iki etki birleşir. Öncelikle, yıldızların ve bunları bir araya getiren galaksilerin yaşam sürelerinin sonlu olması evrene yayılan foton sayısını kısıtlar. Daha sonra, evrenin genişlemesi yayılan fotonları seyreltir ve kızıla kayma her bir fotonun enerjisini azaltır. Ayrıntılı bir hesaplama birinci faktörün, ikinci faktöre baskın olduğunu gösterir: Genişleme, durağan olduğu varsayılan bir evrenin göğünün parlaklığını en iyi ihtimalle 4 kat azaltır. Bununla birlikte, genişlemenin hızlandığı mevcut kozmolojik model çerçevesinde, galaksilerin, ışıkları artık bize ulaşamayacak kadar hızlı bir şekilde birbirlerinden uzaklaşacağını da belirtelim. Gözlemlenebilir evrenimizden yavaş yavaş çıkan galaksiler, anılara gömülecektir.

En eski ışık ne zaman salınmıştır?

Kara gece problemi, kozmolojik ufuk kavramını sorgulamaya götürür. Gece göğü şayet Güneş'in yüzeyi kadar parlak değilse, bunun temel nedeni evreni dolduran nesnelerin sonlu yaşam süresinin, bunların yalnızca küçücük bir kısmını görmemize izin vermesidir. Işığın hızı da sonlu olduğu için geçmişin bir ufku, ötesinden hiçbir ışığın bize varmadığı bir uzaklık vardır. Gözlemlenmiş en eski galaksinin ışığının, Güneş'in ve Dünya'nın oluşumundan (4,56 milyar yıl) çok önce salındığı tahmin edilmektedir: Bu galaksinin ışığının kızıla kaymasına dair ölçümler, yaklaşık 13,2 milyar yıl önce salındığına işaret etmektedir.

Yıldızlar ve galaksiler evrendeki tek ışık kaynakları değildir, zira evren daima genişlemişse çok yoğun ve sıcak, proton, elektron ve foton karışımı olduğu bir ilksel safhadan ortaya çıkmış demektir. O dönemde ışık maddeye sıkı sıkıya bağlıdır, çünkü serbest elektronlar tarafından dağıtılan ışık sürekli olarak yön değiştirir. Her şey sanki su damlacıklarının ışığı dağıttığı ve yayılmasını engellediği bir sis içinde gerçekleşiyor gibidir. Genişleyen bir gazda olduğu gibi, evrenin genişlemesi de içerdiği maddeyi soğutur ve seyreltir. Belirli bir sıcaklık altında protonların ve elektronların dalgalanması yeterince zayıf hale gelir. Böylelikle bunlar ilk nötr hidrojen atomlarını oluşturmak üzere birleşebilirler. Bu dönüşüm manzarayı kökten değiştirir, zira serbest elektronların ortadan kalkmasıyla ışığın önünde artık hiçbir engel kalmaz ve serbestçe çizgisel olarak yayılabilir. Sis kalkar, evren artık şeffaf hale gelir.

Kara gece paradoksu bu durumda çok özgün bir önem

kazanır, zira hidrojenin oluşması sırasında serbest kalan ışık evreni hâlâ kaplamaktadır. Bu ışık, bir yıldızın sıcaklığına yakın bir sıcaklıkta salınmıştır. Peki bu ışığı neden göğün her yerinde görmüyoruz? Çünkü ilk başta görünür bir ışık olan bu ilkel ışımanın dalga boyu, evrenin genişlemesi nedeniyle artmıştır. Bugün gözle görülemeyen mikrodalgalar biçiminde algılanabilir. Bu ilkel fotonların ortalama enerjisi görünür ışığınkinden bin kat daha zayıftır ve bunların ışık akıları, yıldızlarınkine göre binlerce milyar kat daha az şiddetlidir. Bu "fosil ışıma", evrenimizin en eski imgesini sağlar. Öncesinde madde opak olduğu için, ötesinde hiçbir ışığın bize ulaşamayacağı uzay-zaman bölgesinden, gözlemlenebilir evreni sınırlayan bir yüzeyden salınmış gibidir. Dolayısıyla, en yeni tahminlere göre ışığı 13,8 milyar yıl önce salınmış olan geçmişin ufku, bu daha eski dönemleri perdeler.

Ufkun ötesi görülebilir mi?

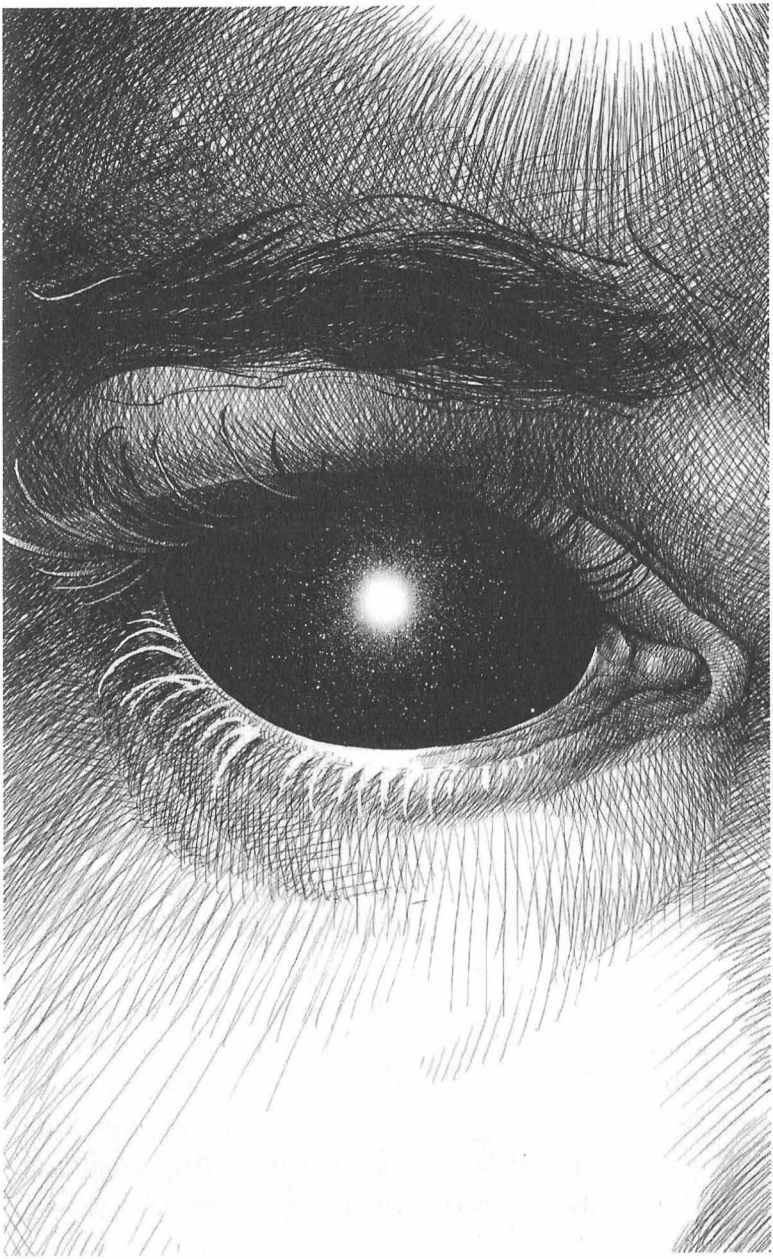
Bu ufuk, ışığın ilk kez evrende serbestçe yayıldığı an ile tanımlandığı için, ufkun ötesinin görülüp görülemeyeceğinin sorulması paradoks gibi görünebilir. Gelgelelim, böyle bir şey mümkün olabilir. Bunun için araştırma araçlarımızı çeşitlendirmemiz ve ışığı bir kenara bırakarak en çabuk ortadan kaybolan parçacığa, nötrinoya odaklanmamız gerekecektir. Fosil ışımanın kökenini anlamak, sıcaklığın binlerce derece olduğu dönemlere gitmemizi gerektirir. Sıcaklığı 10 milyar dereceden fazla olan bir evren tasavvur etmek için geçmişe doğru yolculuğa devam edelim: Bu aşırı koşullarda hiçbir atomik veya nükleer yapı varlığını

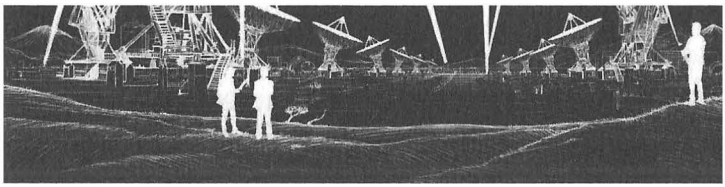
sürdüremez. Kozmik sıvı bir protonlar ve nötronlar karışımıdır ve bunların arasında bolca elektronlar, pozitronlar, nötrinolar, antinötrinolar ve fotonlar bulunur. Hepsi içinde nötronun özel bir yeri vardır: Çeyrek saatten daha kısa bir sürede bir elektron ve bir antinötrino salarak protona dönüşen kararsız bir parçacıktır. Nötron hızla yok olmuyorsa nedeni, böyle yüksek sıcaklıklarda protonun ters bir değişim gerçekleştirebilmesi ve, ya bir antinötrino ya da bir elektron soğurarak nötrona dönüşebilmesidir. Dolayısıyla protonların nüfusu ile nötronlarınki arasında bir denge kurulur.

Evrenin genişlemesi de yardıma koştuğu için sıcaklık azalır. Böylelikle, protonlar ile nötronlar arasındaki dengenin korunamayacağı kadar sıcaklığın düştüğü bir an gelir, zira nötrinolar maddeyle artık etkileşime girmiyordur: Nötrinolar, kendileri için şeffaf hale gelen plazma içinde serbestçe yayılır. Bu durum, sıcaklık ilk hidrojen atomlarının oluşmasına yetecek kadar düştüğünde fotonlar için geçerli olacak duruma tıpa tıp benzer. Böylelikle, nötrinoların enerjisinin dağılım biçimi sabitlenir ve sıcaklıkları evrenin genişleme hızıyla paralel olarak düşer. Dolayısıyla nötrinoların daha da eski olan bir "fosil ışıması" vardır ve bu ışımanın sıcaklığının 1,95 kelvin olduğu tahmin edilmektedir. Söz konusu ışıma, içeriği hâlâ ışığa karşı opakken, yani daha önce tanımladığımız ışık ufkunun ötesindeki dönemlerde evrende hüküm süren koşulların tanığıdır.

Bu kozmolojik nötrinoları gözlemlemek mümkün müdür? Cevap ne yazık ki olumsuz; çünkü nötrinolar, kozmik arkaplan ışımasındaki fotonlarınkine kıyasla çok düşük bir enerjiye sahiptir ve maddeyle aşırı düşük düzeyde etkile-

şime girerler: Güneş'in merkezinde gerçekleşen nükleer tepkimelerin yaydığı 10 milyar kat daha fazla enerjili olan nötrinoları yakalamak için, bir ışık yılından daha büyük kalınlıkta bir kurşun duvar gerekecektir! Nötrinoların tespiti konusunda önemli ilerlemeler kaydedilememesi nedeniyle, ışıklı kozmolojik ufkun örtüsünü kaldırmak için hiçbir şansımız bulunmamaktadır. Daha iyisi bulunana kadar ilksel evreni şeffaf hale getirmek için elimizde sadece zihnimiz var.





GÖK NEDEN KARADIR?

Dünyayı mumlarla aydınlatıyoruz
Her şey çok uzakta ve gölgeler içinde.
Pierre Reverdy, "*Ciel étoilé*"

İnceleyeceğimiz tüm karalar içinde, göğün karası en az tuhaf görünenidir. Arkadaşım Roland, gece göğünün karalığını anarken onun kaleminde "kara" sıfatının anlamı bilimsel dilin anlamsal başkalaşımına maruz kalmamış görünür. Herkes neyin söz konusu olduğunu hemen anlar. Bu kara ilk bakışta sıradandır. Gökbilimci, "neden gök karadır?" diye merak ettiğinde, gece göğüne dair temaşanın [*contemplation*] evrensel deneyimine başvurur.

Bununla birlikte, söz konusu kara her şeye rağmen oldukça tikeldir. Devasa bir tarihi vardır ve kuşkusuz filozofların, şairlerin ve bilim insanlarının diline geçmesi, bu kelimeye kesin ve paradoksal bir anlam bahşetmiştir. Nitekim gökbilimci, panterlerin veya zeytinlerin neden kara

olduğunu merak etmez. Ayrıca merak ettiği kara, karganın tüylerinin karası da değildir. Ne abanozun, ne kömürün, ne de dumanın karasıdır. Bu karanın, denizi kirleten petrol tabakasıyla veya metaforik olarak "kara emeller" tasarlayan kişinin düşüncesinin karalığıyla da hiçbir bağlantısı yoktur. Çok uzun zamandan bu yana göğe dair temaşa, karayı tüm bu aşırı dünyevi referanslardan arındırmıştır. Buradaki, bir şeyin kabuğuyla kısıtlanmış bir renk değil, göksel ışığın yokluğunun işaretidir. Dolayısıyla söz konusu olan karalık, yalnızca gök kubbe, kozmozun dev uzayı için geçerlidir. Tam olarak *gök cisimlerinin ışığının delebildiği karanlığı* [*obscurité*] gösterir. Sonuç olarak gökbilimcinin zihnindeki kara, opak değil saydamdır. Tamamen yıldızlararası boşluğa aittir. Paradoksal olarak, yıldızların ışığının devasa mesafelerden bize varmasına olanak veren uzayın şeffaflığını gösteren bir karalıktır.

Üzerinde uzlaşılmış metaforlar gibi alışılagelmiş belirsizliğinden arındırılmış bu şeffaf kara, soğuk ve katıdır. Fakat duygusal tınılar içermiyor değildir. Yıldızlı gök –benekli gece– imgesi büyük bir imge, şair için bitmez tükenmez bir metafor ve her birimiz için düşüncelere vesile olan bir gösteridir.

Karanın şeffaflığı: Diyafan

Göğün karası paradoksal bir renktir, zira bu karalık hem renk yokluğuna, hem de ışığın geçmesini sağlayan şeffaflığa/saydamlığa işaret eder. Antik Çağ'dan itibaren filozoflar, bu karanlık şeffaflığın eşsizliğini tespit etmişlerdir. İlk olarak Aristoteles (MÖ 384-322) buna bir ad vermiştir: "diyafan".

Ruh üzerine incelemesinde (genelde Latince adıyla anılır: *De Anima*) Aristoteles görüşün [*vision*] her şeyden önce renklerin algısı olduğunu ve renklerin aktarımının renk kazanabilen görünmez bir ortam gerektirdiğini açıklar: Bu ortamın adı diyafandır. Aktüel hale geldiğinde diyafan ışık yayar ve rengi aktarır: "Saydamdan [*diyafan*] kastım, görülür olan; ancak kendi başına değil de, basitçe söylemek gerekirse, başka bir şeyin renginden dolayı görülür olan," (*De Anima*, II, çev. Ömer Aygün ve Gurur Sev, Pinhan Yay., 2018, s. 125). Böylelikle diyafanın görünmez olduğu düşünülür ve nitekim Aristoteles buna örnek olarak hava ve su gibi şeffaf akışkanları verir. Fakat bizi ilgilendiren husus Aristoteles'in ayrıca sadece *faal* [*en acte*] diyafan olarak adlandırdığı ışıkla etkinleşen diyafanın şeffaf (ve kendisini kateden ışığın rengini alır), gücül [*en puissance*] diyafanın, yani hiçbir rengin harekete geçiremediği diyafanın karanlık olduğunu ileri sürmesidir: "Karanlık da saydam [*diyafan*] gibisinden bir şey olabilir, ama yetkinlik halindeki saydam değil, gücül haldeki," (*De Anima*, II, s. 127). Gelgelelim gücül diyafanın karanlığı konusundaki bu bilgi kuşkusuz gece göğünün gözleminden gelir, zira Aristoteles şöyle belirtir: "Ne zaman ki ateşin ya da ona benzer bir şeyin (mesela ateşle bir ve aynı şeyi içeren yukarıdaki cismin) etkisi altında saydam [*diyafan*] yetkin hale gelir, işte o zaman ışık saydamın adeta rengi olur," (*De Anima*, II, s. 125). Bu "yukarıdaki cisimler" ifadesi gök cisimlerine gönderme yapar. Bu da gece göğünün karanlığının tam da gücül diyafan olduğu anlamına gelir. Kara gök diyafandır, zira yıldızların ışığı kara göğü katedebilir. Aristoteles bu karalığı dünya üzerindeki cisimlerin karalığıyla karıştırmaz. Öyleyse "gök

neden karadır?" sorusunu, "gece göğünün diyafanı neden sadece gücül haldedir?" şeklinde tercüme edebiliriz. Yine de Aristoteles felsefesini izleyenler gibi konuşmak ancak anlaşılmama pahasına bir netlik kazandırabilir, zira "diyafan" kelimesi dilimizde sadece "yarı saydam" anlamını muhafaza etmiştir.

Rengârenk gece

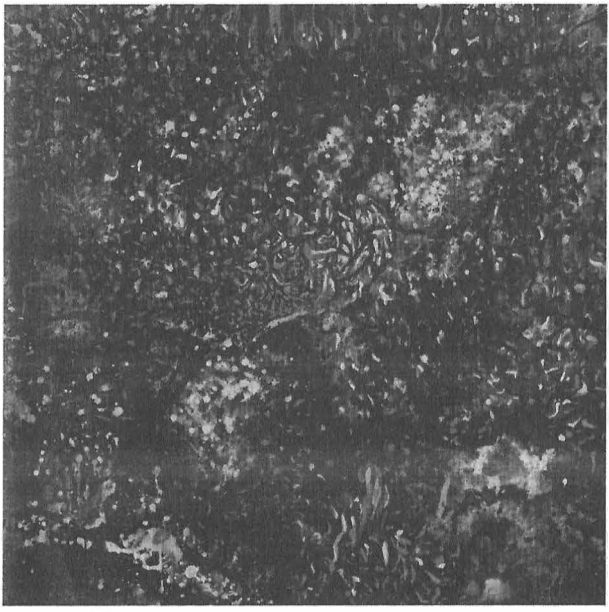
Öyleyse gece neden karadır? Şair, her zaman öyle olmadığını söyleyerek yanıtlayabilir. Bir zamanlar gece *maviydi*. Bütün tezhipler bunun kanıtıdır. Ressamlar "mavi gece"leriyle hâlâ bunun anısını muhafaza ederler. Gece göğünün karalaşması ancak Rönesans'la birlikte olmuştur: "Aslına bakılırsa imgede gece genelde karadan ziyade mavidir. Orta Çağ'ın tezhip ve resim sanatında durum böyleydi," (Michel Pastoureau, *Dictionnaire des couleurs de notre temps*, 1992, s. 135). Aslında kara, gece üzerinde mutlak hâkimiyet kazanmadan önce mavi ile kara uzun bir müşterek tarihe sahipti. Şairler bu durumu hatırlar: "Yukarıda güzelim mavi-kara rengi içinde gök vardı, farklı farklı yıldızlarla tonlanmış," (Charles Ferdinand Ramuz, *Aimé Pache, peintre vaudois*, 1911, s. 289).

Gecenin bu müphem rengi, en az diyafan kadar eski ve kesindir. Gece şiirsel olarak mavi-kara kalır, çünkü antikler göğe uygulanan bu iki rengin karma tonunu belirtmek için tek ve aynı sıfatı kullanıyorlardı. Yunanlılar *kuanos* diyordu ve Latinceye bu *caeruleus* ("gök rengi") olarak çevrildi; bu da Fransızcadaki "céruléen" kelimesini sağladı, yani "mavi gök". Öyle ki, her şeyden öte gecenin rengini gösteren sıfat

sonunda, diyafan gibi, ilkel karanlığını kaybetti ve gündüzün rengini ifade etmeye başladı. Yine de gecenin rengi meselesi kapanmış değildir. Şiirlerinde veya resimlerinde Geceye renkler vermekte tereddüt etmeyen sanatçılar bunun farkındadır. Nitekim Arthur Rimbaud (1854-1891) henüz görmediği kuzey ışıklarına hayran olur: Muhteşem "Sarhoş Gemi" adlı şiirinde şöyle der, "Işıl ışıl karlı, yeşil geceyi hayal ettim". Daha sonra *Illuminations* içinde, muhtemelen güneşin hiç doğmayıp ufuktan daimi bir şafağın yükseldiği sırada kutup çemberinin ötesinde görülen göğün akkor rengine atfen "kızıl gecenin on ayı"nı da anacaktır. Gecenin derinlikleri bütün renkleri yansıtabilir.

Çağdaş ressamlar arasında en hayran olduğum, bilhassa ilksel karalığın içinden beliren renkli nebulaların birbirleriyle kesiştiği *Galactic 572* tablosu nedeniyle Germain Caminade'dır (1973). Caminade'ın engin tabloları karşısında bakış sonsuzca büyüğe doğru bir faz kayması tecrübe eder: Caminade'ın resmi algımızı yıldızların ölçeğine genişletir. Yıldızların içinde kaotik bir şekilde doğduğu gaz bulutlarında delice kuvvetler işlemektedir. Renklerin üst üste binmesi ve birbirine geçmesi ile kozmik bir sarhoşluğun baş dönmesine kendisini bırakmış izleyiciye, oluşum halindeki gök cisimlerinin sınırsız birliği ifşa edilir. Evreni "sahte renklerle" (gözle algılanamayan ışımaların, belirli renkler atanmış görüntüleridir bunlar) gösteren uzay teleskoplarından gelen görüntüler karşısında olduğu gibi, bunları izlerken dünyaların başlangıcına tanık oluyormuşum gibi hissederim. Astrofizikçiler gibi Caminade da, insanı düşlere sevk eden araçlarıyla olağan ışık tayfının ötesinde yer alan frekanslardaki gerçekliği irdeler. Yeniden

oluşturulmuş bu renklerin olağanüstü cömertliği yoğun bir karanlık fondan kopar. Büyü berrak, neredeyse ürkütücüdür... Referans noktalarımızı aşan şey, azgın evrenin doyumsuz gücünün yaban kabarışıdır. Coşkun ve akıcı olan bu galaktik tuvallerin güzelliği, sürrealistlerde olduğu kadar sarsıcıdır, fakat aynı zamanda klasiklerde olduğu gibi dingin, yukardandır, zira olağanüstü dinamizmi fazlasıyla bireysel yazgılarımızın nafile çalkantısını bir hiçe indirger.



Şekil 2. *Galactic 572*. Germain Caminade, 2011. 2x130x130. Tuval üzerine yağlı boya. Özel koleksiyon.

"Gerçek ihtişamın keyfini sürmek için bir anlığına veya sonsuza kadar kendimizi unutalım", işte tabloda çoğalan gök cisimlerinin mesajı budur.

Takımyıldızların kara kutusu

Göğün karalığı evrenin ölçülemez [*incommensurable*] boyutlarını ortaya çıkarır. Bu karalık, bize yıldızları Dünya'dan ayıran, aşılması zor uzaklığı hissettirir. Bu kara, yalnızca yukarıdaki göğün rengidir, uzayın derinliklerinin



diyafan şeffaflığıdır; manzara üzerine çöken ve bir patikanın kıvrımında takılıp düşmenize neden olan karanlık değildir. Gökten yere indiğinde, kara artık yeterince mutlak değildir: Alacakaranlığın [*penombre*] nüanslarına yer vermek üzere zayıflar. Tepemizdeki bulutlar bile göğün karalığına sadık kalamayacak kadar yoğun, fazlasıyla yakın ve opaktır. Bu bulutlar göğün karalığını bozar; gökbilimcinin yıldızları temaşasını engeller. Mükemmel karayı yozlaştırarak alelade bir griliğe dönüştürür:

> "Tüm yoğunluğuyla ölümcül katmanlar gibi, önce bilinmedik, adlandırılması olanaksız bir maddeye benzeyen, ilkel kaosu sarsan ama sonunda bir varlık olarak, karabasanlı manzarasının üzerine gri bulutlardan bir örtü seren kara göklerden hafif bir rüzgâr indi, sabah da mutlak yalnızlığın soğuktan titreyen uzamını kanatlarıyla süpürdü." (Julien Gracq, *Argol Şatosu'nda*, çev. Ayşe Eziler Kıran, YKY, s. 146)

Sadece engin okyanus, kıyıdan uzaktaki yalnız denizci takımyıldızların yansımasının titreyişini dalgalar üzerinde gördüğünde, gecenin karalığının büyük bir kısmını icabında ihanet etmeden içine alabilir. Fakat bu, hakiki ihtişamın yalnızca bir yansıması olarak kalır.

Bachelard, *L'Air et les Songes* kitabının birkaç güzel sayfasında takımyıldızlara dair şiirleri anar. Burçlara yalnızca düşün bir varlık bahşettiğini açıklar, zira eski gökbilimcilerin mitolojik bir yaratığın siluetini kabaca çıkararak aralarında bağlantılar kurduğu parlak noktalar, gerçekte birbirleriyle ilişkili değildir:

> "Mavi bir gecenin uçsuz bucaksız o tablosu üzerine matematikçinin düşlemi ayrıntılı çizimler yapmıştır. Bu takımyıldızların [*constellation*] tamamı hatalıdır, büyüleyici şekilde hatalıdır! Tamamen birbirine uzak gök cisimlerini aynı şekil içinde bir araya getirirler. Süsleyici [*constellant*] düş, gerçek noktalar ile tektaş elmaslar gibi yalnız yıldızlar arasına hayali çizgiler çeker." (Bachelard, *L'Air et les Songes*, s. 202)

Yıldız ile çok daha uzaktaki galaksi arasında hiçbir gerçek ilişki yoktur. Uzayı feshedip, dipsiz kara boyunca takımyıldızlar çizmek için tutkulu bir hezeyan gerekir. Bachelard bunu romantik bir sahne hayal ederek betimler; gece içinde harikalar keşfeden bir çoban ve refakatçisi:

> "Elinin düşler içinde okşadığı o koç, ey genç çoban, işte yukarıda, uçsuz bucaksız gecede usulca dönüyor! Onu yarın yine orada bulacak mısın? Refakatçine göster onu. İkiniz de çizmeye koyulun onu ayırt etmek, onunla samimiyet kurmak için. Böylelikle ikinizin de aynı görme gücüne, aynı arzuya sahip olduğunuzu ve bizzat gece içinde, gececil yalnızlık içinde aynı hayaletleri gördüğünüzü kendinize kanıtlayacaksınız. Düşler birleştiğinde yaşam nasıl da genişliyor!" (Bachelard, *L'Air et les Songes*, s. 203)

Bununla birlikte, her büyük imge gibi gecenin imgesi de tersine dönebilir. Kara, aşk dolu düşlerin sığınağıdır ama aynı zamanda ve bilhassa en derin kaygının kapanıdır. Kara gece ikirciklidir, zıddına dönüşmesi mümkündür, hem zalim hem tatlı, kâh tehlikeli kâh neşeli, bazen ışıltılı düşlerin şefkatli anası bazense sefil ve ağza alınmaz kâbusların tedarikçisi olarak edepsizdir.

Kara seçeneği

Bu çiftdeğerlik her şeyden önce düşlenen gece ile ilgilidir. Hakiki gecenin, yaşanan gecenin karasını hakkıyla takdir etmek için berrak bir havada, şehirlerden uzakta gözleri erişilemez göğe, ürkütücü geceye doğru çevirmek ve ağır değişimine kendini bırakmak gerekir. İyi bilinen bir paradokstur bu: Kara geceyi tecrübe etmek için önce beyaz bir gece[1] geçirmek, uykudan vazgeçmek, düşüncelere dalarak göğü izlemek gerekir. Şeyler üzerinden aldığı sayısız dokudan mahrum olsa bile kara ne nötr ne de yoksuldur; o kavranılamazdır. Gece, kaçınılmaz olarak bilince bireysel varoluşumuzun önemsizliğini hatırlatır. Gecenin karalığı, bir yokluk gibi korkunç ve keskindir.

Blaise Pascal'ın (1623-1662) ifade ettiği gibi, bize hücum eden ve zaman zaman içimize dehşet salan bu korkunç kara elbette ışığın yokluğudur, ama aynı zamanda sevilen varlığın da yokluğudur. Gece göğü yalnızlıkla doludur. Şayet aysız bir geceyse, ağırlığı ezici hale gelir. Kara gecede yalnızlık mutlaklaşır, kara boğucu hale gelir ve bu da her bir yıldızı yalıtır. Yıldızların sayısız olması nafiledir, zira her biri terk edilmiştir. Kara geceyle yüzleşmek ölüm imgesiyle yüz yüze gelmek, değer verilen varlıkların matemini hissetmektir. Birçok şair gecenin karasını sessizliğe, soğuğa, boşluğa ve diğer yoksunluk metaforlarına bağlayan analojilere yer vermiştir. Victor Hugo (1802-1885) geri dönüşsüz bir gece düşüncesine yapışan kaygıyı heyecanla dile getirir: "Nerede kara geceye gömülen gemiciler?" (Victor Hugo, "Oceano Nox", 1836). Tersine, şayet rüyalarımızı

1 "Beyaz gece"; sabaha kadar süren uykusuz gece. –*çn*

kollamak üzere Ay çıkmışsa, sanki bir düş kutusundan ibaretmiş gibi, sanki gece sevecen rüyaların kumaşıymış gibi, kara bizi daha uysal bir melankoliye davet eder. Çünkü ay ışığı, Güneş'in zayıf bir yansımasıdır. Yıldızların parıltısı gecenin karasını güçlendirirken, ay ışığı bu karayı değiştirir.

Gece göğünün karalığının sonuçta yalnızca bir kusuru vardır: gök kubbeyi kateden Samanyolu'nun[1] tülü. Eratosthenes'e (MÖ 276-194) göre Hermes, Hera'nın memesini ölümsüz olması için Herakles'e vermiştir, ama tanrıça bunu fark ettiğinde Zeus'un gayrimeşru çocuğunu savurup atmış ve Herakles'in ağzındaki süt gökyüzüne yayılmıştır. Daha sonra, başka efsanelere göre, Hera, Herakles ile barışmış ve sonunda onu evlat edinmiştir. Sütlü çember, gökbilimci için galaksimizin planına işaret ederken bilge şair için bir tanrıçanın anaç şefkatinin karanlık uzayın sonsuz enginliğini tamamen terk etmediği vaadini teşkil eder.

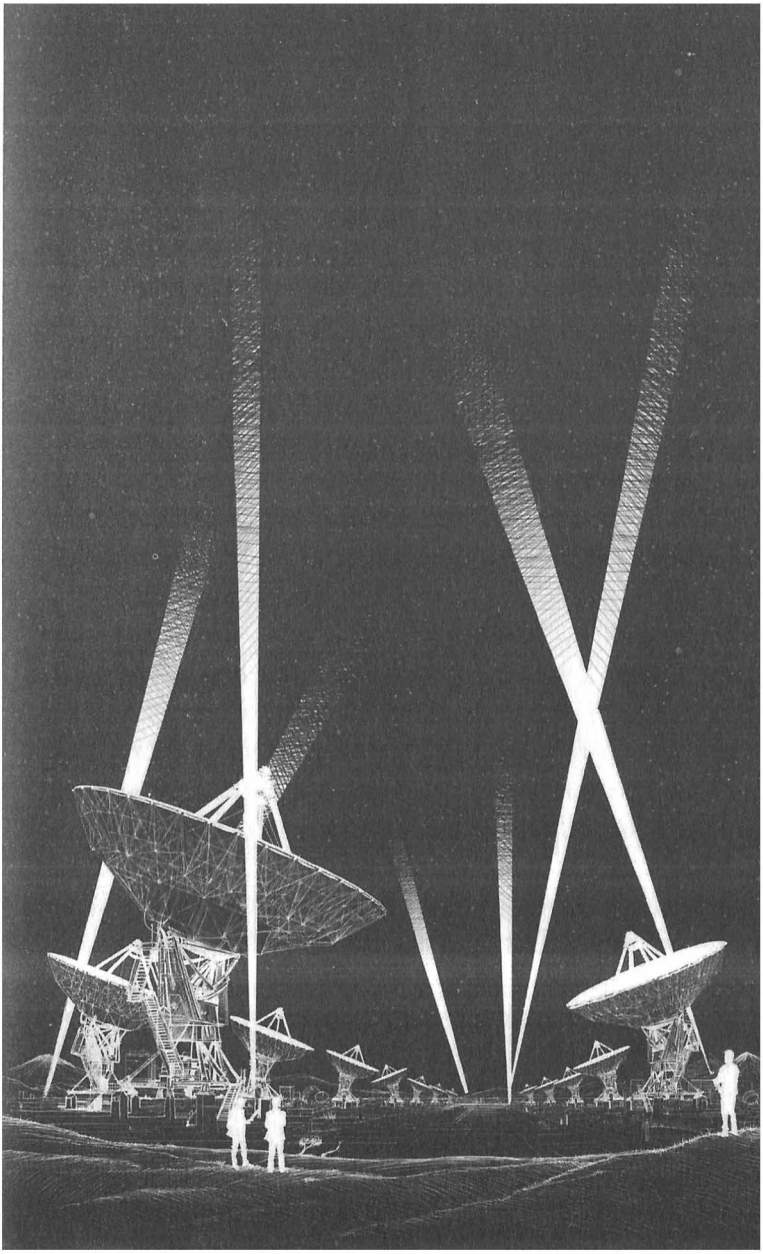
Son olarak, düşünen kişi mutlak karanlıktan kaçmakta bir tür korkaklık olduğunu hisseder. Yine Hugo'nun yazdığı gibi "düşünmeyen insan körlük içinde yaşar. Düşünen insansa karanlık içinde. Kara dışında seçeneğimiz yok" (*William Shakespeare*, V. Kitap). Bir anlamda *gecenin kara olması gerekiyordu.* Aşılmaz derinliğinde kaygıyı, belki dehşeti, ama aynı zamanda teskini, tefekkürü, günlük dertlerin unutuluşunu barındırması için kara göğün kara olması gerekiyordu. Bu karalıkta neredeyse ahlaki bir zorunluluk keşfedilir. Kara olmasıyla gece, vasat görünümlerden kurtulur. Her birimizin davranışlarını yargılaması ve varoluşuna bir anlam bulması için vicdanıyla baş başa

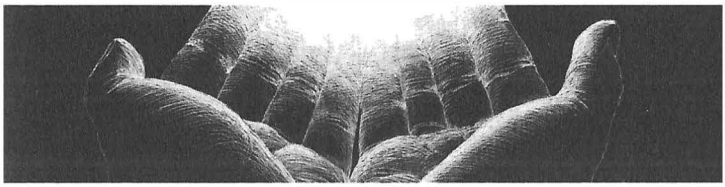
1 *Voie lactée*: Sütlü yol, yani Samanyolu. Eskiden "cercle lactée", yani "sütlü çember" olarak da anılıyordu. –*çn*

kalacağı saatler bahşeder: İmmanuel Kant (1724-1804) ahlak felsefesinin abidelerinden biri olmaya devam eden *Pratik Aklın Eleştirisi* (1788) kitabında "İki şey zihnimi bitmeyen bir hayranlık ve saygıyla dolduruyor: üstümdeki yıldızlı gök ve içimdeki ahlak yasası," diye yazar. Kara gök, bizi çevreleyen ölümün kaçınılmazlığını hatırlatarak yaşamı bir yıldız gibi ışıltılı hale getirmenin, yani kırılgan varoluşumuza özgürlükle anlam vermenin mümkün olduğunu gösterir. Şayet gece bu kadar kara olmasaydı; büyüleyici, mahrem ve duygusal bakımdan paha biçilmez bir estetik deneyimden ve ayrıca temel bir varoluşsal deneyimden de mahrum kalırdık.

"Gece göğü neden kara?" sorusuna filozof, astrofizikçiyi güldürecek erekselci [*finaliste*] bir tarzda yanıt vermeye eğilimli olacaktır: "Gök, yıldızları görebilelim diye karadır." Nitekim böyle bir yanıt tam da ereklerin hükümdarlığına, ahlaki alana aittir. Kara göğü temaşa etmek ne kadar kaygılandırıcı olursa olsun, bu kaygı, kendinin farkına varan özgürlüğün kaygısıdır ve karanlık karşısında tek başına olsa bile özgür olduğuna dair bu kesinlik, dünyadaki gidişat kötü, hatta umutsuz göründüğünde büyük bir tesellidir. Suikasta uğramadan kısa bir zaman önce büyük bir ahlakçının hatırlattığı da neredeyse aynıdır:

> "Ülke hasta durumda. Şiddet tüm bölgelerimizi harap ediyor; kargaşa her yerde. Ancak biliyorum ki yıldızlar, bir şekilde, sadece yeterince karanlık olduğunda görülebilir." (Martin Luther King, "Dağın Zirvesindeydim", 1968).





KARA CİSİM

Karanlık olduğunu görmek için ışık olmak gerekmez.
Philippe Geluck, *L'avenir du Chat*

XIX. yüzyılın son kısmında daha çok Lord Kelvin adıyla tanınan Britanyalı fizikçi William Thomson (1824-1907) fizikte artık keşfedilecek bir şey kalmadığını düşünüyordu. Ona göre fizik disiplininin göğünü yalnızca iki bulut kararıyordu. Bunlardan biri, ısıtılan maddenin saldığı ışığın tayfı meselesiyle ilgiliydi. Bilim insanları, kızıl ve kızılötesine doğru küçük ışık frekanslarının deneysel eğrisine makulce uyacak şekilde bu fenomenin matematiksel bir modelini bulmuşlardı. Buna karşın, büyük frekanslarda (mavi ve mor) model ile deney arasında önemli bir uyumsuzluk vardı; deneylerde elde edilen değerler modelin öngördüklerinden çok daha düşüktü. Bu mesele, basit bir buluttan hakiki bir kasırgaya dönüştü, zira çözüm için gereken teorik ve deneysel gelişmeler kuantum teorisinin doğumuna neden olacaktı!

Hikâyeye en başından, XIX. yüzyıl sonu Berlin'inden başlayalım. Yeni Reich'ın başkenti o dönemde dünyanın en iyi deneysel fizikçilerine ve teorisyenlerine ev sahipliği yapıyordu. Fizik zirve noktasına ulaşmış gibiydi ve üç payandaya dayanıyordu: Isaac Newton (1642-1727) tarafından geliştirilen yerçekimi teorisini de içeren mekanik; bilhassa James Clerk Maxwell (1831-1879) tarafından geliştirilen elektromanyetizma teorisi; farklı enerji biçimlerini ve bunların karşılıklı alışveriş ve birbirlerine dönüşüm tarzlarını inceleyen, daha yakın bir tarihte kurulmuş olan termodinamik. Fransız fizikçi Sadi Carnot'nun (1796-1832) ve İngiliz fizikçilerin buhar makinesi üzerine çalışmaları sayesinde doğan termodinamik iki ilkeye dayanıyordu:

– enerji korunumu; kapalı bir sistemin içsel enerji varyasyonu, dışarıyla mübadele edilen ısı ve iş miktarına eşittir;

– entropinin artması; ısı daima sıcak bir cisimden soğuk bir cisme doğru geçer ve asla tersi yönde gerçekleşmez.

Bu disiplin iki branşa ayrılmıştı. Birincisi, yani "fenomenolojik" termodinamik, ısıl fenomenlerin makro düzeyde açıklanmasıyla ilgileniyordu ve bunların doğası veya mikroskobik nedeni hakkında bir fikir vermiyordu. Avusturyalı fizikçi Ludwig Boltzmann'ın (1844-1906) liderliğinde ikinci branş, statik termodinamikse, moleküllerin veya atomların (o dönemde iki terim hâlâ birbirine denkti) var olduğu hipotezine dayanarak maddenin mikroskobik izahından hareketle ısıl dönüşümleri anlamaya çalışıyordu.

Bu alandaki fizikçilerin zihnini meşgul eden meselelerden biri, ısıtılan bir cismin saldığı, önce kızılımsı, sonra parlak kırmızıya dönüşen ve sıcaklığı arttıkça beyazlaşan

ışımayla ilgiliydi. Söz konusu olan, bu ışımayı salan maddenin özelliklerinden hareketle ışımanın ayrıntılı özelliklerini izah etmekti. 1859 yılında Alman fizikçi Gustav Kirchhoff (1824-1887), termodinamiğin ikinci ilkesini ısıl dengede olan bir cisme uygulayarak bu konudaki ilk önemli sonucu ilan etmişti. Bir cismin salıcılığı –ışık salma kapasitesi– ile soğurma katsayısı –ışığı soğurma tarzını ölçer– arasındaki ilişkinin, ışık frekansının evrensel bir fonksiyonu olduğunu kanıtlamıştı: Bu ilişki cisimden bağımsızdır ve sadece sıcaklığa bağlıdır. Bu evrensellik, Kirchhoff'un fonksiyonuna temel bir karakter bahşeder. Pratikte, belirli bir frekansta kuvvetli bir şekilde ışık soğurabilen bir cismin aynı frekansta iyi bir salıcı da olduğu anlamına gelir (ve *vice versa*). Bu da "kara cisim" kavramının doğuşuna yol açtı. 1862 yılında Kirchhoff tarafından ortaya atılan kara cisim, aldığı ışık enerjisinin tamamını soğurabilen ideal nesnedir. Dengede kalmak için tam eşit miktarda ışık salar. Kara cisim, hepsi aşağı yukarı kara olsa da, asla mutlak biçimde kara olmayan maddi cisimlerin ışımasının ideal standardını sağlar.

Çok önemli bir ikinci sonuç, Avusturyalı-Macar (Sloven) fizikçi Josef Stefan (1835-1893) tarafından 1879 yılında elde edilmişti. Bu sonuç, bir kara cismin birim yüzeyinin saldığı ışık akısının, sıcaklığının dördüncü kuvvetiyle orantılı olduğunu deneyle ortaya koyar. Stefan, bu yasa sayesinde toplam ışımasını varsayılan yüzeyiyle ilişkilendirerek Güneş'in sıcaklığını belirlemeyi başarmıştı (yaklaşık 5.500 °C). "Kara" sıfatının olağan anlamıyla ilişkili olarak ne kadar tuhaf görünürse görünsün, Güneş bir kara cisimdir. Vincent'ın göstereceği gibi, Güneş'in bir kara cis-

me dönüşmesi, gök cisminin parlaklığını kül ve ise karşıt olarak konumlayan imgelem için oldukça rahatsız edici bir paradokstur, fakat aynı zamanda bereketli çiftdeğerliklerin de kaynağıdır.

Kara cisim ışımasının gizemi

O dönemde bir kara cismin özelliklerini sadık bir şekilde tekrar üretmenin yolu, bir fırında çok küçük bir delik açmaktı. Bu delikten geçen tüm ışımalar iç çeperler üzerinde çoklu yayınıma [*diffusions*] maruz kalır. Sonunda fırında soğurulan giren ışık kesinlikle geri çıkmaz. Dolayısıyla deliğin maddi olmayan yüzeyi, bir kara cisimde olacağı gibi mükemmelen soğurgandır. Ayrıca fırının iç çeperleri, atomlarının ısıl olarak tahrik edilmesi nedeniyle bütün frekanslarda bir ışıma salar. Fizikçiler delikten çıkan ve salınım ile soğurma arasındaki ısıl dengeden kaynaklanan ışığı inceliyorlardı. Sıcaklığın fonksiyonu olarak ışık tayfının biçimini deneysel olarak belirlemek amacıyla Alman fizikçi Wilhelm Wien (1864-1928) tarafından yine bir fırın kullanılmıştı. 1893 yılında Wien, araştırmaları yepyeni, belirleyici bir aşamaya getirmişti. Sadece termodinamiğin argümanlarından hareketle, ışığın ν frekansı ve cismin T sıcaklığının fonksiyonu olarak kara cisim tayfının genel biçimini hesapladı. Bu tayf zorunlu olarak $u(\nu, T) = \nu^3 F(\nu/T)$ biçiminde olmalıydı; burada F, sadece frekans ile sıcaklık arasındaki ilişkiye bağlı bilinmeyen bir fonksiyondur. Sabit sıcaklıkta bütün frekansların katkıları toplandığında, Wien'in formülü, Stefan'ın yasasını ispatlamaya olanak verir; ve böylelikle bu yasa teorik bakımdan doğrulanmış

olur. 1896 yılında yine Wien yüksek frekanslarla ilgili ölçümleriyle uyumlu bir tayf veren özel bir F fonksiyonu ileri sürmüştü: $u(\nu, T) = a\ (\nu/c)^3/\exp(b\ \nu/T)$; burada a ve b deneyle belirlenen sabitler ve c ışık hızını göstermektedir.

Wien'in yakın arkadaşlarından biri, Alman fizikçi Max Planck (1858-1947) da 1894'ten itibaren farklı bir amaçla kara cisim meselesiyle ilgileniyordu. Doktora tezini vakfettiği termodinamiğin ikinci ilkesinden büyülenen Planck, Boltzmann tarafından desteklenen atom hipotezini reddediyordu. Kara cismi inceleyerek termodinamikte tersinmezliğe dair, atom hipotezi üzerine kurulmayan yeni bir kavrayış geliştirmeyi umuyordu. Tersinmezliğin, Boltzmann'ın ileri sürdüğü gibi mikroskobik istatistiksel etkilere değil, daha ziyade o dönemde sürekli olduğu varsayılan madde ile ışıma arasındaki etkileşime bağlı olduğunu tasavvur ediyordu.

1895'ten itibaren, tamamen yansıtıcı çeperli bir oyuk içine yerleştirilmiş mükemmel bir rezonatörler (osilatörler) grubu kullanarak kara cismi betimleme fikri Planck'ın aklını kurcalamaya başladı. Bu rezonatörler, bir elektromanyetik alanın etkisi altında salınan elektrik dipollardır. Kirchhoff'un sonucuna göre bu rezonatörlerin saldığı ve yaydığı ışımanın nihai tayfı kara cismin yasasını bulmaya olanak vermeliydi. Planck'ın bu modeli seçmesinin nedeni, rezonatör mükemmel olsa bile, yani hiçbir sürtünme veya direnç içermese bile, bir rezonatör üzerinden elektromanyetik dalganın yayılmasının tersinmez bir süreç olmasıdır. Boltzmann bu modellemeyi eleştiriyordu, çünkü Maxwell'in elektromanyetizma denklemleri zamanın yönünün değişmesinden etkilenmez. Zamansal olarak tersinir olduğu için,

bu denklemler tersinmezliğin ortaya çıkmasını sağlayamaz. İki bilim insanı arasında bir karşıtlık baş göstermiş ve Planck nihayetinde Boltzmann'ın haklı olduğunu kabul etmek zorunda kalmıştı. Bununla birlikte, Boltzmann'ın eleştirileri yapıcı bir öneri de içeriyordu: Tersinmez bir davranış elde etmek için, bir gazın evriminin tersinmezliği kanıtında yaptığı gibi, moleküler bir düzensizlik ekleyerek ilerlemek gerekir. Bu da Planck'ın modeline, rezonatörlerin düzensiz hareketi varsayımını eklemeye karşılık gelir.

Tersinmezliğin mümkün bir kaynağı olarak elektromanyetizmanın bertaraf edilmesiyle, Planck, çabalarını termodinamik üzerine yoğunlaştırdı. Her şeyden öte fiziksel yasalara temel olan gerçek nedenleri açığa çıkartmayı arzuladığı için, Wien'in ampirik formülü Planck'ı tatmin etmiyordu. Dolayısıyla kara cismin tayfını sadece temel ilkeleri kullanarak belirleme umudunu besliyordu. Elektromanyetik ışımanın titreşimleri ile rezonatörlerin titreşimlerinin bütünüyle bağdaşmaz olduğu yeni bir model geliştirdi. Planck bu modelden iki sonuç çıkarmıştı: Büyük ölçekte sistemin evrimi tersinmezdir; ışıma sonunda homojen ve izotrop olur. İlerlemiş olsa da tatmin edici bir modele varamamıştı.

İki deney ekibinin alçak frekanslar sisteminde kara cisim tayfının davranışını incelediği çok önemli 1900 yılı arifesinde durum böyleydi. Her iki ekip de aynı sonuca varmıştı: Bu frekanslar yelpazesinde Wien'in formülü tamamen hatalıdır ve deneyle elde edilen verileri izah etmemektedir.

7 Ekim 1900 tarihinde, Charlottenburg İmparatorluk Fizik ve Teknoloji Enstitüsü'nde deney araştırmacısı olan

Alman fizikçi Heinrich Rubens (1865-1922), Berlin banliyösündeki villasında Planck'ı ziyaret etmişti. İki fizikçi doğal olarak kara cisim meselesini ele almış ve Rubens tayfın kızılötesi ucundaki ölçümlerinden elde ettiği son gelişmeleri Planck'a izah etmişti: Bu uçta enerji yoğunluğu sıcaklıkla doğru orantılıdır. Rubens yanından ayrıldıktan sonra Planck derhal çalışmaya koyulur ve ertesi gün Rubens'e kara cismin tayfı için yeni bir formül öneren bir kartpostal gönderir: $u(\nu, T) = a\,(\nu/c)^3/[\exp(b\nu/T) - 1]$. Bu formülün avantajı, düşük frekansta (yani kızılötesinde) enerji ile sıcaklığın doğru orantılılığı kısıtlamasına uyması ve aynı zamanda yüksek frekanslar için Wien'in formülünü vermesidir. Aynı gece Rubens ve meslektaşı Ferdinand Kurlbaum (1857-1927) bütün frekanslarda Planck'ın yeni formülüyle mükemmelen uyumlu başka ölçümler de yapar. Birkaç gün sonra, 19 Ekimde, Planck hesaplamalarını Berlin'deki Alman Fizik Cemiyeti'ne sunar.

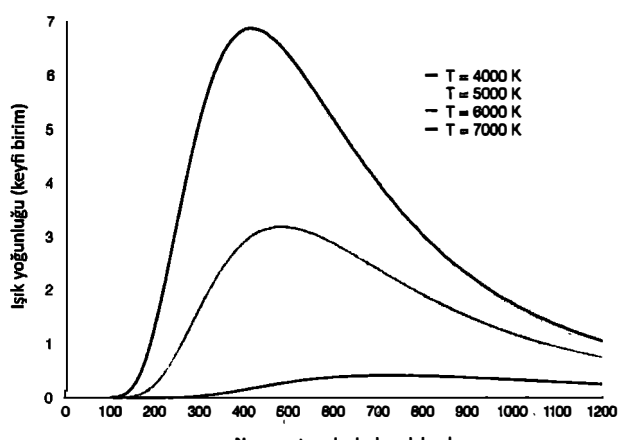
Planck, sonucuna bu kadar hızlı bir şekilde ulaşmışsa bunun nedeni ne tesadüf ne de ilham perisinin bir ziyaretidir. Daha önce makalelerinde de yayımlandığı üzre, kendisi tüm kavramsal ve matematiksel araçlara zaten sahipti. Yeni formülüyle Planck'ın tek yaptığı, Wien'in formülü ile İngiliz fizikçi John William Strutt, Lord Rayleigh'in (1842-1919) bulduğu bir başka formül arasında bir içdeğerleme varsaymasıdır. Haziran 1900'de Lord Rayleigh, düşük frekanstaki tayfın $u(\nu, T) = 8\pi\,(\nu^2/c^3)\,kT$ şeklinde ifade edildiğini ileri sürmüştü. Bununla birlikte Rayleigh'in formülü fizikte tekrarlanan bir hatadan mustaripti: Tüm frekanslardaki katkılar toplandığında, sonsuz bir enerji veriyordu. 1911 yılında Avusturyalı fizikçi Paul Ehrenfest (1880-

1933), bu sonucu "morötesi felaketi" olarak adlandırmıştı. Planck sunumunda ne bu sorundan ne de atomist varsayımlarını kabul etmediği Rayleigh'in sonucundan bahseder. Yine de sonuçtan memnun değildi, zira formülü hâlâ birincil ilkelerden çıkarsamayı istiyordu. 1920 yılında Nobel fizik ödülünü alırken yaptığı konuşmada bu durumu şöyle açıklar: "Işıma formülünün mükemmelen doğru olduğu kanıtlanmış olsa bile, sadece şanslı bir kestirim sayesinde bulunmuş bir içdeğerleme formülüydü ve dolayısıyla beni tatmin etmiyordu. Keşfettiğim andan itibaren bu formüle gerçek bir fiziksel yorum kazandırmaya çabaladım ve bu da beni, Boltzmann'ın fikirlerini takip ederek olasılık ile entropi arasındaki ilişkiler üzerine düşünmeye sevk etti."

Umut ettiği bu daha temel doğrulamayı elde etmek için Planck, her ne kadar atomist varsayıma katiyen karşı olsa da, Boltzmann tarafından geliştirilen istatistiksel yöntemlere başvurmak dışında bir çözüm bulamamıştı. Rezonatörlerin toplam enerjisinin, ν frekanslarıyla doğru orantılı olan ε enerji parçalarına bölündüğü fikrini ortaya attı ($\varepsilon=h\nu$). Sonuç olarak, rezonatörler ve ışımanın enerjilerinin değişimi sürekli olmasına rağmen, bunların alışverişleri küçük niceliksel paketlerle yapılır. Bu ifadede beliren h orantı faktörü fiziğin yeni bir sabitidir ve temel bir sabit olduğu hemen kabul edilmemiştir. Aslına bakılırsa, Planck bu sabiti, Boltzmann'ın atomların varlığıyla gerekçelendirilen k sabitiyle yapmış olduğu gibi gerçekçi tarzda yorumlamayı kesin bir şekilde reddetmişti. Planck "çaresizlikten kaynaklanan bir hamle" ile (Planck "çünkü kuşkusuz doğadan uzaklaştım" diyordu) enerjiyle frekansı birbirine bağlayan sabiti istemeye istemeye dahil etmiş ve "h" olarak simgele-

mişti; çünkü bu, Almanca "Hilfe!" (yani "İmdat!") kelimesinin başharfiydi. Böylelikle formülünü kanıtlayabildi ve ampirik olarak dahil edilmiş a ve b sabitlerinin değerlerini $a = 8\pi h$ ve $b = h/k$ olarak belirleyebildi. Elde ettiği tayf formülü şöyleydi: $u(\nu, T) = 8\pi h(\nu/c)^3/[\exp(h\nu/kT) - 1]$. Birkaç hafta sonra, 14 Aralık 1900 tarihinde Planck bu formülü Berlin Akademisi'nde sunacaktı. Bunu Planck'ın ileri sürdüğü ilk formülle karşılaştırmak, yaptığının basit bir notasyon değişikliği olarak özetlenebileceğini akla getirebilir. Fakat burada gerçek bir kavramsal sıçrayış söz konusudur.

Kısa zamanda h sabiti, Planck'ın çalışmalarını takiben hızla gelişen kuantum fiziğinin simgesi haline geldi. 1905 yılında genç Albert Einstein (1879-1955) devrim yaratan



Şekil 3. Kara cismin tayfı, sadece kaynağın sıcaklığına bağlı olan bir biçime sahiptir. Sıcaklık arttığında eğrinin altında kalan alan da artar ve eğrinin maksimum noktası daha kısa dalga boylarına doğru kayar.

birçok makale yazmıştı. Bunların ilki, Planck'ın fikirlerini Planck'tan daha fazla ciddiye alıyordu. Einstein için ışık sürekli bir fenomen değildir ve daha sonra "foton" olarak adlandırılacak enerji tanecikleri tarafından taşınır. Bu görüş, Einstein'ın, Heinrich Hertz (1857-1894) tarafından 1887'de keşfedilmiş fotoelektrik etkisini doğal bir şekilde yorumlamasına olanak verir. Dolayısıyla belirli koşullarda ışığın yapısı dalgasal değil, parçacıksaldır; yani frekansına bağlı bir enerji taşıyan bölünmez küçük paketlerden oluşur. Bu ve atomun varlığının deneysel olarak kanıtlanması gibi diğer keşifler, XX. yüzyılın başındaki kuantum devriminin kökeninde yer almaktadır.

Dolayısıyla kara cisim ışımasının gizeminin çözülmesi, neredeyse tamamlanmış olan klasik fiziği umulmadık ve şaşırtıcı kuantum ufkuna doğru savuran bir macera olmuştu. Lord Kelvin için söz konusu olan hızla dağılacak küçük bir buluttu. Planck için, kendi kanaatlerine aykırı yönde çalışmaya götürecek bir takıntıydı. Einstein içinse ışık konusunda yapılmış gelmiş geçmiş en etkileyici keşfin aracıydı; dalga ile parçacık nosyonlarının birleşmesi.

Kara cisim doğada gerçekten var mı?

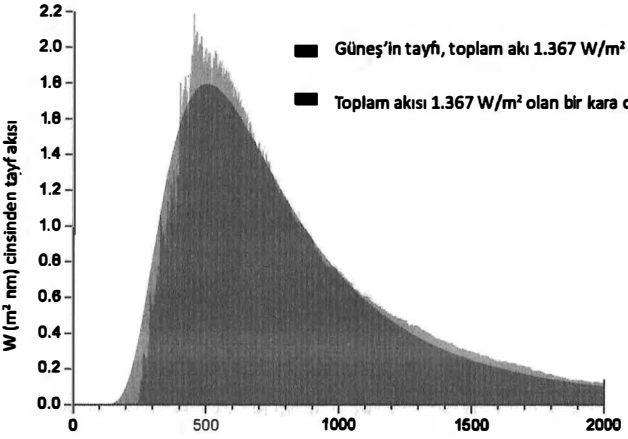
Ölçümbilim, 1'e çok yakın bir salıcılığa sahip bir nesne olarak tanımlanan ideal kara cisim salımını en mükemmel şekilde simüle eden aygıtlara ihtiyaç duyar. *Super-black* böyle bir malzemeye örnektir. Bu malzeme, bir nikel-fosfor alaşımının yüzeyini kimyasal olarak etkileyerek üretilir ve gelen ışığın sadece %0,4'ünü geri yansıtır. Başka bir çözüm, bir silisyum yüzeyi üzerine karbon nanotüplerini dikey

olarak dizmektir: Sonuçta oluşan malzeme morötesinden kızılötesine kadar gelen ışığın %99'unu soğurur. Son olarak Surrey NanoSystems şirketi gelen ışığın %99,8'ini soğurabilen tozlaştırılabilir bir pigmenti, Vantablack ürününü pazarlamaktadır. Britanyalı sanatçı Anish Kapoor (1954) sanat çalışmaları için bu kaplamanın haklarını satın almıştır.

Güneş konusunda işaret ettiğimiz gibi, bazı yıldızların tayfının sürekli kısmı bir kara cismin tayfına neredeyse özdeştir. Bununla birlikte yıldızın içindeki salım ve soğurmanın birleşik etkisi, bir ilk kestirime göre, yüzeyin saldığı tayfa farklı iç katmanlarla ilişkili kara cisimlerin bir bindirmesini [*superposition*] dayatır. Daha sıcak olan derin katmanlar böylelikle yüzeydeki katmanlara göre daha parlaktır, fakat aynı zamanda daha fazla soğurulmuşlardır. Dolayısıyla her bir katmanın saldığı tayf, bu soğurmayı hesaba katan bir faktörle dengelenmelidir. Dolayısıyla da tüm bu katkıların toplamı olan gözlemlenen tayfın, *a priori* olarak bir kara cisim tayfına benzemesi için hiçbir neden yoktur. Fakat Güneş için, aldığımız ışımayı salan bölgenin kalınlığı yaklaşık 500 kilometredir, yani Güneş'in 696.000 kilometrelik yarıçapına göre çok küçüktür. Dolayısıyla bu fotosferin sıcaklığı göreli olarak üniformdur ve kara cismin tayfını, Güneş'in tayfı için makul bir kestirim haline getirir. Böylelikle bir yıldızın fiili sıcaklığını, söz konusu gök cismi kadar enerji yayan bir kara cismin sıcaklığı olarak tanımlayabiliriz. Güneş'in durumunda bu 5.770 kelvin'e, yani yaklaşık 5.500 °C'ye eşittir.

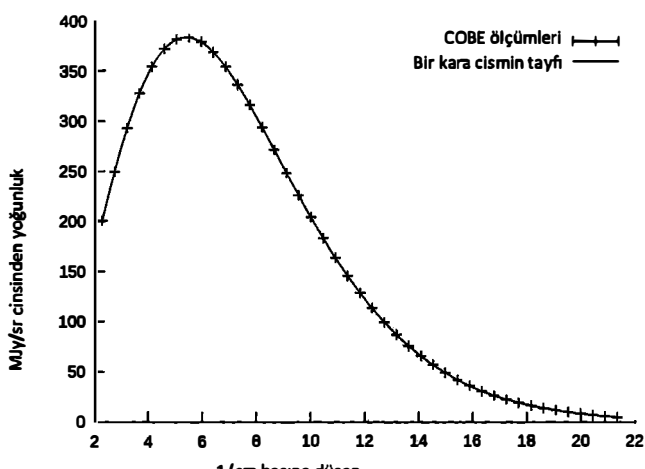
En soğuk kara cisim

1960'ların ortasında, iki Amerikalı radyo-gökbilimci Arno Penzias (1933) ve Robert Wilson (1936), göğün her yönünden geliyor gibi görünen bir ışıma keşfeder. Onlar için şaşırtıcı olsa da bu ışımanın varlığı 1948 yılında Rus kökenli Amerikalı fizikçi George Gamow (1904-1968) tarafından tahmin edilmişti. Gamow, evrenin genişlemesi göz önünde tutulduğunda, evrenin bugünküne göre çok daha yoğun ve sıcak olduğu bir evreden çıkmış olması gerektiğini tahmin etmişti. Evrenin sıcaklığı geçmişte binlerce kelvin'e varmışsa, o halde bu, madde tamamen iyonlaşmış ve ışık sürekli olarak serbest elektronlarla etkileşime girip dağılıyor anlamına geliyordu. Dolayısıyla ışığın yayılması



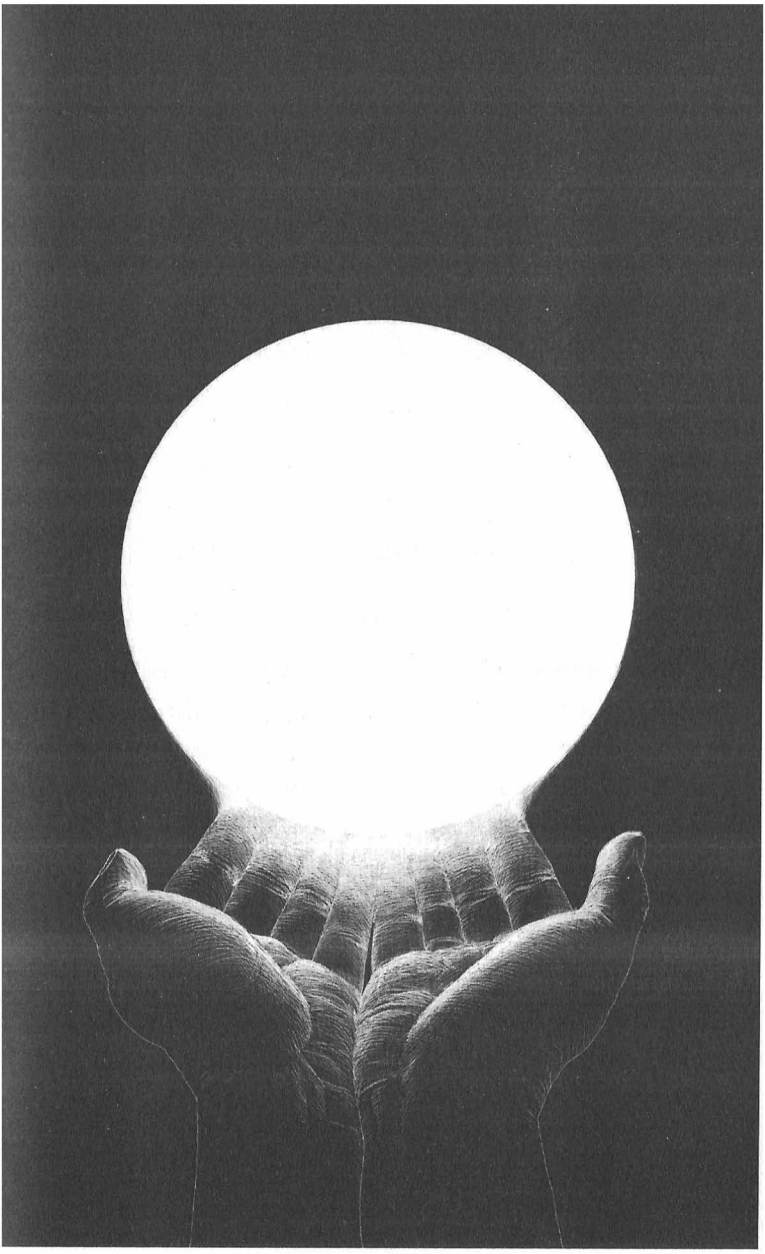
Şekil 4. Güneş'in tayfı, 5.770 kelvin'deki bir kara cismin tayfına oldukça yakındır.

doğrusal bir çizgiden ziyade zigzaglar halinde oluyordu. Genleşen bir gaz gibi, genişleme de evrenin içeriğini seyreltir ve soğutur. Sıcaklık yaklaşık 3.000 kelvin'e düştüğünde, elektronlar protonlarla birleşerek ilk nötr hidrojen atomlarını oluşturabilirler. Söz konusu dönemde evrenin yaşı yaklaşık olarak 380.000 yıldı. O anda ışık, şeffaflaşmış bir evrende artık serbestçe, doğrusal olarak yayılabilir. Bu senaryoyu tasavvur eden Gamow, evrenin şeffaf hale geldiği an hüküm süren ışımanın bugün de evreni doldurmaya devam ettiğini öngörmüştü. Bununla birlikte bu ışımanın enerjisi başlangıçtakine göre daha zayıftır, zira evren genleşirken aynı zamanda seyrelmiş ve soğumuştur. Penzias ve Wilson tarafından gözlemlenen ışıma bu çerçevede rahatlıkla yorumlanabiliyordu ve genişleyen evren modellerinin



Şekil 5. 1992 yılında COBE uydusu tarafından elde edilen kozmik arkaplan ışımasının tayfı. Bu tayf tam olarak, sıcaklığı 2.725 kelvin olan bir kara cismin tayfıyla aynıdır.

tutarlılığını pekiştirdiği için bu keşif onlara Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırdı. Yaklaşık 3.000 kelvin'deki bir cisim tarafından salınan bu ilkel ışıma, şu an sıcaklığı sadece 2.725 kelvin olan mikrodalgalar biçiminde algılanabilmektedir. Neredeyse evrenimiz kadar yaşlı olan bu olgu, "kozmik mikrodalga arkaplan ışıması" olarak adlandırılır ve bize nötr hidrojen atomlarının oluşum anındaki evrenimize dair bir fosil imgesi sunar. Kozmolojik arkaplan ışımasına dair kesin bir ilk gözlem COBE uydusu (*Cosmic Background Explorer*) tarafından 1992 yılında, WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) tarafından 2005 yılında ve daha sonra Planck tarafından 2013 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu ışımanın tayfı, %0,005 düzeyinde maksimum bir sapmayla, bir kara cismin tayfına neredeyse mükemmelen uyar. Tanım gereği, kozmik mikrodalga arkaplan ışıması gözlemlenmiş en mükemmel, ama aynı zamanda en büyük ve muhtemelen en soğuk kara cisimlerden biridir.





KARA CİSİM IŞIMASI

Artık yok renk menk, hepsi karaya dönüşsün isterim.
The Rolling Stones, *Paint it black*

Bilimsel "kara cisim" ifadesinde "kara" sıfatının anlamı çok sorunlu görünmez: Buradaki "kara", sadece fiziksel bir nesnenin rengine işaret etmez mi? Aslında bu karalık, yalnızca analoji yoluyla kara renge gönderme yapar. Bir şeyin rengi, ışığın diğer bileşenleri soğrulurken o şeyin yüzeyi tarafından yansıtılan veya dağıtılan bir dalga boyuna karşılık gelir (ayrıca nesnenin mikroskobik yapısına da bağlı olabilir). Beyaz bir nesne, görünür ışığın bütün dalga boylarını yansıtırken kara bir nesne hepsini soğurur. Dolayısıyla kara renkli bir cisim, beyaz renkli bir cisme göre güneş altında daha fazla ısınır. Bununla birlikte, çok bilinen bu davranış ile fizikçilerin kara cisminin davranışı arasında bir boyut farkı vardır. Bu cisme "kara" denmesinin nedeni sadece gökkuşağının renklerine karşılık gelen frekansları değil,

elektromanyetik tayfın büyün frekanslarını da soğurmasıdır: Morötesi, mikrodalgalar gibi göz tarafından algılanamayan frekanslar da dahil, tayfın tamamını soğurur. Kara cisim, mükemmel soğurucuyu belirtir. Karalığı yüzeysel, aydınlatmaya göre değişen bir renk tonu değil, asıl özelliği, tanımıdır. Buna, kara cismin bir başka niteliğini eklemek gerekir: Dengede kalmak için, kara cismin soğurduğunu ışıma biçiminde serbest bırakması gerekir.

Kara cisim artık renkli şeylerin ampirik dünyasına değil, fizik teorisinin idealarına aittir: Mutlaka biraz da olsa *gri* olan, yani aldığı elektromanyetik dalgaların bir kısmını yine de yansıtan gerçek nesnelerin davranışını kestirmek için bir modeldir. *Kara cisim bir idealdir ve karalığı aşkındır* [*transcendante*]. İngilizce konuşan fizikçiler bu cismi belirsizlik olmadan ifade etmek amacıyla yeni bir kelime türetmişlerdir: *Blackbody* kelimesi, sıfat ile adı birleştirerek bunları günlük dilden koparmıştır. Günlük dille anlamsal kopuşu daha az zaruri değilse de, bizim dilimiz bu işleme pek elvermez ("kara cisim"/"corps-noir"?). Bu karayı üreten hayal dünyasını keşfetmek için görsel metaforlar tasarlamak yeterli olmayacaktır. Ayrıca kolay kelime oyunlarına da teslim olmamak gerekir: Söz konusu kara, ten karası olamaz[1]. Kara cisme dair nesnel bilgi hakkındaki Bachelardcı psikanaliz, kara cismin fiziksel özelliklerinden, yani her şeyden önce mutlak soğurma kapasitesi ve ışımasından türeyen imgeleri derinleştirmeyi gerektirir.

Roland'ın hatırlatmış olduğu gibi, bir kara cismin daha az kusurlu bir örneği fırındır; yani ışığı kapana kıstıran küçük bir delik açılmış bir çeper. Zifiri karanlık anlamına

1 *Corps noir* aynı zamanda "kara beden" anlamına da gelir. –*çn*

gelen Fransızcadaki "bir fırının içi kadar kara" deyişi, ilk *Dictionnaire de l'Académie française*'den (1694) itibaren tasdiklenmiştir. Bu ifade, kurumla kaplı çeperleri olan bir fırının karalığına işaret eder. Gelgelelim bu, kara cismin gayet yerinde bir görüsüne/sezgisine denk düşer. Nitekim kara cismin en az kusurlu örneği bir fırındaki deliğin boşluğudur. Fakat bu yine de bir kestirimdir ve hatta bazı açılardan aldatıcı bir görüntüdür, zira kurumla kaplı çeperlere sahip bir fırından yola çıkarak *Güneş'in bir kara cisim olduğu* nasıl anlaşılabilir ki? İlk görüntü ikincisinden, tıpkı uçucu külün yoğun magmadan, ortak kanıların [*sens commun*] bilimsel düşüncelerden farklı olması gibi farklıdır. Güneş ise ışımanın bütününü soğurur ve ısı biçiminde serbest bırakır. Kara renkte olmasa da, bir kara cisimdir. Ortak kanı ile rasyonel düşünce arasında parçalanan görüntü sapmasına dair işte çarpıcı bir örnek.

Bununla birlikte, fırın kapalı değil (karanlık), açık ve tam çalışır halde (akkor) iken fırının içindeki şeyleri daha az ayırt ettiğimiz fark edildiğinde, "bir fırının içi kadar kara" deyişi çok anlamlı, hatta tamamen haklı hale gelir yeniden. Parlaklığının kör edici olmasının yanı sıra, fırının içindekiler tam da bir kara cisim gibi davranır; yani fırının içi ışığı bütünsel tarzda soğurur ve geri çevirir ve böylelikle hiçbir şey ayırt edilemez. Jean Perrin (1870-1942) *Les Atomes* (1913) adlı kitabında şöyle öngörüyordu:

> "Delikten bakıldığında çeperde hiçbir detay ayırt edilemeyecektir ve geride hiçbir iz bırakmayan parlak bir uçurumun tekil bir izlenimi oluşacaktır. Örneğin küçük bir delikten, eriyen metal içeren akkor bir eritme kazanının içine bakılırsa, sıvının seviyesini görmek imkansızdır.

> Bir fırın içinde hiçbir şeyin ayırt edilememesi durumu sadece düşük sıcaklıklar için geçerli değildir." (*Les Atomes*, s. 151)

Dolayısıyla kara cisim karanlık bir yarık değil, kör edici bir boşluk, "parlak bir uçurum"dur. Bununla birlikte, her koşulda ışığı yutar. Kara cisim soğurduğu şey ile ve kendini görmemize izin vermemesiyle tanımlanır. Bu uçurum tarzı mevcudiyet, madde imgesini çözüyor gibi görünse de, maddilikten yoksun değildir, zira ışığın soğurulması için bir madde olması gerekir. Fakat sanki kara, kendi maddesini teşkil ediyor gibidir. Bachelard tüm renkler arasında karanın imgesel bakımdan en tözsel, gerçek bir kararlılık gösteren tek renk olduğunu gözlemler: "Bir töz şairinin tefekkür ettiği her renk, tözsel katılık olarak, ışığa varan her şeyin tözsel olumsuzlaması olarak kabul eder kara rengi," (*La Terre et les Rêveries du repos*, 1948, s. 35). Kara, tözün kendi içine çekilişini temsil eder. Bu görü/sezgi [*intuition*] derinleştirildiğinde, söz konusu karalığın hayali olarak her şeyin kalbinde olduğu, onların gizli özlerini simgelediği fark edilir. Töz kendi üzerine kapanır.

Cisimlerin gizli karalığı

Yine de şeylerin derin opaklığı ışığa kayıtsız oldukları anlamına gelmez. Kara cisim ışığı soğurur. Bu enerji girişinden etkilenir, sıcaklığı artar. Dolayısıyla dengesini tehdit eden enerji fazlalığını serbest bırakmak için ışıma yaymalıdır. Böylelikle kara cisim tüm ışığı alır, merkezinde bir metamorfoz gerçekleşir ve daha sonra bu ışığı görünmez ışıma biçiminde serbest bırakır. Geri göndermeden önce al-

dığını sindiren ve dönüştüren çok tuhaf bir tür aynadır. Diğer renkler bu karanlık güce sahip değildir. Bunlar özünde sadece yansımalar, yüzeysel nitelikler, derinliksiz süslerdir. Bunların kısmi yansımaları, mükemmel karanın alttan alta işleyen faaliyetini gizler. Bachelard bu sezginin/görünün [*intuition*] çok eski olduğunu vurgular. Daha önce Anaksagoras bunu ifade etmiştir: "Sudan oluşan kar, gözlerimizin gördüğüne rağmen karadır." Bu ifade, bir imgelemin hazzına, bir değeri zıttına çevirmenin hazzına dayanır. Orta Çağ insanları, dışarıdan beyaz görünen kuğunun içinde kara olduğuna inanmaya bayılırdı. Bu diyalektik, renkli sahte görünümler altında gizlenmiş şeylerin mahrem karalığını keşfetme takıntısı olan birçok yazar tarafından paylaşılıyordu. Sütün beyazlığı söz konusu aldatmacanın abartılı bir biçimi olacaktır: "İkiyüzlüce beyaz olan bir tözün mahrem karalığı, mahrem günahı daha iyi nasıl söylenebilir! [...] Sütlü su, ay altında ölümün mahrem karalığına sahiptir, balsamik su ağızda bir mürekkep tadı bırakır, intihar içkisinin acılığı vardır," (*La Terre et les Rêveries du repos*, 1948, s. 31). Gelip geçici renkler tarafından ihanete uğrama korkusu, yine de gizli karalığa dair hayal gücünün sadece özel bir tonudur. Kara cisim, varlık ile görünüş arasında daha nötr bir ilişki kursa da, bu ilişki daha az paradoksal değildir: Işığın yansımaları üzerinden kendisini göstermeyi reddeder, ama yine de tüm gücüyle etrafına ışık saçar.

Kara ışın

Henri Michaux'nun (1899-1984) "kara öngörüler"i gibi bazı halüsinasyon fenomenleri veya bazı rüyavari hezeyanlar, şeylerin mahrem karalığının ışıma temayülünü ifade eder. *Algının Fenomenolojisi*'nde Maurice Merleau-Ponty (1908-1961), kesinlikle fenomenolojik olmadığı ve neticede hiçbir gerçek algıya işaret etmediği için oldukça merak uyandırıcı olan bir bölümde benzer bir görüyü analiz etmiştir:

> "Dolmakalemimin siyah olduğunu söylerim ve onu güneş ışınlarının altında siyah olarak görürüm. Ancak bu siyah, yansılarla kaplandığı zaman bile, siyahın duyulur bir niteliğinden çok nesneden ışıyan karanlık bir güçtür ve o siyah ancak ahlaki siyahlık anlamında görülebilir. Gerçek renk, zeminin figür altında devam etmesi gibi, görünüşlerin altında durur, yani görülen ya da düşünülen nitelik olarak değil de duyusal olmayan bir mevcudiyet içinde durur." (Maurice Merleau-Ponty, *Algının Fenomenolojisi*, çev. Emine Sarıkartal ve Eylem Hacımuratoğlu, İthaki Yayınları, 2017, s. 412)

Karalığın algıyı aştığı bu tuhaf açıklamaya göre, gerçekten kara olan bir cisim karanlık bir şekilde ışımalıdır. Merleau-Ponty kadar sağlam bir filozofun böylesi ipe sapa gelmez bir düşünceye sürüklenmesi için, "ışıyan kara cisim" imgesinin çok güçlü olması ve bu imgenin "karanlık gücü"nün derin bir bilinçdışı gereksinime karşılık gelmesi gerekir. Böylelikle, algının yolunu kaybetmiş fenomenolojisi, kara cisme dair imgesel dünya üzerine çok yerinde

bir psikanalize dönüşür: Onun kara dolmakalemi, kara *olduğu* için ışık oyunlarından kaçar ve karalık ışır. İmgelem ışık ile karanlık arasındaki rolleri tersine çevirir: En kötü kâbuslarımızda ışıyan ve ışığı dağıtan karanlık değil midir? Bu ürkütücü fantezi, Alejandro Jodorowsky'nin (1929) senaryosunu yazdığı ve Moebius'un (Jean Giraud, 1938-2012) çizimlerini yaptığı hayranlık uyandırıcı çizgi-roman, *L'Incal*[1] serisinde mercek altına alınır: Bir "gölge yumurta" yıldızları yutar ve galaksiler boyunca kara ve ağdalı garip bir ışıma yayar; evreni karanlığa sokmakla tehdit eden bir tür kara petrol tabakası.

Öyleyse, kara cismin ışıması sadece fizikçiler için bir gizem değildir. Böylesine doğa-karşıtı bir imgenin nasıl olup da karmaşıklaşabildiğini, gücünü artırabildiğini, sersemletecek veya korkutacak dereceye kadar bir zihne hükmedebildiğini anlamaya çalışan filozof için de öyledir. Rorschach testinin kara çini mürekkepli lekelerini ilk kez gören kişileri etkileyen "kara şok"a benzer bir etki olabilir mi bu? Öznellik bu lekelere şaşırtıcı bir kolaylıkla kendisini yansıtır ve nevrozlarını açığa çıkarır. Hayali kara ışın, benzer nedenlerle kaygıya yol açar: Psişik uzamı istila ederek bilinci, bilinçdışının derinliğinde kımıldanan biçimden yoksun şeyleri düşünmeye zorlar. Bachelard, karanın mahrem genleşmesini kullanan bir ressamın büyük bir araç tasarrufuyla canlı ve derin duygular uyandırabildiğini vurgular: "Böylelikle derinlemesine karmaşık tek bir kara leke, derinliklerden yüzeye çıktığı anda bizi karanlık bir duruma sokmaya yeterlidir," (*La Terre et les Rêveries du repos*, s. 90). Konumuza uyan çekici ve gizemli bir ifade: Işıyan bir kara

1 *Incal*, çev. Eren M. Paykal, Gerekli Şeyler, 2017. –*çn*

cisim bizi "karanlık bir duruma" sokar. Birçok ressam ve çizerde (Francisco de Goya, Hugo, Odilon Redon, Franquin, vs.) mevcut olan kara imgeler, gerçekten de bu görkemli esnekliğe, bastırılmış bir geçmişten figürleri ortaya çıkarma ve zihnimize musallat olmak üzere yayılma konusunda devasa bir kapasiteye sahiptir. Bu dinamizm söz konusu imgeleri hem büyüleyici hem de tehditkâr kılar. Kara imgeler güçlerini ateş, su, hava veya toprak kadar kuvvetli ve ilkel olan o imgesel elementteki köklerinden alırlar: *Karanlık* üzerinden yayılırlar. Karanlık element dinamik bir madde, genişleyen ve canlı bir kuvvettir: "Her karanlık akıcıdır, dolayısıyla her karanlık maddidir. Keza gececil madde hülyaları da öyle. Tözlerin içiyle ilgilenen özgün bir düşçü için, gölgeli bir köşe engin gecenin bütün dehşetlerini uyandırabilir," (*La Terre et les Rêveries du repos*, s. 91). Kara cisim durumunda bu dinamiklik kesindir: İç karanlık aynı zamanda hem *soğurucu* hem ışınırdır. Sıradan karanlıkta olduğu gibi, kara imgeler ışığa karşı değildir, ışığı yutarlar, sindirirler ve sonunda ışığın ışıma kapasitesini kendilerine mâl ederler.

Bu ışıma fiziksel uzamda değil, *psişik* bir uzamda yayılır. Bu andan itibaren, kara cismin imgesi artık dışsal ışıkla diyalektiği üzerinden tanımlanmaz ve bilince *içten* nüfuz eden bir kara ışın kaynağı haline gelir. Hem ironik hem de metafizik olan iki sayfada merhum Gébé (Georges Blondeaux, 1929-2004) olumsal düşüncelerden [*pensées contingentes*] kurtulduğunda bilincimizin saldığı bu "kara ışın"ı betimliyordu. *Qu'est-ce que je fous là?* adlı çizgi-romanda yer alan bu şakanın sonuna göre, insanlığın en büyük dâhisinin kara ışını, evrenin gizemini tam çözmek üzerey-

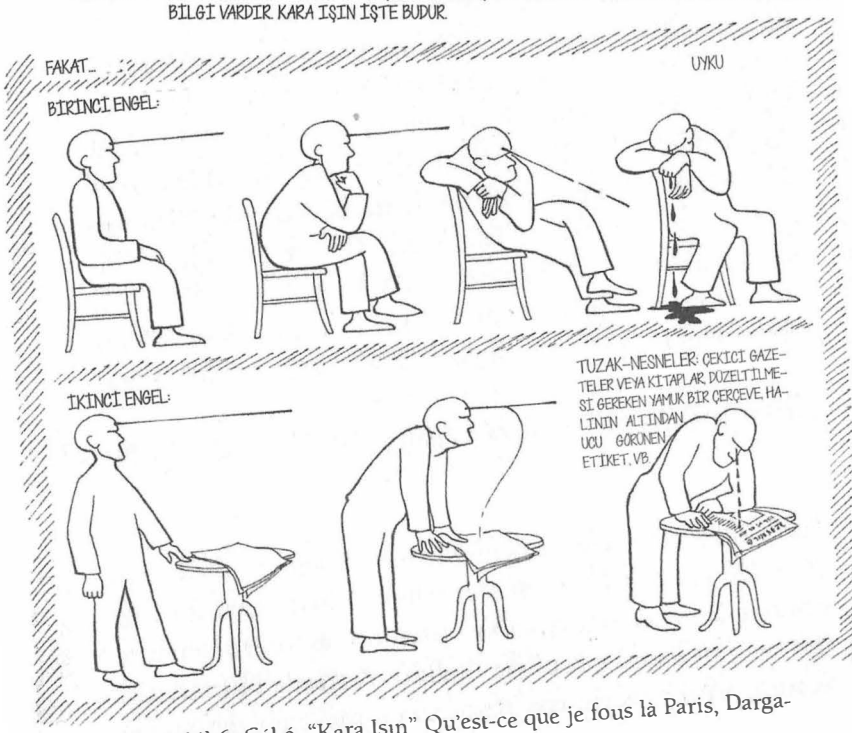
ken son anda üzerinde "$E=mc^2$" yazılı bir tavşan araya girmişti. Einstein, kör görüsünü derinleştirmek yerine parlak bir fikirle yetinmişti. Kim karanlık içinde daha da uzaklara dalma cesaretine sahiptir ki?

Pierre Soulages'ın (1919) resminin evrimi, kara ışımanın bilincin yutulmasını talep eden bu genişleyen dinamiğini gösterir. 1954'ten itibaren tuvalin yüzeyinin karalık tarafından istilası ilan edilir. Bununla birlikte, ressam bilhassa fethedilen yüzeyin bir kısmını karalıktan geri alan ve böylelikle karalığın geçişinin izlerini tahmin etmeye olanak veren raspalama tekniğiyle, sanki uzun zaman buna direnç göstermiş gibidir. Tam karanın mutlak hâkimiyetinde karar kılamıyormuş gibidir. Karanın kaygı verici ışıması ressamda muhakkak bir ışık özlemi uyandırıyordu. Soulages, diğer renklere karşıt olarak karayı hâlâ bir ışık eksikliği olarak düşünüyordu: "[Kara] en yoğun, en şiddetli renk eksikliğidir ve diğer renklere, hatta beyaza bile yoğun ve şiddetli bir mevcudiyet bahşeder," (Pierre Soulages'ın Pierre Schneider'le söyleşisinden, 1963). Ancak 1979 yılında ilk kara resmini gerçekleştirecektir. Pierre Encrevé (1939) bunun için kara ile ışığı zıt gören klasik bakış açısını aşması gerektiğini açıklar: "Bu kontrast hüküm sürdüğü sürece, resimlerindeki tuvalin karayla istila edilmesine götüren dinamik karayı tehdit eder, zira resimsel gücünü sadece ışıkla ilişkisi içinde gerçekleştirebilir," (Pierre Encrevé, "Parce que", 2009). Bazı eleştirmenler için bu değişim, Soulages'ın sonunda karanın bir renk olduğunu ve hatta karanın ışığı kovalamayıp kendi dokuları ve parlaklıkları üzerinden ışığı ifşa ettiğini kabul etmesiyle ilgilidir. Bununla birlikte, söz konusu yüzey yansıması tuval uzamının kara tarafından

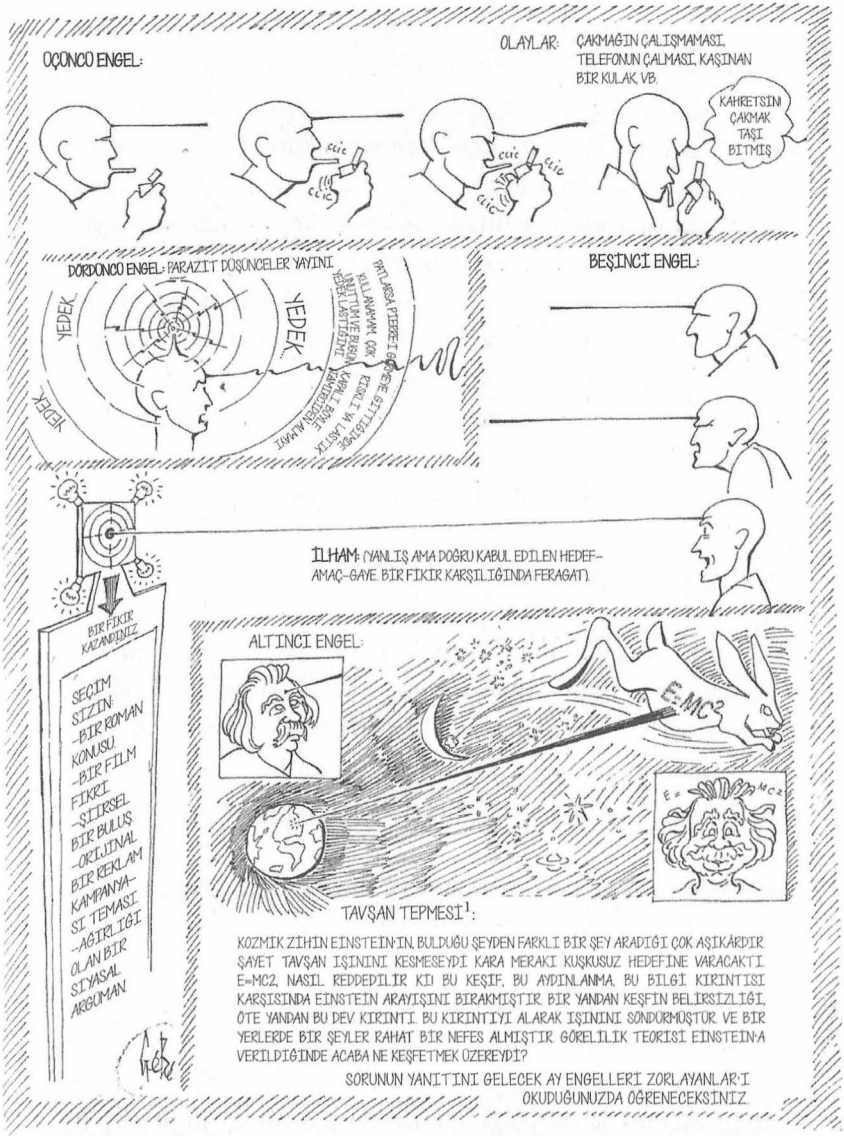
KARA IŞIN



IŞIN OLARAK ADLANDIRILIYOR, HER NE KADAR •GERGİN AKI• DAHA YAKIN BİR TERİM OLSA DA IŞIN KULLANIM AÇISINDAN DAHA PRATİK. KARA DİYE NİTELENDİRSEK DE BU SADECE GÖRSELLEŞTİREBİLMEK İÇİN, TIPKI TOPRAKTA KAYBOLAN SU YOLLARININ, YENİDEN ORTAYA ÇIKTIKLARI YERLERİ KEŞFETMEK İÇİN RENKLENDİRİLMESİ GİBİ. SÖZ KONUSU OLAN, HER VARLIĞIN MAKSİMUM KONSANTRASYONUNA VARDIĞI YOĞUN METABOLİZMA ANLARINDA BEYİN MERKEZİNDEN FIŞKIRAN, BURUN KÖKÜNÜN ÜSTÜNDEN ALNI DELEN VE VARLIĞI ÖNGÖRÜLEN AMA BİLİNMEYEN FİKİR GALAKSİLERİYLE BİRLEŞMEYİ DENEMEK İÇİN DOSDOĞRU VE DOYUMSUZCA FIRLAYAN DÜŞÜNCE DIŞI ŞEYDİR. BEYİN BİR DİNAMO GİBİ TAM GÜÇ ÇALIŞIR. HİÇBİR ŞEY FORMÜLE EDİLMEZ. HER ŞEY BİR AKIŞ HALİNDEDİR. GÖZERGÂHIN SONUNDA MUTLAK BİLGİ VARDIR. KARA IŞIN İŞTE BUDUR.



Şekil 6. Gébé, "Kara Işın" Qu'est-ce que je fous là Paris, Dargaud, 1938, s. 50-51.



1 Fransızca, *lapin* sözcüğü, tavşan demektir. "Le coup du lapin" [İngilizce "rabbit punch"] deyimi ise enseye indirilen tokat ya da yumruk anlamına gelir. Böyle bir vuruş, insanda boyun omuru veya omurilik zedelenmesi gibi ciddi hasarlara yol açabileceği için boks gibi dövüş sporlarında yasaklanmış bir hamledir. Yazar burada *lapin* sözcüğü üzerinden sözcük oyunu yapmaktadır. –*çn*

kati bir şekilde yutulmasını açıklamaz. Monokrom resimlerin özgün ışıması, bütün tuvali istila edip biçimleri ayırt edilemez kıldığında ortaya çıkan karanın mahrem aşkınlığıyla ilgilidir. Ressam, kişiliğini kaybetmekten korkmadığı anda, artık izleyicinin algısal bilincine değil, bilinçdışının karanlık uçurumuna hitap eden karalar gerçekleştirmiştir. Büsbütün karanın görkemine dönmek için, bilincin kendini karanlık elemente teslim etmesi ve *bilincinde olduğu şeyle kendisi arasındaki farkta kendisinin hükümsüz kaldığını* anlaması gerekir. İşte, kendisi oldukça incelikli olan felsefi bir görü için, oldukça karanlık bir formül. Bu formül, kara cisim ışıması üzerine çalışan fizikçiler için aksiyon kuantumunu formüle etmekten daha kolay değildir.

Bilinçdışının karanlık bilinci

1894 yılında Max Planck kara cisim ışımasının süreksizliğine dair çalışmalarına başlamışken Paul Valéry (1871-1945) *Introduction à la méthode de Léonard de Vinci* adlı kitabını yazmıştı. Bu gençlik metninde kendisini dâhi Léonardo da Vinci'nin (1452-1519) yerine koyuyordu. Yirmi beş yıl sonra bu metne daha az mağrur, ama yine de nüfuz edici birkaç yorum eklemişti. İlk baştaki, Léonardo'nun eserlerinin tasarımının gizine nüfuz etme sevdasının yerini, bu eserlere anlam veren kişisel olmayan [*impersonnel*] bilincin neyden oluştuğunu aydınlığa kavuşturma arzusu almıştı. Bilincin gizeminin, tam da bir "kara cisim" olmasından kaynaklandığını düşünüyordu. Zira bilinç her şeyi soğuran ama kendi ışığı karşısında ifşa olmayan şeydir. Bilinç *yönelimselliktir*, yani Jean-Paul Sartre'ın (1905-1980)

sözleriyle "bir şeyin bilincidir": Şeylerle sadece bilinç üzerinden psişik bir temas kurabiliriz, fakat bilinç aynı zamanda şeylere bir mesafede durur; dolayısıyla aydınlattığı şeylerden daima ayrı durabilir ama kendisi aydınlanmaz. Öz bilinç [*consience de soi*] bir yandan kendisinden ayrılırken öte yandan kendisiyle örtüşecektir, ki bu da imkânsızdır. Bilinci, bilincinde olduğu şeyden her daim ayıran bir "dikkat kuantumu" varmış gibidir. İndirgenemez süreksizlik. Öyle ki bilinç, bize kendisi hariç her şeyi verebilir: "Her şeyi soğuran ama hiçbir şeyi geri vermeyen bir kara cisimden ibarettir," (*Introduction à la méthode de Léonard de Vinci*, s. 102).

Bilinci kendinde yakalamak için Valéry, düşüncesi boyunca, fenomenolog Edmund Husserl'in (1859-1938) epoke [*épochè*], yani doğal gerçekçi tavrın askıya alınması olarak adlandırdığına benzer bir işlem gerçekleştirir. Bu işlem, bilincin, kendisinin neyden oluştuğunu belirleyebilmek amacıyla, bilincinde olduğu dışsal varoluşa güvenmeyi bırakmasını içerir. Bir zamanlar Descartes'ın yapmış olduğu gibi, fenomenolog da bilincine varabileceği bütün *dünyevi* içerikleri feshederek işe başlar. Tüm içeriklerden soyunan bilinç kendi yönelimselliğinin yapısını, yani bir düşünce içeriği ("noema") ile bir nesnenin hedeflenmesi ("noesis") arasındaki bağlılaşım [*corrélation*] dışında bir şey olmadığını keşfeder. Valéry farkında olmadan yönelimselliğin yapısını ortaya çıkarmak için bir epoke uygular. Neticede, bilinç zorunlu varoluş olarak "özünde bilinmeyen iki varlığı hesaba katar sadece: Kendisi ile X," (*Introduction à la méthode de Léonard de Vinci*, s. 102). Aynı anda, dünya ile bedeni arasında kırılgan bir arayüz olan kendi bilincinin

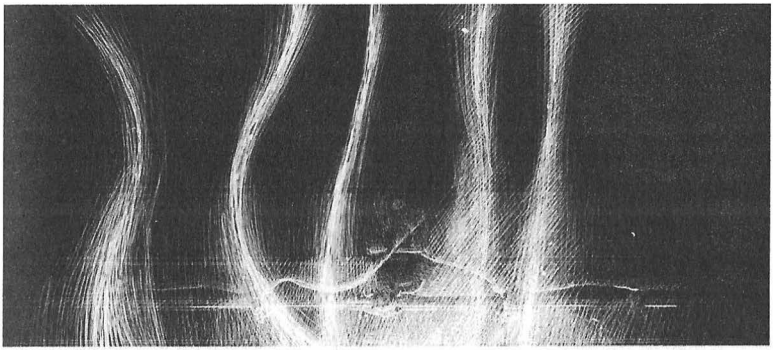
"çıplaklığını" keşfeder. Bilincin, dikkatini kendisine, bu kara cisme yönelterek bilinç içinde ikamet eden bedensel karanlığın bilinç üzerinden kendisini gösterdiğini ileri sürer:

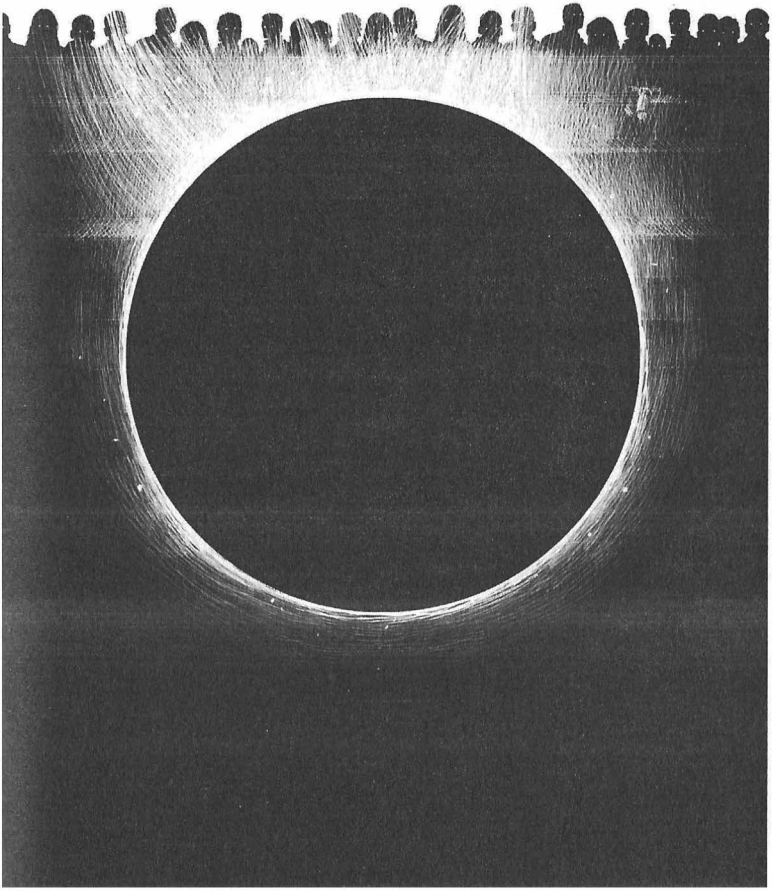
> "Kendisini gözlemleyemeyen ve karşısındaki sahneyi izlemeye mahkûm, ama yine de aşılmaz bir şekilde yönlenmiş, nefes kesen o geceyi kendisinin oluşturduğunu hisseden bir mevcudiyet. Eksiksiz, doyumsuz gece, gizlice örgütlenmiş, tamamen birbirini sınırlandıran ve sıkıştıran organizmalardan teşekkül gece; işleyen, nefes alan, ısınan ve her biri kendi doğasına göre konumunu ve işlevini savunan organlarla dolu gölgeler içeren kompakt gece." (*Introduction à la méthode de Léonard de Vinci*, s. 105)

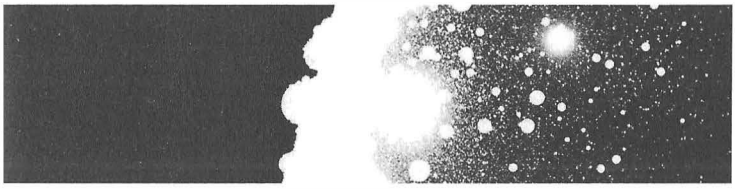
Başka bir deyişle, körleşen bilinç yok olmaz. Ne kendi dışında, ne de kendi içinde olmasının nedenini anlar. Çünkü bilinç ince bir *zardır*: Dış dünyanın bilinci olmasıyla aynı zamanda, kendisini var eden o bedenin bilinçdışı mevcudiyetinin bilinci haline gelir. Valéry'nin öz bilinci, fenomenoloğunkine göre daha az idealisttir: Bu öz bilinç, bir bedenin dünya ile temas noktası olduğunun farkına varır. Körleşmeyi, bilincini kaybetmeyi, muğlak karanlık içinde hedefini gözden kaybetmeyi ve böylelikle bedenden karanlık ve ilksel farksızlığına geri dönmeyi anlık olarak kabul eder. Günlük yaşamda bu, herkesin hatırladığı bir çocukluk deneyimidir (daha sonra erotik bir deneyim olacaktır): Karanlığa daldığında, bilincimiz artık bedenimiz üzerinde süzülmez, artık eter gibi değildir ve böylelikle sadece bedenin ve bedenin korkularının ve arzularının bilincidir. Belki de görü/sezgi daha ötelere kadar, anne karnında ikamete,

ilksel karanlık sıcaklığa kadar gider.

Ne olursa olsun, kara cisim ışımasına dair imgesel deneyimin derin anlamı paradoksal bir öz bilinci tetikliyor gibi görünür: Şeylerin bilincinde kendisini unutmak yerine, kendisinin bilincine varır, çünkü artık hiçbir şeyi ayırt etmiyordur ve böylelikle başka her şeyin bilinci olmadan önce bir bedenin yayılması olduğunun bilincine varır. Soulages'ın "kara ötesi" [*outrenoir*] üslubu, onun tuvalleri önünde duran ve bu karalığın cazibesine kendisini bırakan izleyicinin bilinçdışına seslenir. Karanlıkla birleşmesinden, karanlık içine gömülmenin bedensel hazzından, ışıması sayesinde hissedilen sıcaklıktan bilinç, bilinçdışının en derinlerinden yayılan karanlık güçlerle yeni bir denge kurar. Oyunbaz ve yansımalı *(Re)présentations* eserleriyle Jean-Claude Ferry ve John Clyde Ferrow, monokrom resmin tam da iki kara cismi, tuval ile izleyicisini bir araya getirmesi olgusundan faydalanır.







KARA DELİK

Kara delikler ne deliktir ne de kara;
kenarlarına doğru gidirler.
Michel Cassé, *Les trous noirs en pleine lumière*

Britanyalı fizikçi ve gökbilimci, din adamı John Michell (1724-1793), Royal Society'ye 1783 yılında bir mektup yazar. Bu mektupta, ışığın bile kaçamayacağı, büyük kütleli bir cismin varlığını ileri sürer. Ayrıca bu tarz gök cisimlerinin yerini belirlemek için bir tespit ilkesi de tasavvur eder: "Bu cisimler etrafında başka bir ışık saçan cisim dönecek olursa, belki bir olasılıkla dönen cismin hareketlerinden merkezdeki cismin varlığını çıkarabiliriz [...]" Birkaç yıl sonra, 1796'da *Exposition du système du monde* adlı kitabında Pierre Simon de Laplace (1749-1827) bağımsız olarak aynı varsayımı formüle eder: "Dünya ile aynı yoğunlukta olan ve çapı Güneş'inkinin 250 katı büyük olan parlak bir gök cismi, çekim kuvveti nedeniyle hiçbir ışınının bize varmasına izin vermeyecektir." Laplace'ın fikri, öncelininki

gibi pek az başarı elde etmişti, zira bu esnada Thomas Young (1773-1829) ve Augustin Fresnel'in (1788-1827) ışık girişimleri üzerine yaptığı deneyler, ışığın kütlesiz bir dalga olduğunu ve dolayısıyla da yerçekiminden etkilenmediğini göstermişti. Bununla birlikte, XVIII. yüzyılın sonunda adlandırıldığı şekliyle "kapalı gök cismi" [*astre occlus*] kavramı, XX. yüzyılda "kara delik" adıyla büyük bir şöhret kazandı.

Bir kara delik nedir?

Yukarıya doğru fırlatılmış bir topun, maksimum bir yükseklik kazandıktan sonra yere geri düştüğünü hepimiz biliyoruz; bu maksimum yükseklik, top ne kadar güçlü bir şekilde atılmışsa o kadar büyüktür. Burada, Dünya'nın yerçekiminin, her nesneyi merkezine doğru çeken tezahürlerinden biri söz konusudur. Bu yükseklik başlangıçtaki hızın karesiyle orantılı artar: Top 2 kat hızlı fırlatıldığında, 4 kat yükseğe çıkacaktır. Şayet top yeterince hızlı, yani saniyede 11,2 kilometrenin üstünde bir hızla (yaklaşık olarak saatte 40.000 kilometre) fırlatılırsa, Dünya'ya düşmeyecek ve çekim alanından tamamen kurtulacaktır. Güneş sistemimizde gezmek için dünyadan ayrılan uzay araçlarının fırlatıcılarının bu kaçış hızına erişmesi gerekir. Kaçış hızı, gezegenin kütlesinin yarı çapıyla bölümünün karekökü ile orantılıdır. Dünya'dan 4 kat daha fazla kütleli veya 4 kat daha küçük yarıçaplı bir gezegenin kaçış hızı 2 kat büyük olacaktır. Işığın yaklaşık olarak saniyede 300.000 kilometre hızda seyahat ettiğini dikkate alan Laplace, ışığın Dünya kadar yoğun bir gök cisminden kaçamaması için yarıça-

pının ne olması gerektiğini hesaplar: Güneş'in yarıçapının 250 katı. Elbette Laplace'ın formülü sadece klasik fizikte atılan maddi bir cisim için geçerlidir ve parçacıkları –fotonlar– sıfır kütleli olan ışığa *a priori* olarak uygulanamaz.

Yerçekiminin ışık üzerindeki etkisine dair titiz bir çalışma, ancak Albert Einstein tarafından 1915'te yayımlanan genel görelilik teorisi çerçevesinde yürütülebilir. Bu teori, yerçekimi kuvvetinin gerçekte uzay-zaman geometrisinin tezahürü olduğunu varsayar; uzay-zaman geometrisi ise madde ve enerji dağılımı tarafından belirlenir, bunların mevcudiyeti uzay-zamanın biçimini bozar, büker. Serbest hareket halindeki bir parçacık, yeni geometrinin en kısa güzergâha sahip çizgilerine –jeodeziklere– göre yer değiştirmek zorundadır. Dolayısıyla klasik teorinin aksine, ışık kütleden mahrum olsa bile yerçekimine, daha doğrusu uzay-zamanın eğriliğine duyarlıdır. Böylelikle, yoğun kütleli bir cisim etrafında güzergâhı sapar. Bu etki, ilk kez İngiliz gökbilimci Arthur Eddington (1882-1944) tarafından 1919 yılındaki tam Güneş tutulması sırasında doğrulanmıştı. Tutulma esnasında Güneş'in yakınındaki bir yönde gözlemlenen bir yıldızın konumu ile aynı yıldızın daha sonra ölçülen konumu arasındaki küçük fark, Einstein'ın hesaplamalarıyla tamamen uyumluydu. Bu, yeni yerçekimi teorisine dair çarpıcı bir doğrulamaydı. Bugün Eddington tarafından kullanılan araçların ikna edici olmak için fazlasıyla kusurlu olduğu biliniyor, fakat bu mutlu tesadüfün ötesinde, söz konusu deney o zamandan bu yana defalarca tekrarlanmış ve Einstein'ın tahminlerini muğlaklığa yer bırakmayacak şekilde doğrulamıştır.

Uzay-zamanın eğriliği ışığı etkiliyorsa, genel görelilik çerçevesinde bir gök cisminin, ışığın kaçmasına hangi

koşullarda izin vermeyeceğini hesaplamak tekrar mümkün hale gelir. Einstein'ın teorisi, ışığın bir gök cisminden kaçamayacağı bir sınır yarıçapının varlığını onaylar ve her şeye rağmen elde edilen formül Laplace tarafından klasik teori sayesinde çıkarsanan formülle tamamen aynıdır. 1915 yılında bu yarıçapı hesaplayan Alman fizikçi Karl Schwarzschild'ın (1873-1916) onuruna adı verilen Schwarzschild yarıçapı, nesnenin kütlesiyle doğru orantılıdır. Örneğin, Schwarzschild'ın formülüne göre, Güneş'in bir kara deliğe dönüşmesi için tüm kütlesinin sadece 3 kilometre gibi çok küçük bir yarıçapta yoğunlaşması gerekir!

Işık veya maddenin kaçamadığı bölgeyi sınırlayan küresel yüzey, kara deliğin "ufku" olarak adlandırılır. Bu hiçbir maddi gerçekliği olmayan geometrik bir yüzeydir ve bakış menzilini sınırlandıran dünyadaki ufukla benzerlikten yola çıkılarak böyle adlandırılmıştır. Dünya üzerindeki ufkun konumu gözlemcinin konumuna bağlıyken kara deliğin ufku *mutlaktır*. Uzay-zamanın, tüm gözlemcilerden bağımsız bir sınırıdır ve olayları iki kategoriye ayırır. Ufkun dışında ışık sinyalleri aracılığıyla istenildiği kadar uzak mesafelerle iletişim kurmak mümkündür. Dolayısıyla orada, içinde hareket ettiğimiz sıradan evren söz konusudur. Fakat ufkun içinde ışık ışınları artık herhangi iki nokta arasında seyahat etmekte özgür değildir, çünkü merkeze doğru odaklanmışlardır. İletişim ciddi kısıtlamalara tabidir. Örneğin, madde ve ışıma dış alandan iç alana geçebilir ama tersi mümkün değildir. Hatta bu davranış, kara deliği sadece teorik bir olasılık olarak gören Amerikalı teorisyen John Archibald Wheeler (1911-2008) tarafından 1967 yılında önerilen "kara delik" teriminin gerekçesidir. Wheeler yara-

tıcı bir hayal gücüne ve en cesur spekülasyonlara açık bir zihne sahip bir teorisyendi. "Kara delik" haricinde "çoklu dünyalar", "solucan delikleri", "zamanda geri giden parçacıklar" veya madde ile bilgi arasındaki paralellik ("it for bit") gibi oldukça orijinal birçok kavramı popülerleştirmiştir. Bu kavramlar bazen zihnin fantezisi olarak kalmış olsa da bu teorik canavarın, yani kara deliğin varlığının kanıtı 1971 yılında gelmiştir: Gökbilimciler, özelikleri bir kara delik ile dev bir yıldızdan oluşan bir çiftin varlığına işaret eden Cygnus X-1 adlı ikili bir sistem tespit ettiler. Daha sonra galaksimizde, en heybetlisi –kütlesi Güneş'inkinin 4 milyon katıdır– Samanyolu'nun merkezinde gizlenen yaklaşık yirmi kara delik tespit edildi. Vincent'ın bir sonraki bölümde işaret ettiği gibi, galaksimizin merkezinde bir kara deliğin bulunması ilgi çekicidir ama bu durumun hiçbir kötü yanı yoktur: Aksine, bu kara delik galaksinin istikrarını destekler ve evrimine katkıda bulunur. Bu kara deliğin varlığı, galaksimizin merkezine yakın yıldızların yörüngelerinin gözlemlenmesiyle 2002 yılında kanıtlandı. 2022'de Event Horizon Telescope projesi Dünya'nın tüm yüzeyine yayılmış radyoteleskoplardan gelen verileri birleştirerek bu merkezî kara deliğin ufku etrafına dair görüntüler oluşturmayı amaçlamaktadır. Ayrıca gözlemler de Messier 87 gibi bazı aktif galaksilerin merkezinde, Güneş'in kütlesinden milyarlarca kat daha yoğun kütleli bir kara deliğin ikamet ettiğini göstermiştir.

Şayet kara delikler gerçekten varsa, bunların oluşumunu izah edebilecek bir mekanizma ortaya koymak gerekir. Yıldızlardan dönüşmüş –kütlesi Güneş'in en az birkaç katı olan– kara delikler, büyük kütleli (Güneş'in kütlesinin

yaklaşık 10 katı ve üstü) bir yıldızın çekirdeğinin yerçekimsel olarak çökmesi sonrasında doğar. Termanükleer silisyum yanması evresine vardığında yıldızın demirden oluşan merkezinin kütlesi kararsız hale gelinceye kadar artar. Böylelikle merkez kendi üzerine çöker ve nötrondan oluşan bir yıldız oluşturur ve bu esnada yıldızın zarfı "süpernova" olarak adlandırılan muazzam bir patlamayla atılır. 1939 yılında Amerikalı fizikçi Robert Oppenheimer (1904-1967), nötron yıldızının kütlesi Güneş'in kütlesinin 3 katını geçerse (Landau-Oppenheimer-Volkoff sınırı) gök cisminin kendi yerçekiminin diğer tüm etkileşimlere baskın çıktığını ve bir kara delik oluştuğunu göstermiştir. Uzun zaman boyunca astrofizikçiler gözlem açısından kara deliklerin mevcudiyetinin sadece dolaylı etkilerini tespit etmekle yetinmek zorunda kalmış olsalar da böylece kara delikler kozmik ansiklopedinin bir parçası haline gelir. Bu durum, Amerikan LIGO deneyi sayesinde yerçekim dalgalarının ilk kez tespit edilmesiyle, Ekim 2015'te değişmiştir. Fizikçiler böylelikle kaydedilen titreşimlerde devasa bir anaforun kanıtını görmüşlerdir. 1,3 milyar ışık yılı uzaklıkta, Güneş'ten 36 ve 29 kat daha büyük kütleli iki kara delik, saniyede 250 tur hızında ortak yerçekim merkezleri etrafında bir spiral çizerek sonunda birleşmiş ve Güneş'in 62 katı kütleye sahip dev ve benzersiz bir kara delik oluşturmuşlardır. Aradaki 3 Güneş kütlesine karşılık gelen fark, yerçekim dalgaları biçiminde, ışın halinde saçılmıştır.

Bıçak sırtında

Kara delik, gerçekten de genelde betimlenen kozmik canavar mıdır? Elbette hayır! Kara delikten Schwarzschild yarıçapından daha büyük bir mesafedeki uzay-zaman, aynı kütleye sahip *normal* bir gök cismine aynı uzaklıktaki uzay-zamandan farklı değildir. Dolayısıyla Güneş'imizin bir kara deliğe dönüşmesi, gezegenlerin hareketinde hiçbir şey değiştirmeyecektir ve bir kara deliği, yolundaki her şeyi yutan kozmik bir elektrikli süpürge gibi tasavvur etmek en azından abartılıdır. Kara deliğe özgü uzay-zamansal bozulmalar sadece ufkun yakınında ortaya çıkar.

Bir kara deliğin ufku yakınında ne hissedilecektir? Ayaklar ve kafalarda tuhaf ve yoğun bir gerilme hissi olacaktır. Bedeniniz belirli bir uzam kapladığı için, bedenin farklı kısımları, eğriliğin farklı bölgelerini yerçekimi alanındaki farklılıklar olarak deneyimleyecektir. Benzer şekilde biz de, Dünya'nın yüzeyinde en görkemli etkilerini kolaylıkla gözlemleyebildiğimiz gel-git kuvvetine maruz kalırız: Ay ile Güneş'in birleşik etkileri nedeniyle oluşan okyanuslardaki med-cezir. Klasik fizikte, yerçekimi kuvvetinin şiddeti, cisimler arasındaki mesafeye bağlıdır. Dolayısıyla Dünya'da Ay'a yakın bölgeler, zıt taraftaki bölgelere göre daha çok çekime maruz kalırlar. Dünya'nın referans sisteminde bu etki, okyanusun akışkan kütleleri üzerinde çok duyarlı bir bozulma ile sonuçlanır. Ayaklarımız kafamıza göre Dünya'nın merkezine daha yakın olduğu için daha büyük bir kuvvetle çekilir; bu ise bizim bakış açımızdan Dünya yüzeyi üzerindeki şiddeti algılanamayacak düzeyde, ağırlığımızın milyonda birinden daha düşük olan bir şiddette bir geril-

me olarak yansır. Bir kara deliğin ufku yakınında kafanızın maruz kaldığı yerçekimi ile ayaklarınızın maruz kaldığı arasındaki fark çok daha algılanabilir olacaktır. Güneş'in 10 katı kütleye sahip bir kara delikte maruz kalacağınız çekme gücü, ellerinizle bir çubuğa asılı durumdayken ayak bileklerinize Paris bölgesinin bütün nüfusu tutunduğunda hissedeceğiniz çekme gücüyle aynıdır! İlginç bir şekilde kara deliğin kütlesi ne kadar küçükse bu etki o kadar güçlüdür. Görünüşteki bu paradoksun basit bir açıklaması vardır: Gel-git kuvvetinin şiddeti, gel-giti üreten gök cisminin yoğunluğuyla doğru orantılıdır. Kara deliğin yarıçapı kütlesiyle doğru orantılı olduğu için, yoğunluğu (kütlenin yarıçapın küpüyle bölünmesiyle doğru orantılıdır) kütlesinin karesiyle ters orantılı olarak azalır. Dolayısıyla Güneş'in bir milyon katı kütleye sahip bir kara delik, 10 kat kütleye sahip bir kara deliğe göre 10 milyar kat daha düşük bir gel-git kuvveti üretir. Sonuç olarak, dev kütleli bir kara deliğin yakın çevresinde gezinmek daha mümkündür: Kuşkusuz *Interstellar* filminin kahramanının içeri girmesine olanak veren, Gargantua adlı kara deliğin büyük kütlesidir.

Kara delik nedeniyle ortaya çıkan uzay-zamansal bozulmaların bir başka etkisi, uzaktaki bir gözlemciye doğru salınan saat sinyallerinin daha zayıf bir frekansa sahipmiş gibi görünmesidir. Uzaktaki gözlemci, kara delik yakınındaki saatin kendisininkine göre yavaşladığı izlenimine sahip olacaktır. Saatin frekansındaki bu düşüş ayrıca salınan ışığın frekansındaki azalmaya dönüşür: Işık salındığı haline göre daha kırmızı görünecektir.

Öyleyse, ufku geçmeye ve meslektaşınıza keşfinizin görüntülerini göndermeye karar verirseniz neler olur? Bu

geçiş sırasında sizin için özel hiçbir şey vuku bulmaz: Kara deliğin sınırında büyülü hiçbir şey yoktur. Fakat dışarıda kalan arkadaşınız, ufku geçtiğinizi asla görmez! Ufka yaklaştığınız ölçüde salınan film yavaşlıyor gibi görünür, zira iki ardıl görüntünün alınmasını ayıran süre gitgide büyür. Zamanın genişlemesi öyle bir boyuttadır ki, birbirini takip eden ve neredeyse aynı olan görüntüler, ufku geçtiğiniz andaki konumunuzda sizi ebediyen donmuş halde gösterir. Ayrıca ışığın kızıllaşması ve yoğunluğunun azalması nedeniyle, alınan görüntüler çabucak yakalanamayacak kadar zayıf hale gelirler. Uzaktaki izleyici için kara deliğin içinde gerçekleşen seyahatin tamamı kayıptır. Ufuktan tam geçiş anında gönderilen görüntü ancak sonsuz bir zaman sonrasında alınacaktır ve sonraki görüntülerin hiçbiri kara deliğin ufkunu geçemeyecektir.

Canavarın derinliklerinde

Kara deliğin merkezinde, uzay-zaman eğriliğinin sonsuza yaklaştığı bir bölge bulunur, zira tüm kütle oraya yakınsar. Bu "tekillik", tanımı henüz çözülmemiş, gerçek bir teorik muammadır, zira genel göreliliğe dahil olmayan kuantum etkilerini dikkate almalıdır. Yine de bu tekillik, ufkun dışındaki uzay-zamanı etkileyemeyeceği için onu doğru bir şekilde betimleyememiz, ufkun bizim tarafımızdan görülen haliyle kara delikten şüphe etmeye götürmez. Yalnızca kara deliğin merkezinde teorik bakış açısına göre "karanlık bir bölge" bulunur.

Yine de tekilliği çevreleyen bölgeyi keşfedelim. Söz konusu bölge, tabir caizse bir harekettir: Sadece hareket

halinde değildir, aynı zamanda geometrisi merkeze doğru çöktüğü için, içinde bulunan her şeyin hareket etmesine neden olur. Sonuç olarak, bir kara deliğin içinde hareketsiz kalmak imkânsızdır ve izin verilen tek güzergâh kaçınılmaz olarak gök cisminin merkezine doğru odaklananlardır –bir kara deliğin iç kısmını nitelendirmek için bu yüzden "ters" dünyadan veya uzay-zamandan söz edilir. Alışıldık uzay-zamanda istediğimiz uzamsal yöne doğru hareket edebiliriz. Fakat zaman kaçınılmaz şekilde geçmişten geleceğe doğru akar: Zaman, yönlendirici bir koordinattır. Bir kara deliğin içindeyse roller değişir: Kara deliğin merkezine mesafe, yönlendirici koordinata dönüşür. Bütün maddelerin merkeze mesafesinin azalmaya mahkûm olması anlamında, zaman yerine uzay "değiştirilemez" hale gelir. Bu durum, Christopher Priest'in (1943) mükemmel bilim-kurgu romanı, *The Inverted World*'ün açılışını hatırlatır: "Bin kilometre yaşına varmıştım." Fakat dikkat; bir kara deliğin içindeki zaman koordinatının statüsündeki değişim, zamanda geri gitmeye ve nedenselliği ihlal etmeye izin vermez! Doğrusu, zaman koordinatı artık fiziksel bir zamanı temsil etmez. Bu ortamda hâlâ bir anlam taşıyan tek zaman, kara deliğin merkezine doğru sizinle birlikte serbest düşüşte olan saatin ölçtüğü öz zamandır [*le temps propre*]. Kara delikte bu öz zaman sadece uzaklık koordinatına bağlıdır ve uzaklık azalınca artar. Dolayısıyla dışarıda olduğu gibi, serbest düşüş halindeki bir yolcunun öz zamanı geleceğe doğru akmaya devam eder. Yine de önemli bir fark, bu geleceğin planlı bir sonunun olmasıdır: kara deliğin merkezinde yer alan ve ötesinde *artık bir geleceğin olmadığı* tekillik. Yolcunun ufka girişi ile merkezdeki te-

killiğe katıldığı an arasında sonlu bir öz zaman aralığı geçer. Bu vade, kara delik ne kadar büyük kütleliyse o kadar uzundur. Güneş'in 10 katı kütleye sahip bir kara delik için saniyenin on binde biri kadardır, ama galaksilerin merkezinde bulunanlar gibi çok yüksek kütleli bir kara delikte keşif süresi bir saati bulabilir.

O kadar da kara olmayan bir delik...

1970'li yıllarda, İngiliz fizikçi Stephen Hawking (1942-2018) kara delikler hakkında temel ve beklenmeyen bir sonuç ortaya çıkardı. Kuantum fiziğinin yasalarını kara deliklere uygulayarak bir kara deliğin ışık ve hatta madde yayabileceğini gösterdi! Bu, görünüşte bir kara deliğin bizzat tanımına ters düşen bir sonuçtur. Bu şaşırtıcı ışımanın nedenini anlamak için çağdaş kuantum fiziğinde dalga ve parçacık nosyonlarının ortadan kalktığını hatırlamak gerekiyor. Bunların yerine, söz konusu parçacık sayısı ve bunların enerjileri ne olursa olsun, maddenin tüm olanaklı hallerini betimleyebilen fiziksel-matematiksel kavramlar olarak alanlar gelir. Bu teorik çerçevede boşluk, artık her şey ortadan kaldırıldığında geri kalan şey olarak değil, alanların enerjisi minimum olan –yani illa sıfır değil– hali olarak tanımlanır. Ayrıca mikroskobik dünyada mutlak durağanlık diye bir şey yoktur ve bir sistemin enerjisi sürekli olarak dalgalanır. Boşluk durumunda bu dalgalanmalar, "sanal" olarak nitelendirilen parçacıkların kaçamak belirişiyle ortaya çıkar; bu parçacıklar çabucak geri dönmek şartıyla boşluktan belirebilirler. Sonsuz küçük boyutlarda, tabir caizse, belirli bir miktarda enerji borç almak –dolayı-

sıyla kütle-enerji korunumu yasasını ihlal etmek– mümkündür; tabii hemen geri ödemek kaydıyla. Doğrudan gözlemlenemese de, bu anlık sanal parçacıklar gerçek parçacıklarla etkileşime girebilir ve örneğin bunların görünür elektrik yüklerini değiştirebilirler.

Enerji korunumu geçici olarak ihlal edilse de, elektrik yükü korunumu devam eder: Sanal parçacıklar daima parçacık–anti-parçacık çiftleri olarak ortaya çıkar. Bu durum, sanal çift bir kara deliğin ufkunun hemen yakınında maddeleştiğinde, konumuzla ilgili hale gelir. Parçacıklardan biri kara deliğe düşerken diğeri sonsuzluğa kaçacaktır. Uzaktaki bir gözlemcinin bakış açısından, bir parçacığın kendiliğinden görünüşte yokluktan maddeleşmesi söz konusudur. Elbette salınan parçacıkların (özellikle fotonlar, elektronlar ve anti-elektronlar –yani pozitronlar–, nötrinolar ve anti-nötrinolar) hepsi aynı enerjiye sahip değildir. Hawking, fotonların enerji dağılımının, bir kara cisim tarafından yayılan ışığınkiyle aynı biçimde olduğunu göstermiştir! Böylelikle kara deliğe, kara cismin sıcaklığına benzer bir büyüklük atfedebilmiş ve bu sıcaklığın kara deliğin kütlesiyle ters orantılı olduğunu gösterebilmiştir. Pratikte, Güneş'in birkaç katı kadar kütleye sahip bir kara deliğin sıcaklığı bir kelvinin milyarda biri kadardır, fakat bir milyar ton kütleli küçük bir kara delik 100 milyar kelvin düzeyinde bir sıcaklıkla ışıma saçar. Dediğimiz gibi, dışarıdan bakan için her şey sanki yokluktan kütle-enerji yaratılıyormuş gibi gerçekleşir. Gerçekte ışıma olarak saçılan kütle-enerji, kara deliğin kütlesinin bir kısmının dönüşmesinden gelir. Dolayısıyla, kara delik ışıma saçtığı ölçüde kütlesini ve boyunu azaltmalıdır: Astrofizikçiler, kara deliğin "buharlaştığı"ndan söz

eder. Burada ıraksak bir süreç söz konusudur, çünkü kütle azaldıkça sıcaklık arttığı için, saçılan ışımanın gücü de sürekli olarak artar ve bu da kara deliğin kütlesinin azalmasını hızlandırır. Nihayetinde, saçılan ışımanın gücü aşırı büyük hale geldiğinde, kara deliğin "patladığını" söyleriz.

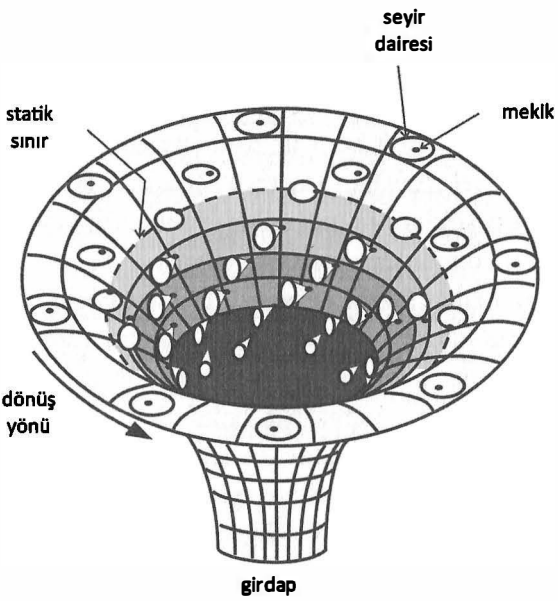
Bazı fizikçiler, mikro kara deliklerin ışımasını enerji kaynağı olarak kullanmayı hayal etmiştir. Bunun için, kara deliği, örneğin yörüngeye koyarak kapana kıstırmak ve düzenli madde ekleyip kütle kaybını telafi ederek ıraksamayı engellemek yeterli olacaktır. Bir Schwarzschild kara deliğinin enerji randımanının en iyi durumda %5,7 olduğu ve hızlı dönen bir kara delik için %42'ye çıktığı gösterilmiştir, ama her iki durumda da termonükleer füzyon ile elde edilen %0,7'den çok daha yüksek bir oran söz konusudur. Bilim-kurgu yazarı Charles Sheffield (1935-2002), *The McAndrew Chronicles* adlı romanında bir kara delikten alınan olağanüstü enerji sayesinde itiş gücü kazanan ilk yıldızlararası mekiği gerçekleştiren fizikçiyi anlatır.

Kozmik girdap

Gezegenler ve yıldızlar gibi kara delikler de dönüş halinde olabilir. Bununla birlikte durum biraz farklıdır, zira dönüş halindeki bir kara delik hareketsiz bir dış uzayda dönen bir topaç gibi davranmaz. Kara delik girdap tarzı çok kuvvetli bir hareketle etrafındaki uzay-zamanı sürükler. Kara delik yakınında ilerleyen bir uzay mekiği ne gözlemleyecektir?

Bunu anlamak için, bir küvetten suyun boşaltılması sırasında gözlemlenebilen girdapla benzerlik üzerinden gi-

delim. Bu durumda su, delik etrafında dairesel bir hareket ile deliğin içine düşüşte radyal bir harekete ayrışan bir spiral hareketini takip eder. Şimdi bir geminin bir göl-küvetin deliğindeki girdap yakınında hareket ettiğini düşünelim. Bu gemide saatte maksimum 20 kilometre yol almasını sağlayan bir motor bulunsun. Girdaptan uzakta, suyun yeterince sakin olduğu yerde kaptanın istediği gibi gidebileceği açıktır, zira motoru sayesinde suyun ağır çekme hareketini telafi edebilir. Dolayısıyla, kaptan, demir atmadan gemisini kıyıya göre sabit bir konumda tutabilir, girdaba yaklaşabilir veya girdaptan uzaklaşabilir veya akımın tersi yönde gidebilir. Girdabın merkezine yaklaştığında, akımın dairesel hızının geminin maksimum hızına eşit olduğu bir bölgeye varır. Bu kritik mesafenin ötesinde gemi, girdabın tersi yönünde motorunu tam güçte çalıştırsa bile artık sabit konumunu muhafaza edemez. Karşı konulamaz şekilde girdabın dönüş yönünde sürüklenir. Hareket olanakları kısıtlanır ve mümkün hareket yönleri artık sadece birkaç tanedir: Gemi artık sadece ileriye doğru, girdap ne kadar hızlıysa o kadar kısıtlı olan bir bölgenin içine doğru ilerleyebilir. Kaptan tam hızda dışa doğru açılan bir spirale uygun şekilde güzergâhını çizerek, daima merkezden uzaklaşacak şekilde gemisini yönlendirerek bu can sıkıcı durumdan ustalıkla çıkabilir. Şayet gemi girdabın merkezine daha da yaklaşırsa akımın radyal hızının da saatte 20 kilometreye, yani geminin sınır hızına vardığı bir an gelir. İşte o anda gerçek sorun baş gösterir: Hareket olanakları o kadar azalmıştır ki, geminin, girdabın merkezine sürüklenmek dışında bir seçeneği yoktur...



Şekil 7. Bir mekiğin döner haldeki bir kara delik etrafındaki hareketi: Seçilen yön ve hız ne olursa olsun bir an sonra kendisini seyir dairesinde bulur. (Jean-Pierre Luminet)

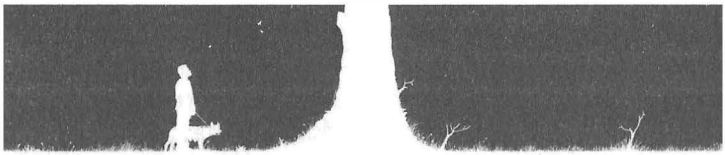
Döner haldeki bir kara deliğin çevresinde de durum benzerdir. Yaklaşan bir mekik, kara deliğin yuvarlağının dayattığı uzay-zamanın sürüklemesine maruz kalır. Bu hareket, "statik sınır" olarak adlandırılan bir yüzeyin içinde önlenemez hale gelir. Söz konusu bölgede uzay mekiğinin hızı ışık hızına varsa bile, artık uzaktaki yıldızlara göre sabit halde duramaz! Kara deliğe daha da yaklaştıkça, başta konuştuğumuz, kara deliğin gerçek sınırı olan ve geçildiğinde hiçbir şeyin artık kaçamayacağı ufku buluruz. Döner haldeki bir kara deliğin ufku tamamen statik sınırının içinde yer alır. Döner haldeki bir kara delik için görünür

zamanın "donması" ve salınan ışımanın sonsuz kırmızıya doğru bir kaymayla alınması statik sınırda gerçekleşir. Fakat madde ve ışımanın tamamen hapsedilmesi, olay ufkunda gerçekleşir. Statik sınır ile ufuk arasında yer alan uzay-zaman bölgesi ergosfer (Yunanca "çalışma" anlamına gelen *ergos* kelimesinden) olarak adlandırılır, çünkü bu bölgenin özellikleri enerji elde etmeye izin verir.

İngiliz fizikçi Roger Penrose (1931) şöyle dâhiyane bir mekanizma tasavvur etmişti: Kara deliğin statik sınırının uzağındaki bir konumdan ergosfere doğru bir roket fırlatalım. Bu roket, operatörün belirlediği bir anda iki parçaya bölünebilecek şekilde tasarlanmış olsun. Başlangıç güzergâhı dikkatlice seçilirse, parçalardan biri kara delik tarafından yakalanacak ve diğeri ergosferden çıkacak ve geri alınabilecektir. Penrose, roketin, geri gelen parçanın enerjisinin başlangıçtaki roketin enerjisinden daha yüksek olacak şekilde gönderilebileceğini göstermiştir. Bu, yakalanan parçanın, dönüş yönünün tersi yönde dönen bir yörüngeye göre kara deliğe düşmesine neden olur. Kaçabilen parçanın enerjisi nereden gelir? Kara delikten! Bu parça için söz konusu işlemin net sonucu, kütlesinin artması ve dönüş enerjisinin azalmasıdır. Dolayısıyla döner haldeki kara delik, yeterince becerikli davranılırsa kullanılabilecek dev bir enerji deposu rolü oynar...

Kuşkusuz kara deliğin şaşırtıcı özellikleri, kara delikleri bilim-kurgu yazarlarının sıkça kullandığı temalardan biri haline getirir. Etraflarındaki uzay-zamanı bozabilme yeteneğine sahip bu büyüleyici gök cisimleri, sanki bizim evrenimiz yeterince büyük değilmiş gibi, sıklıkla başka evrenlere "geçit" olarak kullanılır. Böylelikle *Babylon 5* adlı

televizyon dizisinde uzay seyahati, suni olarak yaratılmış kara deliklerden geçilerek gerçekleşir. Dan Simmons, (1948) *Ilium* ve *Olympos* adlı romanlarında Moravec'lere, kara delikler arasındaki köprüler sayesinde Güneş sisteminde dolaşma yeteneği verir. Benzer fikirlere Frederick Pohl'un (1919-2013) *Gateway* ve Carl Sagan'ın (1934-1996) 1997 yılında sinemaya uyarlanan *Contact* adlı romanında da rastlanır. Dolayısıyla kara delik de uzun bir yolculuk geçirmiştir: Kara delik kavramı, olağanüstü özellikleri bilim-kurgunun merkezî motiflerinden biri olmadan önce, hayali düşüncelerden gökbilimsel bir gerçekliğe doğru ilerlemiştir.



KARA DELİĞİN YERÇEKİMİ[1]

Orada uzun uzun karanlık
banyoları yapabileceğiz...
Charles Baudelaire,
Anywhere out of the world

Roland'ın açıklamış olduğu gibi bir "kara delik", ışık ışınlarının kaçamayacağı kadar yoğun ve kütleli bir gök cismidir. Gece göğü, kara rengi dünyevi bağlantılarından arındırır; kara cismin karalığı renklerin tayfını aşar; kara delikle birlikte bir başka karanlık köşe dönülür: Kara, dehşet verici bir yerçekimi kazanır. Hiçbir ışık bu karalığı dağıtamadığı gibi, bu karalıktan sağ da çıkamaz. "Kara" sıfatı öyle yoğunlaşır ki, artık ışığa karşıt olmakla yetinmez, ışığı tehdit eder. Işık karşısında bir kaçışa işaret etmez kara delik, ışığı *yutar*...Pascal Quignard'ın yazdığı gibi "bir kara deliğin yerçekimsel iştahı ışık hızıyla yarışır," (*Critique du*

1 Fransızcada *gravité* kelimesi hem "yerçekimi" hem de "ehemmiyet", "ciddiyet" anlamına gelir. Yazar burada kelimenin iki anlamını da kastediyor. –*çn*

jugement, 2015, s. 92). Genel görelilik çerçevesinde bu, kara deliğin kütlesinin dipsiz bir kuyu oluşturacak şekilde uzay-zamanı büktüğü anlamına gelir: Her şey bu kuyuya düşebilir, ama hiçbir şey kuyudan çıkamaz. Bu en üst iç patlamadır. Kendi üzerine böyle çöktüğü için, bu gök cismi "delik" olarak adlandırılır. Madde ve ışığı emdiği için, "kara" olduğu söylenir. İki terimin metaforik yükü yine de geriye arzulanacak bir şeyler bırakır.

Evrendeki en büyük madde yoğunlaşmasını "delik" olarak adlandırmak paradoksal değil midir? Genelde bir delik boşluktur, aşırı doluluk değil. Karalığı ise, Roland'ın hatırlattığı gibi, o kadar da mutlak değildir: Kara delikler daima kıyılarda biraz *gridir*...Yine de hayal gücümüz, kara deliğin gerçek kısımlarından ziyade ideal belirlenimlerinden ilham alarak "kara" sıfatını keşfetmeye başlamalıdır. Teoride kara deliğin karası o kadar yoğundur ki, ışık ışınlarını soğurur ve kesinlikle geri çıkmasına izin vermez. İmgesel düzleme aktarıldığında, karalığı, kara cismin genişleyen dinamiğine tamamen zıt bir dinamik kazanır. Aşılmaz yerçekimiyle kara delik, bütün uzay-zamanı tekil bir noktada yoğunlaştırır ve böylelikle dışarıya doğru tüm iletişimi yasaklar. Bir yok oluş simgesi haline gelir.

Kozmik bir depresyon

Bu karşı konulmaz karanlık çekimin imgesel içerimlerini kavramak için insani değil, hakikaten kozmik olan bir bilinç düzeyine yükselmek gerekir: Kara delikler, en büyük kütleli yıldızların ölümünün sonucudur. Uzay-zaman tekilliği olarak kara delik, evren ölçeğinde bir travmayı temsil

eder. Bu karalıkta evrenin bizzat yapısı ve ritmini etkileyen, yeni-Platoncuların "Dünyanın ruhu" olarak adlandırdıkları şeyi yaralayan bir şeyler bulunur. Bu travma sonsuz bir yas çalışmasına yol açar: Kara delikler, yakalanamaz, özü gereği özgür, ölümsüz olduğuna inanılan ışığın tersine çevrilemez şekilde yakalanmasını simgeler. Evrenin varoluşunda tersine çevrilemez olaylar, aşılamaz felaketler vuku bulur.

Kara delikler genelde etrafındaki her şeyi soğuran sifonlar olarak tasavvur edilir. Sanki tüm evren bu deliklerde emilmeye mahkûm gibidir. Bununla birlikte kara delikler, ötesinde artık dışarıyla hiçbir iletişimin mümkün olmadığı kendi ufuklarının dışındaki uzayı diğer kütlelerden farklı bir şekilde eğmezler. Kara deliğin kaçınılmaz yazgısı, sadece dikkatsizce ölümcül bir ufku aşmış ışık ve maddenin varlıklarını tehdit eder: Gel-git etkisinin şiddeti, devasa yoğunluktaki kütlesine katmadan önce bunları aşırı düzeyde gerecektir. Kara delik bizi yok etmeye çalışmaz, yalnız başına, içe kapanık şekilde hüküm sürer. "Statik yüzey"in ötesinde duranlar, olağan varoluşlarını sürdürürler, ama yaklaşanlar kara deliğin çekimine direnseler bile artık çökme riski taşıyan bir yörüngede döndüklerini hissederler. Çekimine kapılanlar hiçbir şey yapamayacaklarını bilirler.

Dolayısıyla, kara delik *depresyonun* en güçlü simgesidir: Bu kederi hiçbir şey yatıştıramaz, zira çok yaklaşan kimse bu keder tarafından kesin olarak massedilir. Kendilerini bırakanlar için uzayın ve zamanın yapısı yok oluyormuş gibi görünür. Bu kişilerin artık ne hareket etmeye, ne de kalkmaya mecali vardır. Beden hareketsiz bir düşüşte kendi üzerine çökerken evren kararır. Bu karanın yerçekimi dehşet verici ve tamamen benzersizdir. Galaksimizin mer-

kezinde böylesine canavarca karanlık, doyumsuz ve ağır bir mevcudiyetin gizleniyor olduğunu düşünmekte korkutucu bir şeyler vardır.

Kara cismin merkezinde gömülü karanlık, ışığa dirense de bu kadar şeytani değildir, hatta belirli bir ısı bile barındırır. Kara delikte ise karalık olumsuz bir yan anlam kazanır ve kaygı verici yoğunlukta bir dinamik edinir. Bachelard, göksel hayal gücü söz konusu olduğunda, yükselmeye dair ve özgürleştirici düşlem ile suçluluk duygusunun karanlık derinliklerine baş döndürücü düşüş arasındaki zıtlığı vurgulamıştır. Karanlık, bizi uçurumdan içine çeken, derinliklerin dibinde bekleyen şeydir. Doğal akışında giden bütün hayali düşüşler, karanlığın merkezinde son bulur: "*Derinliklerin karanlığı* sanki her şeyi siler ve nihayetinde düşüşün tek bir rengi var gibidir: kara," (*La Terre et les Rêveries de la volonté*, s. 400). Kara deliğin anılmasıyla bizi yakalayan ilmi düşlem [*la rêverie savante*] kaçınılmaz şekilde, hiçbir şeyin karşı koyamıyor göründüğü şu "derinliklerin karanlığı"nın anlamsal evrenine yönelir. Bu rengin yol açtığı büyülenmeye teslim olanı ürkünç bir yazgı bekler. Bachelard, yer altındaki geceyi andığı bölümü kasvetli tınlayan şu kelimelerle sonlandırır: "Bu bir uçuruma düşüşün uzay-zamanıdır. Daha da ileride, tamamına ermiş bir düşüşte şair *kara*yı bulacaktır. Böylelikle 'kara ile boşluk' ayrılmazcasına birleşirler. Düşüş sonludur. Ölüm başlar," (*La Terre et les Rêveries de la volonté*", s. 402). "Ölüm başlar!" olağanüstü bir ifadedir ve astrofizikçilerin en az bunun kadar anlamlı olan şu ifadesine karşılık gelir: "olay ufkunu geçmek". Artık geri dönüş yoktur, sadece kara gök cisminin amansız çekimi vardır. Birçok romantik şairin göklere çıkaracağı, kaçınılmaz yok oluştan büyülenme.

Melankolinin gök cismi

Böylesine ürkütücü bir karanın farkını netleştirmek için, romantik şiire ve gravürlere musallat olan "kara güneş" aklımıza geliyor. Kimse bunu Victor Hugo'dan daha iyi betimleyememiştir:

> "Orada her şey süzülür ve karanlık bir batış içinde sürüklenir gider;
> Bu kıyısız, ışıksız, duvarsız uçurumda,
> Yaşamış her şeyin külleri yağar durmadan;
> Ve gözler aşağı bakmaya cesaret ettiğinde en dipte,
> Yaşamın, nefesin, seslerin ötesinde,
> Gecenin saçıldığı korkunç bir kara güneş görülür!"
> (Victor Hugo, *Les Contemplations*, VI. 26, "Ce que dit la Bouche d'Ombre")

Her bir dize, Roland'ın bizi davet ettiği tehlikeli seyahati önceden resmediyor gibidir: Karanlık gök cismine çok yaklaştığımızda batarız; bir kez yakalandığımızda hiçbir şeye tutunmak mümkün olmaz artık; her şey karanlık merkeze, tüm umutlarımızı mahveden kara güneşin bulunduğu yere doğru sürüklenir.

Bu korkunç gök cismi, daha önceden Albrecht Dürer'in (1471-1528) *Melancolia I* (1514) adlı hayranlık uyandıran gravüründe görülebilir. Gravürde iktidar, zenginlik ve bilgi simgeleriyle çevrelenmiş, ama bunlara kayıtsız halde dehşet verici bir düşünceye dalmış, melek kanatlı güzel bir kadın betimlenir. İfadesi, mahzun olmaktan çok düşüncelidir. Yanında, uyuyan bir köpek ve canı sıkılan bir çocuk melek vardır. Fakat gece göğünde küçük bir şeytan uçmakta ve

saçmaktan ziyade *bütün ışınları üzerine çekiyormuş* gibi görünen bir gök cismi altında, melankoli sancağını açarak zaferi kutlamaktadır. Yoğunlaşmanın dinamiği oldukça baskındır: Tıpkı zihnin karanlık bir düşüncede yoğunlaşması gibi, ışık da kara bir gök cisminde donar.

Gérard de Nerval (1808-1855) da bir yıldızın ölümüne, şiirini mateme boğan o karanlık gök cisminin doğumunu atfederek astrofiziği öngörmüştü: "Tek Yıldızım öldü, –ve yıldızlarla bezeli udum / Melankolinin kara Güneş'ini taşır" (Gérard de Nerval, "El Desdichado", 1854). Nerval'in hüzünlü düşünceleri sonunda onu intihara sürükleyecektir. Günümüzde Charles Burns'ün (1955) *Black Hole* adlı güzel ve rahatsız edici çizgi romanı, bu romantik yazgı mitini yeniden canlandırır: Tuhaf bir kötülük, ergenlerde korkunç mutasyonlara yol açar. Kara delik, bir neslin mutsuzluğunu, bu endişeli gençlerin hissettiği riskli cinsellik takıntısını ve ölümden büyülenmeyi simgeler. Kara delik, kuşkusuz Carl Gustav Jung'un (1875-1961) verdiği anlamda en üstün bireyleşme sınamasıdır, yani başarısızlığın mümkün, muhtemel, belki kaçınılmaz olduğunun farkına varılmasıdır.

Romantik melankoli miti ayrıca yaratıcı insanların kişiliğinin, yaratıcı bir deha ile insanlık durumuna berrak bir bakıştan doğduğu ölçüde amansız olan bir somurtkanlığı bir araya getirdiği fikrine dayanır. Bu fikir hiç de yeni değildir. Hipokrat'a dayanan tıp, melankolik [*atrabilaire*] mizacı, yani aşırı *kara öd* [*bile noire*] salgılanmasının sonucunu ciddi ve vakur ruh hali olarak betimlediğinden beri, filozoflar ve doktorlar dehayı melankoliye bağladığı varsayılan gizli bağlantılar üzerine düşünüp durdular. Uzun

zaman boyunca Aristoteles'e atfedilen kısa bilimsel inceleme *Problème XXX*, dâhi insanlarda yüksek sayıda epilepsi hastası –kara öd aşırılığının neden olduğu varsayılan sara– bulunduğunu vurgular. Evrensel yerçekimi yasası, göreli kara deliğin klasik modeli olan, ışığın bile kaçamayacağı bir "kapalı gök cismi"nin varlığının tasavvur edilmesine olanak veren, bize daha yakın bir zamanda yaşamış Sir Isaac Newton da epilepsi hastası değil miydi?

Tabii ki bunlar sadece safsata ve hurafedir: Ne kapalılığın mucitleri John Michell ve Pierre Simon de Laplace, ne genel görelilik teorisini borçlu olduğumuz Einstein, ne göreli kara deliğin varlığını tahmin eden Karl Schwarzschild (ki soyadı "kara kalkan" anlamına gelir), ne de söz konusu tekilliğe "kara delik" gibi tedirgin edici bir ad veren John Wheeler bu epilepsi krizlerinden mustaripti. İlmi bir düşlem, gök cisimlerinin, dâhilerin mizacı üzerindeki etkisi üzerine artık böyle hayaller kuramaz. Öte yandan, çok büyük bir zekânın [*intelligence*] dosdoğru korkunç keşiflere götürdüğü yolundaki muğlak görüyü müşterek imgelemden kovmak kolay değildir. Kara efsane cezbeder, karşı konulması güç bir çekiciliği vardır: Embesiller mutluysa, bilge ve bilgin olanlar melankoliye meyilli olmalıdırlar, değil mi? Bilgelerin ve bilginlerin düşünceleri o kadar vahimdir ki, kaçınılmaz olarak iç karartırlar.

Böylelikle, en parlak olduğu varsayılan tüm varlıkların dipsiz bir üzüntü gizlediğinden kuşkulanmaya başlanır. Nitekim, tıpkı soğuk zekâ görünümü altında hüzünlü bir deliliğin gizlenmesi gibi, bir kara delik de dolaylı olarak tespit edilir. Kara deliğin varlığını kestirmek için, aşikâr bir hiçlik etrafındaki diğer gök cisimlerinin başka türlü açık-

lanamaz olan dönüşünü gözlemlemek gerekir; tıpkı bazı kişilerde açık bir nedeni olmadan tekrarlanan titiz hareketlerin gözlemlenmesi gibi. Uzaktaki ışımalar, görünürde boş olan bir uzay bölgesinden geçtikten sonra bozuk bir görüntü ilettiğinde, ilk bakışta sağlam görünen bir akıl yürütme gerçekliği tanınamayacak düzeyde tahrip ettiğinde uzay ve zamanın algısını değiştiren devasa bir depresyonun/çöküntünün varlığını kestiririz. Beyaz galaksilerin bu tür yarıklar etrafında parlaması korkunç değil midir? Bazı değerli yıldızların, aşırı parladıkları için sonunda kendi üzerlerine çökmesi ve kozmoza salmaları gereken ışığı hapsetmesi üstüne düşünmek umutsuzluğa sürüklemez mi? Umutsuzluk, bizim dışımızda bir dünyanın var olduğunu anılardan bile siler atar.

Şayet kara delik, büyük bir ruhun asla geri dönmemek üzere içine düştüğü bir uçurum olsaydı, diğerleri arasında kasvetli bir simge olurdu. Fakat kara deliği sadece depresyonun idealize edilmiş bir metaforu olarak almak indirgeyicidir. Zira, bir kez daha hatırlamak gerekirse, büyük ve güzel bir imge, hakiki bir psişik dinamizmle donatılmış gerçek bir imge daima çiftdeğerlidir [*ambivalente*].

Kara deliğin parlaklığı

Kara rengin tarihi üstüne yazdığı mükemmel eserinde (*Noir. Histoire d'une couleur*, 2008) Michel Pastoureau (1947), Hint-Avrupa dillerinde kara renge işaret etmek için kökensel olarak iki ayrı sıfat bulunduğunu hatırlatır. Latinler mat ve soluk, kirli ve çirkin karayı belirten ve Fransızcada "atroce" ("korkunç/gaddar") sıfatını ve ayrıca "-âtre"

sonekini (olumsuz bir yananlamla kararmış tüm renklere işaret eder: "bleuâtre/mavimtırak", "verdâtre/yeşilimtırak", vb.) vermiş olan *ater* kelimesi; ve güzel ve parlak olan ve siyahlara dair bütün söz dağarcığına (bu da, ırkçı önyargılarla *karalanmadan* [*dénigrée*] önce söz konusu deri renginin güzelliğine imrenildiğini akla getiriyor) kaynak olan kara, yani *niger* kelimesini ayırt ediyordu. Anglosakson dillerin ana dilinde de iki sıfat bulunuyordu: mat, donuk ve kötü olan siyaha işaret etmek için *swarz* (ki Almancada *schwarz* kelimesiyle muhafaza edilmiştir) ile parlak, ışıltılı ve iyi olan kara için *blaek* (ki İngilizcede *black* kelimesiyle muhafaza edilmiştir). Parlaklığa göre yapılan bu ayrım, eski halkların gözünde nesneleri görsel olarak ayırt etmek için parlaklık düzeyinin renkten daha önemli bir kriter olduğunu hatırlatıyor. Bilhassa da karaya dair simgelerin daima kutuplaşmış, çiftdeğerli olduğunu gösteriyor.

Kara deliğe dair imgeyle ilişkili olarak, bu, karanın sadece ışığın matemine dair olumsuz değeri cisimleştirmeye mahkûm olmadığı anlamına geliyor. Kara delik, donuk ve hareketsiz olarak tasavvur ettiğimiz sürece ölü bir gök cismi olarak görünür; fakat parlak ve aktif olarak hayal ettiğimiz anda heyecan verici, hatta bazen olumlu hale gelir. Atalet sayesinde olağanüstü yerçekimine karşı direnen yakındaki yıldızlarla, hatta etrafında daire çizen bütün bir galaksiyle, kendisine kattıklarıyla parlayan diskiyle kendi etrafında dönen bir kara delik imgesini akla getirmek gerekiyor. Bu, galaksimizin bir arada kalmasını sağlayan bir kara deliktir; yıldızlar kümesini tutan karanlık bir kalp. Ayrıca kara deliklerin "saçları"nı ve "buharlaşması"nı da anabiliriz; yani karalığı biraz griyle yumuşatmak ve enerji bulmak (sanal

parçacık-antiparçacık çiftleri biçiminde boşluktaki dalgalanmalar vasıtasıyla) amacıyla Stephen Hawking'in varsaydığı, kara cisimlere benzer şu ışıma. Fakat bu gök cisimlerinin karalığının fazlasıyla olumlu değerini keşfetmek amacıyla, ciddi astrofizik kavramların ötesinde, Roland'ın büyük bir hayranı olduğu bilim-kurgu coşkusunun merkezine doğru bir maceraya çıkalım.

Hard science olarak adlandırılan bilim-kurgu türünün büyük yazarı, Charles Sheffield, *The McAndrev Chronicles*'da insanlığın minik kara deliklerin dönmesinden elde edilebilecek tükenmez enerji kaynağını kullanmayı başarması halinde neler olacağını hayal eder. Bu kara deliklerde, uzayda ilerlemek için uygun enerji kaynağını görür. Dönen ve parlayan bu kara, insanlığı doğduğu gezegenden, güneş sisteminden ve sonra da galaksisinden kurtarmanın bir aracı haline gelir.

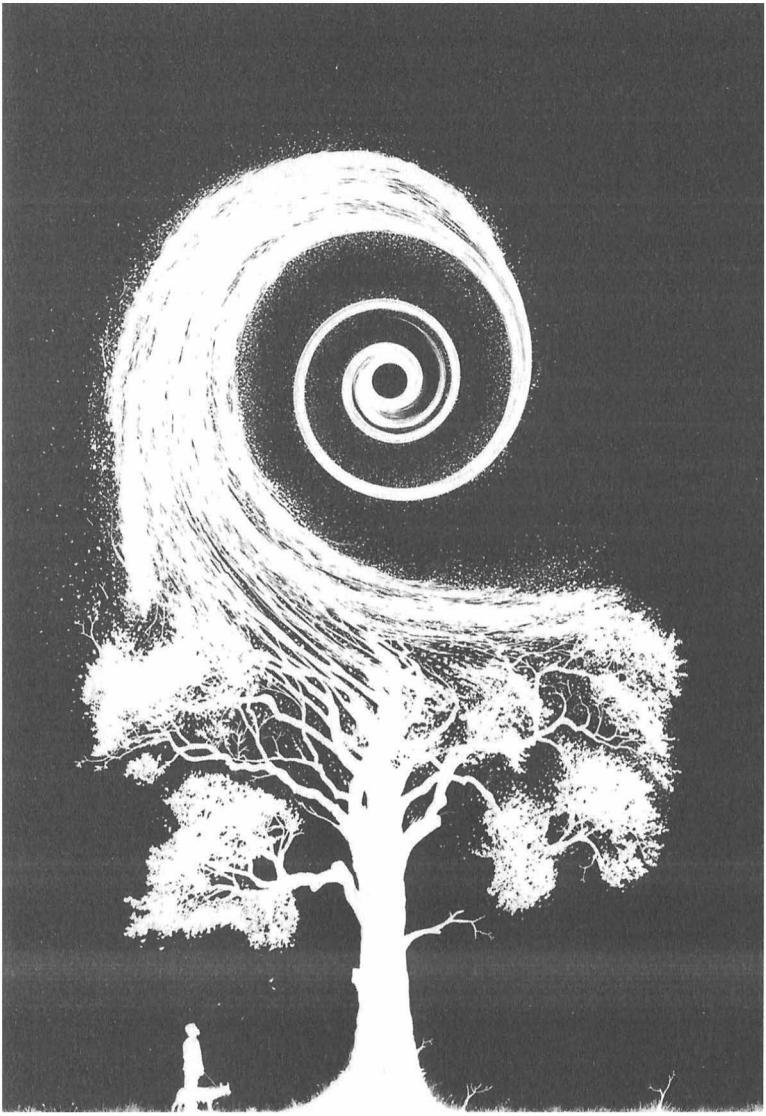
Hayal gücünde bir adım daha atılırsa, kara delik dünyadan kaçmanın, Charles Baudelaire'in (1821-1867) düşlediği gibi "dünya dışında herhangi bir yere" gitmenin bir aracı haline gelebilir. Parlayan kara delik imgesi, hapis imgesini ters yüz eder: Uzay ve zamanın dokusunu yırtan kara deliğin yerçekimi, en büyük hayali kaçışların vasıtasına dönüşür. 1979 tarihli *Le Trou noir* adlı filmde, bir uzay mekiği bir kara deliğe doğru çekilir. Kara deliğe varması, parçalanması ve plazmaya dönüşmesi gerektiği halde, uzay gemisi uzay-zamana fırlatılır. Kara delik, ışıltılı bir tür kozmik geçide dönüşür. Bu tema, *Contact* (1997) ve daha yakın bir zamanda *Interstellar* (2014) filmleri tarafından da işlenmiştir. Bu filmlerde senaristlerin bilimsel bilgi yoksulluğunun bir emaresini, hatta gizli bir geçit olarak "delik" etrafında

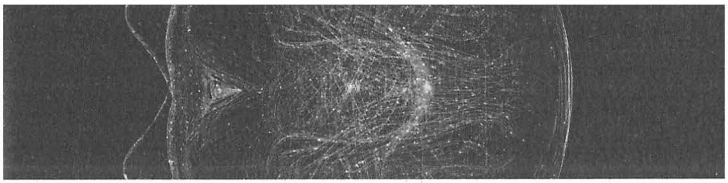
dönen basit kelime oyununu görmek mümkün, fakat daha ziyade *hard science*'tan ilham alan veya en azından bazı fizik teorisyenlerinin düşüncelerine oldukça yakın olan bir bilim-kurgu söz konusudur.

1935 yılında Einstein ve Nathan Rosen (1909-1995) genel görelilik denklemlerinin uzay-zamanın bir bölgesini bir başkasına bağlayan çözümlere izin verdiğini keşfetmişlerdi. Bu tekillikler, "Einstein-Rosen köprüleri" olarak adlandırılmıştı. 1960'lı yıllarda Wheeler bunları, solucanların toprakta kazdığı tünellerle paralellikten hareketle "solucan deliği" olarak adlandırdı. Söz konusu olan, bir tarafta madde ve ışığı soğuran bir kara delik ile diğer tarafta bunların fışkırdığı bir "beyaz pınar" arasındaki uzay-zamansal kestirme yollardır. Wheeler ayrıca bunların kararsızlıklarını da saptamıştı. 1988 yılında Kip Thorne (1940) ve Mike Morris, ilgili maddenin bir kısmının negatif kütleye sahip olması koşuluyla solucan deliklerini kararlı hale getirmenin teorik olarak mümkün olduğunu gösterdi. Bir solucan deliğinden geçmek mümkün müdür? Bizim bilgimize göre evrenin hiçbir yerinde negatif kütleli bir madde yok (ayrıca beyaz pınar gibi bir şeyi de asla gözlemlemedik). Yine de (astrofizikçilerinki de dahil olmak üzere) hayal gücü için yoğun bir imgeyi, onun simetrik imgesiyle dengelemek daima psişik bir keyif verir: Kodesin gizli geçidi akla getirmesi gibi, kara delik de beyaz pınara işaret eder.

İşte bu nedenle kara delik, kurtulamadığımız vahim ve çekici bir gök cisminden ibaret değildir. Hayal gücünü sınırları zorlamaya ve olduğu haliyle dünyadan kaçmaya teşvik ettiğinde, aynı zamanda bir coşku biçimi de barındırır. Depresyon sadece aşırı tembel imgelerin eğim çizgisidir.

Büyük teorik fizikçilerinki veya en iyi *hard science* yazarlarınınki gibi yaratıcı, hatta dâhiyane bir hayal gücüyse tersine kara delikte uzay ve zamanın kısıtlarından kurtulmak için bir teşvik unsuru bulur.





KARANLIK MADDE

Gizemler çok kurnaz olduğunda,
Işık içinde gizlenirler.
Jean Giono, *Ennemonde et autres caractères*

Bir gök cisminin, ışığının doğrudan gözlemlenmesiyle değil hesaplamalarla keşfedildiği olmuştur. 1844'te Alman gökbilimci Friedrich Bessel (1784-1846), Sirius yıldızının hareketindeki uyumsuzlukları görünmez bir eşlikçi cismin varlığına böyle atfetmişti; on sekiz yıl sonra gökbilimsel gözlüklerin kalitesinin gelişmesiyle, Sirius'a eşlik eden bir beyaz cüce yıldız keşfedildi. 1846 yılında Urbain Le Verrier (1811-1877) ve John Adams (1819-1892), Newton'ın yerçekimine uymuyor görünen Uranüs gezegeninin hareketlerindeki anormalikleri yine bilinmeyen bir gezegene bağlamıştı; Le Verrier'in bulgularını takip eden gökbilimci Johann Galle (1812-1910) hesaplanan konumdan bir dereceden az bir sapmayla, daha sonra Neptün olarak adlandırılacak bir gezegen gözlemledi. 1932 yılında Hollandalı gök-

bilimci Jan Oort (1900-1992), Güneş etrafındaki galaktik yerçekimi alanını, yakındaki yıldızların hız dağılımını inceleyerek belirlemeye çalışmıştı: Yıldızların, bunların hareketlerini açıklamak için gereken madde miktarının sadece yarısı kadarını temsil ettiği sonucuna vardı. Paralel olarak Amerikan-İsviçreli gökbilimci Fritz Zwicky (1898-1974), Coma Berenices (Berenice'in Saçları) kuzey takımyıldızının büyük kümesindeki galaksilerin hız dağılımını incelemişti. 1933 yılında ölçülen hızları açıklamak için gereken kütle miktarının, kümede bulunan galaksilerin kütlesinin 10 katı olduğunu gösterdi. Böylelikle "eksik kütle" gizemi doğmuş oldu. Bununla birlikte, yaklaşık elli yıl boyunca bu soru askıda kaldı. Gelgelelim, biriken verilerin, evrenin kütlesinin önemli bir kısmının az veya hiç ışık yaymadığı ve dolayısıyla doğrudan gözlemlenemediğini göstermesiyle mesele tekrar ön plana çıktı. Üstelik, bu karanlık maddenin boyutları birçok farklı ölçekte ortaya çıkıyor görünür: yerel olarak bütün galaksiler ölçeğinde, ama aynı zamanda galaksi kümeleri ve son olarak da bütünlüğü içinde gözlemlenebilir evren ölçeğinde.

Yerel karanlık madde

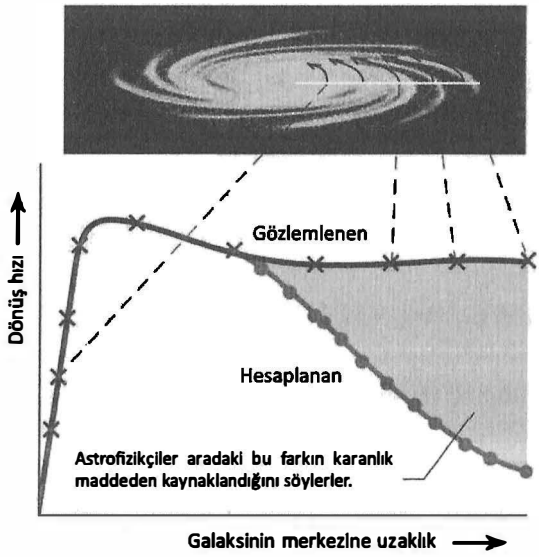
Bizimkisi, yani Samanyolu gibi spiral bir galaksi, aşağı yukarı 100.000 ışık yılı çaplı ve binlerce ışık yılı kalınlığında, ortasındaki şişkin bir diskte toplanmış yaklaşık 200 milyar yıldız içerir (ışık yılı, ışığın saniyede 300.000 kilometre hızla bir senede katettiği mesafedir ve yaklaşık olarak 9.460 milyar kilometreye karşılık gelir). Ayrıca yıldızlar arasında, yeni yıldızların oluşmasını sağlayan yıl-

dızlararası ortamı teşkil eden az çok yoğun ve sıcak gaz da bulunur. Bu yıldız ve gaz diskinin dinamiği, galaksinin dönüşünden doğan merkezkaç kuvveti ile madde diskinin kendi yerçekimi arasındaki dengenin bir sonucudur. Yıldızların büyük kısmının yörüngesi, yaklaşık olarak disk düzleminde bir dönüş hareketi ile bu düzleme dik bir salınım olarak ayrıştırılabilir. Salınım, yerçekimi kuvveti tıpkı bir membadaki gibi bir yenileme kuvveti olarak davranan maddenin yerel yoğunluğuna duyarlıdır. Oort'un yöntemi, tam da disk düzlemindeki dikey salınımların analizine dayanıyordu. Bu analizden, diskin yerçekimsel alanını ve dolayısıyla da kütle dağılımını ortaya çıkarıyordu. Daha sonra bunu, yıldızların yerel envanterinden hareketle elde edilen yerçekimsel alanla karşılaştırması yetiyordu. Yerel hareketleri açıklamak için Oort, gözlemlediği kütlenin iki katı bir madde yoğunluğuna başvurmak gerektiğini düşünüyordu. Bugün galaktik diskin karanlık maddesi meselesi, Hipparcos uydusunun astrometrik gözlemleri sayesinde halledilmiş görünüyor. Bu uydu, Oort'un elinin altında olmayan yaklaşık 120.000 yıldızla, daha kesin ve eksiksiz, yansız bir örneklem sağlamıştır. Nihayetinde diskin dinamik yoğunluğu, gözlemlenen yıldız yoğunluğuyla uyumludur ve diskte karanlık maddeye hiç gerek yok gibi görünmektedir. Aralık 2013'te fırlatılan astrometrik uydu Gaia aynı çalışmayı, bu sefer Hipparcos'tan 8.000 kat daha fazla yıldız örneği üzerinde gerçekleştirir. Öte yandan, yıldız dinamiğinin kavranması, tek bir yıldızlar diskinden çok daha kapsamlı olarak, bütün galaksi ölçeğinde hâlâ bir sorudur.

Galaksilerdeki karanlık madde

Amerikalı gökbilimci Vera Rubin (1928-2016), tayf ölçümü sayesinde spiral galaksilerin dönüşünü inceleyen ilk kişiydi. Diskteki yıldızların ışığının Doppler kaymasının gözlemlenmesi, galaksinin merkezine uzaklığın fonksiyonu olarak diskin dönüş hızının ölçülmesine olanak verir. Bu yöntem, merkezden on binlerce ışık yılı uzaklıkta bulunan parlak kenardan daha uzağa gitmeye izin vermez. Fakat nötr hidrojen bulutlarının radyo dalgalarıyla gözlemlenmesi, iki kat uzağa gitmeye olanak verir. Galaksinin merkezine uzaklığın bir fonksiyonu olarak dönüş hızının ölçülmesi, diskin bütününün yerçekimi alanının ve dolayısıyla da kütle dağılımının çıkarsanmasını sağlar. Böylelikle, bu sonuç yıldızların parlaklığına dayanan bir tespitle karşılaştırılabilir. Bu parlaklık, merkeze uzaklıkla üssel olarak azaldığı için kütlenin asıl kısmı merkeze yakın bölgelerde yer alıyor olmalıdır. Şayet bu hipotez doğruysa, dönüş hızı ilkin galaksi merkezinden uzaklaşırken artmalı, daha sonraysa daha büyük mesafelerde hızla düşmelidir. Oysa gözlemler çok farklıdır: Diskin dönüş hızı gerçekten de merkezden uzaklaşırken artar, fakat daha sonra azalmaz ve yaklaşık olarak sabit kalır. Bu da zayıf veya sıfır parlaklığa sahip bölgelerde ve diskin dışında önemli bir madde miktarı olduğunu akla getirir. Binlerce galaksi üzerinde yapılan sistematik incelemeler bu uyumsuzluğun evrensel olduğunu gösterir: Neredeyse tüm spiral galaksilerin dinamiğini açıklamak, "karanlık", yani görünmez bir madde fazlalığını gerektirir. Bu uyumsuzluğu izah etmenin bir yolu, yıldız diskinden 10-20 kat uzaklığa uzanan kabaca küresel, bü-

yük kütleli bir halkanın varlığına başvurmaktır. Oysa daha büyük uzaklıklarda yerçekimsel potansiyeli araştırmak için, yuvarsı kümeler veya uydu galaksiler gibi, Samanyolu'ndaysa iki Macellan Bulutu gibi daha uzak nesneleri gözlemlemek gerekir. Galaksimizin halkası yüz binlerce ışık yılı öteye uzanıyor görünür: Bize en yakın komşuyla, kendisi de kütleli bir halkaya sahip Andromeda galaksisiyle aramızdaki mesafenin mühim bir kısmını temsil eder bu uzaklık. Eğer böyleyse on milyonlarca ışık yılı düzeyinde bir yarıçapa sahip yüzlerce, hatta binlerce galaksiyi bir araya getiren bir kümede neler olur?



Şekil 8. Doğrudan ölçülen bir galaksinin dönüş eğrisi, parlak madde (yıldız ve gaz) dağılımından çıkarsanan dönüş eğrisinden farklıdır. Karanlık madde hipotezinin temelinde bu tespit vardır.

Galaksi kümelerindeki karanlık madde

Galaksi kümelerinde karanlık maddenin varlığına dair kuşkular, Coma kümesinde dinamik bir uyumsuzluk gözlemlemiş olan Fritz Zwicky'ye kadar uzanır. Bu uyumsuzluk, ışık yayan maddeden daha büyük miktarda görünmez bir karanlık madde devreye sokulduğunda ortadan kalkıyordu. Zwicky ilk tanıtlaması için klasik mekaniğin bir sonucuna, halkalanma teoremine dayanıyordu. Bu teorem, dinamik dengede kendi yerçekimiyle hareket eden bir sistemde, potansiyel enerjinin mutlak değerde kinetik enerjiye eşit veya bu enerjinin iki katı olduğunu öngörür ve bir kümenin kütlesini ölçülen iki miktarın fonksiyonu olarak tahmin etmeye olanak verir: kümeyi oluşturan galaksilerin tayfölçerle belirlenen ortalama hızı ile kümenin boyu. Böylelikle büyük kütleleri birbirine bağlamak için gereken kütlenin, dönüş eğrileri çalışmasından çıkarsanan karanlık madde katıldığında bile galaksilere tek tek atfedebileceğimiz kütleler toplamından kesinlikle çok daha büyük olduğu doğrulanır.

Bununla birlikte halkalanma yöntemi kuşkuludur. Öncelikle kümedeki galaksilerin doğru şekilde sayıldığından, kümenin dışındaki galaksilerin sayılmadığından ve çok zayıf parlaklıktaki galaksilerin atlanmadığından emin olmak gerekir. Sonra, dengelenme zamanı evrenin yaşını aşabileceği için, küme illa dinamik bir dengede değildir –bu ise halkalanma teoreminin uygulanma şartıdır. Son olarak, kümeye dair görüşümüz yanlıdır, zira bütün mesafeler ve hızlar görüş hattına yansıtılarak ölçülür. Bununla birlikte, ROSAT (Almanca *Röntgensatellit*'in kısaltması), XMM-Newton

(*X-ray Multi-Mirror*'ın kısaltması) ve Chandra (Nobel Fizik Ödülü alan Subrahmanyan Chandrasekhar [1910-1995] anısına) gibi özel uydular sayesinde X ışınıyla yapılan küme gözlemleriyle elde edilen sonuçlar tasdik edilmiştir. Kümelerin bu ışık aralığındaki güçlü salımı çok sıcak, bir milyon derecenin üstüne çıkan ve kümedeki galaksilerin içinde yüzdüğü bir gazdan kaynaklanır. Galaksiler arasındaki gazın X salımına dair yapılan analiz, aynı anda hem küme hem de gazın toplam kütlelerini belirlemeye olanak verir. Bu bilgilerin tamamı, yıldızların kümenin dinamiğinin gerektirdiği toplam kütlenin sadece %2-4'ünü temsil ettiğine ve sıcak gazın sadece %12-16'sını temsil ettiğine işaret eder. Bu da kümenin dinamiğini açıklamak için gereken kütlenin %80-86'sının eksik olduğu anlamına gelir. Bu sonuçlar, kümelerin ötesinde yer alan galaksilerin ışığının yerçekimsel bozulmalarının analizine dayanan daha yeni bir yöntemle de onaylanmıştır.

Kozmik seraplar

1986'dan sonra galaksi kümelerine dair birçok görüntü, biçimi bozulmuş galaksileri ortaya çıkarmıştı. Bunlar arasında en olağanüstü olanları, kümenin arkasında yer alan galaksilerin bozulmuş görüntüleri olarak yorumlanan devasa parlak yaylar sergiler. Burada söz konusu olan, Einstein'ın genel göreliliğinin öngördüğü "yerçekimsel seraplar"ın bir etkisidir. Daha önce görmüş olduğumuz gibi bu teori, uzay-zamanı maddenin varlığıyla biçimi bozulan elastik bir doku olarak betimler. Işık bükülmüş uzay-zamanın en kısa çizgilerini (jeodezikler) izleyerek hareket

eder. Işığın güzergâhı böylelikle maddenin mevcudiyetiyle sapar. Cam merceklerin ışık ışınlarını saptırmasına benzer şekilde, kütle de "yerçekimsel mercek" rolü oynar.

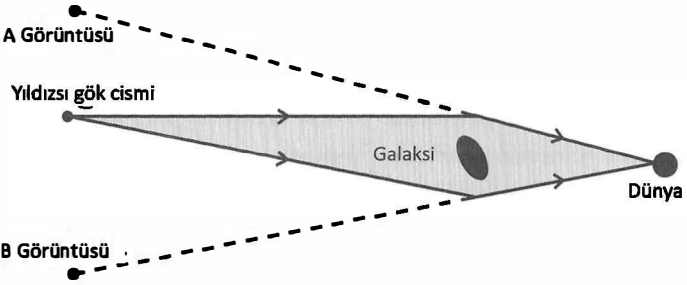
Gözlemlenen ışık yaylarının yerçekimsel seraplar olarak yorumlanması, biçimi bozulmuş görüntülerin tayf analiziyle de doğrulanmıştır. Uzaktaki bir nesnenin ışığı, evrenin genişlemesi nedeniyle kızıla doğru bir kaymaya maruz kalır. Bozucu bir rol oynayan kümeninkinden çok daha büyük olan, biçimi bozulmuş kaynakların kızıla kayması, bunları kesin bir şekilde küme arkasında konumlandırmaya olanak verir. Yaylardan daha sık karşılaşılan *minik yaylar*, kümenin alanı tarafından hafifçe biçimi bozulan arka plandaki galaksilerin küçük görüntüleridir. Bu biçim bozulmalarının dağılımı, yönelimi ve yoğunluğu bundan sorumlu kümenin kütle dağılımını bazı muğlaklıklarla beraber kayda değer bir kesinlikle hesaplamaya olanak verir. Tüm bu çalışmaların sonuçları yüksek kütleler verir ve böylelikle tamamen bağımsız olarak hız dağılımı incelemesi ve X ışını salınımı yoluyla elde edilmiş sonuçları doğrular.

Evren ölçeğinde karanlık madde

Yerçekimsel seraplar yöntemi, tüm gökyüzünü kapsayacak şekilde genişletilebilir. Uzaktaki galaksilerin ışığı, bunlar ile Dünya arasında mevcut olan madde tarafından saptırıldığı için, elde ettiğimiz hafifçe biçimi bozulmuş görüntüler evren ölçeğinde kütle dağılımını hesaplamaya izin verir. 1996 yılında Fransız astrofizikçi Yannick Mellier (1958) ekibiyle birlikte bütün evrendeki karanlık madde

miktarını ölçmeye ve bunun galaksi kümeleri arasındaki dağılımının bir haritasını çıkarmaya kalkışmıştı. Bu prosedür, 2012 başında Edinburgh Üniversitesi'nden İskoç gökbilimci Catherine Heymans yönetimindeki grup ve British Columbia Üniversitesi'nden Fransız gökbilimci Ludovic Van Waerbeke tarafından gerçekleştirildi. İki ekip, eşi benzeri görülmemiş bir kapsamda kozmozdaki karanlık maddenin haritasını çıkarmayı başardı. Karanlık maddeyi tespit etmek amacıyla, göğün dört farklı bölgesinde, çok uzaklardaki 10 milyonun üzerindeki galaksinin saldığı ışıktaki bozulmaları incelediler. Bilhassa Avrupa Uzay Ajansı için geliştirilmekte olan Euclid uzay uçuşu, evrendeki karanlık madde dağılımını ve bu dağılımın Büyük Patlama'dan sonra nasıl geliştiğini ölçmeyi amaçlamaktadır.

Ayrıca evrenin tamamında yer alan kozmolojik ışımanın incelenmesi de karanlık maddenin global birleşimini belirlemeyi sağlar. Bu fosil ışımanın, homojen 2.725 kelvin sıcaklığında bir kara cisim ışıması biçiminde gözlemlenebilir olduğunu hatırlatalım. Fakat minik sıcaklık homojensizlikleri, ilksel maddede yoğunluk homojensizliklerinin varlığına, yani gelecekteki galaksilerin tohumlarına ters düşer. Standart kozmoloji modeli çerçevesinde bu homojensizliklere dair istatistiksel incelemeler, evrendeki madde ve enerji yoğunluğunu tahmin etmeye olanak verir. Sonuç ise şaşırtıcıdır: Karanlık madde yoğunluğunun, sıradan madde yoğunluğunun 5 katı olması (%4,9 karşısında %26,8) dışında, toplam yoğunlukta da henüz tespit edilmemiş bir enerji bileşeni hâkimdir (madde için %31,7 karşısında %68,3; bir sonraki bölümde karanlık enerji ele alınacaktır).



Şekil 9. Yerçekimsel mercek etkisi. Bir galaksinin kütlesi uzaktaki yıldızsı bir gök cisminin ışığını saptırır. Dünya'daki bir gözlemci bu gök cisminin biçimi bozulmuş çoklu görüntülerini görür.

İlksel nükleosentez

Bilinmeyen maddenin varlığını bir başka argüman daha destekler. Geçmişte geriye doğru, kozmolojik arkaplan ışımasının salınmasından çok öncelere gidilecek olursa, evren, sıcaklığın 10 milyar dereceye vardığı bir evreden geçmiştir. Söz konusu evrede ısıl çalkantı o kadar şiddetliydi ki, güçlü nükleer etkileşim çekirdeklerin kararlılığını sağlayamıyordu. Dolayısıyla kozmik sıvı, içinde elektronlar, fotonlar ve nötrinoların kaynadığı bir nükleonlar (protonlar ve nötronlar) karışımından oluşuyordu. Nötrinolar önemli bir rol oynuyordu: Hiç durmadan nükleonlar tarafından soğurulan ve salınan nötrinolar, protonları nötronlara ve nötronları protonlara dönüştürüyor ve böylelikle aralarındaki dengeyi koruyordu.

Genişlemenin yardımıyla sıcaklık azaldı ve nötrinola-

rın artık nükleonlarla etkileşime giremediği bir an geldi ve böylelikle o zamana kadar hâkim olan denge bozuldu. Nötron çeyrek saatten kısa bir sürede bir proton, bir elektron ve bir nötrino olarak bozunan kararsız bir parçacıktır. Nötron korunumunun tek yolu, bir döteryum çekirdeği oluşturmak üzere protonla bir araya gelmesidir. Özellikle helyum-4, ama ayrıca helyum-3 ve lityum-7 çekirdekleri üreten nükleosentezin ilk aşaması budur. Üç dakika sonunda, evrenin genişlemesi nedeniyle oluşan soğuma bu ilk nükleer faaliyete bir son vermiştir. Çekirdeklerde kalan nötronların oranı nedir? Yanıt evrenin içerdiği madde miktarına bağlıdır. Şayet çok az nükleon varsa, protonlar ile nötronlar arasındaki karşılaşmalar enderdir, az miktarda döteryum üretilir ve nötronların büyük kısmı bozunur; durum böyleyse helyum-4, hidrojene göre düşük oranda üretilir. Tersine çok fazla nükleon varsa, protonlar ile nötronlar arasındaki karşılaşmalar sıktır, birçok nükleer tepkime oluşur ve helyum-4 oranı daha fazladır. Üstelik toplam madde miktarı genişleme hızını ve dolayısıyla da ilksel nükleosentezin gerçekleşme süresini etkiler: Kısa bir süre, az miktarda sentezlenmiş elemente karşılık gelecektir. Böylelikle mevcut helyum-4 oranına ilksel katkının ölçülmesi, evrende proton ve nötrondan oluşmuş madde (baryon maddesi olarak adlandırılır) miktarını belirlemeyi sağlar. Bulunan değer, yani %4,9, gözlemlenebilir evrendeki maddenin büyük bir kısmının, sıradan maddenin sadece %0,5'ini temsil eden gaz veya yıldız olarak ışık yayan bir biçimde kendini göstermediği fikrini pekiştirir.

Yeni bir yasa mı?

Gelgelelim, karanlık madde dışındaki hipotezler de tespit edilen dinamik uyumsuzlukları izah etmeye elverişlidir. Fizik yasalarını değiştirmeden karanlık madde gibi yeni bir öğenin varlığına başvurmak ("ontolojik" çözüm) yerine, bu yasaları değiştirerek teori ile gözlem arasındaki mesafe kapatılmaya ("yasal" çözüm) çalışılabilir. Böylelikle teorik çerçeveyi değiştirmek, yani yerçekimi dışında başka bir kuvvete başvurmak veya yerçekimi yasasının evrenselliğini sorgulamak tercih edilebilir. 1983'ten sonra İsrailli fizikçi Mordehai Milgrom (1946) tarafından geliştirilen "değiştirilmiş Newton dinamiği" (MOND, *Modified Newtonien Dynamics*'in kısaltması) olarak adlandırılan teorinin tercihi de bu son seçenektir. Milgrom, yerçekimi kuvvetinin çok zayıf ivmelenmeler için değişik bir yasaya uyduğunu koyutlar. Bu önerme; galaksilerin merkezindeki dönüş hızlarını açıklar, ama MOND teorisinin başarısı sadece bu ölçekle sınırlıdır. Galaksiler kümesi, özellikle de Kurşun kümesi (Carina Takımyıldızı) gibi bir yapıyı tanımlamak için kullanılması ayrıca baryonik olamayacak bir madde biçimine başvurmayı gerektirir. Yeni yerçekimi yasası için hareket alanı, Güneş Sistemi'nde söz konusu olan genel göreliliğe uygulanan birçok testin kesinleştirici sonuçlarıyla oldukça sınırlanmıştır. Ayrıca yerçekimi çok büyük ölçeklerde sınanmış ve bu, yerçekimsel mercekler, galaktik kümeler ve galaksilerin hızlarıyla ilişkili göreli verilerin büyük bir beceriyle birleştirilmesiyle gerçekleşmiştir. Bunların sonuçları alternatif teorilerin bazılarını neredeyse kesin bir şekilde geçersiz kılar. Başka hiçbir teori, karanlık

maddeye başvuran teori kadar verimli görünmemektedir: Bu teori, araya gizemli bir fiziksel öğe sıkıştırsa da, en basit açıklamayı sunar.

Karanlık maddenin doğası ne olabilir?

Karanlık madde, sadece yerçekimsel faaliyetiyle biliniyorsa neden oluşmuştur? Alternatifler basit görünüyor: ya zaten bilinen maddenin ("baryonik" olarak adlandırılan maddenin) ışık saçmayan bir biçiminden ya da bildiğimiz maddeye göre çok daha yaygın olan bilinmeyen bir madde biçiminden ("baryonik olmayan" maddeden) oluşmuştur. Bu madde hangi biçimde bulunabilir? Birçok aday vardır.

Gaz ve toz genelde salım veya soğurum çizgileriyle tespit edilebilir ve bu anlamda gerçekten karanlık değildirler. Bunlar, gaz kütlesinin görünür yıldızların kütlesiyle karşılaştırılabilir olduğu galaksimizin diskinde görece önemli bir miktarda bulunurlar. Fakat gaz ve toz kütlesi, bir galaksinin dönüş eğrisini izah etmek için yine de yetersizdir. Halkanın tamamen yayılmış gazdan oluşmuş olması bir seçenek değildir: Böyle olsaydı denge sıcaklığı yaklaşık bir milyon derece olurdu ve gözlemlenenden çok daha yoğun bir X ışımasının salınmasına neden olurdu. Atomsal hidrojen çok fazla incelenmiştir ve yeterince bol olmadığı açıktır. Öte yandan, doğrudan tespit edilebilir olmayan moleküler hidrojen bolluğu üzerinde neredeyse hiçbir baskı yoktur.

Nötron yıldızları ve kara delikler, bilhassa karanlık olan adaylardır. Evrenin başlangıcında, büyük kütleli bir ilk yıldızlar dalgası, nihai çöküşleriyle bunlardan çok sayıda yaratmış olabilir. Baryonların %90'ının nötron yıldızları veya

kara deliklerde son bulması için, küçük kütleli (Güneş'in kütlesinin 2-4 katından daha az kütleli) yıldız sayısı çok düşük olmalıdır. Sorun şu ki, galaksimizin diskindeki yıldızların %70'inin kütlesi Güneş'in kütlesinin iki katından daha az bir kütleye sahiptir. Diğer yandan, nötron yıldızına veya kara deliğe dönüşmeden önce, büyük kütleli bir yıldız süpernova halinde patlar. Böylelikle kütlesinin büyük bir kısmı yıldızlararası ortama saçılır ve patlama sırasında sentezlenen demir gibi ağır çekirdeklerle kütleyi zenginleştirir. O halde bunların miktarı gözlemlenenden çok daha fazla olacaktır. Son olarak, bir kara delik tarafından yakalanan yıldızlararası gaz da, düşüşü sırasında maruz kaldığı yoğun ısınma nedeniyle tespit edilebilir şekilde kızılötesinde ışıma saçacaktır. Fakat bu tür hiçbir aşırı kızılötesi ışın tespit edilmemiştir.

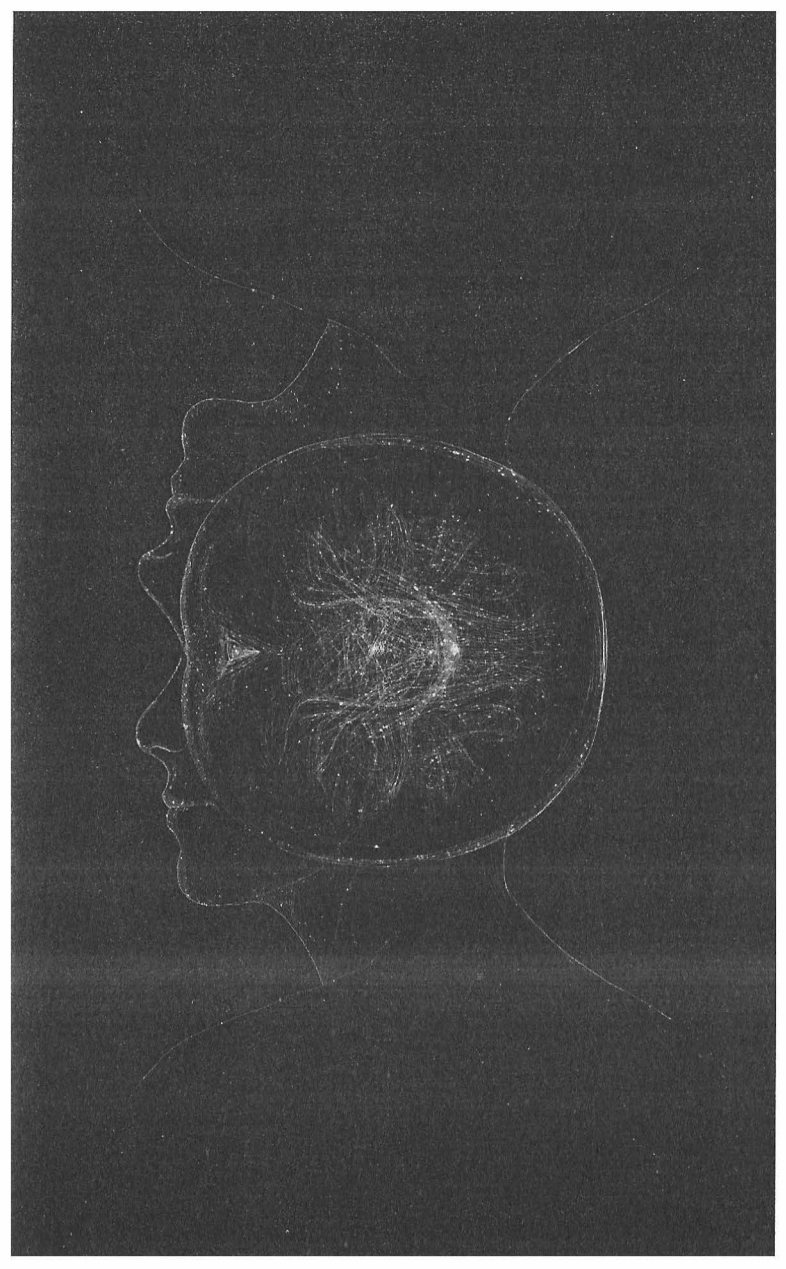
Az ışık saçan başka tür nesneler de vardır. Örneğin, kahverengi cüceler. Bunlar, Güneş'in kütlesinin 0,08 katından daha az olan küçük kütleleri, termonükleer füzyon tepkimelerine ev sahipliği yapmasına izin vermeyen başarısız yıldızlardır. Beyaz cüceler de küçük boyutları nedeniyle az ışık saçarlar. Bunlar Güneş türü bir yıldızın evrimi sonucunda oluşurlar. Büyük kütleli yıldız kadavraları olan nötron yıldızlarıysa hiç ışık saçmazlar.

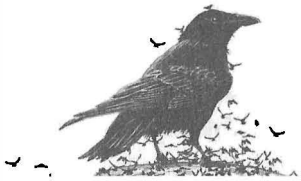
Nötron yıldızı, kara delik, beyaz cüce, kahverengi cüce MACHO kısaltması (*Massive Compact Halo Objects* [Büyük Kütleli Sıkı Halo Cisimleri]) altında sınıflandırılır. Bu nesneler, bir galaksinin büyük kütleli halkasını açıklamak için yeterli miktarda olabilir mi? EROS (*Expérience pour la Recherche d'Objets Sombres* [Karanlık Nesnelerin Araştırılması Deneyi]) projesi bu soruya yanıt vermek üzere özel olarak

geliştirilmiştir. Samanyolu'nun iki küçük uydu galaksisi olan Macellan Bulutları'ndaki milyonlarca yıldızın parlaklığını bir teleskop her gece ölçmüştür. Amaç, galaksimizin halkasındaki karanlık bir cisminin geçişinin, gözlemlenen yıldızlardan birinin gözlem hattında neden olduğu geçici parlaklık artışını tespit etmekti. Yine bir yerçekimsel mercek etkisi söz konusuydu. On yıl süren bir takip, Samanyolu'nun karanlık halkasının büyük oranda az ışıklı gök cisimlerinden oluşması olasılığını ortadan kaldırmaya izin verdi ve böylelikle baryonik karanlık maddenin doğasına dair gizemi çözülmemiş halde bırakmış oldu.

Daha sonraları, astrofizikçilerin büyük bir kısmı baryonik olmayan karanlık maddenin varlığına ikna oldular. Umutlar bir an için, maddeyle çok az etkileşime giren bir parçacık olan nötrinoya bağlandı. Fakat nötrinonun kütlesi sıfır olmasa da baryonik olmayan karanlık maddeyi izah edemeyecek kadar zayıftır. En iyi koşulda, nötrinolar evrendeki madde toplamına yıldızlar kadar katkıda bulunur. Nötrino dışında, parçacık fiziği, baryonik olmayan karanlık maddeye karşılık gelebilecek hiçbir parçacığı kesin olarak bilmemektedir. Yine de, parçacık fiziğinin standart modelinin kapsamını genişletmeyi hedefleyen yeni teorik gelişmeler uygun aday olabilecek yeni parçacıkların varlığını öngörür. Bunlar WIMP (*Weakly Interactive Massive Particles*, kısaltmanın İngilizcedeki anlamı "pısırık"tır) genel adı altında sınıflandırılır ve büyük kütleli, kararlı, maddeyle çok az etkileşime giren bir parçacık sınıfını teşkil ederler. "Nötralino" olarak adlandırılan en hafif yeni parçacık bunlardan biri olabilir. Fizikçiler bu parçacıkları Cenevre, CERN'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı gibi dev hızlandı-

rıcılarda tespit etmeyi umuyorlar. Ayrıca, kayalıklar altında yüzlerce metre derinliğe veya Güney Kutbu'nun buzullarının altına yerleştirilmiş dedektörlerle bunların olası varlıklarını tespit etmeye çalışıyorlar. Karanlık maddenin parçacıklarının, makinelerin atomlarıyla ender etkileşimlerini tespit etmek amacıyla, başka tür parçacıklara karşı muhafaza etmek için yeraltında çalışıyorlar. Bu deneyler oldukça hassastır, zira birçok parazit kaynağıyla karşılaşırlar. Birkaç ekip, karanlık maddeden kaynaklanması gereken sinyaller gözlemlediğini duyurmuş, fakat diğer gruplar bu sonuçların geçersizliğini açıklamıştı. Mesele bugün hâlâ kapanmış değil. Deney uzmanları, dedektörlerin hassaslığını sürekli artırdığı için önümüzdeki yıllarda durum açıklığa kavuşabilir. Tüm çabalara rağmen araştırmalar meyve vermezse, karanlık madde fikrini savunmak muhakkak çok güçleşecektir. Ne olursa olsun, sıradan maddenin kökenlerini arayışlarında, astrofizikçiler evreni egzotik bir maddeyle doldurmuştur ve bu maddenin izinin sürülmesi muhtemelen bu yüzyılın en büyük bilimsel maceralarından biri olacaktır.





KARANLIK MADDE[1] SİMYACILARI

Böylelikle modern şair, karadan daha kara olan karayı ("Nigrum nigrius nigro") arayan simyacının kadim kara düşlemini yeniden bulur.

Gaston Bachelard, *La Terre et les Rêveries du repos.*

1930'lu yıllarda İsviçre kökenli Amerikalı gökbilimci Fritz Zwicky, Coma Berenices Takımyıldızı'nın bir kümesinde bazı galaksilerin anormal yüksek göreli hızlarını gözlemlemişti. Yerçekimsel etkilerle izah edilmeleri gerektiğinde ise bu hızların gözlemlenen maddeden çok daha büyük bir kütlenin varlığını gerektirdiği sonucuna varmıştı. Meslektaşları ikna olmamış, hatta şüpheci tavırlarını Zwicky'yi hipotezini sınamak için gereken gözlem süresinden mahrum bırakmaya varıncaya dek ileri götürmüşlerdi. Fevri bir mizacı olan Zwicky, bu kişilere karşı, düşmanca alaylarla

1 Fransızcada "karanlık madde" değil, "kara madde" söz konusu olduğunu bir kez daha hatırlatalım. –*çn*

kendini gösteren büyük bir öfkeye kapılmıştı. Yavaş yavaş yalnız kaldı. Bazıları, sürgünün nedeninin Zwicky'nin "yalnız kurt" mizacı olduğunu söyleyen karanlık bir efsane yaydı. Ne olursa olsun, Zwicky'nin sözü dinlenmediği için gökbilim ve astrofizik kırk sene kaybetti. Karanlık maddenin kökeninde *görülmek istenmeyen* bir şeyler var gibiydi.

Günümüzdeyse temayül ters yüz olmuş gibidir: "Madde"ye eklenen "karanlık" sıfatı daima bu gizemli tözü gözlemlemenin güçlüğüne, hatta imkânsızlığına işaret etse de, bu karanlık daha ziyade araştırmalar için teşvik edici bir rol oynuyor. Neredeyse bütün astrofizikçiler göremedikleri halde karanlık maddeye inanıyor. Böylelikle karanlık, bu hipotezin tözselleşmesine katkıda bulunuyor. "Karanlık", bilinmez olduğu için bu egzotik madde bilim insanlarının hayal gücünü alevlendiriyor. Karanlık oluşu, klasik araçlarla tespit edilemediğini gösteriyor, ama bu yetersizlik artık muhtemel bir yokluğun göstergesi olarak yorumlanmıyor: Aksine, çılgın teorik spekülasyonları meşrulaştırıyor gibi görünüyor! Karanlık madde, bütün astrofizikçiler ve parçacık fizikçilerinin peşinde olduğu gizli tözdür.

Karadan daha kara olan bir kara

Karanlık maddenin imgesel çağrışımlarını incelemek için esrarlı bir sanatın imgelerini ve ifşa ediyor gibi yaptığı şeyi gizlemeyi seven bir sözün kaynaklarını seferber edeceğiz: hermetik külliyatı. Astrofizik ile simya arasındaki bu yakınlaşma, kesinlikle geçmişin simyacılarının araştırmalarının çağdaş bilim insanlarınkiyle gerçek bir ilişkisi olduğu anlamına gelmiyor. Biz bunu *imgesel düzlemde* ileri

sürüyoruz, çünkü bizzat simyacıların "kara madde"[1] olarak adlandırdığı, ama daha çok "kara yapıt" olarak bilinen şey hakkındaki çalışmalarda hermetik yazılar madde, gizem ve karalığı ilişkilendiren birçok imge sunar. Dolayısıyla, kara maddeye dair simya imgesinin karanlık maddeye dair astrofiziksel hipotezle temasla birlikte nasıl uyandığını ve dönüştüğünü ve rengini belki de karanlık maddeye nasıl verdiğini inceleyeceğiz.

Astrofizikçilerin karanlık maddesi gibi simyacıların kara maddesi de her şeyden önce gök cisimlerinin ışığına karşıdır: Güneş'in aydınlatmayı asla başaramadığı bir gölge gibidir. Gizemli bir şekilde Alman simyacı Michael Maier (1569-1622) daha önce bu gizemli gölge ile gökbilimcinin sanatı arasında bir bağlantı kurmuştu: "Gökbilimde gölgelerin faydası öyle büyüktür ki, bunlar olmadan gökbilim tam anlamıyla tamamlanmaz," (*L'Atalante fugitive*, 1618, s. 189). Maier'in söylemi, cisimlerin yansıttığı gölgeye başvurarak başlar: "Güneş, cisimlerin yoğunluğuna nüfuz etmez; dolayısıyla her şeyin gölgesi Güneş'e karşıdır: Kuşkusuz şeylerden daha değersiz olsa bile, yine de kendilerine birçok kolaylık sağladığı için gökbilimciler bu gölgeyi kullanır," (*a.y.*). Hermetik metinlerde yazarın düşüncesini takip etmek her zaman kolay değildir, fakat Maier'e göre gölgelerin gökbilimciler için faydası, cismin *içinde* gizli bir başka gölgenin varlığı, yani karanlık madde lehine bir argümanmış gibi görünür.

Bachelard, simya incelemelerini okumayı çok severdi. Ayrıca daha önce kara cisim konusunda görmüş olduğu-

1 Fransızcada, Türkçeden ve İngilizceden farklı olarak "karanlık madde" ve "kara madde" terimleri tek bir terimle, "matière noire" ile karşılanmaktadır. –*çn*

muz gibi, şeylerin tözünde gizlenmiş karalık fantezisine çok büyük bir ilgi gösteriyordu. Bilhassa şu paradoksal fanteziyi severdi: Tözsel kara, *kara dış yüzün altında* saklanabilir. Gizli karaya dair imgesel arayış, "körelmiş karalığın altında işleyen o keskin karayı, uçurum rengini veren o tözün karasını" (*La Terre et les Rêveries du repos*, s. 35) gün yüzüne çıkarmak için en iyi gizlenme yerinde, yani bizzat karalığın kalbinde aramayı gerektirir.

Zwicky'ye göre bazı galaksilerin öngörülen hızları ile gözlemlenen hızları arasındaki fark, meslektaşlarını, kendisini eksik kütle hipotezine götüren uyumsuzluğu dikkate almaya zorlamalıydı. Gözlemlenen hızları açıklamak için genel görelilik çerçevesinde kalınırsa, bildiğimiz haliyle maddenin evrenin kütlesinin yalnızca küçük bir kısmını temsil ettiğini kabul etmek gerekir. Kuşkusuz fizikçiler yeni varlıklar icat eden ontolojik türdeki bu hipotezle kısıtlı değildir kesinlikle: Roland'ın açıkladığı gibi, yerçekimi yasalarını değiştirmeyi tercih edebilirler. Bu tür bir "yasal" çözüm bilhassa MOND (*Modified Newtonian Dynamics*-Değiştirilmiş Newton Dinamiği) teorisinin taraftarlarınca savunulur. Newton'ın ikinci yasası (atalet ve ivmenin fonksiyonu olarak kuvveti tanımlayan yasa) değiştirilecek olursa karanlık madde diye bir şey var olmayacaktır; karanlık madde bir gerçeklik değil, standart teorinin eksikliklerinden kaynaklanan bir gölge olacaktır. Gelgelelim bu ontolojik tereddüdü daha önce simyacıların kara madde konusundaki spekülasyonlarında bulabiliriz. Maier için kara madde vardır, ama sıradan bir töz değil sadece bir gölgedir; dolayısıyla evrende gözlemlenebilir tözlerle karşılaştırıldığında varlık-dışı bir şey gibidir: "Varlık-dışına yakın

olsa bile gölge çok faydalıdır: Karadan daha kara olan Kara [*noir plus noir que le noir*] olarak Filozofların gölgesi böyle belirir," (*a.y.*). İşte, kara maddenin karasına dair imgesel özgüllüğün tanımı budur: "Nigrum nigrius nigro", yani *karadan daha kara olan kara.*

Astrofizikçilerin karanlık maddesi "karanlık" (Fransızcada "kara") olarak adlandırılır, çünkü elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla tespit edilemezler. Fiziğin kara fikirlerinin, genel olarak gözlemlemeyi başaramadığımız şeylere işaret ettiğini biliyoruz. Yine de fiziksel karanın önceki anlamlarıyla ilişkili olarak tekrar vurgulamamız gerekiyor: Kara delik görülemez, fakat karşılaştığında ışıkla etkileşime girer ve ışığı soğurur. Öte yandan karanlık madde, kendisini kateden ışıkla hiçbir etkileşime girmez; ışık yaymadığı gibi soğurmaz da. Karanlık madde ışık ve sıradan maddeyle sadece yerçekimi aracılığıyla etkileşime girer. Dolayısıyla karanlık maddenin karalığı, fizikteki karanın alışılagelmiş anlamının ötesine geçer; karanlık maddenin karası "karadan daha kara olan bir kara"dır. Hatta "kara" sıfatının sonuçta görünmez, elle tutulamaz ve şeffaf olan bir madde için uygun olup olmadığı bile sorulabilir. Bu karalık azimle gizlenir ve bu da tuhaf bir şekilde şüphe uyandırmak yerine varlığına inancı pekiştirir. İmgesel olarak, kara olan istikrara sahiptir.

Ad hoc (hatta katı bir pozitiviste göre metafizik) bir hipotez olan karanlık madde bir *tözleştirmenin* sonucudur. Eksik kütle her şeyden önce bilimsel modelin merkezindeki bir sorun, bir uyumsuzluktur. "Karanlık madde" [*matière sombre*] (İngilizce karşılığı *dark matter*) yalnızca sorunlu bir çözüme işaret etse de, kara madde [*matière noire*] basit

bir hipotezden fazlasıdır. Bazı bilimsel söylemlerde tartışılmaz bir gerçeklik statüsü kazanır. Karanlık maddenin "haritası" çıkarıldığında, bazıları bunu bir gerçekliğin dolaylı gözlemi gibi sunar, fakat aslında sadece gözlemleri izah etmek için hipotezin zorunlu kıldığı, dijital simülasyonla elde edilmiş bir temsil söz konusudur. "Madde" olarak adlandırıldığı ve "karanlık" olduğu söylendiği için eksik kütle böylelikle hayali bir istikrar edinir.

Bilim insanlarının asla gözlemlenmemiş tözlerin varlığını koyutlamasında kızılacak bir şey yok. Teorik tahminlerle ilişkili büyük bir farklılık karşısında, bilim insanlarının genelde oldukça riskli iki çözüm arasında tercih yapmak dışında bir seçeneği yoktur: teoriyi değiştirmek veya mevcut teorik çerçevede yeni bir unsur icat etmek. Hangisinin en iyi strateji olacağını önceden bilmenin hiçbir yolu yoktur. Yine de "karanlık" nitelendirmesinin bu bakımdan nötr olmaması çarpıcıdır: Kuşku duymaya sevk etmek yerine güvenmeye sevk eder. Karanlık, birbirine zıt iki imgesel dinamiği bir araya getirir: Maddeye inancı pekiştirmesinin yanı sıra, bu maddenin kaçınılmaz şekilde erişim dışında olduğu hissini verir. Karadan daha kara olan bu kara öyleyse gizemli bir düşünceye mi özgüdür? Yoksa, dönüşmesini beklerken sadece geçici midir?

Kara yapıt

Simyada *Nigredo* veya kara yapıt sadece bir aşamadır. Bu aşamadan sonra beyaz yapıt ve onca beklenen büyük yapıtın başarıya ulaşması anlamına gelen kırmızı yapıt gelir. Çile ve sonrasında gelen yeniden diriliş, Mısır, Orfeus ve

Hıristiyanlık imgelerini kullanan simyacılar, karalık üzerinden geçişi maddeye dair gerçek bilginin elde edilmesinden önce kaçınılmaz olan vahim bir aşama gibi sunar: "Kara veya karartılmış bu kütle anahtardır, başlangıçtır [...] bu Karalık hakiki işleme tarzını gösterir; zira kütlenin biçimi gerçek doğal bozulmayla bozulduğu için, bu bozulmayı söz konusu Maddede yeni bir düzenleme oluşumu takip eder," (Bernard le Trévisan, *La Parole délaissée*, XV. yüzyıl, s. 428). En parlak ihtişama erişmek için anahtar olmasıyla, kara maddenin çok iyi korunduğunu varsaymak doğal görünür. Kara maddenin gizemlerinin keşfinden doğan bu heyecanın anılması oldukça anlamlıdır. Biraz abartacak olursak, astrofizikçilerin araştırma yöntemleriyle değilse de nesnelerinden büyülenmeleriyle, felsefe taşını arayışta simyacılara katıldığı söylenebilir: Onların karanlık maddesi de ilksel ve gizlidir. Yoksa ilksel olduğu için mi gizlidir?

Simyacılara göre kara madde Satürn ile yakın bir ilişki içindedir; halkalı gezegen, Roma'da antik zaman tanrısı ve kurşunu üst üste bindiren simge olarak Satürn. Bu Satürn, kara maddenin "babasıdır", onu korur ve gizler. Kendi üzerine kapanmış gibi ışığı reddeden gizli bir töz haline getirir:

> "Satürncü arzu, içindeki yaldızlı çocuğu gri biçimi içinde değil, karanlık bir parıltı içine kapatır [...] kara mantosuyla üzerini örter [...] sabit ölümde maddeselliğin en üst derecesine varan özgür arzunun (altın cisim) özünü oluşturur; bununla birlikte ölüm değildir, göksel ilahi özü temsil eden bir kapanıştır." (Jacob Boehme, *De la signature des choses*, 1621, s. 29)

Kireçleme veya asitte çözündürerek elde edilen kara yapıt iğrençtir, dışkıyla kıyaslanabilir *ve* aynı zamanda son

derece değerlidir, çünkü kurşunu altına dönüştürerek felsefe taşını üretmesi beklenen büyük yapıtın ilk aşaması söz konusudur. Benzer şekilde karanlık madde de, başlangıçta sadece talihsiz bir uyumsuzluğu izah etmenin bir çaresiydi, fakat astrofiziğin Kutsal Kaseleri'nden birine dönüştü; doğasını aydınlatmayı başaracak kişi evrenin kavranışına ve Nobel Ödülü'nün altınına doğru dev bir adım atmış olacak.

Kozmozun animası

Karanlık maddenin varlığını kabul eden kişi için yeni bir evren kendisini göstermeksizin ifşa eder: Evrende görebildiğimizden çok daha fazla madde var olmalıdır! Sonuç olarak, sıradan madde gerçek maddenin ince bir köpüğünden ibaret olacaktır. Teorik perspektifin böyle ters yüz edilmesi, bilinçdışı yaşamın psikanalitik keşfiyle kıyaslanabilir: Bilinçli varoluşumuz, zihnimizde kurulanların sadece küçük bir kısmıdır ve ayrıntılı düşüncelerimiz ve bilinçli kararlarımızla açıklayamayacağımız birçok şey yapmaktayızdır. Jungcu itaat psikanalizi, ancak bastırılmış gölge kısımlarını, rahatsız edici ve bazen tehlikeli yönlerini kabul ettiğimiz zaman hakiki kişiliğimizin bilincine vardığımız olgusu üzerinde ısrar eder. Carl Gustav Jung, kabul edilen, değer verilen ve etkiyen kişiliğimiz olan *animus*'tan farklı olarak psişemizin bu yönünü, karanlık ve gömülü ruh anlamına gelen *anima* olarak adlandırır. *Anima,* her ne kadar psişenin pasif ve karanlık bileşeni olsa da, aynı zamanda en önemli kısmıdır da. Bu analojiyi sürdürürsek, karanlık madde, kozmozun *anima*'sı olacaktır.

Jung, simyacıların kitaplarında ruhun bu temel ikiliği-

nin taç giymiş hermafrodit biçiminde birçok temsilini buluyordu. Simyacıların yazıları ve gravürleri bu tür arketiplerle doludur ve psikanalist için değerli bir malzeme teşkil eder. Deneyim tarafından gerçek anlamda kısıtlanmadan simgelerle oynadığı oranda simya, kolektif bilinçdışının arketiplerini simyasal "töz" üzerine oldukça özgür bir biçimde yansıtır. Gelgelelim, karanlık maddenin doğasına ilişkin olarak astrofizik de deneyimsel referans noktasından yoksun haldedir. Astrofizik, en spekülatif parçacık fiziğinin neşeyle hücum ettiği bakir bir toprak bulur. Aslında devasa kütle açığını kapatmak için astrofizikçiler ilk önce umutlarını hâlâ "karanlık madde" [*matière sombre*] olarak adlandırdıkları şeye, yani beyaz cüce, kahverengi cüce ve kara delikler gibi gözlemlenmesi güç klasik maddeye bağlamıştı. Bu gök cisimleri, tabir caizse, karanlık maddeye biraz renk katıyordu. Fakat bu yeterli olmaktan çok uzaktı. Daha sonra birçok egzotik madde çeşidi, yani bilinen maddeden farklı olan ama bazı teorik modellerce müsamaha gösterilen maddeler icat etmek için, astrofizikçiler, parçacık fiziğindeki teorisyen meslektaşlarına başvurdular. Bu sayede makrokozmoz ile mikrokozmoz arasında bir bağlantı kuruldu.

Makrokozmoz ile mikrokozmozun birleşmesi

Böylelikle, maddenin geri kalanıyla çok az etkileşime girdiği için şu âna kadar tespit edilememiş kütleli parçacıklardan oluşan "soğuk" (yani ışık hızına göre yavaş) karanlık madde ortaya çıkacaktı. Ayrıca bilinen üç nötrino biçiminin bir bileşeni olduğu "sıcak" (ışık hızına yakın bir hızda

hareket eden) karanlık madde; son olarak da temel bileşeni dördüncü nötrino biçimi, "steril" (steril olarak adlandırılmasının nedeni maddeyle iletişime girmemesi ve dolayısıyla da tespit edilememesidir) nötrino olan "ılık" karanlık madde ortaya çıkacaktı. Bazı simyacılarsa, karanlık madde hakkındaki spekülasyonlarını Antik Çağ'daki atomistlerin doktrinlerine yaklaştırıyordu: "Öyleyse neşelen, çünkü kuşkusuz kısa zamanda kömür gibi karayı göreceksin ve bileşenlerinin tüm öğeleri atomlara dönüşecek" (Eyrénée Philalèthe, *L'Entrée ouverte au palais fermé du roi*, 1645, s. 672). Söz konusu atomlar, Demokritos'un, Epikuros'un ve Lukretius'un atomlarıdır. Bunların sadece metafiziksel varoluşu vardır.

Astrofizikçiler için fiziğin başka bir branşıyla aranan mutabakat tek ilerleme yoludur ve *a priori* olarak yeni kısıtlamaları temsil eder. Yine de karanlık maddenin doğası hakkındaki hipotezlerin çoğalması sorun yaratmak için yeterlidir. Kaba analojimizi sürdürürsek, astrofizikçilerin eksik kütlesini telafi etmek için parçacık fizikçilerinin egzotik parçacıkları çoğaltmaya sürüklenmesinin, tıpkı doğada hiçbir yerde bulunmadığını ve savundukları teknik işlemlerle üretilmesinin imkânsız olduğunu maskelemek için simya incelemelerinin karanlık maddeye atfedilen adları ve simgeleri çoğaltmasına benzediğini ileri sürebiliriz. Dolayısıyla, kara yapıt aynı zamanda "kara Zift", "yanmış Tuz", "erimiş Kurşun", "bulanık Pirinç", "Magnezya", "Jean'ın Karatavuğu", "Garp", "karanlık", "cüzzam", "ölüm", "Cıvanın tozlaştırılması" veya "Hades" olarak da adlandırılır. Zift, Tuz, Kurşun, Pirinç, Cıva ve Magnezyanın başharflerinin büyük yazılmasının, bu terimlerin normalde işaret

ettiği maddelerle hiçbir şekilde aynı olmadığı anlamına geldiğini söylemeye gerek bile yok.

"Karga başı" en sık karşımıza çıkan ifadelerden biridir: "Tozlaştırma" işleminin bir aşamasında, imbikte bulunan maddenin bir kısmının kara buhar olarak uçucu hale gelmesinin beklendiği anlaşılıyor; karga "uçucu bir kara" olduğu için bu töz "karga başı" olarak adlandırılmıştır... Bununla beraber, mitoloji iyi iş çıkarır: Karga aynı zamanda Yunanlarda Zaman tanrısı olan Khronos'la veya Latinlerdeki eşdeğeri Satürn'le; İskandinavlardaki Yaşam, Ölüm, Savaş ve Büyünün tanrısı olan ve Düşünce ve Belleği simgeleyen iki karganın eşlik ettiği Odin'le ilişkilidir. Sözcük dağarcığının zenginliği ve simgelerin tutarlılığı, maddi referansın boşluğunu gizler. Hiçbir simyacı neden bahsettiğini asla berrak bir şekilde söyleyememiştir. İnceleme konusuyla büyülenmiş simya uzmanlarının hatırlattığı gibi, bir simyacının bu unvanı taşımayı artık hak etmemesi için kendisini açıkça ifade etmesinin yeterli olacağı doğrudur. Simya, özü itibariyle elinde bulunduğunu iddia ettiği gizleri saklayan bir sanattır.

Makrokozmozun kütlesi ile mikrokozmozun çeşitlilikleri arasında birlik arayışlarında astrofizikçiler ve parçacık fizikçileriyse şeffaf davranır. Yine de karanlık madde arayışları en az simyacılarınki kadar belirsizdir. Parçacık hızlandırıcılar tüm avantajlarıyla imbiğin yerini alır, fakat onların da elleri boş döndüğü olur. Sözgelimi, soğuk karanlık maddenin "simetrik" parçacıklardan oluştuğu, yani her bir bozona bir fermionun karşılık geldiği ve tam tersinin de geçerli olduğu varsayılıyordu. Parçacık fizikçileri arasında oldukça popüler olan standart modelin bir uzantısı, "sü-

persimetri" tarafından varlıkları öngörülmesine rağmen, bu yeni parçacıklar şu âna kadar kesinlikle gözlemlenmemiştir. Ne yazık ki bunların hiçbiri CERN'de çalıştırılan büyük hadron çarpıştırıcısı (LHC) tarafından henüz tespit edilememiştir ve bazı teorisyenler söz konusu teorinin muhtemelen "öldüğü"nü tahmin etmektedir.

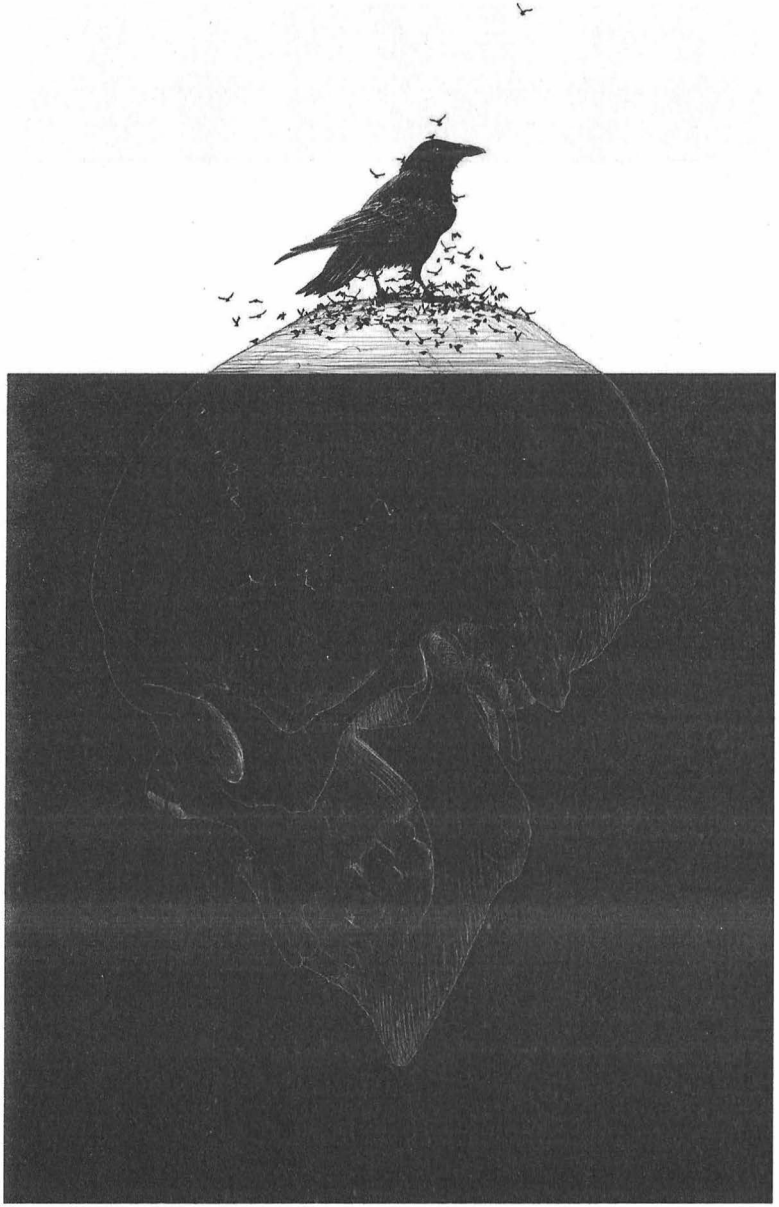
Sıcak karanlık madde ise varlıkları doğrulanmış parçacıklardan, yani nötrinolardan oluşmaktadır. Yine de bunların sayısı ve kütlesi sorunun sadece küçük bir kısmını çözer. Ilık karanlık maddeyi oluşturacak steril nötrinoysa sadece başka bir nötrino biçimine dönüştüğünde maddeyle etkileşime girer ve dolayısıyla da asla doğrudan gözlemlenemeyecektir. Yalnızca nükleer santrallerden kaynaklanan hafif bir nötrino akısı eksiği, steril nötrinonun varlığını sezdirir. Her koşulda bu ılık karanlık maddenin düşük miktarı da dev kütle eksiğini açıklayamaz. Karanlık madde, kuşkusuz eksik kütle sorununa bir çözümdür, ama bu çözümün bizzat kendisi sorunludur: karanlığı karanlıkla açıklar, "obscurium per obscurius"

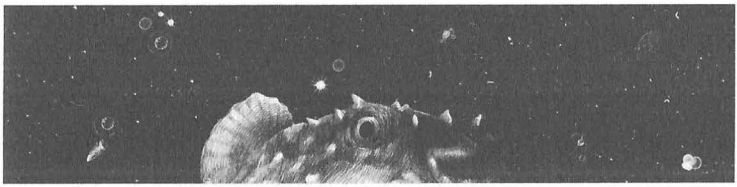
Karanlık madde hakkındaki bu düşlemin sonunda, astrofizikçilerin kara fikri tuhaf bir şekilde simyasal hezeyanları hatırlatan bir kara imgeye dönüşmüştür. Unutmayalım ki, simyadaki kara yapıt, astrofizikteki karanlık maddenin bastırılmış imgesini akla getiriyorsa, bunun nedeni bir bilimsel fikrin tam da böyle imgeleri bastırma işlevine sahip olmasıdır. Bilimsel belirsizlikler ile simyasal hülyalar, hem bilim insanlarının hem de hermetik "Filozof"un itirazlarına maruz kalmadan kıyaslanamaz. Karanlık maddenin şu an için fizikçilerin çabalarına direniyor olması, yanlış bir hipotezin söz konusu olduğu anlamına gelmez. Simyanın

bilimle hiçbir ilişkisi olmadığı kesinse de, simgeleri üzerine tefekkür belki bir bilgelik biçimi üretir.

Bununla birlikte, epistemoloğun ve bilgi psikanalistinin bakış açısından karanlık madde, aceleci ve kuşkulu bir tözleştirme gibi görünür ve onlara kalacak olsa hâlâ açık bir sorun söz konusu olduğunu unutmamak için "eksik kütle"den bahsetmekte ısrar etmek yeğdir. Yine de ana rakip teori, MOND da güçlükler sergilemektedir ve fizik yasalarının değiştirilmesi hafife alınacak bir seçenek değildir.

Karanlık madde arayışına dair spiritüel bakış açısına gelince, simyanın bir şarlatanlar ve altın imalatçıları zanaatından ibaret olmadığını unutmayalım. Jung'a göre simya, aynı zamanda insanların yaşamın farklı dönemleri boyunca olgunlaşmasını anlamak amacıyla psişelerinin eğilimleriyle uyumlu olarak *bireyleşmesine* olanak veren inisiyatik bir söylemdir de. Enfes romanı *L'Œuvre au noir*'ın [*Kara Yapıt*] başlığı hakkında Marguerite Yourcenar'ın (1903-1987) teslim ettiği gibi: "Bu ifadenin, maddenin kendisi üzerinde gerçekleştirilen gözüpek deneyler için mi geçerli olduğu, yoksa rutinlerden ve önyargılardan özgürleştirerek zihnin sınanmasını da mı içerdiği hâlâ tartışılıyor." İşte size güzel bir ifade: "Rutinler ve önyargılardan özgürleşmek." El yordamıyla karanlıkta ilerlerken zihnin tutumu böyle olmalıdır.





KARANLIK ENERJİ

Gece gibi, boşluk gibi karanlıktı.
[...] Bir negatif gibiydi.
Joseph Brodsky, *Collines*

Kozmoloji, gözlemlenebilir evrene, yani öncelikli olarak ışık üzerinden etkileşime girdiğimiz şeylerin tamamına dair tutarlı bir açıklama inşa etmeyi amaçlar. Bu gözlemlenebilir evren, merkezinde yer aldığımız bir kürenin içidir. Kürenin yarıçapı yaklaşık olarak 45 milyar ışık yılıdır ve yüz milyarlarca galaksi içerir. Gözlemlerimiz tarafından erişilebilir olan bu bütünü betimlemek için kozmoloji bir model, yani burada ve şimdi dünya üzerinde deneysel olarak doğrulanmış fizik yasalarına dair bilgimiz ve kozmoza dair gözlemlerimiz üzerine kurulan idealize edilmiş bir temsil oluşturur. Çağdaş kozmoloji modeli, oldukça medyatik "Büyük Patlama modeli" adıyla bilinir. Bu model, yüzyıl önce Albert Einstein tarafından geliştirilmiş genel görelilik teorisine dayanmaktadır. Söz konusu teoride yer-

çekimi, eğri bir uzay-zaman üzerinden geometrik tarzda betimlenir. Daha kesin bir şekilde söylersek, Newton'ın teorisinde serbest düşüş halindeki bir nesnenin hareketi yerçekimi kuvvetiyle açıklanırken, Einstein'ın teorisinde eğri bir uzay-zamandaki en kısa yolun güzergâhı olarak yorumlanır. Uzay-zamanın geometrisi, maddenin güzergâhını belirler ve buna karşılık maddesel içerik uzay-zamanın biçimini bozar. Uzay-zamanın geometrisi ile maddesel içerik genel görelilik denklemleri üzerinden birbirlerine sıkı sıkıya bağlıdırlar. Oldukça karmaşık olan bu denklemler pratikte sadece ikili bir hipotez pahasına çözülebilir: Evrenimizin geometrik ve fiziksel özellikleri verili bir anda, her noktada ve her bir noktanın etrafındaki tüm yönlerde aynıdır. Başka bir deyişle evren homojen ve izotroptur. 1915 yılında Einstein ve daha sonra bağımsız olarak 1922 yılında Rus gökbilimci Alexandre Friedmann (1888-1925) ve 1927 yılında Belçikalı Georges Lemaître (1894-1966) tarafından takdim edilen bu "Copernic ilkesi", basit kozmolojik modellerle sonuçlanır: Her bir an, uzayın geometrik özellikleri ve bilhassa eğriliği her noktada ve her yönde aynıdır. Bununla birlikte eğrilik, zaman içinde değişebilir ve bu da söz konusu modellere beklenmeyen bir dinamik karakter verir: Uzay genişliyor olabilir. 1917'de Einstein, çerçevesi kendi genel görelilik teorisi olan ilk kozmoloji modelinin inşası üzerinde çalışıyordu. Evrenin durağan ve ebedi olduğuna iknaydı, ama denklemlerinin doğal olarak dinamik çözümlere götürdüğünü belirtiyordu. Felsefi kanılarıyla uyumlu bir çözüm elde etmek için denklemlerine "kozmolojik sabit" olarak adlandırılan ek bir sabit terim dahil etmesi gerekmişti; tek izin verilen sabit buydu.

Yıllar sonra, 1929'da, büyük uzaklık ölçeklerinde evrenin dinamiği doğrulandı. Amerikalı gökbilimci Edwin Hubble (1889-1953) uzak galaksilerden gelen ışığın tayfının sistematik olarak kızıla kaydığını gözlemledi. Bu fenomenin nedeni Doppler etkisidir: Sessel veya elektromanyetik bir sinyalin dalga boyu, sinyali yayan kaynak alıcıdan uzaklaşırken esner. Edwin Hubble, galaksilerin görünür kaçış hızı ile uzaklığı arasında bir oranlılık ilişkisi, "Hubble yasası"nı kurdu. Hubble'ın gözlemleri genel görelilik çerçevesinde evrenin genişlemesinin sonucu olarak yorumlandı: Esneyen uzayın kendisidir ve bu, galaksilerin birbirlerinden uzaklaştığı izlenimini verir. Hubble yasasının oranlılık katsayısı, "Hubble parametresi" olarak adlandırılır. Bu parametre evrenin genişleme hızını ölçer ve %1 düzeyinde bir kesinlikle belirlenmiştir. Saniyede ve milyon ışık-yılı başına yaklaşık 21,3 kilometre değerindedir. Copernic ilkesi uyarınca, başka bir galaksiden kozmozu inceleyecek olan bir gözlemci de aynı sonuçları elde edecektir; özel olarak, Hubble parametresi için aynı değeri ölçecektir. Bununla birlikte kozmolojik ilke geçmişte bu parametreyi ölçmüş bir gözlemcinin bugün aynı sonucu elde edeceği anlamına gelmez, zira Hubble parametresi zaman içinde değişebilir.

Einstein, teorisinin sonucu olarak evrenin genişlediği gerçeğini ancak 1930'ların başında kabul edecek ve aynı zamanda kozmolojik sabiti reddedecektir. Bu parametre artık asıl varoluş nedenini kaybetmiştir ve genel göreliliğin kendiliğinden öngördüğü gibi yerini dinamik evren modellerine bırakır. Yaratıcısı tarafından bir kenara bırakılmış olan kozmolojik sabit yine de başka astrofizikçilerin kanına girmişti, zira evrenin yaşı sorununu çözmeye olanak veri-

yordu. O dönemde, kozmolojik sabiti içermeyen modeller evrenin yaşını yaklaşık 2 milyar yıl olarak verirken, jeokimyasal ölçümlerle elde edilen Dünya'nın yaşı 4,5 milyar yıldı. Kozmolojik çözümlere dair sistematik incelemesinde Lemaître, bir kozmolojik sabitin anlık olarak genişlemeyi "dondurabileceği"ne işaret etmişti; böylelikle dönemin gözlemleriyle uyumlu hale gelecek şekilde model, evrenin yaşını düzeltmeye olanak veriyordu. Takip eden yıllarda kozmolojik sabit hakkındaki tartışma devam etti. Kozmologların sorunu bir boyut sorunudur. Evrenin yaşı, Hubble parametresine dair tahminler ve gözlemlenebilir evrenin maddi içeriğinden hareketle belirlenir. Ne yazık ki Hubble parametresinin ölçülen değeri ve maddi içerik envanteri gözlemlerle birlikte evrilir ve dolayısıyla da dönem dönem evrenin yaşı sorununu tekrar ortaya çıkarır. O zamandan bu yana kozmologlar evrenin her bir bileşenini "tartmayı" ve dökümünü çıkarmayı hedefleyen sistematik bir envantere girişmiştir; en yeni değerler, galaksilerin dev katalogları ile bilhassa Avrupalı Planck uydusunun kozmolojik arkaplan ışımasına dair gözlemlerinin birleşiminden elde edilir.

Şaşırtıcı bir gözlem

1990'lı yılların sonunda, biri Saul Perlmutter (Kaliforniya'daki Berkeley Üniversitesi'nden) ve diğeri Brian Schmidt ve Adam Riess (sırasıyla Avustralya'daki Canberra Üniversitesi ve Berkeley Üniversitesi'nden) tarafından yönetilen iki ekip, evrenin genişlemesinin geçmişteki hızını ölçmeye girişmişlerdi. Bu amaçla milyarlarca ışık-yılı

uzaklıkta bulunan Ia (SNIa) türü süpernovaların ışık akısını gözlemlediler. Bu yıldız patlamaları oldukça ilginçtir, zira maksimum parlaklıkları tekrar üretilebilir. Dolayısıyla görünür ışık akılarının ölçümü, patlama sırasında salınan fotonların katettiği uzaklığı –evrenin geometrisi ve dolayısıyla da içeriğine bağlı bir uzaklık– ölçmeye denktir. Bu uzak SNIa'ların gözlemlenmesi, görünür akılarının, sadece maddeden oluşan bir evrende beklenene göre az olduğunu ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla bu süpernovaların ışığının katettiği uzaklık öngörülenden daha büyüktü: Yani evrenin genişlemesi hızlanmış görünüyordu. Bu çalışmalar yazarlarına 2011 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırdı. Böyle bir sonuç beklenmediği için, araştırmacılar uzaktaki SNIa'lar üzerinde, *Supernova Legacy Survey* (SNLS) sondası gibi yeni çalışmalar başlattılar. 2003-2008 arasında çapı 3,6 metre olan Canada-France-Hawaii teleskopu sayesinde SNLS, elliye yakın eski gözleme kıyasla, yüzlerce galaksi ötesi SNIa gözlemledi. Bu çaba devasadır, zira SNIa'lar enderdir: Bizimki gibi spiral bir galaksi için yüzyıl başına bir patlama gerçekleşir. İncelemenin sonunda SNLS'in elinde, geçmişte 2-8 milyar yılı kapsayan bir dönem için evreni örnekleyen yaklaşık 500 SNIa bulunuyordu. Ölçümler uzaktaki SNIa'lardan gelen akının, sadece madde içeren bir evrenden beklenenden çok daha zayıf olduğunu gösterir. Bunlar da hızla genişleyen bir evren hipoteziyle uyumludur.

Araştırmacılar, genişlemenin ivmesini artırabilecek ve ne madde ne ışıma olan enerjili bir bileşenin varlığını kabul etmek zorundadır. Böyle bir bileşen, Einstein'ın genel görelilik denklemlerine, eşitliğin "maddesel içerik" tarafın-

daki ek bir terim biçiminde dahil edilebilir. İşte "karanlık enerji" olarak adlandırılan, bu bilinmeyen enerjili bileşendir. Aslına bakılırsa karanlık enerjiye karşılık gelen matematik terimi, Einstein'ın tercih ettiği gibi denklemlerinin durağan çözümler vermesi için daha önce dahil edilmişti. O dönemde "kozmolojik sabit" olarak adlandırılmıştı ve denklemlerinin "geometri" tarafında yer alıyor ve uzayzamanın bir özelliği olarak yorumlanıyordu. İronik olan, Hubble tarafından evrenin genişlemesinin keşfiyle bu terimin terk edilmiş olması ama genişlemenin hızlanmasının bunu tekrar dahil etmeyi dayatmasıydı. Genişlemenin hızını izah etmek için bu sabitin değerini ayarlamak yeterliydi.

Açıklama bolluğu

Karanlık enerji, fiziksel olarak neyi temsil eder? Einstein'ın denklemlerinde mevcut olması, özellikleri sıradan maddeninkilerden çok farklı yeni bir fiziksel etkenin müdahalesine işaret edebilir. Örneğin, karanlık enerjinin yoğunluğu zaman içinde sabitken, evrenin genişlemesinden kaynaklanan seyrelme nedeniyle sıradan maddenin yoğunluğu azalır. Karanlık enerjinin yoğunluğu değişmediği ve evrenin hacmi kozmik genişlemeyle büyüdüğü için, sürekli olarak yaratılması gerekir. Başka bir tuhaf özellik daha: Sıradan maddenin aksine karanlık enerjinin basıncı negatiftir, enerji yoğunluğuna tam olarak zıttır: Genişlemeyi yavaşlatmak yerine hızlandırır.

Karanlık enerjinin yoğunluğu kozmolojik gözlemler sayesinde tahmin edilebiliyor. Söz konusu yoğunluk oldukça zayıftır: 100 watt'lık bir ampulü 10 saniye boyunca besle-

mek için 10 kilometre küplük bir hacimde bulunan enerjiyi toplamak gerekecektir! Bununla birlikte, evrenin içeriğinin çoğunluğunu temsil eder: Madde, evrenin yoğunluğunun sadece %32'sini (%27 karanlık madde ve %5 sıradan madde) temsil ederken karanlık enerjinin yoğunluğu %68'ini temsil eder. Sonuç olarak, evrenin içeriğinin %95'i mevcut fizik teorileri için bilinmez bir biçimdedir. Standart kozmoloji modeli, gözlemlenebilir evrene dair mükemmel bir tasvir sağlar. Bununla birlikte, söz konusu gözlemleri izah etmesi beklenen varlıkların tasviri konusunda fizikçi olarak tatmin olmamak, hatta bu modeli kuşkulu görmek mümkündür.

Bu özelliklerin sonuçlarından hareketle, fizikçiler, karanlık enerjinin olası doğasını tasavvur etmişlerdir. İlk olasılık, alan nosyonu –elektromanyetik alan gibi– ile kuantum fiziğinin kurallarını birleştirerek parçacıkları ve etkileşimlerini betimleyen kuantum alan teorisi çerçevesinde ortaya çıkar. Buna göre bir parçacık, kendisiyle ilişkili alanın temel uyarımı, bir kuantum olarak betimlenir. Boşluk da aynı şekilde, enerjisi illa sıfır değil, minimum olan alan hali olarak tanımlanır. Boşluk artık madde ve ışık çıkarıldığında geriye kalan değil, alanların halinin özel bir düzenlenişidir; sıfır parçacıklı en düşük enerjili düzenleniştir. Alman fizikçi Werner Heisenberg'in (1901-1976) belirlenemezlik ilişkisiyle uyumlu şekilde, diğerleri gibi bu özel hal de dalgalanabilir. Bu dalgalanmaların sonucu, sıfır nokta enerjisi veya basitçe boşluk enerjisidir.

Bu modern vizyona göre boşluk, yani kuantum alanlarının en düşük enerjili hali, iki katkı içerir: sıfır nokta enerjisi ve alanların kendi kendileriyle etkileşiminden kaynakla-

nan bir potansiyel enerji. Bu ikinci katkı sıcaklığa bağlıdır ve dolayısıyla evren genişlemenin etkisiyle seyreldiği ve soğuduğu için zaman içinde değişebilir. İlginç olan, boşluğun üniform doğrusal hareket halindeki her gözlemciye aynı şekilde görünmek zorunda olmasıdır. Einstein'ın görelilik ilkesinden kaynaklanan bu simetri, boşluğun negatif bir basınçla ilişkilendirildiği ve enerji yoğunluğunun sabit olduğu anlamına gelir. Böylelikle boşluğun enerjisi tam da karanlık enerji gibi davranır. Dolayısıyla evrenin genişlemesinin hızlanmasının nedeni, boşluğun enerjisinin enerji yoğunluğuna katkısı olabilir. Buna göre boşluk enerjisi ile karanlık enerji aynı varlık olacaktır. Ne yazık ki boşluğun enerji yoğunluğu için hesaplanan değer, karanlık enerji için ölçülen değerden 120 kat daha fazladır! Fizikte, tahmin ile gözlem arasında hiç böyle büyük bir fark görülmemiştir.

Boşluğun enerjisi meselesi, kozmik genişlemenin hızlanmasının keşfinden çok önce, sıfır olan bir kozmolojik sabite meyledildiği bir dönemde beyan edilmişti. Öyleyse önceden anılan tahminin aksine, hesaplanan boşluk enerjisinin yoğunluğu da sıfır olmalıdır. Bir çözüm yolu, kuantum alanlar teorisine bir "süpersimetri" dahil etmektir. Süpersimetri, standart modeldeki kuark veya elektron gibi her bir temel parçacığın bir "süper ortak"ı olduğunu öngörür. Bu eşleşmiş parçacıklar aynı kütleye sahiptir, ama dönüleri [*spin*] farklıdır ve boşluğun enerjisine katkıları karşılıklı olarak birbirini iptal eder. Böylelikle yapay bir ayarlama gerektirmeden boşluğun enerjisi sıfır olacaktır. Ne yazık ki evren süpersimetrik görünmemektedir, zira örneğin elektronun aynı kütlede bir süper ortağı yoktur. Süpersimetri yerinde bir tez olsa da, zorunlu olarak bu si-

metri kırılır ve süper ortaklar beklenenden daha yüksek bir kütleye sahip olur. Gelgelelim, bu durumda bile boşluğun enerji yoğunluğu hâlâ karanlık enerjinin kozmolojik belirlenimlerinden 60 kat daha büyüktür.

Başka fizikçiler, hızlanmış bir kozmik genişleme üretecek, genel tabirle "cevher" [*quintessence*] olarak adlandırılan alternatif maddesel içerikler tasavvur etmiştir. Örneğin skaler (yani dönüsü sıfır olan) bir alanın varlığı, kozmik genişlemenin hızlanmasına neden olabilir. Cevhere dayanan modeller gözlemlerle uyumludur. Yine de cevherin zamansal evrimi karanlık enerjininkinden biraz farklıdır, zira aynı hal parametresine sahip değildir. Sürekli olarak daha büyük bir hassaslıkla ölçmeye çalıştığımız bu parametre, enerji yoğunluğu ile basınç arasındaki orana eşittir (bu oranı boyutsuz kılacak şekilde seçilmiş birimlerle). Söz konusu parametre karanlık enerji için -1'e eşittir ve genelde bir cevher modeli için farklı bir değerdedir. Dolayısıyla ilişkili enerji yoğunluğu artık sabit değildir ve kozmik tarih boyunca değişkenlik gösterir. Kozmologların açıklığa kavuşturmayı umdukları zamandaki bu değişimdir.

Önceki modeller, genel göreliliğin kozmolojik ölçekte yerçekimini doğru şekilde betimlediğini varsayar. Fakat belki de böyle değildir. Fizikçiler defalarca yerçekimsel gözlemlerle bunun nedeni olması beklenen fiziksel etkenler arasında uyumsuz durumlarla karşılaşmışlardır. Bu da, yeni nesnelerin tespitine veya yerçekimi teorisinin değiştirilmesine götürmüştür. Nitekim, Uranüs'ün güzergâhındaki anormalliği açıklamak için bir gök cisminin varlığını varsayan gökbilimci Urbain Le Verrier'in hesaplamaları sayesinde, Neptün bu şekilde keşfedilmiştir.

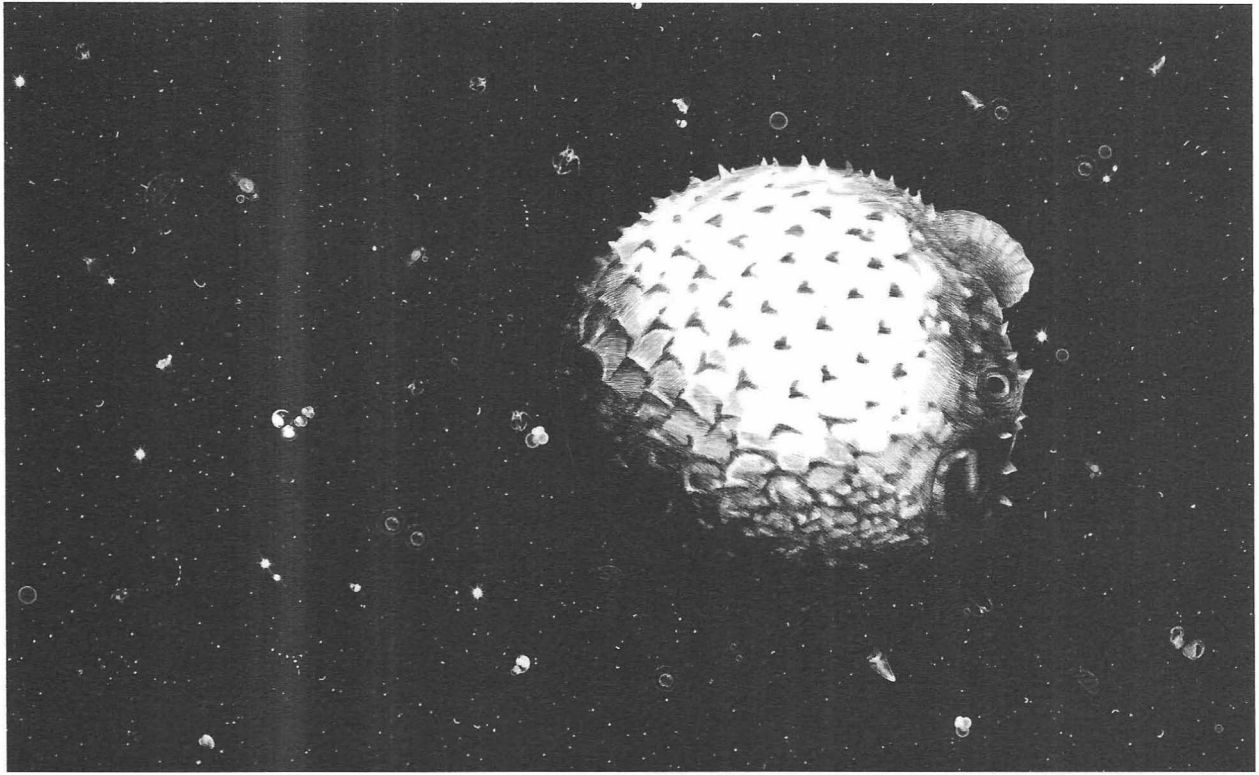
Bundan karanlık maddeye ayrılan bölümde daha önce bahsetmiştik. Le Verrier, Merkür'ün yüzyıllık günberi devinimini açıklamak için başarısını tekrarlamaya çabalamış, ama başarısız olmuştu. Bu yörüngesel uyumsuzluk Le Verrier'in ölümünden sonra yeni bir yerçekimi teorisiyle açıklanmıştır: Einstein'ın genel göreliliği. Günümüzdeki kozmoloji de benzer bir ikilemle karşı karşıyadır: Yeni gizemli fiziksel failler (karanlık madde ve karanlık enerji) dahil ederek, yerçekimi yasalarını muhafaza etmek mi gerekiyor? Yoksa gözlemleri izah etmek amacıyla yerçekimi yasalarını değiştirmeye mi çabalamalı?

Yasal bir değişiklik yönünde gitmenin bir yolu, dört boyutlu uzay-zamanımızın ek bir uzay boyutuna, sonsuza kadar uzanan beşinci bir boyuta sahip olduğunu varsaymaktır. Bu ek boyutta sadece graviton –yerçekimsel etkileşime aracılık eden parçacık– serbestçe dolaşabilir. Foton gibi diğer parçacıklar erişemediği için, bu boyut alışıldık ölçümlerimizden kurtulur, ama yerçekimi üzerindeki etkisiyle kendini belli edebilir. Bu düşüncenin kozmolojik sonuçları çok önemlidir. Küçük ölçekte gravitonların kaçma olasılığı zayıftır ve genel görelilik denklemleri yerçekimini doğru bir şekilde betimler. Daha büyük bir ölçekte belirli sayıda graviton beşinci boyuta kaçar ve genel göreliliğin denklemleri artık uygun değildir. Dolayısıyla genel görelilik geçerli olarak varsayıldığında, olduğundan fazla hesaplanan maddenin büyük ölçekteki yerçekimi etkisi, evrenin genişleme hızının arttığı izlenimini verir. Bu model, birçok kozmologda yankı bulmuş olsa da, birçok teorik ve deneysel güçlük getirmektedir. Sıradan ölçekten güneş sistemi ölçeğine kadar hassas testleriyle uyumlu kalmasını sağlaya-

rak, genel göreliliği, büyük mesafelerde değiştirmenin çok güç olduğunun altını çizelim.

Ayrıca kozmoloji ilkesini reddeden bir model üzerine de düşünülmüştür. Kozmolojik arkaplan ışımasına dair gözlemler evrenin pratikte izotrop olduğunu ispatlama yönündeyse de, büyük ölçekte homojenlik hâlâ tartışmaya açıktır. Süpernovaların hareketinden çıkarsanan genişlemenin hızlanması, yerel homojenite-yoksunluğundan kaynaklanıyor olabilir. Bu durumda kozmoloji, Friedmann-Lemaître uzayları temelinde değil, ana özelliği evrende özel bir konum işgal eden bir merkez etrafındaki uzayda değişen bir eğriye sahip olması olan Tolman-Bondi uzayları temelinde tekrar kurulmalıdır. Henüz tamamen keşfedilmemiş ve bölük pörçük duran senaryolar söz konusudur.

Evrenin genişlemesinin hızlanmasını izah etme yöntemlerinin eksiksiz olmayan bu listesi, söz konusu fenomene dair fiziksel bir teori geliştirmenin sunduğu güçlüğe işaret eder. Karanlık enerji astrofizikçiler tarafından en kabul gören hipotez olsa bile, şu an için bahsi geçen yaklaşımların hiçbiri üzerinde bir fikir birliği yoktur. Evrenin hızla genişlemesinin yorumlanması meselesi, standart kozmoloji modelini daha iyi anlamayı sağlamak gibi bir faydası olmuş çalışmalar üretmiştir. Avrupa'nın Euclid uydusu için öngörüldüğü gibi, özellikle büyük gözlem programlarından gelecek veriler bazı yaklaşımları geçersiz kılmaya ve karanlık enerjinin gizemini ve büyük ölçekte yerçekiminin özelliklerini daha iyi anlamaya olanak verecektir. Bugün evrenin genişlemesinin hızlanmasının nedeni hâlâ cevap bekleyen bir soru olarak duruyor.



KARANLIK ENERJİNİN GİZEMLERİ

Şeylerin derin doğası ve nedenleri üzerine kapalı ve belirsiz spekülasyonlarıyla filozof, "karanlık bir odada, orada olmayan bir kara kediyi arayan bir kör" gibidir
William James, *Quelques problèmes de philosophie*

Düşlemini evren boyutlarına genişleten düş-kuran birinin doğal olarak dinginliğe meyilli olduğuna inanır Bachelard: "Kozmik düşlemenin normal ekseni, duyusal evrenin bir güzellik evrenine dönüştürüldüğü eksendir," (*La Poétique de la rêverie*, 1960, s. 157).[1] Böylesi bir ahenkli denge ve ebedi istikrar düşü Einstein'a kozmolojik sabiti telkin etmemiş miydi? Bu sabit, yerçekiminin etkisini dengelemekle ve evrenin kendi üzerine çökmesini engellemekle yükümlü değil miydi? Evrenin geometrisine bir terim ekleyerek, Einstein, homojen ve durağan bir hali garantilediğini düşünüyordu –Bachelard evrenin "dinginliğini" diyecektir: "*Dinginlik*, Düş-Kuran ile Dünyasını birleştiren bağdır,"

1 *Düşlemenin Poetikası*, çev. Alp Tümertekin, İthaki Yay., 2012, s. 196. –*çn*

(*ay.*, s. 186). Einstein, denklemlere dahil ettiği sabitiyle, evrene yönelik iki simetrik tehdit arasında kırılgan bir denge noktası tespit etmişti: büzülme ve sonsuz genişleme. Fakat bu düş bozuldu. Gökbilimcilerin gözlemleri dengeyi genişleme lehine bozmakla kalmadı, şaşırtıcı bir şekilde bu genişlemenin beklenmedik bir hızlanma içinde olduğunu da gösterdi. Tabii ki bu gizemin rengi de karanlık enerjinin karasıydı.

Einstein, denkleminin, "bir kanadı lüks mermerden (denklemin birinci öğesi) ve diğer kanadı düşük kaliteli ahşaptan (denklemin ikinci öğesi) yapılmış bir bina"ya benzediğini söyler (*Physique et Réalité*, 1936, s. 370). Burada mermer geometriye, uzay-zamanın eğrisine işaret ederken, kalitesiz ahşap evrenin maddesel içeriğini simgeler. Gelgelelim Yunancada "ahşap" için *hylé* kelimesi kullanılır ve bu kelime aynı zamanda genel olarak madde anlamına da gelir. Dolayısıyla Einstein'ın bahsettiği ahşap, Akademi'nin geç dönem filozoflarının "ilk madde" olarak adlandırdıkları şeyi akla getirir: yani her şeyin farklılaşmamış dayanağı, biçimi olmayan, karışık, karanlık, hiçbir özel nitelik taşımayan bir madde.

On yıllar boyunca bilim insanları ruhsuz mermere sadık kaldılar; kozmolojik sabitle ve bunun geometrik tözdışılığıyla [*non-substantialité*] yetindiler. Sonra bir gün veya belki de bir gece, uzay-zamansal örgünün biçimini bozmaktan sıkıldılar ve cebirsel Rubicon Nehri'ni geçip gemileri yaktılar. *Hylé*'yi keyiflerine göre şekillendirilebilir bir malzeme olarak kullanarak bereketli bir ontolojinin Pandora Kutusu'nu açtılar. Böylelikle fantastik ve kaygı verici bir hayal gücünün, en son ve en güçlü kara imgenin,

yani Karanlığın [*Ténèbres*] güçleri serbest bırakıldı.

Anlamının tamamen değişmesi için önemsiz bir matematiksel manipülasyon yeterli olacaktır: cebirsel bir terimi eşitliğin öteki tarafına geçirerek terimin işaretinin değiştirilmesi. Bir denklemin terimlerinin kör manipülasyonuyla ilerlemek, matematikte sıradan bir deneyimdir. 1996'da yapılan bir söyleşide Andrew Wiles (1953) matematikteki araştırmaların karanlık bir odada körü körüne keşfi anımsattığını anlatır: "Bir odaya girilir ve her yer kapkaranlıktır, mobilyalara takılarak düşüp dururusunuz ve sonra yavaş yavaş bunların nerede bulunduğunu öğrenir ve nihayetinde yaklaşık altı ay sonunda ışık düğmesini bulursunuz." Bir başka büyük matematikçi, matematik araştırmalarını karanlık bir örtüyle kaplı bir manzaranın keşfiyle kıyaslar: "Bir matematikçinin bilinmeyen bir bölgedeki ilk adımlarına eşlik eden bu karanlık dönem, alışıldık döngünün ilk safhasıdır. Karanlık safhadan sonra küçük ve kırılgan bir parlaklık gelir ve bir şeylerin oluşmak üzere olduğunu düşündürür [...]" (Cédric Villani, *Théorème vivant*, s. 264). Matematikçi, karanlığı evcilleştirmeyi çok iyi bilir. Sadece karanlıkta kalışı çok uzarsa ve gece içinde bir yol ayrımını kaçırdığına veya hiçbir yere varmayan bir yolda gezindiğine dair bir şüphe uyanırsa bir sorun hisseder. Artık saf matematik söz konusu olmadığında, fizikte işler farklıdır, zira en teorik fizikte bile işaretlerle oynanmasının muazzam metafizik sonuçları vardır. Böylelikle denklemin bir öğesinin diğer tarafa aktarılması, kozmolojik sabiti gizemli bir karanlık enerjiye dönüştürür veya *vice versa*.

"Karanlık enerji", evrenin genişlemesinin hızlanmasına dair mümkün nedene işaret etmek amacıyla, 1998 yılında

Michael Turner ve Dragan Huterer tarafından ortaya atılmış *dark energy* ifadesinin en yaygın çevirisidir. Fransızcada "enerji" kelimesinin yanına getirilen "karanlık" (*noir*) sıfatı daha önce incelediğimiz durumlara kıyasla bir yenilik teşkil eden bir anlam kazanır. Tespit etmenin güçlüğünden ziyade bu sıfat, söz konusu fenomenin doğasına dair bilgi eksikliğine işaret eder: Karanlık enerjiyle birlikte kendimizi tamamen karanlığın içine dalmış halde buluruz. Öyle ki, karanlık enerjinin doğasını tanımlamak için bu "enerjinin" zıt olduğu şeye başvurulur: Bu enerji, yerçekiminin tersi olan bir itmeyle ortaya çıkar. Dolayısıyla "karanlık" hem metaforik –bilgi eksikliğine işaret eder– hem de spekülatif –tamamen negatif olan bir tanımın gizemini akla getirir– olan, hiç işitilmemiş bir anlam kazanır. Filozoflar ve teologlar, metafizik bir varlığı, ne olmadığını sayarak tanımlamaktan oluşan bu gidişatı bilirler: Söz konusu olan negatif ontolojinin retoriğidir. Bu prosedür, daima aklın sınırlarına vardığını ve şayet varsa ifade edilemez olana veya illüzyona tosladığını kabul etmeden önceki son çare olarak düşünülmüştür.

Dolayısıyla enerjinin karanlık olması gizemlidir. Değerlerin ters yüz edilişinin işaretidir: Karanlık enerji, her şeyden önce yerçekimine zıt olan şeydir. Karanlık enerjinin negatifliği, bir anlamda şeytan çağırmak için kutsal simgelerin ters yüz edildiği ve kirletildiği o şeytani ritüellere, karanlık ayinlere benzemesine yol açar. Bu karanlık [*sombre*] çağrışımı, akıl insanı, elinin tersiyle iter: Karanlık enerjinin büyücülükle ilişkili kötücül imgelerle hiçbir alakası yoktur... Bundan emin miyiz?

Karanlıklardan çıkarılan ders

Söz konusu enerji yine de korkutucu bir tesire sahiptir: Yavaş yavaş diğer kozmik kuvvetleri alt edip, belirsizce esneyen bir evrende maddeyi seyrelmeye mahkûm eder. Uzun vadede galaksiler birbirlerinden o kadar uzaklaşacaktır ki, sınırsız bir karanlık okyanusun ortasında sürüklenen yalnız adalar gibi olacaklardır. Hepsi ufkun ötesine gideceği için artık başka dünyaların var olduğunu bilmek mümkün olmayacaktır. Evren fikri bile ortadan kalkacak veya bir mitten fazlasını ifade etmeyecektir. Karanlık enerjinin hayali kuyruğuna takılan kişiye hücum edecek karanlık düşler işte bunlardır. Bu kişi, bütün evreni zamanın sonunun karanlıklarına batırır.

Karanlık [*les ténèbres*] kozmik geceyi, farklılaşmamış ve korkutucu bütünü simgeler. Mircea Eliade (1907-1986) gibi simge uzmanları, karanlığın tamamen negatif olmadığını olumlar: Sırlar, sanallık, yaratıcı tohumlar barındırır. Kitab-ı Mukaddes'te Tanrı'nın dünyayı yalnızlık ve kaosta, *tohu-bohu* içinde ilkel karanlıktan yarattığı söylenir. Fakat söz konusu karanlık tam da dünyadan *önce gelen* karanlıktır. Karanlık enerjiyse, aksine tesiri başlangıçta ihmal edilebilir olan ama zaman içinde artan gizemli bir motordur. Bu enerji, kökensel karanlığın değil, nihai karanlığın hayal edilmesine götürür. "Arkaik Dinlerde Karanlığın Sembolizmi" üzerine harika incelemesinde (1960) Eliade, bu kutupsallığı vurgular: Karanlık, varoluşu önceleyen şeyi, üretken hiçliği simgeler –dolayısıyla ilksel kaosa, hiçbir biçimin henüz ayırt edilebilir olmadığı döneme, varlığın hiçbir yapının henüz serbest kalmadığı bireysellik öncesi aşamasına

benzer–, ama ayrıca hiçliğin kısır ve ayırt edilemez boşluğunu tekrar kurduğunda dünyanın imhasını takip eden şeyi, bireylerin ortadan kalkmasından sonra baki kalanı da simgeler. Karanlık enerjiden ilham alan karanlık, bu nihai ve negatif tarafta yer alır. Karanlık, "hiçlik" değilse de varoluşun imkânsızlığını, dünyanın sonunu simgeler.

Evreni kim öldürecek?

Bachelard gibi Eliade de Karanlığın akışını suyun akışkanlığına yakınlaştırır: Dünya artık yalıtılmış bir su damlasından daha fazla tutarlılığa sahip değildir ve daha sonra buharlaşır. Ayrıca mitler, dünyanın yaratılışını sudan yapılmış ve gelecekteki bir Atlantis gibi sucul öğeyi tekrar kurmaya yazgılı bir adanın ortaya çıkışı olarak betimler. Asyalı, Okyanusyalı, Kızılderili kozmogoniler, karanlıktan ışığa geçişi *t'ao-t'ieh* (Çincede "obur canavar" anlamına gelen sözcük) türünden maskelerle resmeder: Ağzından güneşin veya ışıklı bir çocuğun kaçmasına izin veren kara bir canavarı temsil eder bunlar. Gelgelelim bu kâbus, yaşamın sonunda bizi bulmaya yazgılıdır. Arkaik dinlerde varoluş döngümüzü kapatacak bu kara canavarın bir adı vardır. Fakat karanlık ağzı en nihayetinde bütün dünyayı kapatacak olana ne ad verilebilir? Bir anlamda kozmologlar bu gizemi aydınlatmayı arzuladıkları için, Karanlığı fethe girişmişlerdir. Onlara göre evrenin öldüğünü beyan etmek artık yeterli değildir. Evreni *kimin öldürdüğünü* bilmek isterler. Karanlık enerji arayışları bu nedenle gerilim romanlarının [*romans noirs*] yapısını andırır.

"Gerilim romanı" ifadesi iki farklı edebi türe işaret eder:

İngiltere'de XVIII. yüzyıl sonunda ortaya çıkmış ve korkunç yaratıkların yer aldığı gotik roman (Horace Walpole, Mary Shelley, vb.) ve Birinci Dünya Savaşı sonrasında "sert" (*hard boiled*) kurmacanın bulanık sularında geçen soruşturmaları anlatan Amerikan polisiye romanı (Dashiell Hammett, Raymond Chandler, vb.). Dolayısıyla karanlık enerji arayışı, karanlığın şu iki biçimiyle bir yakınlaşma ima eder: fantastik ve suç dünyası.

Genişlemenin hızlanmasının fiziksel nedenine dair arayış, bazen sayısız canavarlığın musallat olduğu kasvetli bir anlatıyı anımsatır. Hipotezlerin çoğalması tuhaf bir ontolojiye kapıyı aralar: Tıpkı korku anlatılarında olaylar geliştikçe gölgelerin daha koyulaşması gibi, bazı teorisyenlerin andığı "hayalet enerji"nin de evrenin genişlemesiyle yoğunluğunun artması gibi garip bir özelliği olacaktır; başka astrofizikçiler madde-enerjinin bilinen dört biçimine (baryonik madde, fotonlar, nötrinolar ve karanlık madde) karşıt olduğu için "cevher"i [*"quintessence"*] aday gösterir; dolayısıyla Empedokles ve eski simyacıların eteri ateş, su, hava ve topraktan farklı beşinci bir element olarak düşünme tarzına benzer şekilde adlandırılır bu; fakat fizikçiler Empedokles'in kozmogonisine daha fazla hürmet göstermiş olsalardı, bunu "Nefret" olarak adlandırmaları gerekirdi, çünkü şeyleri ayıran kuvvetin adı böyledir: "Her biri Nefretin neden olduğu itme gücüyle ayrı yollara sürüklenir," (*Manuscrit de Strasbourg*); karanlık enerjiyi açıklamak amacıyla anılan kuantum boşluğunun enerjisi, genel görelilikle kuantum mekaniği arasında cüretkâr bir melezleme pahasına mikrokozmoz ile makrokozmoz arasında bir bağ kurar; başka bir anlayışa göre karanlık enerji "Kuvve-

tin karanlık yanı"nı akla getirecektir. Birbirlerinden daha "canavarca" başka hipotezler olsa da, hiçbiri tatmin edici değildir. Birçok farklı yol bulunmasına rağmen, karanlık enerjinin doğası üzerine araştırmalar yönünü kaybetmiştir ve hayal kırıklığı yaratmaktadır.

Bu itibarla, Amerikan gerilim romanlarının, "cinayet romanlarının" [*série noire*] klasik gizemli romanlardan farkının, hiçbir şeyin mutlu bir sonu garanti etmemesi olduğunu hatırlatmak gerekiyor. Daha da kötüsü hiçbir şey gizemin en sonunda çözüleceğini de garanti etmez. Bazen kahraman yanılsamalarından kurtulur, takip başarısız olur ve suçlunun kaçmasına göz yumar... Gerilim zirve noktasındadır. Karanlık enerjiye dair düşlemimiz ele geçirilemez bir varlığın takibine dönüşme riski taşır. Yine de hevesimiz bu kadar çabuk kırılmamalı. Karanlıkta gizlenen yaratıkların mevcut olmaması, hayal dünyasında gerçekleşen soruşturmamızı pek de etkilemez. Orada olmaları için inanmamız yeterlidir. Dolayısıyla aranan suçlu profiline uygun hayali bir varlık bulmak söz konusudur: karanlık, güçlü, kötücül, dünyanın bölünmesinden sorumlu ve ışığı hafızadan bile silebilen bir yaratık.

Kuzey mitolojisi, tanrıların, devlerin ve insanların tamamının veya tamamına yakınının öldüğü büyük bir kavgayla son bulmasıyla tanınır: *Ragnarök*. Bu çatışma öncesinde güneşsiz üç kış geçmiştir. Dünyanın böylesi bir sonlanışı ilk kez *Edda poétique*'de (XIII. yüzyıl) geçer: Kurt Fenrir ve oğulları Hati ve Skoll, sırasıyla Güneş ve Ay'ı yutarlar ve dünyayı ışıksız bırakırlar. Öyleyse Fenrir ideal şüphelidir. Aesir'ler tarafından alındığında henüz sadece küçük bir kurt yavrusudur, ama sonra *aşırı büyümeye* başlar. Aesir'ler

Fenrir'in kaybetmelerine neden olacağını öğrendiklerinde gizemli elflerin artık var olmayan malzemelerle (kedinin ayak sesleri, kadın sakalı, dağ kökü, balık nefesi, vb.) ürettiği büyülü bir bağla onu engellerler. Efendileri tarafından kandırılan Fenrir, zamanın sonuna kadar bağlı kalır ve ürkütücü bir intikam arzusu biriktirdiği anlaşılır. Odin'in katili, yıldızları yutan Fenrir ideal suçludur.

Gelgelelim bazı ayrıntılar sorunludur.... Her şeyden önce Fenrir kara *değil*, gri bir kurttur. Şayet kara, kuzey panteonundan bir şahsiyetin imtiyazıysa, bu dev Norvi'nin kızı, Gece tanrıçası olan Nótt'undur. Kara bir atla çekilen bir araba üzerinde gökyüzünde dolaşır ve yeryüzünü çiyle kaplayan oğlu, Gün tanrısı Dag'dan önce gelir. Bir suçlu değildir, zira Kuzeyliler'de karalık kötülükle ilişkili değildir: Daha önce bahsettiğimiz gibi Odin'in iki kuzgunu da karadır. Dahası Fenrir'i mahkûm eden tanıklık, yani *Edda poétique* pek güvenilir değildir. Söz konusu kitap geç bir dönemde, çok-tanrılılık Hıristiyanlık karşısında alan kaybediyorken, Régis Boyer'in taraflı olduğundan şüphelendiği İzlandalı bir rahip tarafından yazılmıştı: Eski inançlar döneminin geçmiş olduğunu bildirmek için bu rahip tüm pagan tanrıları ortadan kaldırmamış mıdır? Aziz Yuhanna'nın Vahiy Kitabı'ndan ilham almamış mıdır? Bütün bunlar Fenrir'in suçlarının çok abartılmış olabileceğini düşündürür. Başka bir deyişle, iftira niteliğinde bir itham söz konusudur. Kuşkular nedeniyle Fenrir hakkında beraat kararı vermek gerekir.

Diğer şüpheliler kimler? Mısır panteonunda dev yılan Apep karadır ve günün sonunda Güneş'e saldıran kaosu kişileştirir. Apep, kendisine yöneltilen suçları itiraf etmeye

hazır olacaktır, çünkü Güneş'i yutmayı gönülden arzular. Fakat tüm tanıklıklar Set tarafından desteklenen Güneş tanrısı Ra'nın Apep'i dümdüz ettiğini, hatta kedi tanrıça Bast tarafından paramparça edildiğini anlatır. Özetle, ne kadar böbürlenirse böbürlensin Apep her defasında hezimete uğrar ve sadece Güneş tutulmaları sırasında kısa bir süreliğine egemen olur. Gelgelelim Mısır ihtimali burada sona ermez, zira Apep'in çok daha güçlü başka bir tanrı üzerindeki şüpheleri uzaklaştırmaya hizmet edip etmediği sorulabilir. Gerçek suçlu Set olmasın? Kara bir ağzı vardır; diğer bir adı "büyük kuvvet"tir; Ölüm tanrıçası Neftis'le evlidir; erkek kardeşi Osiris'i öldürmüş ve uzuvlarını dünyanın dört bir yanına saçmıştır; vahşi Anat ve yıldız Astarte ile evlenmiştir; yeğeni Horus'a tecavüz bile etmiştir ve başka anlatılara göre Apep, Set'in düşmanı değil, ortağıdır! Komplocu Set, Apep'in hücumlarını Ra ile beraber savuşturarak Karanlığın güçlerine karşı olduğuna inandırabilir, ama bu esnada Karanlığın Güneş ışığı karşısındaki nihai zaferine hazırlanıyordur.

Set bu ithama nasıl yanıt verir? Öncelikle, kara bir yaratık olmadığı yanıtını verir: Set'in bir diğer adı "kızıl tanrı"dır. Sonra, ahlaklılığına delalet eden birçok anlatı olduğunu söyler: Ramses'in soyu için gaddar ama temelinde olumlu bir güçtür. Son olarak, dış görünümünden dolayı bir önyargının kurbanı olduğunu söyler: Yabancıların ve kızıl kafaların, çöl kuraklığının ve mirastan mahrum kalanların, yıldırım ve şimşeklerin, kurulu düzeni bozan ve zulüm gören herkesin tanrısıdır. Biseksüel, çakal kafalı, yanlış anlaşılmış tanrıdır. Özetle Set meseleyi bulanıklaştırır ve kanıt olmadığı için onu da beraat ettirmek gerekir.

"Doğu'nun sınırlarında", dünyanın sonunda oturduğu için suç mahallinde olan Yunanların kara Gece tanrıçası Niks'i mahkememize çağırabiliriz. Fakat Niks'in sağlam bir gerekçesi vardır (sürekli seyahat eder) ve ayrıca yıldız güçleriyle baş edecek kuvveti yoktur. Aslına bakılırsa mitolojideki hiçbir yaratık beklenen kriterlere uymaz. Ne kadar ararsak arayalım nafile; nihai Karanlığı kişileştirecek kadar güçlü bir imgeyi mitolojide bulamayız.

Tanrısal ilkelerin vertigosu

Kalkış noktamıza geri dönelim: Ya enerjinin kişileştirilmesi yanlış bir yolsa? Ya gerçek sorumlu meçhul kozmolojik sabitse? Değeri değiştirildiğinde bu sabit, evrenin imhaya doğru gidişini hızlandırır. Şüphelerimizi ortadan kaldıran şey, söz konusu sabitin fazlasıyla soyut, maddi bir eşlenikten [*corrélat*] yoksun oluşudur. Einstein'in denkleminin geometrik tarafında usluca durduğu sürece, itici kuvvetin kaynağı bizzat evrenin yapısına içkindir: Nedeni bilinmediği halde başka türlü değil de böyle olduğuna işaret eder. Bu nedenle imgesel yansıtmalara pek az yer bırakır. Evrenin ufku dışında kalan üzerine fantezi kurmak güçtür.

Bildiğimiz kadarıyla böyle bir risk almış sadece bir metafizik vardır. Söz konusu olan yeni-Platoncu metafiziktir. Saygıdeğer, karmaşık, spekülatif olan bu metafizik, kavramlarını sonsuz olan bir genişleme gücünü evcilleştirmek ve Einstein gibi, ebedi bir Kozmozun sınırlarını sabitlemek için oluşturmuştur. Yine de karanlık enerjinin peşindeki kozmolojik hayallerimiz için yeni bir kalkış noktası olarak

uygundur, çünkü bu metafiziğe "sûdûr" anlatısı eşlik eder. Bazı yasalarını saptırmak koşuluyla sûdûr, gelişimi içinde kozmolojiyi takip etmeye veya daha ziyade ilkelerine geri gitmeye muktedir imgesel bir anlatı sağlayabilir. Bununla birlikte ikaz etmemiz şart: İlk ilkeye doğru yeni-Platoncu yükseliş zordur ve sûdûr anlatısı en az bilimsel modeller kadar soyuttur.

Yeni-Platoncu metafizik başta Plotinos (205-270), Proklos (412-485) ve Damaskios (460-537) tarafından geliştirilmiştir. Bu filozoflar şu şekilde akıl yürütür: Bir şeyi açıklamak için, yani bir şeyin olduğu gibi olması olgusunu gerekçelendirmek için bu şeyin ilkesi bulunmalıdır. Gelgelelim bu ilke sadece daha yüksek bir gerçeklik düzeninde bulunabilir. Bu yükselerek ilerleyen yöntem, her biri alt düzeydeki gerçekliklerin ilkesi olan "tanrısal ilkeler" [*hypostases*] hiyerarşisini oluşturur. Günlük dilde "hypostasier" fiili, bir eylemi isimleştirmeye işaret eder (örneğin "yemek", "içecek" gibi), fakat felsefi dilde yerici bir yananlam kazanmıştır; bilhassa Kant'ın "var olan başka bir şeyin varlığını ispatlamak için mantıksal olarak ihtiyaç duyulan bir şeyin varlığını koyutlamak" anlamında *hypostasier*'in, yani "gerçek sayma"nın meşru olmadığını vurgulamasından bu yana. Kant'a göre ne zaman hipotezin zorunluluğundan ilkenin [*hypostase*] kesinliğine geçsek hata yapmış oluruz. Örneğin, genişlemenin hızlanmasını izah etmek için bir hipotez söz konusuyken astrofizikçilerin karanlık enerjiyi gözlemlenen bir gerçeklik olarak sunmasıyla, karanlık enerji "gerçek sayılmış" (*hypostasiée*) olur.

Tanrısal ilke nosyonu her ne kadar bugün epistemolojik bir güvensizlik uyandırıyorsa da, yeni-Platoncu antik

metafizik, başka bir şeyi açıklamak için bir şeyin varlığını koyutlamaktan oluşan mantık ve erekçiliğe itimadına koşulsuz olarak sahip çıkıyordu. Böylelikle doğal varlıkların biçimini izah etmek için bir "ruh" [*âme*], bunları canlandıran bir ilke varsaymak gerekir. Örneğin gök cisimlerinin dairesel yörüngesi, durağan *daïmon*'larına uyma arzusuna itaat eder (zira daire[sel hareket], durağanlığa en yakın harekettir). Ruh, yani ruhların birliği, ilkelerde yükselişimiz sırasında keşfettiğimiz ilk tanrısal ilkedir. Ruhlar arasında en yükseği ve en önemlisi elbette bütün evrenin nefesinin ritmini belirleyen "dünyanın ruhu"dur. Bununla birlikte, zamansal değişimler boyunca kimliklerinin birliğini temin eden daha yüksek, ebedi ve tamamen anlaşılabilir bir tanrısal ilke yoksa ruhların zaman ve uzayda nasıl hareket ettiği anlaşılmayacaktır. Bu ikinci tanrısal ilke, zamanın ve uzayın ötesinde olan Varlık'tır (veya *Logos*). Varlık, en ilkel olanı tanrılar değil, sayılar olan bütün anlaşılabilir varlıkları bir araya getirir. Bunlar arasında en temeli "bir"dir, zira tüm sayılara ve diğer tüm varlıklara birlik bahşeder. (Teknik bir bakış açısından iki "bir" vardır: Ardışık toplamayla diğer sayıları üreten birlik/birim olarak bir; ve diğer sayılara birliğini bahşeden, yani örneğin beş çarpı birimin bir sayı, 5 olmasını sağlayan, gerçekten ilk olan bir.)

Daha şimdiden yeterince karışık, aşırı soyut ve hatta biraz karanlık mı görünüyor? Plotinos'un akıl yürütmesi burada durmaz: Bütün varlıklar Varlık'ın tanrısal ilkesini oluşturur; ama o zaman Varlık birliğini nereden alır? Elbette bahsettiğimiz "bir"den değil, zira o da sadece varlıklar arasında bir varlıktır. Her ne kadar *primus inter pares* (eşitler arasında birinci) olsa da bir, bütünlüğü içinde uy-

gulanmak üzere Varlık'tan ayrılamaz. Yeni-Platoncuların düşüncesinde, mantıksal sağlamlığa, tanımlara ve düzeylerin ayrımına, kümeler teorisinde paradoksları engellemesi amaçlanan önlemleri hatırlatan bir saygı vardır: Bir, parçası olduğu şeyin birliğinin ilkesi olamaz; tıpkı matematikte "bütün kümelerin kümesi"nin olmaması gibi. Şayet varlık kendi kendine birliğini veremiyorsa o halde bu, tüm varlıkların kökeninde bir tanrısal ilke olduğu ve varlıkların birliğine neden olduğu anlamına gelir. Bu ilk ilkenin var *olduğu* (veya olmadığı) bile söylenemez, zira bu doğası hakkında hata yapmak ve onu sanki bir varlıkmış gibi ifade etmek olacaktır. En üst tanrısal ilkeyi Plotinos "Bir" olarak adlandırır, çünkü Varlık'a birlik bahşeder ve kendisinde varlıkların veya ruhların çokluğunun hiçbir izini taşımaz.

Yükselme işlemi tamamlandığına göre südûr anlatısı başlayabilir: Bir'den Varlık türer. Daha sonra (ama burada söz konusu olan zamansal bir ardışıklık değildir, çünkü henüz zaman yoktur) Varlık içsel bir "sıralanış"a tabi olur; yani ardışık sayıları ve daha sonra bütün varlıkları ve en son olarak ruh fikrini üretir ve zaman içinde olan bir gerçeklik üretmek üzere kendi sınırlarını aşar: Ruh. Buysa zaman ve uzay içinde Doğa'yı canlandıran ruhların birliğini üretir; Doğa maddeye hayat verir, fakat artık kendisi hiçbir şeyin ilkesi [*principe*] değildir. Öyle ki bizi çevreleyen maddi şeyler, alt sınıra, yani "birincil madde"ye, neredeyse sadece hiçlik, biçimlerin pasif kabı olduğu için hiçbir niteliği olmayan biçimsiz bir maddeye varmadan önceki en düşük düzeydeki nihai gerçekliklerdir.

Südûr anlatısının mantıksal tutarlılığı güçlüdür; ayrıca yaratıcı bir tanrının her türlü keyfi müdahalesini dışarıda bırakır. Bir, her türlü ilahtan üstün bir tanrısal ilkedir: Bir,

insanın tapabileceği bütün tanrıların kökenindedir (bunlar daima varlıklardan ibarettir). Teodise ve kozmogoniye kayıtsız olan kozmolojik sabitin imgeseli gayet yeni-Platoncu olabilir. Fakat bu ters yüz edilmiş, saptırılmış, *kara* bir yeni-Platonculuk olacaktır... Zira karanlık Bir'in değil, biçimsiz maddenin yanındadır: Bir, metaforik olarak bütün diğer duyumsanabilir şeylerden ziyade ışığın ele gelmez güzelliğine yakındır. Plotinos, Kozmoz'un sonsuz harmonisini kırabilecek bir kuvveti gerçek saymayı reddedecektir. Durağan ve ebedi olan güzel bir evren kurmak için, kararlılıkla Einstein'ın yanında yer alacaktır. Karanlık enerjinin itici kuvveti, südûrun dinamiğini tersine çevirir; onu bozar, sınırları ihlal eder. Südûra dair Plotinoscu anlatı, kozmolojik sabitin hızlanan genişleme tarafına geçmesine direnmez.

Bununla birlikte yeni-Platoncu metafizik hâlâ olanaklar barındırır. Bu metafizik çok daha yükseğe, tüm sınırların ötesinde olan bir ilk ilkeye tırmanmıştır. Proklos'un *Tanrıbilimin Öğeleri* eserinde en üst tanrısal ilkenin adı "sonsuz güç"tür, *apeiron dynamis*. Gelgelelim *apeiron* "sınırsız" anlamına gelir. Karanlık enerjinin genleşmesinin gücünü anımsatan bir sınırsızlık. Daha da rahatsız edici olan, Proklos'un "birincil madde"yi, ne yapısı ne de birliği olan maddeyi de *apeiron dynamis* olarak adlandırması. Dolayısıyla güç için iki "sonsuz" olma tarzı vardır: ya üstün güç, varlıkların türediği mutlak cömertlik olarak, ya da tersine her türlü niteliğin yoksunluğuyla, mutlak pasiflik olarak. Sistem yukarıdaki sonsuz güç ile aşağıdaki sonsuz güç arasında bir gerilim içindedir. Kuşkusuz evrenin ebediliği sorgulanmaz, ama bu kutuplulukta karanlık enerjiye uyan bir imge bulunmaz mı? Mevcut kozmolojide sonsuz bir güç-

ten başka bir güce, "büyük patlama"dan toza dönüşmüş evrene geçilir. Karanlık enerjinin imgesi ters yüz edilmiş, bozulmaya dönüşmüş südûr olacaktır.

Böyle düşüncelere kalkışıldığında durmak zordur. Zira sonsuz gücün büyük farkı, yeni-Platonculuğun nihai karanlık imgesi değildir. Sorgulamanın en üst biçimine Damaskes tarafından ulaşılmıştır. Sadece Damaskes şu soruyu yöneltmeye cesaret etmişti: "İlkenin İlkesi nedir?" Mantıksal akıl yürütmenin sınırlarını zorlamış, belki büyük bir gizem pahasına bu sınırların ötesine geçmişti. Efesli Michael (yaklaşık 1070-1140) Damaskes'in üslubunun "mürekkep gibi kara" olduğunu söylüyordu. Damaskes gerçekten de aklın sınırlarında akıl yürütüyordu. Saf alkol gibi mutlak, baş döndürücü ve kör edici bir metafizik, karanlık bir metafizik üretmişti.

Şeylerin "Bütün"ünün, evrenin bir ilkesi olmalıdır, diye olumluyordu ve bu ilke "Bütün"ün parçası olamazdı. Öyleyse nedir bu ilke? Söylemesi zor, zira akla gelen her şey zorunlu olarak Bütün'ün parçasını oluşturan bir şeydir. En azından ne olmadığı söylenebilir (ve burada negatif ontolojinin retoriğiyle karşılaşılır): Bu İlke ne Doğa ne Ruh ne Varlık'tır; tüm bunlar Bütün'ün parçalarıdır. Bütün'ün kendisi de değildir, zira bir şey elbette kendi kendisinin ilkesi olamaz. Sadeliği nedeniyle Plotinos'un zihnindeki Bir buna en çok yaklaşan seçenek olsa bile, o da değildir. Bir değildir, çünkü Bir birlik verdiği her şeyden farklıdır, dolayısıyla Bütün'le ilişkisi üzerinden tanımlanır. Proklos'un sonsuz gücü bile kendisinden başka bir şeyle, sınırla ilişkisi üzerinden tanımlanır. Oysa biz mutlak bir ilke arıyoruz.

Tüm bu olumsuzlamaların mutlak ilkenin özü hakkın-

da hiçbir şey öğretmediği kabul edilmeli. Damaskes böyle olmasının çok iyi olduğunu ekler. Zira nihayetinde, mutlak arayışı titizlikle yürütüldüğünde, tanımlanamaz ve bilinemez olanla karşılaşır. Düşüncenin kendinden geçtiğini, bir uçuruma düştüğünü, tam da "hiçlik"e gömüldüğünü kabul etmek gerekir. Bir, arınmış, sade ve güzel bir kavramdır, ama mutlak hakikat tüm kavrayıştan, en üst düzey spekülasyonlardan bile kaçınmalıdır. Ama her türlü düşünceden kaçan şey Yokluk değil de nedir? İki tür "hiçlik" vardır: Bir'den üstün olan Hiçlik ve maddeden aşağı olan hiçlik. Damaskes, Proklos'un çözümünü geliştirmişti: Hiçlik sonsuzdan ziyade metafiziği böler. Ayrıca Damaskes'in söyleminin mistik karanlığa, sessizliğe çöküşe yaklaştığı hissedilir. Sanki bu geç yeni-Platoncu, "kendisinin nedeni" addedilen bir yaratıcı Tanrı'nın dinleri tarafından yok edilmiş halde sessizliğe geri dönmeden önce, yani Akademi ne mantıksal kısıtlar ne de spekülatif ihtimamla engellenen umumi dinlerin zulmü altında yenilmeden önce çok riskli son bir tur atmış ve bin yıllık metafiziğini en son sınırlarına kadar zorlamış gibidir. Kuşkusuz uygulamadan çıkarılması gereken ders budur: Mutlak imge arayışı aşırı olduğunda, hiçliğe varma ve daha az incelikli bir düşünce tarafından yok edilme riski bulunur.

Umutsuzluğa kapılmamalı: Her şey kapkara değil!

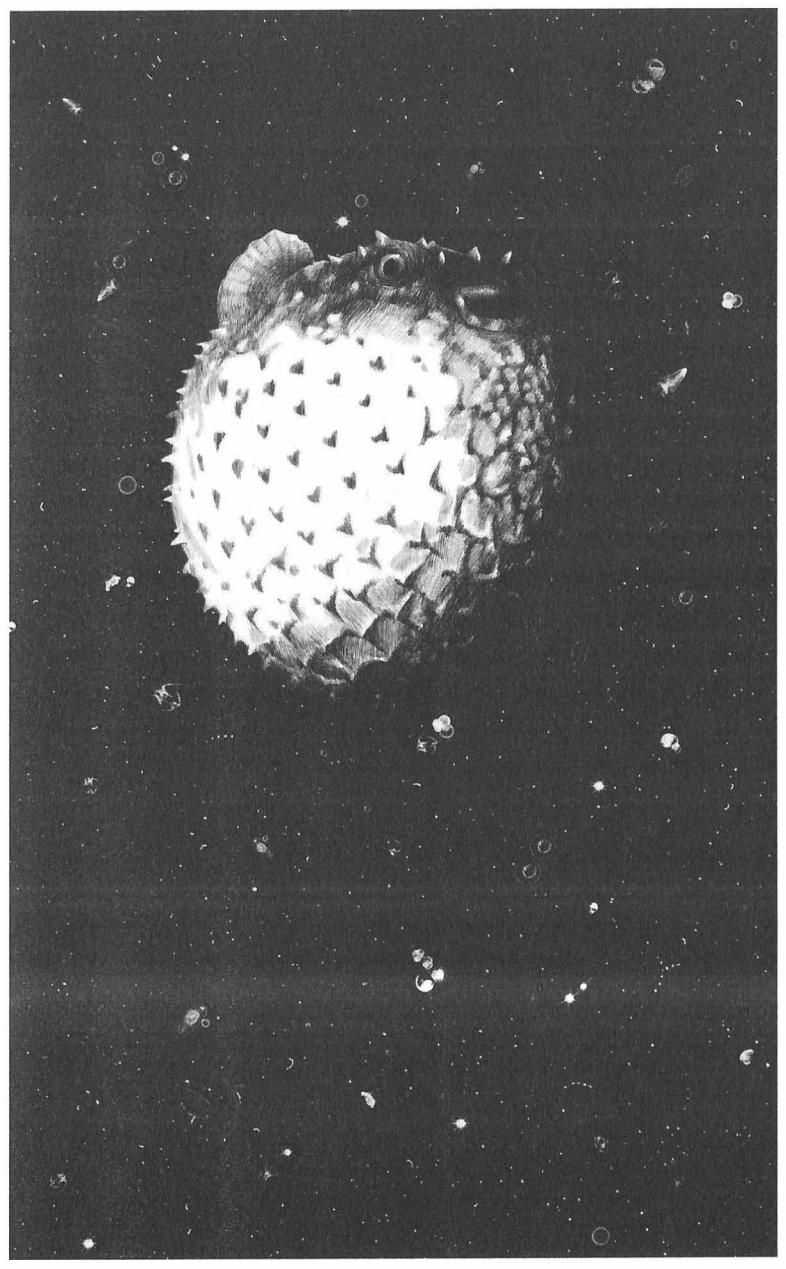
À bout de souffle adlı filmde Jean Seberg, Jean-Paul Belmondo'ya sorar: "'Kederle hiçlik arasında ben kederi seçiyorum' [William Faulkner'ın *Çılgın Palmiyeler* kitabın-

dan bir alıntıdır][1], peki sen, sen neyi seçerdin?" Bu soru, karanlık enerjinin gizemiyle karşılaşmış imgeselin psikanalistinin ikilemini simgeler: Ya ele geçmez canavarları umutsuzca kovalamaya girişir ya da hiçliğe varana kadar erişilemez ilke arayışını sürdürür. Bu filmde (siyah beyaz bir film) kahraman hiçliği tercih eder, çünkü keder ona göre aptalca bir tavizdir (bu da onun trajik ve "berbat" sonunu bildirir).

Bu ikilemden kaçmak mümkün değil midir? Karanlık imgelerin üzerimizdeki hâkimiyetinden kurtulamaz mıyız? Alternatif yolda, tereddütsüzce kabul etmemiz için fazla uğursuz bir şeyler vardır. Bazı gökbilimciler ve astrofizikçiler ayrıca üçüncü bir yol olduğunu gözlemlemiştir: Maddenin evrende üniform dağıldığına dair hipotez reddedilirse, genişlemenin hızlanması bir perspektif etkisiyle, optik düzeyde bir "bozulma"yla açıklanabilir. Laurent Nottale'in (1952) ölçek görelilik teorisi de karanlık enerjinin varlığını koyutlamaya gerek olmadan gizemi çözmeye olanak verir. Bu durumda bir suçlu aramaya artık gerek kalmaz. Evrene yine biraz renk gelir. Şair Jacques Réda (1929) nefis bilimsel şiirlerinden birini şöyle bitirir:

Ya sonra ne? Evren firari mi olacak?
Kimden kaçmak için? Nereye varmak için?
Hangi ebedi felakete? Hangi muzaffer sona?
İşte burada, kararlı, yasa dışı.
Karanlık enerji, pembeye boyanmalı.

1 *Çılgın Palmiyeler*, William Faulkner, çev. Necla Aytür, Ünal Aytür, YKY, 2017. –*çn*







KARANIN HÂKİMİYETİ

Kara fikirler üzerine soruşturmamızın sonunda ne öğrenmiş olduk? Öncelikle bu diyalog, bize göre her iki tarafın söylemini netleştirmeye ve açıklığa kavuşturmaya olanak verdi. Dikkatini metafizik şüphelere, hatta demode olanlarına veya sanat ve fikirler tarihinden derlenmiş birkaç ince ayrıntıya veren filozof, bilgiyi tercüme etmesi gereken kelimelerin kullanımında fizikçiyi daha titiz davranmaya sevk ederken, akıl yürütmenin kesinliğine ihanet edecek bulanık ifadeleri düzelten veya bilimsel düşüncenin özgünlüğünü takip etmek amacıyla daha çok şiirsel cesaret ve görkem talep eden fizikçi ise bilerek metaforlar icat eden filozofun vazgeçilmez danışmanı haline gelir.

Ayrıca fikirler ile imgeler arasındaki yankılamaların çeşitliliği de bizi şaşırttı. Bunların mütekabiliyetinde mutlak bir kural bulunmaz. Birlikte yazarak bir mesafe sanatı öğrenmiş olduk. Ancak hem sezgisel hem de uygun bir uzaklıkla hesaplanmış bir arayış, bilimle imgesel arasındaki analojilerin yankılaşımlar [*résonnance*] kadar uyumsuzlukları [*dissonance*] da aydınlatmasına olanak verir. Bu

uzaklık değişkendir: Epistemolojik ve "psikanalitik" çizgiler nadiren makul paralellerdir; bunlar daha ziyade Öklidçi olmayan jeodeziklerdir; nesnelerinin yakınında biçimleri bozulur; bu çizgiler sıkça uzar gider ve tekrarlanır; bazen paylaşılan bir sevinç içinde yolları kesişir veya ironik bir şekilde birbirlerinden uzaklaşırlar. Her koşulda bu gidiş-gelişler rastgele değildir. Diyalog, bize göre basit bir üslup alıştırmasının ötesine giden bir yazı çalışmasını kışkırtır.

Kara tonlarının dereceleri anlam taşıyan bir gelişim sergiler: Gece göğünün tanıdık karasından en gizemli karaya, evrenin genişlemesinin hızlanmasını açıklaması beklenen o bilinmeyen enerjinin karanlığına kadar, kara fikirlerin incelenmesi de tarihsel bir güzergâhtır. Bilimsel adlandırma (söz konusu olan bir sıfat olduğu için "nitelendirme" de denebilir) pratiklerinin evrimi üzerine bize bir şeyler öğretir. Zaman zaman duyduğumuzun aksine, bilimsel dilin uzlaşımlar temelinde, gündelik dille kopuş içinde inşa edildiği gerçeği, fikirlerin anlaşılmasında adların nötr veya anlamsız olduğu anlamına gelmez. Tersine, kelime seçimi çoğunlukla büyük bir önem taşır ve bilim çalışmasının ayrılmaz bir parçasını oluşturur. Ayrıca adlandırma pratiklerinin bilimler tarihi boyunca epey evrilmiş olduğu ve bilhassa son birkaç on yılda hem hızlanmış hem de amaçlarında derin bir değişiklik yaşanmış olduğu aşikârdır.

Gece göğünün karalığının izahı, belki Antik Çağ'daki gökbilimcilerin spekülasyonlarını canlandırmış bir meseledir. Bu gizeme verilen yanıtlar, daha sonra yüzyıllar boyunca, bilgi ve tekniklerin ilerlemesiyle gelişmiştir. "Kara gök meselesi" ifadesinin kendisi oldukça yakın tarihlidir ve bu adlandırmada herhangi bir gizem yok görünür. Bunun-

la birlikte, gündelik gözlemin aşikârlığı ve normal dilden aktarılan sözcüklerin arkasında çetrefilli bir sorun ve şeffaf bir karaya dair müstesna bir tanım gizlenmektedir. İşte anlamın ağır tarihsel tortulaşmasına bir örnek.

"Kara cisim" ifadesi farklı koşulların bir sonucudur ve tamamen farklı bir zamansallıkla ilişkilidir. 1860 yılında Gustav Kirchhoff bu ifadeyi fikirle aynı anda yaratır. Teorik nesnesine, analoji yoluyla "kara cisim" adını verir: Mükemmelen kara bir cisim, ideal olarak soğurucu (dolayısıyla ideal olarak verici) bir cisimdir. Böylelikle, bilimsel dilin kesinlik gereksinimlerini karşılamak amacıyla, söz konusu sıfatın anlamını kökten dönüştürür. Bu karanın ortaya çıkması anlıktır ve ayrışmaz bir şekilde işaret ettiği teorik modelle ilişkilidir. Dolayısıyla bu modelden kaynaklanan ve yarım asırdan kısa bir sürede bilimsel bir devrimi, yakın zamanda müşterek duyuyu [*sens commun*] sarsan kuantum mekaniğini doğuracak sorunlarla da ilişkilidir. Çağdaş sanatın şokuyla yankılaşımlarını inceleyerek, son yüzyılda zihnin metamorfozlarının bu ani hızlanışının altını çizmek istedik.

"Kara delik" ifadesinin oluşumu ve yayılması, adlandırma pratiklerinde bir büküme, bir yeniliğe işaret eder. Bu kavram görece eskidir ve uzun zaman boyunca sadece kapalı [*occlus*] yıldızlar veya daha sonra "Schwarzschild cismi" ile ilgiliydi. Doğruyu söylemek gerekirse bilim camiasının sadece küçücük bir kısmı için bir meseleydi bu. Modası geçmiş cazibesine rağmen kapalı yıldız çok fazla kişinin ilgisini çekmiyordu. "Kara delik" ifadesini kullanan ilk kişiyi tespit etmek zor. Fakat 1967 yılında John Wheeler, önceden var olan fikri böyle adlandırmayı tercih

ettiğinde, sırrına kendisinin sahip olduğu bir pazarlama operasyonunu kasten gerçekleştirmiş olur: bir tür anlamsal tasarım. Teorik anlamından yola çıkarak, ama bilhassa imgesel dikkat çekiciliğinden faydalanan bir kavramı vurgulamayı hedefleyen bir ifade icat eder. Başarısı muazzamdır: Kara delikler, meslektaşlarının dikkatini tekeline alır, bilim-kurguyu istila eder ve son olarak gündelik dil ile genel kültürü bütünleştirir.

XX. yüzyılın ikinci yarısında, bilimsel araştırma oldukça rekabetçi bir ortama dönüştü ve bu tarz etkili anlamsal tasarım pratikleri stratejik bir gereklilik haline geldi: Büyük bir keşif yapmak yeterli değildir, bu keşfe meslektaşların dikkatini çeken ve araştırma alanında, hatta bu alanın da ötesinde etkisini gösteren bir ad vermek gerekir. Ünlü karanlık madde ve enerjinin ortaya çıkışını bu perspektife göre analiz etmek lazım.

Bu iki kavramla birlikte adlandırma pratiklerinin evriminde bir dönemeçten geçilmiş oldu: Artık bir keşfin çabucak ileri sürülmesi değil, bir hipotezden beklenen faydaların önceden ileri sürülmesi, yani gelecekteki keşiflerin *vaadinden* başka bir şey söz konusu değildir. Böylelikle bu ifade, toplulukta illa üyelerin tamamı tarafından kabul edilmeyen bir fikrin var olmasına katkıda bulunur: Bazı bilim insanları, bu kara fikirleri gözlemlenen gerçeklikler gibi sunsa da, bunların karalığı tam da söz konusu nesnelerin gözlemlenemez olduğu anlamına gelir; diğer bilim insanlarıysa spekülatif balonlar olarak düşündükleri şey karşısında ihtiyatlı davranır. Gazeteci Sean Kalinich "bilim dünyasında ilginç bir kullanım var; bir şeyi açıklayamadığınızda veya niteliklerini belirleyemediğinizde alışıldık kelimenin

öncesine 'karanlık' (*dark*) eklerseniz nesneniz tamamen yerinde olacaktır" diye yazar (*Decrypted Tech*, 20 Haziran 2012). Bu karikatürleştirme, araştırmanın göbeğindeki vahşi rekabetin bazı güncel akımlarını ifşa eder: Kavramsal sonuçların sabırlı ve sadık aktarımından ziyade, adlandırmanın aceleci ve propagandacı bir kullanımına iter.

Bu sapmaya dair başka örnekler de verilebilir, ama kendimizi kara fikirlerle kısıtlayalım: "Kara" sıfatının bilhassa bu gösterişli anlamsal tasarım pratiklerine uygun olması, şüphesiz bütün toplumun evrimi açısından aydınlatıcıdır. Geçmişte kara o kadar cazip değildi. Hayal gücünün büyüleyici bir öğesine göndermesine rağmen, geçmiş tarafından küçümseyici fikir çağrışımlarıyla kirletilmişti. Önceden kültür içinde kara, daha ziyade yaftalayıcıyken bilhassa kıyafet tasarımında aşırı temsil edilen ve değer verilen karanın egemenliği modernitenin özelliği haline gelmiştir: "*Tasarımın* karası, ne önceki yüzyılların asil ve lüks karası ne de büyük endüstriyel şehirlerin kirli ve sefil karasıdır; aynı zamanda hem sade hem zarif, şık ve işlevsel, şen ve ışıltılı, kısacası modern bir karadır. [...] Kara aynı zamanda modern, yaratıcı, ciddi ve otoriterdir," (Pastoureau, *Le Noir*, s. 189). Kara, şıklık ve doğruluğu, zariflik ve sadeliği simgeler.

"Karanlık madde" ve "karanlık enerji" ifadelerine dair daha da tedirgin edici bir gerçeğin altını çizmek gerekir: *Bu ifadeler sadece Fransızcada bulunur*[1]. Bilimsel tartışmalarda egemen dil olan İngilizcede *black* sıfatı bu fikirlere uygulanmaz: Anglosaksonlar *karanlık* maddeyi (*dark matter*) ve *karanlık* enerjiyi (*dark energy*) incelemeyi tercih ederler. Almancada da aynısı söz konusudur: *dunkle Materie*, *dunk-*

1 Fransızcada karanlık enerji ve karanlık maddenin, kara enerji ve kara madde olarak adlandırıldığını hatırlatalım. –*çn*

le Energie. İtalyan bir araştırmacı için *gizli* madde ve enerji (*materia oscura*, *energia oscura*) söz konusu olacaktır. Öyle ki, Fransızcanın dilbilimsel hususiliği dikkate değerdir: Fransızca bu fikirleri "karalaştıran" tek dildir. Kesin olmak gerekirse, Fransızcada kara enerji [*énergie noire*] ve kara madde [*matière noire*] ifadelerinin bazen "karanlık enerji" [*énergie sombre*] ve "karanlık madde" [*matière sombre*] ile birlikte bulunduğu olur. Böylelikle zaman zaman karanlık madde [*matière sombre*] tespit etmesi güç, ama klasik doğada olduğu varsayılan maddeyi, kara madde [*matière noire*] ise tamamen yabancı bir maddeyi belirtmek için kullanılarak ikisi ayırt edilir. Yine de genel kural olarak "kara" büyük ölçüde baskındır ve "karanlık" sıfatını kullanmakta ısrar eden araştırmacılar, tam da bu fikirler konusunda kuşku duyanlarmış gibi görünür.

Bu da, bilimsel dilde karalığın üstü örtülü bir şekilde taşıdığı imgesel yananlamı düşünmeye olan ilgimizi pekiştirir. Kara fikirlerin cazibesi rastlantıya değil, karşı konulamaz bir şekilde kara imgelere neden olması gerçeğine bağlı olan bir şeyler içerir. Bir fikri "karanlık" veya "gizemli" olarak nitelendirmek, tespit etmenin güçlüğünü açıkça



Şekil 10. Bill Waterson, *The Complete Calvin and Hobbes, Book Four 1992-1995*, Andrews McMeel Publishing, 2012, s. 49 (2. dizi).

göstermenin yanı sıra, üstü örtük olarak söz konusu fenomenin özelliklerini saptamaktaki teorik engeli de vurgular. Bu anlamda *dark* (karanlık) sıfatını eklemek, fikirleri daha doğru hale getirir, çünkü söz konusu sıfat ihtiyatlılığa sevk edecektir. Bizim dilimizde olduğu gibi Shakespeare'in dilinde de karanlık olan bir şey, mecazi olarak anlaması zor, hatta ürkünç bir şeydir ("karanlık bir tarih"). Bu yananlam nedeniyle *dark matter* veya *dark energy* bir parça tereddüt veya isteksizlik olmadan kabul edilemeyecek, riskli, pek açık olmayan hipotezler gibi görünür. *Dark* sıfatını "kara" olarak çevirmeyi tercih eden Fransızca konuşan araştırmacılar, bu adlandırmanın anlamını bütünüyle değiştirmiştir. İfadeyi radikalleştirmişler ve karanın dilimizdeki simgesel etkisinden faydalanmışlardır.

Kara olmak, mutlak olarak karanlık olmak, yani tespit edilmesi imkânsız olmaktır. Karanlığın karalıkta bu mutlaklaştırılmasıyla, yeni adlandırma karanlık imgeye bağlanan yananlamları bastırır, yani söz konusu fikirler karşısında meşru bir şekilde doğabilecek şüphelerin işaretini gizler. Kara maddenin ve enerjinin karalığı kati bir şekilde gizli olanı simgeler ve paradoksal olarak, söz konusu hipotezleri sorgulamak yerine bunların varlığına inancı pekiştirir. İmgesel olarak, kara olan sadece karanlık olana göre daha fazla varoluşa sahiptir. Kara madde ve kara enerji *tözleştirmelerin* sonucudur: Eksik olan kütle ve kozmolojik sabit tartışılmaz maddi gerçeklikler statüsü kazanır. Kara fikirlerine böyle kılıf geçiren bilim insanları, belki başarıyla taçlandırılacak veya karaya geleneksel değerlerinden birini, yani matemi geri verecek bir risk almış olur: "Zamanımızdaki insanların giydiği bu kara kıyafet korkunç bir

simgedir. [...] Tüm yanılsamaları ters yüz etmiş ve kendinde matemi taşıyan şey insan aklıdır" (Alfred de Musset, *La Confession d'un enfant du siècle*, 1836).

Bilimdeki ilerlemenin sonuçlarının, bu sorulara vereceği cevaplar ne olursa olsun tarihsel epistemoloji ve bilgi psikanalizinin sağladığı iki anlayış yerindedir ve birbirlerini bütünler. Akıl yürütmenin sağlamlığına daima kaçınılmaz olarak duygusal bir bağlılık karıştıran, karmaşık ve yakıcı, zor ve keskin sorular karşısında bir adım geriye gidip bakmaya olanak verirler. Bu fikirleri böylesine büyüleyici kılan da bu dolanıklıktır; tam da bu nedenle, araya bir mesafe koymak ve bir uyum çalışmasına imkân vermek, yani söz konusu fikirlere dönüşümlü olarak eleştirel ve sevecen bir perspektiften bakmak bu kadar çok çaba gerektirir.



KAYNAKÇA

Fiziğin kara fikirleri

Gaston Bachelard, *Le Nouvel Esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1983 (1934).

Gaston Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Vrin, 2004 (1938).

Gaston Bachelard, *La Psychanalyse du feu*, Paris, Gallimard, 2008 (1938).

Gaston Bachelard, *L'Eau et les Rêves*. Essai sur l'imagination de la matière, Paris, José Corti, 1956 (1940).

Gaston Bachelard, *La Terre et les Rêveries du repos. Essai sur les images de l'intimité*, Paris, José Corti, 2004 (1948).

Gaston Bachelard, *Études*, Paris, Presses universitaires de France, 2001 (1970).

André Franquin, *Idées noires. L'intégrale*, Paris, Fluide glacial, 2001.

Henri Michaux, *L'Infini turbulent*, Paris, Gallimard, 2012.

Kara gök

Edward Harrison, *Le Noir de la nuit, une énigme du cosmos*, Paris, Seuil, 1998.

Heinrich Olbers, *La transparence de l'espace cosmique*, « Astronomie et Astrophysique », yayına hazırlayan J.-P. Verdet, Paris, Larousse, 1993.

Jean-Michel Alimi, *Pourquoi la nuit est-elle noire ?*, Paris, Le Pommier, kol. « Les Petites Pommes du savoir », 2002.

Gök neden karadır?

Aristote, *De l'Âme*, Paris, Les Belles Lettres, 1989.

Gaston Bachelard, *L'Air et les Songes. Essai sur l'imagination du mouvement*, Paris, José Corti, 1987 (1943).

http://www.germaincaminade.com/.

Ératosthène, *Catastérismes*, Paris, Les Belles Lettres, 2013.

Annie Mollard-Desfour (ed.), *Le Dictionnaire des mots et expressions de couleur. Le Noir*, Paris, CNRS Éditions, 2005.

Michel Pastourau, *Dictionnaire des couleurs de notre temps*, Paris, Bonneton, 1992.

Kara cisim

Étienne Klein, *Le Facteur temps ne sonne jamais deux fois*, Paris, Flammarion, kol. « Champs sciences », 2009.

Thomas S. Kuhn, *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity, 1894-1912*, University of Chicago Press, 1987.

Kara cisim ışıması

Paul Valéry, *Introduction à la méthode de Léonard de Vinci*, Paris, Gallimard, 1992.

Alfred Pacquement ve Pierre Encrevé (ed.), *Soulages*, Paris, Éditions du Centre Pompidou, 2009.

Maurice Merleau-Ponty, *Phénoménologie de la perception*, Paris, Gallimard, 1945.

Jean Perrin, *Les Atomes*, Paris, CNRS Éditions, 2014.

Kara delik

Matteo Smerlak, *Les Trous noirs*, Paris, Presses universitaires de France, kol. « Que sais-je ? », 2016.

Jean-Pierre Luminet, *Le destin de l'univers – Trous noirs et énergie sombre*, Paris, Fayard, 2010.

Kip S. Thorne, *Trous noirs et distorsions du temps*, Paris, Flammarion, kol. « Champs sciences », 2009.

Christopher Priest, *Le Monde inverti*, Paris, Gallimard, 2002.

Charles Sheffield, *Les Chroniques de McAndrew*, Paris, Le Livre de poche, 1990.

Dosya *Pour la Science* n° 75, « Trou noir », Nisan-Haziran 2012.

Alain Riazuelo'nun kara delik üzerine konferansları: http://www.canal-u.tv/video/cerimes/voyage_autour_et_a_l_ interieur_d_un_trou_noir.7888 https://www.youtube.com/watch?v=A_KBd0kSlAc.

Kara deliğin yerçekimi

Gaston Bachelard, *La Terre et les Rêveries de la volonté*, Paris, José Corti, 1988.

Michel Pastoureau, *Noir. Histoire d'une couleur*, Paris, Seuil, 2008.

Victor Hugo, *Les Contemplations*, Paris, GF-Flammarion, 2008.

Karanlık madde

Gianfranco Bertone, *Le mystère de la matière noire, dans les coulisses de l'Univers*, Paris, Dunod, 2014.

Dosya *Pour la Science* n° 83, «Les mystères du cosmos,

du big bang aux trous noirs », Nisan-Haziran 2014.

Robert H. Sanders, *The Dark Matter Problem : a Historical Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, 2010.

Alain Bouquet ve Emmanuel Monnier, *Matière sombre et énergie noire*, Paris, Dunod, 2008.

Jean-Philippe Uzan ve Patrick Peter, *Cosmologie primordiale*, Paris, Belin, 2005.

Kara madde simyacıları

Françoise Bonardel (ed.), *Philosopher par le feu. Anthologie de textes alchimiques*, Paris, Almora, 2009.

Carl Gustav Jung, *Dialectique du moi et de l'inconscient*, Paris, Gallimard, 1986.

Marguerite Yourcenar, *L'Œuvre au noir*, Paris, Gallimard, 1976.

Karanlık enerji

Dosya *Pour la Science* n° 83, « Les mystères du cosmos, du big bang aux trous noirs », Nisan-Haziran 2014.

Jean-Pierre Luminet, *Le destin de l'univers – Trous noirs et énergie sombre*, Paris, Fayard, 2010.

Alain Bouquet ve Emmanuel Monnier, *Matière sombre et énergie noire*, Paris, Dunod, 2008.

Jean-Philippe Uzan ve Patrick Peter, *Cosmologie primordiale*, Paris, Belin, 2005.

Karanlık enerjinin gizemleri

Ferdinand Alquié (ed.), *Polarité du symbole*, Paris, Desclée de Brouwer, 1960.

Gaston Bachelard, *La Poétique de la rêverie*, Paris, Presses universitaires de France, 1974.

Régis Boyer, *L'Edda poétique*, Paris, Fayard, 1992.

Damascius, *Traité des premiers principes*, cilt 1, *De l'ineffable et de l'un*, Paris, Les Belles Lettres, 1986.

Albert Einstein, *Œuvres choisies*, cilt 5, *Physique et réalité*, Paris, Seuil-CNRS, 1991.

Jacques Réda, *La physique amusante*, Paris, Gallimard, 2009.

Cédric Villani, *Théorème vivant*, Paris, Grasset, 2012.

Kara gök, kara cisim, kara delik, karanlık madde, karanlık enerji: Fizikçiler neden bazı fikirlerini karartma ihtiyacı duyarlar?

Bu soruyu sormak, birtakım anekdotlara yer açmaya değil, fiziğin tarihini baştan sona gözden geçirip güncel birçok meseleyi gündeme taşımaya olanak tanıyor: Yüzyıllar boyu gökbilimcilerin zihnini meşgul eden kara gök muamması; üzerine yapılan çalışmalarla kuantum devrimine önayak olan kara cisim ışıması; büyüleyici bir kozmik tekillik olan kara delik; çağdaş kozmolojinin gizemli hipotezleri karanlık madde ve karanlık enerji... Astrofizikçi Roland Lehoucq ve bilim felsefecisi Vincent Bontems, kendi disiplinlerinden hareketle, bu fikirlerdeki "kara/karanlık" terimlerinin taşıdığı anlamı tek tek aydınlığa kavuşturuyor.

Fiziğin Kara Fikirleri, popüler bir dil kullanmaktan uzak, kara rengin bilimsel anlamı ile karanlık metaforlar hakkındaki hayallerin birbirlerini yanıtladığı bir diyaloğu gözler önüne seriyor. İmgelerin psikanalizi ile epistemolojiyi aynı anda uygulayan ilk kişi olan Gaston Bachelard'ın izinden giden iki araştırmacı, hayranlık dolu ve de eleştirel bakışların sırasıyla yaptığı aydınlatmalar rehberliğinde, okuru bilimsel araştırmanın dolambaçlı yollarında bir gezintiye çıkarıyor. Fiziğin kara fikirleri, bu kitapta ilham verici ve yol gösterici bir görünüm kazanıyor.



inka

9 786058 029552