

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

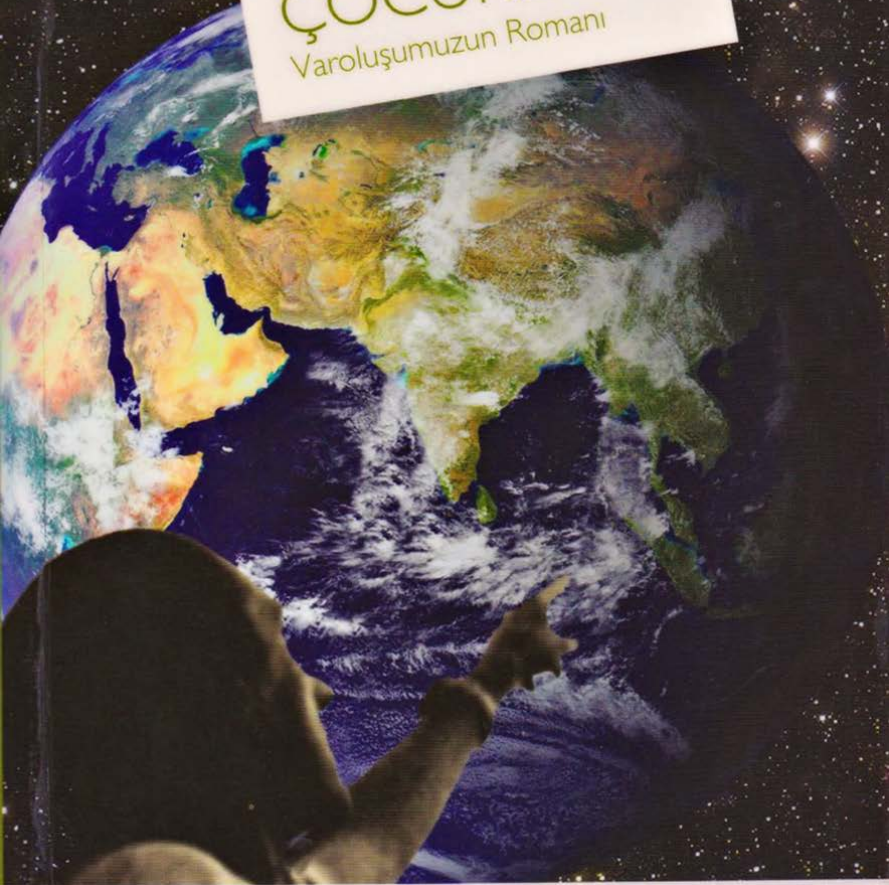
Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

HOIMAR
V. DITFURTH

BİZ BU EVRENİN ÇOCUKLARI

Varoluşumuzun Romanı



**Cumhuriyet
Kitapları**

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - <https://rantey.org>

Popüler
Yazarlar

HOIMAR v. DITFURTH

BİZ BU EVRENİN ÇOCUKLARI

Varoluşumuzun Romanı

Çeviri
Veysel Atayman



YAYIN KURULU

Doğan HIZLAN (Başkan), Turhan GÜNAY, Emre KONGAR, Egemen BERKÖZ,
Ataol BEHRAMOĞLU, Deniz SOM, Erdal ATABEK, Fazilet KUZA

YAYIN YÖNETMENİ

Zeynep ATAYMAN

ÇEVİRİ

Veysel ATAYMAN

GÖRSEL YÖNETMEN

Haydar BEY

GRAFİK TASARIM

Ahmet SUNGUR

DİZGİ/SAYFA DÜZENİ

Serpil ÜNAY

BASKI

Kurtiş Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti.

DAĞITIM



I. Baskı: Kasım 2008

Yeni Gün Haber Ajansı
Basın ve Yayıncılık A.Ş.
Prof. Nurettin Mazhar Öktek Sk.
No:2 34381 Şişli - İstanbul
Tel : (0212) 343 72 74
Faks: (0212) 343 72 65
ckk@cumhuriyet.com.tr
www.cumhuriyetkitaplari.com

Almanca özgün adı:
Kinder des Weltalls
Der Roman Unserer Existenz

©2007 by Heilwig v. Ditzfurth
©2008 Cumhuriyet Kitapları
İstanbul / Türkiye

Bu kitabın yayın hakları Kalem Fikri
Haklar Koordinasyon Merkezi
aracılığıyla satın alınmıştır.

Yayın Hakları Cumhuriyet Kitapları'na aittir.
Tanıtım amacı dışında izinsiz alıntı yapılamaz.

15 Ekim 1921'de Berlin'de doğan Hoimar von Ditfurth, psikiyatri ve nöroloji profesörlüğü yaptı. Uzun yıllar Almanya'daki en tanınmış popüler bilim yazarı, televizyon yorumcusu ve gazeteciler arasında yer aldı. "Kesitler" adlı TV dizisi, modern bilimlerin sonuçlarını bilimsel sorumluluğu göz ardı etmeden, neredeyse bir polisiye dizisi gerilimiyle sunabilmiş eşsiz bir örnektir.

Ditfurth, 1 Kasım 1989'da Freiburg'da hayata gözlerini yumdu.

"Bilinç Gökten Düşmedi" (Der Geist Fiel nicht vom Himmel, 1976), "Biz Bu Evrenin Çocukları" (Kinder des Weltalls, 1970), "Başlangıçta Hidrojen Vardı" (Im Anfang war der Wasserstoff, 1972), "Hayatın Boyutları" (Dimensionen des Lebens, 1974), "Bağlılıklar; Doğabilimsel Bir Evren Tablosuna İlişkin Düşünceler" (Zusammenhänge, Gedanken zu einem naturwissenschaftlichen Weltbild, 1974), "Sadece Bu Dünya'dan Değiliz" (Wir sind nicht nur von dieser Welt, 1981), "Madem ki Öyle, Hadi Bir Elma Ağacı Dikelim" (So lasst uns denn ein Apfelbäumchen pflanzen, 1985), "Kavranmaz Gerçeklik" (Unbegreifliche Realität, 1987) "Bir Türdaşımızın İç Gözlemleri" (Inneansichten eines Artgenossen, 1989) adlı kitapları vardır.

İÇİNDEKİLER

Türkçe Basıma Önsöz	7
Olayın Geçtiği Yer	15
İnsanın Kendini Anlamasına Giden Yol ve Doğabilimi	38
Uzay Yolculuğu ve Evrensel Oranlar	49
Uzay Gemisi Olarak Dünya	91
Dünya Uzaydan Yalıtılmış Bir Ada Değil.....	109
Bir Yıldızın Portresi	121
Güneş Rüzgârı	141
Görünmeyen Fanus.....	157
Güneş Rüzgârına Karşı Koruyucu Bir Kafes.....	179
Bir Gezegen Saydamlaştırılıyor.....	194
Dünya Zamanı Şaşıyor	220
Ani Kozmik Değişmeler.....	249
Ay'ın Frenleme Etkisi.....	265
Biyolojik Saat	286
Güneş Sisteminin Yeni Tablosu	308
Geçmiş Yolculuk	320
Manyetik Şemsiyede Felaket.....	346
Evrimin Motoru	353
Dinozorlar Zamanı	391

Tam İsabet Kozmik Bombardıman	422
Uzaydaki “Madde Takası”	436
Bizi Oluşturan Madde.....	445
Evrenin Çocukları	464
Sonsöz Yerine	477

Türkçe Basıma Önsöz

Kopernikus'un tespitlerinden bu yana insanlık, evrende yitip gitmiş, kendi başına, öteki uzay nesneleri ve ilişkileri ile hiçbir bağlantısı bulunmayan bir “kürenin” üzerinde, kendisinin ve güneşinin çevresinde dönmeye mahkûm bir gezegende yaşadığımız düşüncesinden ve duygusundan nasibini alıp durdu. Bu tablo soğuk, elbette karanlık, hayata kayıtsız ve “duygusuz”, her türlü varoluşu umursamaz bir evren anlayışıyla beslendi birkaç yüzyıl boyunca.

Modern bilim, evrensel ölçüleri, boyutları güvenilir sayılarla ortaya koydukça, evrendeki “yalnızlık” duygumuz da “melankolik” boyutlara ulaşp (elbette sosyal ve ekonomik sorunların sarmalında) dünya görüşlerine, algılara, felsefe akımlarına yansdı. Sadece geçen yüzyılın ortalarında Avrupa düşüncesine ve duygusuna hâkim olan “varoluşçuluğun” değil, “romantik algının” “nihilizmin” ve “kinik eğilimlerin” Kopernikusçu tablo ve onun gelişmiş hali ile “de” ilişkilendirilebileceğini bu metnin yazarı da her fırsatta dile getirmiş.

Mitos çağı insanının, kendini bütün bir âlem ile, canlı-cansız her nesne ile tek ve bir hisseden algısı, Batı'da Platon, Aristoteles, Stoa felsefeleri üzerinden Hıristiyan düşüncesine doğru evrilmiş, modern çağın sistematik felsefelerinde “me-

tafizikle” tamamlanmıştı. İnsanoğlu bir şekilde, sahipsiz değildi bu evrende. İster dinlerin Tanrı imgesi olsun isterse de felsefi-metafizik düşüncenin mutlak, tek, tinsel ezeli ve ebedi “kavramı” olsun, dünya ile, insan ile sonsuzluk arasındaki manevi (hatta maddesel) uzaklıkları kapama ihtiyacına da bir cevap olarak anlaşılabilirler.

Ama işte, Kopernikus bulguları, bilimsel düzlemde “kozmetik hayatın sahipsizliğine” ilk reddedilmez, sistemli “kanıtları” sunmuş gibiydi. 19. yüzyıla gelindiğinde “bilimin bakışları” 6., 7. gezegen derken, Güneş sisteminin dışına, dış uzaya doğru genişlemiş, sadece Güneş’in yüzde biri kadar bir kütle bile oluşturamayan “Dünya”nın değil, bizzat Güneş sisteminin bile bu kozmosta unutulabilecek kadar minik bir “noktayı” temsil ettiği ortaya çıkmıştı. Milyarlarca galaksi, milyarlarca güneş ve ayrıca onların milyarlarca katı ürpertici bir “boşluk”. Evet, varoluşçuluğun, bu evrende öylesine “bir kenara fırlatılmış” olduğumuz, hayatın saçma, anlamsız ve kendi kendinin nedeni olduğu duygu ve düşüncesine karşılık gelen bir boşluk.

Ne var ki tuhaf bir diyalektik işlemektedir bu alanda. Bilim (astronomi vb.) sonsuzluğun içine “sayılarla” uzandıkça, tersine, yalnızlığımızın da bir yanılgı olduğunu ele veren mütahiş heyecan verici bulgular birbirini izlemektedir.

Sadece astronomi, uzay yolculuğu bilimi ve jeofizik değil, atom fiziği, biyoloji, hücreye, DNA’ya kadar uzanan araştırma kolları, “bizim yaşama alanımız” ile evrenin (uzayın) derinlikleri arasında kopmaz bağlar, çok yönlü ilişkiler bulunduğunu gösteren kanıtları bir bir ortaya koymaktadırlar. Yer yüzünde, minicik bir noktada, tıpkı bir mercek odağının ken-

di üzerine düşen ışıkları yoğunlaştırıp toplaması gibi, gezegenimiz, hayatın ve varoluşumuzun şartlarını oluştururken yakın ve uzak uzaydan bize kadar uzana gelen maddesel etkileri “burada” değerlendirip durmaktadır.

Bugün, artık hayata düşman, gezegenimizdeki şartlara tamamen yabancı bir uzayın, Samanyolu adını verdiğimiz bir galaksinin kenarına yakın bir yerlerinde tamamen yalıtılmış bir varoluşa mahkûm olmadığımızı biliyoruz. Bu evren bizim evrenimizdir; milyarlarca yılın ardından bu gezegende ortaya çıkışımızı hazırlamıştır ve bugün bizi hâlâ hayatta tutmaktadır. Bu demektir ki, bu uzay ve evren, bütün o kozmik nesneleriyle ve biz insanlara fiziksel “olgular” olarak yansıyan yasalarıyla, düzenlilikleriyle, bizler için hayati bir önem taşımakla kalmamakta, aynı zamanda bu yasalara, dolayısıyla bu evrene muhtaç ve bağımlı olduğumuzu da bize öğretmektedir.

Güneş sistemi ve onun içinde yer alan Dünyamız, bir “uzay gemisi” gibi, bir bakıma onu da içeren ikinci ve çok daha büyük bir uzay gemisinin, Güneş sisteminin içinde –ve onunla birlikte– bu evrende dolaşıp durmaktadır. Bugünkü bütün bilgilerimiz, Dünyamızın Güneş’in, Güneş sisteminin ise galaksinin merkezine göre belli bir konumda döndüğünü söylemektedir. Galaksi ise, merkezindeki muhtemel bir kara deliğin çekim merkezinin çevresinde aynı kaderi paylaşmaktadır. Ama işte bir bakıma, bütün bu dönmeler, şişen bir evren modelinde, tasarlanamaz bir sonsuzluğa ya da sonluluğa meçhul bir yolculuktan başka bir şey değildir.

Dizinin ilk iki kitabı (*Başlangıçta Hidrojen Vardı ve Biliş Gökten Düşmedi*), dikkatini genellikle bu dünyadaki va-

roluşı, hayata, dolayısıyla da hücreye, onun alt birimlerine çevirmişti. Makrokozmos dediğimiz evrensel boyuta gerektiğinde değinilmiş olsa bile, evrimin izi “bu dünyada” sürülmüştü. Konrad Lorenz’in araya giren ünlü yapıtı, *İşte İnsan-Saldırganlığın Doğası Üzerine* metni de, evrim tarihini davranışların gelişme ve yön değıştirme tarihi olarak okuyor, dolayısıyla bu öbeğe eklemleniyordu.

Bu Evrenin Çocukları mikrokozmos ile makrokozmosun ilişkisini belli perspektiflerden kurgulayarak, bir bakıma “düşünme yolculuğumuzu” (şimdilik) tamamlıyor.

Ditfurth’un sayısız dile çevrilen bu “evren romanı”, sayıların bizi fırlattığı boşluğun aldatıcı olduğunu gösterip bir tür teselli veriyor bize: *Biz diyor, bu evrenin çocuklarıyız, onun evlatlarıyız.* Kuşkusuz koskoca evrenin amacı bizim gezegenimizde, bu 1 bölü milyarlar çarpı milyarlar ihtimaline, burada bir hayatın oluşturulmasına indirgenemez. Ama işte gene de bütün bu uzay, bir şekilde bu gezegendeki hayatın oluşmasında –“çorbada tuzu” olmanın da ötesinde– katılımlar gerçekleştirmiştir ve bu hayatın hâlâ sürebilmesi de bu katılımların eseridir.

Dizinin bu kitabı, ötekilere göre bambaşka bir yönden önemli bir sorunla karşı karşıya gibi görünüyordu. İlk kez 1997’de bir çevirisinden çok bir tür “derlemesini” *Dinozorların Sessiz Gecesi* (5-6) kitaplarında sunduğumuz *Bu Evrenin Çocukları*, 1993 basımından çevrildi. Yazar 1989’da hayata gözlerini yumdu. Metnin yazarın sağlığındaki son Almanca baskısı 1982 tarihine rastlıyor. Özellikle son 10-15 yılda gravitasyon mercekleri, atmosfer dışı görüntüleme teknolojilerinin devreye girmesiyle, en başta da bilgisayar katkısının mu-

azzam düzlemlere tırmanmasıyla, uzayın içinden eskisine göre çok daha tam bilgi, görüntü ve veri toplanabiliyor. Galaksi-lerin, yıldızların birkaç milyon ışık yılı öteden kütleleri, kim-yasal, fiziksel özellikleri belirlenebiliyor; yörüngeleri, hareket biçimleri, hızları tespit ediliyor; sayısal ifadeler kıyısından köşesinden düzeltiliyor; bu durumda okur, verilerin ve sayısal ifadelerin nereye kadar “nihai” olabilecekleri sorusunu hak-lı olarak sorabilir.

Ne var ki, Ditfurth metinlerine artık alışmış olan, daha doğrusu bu metinler üzerinde gerektiğince dikkatli ve eleş-tirel biçimde durabilmiş okur şunu kavramıştır: Bu metinler biyolojik ve kozmik evrimin temel ilke ve yasalarını bir yan-dan türetilip bir yandan da işleten, açıklamaların temeline ko-yan metinler. Bulgular, veriler, özellikle biyolojik ve kozmik evrimin gereği, ideal tip olmaktan uzak, boşluklu karakter-leriyle, bu metinleri, “şu bulgu güvenilir bu güvenilirmez” gibi, bu kitapların amacı olmayan bir tartışma alanına çekmeye el-bette fırsat vermiyor. Evrim karşıtlarının tam da bu nokta-da beliren en büyük zaafı, zaten ellerine geçirdiklerini san-dıkları, bütün ilişkilerden yalıtılıp kullanılan bir “parçaya” söz-de tezlerini dayandırma çaresizlikleridir. Günün birinde big-bang’ın 13,7 değil de, 16 milyar yıllık geçmişi olduğunu or-taya koyacak yolundaki tezler olsa olsa, bu tarihe bağlı iliş-kileri de kaydırmamıza yol açabilir, o kadar. Nasıl ki bugün hayatın kökeninin uzayda aranabileceği tezleri, hayatın olu-şum sorusunu sadece uzaya yaymanın ötesinde bir adım sa-yılmıyorsa, Ay’ın Dünya’dan büyük bir çarpışma sonucu kop-muş olması tezi, Ay-Dünya ilişkisini konuşmamızı engelle-miyorsa, nasıl ki *neanderthal* ile *homo sapiens* arasında tes-

pit edilecek ara basamaklar, biyolojik evrimin, insanın türeyim tarihine zaten sevindirici bir katkı olmasını sağlayacaksa, kozmik nesnelere ilişkin her yeni ayrıntı da, tezleri yasa-laştırarak ve teoriyi sağlamlaştırarak, benzer işlevler görecektir.

Bilim tarihi, zaten verilerin, maddi bulguların değil, var-sayımların, teorilerin, hipotezlerin, ispatların tarihidir. Ve bu tarih belki de doğrulananın birkaç katı doğrulanamayan ve bilimin çöp sepetini boylayan tezlerle, hipotezlerle ve teorilerle doludur. Başka deyişle “yanılgıların” da tarihidir bu tarih.

Biz gene de bu kitaptaki her veriyi, en son veri tabanıyla elimizden geldiğince karşılaştırdık. Sonuçta, virgül sonrası birkaç basamak düzelttik durduk; Dünya’nın kütlelerinin sentezindeki oranları yeniden elden geçirdik; Venüs’ün kraterlerine ilişkin en son bilgileri taradık. Ve gördük ki, yazar, bırakalım tespitlerini, tahminlerinde bile inanılmaz bir dikkatle bilimsel ahlakını korumuş: Şuralarda muhtemel bir krater olmalı, ama henüz bulunamadı dediği çukur, metnin 1993 bas-kısından 13 yıl sonra tam tahmin edilen yerde Antarktika altında bulunmuş!

Gene de, çalışkan bir okur, bu metinde tezlere, kavrayışlara temel oluşturduğu ölçüde yer alan bütün bilgileri, ve-rileri, imkânları ölçüsünde internetten ve öteki yayınlardan genişletebilir: Üç kitap boyunca sürekli hatırlatıyoruz: Yazar bize bilimsel bilgi verme gibi bir dert taşımıyor. Ayrıntıyı en aza indirgeyerek, verilerin tabanında, *ilke, yasa ve kural* sunup duruyor. Bu da bu üç kitabı, benzerlerinden temelde farklı kılan en olumlu yanlardan biri. Bu nedenle, “bilime dıştan bakma” becerisinden söz ettik öteki önsözlerimizde de.

Ben bu özelliğe bu son kitapla birlikte bir tespiti daha ekleyeceğim: Bu metinler birer “bilim-edebiyatı” bence. Evet, edebiyat metinleri bunlar. Bilimin en derin konularını hayatımızla ilintileyebilen, merakı patlama noktasına taşıyan, gerilimi bir okuma hazzına dönüştüren, ama asıl, yüzlerce romanın üstesinden ancak gelebileceği ölçüde bize “felsefe” yaptıran metinler. Yazarın sıkça başvurduğu, “bizi gözlemleyen varsayımsal bir kozmik ziyaretçinin gözünden ve bilinç düzeyinden” kurgulanmış yabancılaştırma efektleri bir yana, elverişli bulduğu bir ilişkiyi, sıradan bir “vakayı”, fantastik yolculuklara çıkartarak oluşturduğu (bence) şaşırtıcı öyküler, bu her üç metni de doğruca “bilim-edebiyatı” kapsamına almaya yetiyor. Yazarın, “yazmayı bir türlü beceremediği” itirafı da bu yabancılaştırma efektine bir katkı olsa gerektir.

Veysel Atayman
Ekim, 2008

Olayın Geçtiği Yer

Üç milyar yıl, tasarlama, kafamızda canlandırma gücümüzü aşar. Hayatın bugüne kadar uzanagelen tarihini kapsayan zaman süresi, bizim tasarlama yeteneğimizin sınırlarına sığmayacak kadar uzundur. Bu akılları durduracak kadar uzun zaman aralığı ile karşılaştırıldığında, bu evrim tarihinin üzerinde kendini sergilediği ve bütünüyle onun kullanımına ayrılmış sahnenin büyüklük ölçüleri, gerçekten de devede kulak kalır. Bugün varlıklarını keşfettiğimiz, *gunflint chert* adını taşıyan, Kuzey Michigan'daki jeolojik bakımdan çok çok yaşlı, arduaza (karataşa) benzeyen kaya tabakaları arasında bulunmuş bilinen en eski prekambrik fosillerin yanı sıra, son yıllarda Güney Afrika'da bulunan kalıntılar, yeryüzünde hayatın en azından üç milyar yıldan beri var olduğunu göstermektedir. Böylesine uzun bir zaman aralığı aslında bizim aklımızın alacağı bir şey değildir. Bizim, zamanı yaşayış, onu algılayış biçimimiz, içinde zaman aralıkları da olmak üzere, her türlü uzaklığı tahmin edebilme ve bunu kafamızda canlandırabilme yeteneğimiz, hem biyolojik nedenlerle, hem fizyolojik-maddi konumumuzla, hem de bu konumumuzu belirleyen koşullarla sınırlanmış, daha doğrusu onlara uyum-

lanmış; anlayacağınız bir saatte yaya olarak ancak on beş kilometre yol almamıza elverişli olan ve yetmiş, seksen, bilemediniz doksan yıllık bir ömrü sınır olarak önümüze koyan fiziksel koşullara ayak uydurmuştur.

İşte bu yüzden, üç milyar yıl dendi mi, bizim için tasarlama imkânları tükenmiş demektir. Bu gerçek, dolaylı da olsa, aklı başında, eğitim görmüş, bilgili birçok çağdaşımızın, Darwinci evrim teorisinin ikna ediciliğine ve sağlamlığına bir türlü inanamayışlarının çok önemli, ama hemen hiç üzerinde düşünmedikleri nedenlerinden birini oluşturmaktadır. Bu kimseler, rastlantısal, yönü, hedefi belirsiz mutasyonların sunduğu imkânlar ile bunların arasından gerekeni ayıklayıp seçen seleksiyonun, karşılıklı –alabildiğine zahmetli ve de “körlemesine” yol alan bir sürecin– birkaç milyar yıl gibi, evrim bakımından çok kısa sayılabilecek bir zaman aralığı içinde hayatı doğurmaya, bir türden ötekini meydana getirmeye ve türlerin kendi içindeki rekabet aracılığıyla, her seferinde daha da gelişmiş, daha karmaşıklaşmış, daha ileri bir düzeyi temsil eden hayat biçimlerini, bugün bizi kuşatan o zengin çeşitliliğiyle tanıdığımız hayatı ortaya koymaya yetmeyeceğini, olup bitenin tasarım gücümüzü aştığını düşünmekten kendilerini alamamaktadırlar.

Bu eleştirel seslere kulak verip, olup bitenin tasarlama, düşünceyle kavrama gücümüzü aştığını kabul edebiliriz; ama tasarlama, düşünceyle kavrama derken biz evrimsel sürecin kendisini değil, bambaşka bir şeyi, üç milyar yıl dediğimiz zamansal süreci kastediyoruz; üç milyar yıllık bir süre ile hayatın bugünkü zenginliği arasında ilinti kuramamaktan kaynaklanan güçlük, bizim kendi algılama kapasitemizle ilintilidir. Çün-

kü, fiziksel-maddi (biyolojik, zihinsel) koşullanmışlıklarımızdan ötürü, böyle iki-üç milyarla telaffuz edilen büyüklükleri ve zaman aralıklarını tasarlayamayışımız kadar, gene aynı nedenle, bunu kısa bir süre sanıp küçümsememiz kaçınılmaz bir zaaf olarak belirmektedir; üstelik bu küçümseme, söz konusu büyüklük ölçüleri üzerinde eni konu düşünme imkânından yoksun oluşumuzla, üç milyar yıllık bir süre içinde hayatın evriminin mümkün olabileceği (ya da olmayacağı) argümanlarının ispat gücünü yok etmektedir. Her zaman farkına varmadığımız, kolay kolay da ne kendimizin ne de başkalarının öyle kendiliğinden yakalama şansının bulunduğu bu küçümseme eğilimi, yetmiyormuş gibi, uygarlığımızın mirası olan “yazma” tarzımızla da adeta desteklenmekte, “şunun şurasında üç milyar yıl da nedir ki?” aymazlığımıza kapı aralanmaktadır. 1000’den (binden) 1.000.000’a (bir milyona) geçerken l’in sağındaki üç sıfıra üç sıfır daha ekleriz. Ondalık dediğimiz ve insan zekâsının parlak bir buluşu olan bu sistem, bizim çok büyük sayılarla işlemler yapmamızı mümkün kılar. Ama işte, bu kolaylamacılığın kaçınılmaz sonucu, sözelimi bir okul çocuğunun, daha işin başında, 1000’den üç sıfır ekleme yoluyla 1.000.000 (bir milyona) geçerken, aslında, ilk sayıdan (1000’den) bu ikinci sayıya geçmek için bize büyük kolaylık sağlayan bir “sayı stenografisi” kullandığımızı, böyle bir “stenografi”den mahrum olmuş olmamız durumunda, ilk sayının, yani 1000’in yanına bin tane bin yazmak durumunda kalacağımızı düşünmesini engellemektedir. (1000/1000/1000/1000/1000/1000/1000/...)

Burada söz konusu olan türden büyüklüklerle uğraştığımız zaman, aslında karşımızda hangi muazzam boyutların

durduğunu, 1'in arkasına öylece birkaç sıfır eklerken, bu işlemin hangi tasarlanmaz büyüklüklere karşılık geldiğini kafamıza yerleştirmenin kimi yolları vardır. Örneğin, her bir saniyede bir sayı söylersek (bir, iki... bin dokuz yüz elli bir, bin dokuz yüz elli iki...), ilk bini geçtiğimiz de on beş dakikayı yemiş oluruz; milyon dediğimizde, günde ortalama sekiz saat saydığımızı varsayarsak, ayrıca yorgunluk ve şu bu değişiklikleri işin içine katmayıp, aynı koşulların sürüp gittiğini kabul edersek, neredeyse 11 aya dayanırız. Milyara kadar saymaya kalkıştığınızda –699.999.999 (altı yüz doksan dokuz bin dokuz yüz doksan dokuz) gibi sayıları da bir saniyede söyleyebildiğimizi varsaysak bile– gene günde ortalama sekiz saat sayı saymak koşuluyla, hemen hemen bir ömrü tüketmek zorunda kalırız. Doğduğumuz günden başlayacak olursak, 101 yaşına dayandığımızda, bilemediniz 1 milyara kadar sayabileceğimizi ileri sürmek inanılmaz gibi gelse de, doğrudur.

Zaman uzunluklarını mekânsal ölçülerle ifade etmeye kalkıştığımızda, şaşırtıcı olduğu kadar eğlendirici sonuçlar elde ederiz. Zamansal boyutların mekânsal uzaklıklar, daha doğrusu mesafeler olarak ifade edilmesine bir örnek, hayatın evriminin üç milyar yıllık süresini üç metre uzunluğundaki bir şema üzerinde gösterme girişimidir: Bu üç milyar yılı üç metre uzunlukla ifade ettiğimiz anda, bütün bir insanlık evrimini, prehistorik çağlar, yontma taş ve bronz devirleri de dahil olmak üzere, bu çizgi üzerinde boşuna ararız. Yontma taş devrinden günümüze kadar uzanan zaman aralığının üç metrelik bir çizgi, diyelim ki ince bir sicim üzerindeki yeri, ancak mikroskopla (belki) görülebilecek bir noktayla ima edilebilir. On bin yıllık bir tarih kesiti, bu çizgide yüzde bir

(1/100) milimetrelik bir uzunluk olarak gösterilebilir. Bütün bu ve benzeri düşünce oyunları ve deneyleriyle, hayatın doğuşundan bu yana geçegelmiş o üç milyar yıllık zaman süresinin, tasarlanamayacak kadar uzun olduğunu göz önüne serebiliriz. Hayatın geçirdiği gelişme aşamalarını sonradan tespit edebilmemiz, bu aşamaları kapsayan süreyi belirleyebilmemiz ve sayılarla ifade edebilmemiz, evrimin dönemlerine adlar takmamız, yeterince hayranlık uyandırıcı becerilerdir; ama ne sayılar, ne adlar gerçek durumu, gözümüzde ve kafamızda canlandırmamızı, onu yaşıntılaştırma anlamında algılamamızı sağlayabilecek kavramlar değildirler. Bu muazzam gelişmenin süresi, bizim onu tasarlayabilme gücümüze sığmaz.

Bu muazzam boyutlar göz önünde tutulduğunda, başlangıçtan bugüne evrim tarihinin sergilendiği, o ilk büyük patlamadan bu yana olup biten her şeyin üzerinde geçtiği bu sahne, zavallı bir büyüklük olmaktan öteye geçemez. Dünyamızın yüzeyidir sözünü ettiğimiz bu yer. Kuşkusuz, üç aşağı beş yukarı, bu yüzey, denizleri, kutup bölgeleri ve ormanlarıyla 500 milyon kilometrekarelik bir alanı kapsar. Çünkü, sadece insanlığın evrimini değil de bütün canlıların gelişme tarihini izlemek istersek, gerek okyanusları ve denizleri, gerek ormanları, gerekse de belli açılardan biz insanların hayatının gelişmesine ve sürmesine elverişli olmayan alanları da işin içine katmak zorunda kalırız. Evet, 500 milyon kilometrekarelik bir alan; hiç de fena sayılmaz hani; ama iyi düşündüğümüzde bir kenarı 22 bin kilometreden biraz fazla olan bir kare alanından söz ettiğimizi hemen kavrarız; işte bu karenin içerdiği alan, bizim yeryüzümüzün kapsadığı genişliğe karşılık gelir.

Üzerinde insanlığın tarihinin oynandığı ve de sürüp gittiği sahnenin ne kadar küçük olduğunu, özellikle bugünleri yaşamış olan bizler çıplak gözle görme imkânına sahibiz; uzay araçlarından yapılan ve uzay boşluğunda süzülen mavi gezegeni gösteren çekimler, öyle tasarlama gücümüzü harekete geçirmemize gerek bile bırakmamaktadırlar. Sonsuz bir uzay boşluğu içinde serbestçe salınıp duran, ucu bucağı gözümüzün önünde, o engin boşlukta yitti yitecek izlenimi veren küre, hayatın o tasarlanması imkânsız uzunluktaki üç milyar yıl boyunca gerçekleşmek için emrine amade bulabileceği biricik eylem alanını oluşturmaktadır. İnsanoğlunun oldum olası duyumsadığı, düşündüğü, katlandığı ve yaptığı her şey; sadece bu da değil; abiyotik yoldan meydana gelmiş ilk moleküllerin bir araya gelip birbirlerine kenetlenmeleriyle ortaya çıkan ilk moleküller, bunların ağır ağır gelişerek meydana getirdikleri bölünebilen, bir iken iki olabilen ilk biyolojik sistemler, fotosentezin “bulgulanması”; çokhücrelilerin doğuşu, karaların hayata açılması; sıcakkanlılığın keşfi; bilincin doğuşu ve nihayet, evrimin bize en yakın son döneminde ortaya çıkan kendi varlığımızın, kendi kendimizin üzerinde düşünebilme yeteneğimiz; bütün bunlar başlangıçtan itibaren hep ve sadece bu küre üzerinde olup biten şeylerdi; bir ucundan alt ucuna, çapı sadece 12 bin kilometre olan bir küre yüzeyinin üzerinde.

Bu küre üzerinde geçerli orantıları, büyüklük ve ölçüleri iyice gözümüzde canlandırabilmek için, burada sözünü ettiğimiz alansal genişliğin yanı sıra bir üçüncü boyutu da işin içine katmamız gerekmektedir. Sözünü edegeldiğimiz “sahne”, elbette sadece bu yaklaşık 500 milyon kilometrekare alandan ibaret olmayıp, aynı zamanda bu yüzey üzerinde yükse-

len üçüncü boyutu da kapsar: Yüksekliği. Peki öyleyse, bu üçüncü boyutun, hayat oyununu sahnelerken, işin içine katılmış bu alanın özellikleri nelerdir? Bir kere, bu üçüncü boyutu, şöyle iki bin metre ile sınırlamamız pek de yanlış olmayacaktır. Gerçi insan, bu yüksekliğin iki katına ulaşan yerlerde de, oksijen maskesi takmadan iyi kötü ayakta kalabilmektedir, ne var ki, önce birkaç hafta süren yüksekliğe uyum sağlama aşamalarından, özellikle de oksijeni taşıyan alyuvarların kandaki miktarını çoğaltıcı işlemlerden geçmeden iki bin metreyi aşan yüksekliklerde, kısa süre içinde elini kolunu kıpırdatmaz hale gelmekten kurtulamamaktadır. Bu yüksekliklerde, insanın bütün kapasiteleri hızla düşüşe geçer. Ayrıca bu yükseklikte rastlanan bütün o mikroorganizmaların sayısı, onları hesaba katmamızı gerektirmeyecek kadar küçüktür. Öte yandan, yerkürenin yüksekliklerinin ortalama değeri 825 metreyken, hayatın sürmesine elverişli yüksekliğin teorik olarak iki bin metreye kadar tırmanması, yükseklik yönünde, oldukça geniş, alabildiğine cömert bir arzla karşı karşıya olduğumuzu göstermektedir. Bu iki bin metrenin hemen üstünde yer alan ve *ekosfer* dediğimiz çevre alanının parçası olarak kabul edip etmeyeceğimiz ayrı bir tartışmanın konusu olan bölge ise, nispeten öylesine küçüktür ki, onu yok saymakta bir sakınca bulunmamaktadır.

Öyleyse gözümüzde canlandırmaya çalışacağımız ve kendisi hakkında iyi kötü bir fikir edinmek istediğimiz, yaşamaya elverişli alan, ilkece iki bin metreyle sınırlı olacaktır. Peki, yükseklik açısından durum böyleyken, derinlik ne durumdadır? Sadece insanın yaşamasına elverişli alanlar ve bölgeler açısından işe bakmayacağımızı söylemiştik. Burada kaba

hatlarıyla çizmeye çalıştığımız sahne, bütün bir yeryüzü hayatını kapsayan sahnedir. Dolayısıyla suyu unutmamız söz konusu olamayacağı gibi, artık suyun, bugün hayat namına bildiğimiz ne varsa onun beşiği olduğu konusunda da en ufak bir kuşkimuz yok. Ancak, bu koşullarda, göz önünde bulundurmamız gereken alan öyle pek büyük sayılmaz; olsa olsa, şöyle bir 1000 metreyi hesaba katmak zorunda kalırız, hepsi bu. Gerçi, bu derinliğin çok ötelerindeki karanlık sularda da canlıların yaşadıkları bilinmektedir. Derinsu biyologlarının son yıllarda ortaya çıkardıkları gibi, denizlerin bilinen en derin bölgeleri olan 10 bin metrelik çukurların içinde bile nispeten zengin bir bitki örtüsü bulunmaktadır. Bu durumda, oralardaki hayatı da hesaba katmak zorunda olduğumuzu düşünersek, yeryüzünün yüksek alanlarının yanı sıra, onlara göre kat kat geniş olan bir başka alanın, hayat oyununun oynandığı sahnede payı olduğunu söylememiz gerekir; hem de hatırı sayılır bir payı: Bütün yeryüzünün yaklaşık üçte ikisi, öteki deyişle, 510 milyon kilometrekarelik alanın 361 milyon kilometrekaresi sularla kaplıdır. Yine de, hayatın yer aldığı ve okyanus bilimcilerin “abysale” (dipsiz derinlik vb.) diye tanımladıkları alan, 361 milyon kilometrekarenin, 2 ila 6 bin metre derinliklere kadar uzanan bölgelerini kapsar. Başka deyişle bu derinlikler göz önünde tutulduğunda, okyanus ve denizlerin yüzde sekseni (tam söyleyecek olursak 82,7’si) hayatın kendine özgü koşullarıyla yer aldığı su dünyasını temsil etmektedir. Ancak, amaçlarımız ve buraya kadar söyleyegel-diklerimiz doğrultusunda, ekosferi (hayata elverişli çevreyi) bu derinlik yönünde de, 1000 metre ile sınırlı tutmamız pek de yanlış olmayacaktır. Çünkü hayatın, öteki bölgelerdeki nis-

peten karmakarışık, çokbiçimli zenginliği ve çeşitliliği ile karşılaştırıldığında, bu 1000 metrenin altında kalan derinliklerdeki hayat biçimleri, oldukça yeknesak, çeşitlilikten yoksun, türleri sınırlı bir bitki örtüsü olarak belirirler. (Derinsu ağlarıyla yapılan tarama ve avlama girişimlerinin gösterdiği gibi, 1000 metreden sonra karşımıza çıkan bitki örtüsü, sınırlı türde, oldukça özel bir bitki örtüsü olmakla kalmayıp, derinliğin artması ölçüsünde de iyice inceliip seyrekleşmektedir.) Ne var ki, su altı derinliğinin söz konusu olduğu yerde, bu derinliği 1000 metre ile sınırlı tutmamızın bol bol yetip artacağını düşünmemizin asıl nedeni bu değildir. Araştırmalar, bugüne kadar bulunmuş bütün derinsu canlılarının, bir zamanlar suyun daha sığ yerlerinden buralara inmiş olduklarını göstermektedir; güneş ışınlarının, en elverişli ve en ideal durumda en azından zayıf bir iz gibi bile olsa, ulaşabilecekleri en alt sınıır olan 500 ya da 600 metrelik bir derinliğin üstlerinde yaşamış olan türlerin devamıdır bunlar. Güneş enerjisiyle gerçekleşebilen fotosentez olayı, dolayısıyla da fotosentez yapma becerisi, buna bağlı olarak da, (öteki kitaplarımızdan da tanıdığımız) birincil besin üretme yolu olan bir mekanizmanın işleme şansı, bu derinliğin çok üstünde ortadan kalkar; öyle, belli belirsiz ışınlarla gerçekleşebilmesi imkânsızdır fotosentezin. Öyleyse, bu derinlik tabakalarının daha altlarında varlıklarını sürdüren bütün yaşama biçimleri, doğrudan bu derinliklerde ortaya çıkmamış, tersine bir zamanlar, fotosentezin mümkün olduğu, en alt sınırı 500-600 metrelerde dolanan güneş ışınlarının ulaştığı derinlikteki bölgelerin içinde doğup ikincil bir süreç içinde, zahmetli, uzun bir uyum sağlama aşamasının ardından, metre metre derinliklere doğ-

ru inmekle kalmamış, bugün bile hâlâ, üstteki, güneş ışığının yeterince ulaşabildiği katlarda oluşabilen ve buralarda öldükten sonra, ardı arkası kesilmeyen, sürekli gıda taşıyıcı akıntılar sayesinde derinlere ulaşan besin malzemelerine olan bağımlılıklarını koruyagelmişlerdir.

Dolayısıyla hayat olayının geçtiği sahne, öteki deyişle eylemin alanı, dikine topu topu 3000 metrelik bir yüksekliğe yayılmıştır. Bunun ne anlama geldiğini kavramaktan da öteye, kafamızda ve gözümüzde canlandırabilmek için, bu 3000 metreyi uzaydan çekilmiş dünya fotoğrafı üzerinde görülen dünyaya aktarmamız gerekiyor. Bu fotoğraftaki yerkürenin çapı yaklaşık 12 santimetredir. Bu ölçeğin üzerinde ekosfer dediğimiz hayata elverişli alanın genişliği, 0,03 milimetredir. Önümüzdeki fotoğrafta böyle bir kalınlık, bizim görme yeteneğimizin altında kalan bir büyüklüğe karşılık gelir.

Hepsi bu işte. Bu, sadece biz insanların yaşama alanı anlamına gelmez; bu sadece bugüne kadarki bütün bir insanlık tarihinin gerçekleştiği alan da değildir; bildiğimiz, tanıdığımız bütün hayat biçimlerine, hayat dediğimiz bütün varoluş çeşitlerine verilmiş biricik alandır bu. 500 milyon kilometrekare genişliğinde, 2000 yukarıya 1000 aşağıya olmak üzere 3000 metrelik dikine bir düzleme yayılmış, topu topu 12 bin kilometre kalınlığında, ama daha birkaç yüz metre yeraltı derinliğinde, hayat bakımından “yasak” bölge anlamına gelen alanla sınırlanmış ve serbest, kendi başına, ölçümlere sığmayan, tasarlanması imkânsız bir boşluk oluşturan uzayda salınıp duran bir küre. Bizim yaşama alanımız bu işte; insan tarihinin tiyatrosunun oynandığı alan.

Bu tablo nasıl bir etki bırakıyor insanda; ne gibi bir iz-

lenim ediniyoruz ona bakınca? Bulunduğumuz yerle ilgili sayıları ve ilişkileri bu yoldan kafamızda canlandırılabilir hale getirmekle yeryüzündeki konumumuza ilişkin ne türden yargılara varıyoruz?

Hani kendimizi herhangi önyargılara, alışkanlık haline gelmiş düşüncelere kaptırmaksızın bu tablo karşısındaki fikrimizi ve duygularımızı dile getirecek olsak, tehlike dolu, akla gelebilecek her bakımdan mutlak bir ihtimal dışılık sayılabilecek bir varoluşun çarpıcı bir örneği ile karşı karşıya olduğumuz izlenimi ağır basmaktadır. Yeryüzündeki varlığımızın yansız, önyargısız değerlendirilmesiyle varacağımız gerçek, bu varlığın, hemen yanı başımızdaki doğal çevrenin bizde yarattığı izlenimin aksine, güvencede olma, sürekli, dayanıklı, istikrarlı bir mekânda bulunma duygularımızı kökünden sarsacak, bu duygularımıza zıt koşullarla kuşatılmış olduğu gerçeğidir. Bildik, tanıdık, alışıldık dışı çevrenin, istikrarlı, kalıcı, olağan ve güvenilir olduğu yolundaki olağan duygumuzun, bu çevrenin içindeki olgusal, gerçek şartlar düşünüldüğünde herhangi bir dayanak bulamayacak, hatta bu şartlar ile grotesk bir zıtlık oluşturacak bir yanılsama oluşturduğunu görüp anlayabilmek için, düşüncelerimizde, hayal kurma, fanteziler geliştirme becerimizde kendimizi biraz zorlayarak, Resim 1’de görülen mavi gezegenin resmini çekmiş olan uzay aracı kadar bu dünyadan ayrıldığımızı ve ona, aynen o fotoğraf aygıtının baktığı uzaklıktan baktığımızı varsaymamız yetecektir. Bu durumda, olağan günlük duygularımızın bize var olduğunu söylediği alışıldık çevrenin yerinde yeller estiği, bu çevre içindeki konumumuzun gerçekliği ile bu yanılsama arasında en ufak bir örtüşme bulunmadığı, tersine, bu dünyadaki varlığımızın, güvenilirlik

ve istikrarlılık açısından, grotesk boyutlara ulaşan bir rizikolar ve istikrarsızlık ortamına teslim olmuş olduğu izlenimini edinebiliriz. Hakikatte, kapkaranlık bir uzayın ortasında, bomboş uzayda salınıp duran yitik bir küreciğin sadece ipince bir tabakasına yayılmış, minicik bir ışık, ısı ve hayat; işte ilk bakışta Dünyamız dediğimiz şey bundan ibaret bir görünüm sunar. Alışkanlıklarımızdan ötürü bize olağan gelen, anlaşılmaz hiçbir yanı bulunmayan bu şeye, daha şöyle birkaç bin kilometrelik mesafeden baktığımızda, hemen her yönden istisnai, bir kerelik ve ihtimal dışı şartların hâkim olduğu bir noktaya dönüşün, ilk bakışta şu hâlâ alabildiğine yaygın anlayışa –bizim gezegenimizin ve hele onun üstünde yer alan hayatın bir istisna durum oluşturduğu, büyük ihtimalle bütün bir kozmosta bir başka örneğinin bulunmadığı ve ancak bir dizi alışıldık dışı rastlantının bir araya gelmesiyle oluşmuş olduğu– anlayışına hak vermek için bu kadarı bile yeter de artar diye düşünmeden edemeyiz. Böyle bir mantıksal sonuca varmak, ilk ağızda gerçekten de kaçınılmaz görünmektedir. Günlük yaşantımızın akışı içinde üzerinde hiç düşünmeden benimsediğimiz ve bize alabildiğine olağan gelen perspektifi terk edip olup bitene, aynı çevreye bir kez de “objektif” bir gözle bakmaya çalıştığımızda, kozmosun içindeki gerçek konumumuzu ele veren bu yeni perspektif öylesine ikna edicidir ki, ölçülmez uzaklıklar içeren bir uzayın içinde yitip gitmiş bir gezegenin, insanoğlunun ve hayatın “yurdu”nu oluşturduğu görüşü, “modern” dünya görüşünün ayrılmaz parçasına dönüşmüştür çoktan.

Oldum olası paylaşılan bir bakış açısı, düşünce ve duygu değildi bu. Daha birkaç yüzyıl öncesine kadar insan, ken-

disini ve dünyasını, kozmosun içinde belli bir nedenle belli bir konuma yerleştirilmiş bir olgu olarak anlıyordu. Gerçi ortaçağ insanı bile “Ay’ın altında yer alan” dünyevi âlem ile ölümlülerin ve fanilerin var olduğu bu “sublunar” (Ayaltı) dünyanın üzerinde yer alan sabit yıldızların ve onların mutlaklıklarının âlemini birbirinden ayırmadan edememişti. Ama gene de ilkece, değişmez sabitliklerin dünyası ile ölümlülerin dünyasının, kozmosun bu iki âleminin ilkece birbirinden ayrılmayacağından, bir ve aynı şey olduklarından, birbirine sımsıkı sarmaşmış durumda bulunduklarından, giderek, bu iki âlem arasındaki sınırın üstünde, çok çeşitli güçlerin ve etkilerin oluşturduğu karmakarışık bir etkiler ağının yayıldığından, bu etki ve güçlerin hem o âleme hem bu dünyaya uzandıklarından, orada ve burada kendilerini gösterdiklerinden; bu güçlerin varlıklarının, özünün birçok resimde, farklı görünüş biçimlerinde, benzetme ve metaforlarda ve mitolojik kavramlarda kendini ele verdiğiinden emindiler.

Evreni ve dünyayı metafizik, mitik güçlerin etkileyip yönettikleri biçimindeki bu ortaçağcı anlayış, doğabilimin asli görevini ve işlevini oluşturan, kendi dünyamıza objektif bakma ve onu nesnel olarak inceleme görevinin ve işlevinin karşısında elbette tutunamayacaktı. Mitler ve metaforlar fazlasıyla bulanık, kesinlikten uzak, belirsiz şeylerdi. Bütün bunların ötesinde, ister istemez bir tehlikeye, insan tahayyül ve tasarımlarının hepsi için geçerli olan bir tehlikeye bunlar da büyük ölçüde açıktılar: İnsanın kendi imgeleminde yarattığı mitlerin ve fizik ötesi güçlerin gitgide başına buyruklaşıp insan tarafından gerçek yerine konmaları, başlangıçta sadece resim, imaj ve tasarım olarak var olan şeyin, insanın de-

netiminden çıkıp onun karşısına, somut bir güç olarak dikilmesi tehlikesiydi bu.

Gelgelelim mitlerin, fizikötesi güçlerin çökmesiyle ve dünyaya (evrene) yönelik güçlerin bilimsel, objektif incelemenin alanına girmesiyle, bu güçlerin koruduğu ve güvencesini sağladığı o bildik, insanı barındıran dünyaya ilişkin yanılsama da yok olup gitti; gökler ve yeryüzü âlemini birleştiren güç ve etkilerin, her şeyi kapsayan bu evren içinde belli ve kendine ait bir yeri olan bu dünyayı korumalarının söz konusu olmadığı anlaşılınca, hayallerin yıkılmasıyla ortalığı kaplayan şok dalgası öngörülebileceğinden çok güçlü ve radikal bir sarsıntı yarattı. Galilei'yi Engizisyon önünde ifade vermeye zorlayan ve Giordano Bruno'yu odun yığınları üzerinde yakan, kendi dogmalarının kurduğu örümcek ağlarından kurtulamayan bir Kilise'nin harekete geçmiş hoşgörüsüzlüğü değildi sadece. İşte böyle yaklaşmak konuyu biraz basitleştirmek, kurumlara da haksızlık etmek olur. Dünyayı ve evreni objektif analizlere açmaya, ona bilimin nesnel gözüyle yaklaşmaya öteden beri öylesine alışmış haldeyiz ki, bu türden analizlerin ilk sonuçlarına gösterilen saldırgan tepkinin ardında gizlenmiş o büyük korkuyu, bu sonuçların o yüzyılların çağdaşlarında kaçınılmaz olarak yol açmış olması gereken büyük paniği ve şoku biraz kolay gözden geçiriyoruz.

Ortaçağın hemen ardından gelen bilimsel araştırmaların ortaya koyduğu sonuçlar, ilk sayfalarda kaba hatlarıyla çizmeye, boyutlarını ve bu boyutların kozmik boyutlarla oranlarını kavratmaya çalıştığımız bir dünyaya ilişkin tablonun ilk konturlarını oluşturuyordu. İnsanoğlu, tarihinde ilk kez, kendini bilimsel soyutlama yoluyla günlük yaşamın olağan ve alı-

şıldık perspektifinden kurtarıp dünyayı nasılsa öyle, objektif görmeye kalkınca, kendisini derinden sarsan ve korkulara düşüren bir ihtimalle yüz yüze gelmişti: Belki de onun varlığını hiç umursamayan, var mı yok mu aldırmayen, hatta onun varlığından haberi bile olmama ihtimali bulunan bir evrenin içinde yaşıyor olma gerçeğiydi bu. Bugüne kadar hâlâ “modern” dünya görüşü olarak geçerliliğini koruyagelmış bir dünya görüşünün ve evren anlayışının tohumları ta o zamanlar toprağa ekilmişti aslında; yeryüzünde yaşayan ve var olan ne varsa, sonsuz büyüklükteki bir evrenin içinde yapayalnız ve yitik bir biçimde boşlukta yüzen bir dünyanın üzerinde, onunla birlikte terk edilmiş, yalnız ve unutulmuştur düşüncesiyle ve duygusuyla pekişmiş bir dünya tablosuydu bu; umurunda bile değildik biz o evrenin; ve onun soğuk, duygusuz ihtişamının bizimle herhangi bir alışverişi yoktu.

Biz bugün yeryüzünde yaşayan insanlar, kozmos içindeki konumumuza ilişkin bu tabloya çoktan alıştık artık. Hatta ruhumuzun ta en derinlerinde bir yerde, büyük bir ihtimalle, kozmostaki “gerçek” konumumuzu, tecrit edilmişliğimizin boyutlarını, sonsuz büyüklükteki ve mutlak ölü bir kozmos içinde bu terk edilmişliğin yalnızlığını benimsememize imkân veren nesnelliğimizle ve bilimselliğimizle gurur bile duyuyorduk. Gelgelelim, bu evren tablosunun bizde uyandırdığı biricik duygu ve düşüncelerin sadece bundan ibaret olduğu şüphelidir. İşte bu noktada, çok yaygın ve tamamen yanlış bir anlayışın aksine, doğabiliminin hiçbir şekilde sadece verilerin derlenip toplanmasından ve değerlendirilmesinden ibaret olmadığı ortaya çıkmaktadır. Salt bilimsel veriler, sadece amaca giden yoldaki araçlardır. Çünkü doğabilimleri son

tahlilde, insanoğlunun, bu dünyadaki rolünün ne olduğu, bütün içindeki konumunun ne anlama geldiği konusunda bir şeyler öğrenme girişiminden başka bir şey değildir. Başka deyişle, doğabilimleri, insanın kendi kendini anlama yolundaki girişimlerinden biridir. Bu nedenle de, ölçsüz büyüklükteki, onca galaksiye rağmen boş denebilecek ve akıl almayacak kadar hayata düşman bir evrenin içindeki tecrit edilmişliğimize ilişkin buluşumuz, son birkaç yüzyılda insan bilincinde yer eden bu düşünce, muhakkak ki bu bilinç üzerinde, dolayısıyla felsefi tavrılara kadar uzanan karakteristik izler bırakmıştır. Burada, kanıtlanması doğası gereği imkânsız bir iddia olduğu halde, “modern” insanın ruhunda yer etmiş kinizmin ve nihilizmin, dünyaya alaycı, mesafeli bir yaklaşımla ona boş veren bir tavrın, bu dünya tablosunun, bu tecrit edilmişlik bilincinin hazırladığı zeminde yeşerdiğini, daha doğrusu bu sonuçlarda bu dünya (evren) anlayışının da önemli bir payı bulunduğunu ileri sürmekte bir sakınca görmüyorum.

Ne var ki bugün doğabilimlerinde en son yer etmeye başlayan, büyüleyici ve alabildiğine önemli görüşlerden biri, evrene ve dünyamıza ilişkin bu tablonun çok temel noktalarda hatalı olduğunu göstermektedir. Orada, kafalarımızın birkaç kilometre üstünde başlayan göğüs içinde olup bitenler, bizim için ne saçma, ne de önemsizdir. Biliminsanlarının yetmişli yılların başından itibaren keşfetmeye başladıkları gibi, bu evrende gerçekleşen her şeyin, bir zamanlar yeryüzü ile gökyüzü âlemini birleştiren bütün o mitolojilerin sandıklarının aksine, hem bizimle hem de yeryüzünde bizi kuşatan yakın çevrenin, varoluşumuzun temeline yerleştirdiği koşullarla çok yakın, sıkı ve doğrudan bağları bulunmaktadır. Günümüzün yeryüzü ve

gökyüzü bilgisinin belki en büyüleyici, en muazzam, ama kesinlikle en önemli buluşlarından biri, kendimizi de içinde bulduğumuz bu evrende gerçekte her şeyin birbiriyle sınıksı bir biçimde ilintilenmiş ve düğümlenmiş olduğu; en büyük ile en küçüğün, bize en yakın olan ile gözetleyebilme ve inceleyebilme sınırlarımızın en ucunda yer alanın arasında kopmaz bir bağ ve etkileşim ilişkisi bulunduğu biçimindedir.

Kendi kendimizi anlama ve kavrama yolunda bugün böylesine önemli ve tayin edici bilgiler sunan araştırmaların ve keşiflerin sonuçları ve kendileri, bu kitabın konusunu oluşturacaktır. Bu bilgiler, doğabilimlerinin çeşitli, çok farklı dallarından gelmektedirler; ama bunların tamamen ya da daha çok en yeni ve modern bilim kollarının buluşları olmadıklarını da hemen söyleyelim. Bu keşiflerde jeofiziğin ve paleontolojinin payı, en az uzay araştırmaları ve kozmolojininki kadar büyüktür. Yöntemsel olarak birbirlerinden böylesine farklı bilim dallarından gelen sonuçların birbirini tamamlaması ve birbirine uygun düşmesi, giderek bu bilgiler üzerinde gerek kozmos gerekse bizim onun içindeki yerimiz ve konumumuz bakımından aynı tabloyu çizmeleri olgusu, bilimlararası bu şaşırtıcı buluşma, yirmi birinci yüzyılın başındaki bizlerin, anlam ve önemini muhtemelen şimdiden tahmin edemeyeceğimiz kadar büyük bir dünya görüşü değişiminin, dünyayı, evreni anlayıp kavrama yönünden çığır açıcı düşünsel bir dönüşümün tanıkları olduğumuzu göstermektedir.

Bu henüz yeni ve elbette eksiklerle, boşluklarla dolu dünya tablosunun ana hatlarını ortaya çıkarma girişimlerimiz sırasında, bizi hayretlere düşürecek, aklımızın kıyısından bile geçirmediğimiz bağlamlıklar, ilişki ve ilintiler çıkacaktır

karşımıza. Ancak bir pusula iğnesinin ucunu kuzeye döndürmeye yetecek kadar zayıf bir manyetik güce hayatımızın bağlı olduğunu, Dünya'nın doğal uydusu olan Ay'ın var olmamış olması halinde, hayatımızın bir yönüyle ona bağlı olduğu manyetik gücün de var olmamış olacağını öğreneceğiz. Bugünkü bilgilerimize bakacak olursak, Ay'sız yeryüzü, insanı ağırlama yeteneğinden yoksun kalmış olacaktı. Ayaltı dünyanın yaşama alanımızın dışındaki güçlerle oluşturduğu, gerçekten birbirine sarmaşmış ilişkiyi gösteren, bundan daha etkileyici ve sembolik bir örnek olamaz. Ayrıca bütün evrende, bizim yerküremizi de içine alan kesintisiz bir madde alış-veriş sürecinin sürüp gittiğini de göreceğiz. Bugünkü bilgilerimizin ışığında, her birimizin, en az bir kez, Ay'dan gelmiş bir taşı elimize almış olmamız gerekiyor. Söz konusu taş, uzayın çok daha derinliklerinden gelmemişse tabii. Hatta bugün, evrimin izlediği gelişim yolunun, biyolojik türeyim tarihinin rotasının, o en ilkel başlangıç biçimlerinden bugünkü o çeşitli yaşam biçimlerine ve biz insanlara kadar hayatın geliştiği tarihsel sürecin, bu kozmik materyal alışverişi tarafından tayin edici ölçüde yönlendirilmiş olduğuna ve yönlendirildiğine ilişkin yepyeni kanıtlar var elimizde. Dolayısıyla bilgilerimizin gelip dayandığı bu noktaya bakarak, bu yeni buluşların sunduğu fenomenlerin işin içine karışmamış olması halinde, bugün neyse o olamazdık dememiz mümkündür. Sırf bu söylediklerimiz bile, kendi yaşama alanımızın, bu dünya dışında olup bitenin bizimle hiçbir ilişkisi ve bizim için herhangi bir önem ve anlamı bulunmadığı, uzayın, evrenin bizi alakadar etmediği biçimindeki, bize öğretilen ve doğru sanılan düşünceyi çürütmeye yetecektir.

Ancak burada işaret ettiğimiz ilişki, birçok örnekten sadece bir tanesidir. Güneş'in, Dünyamızın, Ay'ın ve öteki gezegenleriyle birlikte bizim sistemimizin, belli bir anlamda gök cisimlerinin ikinci kuşağına ait olduklarının keşfi, bugün çok kimseye, en az hayatımızın Ay'a da bağımlı olduğunun keşfi kadar çarpıcı gelecektir. Katıksız hidrojeni biricik istisna olarak bir yana bırakacak olursak, tanıyıp bildiğimiz madde namına ne var ne yoksa, gene şu bildiğimiz tek evrende sabit yıldızların merkezlerinde nükleer çekirdek kaynaşması süreçleri boyunca, evren tarihinin başlangıcından itibaren oluşagelmiş olmalı.

[Bugünkü bilgilerimizin zemininde big-bang'ın ardından açığa çıkan muazzam enerji miktarının, şişen dört boyutlu zaman-mekân evrenini doğurduğunu söyleyebiliyoruz. Bu muazzam enerji, yoğun elementar parçacıkların oluşmasını sağlamıştır. Günümüzde yaygın şema, bu gelişmeyi dört “evrede” tanımlıyor. Hani bu sürelerle, “evre”, “dönem”, ne dersek diyelim, olgusalın kıyısından, kenarından geçmek durumunda kalıyoruz. Çünkü 1 evre/dönem, sadece 10^{-32} ile 10^{-4} saniye, başka deyişle $1:10 \times 32$ sıfır ile $1:10 \times 4$ sıfırlı bir “süre” işaret ediyor! *Hadronlar* evresi denen bu “süre” içinde dengeli proton ve nötronların olduğu kabul ediliyor. [Big-bang'den 1 saniye sonra, *Lepton* evresinde ilk *elektronların* doğuşuyla birlikte *madde-antimadde* birbirlerini karşılıklı imha ede ede, geriye çok az miktarda “madde” kalıyor. 3. evre *ışınım evresi* olarak kabul ediliyor. *Hidrojen* ve hidrojen izotopları *protium*, *deuterium* ve *tritium*'un oluşum evresi bu. 4. Dünya zamanıyla, big-bang'den 1 milyon yıl sonra, bugün bildiğimiz elementlerin tarihi başlıyor. Hidrojen bulutları *galak-*

si ve yıldızları oluşturuyor; bu galaksi ve yıldızların içinde çekirdek kaynaşması (füzyon) yoluyla evrende bugünkü bilgi-mize göre en sık rastlanan *helyum*, *karbon*, *demir* oluşuyor. *Altın*, *kurşun*, *uranyum* gibi ağır ve ender elementlerin ise nötron yıldızlarının çarpışmasıyla oluşup evrene dağıldığı düşünölüyor.][^(*)

Biz insanların yapı maddeleri de, evrenin başlangıçlarına kadar geri giden bu madde oluşumu süreçlerinin ürünüdür. Kozmologlar, geceleyin havanın kararabilmesi için evrenin sonlu olması gerektiğini bulmuşlardır. Hatta bizim de bir kenarında yer aldığımız Samanyolu sisteminin sarmal biçiminin, varoluşumuzun temel önkoşullarından birini oluşturduğunun da birdenbire farkına varmuştır biliminsanları.

Evrenin bir ucuyla öteki ucu arasındaki bu bağ ve ilifkilere yönelik açıklamalar, ilk bakışta insana oldukça yadırgatıcı, hatta inanılmaz ya da en azından biraz abartılmış gibi gelebilir. Ama kazın ayağı hiç de öyle değil. Söylediklerimiz, sözcüğün gerçek anlamıyla somut olgulara işaret ediyor. Yıllarca sürmüş, binlerce biliminsanın katılımıyla ve çabalarıyla gerçekteştirilmiş çalışmaların sonucunda ortaya onca veri, onca olgu ve sayısal değer konmuş, önce darmadağınık, birbirleriyle ilintisiz görünen yığınla bilgi çıkmıştı. Bütün bu veriler, olgu ve sayılar arasında herhangi bir düzen ilifkisi bulmak, hepsinin ilintilenebileceği bir sistemin varlığından söz etmek başlangıçta alabildiğine imkânsız görünmüştü. Ama son yıllarda, en azından araştırmanın belli başlı kimi alanlarında, evrene ilifkin tablo temelden değişmeye başladı. Bulgular ve

(*) Köşeli parantez içindeki bütün açıklamalar çevirmene aittir.

veriler arasından kimileri önemliydi ve ötekilerine göre, anah-tar konumundaki kristalleşmiş çekirdekleri temsil ediyorlardı ve bunların sayesinde, şimdiye kadar birbirleriyle ilintisiz gibi karşımıza çıkıp duran öteki bulgu ve veriler, belli bir sistem ve düzen içinde kendiliklerinden ilintilenmeye başladılar. Böylelikle, birdenbire büyüleyici, yepyeni, bu yepyeniliğiyle de pek de alışık olmadığımız bir evren tablosu ile karşılaştık. Bütün parçaları arasında sımsıkı bir bağlamlılık bulunan, yasaların ve güçlerin enikonu her karış alanına işlediği, böylelikle hepsini gerçekten de bir kozmos içinde bir araya getirdiği düzenli bir yapının tablosuydu bu; içindeki en küçük parçacığın bile hâlâ ötekilere bağımlı olduğu, evrenin en ücra, en dış sınırlarında olup biten süreçlerce belirlendiği bir tablo.

Ama işte bu yepyeni dünya tablosuyla birlikte, boş ve uçsuz bucaksız bir evrende kâbusumsu bir yitmişlik içinde dolanıp duran eski dünya tablosundan radikal bir biçimde ayrılan bir tablonun konturları da belirginleşmeye başladı. Gerçekten de geçici nesnelerin ve fani varlıkların bu ayaltı dünyası, bir yandan hâlâ bizi ve yeryüzündeki hayatımızı yönlendiren yasaların ve güçlerin egemen olduğu yıldızlar âlemiyle, bir yandan da evrenin uçsuz bucaksız derinlikleriyle yüzlerce kez sarmışmış ve ilimiklenmişti; hep sanageldiğimiz gibi, dünyamız bu ilişkilerden yoksun, tecrit edilmiş bir konumda evrenin bir köşesinde salınıyor olsaydı, burada hayat namına bir şey bulunmazdı kesinlikle. Yurdumuzu oluşturan bu gezegenin hayatı taşıyan yüzeyi, rastlantılar sonucu, tanıyıp bildiğimiz biricik biçimiyle bu hayatı var etmeye elverişli, çok özel, alabildiğine uç şartların gerçekleşmiş olduğu, evrende ilintisiz-bağlantısız var olan bir yerden, bir sahneden başka her şey-

dir. Bu eylemin sahnesi, tam da tersine, evrenin en derin köşelerinden, en uç sınırlarından başlayarak bize kadar uzan gelen ve çevremizi, dünyayı kuşatan koşulları neyseler o yapan etki ve güçlerin oluşturdukları bir yerdir.

Evren, o ihtisamlı ölçülmezliği ve dışta, hiçbir şeye katılmadan kalışıyla, insanı sadece hayran bırakmakla kalmayıp aynı zamanda insanın korkudan ödünü de patlatacak o boş, ölü, soğuk ve ürpertici evren olmaktan çoktan çıkmıştır artık. Evren, içinde bizim gezegenimizin de bir kök olarak öteki binlerce kök ile ilintilendiği bir bitkiyi, daha doğrusu böyle bir bitkiyi barındıran toprağı andırmaktadır. Dünyamızın yüzeyi, öyle sanıldığı gibi, hayatın yeşermesine elverişli olmayan bir uzayın içinde, hiçbir anlam ve önemi olmadığı için kendisine katılan bir “vaha” değildir; yakından bakıldığında, sayısız kozmik gücün ve etkinin kesiştikleri ve yoğunlaştıkları, böylece dünyamızın oluşmasına katkıda bulundukları bir odak noktasıdır.

Böyle olunca da, bütün bu olayların, eylemlerin gerçekleştiği yer, iki anlamda bir sahne olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeryüzünde hayat namına gerçekleşen her süreç, bir topluluk gibi, sayısız yardımcı gücün ve mekanizmanın birliğinden oluşur; bunların kurduğu ilişkiler ağı, göz önündeki sahnenin çerçevesini aşır tiyatronun da duvarları dışına taşmaktadır; bu ilişkiler ağını aramayan seyircilerin gözlerinden saklı kalacaktır her şey. Dünya, muhakkak ki evrenin merkezi değildir. Bu yanılsamanın ipliği çoktan pazara çıkmıştır. Ne var ki, canlılara ev sahipliği yapan bu yeryüzü, evrende sayısız etkinin kesiştiği bir odak noktasıdır; belki de evrendeki benzer öteki sayısız odak noktalarından biridir üs-

telik; hani, çok sayıda güç ve etkinin bir araya gelmesiyle ve muazzam kozmik etki ve alanın işin içine katılmasıyla, bu kozmik mekânla karşılaştırılmayacak kadar küçücük bir yerde, adına hayat dediğimiz ve bilinç diye adlandırdığımız şeyin doğuşuna yol açan koşulları doğurup ayakta tutan o yerlerden biri. İşte bundan sonraki bölümlerde, ayrı ayrı bağlamlarda bu ilintilerin üzerinde durmakla kalmayıp, onların nasıl keşfedildiklerini de anlatmaya çalışacağız.

İnsanın Kendini Anlamasına Giden Yol ve Doğabilimi

Normalde, yirmi otuz yıl önce yayımlanmış bir doğabilim metnini, fizik ya da astronomi kitabını kimse okumaz. Özellikle bilimin bu dallarındaki olağanüstü gelişme hızına, araştırmaların sonuçlarına baktığımızda, kimi yayınlar yirmi-otuz yıla bile kalmadan eskiyip giderler. Birçok bilimsel dergi, çıkardığı sayıda yayımlanan metnin ilk kaleme alınış tarihini, dizinde yazarın adıyla birlikte belirtme yoluna gitmektedir; çünkü yazının, yazarı tarafından kaleme alındığı tarih ile basılış tarihi arasındaki zaman aralığında, yeni araştırma sonuçlarında ortaya çıkan farklar nedeniyle, içerikçe sınırlanabilmesi ya da düzeltilmesi söz konusudur. Modern doğabiliminin birçok özel alanında (o alandaki “araştırma ve bulguların son durumlarını” da işin içine katan) yeni ders, öğretim ya da başvuru kitaplarının eksikliklerinin duyulmasının başlıca nedeni, yayıncıların, böyle temel ders kitaplarının yıllarca uğraşmayı gerektirmesi, dolayısıyla da sorumlularının, “tam biz basarken yeni bir bulgu ya da keşif, metni daha basımda ‘eskimiş’ bilgiler içeren bir metne dönüştürür mü”

biçimindeki haklı endişesidir. Sadece tıbbın ve biyolojinin belli başlı alanları için değil, astronomi için de geçerli bir endişedir bu.

Bu branşın uzmanları dışında, hatta işin aslına bakılacak olursa, astronomların ve astrofizikçilerin oluşturdukları dar uzmanlık alanının dışında kalan kamusal alanda, bilimsel araştırmanın artan hızının astronomiye de sıçradığının ve keşif üzerine keşif yapıldığının hemen hiç kimse farkında bile değildir. Tıbbın yanı sıra en eski bilim olan astronomi, yüzyıllar boyunca –yakın tarihe kadar– kaplumbağa hızıyla gelişmekten kurtulamamıştı. Gece göğündeki, kendilerini çıplak gözlere ve ilkel teleskoplara sunan, görünürde apaçık, insanın gözüyle algıladığı, ama kavrama yeteneğinin sınırlarını kat kat aşan o esrarengiz parıltıların büyüüne kapılmış, kafayı onlara takmış insanların zahmetli gözlemleri ve hesaplamaları sonucunda, elde avuçta biriken bilgi devede kulaktı aslında. Çalışmalarının iğneyle kuyu kazma misali zahmetli olması ve faaliyetlerin çok yavaş yol alması; onca çabaya ve uğraşa rağmen genellikle birçok durumda ellerindeki bulgu malzemesini, ne anlama geldiğini bilmeden, hiç değilse belki onlar anlar ve değerlendirebilir umuduyla sonraki astronom kuşaklarına aktarmanın mutluluğuyla yetinmek zorunda oluşları bu insanların pek umurunda olmadığı gibi, işin bu yanıyla ilgilenmiyor, duruma da şaşırmıyorlardı. Onları asıl heyecanlandıran, şaşırtan olgu, kimi durumlarda evrenin en uzak bölgelerinde olup biten olaylar ile burada bizim gezegenimiz üzerinde egemen olan yasalar arasında anlamlı ve akla yatkın bağlantılar bulunduğunu keşfetmeleri, ara sıra şuna buna bir yanıt getirebilmeleri idi.

Bugün bu durum da radikal bir değişime uğradı. Yetmişli yıllarda ünlü bir gökbilimci, astronomi alanında Kopernikus'un Dünya'nın evrenin merkezinde bulunmadığını keşfetmesinden bu yana geçen yaklaşık 400 yıl içinde yapılan keşiflerden daha fazlasının son on yılda yapıldığını söylememiş olsa, insanın buna pek de inanası gelmeyebilir. Gerçekten de 60'lı yıllardan başlayarak astronomi alanındaki buluşlar patlarcasına çoğalmış, keşifler keşifleri kovalamıştır. Ünlü bir gökbilimcinin, 1967'de yayımladığı astronomi el kitabının 4. basımında kitabın orasına burasına koyduğu dipnotlarda, burada anlattıklarının, astronomi araştırmalarının fi lanca tarihli bulgularına karşılık geldiğini belirtmeden edememesi, o yıllara kadar bu bilim dalında hiç de alışıldık olmayan, alabildiğine grotesk bir olay etkisi yapmıştı o günlerde. Birbiri üzerine hızla eklenen yeni yeni bilgilerin uzay gezileri bağlamında geliştirilen yeni tekniklerle sanıldığından az bağlantılı olmaları, genellikle dolaylı araştırmaların ürününü oluşturdukları da unutulmamalı. İlk otomatik-elektronik gözlem merkezlerinin dünya yörüngesine yerleşmeleri, bugün-yarın tasarım durumundan çıkıp uygulamaya konacak projelerin hayata geçirilmesi, hele hele, üzerinde atmosfer bulunmadığı için uzayın her yönüne, akla gelebilecek bütün frekanslarda bakabilme ve gözlem yapabilme imkânı sunacak sabit ilk rasathanenin Ay'a kurulmasının ardından, astronomide patlamaların yaşanacağından kimse kuşku duymamalıdır.^(*)

(*) TÜBİTAK Yay. arasından çıkan *Yıldızların Zamanı* adlı kitapta, 1990'lı yıllar için planlanmış uzay gözlemelemleri araçlarından bazılarının dökümü yapılmıştı. Uzay Kızılötesi teleskopu (SIRFT)

Hâlâ, bizim kuşağın, söz konusu hedeflere ulaşabilmek için katlandığı onca zahmete, döktüğü onca paraya akıl erdiremeyen insanlar var. Birçok insan, harcanan milyarlar bakıldıkça, yazık dercesine kafasını sallamakta, Ay'a atılan tek bir uzay aracının parasıyla kaç tane okul yapılabileceğini, Cape Kennedy'deki ya da Baikonur'daki başarısız bir fırlatma girişiminin maliyetiyle kaç bin kilometre yol inşa edilebileceğini hesaplamaktan kendini alamamaktadır. Bu türden, ilk bakışta gerçekçi ve inandırıcı gelen itiraz ve değerlendirmeler, insanın ve onun gelecekteki gelişmesinin perspektifinden bakıldığında, tayin edici önem taşıyan unsurları kavrayamamaktadırlar. Darkafalılık belirtisidir bu karşı çıkışlar; hatta alanında uzman sayılan, önemli, tanınmış kişilerce yapılmış olsalar bile; çünkü böyle düşünebilmek için insanın olup bitene ve geleceğe, sadece kendi dar ufkunun perspektifinden bakması gerekir. Astronomi alanındaki keşiflerin gerçekten de olağanüstü önemli ve tayin edici anlamlarını, bugünden kestirilemeyecek yarar ve boyutlarını kavramakta güçlük çe-

Kızılötesi Astronomi İçin Stratosfer Gözlemevi (SOFIA), Ayarlanmış Kızılötesi Teleskopu (IDO), Milimetrik Dizge (MMO), Milimetrealtı Dalga Boyu Teleskop Dizgesi, bunlardan sadece birkaçıdır. Günümüzde uzayın derinliklerine bakan, uydularla "dünyaya" bakan, onu gözleyen, iletişimi sağlayan uyduların sayısı artıp durmaktadır. Sadece 1998 ile 2007 arasında çeşitli görevlerle 39 uzay (istasyonu) uçuşu yapılmıştır. Gelecekte uzay istasyonlarının yakıt ve rota ayarlama sorunlarını aşmak için istasyonların çok daha "uzaklardaki" yörüngelere yerleştirilmesi amaçlanmaktadır. Ancak bu durumda, insanlı istasyonlar için kozmik ışıınım sorununu çözmek gerekecektir. Dünyamızın manyetik şemsiyesi, ileride göreceğimiz gibi, kozmik ışına karşı bir kalkan görevi de yüklenmiştir. (Ç.N.)

ken insanların itirazlarıdır bunlar. Milyarlık harcamalara yol açan, bugün ne işe yarayacağı belli olmayan bir keşfin, işe yaramaz görünen bir bulgunun, gelecekte nelere gebe olduğunu kimse söyleyebilecek durumda değildir. Bu türden itiraz ve karşı çıkışlar, hâlâ aydın ve akli başında dediğimiz insanların şaşırtıcı bir biçimde gözden kaçırdıkları bir *olguya*, mevcut dünya görüşü ve evren tablosunun, belli bir tarihsel kesitte ve durumda insanların bu dünyaya ve evrene ilişkin anlayış ve görüşlerini, aynı zamanda o tarihsel uğraktaki insanların kendi kendilerine nasıl baktıklarını, kendilerini nasıl anlayıp kavradıklarını belirleyen temel etmen olduğu olgusunun atlanmasına dayanmaktadır.

Özellikle de ilkesel, belirleyici önemi bakımından pek farkına varılmayan bir ilişkidir bu. Bugünden geri dönüp baktığımızda, bir yandan siyasal ve öteki realitelerin, rastlantısal konumların ve geleneksel yapıların belirlediği muhafazakâr, koruyucu eğilimlerin oluşturduğu kalın tabakaları delerek düşünce ve tin tarihinin burada sözünü ettiğimiz temel ilişkisine, belli bir tarihsel çağın kendi varlığına verdiği –davranışlarını, eylem ve kararlarını ona göre düzenlediği– temel anlama, tarihsel bir geri bakışla ulaşmak alabildiğine zordur. Öte yandan; bir çağın evreni, dünyayı kavrayışı ile bu kavrayış üzerine temellendirdiği kendi varlığı arasındaki ilişkiyi kolay kolay her zaman görünür kılamasak bile, belli bir dönemin kendi varlığına ne anlam verdiği sorusuna bugünkü bir perspektiften geri dönüp bakarak, yanıtı “yanlış” ya da “doğru” sıfatlarını yakıştırmaya çalışmamız saçma ve işlevsizdir. Amaçlarımız bakımından, evrene ve hayata ilişkin yaklaşımlarımız bakımından, geçmişin şu ya da bu kuşağının ken-

di varlığına yönelik yorumları, bu belli bir ömür süresi içine sıkışmış varlığının yeryüzündeki nedenine vermeye çalıştığı “anlamı” doğru ya da yanlış ölçütlerine göre değerlendirme çabası hiçbir işe yaramayacağı gibi, böyle belli bir dönemin kendi varlığını anlamlandırışına ve kavrayışına ilişkin çabaları değerlendirebilecek ölçütlerimizin var olup olmadığı da apayrı bir sorudur zaten. Giderek, belli bir çağın manevi atmosferinin, manevi, düşünsel değerlerinin ya da ruhunun, bir düşünce (tin) tarihi mantığına göre ölçülüp değerlendirilmesinin mümkün olup olmadığı, şu dönemin şu döneme kıyasla üstünlükler taşıyıp taşımadığı, bu tarihin belli bir aşamasının bir başka aşamaya göre ondan daha ileride ya da geride durup durmadığı, daha olgun olup olmadığı sorularını da dikkate almamız gerekmiyor. Burada önemli olan biricik tespit, *böyle bir bağlamlığın mevcut olduğu gerçeğidir*, insanların, bütün bir kuşağın nasıl ve nelere göre kararlar alıp hareket ettikleri sorusuna verilecek cevap, onlar farkında olmadan belirlenmiştir; ya da en azından bu cevap, bu insanların dünyalarını (evrenlerini) nasıl gördüklerine, bu dünyada üstlerine düşen rolü nasıl anlayıp kavradıklarına büyük ölçüde bağlıdır.

Gelecek on/yüzyıllarda insanların birbirleriyle kurdukları ilişkilerin özelliklerinin neler olacağı, birbirlerine nasıl davranıp hayatlarına ne anlamlar verecekleri, kendilerinin bu dünyadaki konumuna hangi değerleri atfedecekleri, adım başı yapılan keşiflere hangi tepkileri gösterecekleri, hangi duygularla yeni bulgulardan nasıl etkilenecekleri; elleri altında bulunan yeryüzünün imkânlarından olabildiğince yararlanıp onu bir anlamda tamamen işgal etmiş olmanın, belki de evrenin şu-

rasında burasında kendilerine benzeyen kimselere rastlamanın yol açacağı her türlü sonuç, bütün bunlar bir bakıma hep önceden belirlenmiştir büyük ölçüde; hatta neredeyse şöyle bile diyebiliriz: Astronomların ya da doğabilimcilerin dünyanın ve evrenin karakteristik özellikleri konusunda gün ışığına çıkarttıkları gerçeklerin bugün ortaya koyduğu sonuçlar ve bilgiler, bizim çocuklarımızın ve çocuklarımızın çocuklarının gerek bu dünyaya ve evrene, gerekse bu dünya ve evren içindeki rollerinin ne olabileceği konusundaki kararlarına büyük ölçüde etkiyip bir anlamda onları şimdiden belirlemektedir.

İşte keşif ve bulgular, bunların ortaya koyduğu ve koyacağı bilgiler ile gelecekteki hayatlar arasındaki bu temel bağlantılığı bir kez kavramış olan kimse için, uzaya yollanan sondaj araçlarının, yeni yeryüzü ve uzay teleskopları yapımının, Ay'a bilimsel gözlem merkezleri ve rasathaneler kurma çabalarının, bugün yapıp yapabileceğimiz en büyük inşaat ve konstrüksiyonlardan daha önemli olduğunu açıklamaya gerek bile bulunmamaktadır; gerçekten de, bütün bu girişimler, tartışmasız biçimde, her türlü okuldan, ulaşım bağlantılarından –elbette bunlar da önemli– çok daha büyük bir önem ve anlam taşımaktadır. Doğabiliminde altını çizdiğimiz bu bağlam temelinde bugün, hayata, kültüre ve öteki insanlara olan tavır ve tutumumuzu belirleyecek kararların da alınması anlamına geldiği gibi, tarihin önümüzdeki onyıllarda akışını ve yönünü belirlediğini kavrayan kimse, “sırf birkaç ton işe yarar yükü (gerisi bu ana malzemeyi taşıyan ve fırlatış sırasında ya da sonra heba olup gidecek olan taşıyıcı mekanizmalara ait binlerce ton ağırlıktan ve yakıttan ibarettir) ne idüğü belirsiz bir gezegenin ya da uydusunun yüzeyine indire-

bilmek için, astronomik miktarlarda parayı, sözcüğün gerçek anlamında çarçur etmeden önce, yeryüzündeki sosyal zaaf-ları gidermek, insanlar arasında her anlamda eşitlik sağlamak gerekir” biçimindeki yaygın, görünürde tamamen haklı, ama gerçekte aldatıcı itiraza sahip çıkmadan ve böyle bir karşı çıkış yapmadan önce, takkeyi önüne koyup düşünecektir. Ne ilginçtir ki, on-on beş yıl önce, uzay yolculuklarının anlamsız teknolojik rekor kırma tutkusunun bir yansımasından başka bir şey olmadıkları, insanın akıl yetisinin bir zaferi ama aynı zamanda mantığın acınacak bir iflası olduğu biçimindeki ifade, bir Nobel ödülü sahibine aittir.

Ama bu tespit, doğruyu yansıtmaktan uzaktır; burada, yeryüzünde her adımda daha kritik, daha kaotik duruma gelen şeyleri düzene sokmakla yükümlü insanlığın, yeryüzündeki ve evrenin bütünündeki yerini ve rolünü sorgulamadan ve bu rolün hesabını vermeden, bu yolda başarılı olması mümkün mü? Yeryüzündeki şeylerin kaotik ilişkileri ne türden bir düzen içine sokulacak; bu düzenin ne gibi bir anlamı olacak ve nesnelerin, şeylerin ilişkisini düzenlememizde hangi ölçütler kullanılacaktır? Ve düşünsel, zihinsel gelişme serüveninin cazibesine, kendini çevreleyen gerçekliğin o ana kadar bilinmeyen yepyeni bölgelerine uzanabilmenin entelektüel hazzının cazibesine kendini kaptırma yeteneğinden yoksun olan biri bile, bugün içinde bulunduğumuz koşullarda ve konumda, o uzayın içinde boşlukta salınan mavi gezegeni gösteren bir fotoğrafın, insanları birbirinden ayıran her türlü siyasal, ideolojik ve dilsel sınırın ötesinde, en azından, içinde bulunduğumuz durumun önemli bir yanını belirgin biçimde bütün dünya yurttaşlarının gözlerinin önüne serebileceğini anlaması

gerekir: Dünyaya böyle bakabilme imkânına kavuşmuş oluşumuz; rekabetlerimizin, ihtilaflarımızın sahnesine bakabilmek için şimdiye kadar bildiğimiz, alışık olduğumuz bu perspektiften böylesine somut biçimde kopup araya mesafe koyabilme imkânı; bilimin sağladığı, daha önce düşünölemeyecek bu fırsat, siyasal partilerin ya da kuruluşların sonu gelmeyen tartışmalarından, gelecek vaat eden önerilerinden çok daha fazla yararlı ve umutlandırıcı olabilir.

Üstelik Dünya'yı gösteren bu fotoğraf, bu konuda seçebileceğimiz, sıradan, kaba, akla ilk gelen bir örnektir; bu örneği burada vermemizin nedeni, görünürde alabildiğine gerçekçi ve uzmanca verilere dayalı bir argümanın, astronomi ve uzay araştırmaları konusunda girişilen zahmet ve yapılan onca harcamanın, akla mantığa uyar yanı olmadığı yolundaki iddianın ne kadar düşüncesizce ve yüzeysel bir yaklaşımın sonucu olduğunu göstermek isteyişimizdir. Gerçekten de, bu alanda harcanan astronomik para ve piramitlerin yapımından Çin seddinin inşasına kadar geri giden bir tarih kesiti içinde insanlığın ortaya koyduğu çaba ve gayretin birkaç katının, üç beş astronotu şöyle birkaç günlüğüne ya da haftalığına uzayda bir yerlerde dolaştırmak uğruna gerçekleştirilmesi olgusu, insanlığın teknolojik alanda rekorlar kırma tutkusu ya da saplantısıyla açıklanamaz. Amerikan uzay sondaj aygıtı *Marriner IV*'ün Mars yüzeyinden çekip dünyaya yolladığı fotoğraflar, kuşkusuz, insanlık tarihinin en pahalı fotoğraflarıdır. Ancak bütün bu benzersiz zahmet ve çabanın, bu muazzam harcamaların gerisinde, hatta yetkili komisyonları gerekli milyarlarca doları onaylamaya ikna etmek için kılı kırk yarararak tartışılan askeri, siyasal ve ulusal çıkarlara dayalı argümanların

ötesinde, aslında hayranlığımızı hak eden ve tedirginlik yerine daha çok umut vermesi gereken bir olgu yatmaktadır. Anlayacağınız, maddiyatçı, nihilist tavır ve anlayışları yüzünden sık sık hor görülen bu kuşağın, bütün güçlerini ve imkânlarını, düşünsel ve manevi bir amaç için harekete geçirebilme, insanlığın ufkunu, bilincini genişletip geliştirme uğruna her türlü zahmete katlanabilme konusunda gerekli heyecana ve tutkuya, gerekli enerjiye sahip olma gibi bir üstünlüğü bulunmaktadır.

Teknikerlerin, teknokratların çağında yaşıyoruz; doğru. Ama bizim çağın teknikerlerinin ve teknokratlarının ufukları alabildiğine geniş; yerleşik bir terimle, bunlar, vizyon sahibi kimseler. Ve bugün küçümseyici ve hor görücü bir edayla, düşünsel, manevi alanda doğabilimin önder ve belirleyici konuma geçişini yermeye çalışanlar, modern doğabilimin, *metafiziğin başka araçlarla sürdürülmesinden başka bir şey olmadığını hâlâ fark etmemişler demektir.*

Bütün bu söylediklerimizin fonundan bakıldığında ve olup bitenin, kendi kendimizi kavrayış ve anlayışımız, hayat karşısında taşıdığımız duygular bakımından anlam ve önemi göz önüne alındığında, astronominin son on yıllarda birbiri ardından gerçekleştirdiği olağanüstü, hatta ihtilal sayılabilecek keşifler bulunduğunu görebiliriz. Bu yeni buluşların zaman içinde oluşturdukları zengin birikim, henüz tasnif edilebilmiş, bulgu ve veriler sınıflandırılıp değerlendirilebilmiş değildir. Hatta bunlardan bazıları, gözlemin ölçülebilir, objektif verilerinden oldukları halde, bugüne kadar açıklanamadıkları gibi, alabildiğine bilmecelerle doludurlar. Hepsi birden ele alınıp henüz kendi içinde tutarlı, anlaşılır konturları olan kapalı bir tablo oluş-

turabilmiş değıllerdir; geleneksel dünya görüşümüzün, evrene ilişkin tablomuzun sarsıntı geçirmeye başladığı, şimdiye kadarki en güçlü, hâkim izlenimi oluşturmaktadır. Bu eski evren tablosu, yepyeni, alışıldık dışı, salt bir dinginlik ve durağanlık durumu içinde bulunmayan, tam tersine, içinde muazzam gelişme süreçlerinin birbirini izlediğı bir evren sunmaktadır; bu, biz insanların da içinde yer aldığımız ve yasalarının gerek *bizim* dünyevi çevremizi gerekse doğrudan varlığımızı ve özümüzü belirlediğı bir tarihi olan evrendir. Bu muhteşem yeni perspektifin, bizler ile kozmos arasında var olan bu sımsıkı bağın, bu çözülmez örgünün keşfedilişini, bugüne kadar ele geçmiş çok önemli örneklerden birkaçını ele alarak anlatmayı deneyeceğiz şimdi.

Uzay Yolculuğu ve Evrensel Oranlar

Birkaç yüzyıldan bu yana zaten kuramsal olarak bildiğimiz ve belirlemiş olduğumuz olguların somut deneyim olarak kavranması, anlayacağınız, bizim Dünyamızın, ayaklarınız altındaki bu sağlam zeminin, uzayda serbestçe salınan bir kürenin yüzeyi olduğu ve Dünya'nın, evrendeki sayısız gök cisimlerinden sadece birini temsil ettiği gerçeği, gelecekteki tarihçiler tarafından, geriye dönüp baktıklarında, büyük bir ihtimalle bu çağın düşünce tarihinin, bilincinin en tayin edici deneyimi ve bilgisi olarak kabul edilecektir. Bu deneyim ve bilgi, bizi izleyecek kuşaklara, onlar pek farkında olmaksızın, ama kaçınılmaz biçimde damgasını vuracaktır. Üstelik evrene ilişkin bu yeni bakışın yol açtığı değişimler süreci içinde, bir doğabilimcisi için bugün artık çoktan olağan sayılan bir hakikatın, bizim Dünyamız üzerindeki hayatın hiçbir anlamda evrendeki tek ve biricik hayatı temsil etme gibi bir ayrıcalığı bulunmadığı gerçeğinin gitgide algılanıp kavranacağını düşünecek olursak, gelecekteki kuşakların yakın zamana kadar uzanmış naif bir yanılsamadan iyice kurtulacağını söyleye-

biliriz: Dünyamızın, hayatın gerçekleştiği biricik yer olarak evrende bir ayrıcalığı bulunduğu biçimindeki, sık sık altını çizdiğimiz insanmerkezci bir yanılsamadan, insanlık tarihinin yakın zamana kadar gelişmesini sağlıksız bir biçimde etkilemiş bir yanılgıdan kurtulmuş olacağını. Özellikle içinde yaşadığımız dönemde, bu söylediklerimizin önemli ve düşündürücü bir örneği olarak, söz konusu insanmerkezci yanılsamanın psikolojik sonucuna, bu yanılsama ile birlikte yol alan, aynen onun gibi farkında olmadığımız, ama kaçınılmaz biçimde gerçek bir hayati tehlike oluşturacak duruma gelmiş bir yanılsamaya dikkat etmemiz gerekmektedir; birincisinin psikolojik sonucu olan bu yanılsamanın özü, yeryüzündeki hayatın bir kereliğinden ötürü kozmik evrimin doruğu ve şimdiye kadarki biricik, nihai ereği olduğunu kabul etmekten ibarettir ve bütün risklere, nükleer, çevresel felaket ihtimallerine rağmen, bu hayatın sürüp gitmesi, kozmik evrimin nihai amacı olması itibarıyla garantidir. Bu çok yaygın ama açıkça dile getirilmeyen düşünce, şöyle özetlenebilir: Evet, yön değiştirip başka hedeflere yöneltilmesi çok zor olan, dürtüsel temelli, bu nedenle de biriktikçe biriken ve daha büyük gerilimlere yol açmaya elverişli insan saldırganlığı, günün birinde önlenemez bir nükleer boşalmanın, bir savaşın önünü açabilir; bu da belki kültürün ve insan uygarlığının –geçici– olarak çökmesine yol açabilir; ama işte elbette bu adım, bu yıkılış da, ilkece nihai adımı oluşturamaz; çünkü buradaki hayat, kozmik evrimin nihai ereği olarak güvence altındadır.

Oysa bir dürtü boşalmak için her zaman vesileler, fırsatlar ve bahaneler bulmaz. Tıpkı aç bir canlının, açlığının artışı ölçüsünde kendisine yenebilir gelen nesnelerin eşliğinin gitgi-

de alçalması ve aşırı durumlarda çöp kutularını eşeleyecek hale gelmesinde ya da bir zamanlar ilk kutup kâşiflerinin yolculuklarında sıklıkla rastlanan, açlık yüzünden, karbonhidrat içerdikleri için ayakkabı tabanlarının kaynatılıp yenmesi olaylarında olduğu gibi, insanın doğuştan getirdiği her türlü biyolojik dürtü, başı sıkışınca kendine, tatminini sağlayıcı “yedek nesneler” seçme özelliği gösterir.

Hal böyle olunca, dürtüsel saldırganlık eşiğinin, hangi nedenlerle olursa olsun biz insanlarda oldukça yüksek bir düzeyde bulunması –önceki kitaplarımızdan da bildiğimiz gibi– böyle yüksek bir eşiğin uyarılıp alçalabilmesi için de dış dünyadan gelecek uyarımların çok güçlü olması gerekmektedir; ya da hatta çok vahim sürtüşmelerin, ülkeler arasındaki sınır ihlallerinin ya da hatta sınırlı bir bölgeye sıkışmış çatışmaların diplomatik görüşmeler yoluyla önemli boyutlara ulaşmadan halledilmesi mümkün olmakla birlikte; kimileyin incir çekirdeğini doldurmayacak bahaneler, insanlığı enikonu etkileyecek bir felakete bile yol açabilir.^(*) İşin bu yanını bir kez kavrayabilmiş olan biri, tarihçilerin bugün, patlak verişinden yüz küsur yıl sonra bile, hangi motiflerin ve *asıl* nedenlerin Birinci Dünya Savaşı gibi korkunç bir felakete yol açmış olduğu konusunda kafa yorup durmalarına şaşmayacaktır. Saraybosna’da Avusturya veliahtının ve eşinin ölümüne yol açan suikast, o günlerde hâlâ feodal ölçütlere ve değerlere bağlı Avusturya halkını derinden sarsmış olsa bile, tarih

(*) Buradaki, “saldırganlık” ile ilgili düşünceler, Cumhuriyet Kitapları arasında yayınladığımız *İşte İnsan – Saldırganlığın Doğası Üzerine* (K. Lorenz) adlı kitabın temel tezlerine doğrudan bir atıf. (Ç.N.)

uzmanları hâlâ arşivleri karıştırmakta ve birkaç fanatiğin eyleminin bütün uygar dünyayı bir anda içine çeken bir savaşı başlatmaya nasıl yettiği konusundaki bilmecenin çözülmesi için uğraşıp durmaktadırlar. Milyonlarca ölü, ama işin bu boyutlara varmasını doyurucu biçimde açıklamaya yetecek akla yatkın, mantıklı bir açıklama bulabilmenin imkânsızlığı. Genel biyolojiden, doğuştan getirdiğimiz davranış mekanizmalarından ve hazır tepki programlarından az buçuk haberi olan biri için, bu ve benzeri kanıt olaylar, insanın saldırganlığının temelde biyolojik bir dürtü niteliği taşıdığını ispata yetecektir.

Saldırganlığı ve onun doğal taşıyıcısı olan insanın dürtüsel boyutunu kavrayıp kabul etmek ve bu boyutun girdisini çıktısını anlamak –gezegenimiz üzerindeki hayatın bizler yüzünden yok olup gitmesini istemiyorsak– bu kuşağın çözmek zorunda olduğu bir sorun olarak karşısında durmaktadır. Saldırganlığın dürtüsel karakterini kavrayabildiğimiz anda, güncel gerilimlerin, saldırganlıkların patlak vermesine yol açan görünürdeki bahane ve vesileler olma özelliğini de anlar; bu türden gerginliklerin bizi de duygusal olarak içine almasına meydan vermeden, onların dışında kalıp, eleştirel bir mesafeden önce kendimizi düzeltebilme imkânına kavuşuruz. Bu söylediklerimiz, pratikte, günlük basının ve medyanın bütün öteki araçlarının, haberlerde, yorumlarda bıkıp usanmadan sözünü ettikleri ve temcit pilavı gibi önümüze sürdükleri gerginliklerin, buhran ve uçaşmaların, dünyanın neresinde olursa olsun yol açtıkları gerginlik ve boğazlaşmaların somuttaki şaşırtıcı tezahürlerini akla yatkın ve mantıklı bir biçimde açıklamanın güç olduğunu önce kavrayıp, sonra bu gö-

rüşleri yaygınlaştırmamız gerektiği anlamına gelmektedir. Gerçekten de bütün bir insanlığın gezegen üzerindeki varlığını silmeye, bugün “Overkill” terimiyle tanımlanan bir duruma yol açmaya bol bol yetecek mevcut teknolojik imkânların, kıyamet hazırlayıcılığı bakımından böylesine “mükemmel”, böylesine kusursuz imha potansiyelinin oluşturulma gerekçesini bize mantıklı gösterebilecek, bu teknolojik imha potansiyelini gerçek durumla çelişkiye düşmeden savunabilecek kimse yoktur. Gerçekte, en temelde dürtüsel-güdüsel karakter taşıyan insani korku ve endişelerimizin ve karşılıklı saldırganlığımızın böylesine korkunç imha etme sistemlerinin oluşturulmasını açıklayabilecek temel faktörler olduğunu söyleyebiliriz. Yok olma tehlikesi ile insanın saldırganlık güdüleri arasındaki bu bağı kavramış olan kimsenin, geceleyin rahat rahat uyuyabilmesi için şiddete böylesine eğilimli insanlık ile siyasal-ekonomik çıkar çatışmaları arasındaki buluşmanın yol açabileceği gerginlikleri, görüşmeler ve müzakereler yoluyla halletme göreviyle yükümlü politikacıların yabancı dil bilme, halklar hukukunu tanıma ve protokol kurallarının klişe etiketlerini bellemiş olmanın da ötesinde, hayatlarının hiç değilse belli bir döneminde, birazcık olsun sosyal psikolojiden ve davranışbilimi alanındaki araştırma sonuçlarından nasiplerini almış olduklarını, iyi kötü bir şeyler öğrendiklerini umması gerekir. Ama ne gezer! Bu söylediklerimizin, bütün bunlardan bihaber politikacıların kulağına çalınmasını umut edelim!

Bir yandan biyolojik bir dürtünün, orta beyne yer etmiş bir davranış programının öyle belirsiz süre bastırılması imkânsızken, öte yandan önümüzdeki sınırlı zaman aralığında

bu türden dürtüleri biyolojik düzlemde geriletecek imkân-lara henüz bilimce sahip olmadığımıza, hatta tıpkı saldırganlık dürtüsünde olduğu gibi, insan uygarlığının onca gelişmesi-nin ve entelektüel zihinsel düzlemdeki başarılarının ardından çoktan aşılmış olması gereken bu dürtüler varlıklarını hâlâ ko-ruyabildiğine göre, insanlığın kaderi, biyolojik saldırganlık dürtüsü ile bağlantılı parçaları kavrayabilmesine, giderek eylem ve davranışlarını zaptı rapta alabilmesine, yapıp ettiklerine ras-yonel, akla, mantığa dayalı ölçütlerle yön verebilmesine bağlıdır. İşte, gezegenimizin muhtemel bir küresel “iç-savaş”ın sonuçlarını kaldıramayacak kadar küçük ve sınırlı olduğunu bize algılatma konusunda uzay bilimi büyük önem taşımak-tadır. Sırf bu yönüyle bile, bu bilimin ortaya koyduğu ve ko-yacağı sonuçlar, şu yeryüzünde “halledilmesi ve düzene so-kulması gereken” bütün öteki sorunlardan daha büyük önem taşımaktadır.

Gerçekten de, bu bölümün girişinde ve öteki kitapları-mızda da değindiğimiz gibi, uzay biliminin ve araştırmaları-nın ortaya koyduğu, yeryüzü hayatının tek ve biricik evren-sel örnek olmadığı, eşsizliği ve olağanüstü istisnai bir durum olma özelliğiyle, koskoca kozmosun doruğunu oluşturmadığı biçimindeki bulgu ve sonuçların dolaylı etkileri, öteki bütün çıkarsamalardan daha da önemlidir. Çünkü bu tespitten çok temel bir kavrayış çıkartabiliriz: Hayatın burada, bizim dünyamız üzerinde ilanihaye sürüp gitmesini sağlayabilecek herhangi bir doğa yasası, herhangi bir merci ya da üst “ku-rum” ve ilke mevcut değildir. Sonsuza dek var olup olmama konusunda söz sahibi olan, bu konuda karar verebilecek bi-ricik merci biz insanlarız. Gelgelelim yeryüzünden kendi var-

lığımızı radikal bir şekilde silip süpürme tehlikesi, böyle bir tehlikenin varlık koşullarının reel olarak mevcut olmadığına sanılmasıyla daha da vahimleşmektedir. *Bizim* kuşağımızın biz-zat tanık olduğu ve de edindiği bir deneyim –dünyamızın, çok büyük bir ihtimalle kozmostaki, üzerinde hayat bulunan sayılmayacak kadar çok yerden sadece *birini* oluşturduğu, uzayın belli bir bölgesindeki hayat çeşitlemelerinin kendine özgü bir örneğini temsil ettiği ve kozmik boyut ve ölçüler göz önünde tutulduğunda, bu dünya varmış yokmuş, bunun kozmosu hiçbir şekilde etkilemediği ve etkilemeyeceği deneyimi– alabildiğine tehlikeli olan ve bu dünya hiçbir şekilde yok olmaz biçimindeki, gerçeği yansıtmayan, yanlış ve endişelendirici yarığdan kendimizi kurtarmamızı sağlayabilir. Böyle bakıldığında, yaşadığımız gelişmeler umutlu olmamız için de nedenler sunmaktadır; çünkü eğilim, ötekilere doğrudan ulaşmasak bile, gelecekteki iletişim imkânları sayesinde kendimizi gezen yurttaşları topluluğunun bir üyesi olarak algılamamızı mümkün kılacak bir yönde yol almaktadır.

Bugüne kadar uzay “gezilerinden” elde edilen sonuçları, gelecekteki çözüm bekleyen görevlerle ve imkânlarla ilintileyen, ayrıca bütün bir kozmosta geçerli genel boyutlarla bu bulgular arasında bağ kuran biri, gerçekte dünyanın ne kadar küçük olduğunu, ona bu evrende hangi rolün düştüğünü kolayca anlayacaktır.

Uzay teknolojisinin, 1 Ekim 1957’de uzaya yollanan ilk yapay uydu *Sputnik*’ten bu yana geçen süre içinde kaydettiği gelişme, insana küçük dilini yutturacak cinstendir; bu süre içinde çözülen teknik sorunlar, hele bunların daha önce her-

hangi bir örneğinin bulunmadığı düşünülürse, nasıl bir gelişmenin yaşanmış olduğunu anlamamıza yardımcı olabilir. Ama öte yandan, uzayın söz konusu olduğu yerde karşımıza çıkan boyutları ve ölçüleri göz önüne aldığımızda, son otuz-kırk yılda gerçekleştirilen teknolojik atılımların devede kulak kaldığını da inkâr edemeyiz. Teknolojilerimiz, teknokratlarımız, bir astronotu Dünya'nın birkaç yüz kilometre ötesinde, yerküre çevresinde günlerce dolaştırabilmenin, hatta onu Ay'a indirebilmiş olmanın gururunu haklı olarak taşıyabilirler. Ama gerçek anlamda bir astronotluk biliminden, bir kozmik yolculuk teknolojisinden bugün söz etmenin imkânı kesinlikle bulunmamaktadır. Biraz imgesel, görüntü diliyle konuşacak olursak, bugüne kadar yapılabilen şey, adı "Dünya" olan ve fiziksel etki alanını bugüne kadar henüz hiçbir insanın terk edemediği bir gezegenin çevresinde, şöyle birkaç yüz kilometre ötede insanlı ya da insansız dolanabilen bir uzay aracı ile turlamak olmuştur.

Bir an için, söz konusu olan uzaklık oranlarını ve boyutları düşüncemizle tasarladığımız bir model üzerinde kafamızda ve gözümüzde canlandırmayı deneyelim. Güneş sistemimizi hakiki durumuna göre 100 milyon kez küçülttüğümüzü varsayalım; bu durumda dünya, çapı 12 santimetrelik bir portakal büyüklüğüne sahip olacaktır. Eh böyle bir küçültülmüş modelde, bu portakalın yüzeyi de, artık cilalı bir masa yüzeyi kadar pürüzsüz olacaktır. Ortalıkta dağ tepe namına bir şey kalmayacak, örneğin Everest dağı, 0,08 milimetrelilik çıkıntı olarak, belki yüzeyde gezdirdiğimiz parmağımızla ancak hissedilebilecektir. Şöyle derin bir soluk alıp böylesine küçültülmüş bir Dünya'nın yüzeyine üfleyecek olursak, yüzeyde bi-

riken nem kalınlığı, okyanusların derinliklerinden daha fazla olacaktır. Bu durumda Ay, 3,5 santimetre çapındaki bir küre olarak, 12 santimetrelık çapa sahip portakalın, 3,80 metre ötesinde, sonuçta 7,60 metrelik bir çapın çizdiği yörüngenin üstünde dolanacaktır. Bu ölçülere göre, Dünya-Ay sistemini, 8 x 8 m²'lik bir mekâna sığdırmamız mümkün olacaktır.

Ama ardından ilk büyük sıçrama gelecektir. Bu aynı modelde Güneş, Dünya'dan 1,5 kilometre uzaklıkta bulunacak ve yaklaşık 14 metrelik çapıyla, yani bildik yüzme havuzlarının trampelen yüksekliğinin iki katına ulaşan ölçüsüyle onu normal bir binaya sığdırma imkânı bulunmayacaktır. Güneş sisteminde bizden sonra gelen 7 santimetre çaplı Mars, Dünya'nın ona en yakın olduğu konumda, yaklaşık 500 metre uzaklıkta bulunacaktır. Güneş sistemimizin en dışındaki üyesine, şu buzlarla kaplı kabul edilen Plüton'a ulaşmak içinse, aynı modelde, iki gün iki gece alabildiğine zahmetli bir yolculuk yapmak zorunda kalacağız; çapı 6 santimetrelık Plüton'a bu modelde neredeyse 60 kilometre uzakta bulunduğumuz için! İşte bizim insanlı uzay araçlarında Dünya çevresinde dolanan, haftalarca deneyler yapan astronotlarımız en uzak yörüngede bile, buradan bilemediniz 5 *milimetre* ayrılmış olmaktadır ve bizden 3,80 metre uzaktaki Ay, yakın bir gelecekte ulaşip ulaşabileceğimiz biricik yer olma özelliğini daha uzun süre koruyacaktır.

Bu koşullarda, bugünden “uzay yolculuklarından” söz etmek gerçeklere pek kulak asmayan bir iyimserlik sayılacağı gibi, “uzayın fethi”nden söz etmek oldukça saçma olacaktır. Aslında bugüne kadar “uzaya” henüz adımımızı atmış sayıl-

mayız. Çok şaşırtıcı, son yıllarda ortaya çıkartılan bir nedenden ötürü, *uzay, bir anlamda Mars yörüngesinin ötesinde, belki de Plüton'un, bir başka deyişle Güneş sistemimizin dışında başlamaktadır.* Çünkü bu üst sınıra, Plüton'a kadar olan uzaklığın belirlediği sistemin içindeki şartlar, Güneşimizden yayılan elektromanyetik dalga ışınlarının yanı sıra nötrinolar, X ışınları vb'den etkilenmektedirler; dolayısıyla, Güneş sistemimizin, öteki yıldızların ve galaksilerin yer aldığı kozmosun koşullarını bir başına temsil etme hakkı ve imkânı bulunmamaktadır. Ayrıca bizim bu Dünya'daki varlığımız ve durumumuzla, bu Dünya'nın hayatı ağırlayabilecek özellikleri taşıyabilir olmasıyla bağlantılı ve son zamanlarda önemi gittikçe daha çok kavranan, Güneş sistemimiz ile –Dünya ile– kozmos arasındaki bu ilişkinin üzerinde uzun uzadıya duracağız. Güneş sistemine özgü koşullar ile hayat arasındaki bu inkâr edilmez bağı şimdilik bir yana bırakıp, uzaydaki ölçüleri, oranları ve uzaklıkları gerçekliği hatırlatacak karşılaştırmalarla ifade edebilmek için az önceki konuya geri dönüp, bugün birçok kimsenin dilinden düşürmediği, sıradan bir olay gibi sözünü edip durduğu “uzay yolculuğu” kavramını ele almak istiyoruz.

1:100 milyon ölçeğinde küçültülmüş varsayımsal modelimizde, çapı 14 metreyi bulan bir Güneş'in yaklaşık, 1,5 kilometre uzağında ve çevresinde fır fır dönen portakal büyüklüğündeki bir Dünya ile ona en yakın öteki sabit yıldız, başka deyişle bir başka güneş arasında, bu modelin ölçülerine göre ne kadar uzaklık olduğunu şöyle bir tasarlamayı deneyin. Canı isteyen, hesaplamaya kalkabilir. Güneş sistemi-mize en yakın, dolayısıyla Samanyolu'nun bir üyesi olan öte-

ki komşu güneş, *Alfa Centauri* ^(*) bu l'e yüz milyon küçültülmüş modelimizde bile öylesine uzakta bulunmaktadır ki, ister inanın ister inanmayın, bu modelin sınırları içinde bile, oraya ulaşmak için, yeniden "uzay yolculuğunu" göze almak zorunda kalırız. Modelimizin ölçüleriyle 14 metre yüksekliğindeki bu ateş topu, bizden, şu anda en az gerçekte Ay'ın bulunduğu kadar bir uzaklıkta yer alırdı; yani, modeldeki bütün küçültmelere rağmen, 385 bin kilometreden daha ötede. İşte tek tek sabit yıldızlar (ya da diğer deyişle güneşler) arasında kalan mekânlara uzanabilmemiz halinde, sözcüğün gerçek anlamıyla bir "uzaydan" söz edebiliriz ancak. Gene, yazı ile gösterebileceğimiz, hesaplama işlemlerinde kullanabileceğimiz, ama kafamızda canlandıramayacağımız bir sayısal değerle yüz milyar kadar sisteme, yani küçültülen modelimizde ortalama 14 metre çaplı kalın ateş toplarının eşit aralıklarla birbirlerinden uzakta, birbirlerini karşılıklı çekerek uzayda serbestçe bir arada bulundukları kümeler "galaksi" diyoruz.

Alman dilinde bu oluşumlara çok talihsiz bir yakıştırma ile "spiral sis" (*sarmal nebula*) adı verilmiştir. Yanlış anlaşılmalara yol açabilecek bir tanımlamadır bu ve öteki birçok bilimsel terim ya da ad gibi, sadece tarihsel nedenlere dayanarak açıklanabilir. Gökbilimciler yüzyıllar boyunca, galaksilerin gaz biçimindeki nebular olduklarına gerçekten de inanmışlardı. Aslında bizim güneş sistemimizin de içinde yer

(*) *Alfa Centauri A* ve *Alfa Centauri B*, Güneşimize en yakın "ikiz yıldızları" oluşturuyorlar. *Praxima Centauri* ise, bir kızılıcüce. Centauri kümesine dahil olup olmadığı tartışılıyor. *Alfa Centauri A*, 4,5 milyon ışık yılı uzaklığıyla, sistemimize en yakın "güneş" sayılıyor. (Ç.N.)

aldığı galakside de bu türden çok sayıda gaz biçiminde sis bulutlarına rastlanmaktadır. Neden sonra bu yüzyılın yirmili yıllarında Amerikalı gökbilimci Erwin Powell Hubble, ayna çapı 2,5 metre tutan yeni bir dev teleskop sayesinde, galaksimize yaklaşık 2 milyon ışık yılı uzaklıktaki “komşu” Andromeda yıldız takımındaki, sarmal sisimsi, bulutumsu görünüşün, aslında tek tek yıldızların (güneşlerin) “yanıltıcı” görüntüsü olduğunu ortaya koydu. Bütün bu oluşumların bugün bile en iyi gök fotoğraflarında hâlâ bulutumsu sarmallar (spiraller) gibi görünmelerinin nedeni, bizim teknolojik kayıt mekanizmalarımızın, başka deyişle görüntüleme tekniklerimizin zaafalarında aranmalıdır. Bu ve benzeri galaksileri oluşturan 20-100 milyar güneş (sabit yıldız) en güçlü teleskoplarımızda bile çaptan yoksun noktalar gibi görünmektedir.^(*) Dolayısıyla böyle bir sarmal nebulaı fotoğraflarla tespit edebilmek için, galaksiyi oluşturan sabit yıldızlardan çıkan zayıf ışığı saatlerce bir fotoğraf plakası üzerine düşürmek gerekir. Ama işte böyle bir işlem süresince bir yıldızın ışığı, ışığa duyarlı plaka üzerinde sağa sola yayılarak bir başka yıldızın ışığıyla birleşebilmekte, dolayısıyla da gerçekte birbirinden uzak iki yıldız, fotoğrafta birbirine kaynaşmış bir görünüm almaktadır. Bu sebeplerden ötürü, en modern astronomi fotoğraflarında bile hâlâ belli bir galaksinin yıldızları arasındaki boşlukları görmek mümkün olmamaktadır. Bu büyük kozmik oluşumlar, hâlâ bulutumsu bir kütle gibi gerçekliği yansıtmayan yanıl-

(*) Bilinen en yakın “kızılçüce” galaksiler yaklaşık 100 bin yıldız içerirken, M87 galaksisinde bu sayı 3 bin milyar olarak tespit edilmiştir (3×10^{11}). (Ç.N.)

tıcı bir görünüm sunmaktadır^(*) Gerçek durumu gözümüzde canlandırmamıza yarayabilecek bir karşılaştırmaya başvurarak görüntüleme teknolojilerinin söz konusu zaafını aşmaya çalışabiliriz. Diyelim ki Almanya'dayız ve ülkeyi kuşatan otoyollara az mı az bir yağmur yağıyor; hani damla damla bile değil. Öyle ki otoyollara her yetmiş, seksen kilometrede bir, bir damla düşüyor. Örneğin Stuttgart'a bir damla düştü diyelim, öteki damla kuzey istikametinde ancak Karlsruhe'ye, öteki Mannheim'a ve bir sonraki de Frankfurt'a düşüyor. Şimdi bu damlaların büyüklükleri ve damlalar arasındaki yetmiş-seksen kilometreye varan uzaklık, sabit yıldızların büyüklüklerini ve aralarındaki uzaklıkları az çok doğru oranda yansıtan bir model oluşturur. Oysa damlalar en fazla 0,5 milimetrelilik bir çapa sahiptir. İşte, alt ve üst sınırlardaki uç durumları bir yana bırakacak olursak, genelde 20 ile 100 milyar arası "sabit yıldız damlasının" bir araya gelmesiyle oluşan kütleyle "samanyolu" ya da "galaksi" adı verilir. [Yunanca "süt" anlamına gelen *galaxias* sözcüğünden türetilmiş bu tanım, Batı dillerinde "süt yolu" anlamına gelen terimlerle ifade edilir.]

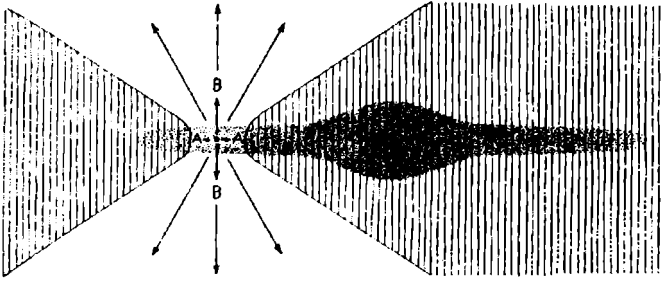
Samanyolu, sarmal nebula ya da galaksi; bütün bu tanımlar aynı anlama gelmektedir. Bugünkü bilgilerimize göre,

(*) Yetmişli yıllardan başlayarak, galaksi yıldızlarının yaydıkları güçsüz ışıkları kaydetmek için kullanılan araçların teknolojisinde büyük gelişmeler yaşanmaya ve fotoğraf plakları yerine, gelen ışığı elektrik sinyallerine dönüştüren elektronik dedektörler kullanılmaya başlandı. Bu toplayıcılar, klasik fotoğraf plaklarının on ila yüz katı kadar ışık toplayabilmektedir. (Ç.N.)

evrendeki bütün yıldızlar, dev teleskoplarla uzayın derinliklerinde, bizim galaksimiz dışında gördüğümüz sayısız galaksiden birine aittirler. Dünyamızdan baktığımızda, söz konusu galaksinin uzayda oluşturduğu rastlantısal pozisyonuna, bize göre temsil ettiği konuma göre, bu oluşum bize bir sarmal, bir elips ya da ona tam kenarından bakıyorsa, bir bilek taşı gibi görünür. Bugün yapılan yörünge hesaplamalarına bakılacak olursa, alışılmışın dışında, merkezi konumda alabildiğine uzak yörüngeleri itibariyle, günün birinde Samanyolumuzu terk etmeye mecbur olan tek tek yıldızların da var olduğunu kabul etmeliyiz. Dolayısıyla da evrendeki her yıldızın bir galaksiye ait olduğu tespiti genel olarak doğru olsa bile, “yurdunu” oluşturan sistemle günün birinde irtibatını kaybetmiş, uzayın boşluğunda yapayalnız ve tecrit edilmiş şekilde dolanan, daha doğrusu, galaksinin merkezi çekiminden kurtulmuş olduğu için boşlukta sürüklenen güneşlerin de var olabileceğini düşünmek zor olmasa gerekir. (Böyle bir güneşin, tıpkı bizimki gibi bir gezegen sistemine sahip olduğunu, hatta bu gezegenlerden birinde ya da birkaçında hayat bulunduğunu, o güneş sisteminin bu haliyle, ait olduğu galaksinin normal birliğinin dışına düşüşünün, o gezegenlerdeki muhtemel yaşama biçimleri bakımından ne anlamlara gelebileceğini tasavvur etmeye çalışmak, harika bir hayal gücü serüveni olacaktır.) Neyse; böyle tecrit edilmiş güneş sistemleri, evrende gerçekten de üzerinde durmamızı gerektirmeyen istisnaları oluşturmaktadır. İlkece, evrendeki yıldızlar, insanın ilk anda sanabileceğinin aksine, bütün bir kozmosa gelişigüzel, eşit aralıklarla ve keyfi bir şekilde dağılmamıştır. Bunların her

biri, her halükârda çok sayıda galaksinin parçasıdırlar; bu galaksiler arasındaki uzay ise, gerçekten de boştur.

Elbette bizim Güneşimiz için de geçerlidir bu tespitler: O da (bize uzayın derinliklerinden bakan varsayımsal bir gözlemciye görüldüğü şekliyle) bir “sarmal nebula” olan galaksinin içinde, sabit bir yıldızdır. Onu –bu muazzam kozmik kargaşanın içinde– ötekilerden ayırt eden biricik özelliği, “bizim” Güneşimiz olmasıdır. Elbette, kozmik alanda belli bir yeri ve konumu kendimize ayırma anlamında bir “yurtseverlik” ifadesi değil bu; sadece içinde yer aldığımız bu sarmal nebula’nın ya da galaksinin belli bir yerinde bulunduğumuzu, bu galaksi ile aramızda belli bir perspektif ve konum ilişkisi olduğunu göstermek amacını taşıyan bir tespittir. Öteki bütün galaksileri, bizim Güneş sistemimizin yer aldığı galaksinin dışında kaldıkları için, bambaşka bir perspektiften az çok bir elips ya da tipik mercek biçimleriyle görürken, bizim Güneşimiz de bu galaksiyi oluşturan yüz milyar yıldızdan biri olduğu için, Samanyolu adını verdiğimiz kendi galaksimizi ancak içinden ve belli bir açıdan görebilme şansına sahibiz. Bu durum aslında çok anlaşılır, basit bir açıklamaya işaret etmekle birlikte, kendimize dışımızdan bakamamanın, göğün içinde oluşmuş bu tabloya yansıyan kaçınılmaz sonuçlarının anlam ve öneminin çoğu kişi farkında değildir. Bir galaksi, kendisini oluşturan güneşlerden, daha doğrusu bu güneşlere ait gezegenlerden birinden bakıldığında, geniş bir bant ya da şerit şeklinde yapılaşmış yıldızların belli bir mekânsal düzlem üzerindeki öbeği olarak görünür. Aşağıdaki şema, bu konuda bize bir fikir verebilir.



Kendi galaksimizin şemasını kenardan bakarak çizmemiz durumunda bu şekli elde ederiz. A-A /B-B eksenlerinin kesiştiği siyah nokta, Güneşimizin galaksi içindeki konumuna işaret ediyor. Dikey taranmış bölgeler kozmik toz yüzünden görüşümüze kapalı alanları temsil ediyor. Sadece okların işaret ettiği diyabolik biçimdeki alana yayılmış kozmik nesneleri engelsiz gözleme imkânımız bulunmaktadır.

Burada, A-A ve B-B eksenlerinin kesiştiği noktada, güneş sistemimiz bulunmaktadır. Siyah noktanın işaret ettiği güneş sisteminin bulunduğu yerden (daha doğrusu bu sisteme ait dünyamızdan) A ekseninin gösterdiği yöne, yani gece gökyüzünde, galaksinin kenarına ve merkezine (şemaya göre karşıdan sağa ve sola) doğru baktığımızda, galaksiyi oluşturan yıldızlar, yoğun bir şekilde, üst üste, yan yana ve arka arkaya dururlar. Oysa bakışlarımızı bu A-A ekseninin belirlediği düzlemden aldığımızda, bu düzlemdaki yıldızların sayısı da azalmaya, yoğunluk gevşemeye başlayacak, B-B eksenine doğrultusunda, artık yıldızlar iyice seyrekleşeceklerdir. Bu merceği andıran sistemde dikey doğrultudaki yönlere baktığımızda, gece göğü bize neredeyse çıplak görünecektir. Çıplak gözle gece göğüne bakarken, Dünya'nın çevresinde belirleyebildiğimiz aynı düzlem üzerinde yer alan halkamsı yıl-

dız yoğunluğu, kendi Güneşimizin de içinde yer aldığı sarmal nebulanın ya da bir başka terimle bulutumsu kütleinin, kendini bize gösterişinden, ona içten bakan birine göre kendini sunuşundan başka bir şey değildir. (Bkz. *Resim 10*) Bu bulutumsu kütleinin içindeki en parlak yıldızların bir sarmalın kollarını oluşturacak şekilde dizilmiş oldukları ve bizim galaksimizin de bir başka galaksiden, tipik bir sarmal nebula, ya da bulutsu görünüm sunduğu, özel radyoastronomik teknolojilerle doğrudan kanıtlanabilmektedir. Gece göğünde açıkça belli olan bu beyaz şerit, İ. S. 2. yüzyılda Hipparchus'un farkına varmış olduğu bulutsu öbeklenmeler, ta ilkçağdan beri, sırf görünüşleri yüzünden mitsel tasarımlarla ilintilenmiş ve "Samanyolu" olarak tanımlanmıştır. 18. yüzyılın ortasında, Immanuel Kant, bugün bile okunabilecek değer taşıyan kısa ama parlak bir ispatlamayla bu sistemli yıldız öbekleşmesinin asıl nedenleri üzerindeki örtüyü kaldırmaya giden ilk adımları attığında bile, "Samanyolu" tanımı korunmuştu. [Gerçi daha 1610 yılında ünlü İtalyan bilimci Galilei, o güne kadar bulutumsu denen puslu lekelerin, "olağanüstü bir biçimde bir arada bulunan yıldız öbeklenmeleri" olduğunu anlamış, eski Mezopotamya'da "Cennet Nehri" denen bu yıldızlar kuşağının, farklı yönlerdeki yoğunluğunu ölçen William Herschel, 1785'te, bu galaksinin, göbeği yüksek bir bilek taşıyını andırdığını saptamıştı.]

Ama asıl bundan yaklaşık 80 yıl önce, Edwin Hubble (1924), ne zamandan beri bilinen, çok sayıda sarmal ve elips biçimli "sis bulutlarının" bizim Samanyolumuzun çok ötelelerinde bulunan yıldız sistemleri olduklarını ve kuruluş, yapı ve bileşimleri açısından bizim galaksimiz ile ilkece benzerlik ta-

şıdıklarını gösterince, kavram kargaşasına bir son vermek için, Samanyolu (Sütyolu; Yun. *Galaxis*) sözcüğü (görünüşteki) sarmal, merceksi nebularlar için de kullanılmaya başlandı.^(*)

Samanyolları, galaksiler ya da gene aynı anlama gelen bulutumsu (sarmal) nebularlar, evrenin bildiğimiz en büyük oluşumlarıdır. Bu oluşumların boyutları tasarlama gücümüzü gülünç hale düşürürken, bırakalım iki galaksi arasındaki uzaklığı, daha aynı galaksi içindeki sabit yıldızların (güneşlerin) söz konusu olduğu durumlarda bile “uzaklıkları” tasarlama konusunda her türlü canlandırma yeteneğimiz zavallı duruma düşer. Öyle ki, dünyayı portakal büyüklüğünde tasarlarırken kurduğumuz bir düşünsel model bile, bu yeteneğimizi alabildiğine zorlayabilir. Sözgelimi ışığın, bizim galaksimizin kenarından bir yerlerden tam öte uçta yer alan öteki kenara ulaşabilmek için yaklaşık 100 bin yıla gerek duyacağını söylemenin bize ne faydası olabilir ki? Yani bu galaksinin “100 bin ışık yılı” uzunluğunda bir çapı olduğunu bilsek ne yazar? Bu kozmik sarmal yapılar öylesine büyüktürler ki, aralarından bazılarının, evrenin oluşumundan bu yana 10- 14 milyar yıl içinde kendi eksenleri etrafında topu topu 20 kez dönmüş oldukları tahmin edilmektedir. Oysa bu kütlelerin hareketle-

(*) 1912 yılında Henrietta Leavitt, “Chepheid değişkenleri” adı verilen ve 18. yüzyılda keşfedilmiş olan bir grup yıldızın sönme-parıldama özelliğinden yararlanarak yıldızların uzaklıklarını bulma konusunda önemli bir adım atmıştı. 1924’te Hubble, galaksimize 2 milyon ışık yılı uzaklıktaki Andromeda galaksisinde bir Chepheid yıldızı keşfedince, uzaklık ölçümlerini gerçekleştirerek, Andromeda’nın bizim içinde yer aldığımız galaksinin dışında bir galaksi olduğunu kanıtlamayı başardı. (Ç.N.)

ri öylesine bir hızla gerçekleşir ki, dışa yakın, yani galaksilerin kenarlarına yakın yerlerdeki güneşlerin dönme hızı saniyede 500 kilometreyi bulur. Bizim Güneşimizin ve onun gezegenlerinden biri olan Dünyamızın, Samanyolu'nun dönme hareketine bağlı olarak saniyede sadece 260 kilometre bir hızla galaksiyle birlikte döndüğü tespit edilmiştir; çünkü Güneş sistemimiz, daha önce de belirttiğimiz gibi, galaksinin dış çemberinin üzerinde değil de, yüz bin ışık yılı olarak belirlenen çapın merkezden 2/3 kadar bir uzaklığında yer alıp, dış çembere göre daha küçük çaplı bir çember üzerinde dönmektedir. Bu alanda söz konusu boyutları iyi kötü anlayabilmek için dizimizin ilk kitabında verdiğimiz bir örneği bir kez daha yineleyebiliriz:

Elli milyar yıldız içerdiği tahmin edilen, *Resim 6*'da tam bir sayfa olarak gösterilen ve Samanyolu'na en yakın büyük galaksi olarak kabul edilen (2,4/2,7 milyar ışık yılı) Andromeda galaksisinin bir yerine bir topluiğne batırdığımızı varsayalım. Topluiğnenin bu ölçekteki resim üzerine açacağı delik, gerçekte öylesine muazzam bir daireye karşılık gelecektir ki, saniyede 300 bin kilometre hızla, yani ışık hızıyla hareket eden bir varsayımsal uzay gemisi bile, bizi bu deliğin bir kenarından öteki kenarına taşımayı beceremeyecek, çünkü buna ömrümüz yetmeyecektir. Böyle ütöpik, ışık hızıyla hareket eden bir uzay aracı bile, bu varsayımsal deliğin bir ucundan bir ucuna ulaşabilmek için en azından 700 yıla ihtiyaç duyacaktır ki, bu da yaklaşık sekiz-dokuz kuşak insanın ömrünün toplamına eşit bir süredir! Ayrıca Eduard Verhüldonk'un bu düşünce düzleminde gerçekleştirilen deneysel modeline bir ekleme yaparak, galaksiye batacak böyle bir

iğnenin yaklaşık bir milyon güneşi ya da yıldızı yok edeceğini, modern istatistik hesaplamalara ve akıl yürütmelere göre, bunların arasından, en azından 50 binin üzerinde güneşin kendine ait bir ya da daha fazla gezegeni bulunması gerektiğini, giderek, büyük bir ihtimalle, bu gezegenlerin de birkaç yüzü üzerinde, şu ya da bu biçimde hayat olduğunu rahat rahat kabul edebileceğimizi anımsatalım. Eh bu durumda, bugün hâlâ “uzayın fethi” gibi ifadeleri dilinden düşürmeyenlerin, bu düşüncelerin ne anlama geldiğini anlaması durumunda, bu türden laflar etmeden takkeyi önlerine koyup düşünmeleri gerekir herhalde!

Astronomi alanındaki uzaklıkların gerçek durumunu biraz daha kafamızda ve gözümüzde canlandırabilmek için *Nova Persei* oluşumuna ilişkin 1901 tarihine geri giden öyküyü burada kısaca anlatabiliriz. Bu öykü, uzay ve uzaklıklar konusunda, bize küçük dilimizi yutturacak gerçekler sunan somut bir kanıt olma özelliği taşımaktadır. 21 Şubat 1901’de Perseus takımyıldızlarının içinde yeni bir yıldız, bir *nova* (patlama) keşfedilmişti. Yeni bir yıldızın doğuşu, astronomide bugün bile hâlâ ilgiyle izlenen bir olaydır, ama artık pek öyle sansasyonel bir yanı da kalmamıştır.^(*) Böyle bir nova oluşumunun yüzlerce bilinen örneği vardır. Bugüne kadarki incelebilen bütün olaylar, durup dururken ortaya gerçekte yepyeni bir yıldızın çıkmasının söz konusu olmadığını gösteren kanıtlar sunmaktadır. Bir nova’nın ya da daha ender olan

(*) Bunlardan yakın sayılacak bir zamanda keşfedilenlerinden biri 1987 yılının 24 Şubat’ında Kuzey Şili’de, 170 bin ışık yılı uzaklıktaki Büyük Macellan galaksisi içinde gerçekleşen 1987 A süpernovası’dır. (Ç.N.)

“süpernova”nın ortaya çıkması, o zamana kadar normal varoluşunu sürdürögelmiş bir sabit yıldızın parçalanması ve muazzam bir nükleer patlamanın ardından kütlesinin önemli bir bölümünü serbest enerji biçiminde açığa çıkartması ve ışın halinde yaymasıyla açıklanmaktadır. Bir nova patlamasında bu miktar, yıldız kütlesinin 0,1 promili değerindedir; söz konusu bir süpernova ise bu miktar yüzde 10’u bulur. (Bkz. *Resim 8*) Bugün Boğa takımıyıldızlarının bulunduğu yerde görünen dev bir infilak bulutudur bu ve aynı yerde Çinli astronomlar 1054 yılında böyle bir “yeni yıldız”, bir süpernova oluşumunu gözlemlemişlerdi. Çinli astronomların gözlemlediği patlamanın şiddeti, neredeyse aradan geçen 1000 yıla rağmen hafiflemiş ya da geçmiş değildir. Birer yıl arayla çekilen fotoğraflar, bulutun çapının her yıl 0,21 yay/san. büyüdüğünü göstermektedir (bir birim yay/san., 1/3600 derece). İnfilak bulutunun bizden yaklaşık 4 bin ışık yılı uzakta bulunduğu düşünülecek olursa, patlamanın ardından, süpernova parçacıklarının bugün hâlâ saniyede 1000 kilometreden çok daha fazla bir hızla evrene dağıldığını hesaplayabiliriz.

Kuşkusuz, bizim ölçülerimize göre fantastik bir hızdır bu; hele ilk patlamadan bu yana yaklaşık 10 yüzyıl geçtiği düşünülecek olursa. Ama buradaki şaşkınlık ve hayret, 1901 yılında birden uzayda beliriveren *Nova Persei*’nin gelişmelerini incelerken astronomların içine düştükleri şaşkınlığın yanında hiç kalır. *Nova Persei*’nin de belli aralıklarla çekilen fotoğrafları birbirleriyle karşılaştırılınca, çapının haftadan haftaya büyüdüğü görölmüştü.

1901 yılında da, patlamanın ilk belirlenmesinin ardından

astronomlar kaleme kâğıda sarılıp büyümeyi hesaplamaya koyulmuşlardı. İnfilak bulutunun bize olan uzaklığı ile görünürdeki büyüme arasında bağlantılar kurup nova'nın genişleme hızını belirleyeceklerdi. Üstelik yıldızın patlamasını *statu nascendi*, yani en yüksek tepkime durumunda alabildiğine aktifken yakaladıkları için, karşılaşılabilecekleri en üst hızlara bile hazırdılar. Ancak ölçümlerinin ve hesaplamalarının sonuçları, alışıldık dışı ya da sansasyonel olmaktan da öteye, tek kelimeyle imkânsızdı: Nova'nın görünürdeki büyümesi ile –spektrokopik ve fotometrik yöntemlerle– belirlenen uzaklığı arasındaki ilişkiden çıkartılan sonuca bakılacak olursa, Nova Persei maddesi, uzayın her yönüne doğru ışık hızıyla genişlemekteydi. Ama imkânsızdı bu; daha o günlerde bile maddenin ışık hızına kadar ivmelendirilemeyeceği gayet iyi bilindiği gibi, hele daha yeni patlamış bir yıldızın infilakının, şunun şurasında, birkaç haftalık bir patlamanın, maddeye böylesine bir hız kazandırması imkânsızdı. Böyle bir yıldızın hidrojen atomları, protonları ve elektronları da (gaz biçimindeki) maddeden başka bir şey olmadıklarına ve böyle bir hızla hareket edemeyeceklerine göre, işin içinde bir iş vardı. Bilmenin çözüme kavuşması uzun zaman aldı. Kolayca anlaşılabilceği gibi, herkes başlangıçta, bir yerlerde bir ölçüm hatası yapıldığını kabul etmek istiyordu. Bugünse, tıpkı 1901 yılında gerçekleştirilen hesaplar gibi, o günden bugüne yapılan hesap ve ölçümlerin hepsinin doğru ve kusursuz olduğu biliniyor. Doğru çözüm, daha o ilk görüldüğü andan itibaren astronomların gözü önünde, uzayın her yanına yayılan şeyin, madde değil, doğrudan ışık olduğunun kabul edilmesinden geçiyordu. Bu, son zamanlarda daha başka örneklerini de tanıdığımız olayın çoktan benimsenen açıklaması, söz

konusu durumda bir *nova'nın*, ince ince dağılmış kozmik tozdan oluşmuş ve korkunç genişlikteki bir alana yayılmış bulutun tam da ortasında infilak ettiği biçiminde bir açıklamadır. Gezegenumizden bakıldığında yılda yaklaşık 75 binde bir derecelik bir genişlemeyle uzaya yayıldığını gördüğümüz parlaklık, bu toz bulutu içinde her yönde dağılan ve saniyede 300 bin kilometre yol alan, büyük patlamadan kaynaklanan ışıktan başka bir şey değildir.

Üstelik, 1901 yılında gökte aniden parlayan Nova Persei örneğinde olduğu gibi, daha bu mesafelerde bile karşımızda, evrenin en hızlı hareket eden ortamını, yani ışığı, bu Dünya'dan baktığımızda adeta “sürünürcesine” bir yavaşlıkta karşımıza çıkarmaya yeten bir uzaklık söz konusudur. Tıpkı, çok uzaktaki ufuk çizgisinde gözle takip edebildiğimiz bir yarış arabasının salyangozunkini andıran, görünürdeki “ağır ve yavaş” hareket izleniminde olduğu gibi, saniyede 300 bin kilometre hızla yol alan ışık da buradan bakıldığında, sadece 3 bin ışık yılı mesafesiyle, galaksimizin içinde, neredeyse burnumuzun dibindeki bu kozmik nesne bölgesinden yılda bir bölü bilmem kaç bin derecelik, başka deyişle pratikte fark edemeyeceğimiz bir hızla nova çemberini, yaygın tanımla, “kabuğu” genişletip durmaktadır.

Gözlerimizin önünde sürünerek yol alan ışık olayının şaşırtıcılığı, her şey bir yana, intergalaktik bir boyutta, yani hâlâ bizim Samanyolumuzun içinde, üstelik belirttiğimiz gibi nispeten hemen en yakınımızdaki sabit yıldızlardan birinde, bize şunun şurasında 3 bin ışık yılı mesafedeki Nova Persei'de yaşanmaktadır.

Andromeda galaksisi (*Bkz. Resim 6*) bizim galaksimiz olsaydı –ki bugünkü bilgilerimize göre, bizim Samayolumuz oradan ve o uzaklıktan, aynen Andromeda gibi görünmektedir– bu durumda Andromeda üzerinden yapılacak varsayımsal bir yerleştirmede bizim Dünyamız ile Nova Persei arasındaki uzaklık 5-5,5 milimetrelik bir mesafe olarak fotoğraflara yansyacaktır ve bu birkaç milimetreye karşılık gelen gerçek kozmik mesafe, saniyede 300 bin kilometre hızla yol alan ışığın hareketini izlememize, hakkında konuşabilmemize imkân vermektedir.

Demek ki kendi galaksimizin içinde, hemen burnumuzun dibindeki nesnelerin bizden olan uzaklıklarını aşabilmek için ışığın bile binlerce yıla ihtiyacı vardır. Bu gerçeğin kaçınılmaz sonuçlarından biri, gece göğüne her bakışımızda, somut olarak ve sözcüğün tam anlamında *geçmişe* bakıyor oluşumuzdur. Çünkü gece göğünde gördüğümüz yıldızlar, aslında düz bir yüzey üzerinde yan yana durmamakta, bunların aralarında binlerce, milyonlarca ışık yılıyla telaffuz edilebilecek derinlemesine uzaklıklar bulunmaktadır.

Herhangi bir yıldızın ışığı bize ulaşmak için 60-70 yıllık bir yolculuğa ihtiyaç duyarken, çıplak bakışımızda ya da teleskopumuzda, bu 60 ışık yılı uzaklıktaki yıldızın belki hemen yanı başında gözüken bir başka yıldız, binlerce ışık yılı uzaklıkta, uzayın derinliklerinden bize göz kırpmaktadır. Her yıldız, bulunduğu yere, ait olduğu galaksideki konumuna göre, artık farklı farklı derinliklerde yer alır. Biz bu her bir yıldızı, şu anda, biz onu gözlerken, en azından birkaç on, yüz, bin ya da milyon ışık yılı önce ondan çıkmış olan ışığın bize ulaştığı andaki halini görürüz. Sözelimi bir astronomun, sü-

pernova halinde yüzlerce yıl önce infilak ederek uzaya dağılmış ve bugün artık yok olup gitmiş olduğu halde bu yıldızın fotoğrafını çekmiş, onu birçok şekilde inceliyor, spektral analizleriyle uğraşiyor olması pekala mümkündür. Böyle varsayım sal bir yıldız bizden bin ışık yılı uzaktaysa, şu anda onun bin yıl önceki halini görüyoruz demektir; ve bundan bin yıl önce patlayıp yok olmuşsa, bizim bu infilak görüntüsünü, “yıldızın sonu” haberini ancak şimdi alabilme imkânımız bulunmaktadır. Çinli astronomların 1054 yılında keşfettikleri Crab-nova patlaması, elbette o yıllarda değil de gerçekte İ.Ö. 3000’li yıllarda vuku bulmuş olmalıdır. Çünkü bugünkü bilgilerimizin ışığında, söz konusu patlamanın yeri bizden yaklaşık 4 bin ışık yılı uzaklıkta bulunduğu için, Çinliler bu patlamayı en az 3 bin yıl sonra görmüş olmalıdırlar.

Bütün bunlar sadece mantıksal ve fiziksel düzlemlerden bakıldığında, son derece basit, anlaşılması kolay olay ve ilişkiler olmaktan da öteye, bugün artık bu durumu bilmeyenimiz pek yoktur da. Ama işte gene de, yıldızlı göğe bakarken, bütün bunların ne anlama geldiğini, bu ilişkinin ne gibi sonuçları olabileceğini –çok az insanın yaptığına inandığımız bir şeydir bu– bir an için etraflıca düşünmeye çalışmak çok ilginç olduğu kadar, buna değer bir çabadır. Yer yer *takımyıldızlar* diye bilinen ve konumlarını tanıdığımız öbeklerin yer aldığı gece göğünün yan yana durur gibi görünen cisimleri, “eşzamanlı” bir birliktelik oluşturmazlar. Aralarındaki derinlik farklarını bir an için bir yana bıraksak bile, birbirinin hemen burnunun dibinde gibi duran yıldızların, bizim galaksimizin içinde ve çevresinde kimileyin aralarında sadece uzaklık değil, aynı zamanda binlerce yıllık “ömür” farklılığı bulunan ci-

simleri temsil ettiklerini biliyoruz. Bu olgunun, öyle her zaman üzerinde pek de düşünmediğimiz çok önemli ve ilginç bir sonucu bulunmaktadır. Anlayacağınız, bütün bu ışık hızı, zaman ve uzaklık ilişkilerinin bağlamını göz önünde tuttuğumuzda, bizim kendi galaksimizi, öteki adıyla Samanyolu-muzu hiçbir zaman belli bir anda nasılsa aynen öyle görme şansımız bulunmayacaktır. Bakışlarımız Samanyolu'nun ne kadar derinine dalarsa oralarda karşılaşacağı gökcisimleri de o ölçüde geçmişin derinliklerinde yatıyor olacaktır.

Hemen yakınımızdaki yıldızları birkaç yıl ya da birkaç on yıl önce nasıllarsa öyle görmekteyiz. Oysa Samanyolu dediğimiz bizim galaksimizin tam karşı kenarını göz önünde tutacak olursak, oradaki yıldızları ancak, yaklaşık 70-80 bin yıl önceki halleriyle görme algımıza dahil edebiliriz. Öyleyse, Samanyolumuzun içindeki yıldızları, zamansal uzaklıklarının etkilerini bir yana bırakarak, artık yer aldıkları bölgelere göre, “görünürdeki zamansal durumları bozulmuş halleriyle” gözlemlemekten başka bir şey gelmez elimizden. Ne var ki, zamana ilişkin aldatıcı ve bakanda eşzamanlılık izlenimi yaratan bu ilişki, biliminsanları bakımından hiçbir önem taşımaz; çünkü 70-80 bin yıl ya da bundan çok daha fazlası, Samanyolumuzun yapısal değişimlere uğramasına yetmeyecek kadar dar zaman aralıklarına, sürelerle karşılık gelmektedirler. Ancak gerçekte aralarında gene de muazzam zaman ve uzaklık farklılıkları bulunan nesnelerle işlem yaptığımızı ya da uğraştığımızı bilmenin, zaman ile mekân arasındaki sıkı ve kopmaz bağı gösteren somut-kavranması kolay bir model ve örnek edinme bakımından, önemi büyüktür.

İlk duyuşta insana alabildiğine paradoksal bir tespit gibi

gelse de, başka, bize yabancı, çok uzak nesnelerin söz konusu olduğu yerde bu “zamansal boyutun” çarpıtılmışlık”, bozulmuşluk özelliği, kimi belli başlı durumlarda bir bakıma geçerli de olmayabilir. Bize bütünsel ve tam karşıdan (dikey) bakışımıza açık bir görüntü sunan bir galaksinin söz konusu olduğu yerde bu “zamansal durumun bozulmuşluğu” hali (Samanyolumuzdaki yıldızların-güneşlerin söz konusu olduğu durumlara göre) farklı bir görme ilişkisi oluşturur. Tam tepeden, karşımızda dümdüz görünen bir galaksinin yatay düzlemde görünen bütün yıldızları bir bakıma pratikte “bizden” eşit uzaklıktadırlar. Dolayısıyla böyle bir fotoğraf görüntüsü ve galaksi manzarası karşısında yıldızların uzayda aynı düzlem üzerinde yan yana görünüm sunan halleri bir bakıma zamanda da “yan yanalık” anlamına gelmektedir. Burada, birbirleri yanında, eşzamanda gördüğümüz nesneler, bizim Samanyolumuzun içindeki nesnelerin konumundan farklı olarak, gerçekten de gözlem için “eşzamanlı” bir konum sunmaktadırlar. Ayrıca bizim bakışımıza, herhangi bir açıdan, iyi kötü eğik bir biçimde kendini sunan yıldız sistemleri yani galaksiler için de bu zamansal farklılık durumu, hiçbir zaman, bizim kendi galaksimizin içindeki durumunda olduğu ölçülere ulaşmayacaktır. Bizim galaksimizdeki gibi zamansal boyutu bozulmuş yıldızlarla karşı karşıya olduğumuzu söyleyebilmek için, kenarından baktığımız bu yıldız sistemlerinden birini, bir kenarından öteki kenarına görebilmemiz şarttır. Ama işte bu imkânsızdır. Böyle bir galaksiye tam kenarından baktığında, yıldızların fazlasıyla yoğun, sık bir görünüm sunacak şekilde arka arkaya gelmeleri durumu bir yana, bakışımız tam da galaksinin ekvator düzleminin üzerine geldiği

için, böyle bir köşeden karşıya bakarken, görüş, her galaksideki *interstellar*, yani yıldızlararası toz yüzünden büyük ölçüde engellenecektir. Gerçi aslında çok ince, seyrek dağılımlı bir tozdur bu, ama özellikle galaksilerin kenarlarında galaksinin ekvator düzleminin dışlarına doğru yoğunlaşmıştır.

Yeri gelmişken, bizim kendi Samanyolumuzu da bir uçtan öteki uca göremediğimizi belirtmek gerekiyor. Galaksimizin bütünü göz önünde tuttuğumuzda görebildiğimiz alan parçası öylesine küçüktür ki, buna şaşırmadan edemeyiz. Örneğin galaksimizin merkezinden kenarlarına doğru yıldız yoğunluğunun azaldığını tespit etmeye yönelik sistematik ölçüm ve incelemeleri güvenilir şekilde yürütebildiğimiz alan ancak 6 bin ışık yıllık dar bir alan çapı içinde mümkün olmaktadır.

Bu uzaklığın ötesinde, kendi sistemimizin içinde bile, görebileceğimiz çok az şey vardır; çünkü bakışlarımız, galaksiye ince bir şekilde dağılmış böylesine muazzam uzaklıkların söz konusu olduğu durumlarda özellikle varlığını hissettiren kozmik toz nedeniyle iyice engellendikleri gibi, hele bir de galaksinin rotasyon düzlemini oluşturan yatay alanın doğrultusunda bakıyorsak, daha doğrusu bakış açımız, dönme düzleminin oluşturduğu yatay çizgi alanı ile örtüşüyorsa, işimiz iyice zorlaşmaktadır. Halbuki, çizimde olduğu gibi, A-A ekseninden değil de, dönme düzlemine dikey B-B ekseninden yukarıya ve aşağıya baktığımızda iş değişir. Galaksi sistemimizin oluşturduğu “plaka”, bu eksen yönünde alabildiğine ince ve yıldız bakımından seyrek; dolayısıyla içerdiği ve yatay düzlemden baktığımızda görmeyi engelleyici kozmik tozun tabakası da iyice “incedir”. İşte B-B eksenini doğ-

rultusundaki bu aşağıya ve yukarıya olmak üzere iki yönde ve hakikaten de *sadece* bu iki yönde, pek bir engele rastlamaksızın uzaya, galaksimizin dışında bir yerlerde, uzayın derinliklerinde başlayan “ekstragalaktik” alanlara bakışımızı yöneltelimiz pratikte. Sayfa 64’teki şema ne demek istediğimizi anlamamıza yardımcı olabilir. Noktalamalı, en koyu bölge bizim galaksimizi gösterirken, A-A, B-B eksenlerinin kesiştiği siyah küçük nokta, aşağı yukarı güneş sistemimizin yerine karşılık geliyor orada. Ayrıca dikey çizgilerle taranmış iki geniş bölge var. Bu bölgeler, kozmik toz vb. nedeniyle görmekten alıkondüğümüz alanları içeriyor. Koyu, yatay çizgili alan ise görüşümüzün en çok engellendiği bölgeyi gösteriyor. Geriye kala kala, diyabolik bir biçim arz eden, taranmamış, üstte ve altta, yanlara doğru genişleyen “küçük” alan kalıyor. Engelsiz görme faaliyetinin geçerli olduğu bölge bu. Bu nispeten küçücük görme alanına rağmen, bugün kendi galaksimiz konusunda bildiklerimizin bu alanın sınırlamalarından etkilenmeyecek kadar fazla oluşu, bilgi edinme yöntemleriyle ilintili bir gelişmenin sonucudur; dolayısıyla da galaksimize ilişkin tablo, son birkaç onlu yılın eseridir. Bu alanda gökbilimciler, radyo-astronomi konusundaki çığ gibi artan buluşlar sayesinde, özellikle son otuz-kırk yıl içinde, galaksimizi tanıma bakımından yepyeni yöntemler geliştirebilmişlerdir. Samanyolumuzun sabit yıldızlar arasında kalan bölgelerindeki hidrojeninden çıkan ve özellikle galaksinin merkezinde alabildiğine yoğunlaşan radyo dalgaları (elektromanyetik dalgalar) yıldızlar arasına saçılmış olan kozmik tozdan etkilenmezsiniz, bildik ışığın aksine, onu delip geçebilmektedirler. (Radyo dalgaları insan gözüyle görülemeyecek kadar uzun dalga

boyuna sahip olmakla birlikte, bu ışınım türü de, kendi içinde bir renk skalası oluşturmaktadır.) İşte bu imkânlar çerçevesinde, *bütün* Samanyolu galaksisini enine boyuna inceleyip tarayabilme konusunda son otuz-kırk yılda önemli adımlar atılabilmiştir. Kozmik tozun galaksimizi gözlemlememizi engellemesi yüzünden, sarmal nebuların gerçek “doğasını” örten sis bulutunu aralamak en az 2 bin yıllık bir gecikmeyle mümkün olmuştur. Oysa 1610 yılında Galilei’nin ilk haklı kuşkularının ardından 1775’te ünlü Alman düşünürü Immanuel Kant, hamisi Büyük Friedrich’e sunduğu “*Genel Doğa Tarihi ve Gökyüzü Teorisi*” başlıklı çalışmasında düşüncesini dile getirmiş ve az çok oval bir biçim gösteren ve daha o zamanki teleskoplarla bile iyi kötü evrenin derinliklerinde seçilebilen zayıf ışıklı, beyaz “yerlerin”, büyük ihtimalle bizim galaksimizin dışındaki bağımsız yıldız sistemleri olduğunu mantıklı temellendirmelerle açıklamaya çalışmıştı. Bugün bile, Königsbergli ünlü filozofun, dönemi için müthiş sayılabilecek bu galaksiler teorisini, sade, mantıklı çıkarsamalarla birkaç sayfa içinde, adım adım nasıl ispatlamaya çalıştığını okumak insana büyüleyici gelmekten de öteye, doyulmaz bir entelektüel tat vermektedir. Bu tutarlı çıkarsamalara rağmen Kant’ın görüşü yaygınlaşamamış, ancak ondan yaklaşık iki yüz yıl sonra, daha önce de belirttiğimiz gibi, 1923 yılında, Hubble, Andromeda nebulasının kenar bölgelerinde tek tek yıldızların varlığını kanıtlayınca, galaksilerin de milyarlarca güneşten oluşmuş sistemler olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu iki yüz yıllık gecikmenin sebebi de, gene 64. sayfadaki şemada temsil edilen durum ile ilişkilidir. Bu şema, sarmal (spiral) nebuların (galaksilerin) ekstragalaktik, yani bi-

zim Samanyolumuzun dışında olma özelliği gösterdikleri görüşüne karşı çıkanların eline, ilk bakışta ikna edici bir argüman vermiş gibiydi. Gökteki bu kozmik nesneler, bir kere, bizim Samanyolumuzun konumundan bakıldığında sistematik bir dağılım göstermekteydiler. Gerçekten de bu galaksileri görüntüleyip (yirminci yüzyılda bunların yüzlercesinin fotoğrafı çekilmiştir), alıp bunları gökyüzü haritalarında ait oldukları bölgelere yerleştirdikten sonra, genel konumlarına bir göz attığınızda, gökyüzünün her köşesine öyle gelişigüzel dağılmamış olduklarını görüyoruz. İncelemede “galaktik kutu” dediğimiz noktaya yaklaştıkça, galaksilerin sayısı artar. Başka deyişle, bakış açınız, 1 nolu şemada belirtilen B-B eksen düzlemine yaklaştıkça, galaksi sayısı da çoğalır. Bu eksen düzlemi ise, bizim kendi galaksimizin neredeyse tamamen yok görüldüğü bakış yönünü belirtmektedir. Dolayısıyla, A-A ekseninin yer aldığı, bizim galaksimizin yatay düzlemine yaklaştığımızda, galaksilerin sayısı azalmakta, o düzlemde başka hiçbir galaksi görünmemektedir.

Bu dağılım bizi tek bir sonuç çıkarmaya zorlamaktadır: Gökteki sarmal nebuların (galaksilerin) konumu bir şekilde bizim galaksimiz ile ilişkilidir, ama bu ilişki onların intragalaktik, yani bizim galaksimizin içinde oldukları sonucuna götürmez kimseyi. Evet, bu durumdan türetilmek istenilen ikinci bir sonuç, bu kozmik nesnelerin, bizim Samanyoluna, yani yıldız sistemimize dahil, henüz izah edilememiş “intragalaktik”, yani galaksi içi üyeler oldukları biçimindeydi. Bugün geriye dönüp baktığımızda bu ikna edici görünen akıl yürütme yolundaki hatanın nerede yattığını kolayca bulabiliyoruz. Argümantasyonun ilk adımı doğrudur. Gökteki

sarmal nebularların dağılımı, yani galaktik kutba doğru artan yoğunluk, gerçekten de bizim Samanyolumuzun belli bir özelliği ile bağlantılıydı. Yanılmalara yol açan etmen, bizim galaksimizde interstellar, yani yıldızlararası tozun ya da maddenin sistemli, homojen bir dağılım sergilememesidir. Dolayısıyla da bize çok çok uzak olan bu âlemlere yönelttiğimiz bakışların önünü belli yönlerde açık tutarken gene belli yönlerde bakışlarımızı engelleyen toz etkisiyle karşı karşıya bulunmaktayız. Aslında bu kozmik nesneler gökte yeknesak biçimde dağılmışlardır. Hele yıldız göğüne çıplak gözle baktığımızda görüşümüze yönelik engel çok daha etkili olmaktadır. Berrak, ay ışığı olmayan bir gecede, teleskopsuz, dürbünsüz görebileceğimiz yıldızların sayısı, çoğumuzun tahmin edebileceğinden çok daha azdır. Çıplak gözle görebileceğimiz yıldız sayısı, dört, beş, bilemediniz altı bini geçmez. Çıplak gözle baktığımızda Samanyolumuz da bize puslu, sönük sönük ışık veren bir şerit gibi görünür. Şu bildik gökyüzündeki bu sönük yıldızların hemen hepsinin bizim galaksimize ait olduklarını ve çok sınırlı bir bölgeyi kapsadıklarını hatırlatmak bile neredeyse gereksiz sayılır. Galaksimizde, çıplak gözle gördüğümüz yıldız sayısı, sırf bizim sistemimizi oluşturan o en az 100 milyar yıldızın (güneşin) demek ki 10 milyarda 1'ini bile oluşturmamaktadır.

Bu noktada belirli, çok elverişli durumlarda, ekstragalaktik dediğimiz galaksi dışı bir nesneyi de görmemize imkân veren tek bir istisnai durum bulunmaktadır. Gözleri iyi görenler, gökyüzündeki yerini de iyi tayin edebilirlerse, berrak, ay ışığı olmayan bir gecede, Andromeda takımının içinde sili, küçük, cılız bir ışıma noktası keşfedeceklerdir. (Bilindi-

ği gibi “Andromeda takımyıldızları 4 üyeden ibaret bir grup oluştururlar ve elbette bizim Samanyolu galaksimizin kozmik parçalarıdır.) Bu “lekecik” bizim Samanyolumuzun dışında, çok çok uzakta bir yerdedir ve daha önce sözünü ettiğimiz ve ölçülerini, boyutlarını çeşitli modeller kurarak, benzetme ve düşünce deneyleri geliştirerek kavranabilir hale getirmeye çalıştığımız o mesafeleri de aşan bir yerdedir. Biz benzetmeler, modelleştirmeler yoluyla galaksimizin içinde yer alan Güneş sistemimizin temsil ettiği büyüklükleri ve mesafeleri az çok kafamızda gözümüzde canlandırılabilir hale getirdikten sonra galaksi içi sabit yıldızlar ile Güneşimiz arasındaki mesafelere “sıçramış” ve bunları da gözümüzde canlandırmaya çalışmıştık. Yani galaksimizin yıldız sistemini anlamaya çalışırken karşımıza çıkan ölçüleri anlamaya çalışmıştık. Bunu yaparken bile, daha galaksimizin içindeki muazzam ölçü ve büyüklüklerle karşı karşıya gelmiş ve ışık hızının sabitliği nedeniyle, kendi sarmal galaksimizin bile her tarafını “eşzamanlı” göremeyeceğimizi hatırlatmıştık.

Şu anda yapmaya hazırlandığımız sıçrama ya da geçiş, buraya kadar konuştuğumuz ve tartıştığımız her büyüklüğü kat be kat aşmaktadır. Andromeda takımyıldızının arkasında görünen silik ışık lekeciği, hani elverişli şartlarda çıplak gözle bir pırıltı gibi görebileceğimiz şey, ektsragalaktik, yani galaksimiz dışı bir kozmik nesnedir. [10. yüzyılda İranlı âlim El-Sufi’nin fark ettiği ve “küçük bulut” adını verdiği galaksi, bize yaklaşık 2-2,5 milyon ışık yılı uzaklıktadır, kırmızı dev yıldızlarla çevrili Andromeda’nın kapsadığı alanın çapı 500.000 ışık yılı, parlak disk bölgesinin çapı ise 150 bin ışık yılıdır; son araştırmalar bizim galaksimizin, içerdiği yıldız sayısı bakı-

mından, Andromeda yanında “yoksul” sayılabileceğini, komşu galaksimizin, Samanyolumuzun neredeyse 10 katı yıldızla sahip olduğunu göstermiştir. Bu galaksi, geniş çapı itibariyle, yaklaşık 1 trilyon yıldız içeriyor olmalıdır ve içerdiği kütleyle galaksimizden sonraki (bize en yakın) sarmal nebula ya da galaksiyi temsil etmektedir.] Bu, galaksilerarası uzaklığa verilebilecek iyi örneklerden biridir. Andromeda takımını oluşturan 4 yıldızın göbeğinden bize bakan ışık lekeciği, galaksimizin dışında, ondan bağımsız bir nebula, bizimki gibi bir “samanyoludur”.

Ama işte asıl hikâye de şimdi başlıyor. O çıplak gözle ölü bir ışık lekesi olarak gördüğümüz Andromeda galaksisi, bize en yakın galaksi, bizim “komşumuz”dur. Modern dev teleskoplar son onyıllarda evrenin derinliklerine daldıkça, belirlenen galaksi sayısı da artmaya başladı. Bunların her biri ortalama bizim galaksimizin büyüklüğündedirler; böyle küçük bir fotoğrafın aldatıcı görüntüsüne kanmadan, bunların gerçekte sahip oldukları büyüklükleri unutmamamız gerekir. Bugün dev aynalı teleskoplar sayesinde alabildiğine zayıf ışıklı nesneleri de yakalaya yakalaya, bilinen galaksilerin sayısını da çoğaltıp duruyoruz; çekilen fotoğraflarda, ön düzlemdeki yıldızlardan daha çok galaksi görünmektedir.^(*)

(*) Ön-düzlem yıldızları diye çevirebileceğimiz bu yıldızlar, aslında bizim galaksimizin içinde bulundukları için gerideki nesneleri görebilme amacıyla aşırı ışıklandırıcı aynalara, süperpoze dedğimiz, fazla ışıklı görüntüler sunan yıldızlardır. Galaksi görüntülerini ön-düzlem yıldızlarından “temizleyebilmek” başlı başına bir çaba gerektirmektedir.

Bugün, çok özel değerlendirme teknikleri sayesinde bu türden binlerce galaksiyi tek bir fotoğraf üstünde tespit etme imkânımız var. Böyle fotoğraflardaki sayımları değerlendirip bunu gözleyebildiğimiz evren parçasıyla orantıladığımızda, sadece bizim gözlemimize açık evren bölgesinde milyarlarca galaksi bulunduğunu kabul etmek zorunda kalırız. Ve elbette, bu galaksilerin sayısının, bugünkü gözlemlene tekniklerimizin sınırlı düzeyi nedeniyle önümüze çıktıkları keyfi sınırın hemen dışında birden azalmaları gerektiği konusunda akla yatkın en küçük bir neden bulunmamaktadır. Dolayısıyla, büyük bir kesinlikle, evrendeki galaksi ya da Samanyolu sayısının, tek bir galaksinin içerdiği güneş (yıldız) sayısından çok daha fazla olduğunu rahatlıkla kabul edebiliriz.

Ama öte yandan, galaksilerin sayısı istediği kadar büyük olsun, bu sayının gene de sonsuz olmadığını, bu noktada bir üst sınırın bulunması gerektiğini de kabul etmemizi sağlayacak nedenler bulunmaktadır. Hatta son yıllarda astronominin ortaya koyduğu buluş ve keşifler, bu tespitimizin bile daha ötesine geçebileceğimizi düşündürmektedir bize. Bilimde kendi bilgilerimizin ya da belli bir dönemde kullanılan araştırma yönetiminin sınırlarını, gözlem alanının objektif bir sınırı ile özdeşleştirip “buraya kadar” demek, gerçi ilkece yanlıştır; gene de bütün bir bilim tarihinde ve bugün bile, çok çeşitli, tespit edilmesi zor biçimlerde, “hâlâ” güvenilir sayılan bilimsel sonuçların içinde yer yer gizlice varlığını koruyan bir yanlıştır bu. Öte yandan istediğimiz kadar temkinli olalım ve böyle sınırlamalar karşısında kuşkuculuğumuzu ko-

ruyalım; söz konusu olan kozmos olduğunda evrenin bizce *gözlemlenebilen* bölümünün, evrenin zaten *gözlemlenebilir* olan kesitinin sınırlarıyla örtüşmeye doğru yol alıyor olma ihtimali pek de yabana atılacak bir ihtimal değildir.

Buradan çıkartabileceğimiz sonuç, daha önce başka bir bağlamda kısaca değindiğimiz bir ilişkiye, evrende kozmik uzaklıkların incelenme ve gözlemlenmesinin söz konusu olduğu durumlarda, zaman boyutu ile mekân boyutunun birbirine kaçınılmaz biçimde düğümlenme olgusuna dayanmaktadır. Gözlemlenen uzaklıklar arttıkça, zaman ile mekân arasındaki bu birbirine bağlanma ilişkisinin etkileri daha da belirginleşmektedir. Şu ana kadar, üst sınırı, ortalama bir galaksinin çapıyla belirlenen galaksi içi mesafeler çerçevesinde bu zaman-mekân ilişkisinden söz edip durduk; yani Samanyolumuz gibi yaklaşık 100 bin ışık yılı bir çap çevresinde toplanmış yıldız kümelerini göz önünde bulundurduk; oysa gördüğümüz gibi, daha komşu galaksi Andromeda bile, galaksimizin tam yirmi kat çapı kadar uzaklıktan, 2-2,5 milyon ışık yılı tutan bir mesafeden bize bakmaktadır. Diğer galaksilerin bize uzaklıkları ise yüz milyon ışık yılı gibi akıl almaz sayılarla ifade edilebilmektedir; bunların en uzak olanından çıkmış olan ışığın bize ulaşabilmesi içinse, tamı tamına 1 milyar yıl yol alması gerektiği hesaplanmıştır.

İşte bu uzaklıklarda artık öylesine uzak bir kozmik geçmişin sayfaları arasına gireriz, geçmişin öyle uzak bölümleri bize kendilerini göstermeye başlarlar ki, aradan geçen zaman süreleri kozmik süreçlerin ve gelişmelerin seyri bakımından önem taşımaya başlarlar. Bugünkü bilgilerimizin ışığında, bize

en uzak, ama optik yoldan gözlemlenebilir, fotoğrafı çekilebilir gökcisimleri, 3 milyar ışık yılı bir mesafede durmaktadırlar. Bugün modern radyo teleskopların antenlerinin, sinyallerini toplayabildikleri empulsiyonlar ise çok daha uzaklardan gelmektedirler. Bize uzaklıkları 3 ile 8 milyar yıl tutan gökcisimlerinden gelen sinyallerdir bunlar.

Evet, altı, yedi, sekiz milyar ışık yılı uzaklıktan söz eden yukarıdaki satırları dikkatle okumuş olan biri, bu en uzaktaki sınırlarda artık kozmik nesneleri galaksi ya da Samanyolu diye tanımlamayı bir yana bırakıp “gökcisimlerinden” söz etmenin daha doğru olduğunu kabul edecektir. Bu sinyal kaynaklarını tanımlarken, galaksi ya da samanyollarından dem vurmanın pek bir anlamı yoktur. Bunları *galaksi* ya da *sarmal bulutumsu* gibi terimlerle tanımlamaktan kaçınma gereğinin gayet anlaşılır bir nedeni bulunmaktadır. Böyle bir gökcismine baktığımızda, ışığın ve radyo dalgaları gibi elektromanyetik dalgaların evrendeki hızının, her ne kadar en üst hız sınırını temsil etse de, eninde sonunda saniyede 300 bin kilometre ile sınırlı oluşu yüzünden (öteki elektromanyetik dalgalar ve radyo dalgaları da bu limiti geçemezler) alabildiğine gerilerde kalmış süreçlere ve durumlara baktığımızı, dolayısıyla bugün bizi kuşatan evrenin başlangıçlarına epey yakın düşüğümüzü söyleyebiliriz. Oldukça kendine özgü, tuhaf, şimdilik hâlâ bize bilmece gibi gelen gözlemler, bu bize en uzak olduğu varsayılan gökcisimlerine dönük sırlarla dolu incelemeler, büyük ihtimalle, *evrende sınıra gittikçe zamanda da geriye gitmekten kurtulamayıpımız ile ilintilidirler*. Astronomlar özellikle bu bilinen en uzak gökcisimlerinde, son yıllarda, peşi

peşine, bildik fizik kurallarını altüst eden, fizik bilgilerimizle çelişmekten kurtulamayacak olan yeni yeni özellikler keşfetmekle kalmamış, elimizdeki gözlem ve değerlendirme aygıtları sayesinde, bu esrarengiz gökcisimlerinde, bir araya gelmesi imkânsız “büyüklükler”le ve kombinasyon biçimleriyle karşılaşmışlar; bu tür kombinasyonların bilimin bildiğimiz doğa yasaları ile bağdaşamayabileceğini düşünmekten kendilerini alamamışlardır.^(*)

(*) Nispeten yakın zamanda az çok açıklanabilmiş bir ilişki, yazarın buradaki tespitine bir ışık tutabilecek gibi. 1950’lerde gökteki mavi ve yıldız görünümlü nesneler dikkati çekmiş, böylece radyo-galaksileri olayı astronominin ilgi alanına girmişti. 1963’te Maarten Schmidt, 3C 273 nolu radyo kaynağını inceleyip, bu radyo dalgaları kaynağının sanıldığı gibi yakın bir kozmik nesneye, galaksimizdeki herhangi bir yıldıza ait olmayıp, kızıla sapma alanı içinde, çok uzak kozmik nesneler bölgesinde yer alması gerektiğini ileri sürdü. Sonraki gözlemler, bu yıldız gibi parlayan nesnelerin, çok uzak mesafeler yüzünden silik ve zayıf ışıyabilen galaksiler ancak görünebilirken onların ortalarında kendileri parlayabilen nesneler olduklarını ve galaksilerin çekirdeklerinde yer almaları gerektiğini gösterecekti. Yakın dönemlerde “gravitasyon mercekle” denen ve gravitasyonun oluşturduğu (yoğun kütlelerin yakınlarında ışığın sapması) ilişkisine dayalı inceleme yoluyla bu nesnelerin, şişen evrenin dışlarına yakın “bölgelerden” parlayıp durdukları belirlendi. Bu uzaklığa rağmen, yaydıkları ışığın gücü, fizik yasalarını zorlayacak bir olgu oluşturuyordu. Güneşimize göre yaklaşık 10 üstü 14 kat daha güçlü böyle bir ışığı “kara delik” teorisiyle açıklamak mümkündür. Kara delik, galaksiler merkezindeki kitle-yoğun “bölgeyi” oluşturur, dolayısıyla da çevresindeki galaksiden interstellar tozu ve yıldız kütleleri parçalarını çekip durur. Ancak çe-

Gözlemleyebildiğimiz ve ışığı, dolayısıyla da radyo dalgaları, 7, 8 ve daha çok milyar yıl evrende yol aldıktan sonra bize ancak ulaşan bu nesne ve olayların gerçek karakteri ve özellikleri üzerindeki bilmece örtüsü, astronomiyi daha yıllarca meşgul edeceğe benzer. Gene de bu konuda şöyle bir varsayımı ortaya atmayı göze alabiliriz: Bu kozmik nesnelerin bize böylesine muammalı görünmelerinin nedeni, Dünyamızı bugün bildiğimiz, tanıdığımız biçimde belirleyenlerden tamamen farklı yasaların hüküm sürmüş olduğu başlangıçlardaki bir çağa, elimizdeki sınırlı araçlarla yaklaşıyor olmamızdır diye düşünmek ipin ucunu iyice kaçırmak anlamına mı gelmektedir?

Gözlemleyebildiğimiz evren sınırının nerelere kadar uzandığı sorusu, bambaşka, ilginç olduğu kadar, hayatı ilgilendiren çok temel bir durumla da bağlantılı bir sorudur. İlk duyuşta kulağa alabildiğine tuhaf gelen ve gerçek nedenini ilk kez 19. yüzyılın başlarında Bremenli doktor ve astronom Wilhelm Olbers'in fark ettiği bir muamma, gözlemleyebildiğimiz evrenin sınırları sorununu başka bir nedenle de önemli kılmaktadır. (Bkz. 1. kitap: *Başlangıçta Hidrojen Vardı*, Cumhuriyet Kitapları.) Anımsayacağımız gibi, Olbers, basit, anlaşıl-

kilen bu madde kendi dönme empulsiyonu nedeniyle hemen kara deliğin içine düşmeyip deliğin çevresinde dönen bir disk oluşur. Sürtünme yüzünden müthiş ısınan bu disk, o muazzam ısımanın nedenidir. Kuazarlar, radyo "sesi" yüksek ve alçak olmak üzere iki öbekte toplanmaktadırlar. *Quasi Stellar Object* (sözde yıldız nesne), her iki grup için de kullanılmaktadır. (Ç.N.)

mayacak bir yanı bulunmayan bir soru atmıştı ortaya: Geceleri hava niçin kararır? Soru biçim olarak istediği kadar kolay anlaşılır bir soru olsun, astronomlar bu soruya doyurucu bir yanıt vermek için yaklaşık bir 100 yıla ihtiyaç duyacaklardı.

Olbers, eğer evren sonsuz büyüklükteyse ve bu sonsuz büyüklükteki evrenin her yerinde, evrenin bizce gözlemlenebilir bölgelerindeki yıldız sayısının ortalamasına denk gelecek bir yıldız dağılımının gerçekleşmiş olduğunu varsayarsak, gökkubbenin her noktasında bir yıldızın ışıldaması gerekir diye düşünmüştü. Gerçi bir yıldız bizden ne kadar uzaksa, ilkece ışığı o kadar, uzaklığın 2 katı zayıflar, ama bu azalmanın tersine yıldız (güneş) sayısı da uzaklığın küpü, 3 katı oranında artar. Kısacası, evren sonsuzsa, bu durumda, evrenin her noktasında sonsuz sayıdaki yıldızın birbiri ardına evreni bir halı gibi kaplamış görüntüsü vermesi gerekir. Olbers, bu şartlarda gece göğünün, tıpkı tek bir güneşle kaplı olduğu bir durumun koşullarını andırır bir aydınlık ve ısı yayması gerektiğini hesapla tespit etmişti; dolayısıyla da, haklı olarak “geceleyin niçin hava kararıyor?” diye sormadan edememişti.

Bu sorunun cevabını ancak modern astronomi buldu. En az Olbers’in sorusu kadar kolay anlaşılır, basit ama sonuçları bakımından alabildiğine önemli bir cevaptı bu: *Evren sonsuz büyüklükte değildi*. Gerçekten de, Güneş’in ufukta kaybolmasının ardından havanın kararması, bu bağlamda değerlendirildiğinde, evrenin *sonsuz* büyüklükte olmayacağının kanıtlarından biridir; evrenin bütün o tasarlanamaz büyüklüğüne ve boyutlarına rağmen bizim gezegenimizde havanın ka-

rarabilmesi ile sonluluk/sonsuzluk arasında, en uzak olan ile en yakın olan arasında böylesine sıkı bir bağ bulunmakta, bizim Dünyamızda, evren sonlu olduğu için, hava kararabilmektedir.^(*)

Böylece, kendi Güneş sistemimizden ve onun boyutlarından başlayarak galaksimizdeki yıldızlararası uzaklıklara değinip buradan galaktik ölçülere; galaksilerin yapılarına ve büyüklüklerine kadar uzanıp, en azından kaba hatlarıyla da olsa, sırf üzerinde yaşadığımız için ötekilerden daha fazla ilgimize çekmeye hak kazanmış bir gökcisminin konumunu –gerçek duruma sadık kalarak kavrayabilmemizi mümkün kılacak geri düzlemi– bu gezegeni onsuz anlamamızın mümkün olmayacağı fonu tanıtmaya çalıştık. Galaksimizin 100 milyar sabit yıldızından biri olan Güneşimizin bilinen 9 gezegeninden 3.'sünü oluşturan Dünyamızı kuşatan gerçekliktir bu. Serbest ve başka milyarlarca galaksiye içinde yer veren bir evrende kendi eksenini çevresinde dönen 100 milyar yıldızın oluşturduğu bir Samanyolu ya da galaksi.

Söylediklerimiz, öyle salt akıl yürütülerek çıkartılmış, karşılığı bulunmayan mantıksal kurgulara karşılık gelmedikleri gibi, boş zihinsel oyunların ya da hayal gücünün marifetleri de söz konusu değildir burada; ömrümüz boyunca karşımızda duran, doğuştan hazır bulduğumuz bir dünyanın (evrenin)

(*) Ayrıca modern kozmoloji, evrenin şişme olgusuna dayanarak da, sonsuz olamayacağını kanıtlayıp “Olbers paradoksu”nu çözmüştür. Sonlu evren genişlemekte, şişmektedir, dolayısıyla bu olgu ile –burada geceleri ortalığın karması, birbiriyle ilk bakışta bağlantısız görünen bir olay– bu yönden de ilişkilenebilir, kararar gök, evrenin sonluluğuna işaret edebilmektedir.

gerçekliklerinden söz ediyoruz. Bunun unutulmamasında yarar var. Bu gerçekliği canlı haliyle görebilmek için yıldızlı bir gecede göğe bir göz atmamız yetecektir.

Uzay Gemisi Olarak Dünya

Boyutlarını ve zeminden yoksunluğunu önceki sayfalarda gözler önüne sermeye çalıştığımız muazzam mekânın, öteki deyişle uzayın içinde bizim Dünyamız (da) salınıp durmaktadır. Dünya'nın, bu evren içinde minik bir toz tanesi gibi yitlik bir biçimde belli yönlerde hareket edip durduğu düşüncesi, bu evren içindeki uzaklıklar ve büyüklük oranları göz önüne getirildiğinde, belli bir anlamda doğrudur; daha doğrusu, evrendeki, küçük başıboş küre tablosu, bir metafor olarak anlaşılabilir. Bir kere, Dünya da, tıpkı bütün öteki gökcisimleri gibi, bütün gökcisimleri arasında etkili çekim kuvvetleri ve de hiçbir zaman düz bir yörünge izlemeyen bütün o gökcisimlerinin bu yörüngelerde oluşan merkezkaç kuvvetlerinin oluşturduğu görünmeyen ama gene de kopmaz ağı sayesinde, belli bir rotada ve milyarlarca yıldan beri dengeğini koruyan bir düzen içinde varlığını sürdürdüğünden, sırf bu bağlardan ötürü, “yitik”, terk edilmiş ve yalnız bir gezegenden söz etmek doğru değildir.

Böyle bir yörünge üzerinde, klasik rotasını izleyen Dünya, mürettebatı bütün bir insanlık ve hayvanlar âlemin-

ce oluşturulan bir uzay gemisini andırmaktadır. Uzay gemisi ile Dünya arasında kurmaya çalıştığımız bu paralellik ilişkisinin hangi en küçük ayrıntılara kadar geçerli olduğunu kavrar kavramaz, bu uzaydaki gemi benzetmesinin de öyle şairleşme hevesinden ya da modaya uygun bir benzetme yapma gayretinden kaynaklanmadığını da hemen anlayabiliriz. Dünya, aynen bir uzay gemisi gibi, üzerindeki hayatın ihtiyaç duyduğu her şeyi beraberinde taşımaktadır. Örneğin insan ve hayvanların solumak için muhtaç oldukları oksijen gibi.

Ancak yeryüzünün yanında taşıdığı oksijenin ne kadar sınırlı olduğunu düşündüğümüzde, uzay gemisi benzetmesi daha da yerine oturacaktır. Çünkü söz konusu oksijen miktarı ile bugün yaklaşık 6 milyar insan değil, aynı zamanda Dünyada var olan bütün hayvanların da idare etmeleri zorunludur. Oysa yeryüzü atmosferinin içerdiği o muazzam oksijen miktarı, aslında gülünç sayılabilecek kadar kısa bir süre için insan ve hayvanların soluma ihtiyaçlarını karşılamaya yeterlidir; yeni hesaplamalara göre bu oksijen topu topu 300 yıl yetecek kadardır. Ama elbette, tıpkı bir uzay gemisinin içindeki sabit miktardaki oksijen gibi hiç eksilmez bu oksijen de. Kaldı ki Dünya bu yönden bir uzay gemisine göre çok daha avantajlıdır. Bildiğimiz gibi, bir uzay gemisi içindeki oksijenin eksilmesi demek, kaçınılmaz sonun gelmesi demektir. Uza-yın boşluğunda oksijen yitimi, doldurulmaz bir açık yaratacaktır. Gelgelelim böyle teknolojik bir araç için oksijenini yitirme tehlikesi her zaman mevcuttur; bir göktaşının ya da başka herhangi bir etmenin açacağı küçücük bir delik, *Apollo 13* faciasının gösterdiği gibi, yolun sonu anlamına gelir. Aynen *Apollo 13* gibi, oksijenini kaybetmeye hiç tahammülü olma-

yan Dünya, aslında onu istese de kaybedemez; çünkü onun oksijeni, öyle çarpmayla, vurmaya delinecek türden koruyucu duvarlar içinde tutulmamakta; “yerçekimi” denen çekim gücü, bu oksijenin onu terk etmesine izin vermemektedir. Gene de bu oksijen, en iyimser tahminlere göre, bilemediniz bir 300 yıl sonra, bir yandan yenilenmemesi halinde insan ve hayvan soluması yüzünden bitip tükenmek durumundadır.

Oksijen depomuzun tükenmesi ve insan, hayvan demeden, aşılması halinde “uzay gemisi Dünya”nın bütün canlılarının (mürettebatının/yolcularının) yok olmasına yol açabilecek kritik sınır, özellikle teknolojik ve endüstriyel yanma süreçleri yüzünden de hissedilir ölçüde daralmaktadır. Bu türden hesaplamalarla karşılaşan insan, başta durumu kaygı verici bulabilir ama, biraz düşününce, grotesk bir düşünce hatası yaptığını da kavramakta gecikmeyecektir; çünkü milyarlarca yıldan beri gezegenimiz atmosferindeki oksijen miktarı hiç azalmaksızın yüzeyinde yaşayan canlıların emrine amade olmuştur.

Hepimizin bildiği gibi hayvan ve insan soluması yüzünden tüketilen oksijenin, başka deyişle kimyasal yoldan bağlanan bu gazın, belli bir anlamda tersine solunum yasalarına tabi olan bitkilerin solunumu sayesinde yeryüzünde sürekli olarak açığa çıkartıldığını ve atmosfere katıştırıldığını anımsadığımızda, bu tehlike de kendiliğinden ortadan kalkmaktadır.

Uzayda yoluna devam eden Dünya’nın beraberinde sürüklediği bitkiler, solunabilir oksijeni sadece yenilemekle kalmazlar. Bitkilerin bu yöndeki verimlilikleri öylesine yüksektir ki, hayatın başlangıç dönemlerinde, yeryüzünün hava tabakasına başka mekanizmalarla birlikte oksijenin katılmasında

başlıca etmen olmuş, atmosferimize oksijeni hediye etmişlerdir. (Bkz. *Başlangıçta Hidrojen Vardı*; “Urray efekti”) Bugün, ilkel Dünya atmosferinin başlangıçta oksijen içermemiş olduğunu, buna karşılık metan, karbondioksit, amonyak, hidrojen, siyan-hidrojeni ve öteki, bugün zehirli diye tanımladığımız gazlar bakımından oldukça zengin olduğunu biliyoruz. Ama öte yandan, ancak böyle bir atmosferde, hayatın elementar yapı taşlarına, hayatı başlatıcı öğelere dönüşen uzun ve büyük moleküllerin ortaya çıkabilmesine elverişli koşulların hazırlanabilmeleri mümkün olmuştu. Atmosferdeki serbest oksijen –var olmuş olması halinde– bu molekülleri daha oluşumlarını tamamlamak için gerekli zaman süresini bulamadan oksitler, parçalanıp yok olmalarına yol açardı muhakkak. Yeryüzündeki hayatın, o ilkel dönemlerde, bundan yaklaşık 3,5-4 milyar yıl önce ulaşmış olması muhtemel gelişmişlik aşamasından baktığımızda, oksijen zehirli, öldürücü, hayatı tehdit edici bir gazdı.

Neden sonra, belki yaklaşık 1 milyar yıllık bir gelişmenin ardından, bölünerek ikileşme yeteneğini taşıyan ilk büyük molekül şeritlerinin ortaya çıkmasıyla, bu bölünebilme yeteneklerinden ötürü de, “canlılar” diye tanımlayabilme hakkına sahip olduğumuz ilk büyük moleküllerin ve hücrelerin oluşmasıyla yeryüzü kapalı bir bitki örtüsüyle tamamen döşenmiş olmalı. Ama işte bu durum, bir devrime, o zaman için var olan bütün yaşama biçimleri açısından “dünya çapında” bir buhrana yol açmıştı. Bu bitkiler, Güneş ışığının içindeki enerjinin yardımıyla, basit, yalın inorganik bileşimleri *şeker*, *yağ ve protein* gibi karmaşık moleküllere çevirebilme becerisine sahiptiler. Yeryüzü tarihinde muazzam bir ileri adım anlamına

geliyordu bu; hayatın gelişmesi o andan itibaren önemli ölçüde, birkaç kat hızlanmıştı. Güneş'ten gelen enerjiyi kendi madde özümseme süreçlerinde değerlendirme biçimindeki “fotosentez” diye tanımlanan bu yetenek, o gün bugün, hayvan ile bitkiyi birbirinden ayırt edici kesin kıstası oluşturmuştur. Bir hayvan bunu başaramadığı için, bitkilerden sağlanan organik temel maddelere bağımlı ve muhtaçtır. Bir hayvan, ancak ya doğrudan bitkisel besin alarak ya da bitkileri yiyerek daha önce değerlendirmiş, onları vazgeçilmez temel maddelere dönüştürmüş, dolayısıyla dolaylı olarak içeren öteki hayvanları yiyerek varlığını ayakta tutabilir.

Karmaşık ve bugüne kadar henüz gerçek anlamda aydınlanmamış fotosentez süreçlerinin sonunda da, gene bilindiği gibi, önemli bir atık madde olarak oksijen ortaya çıkar. Bitkilerin güneş enerjisini kullanma biçimindeki becerileri sayesinde “fotosentezi” bulup sağladıkları bu üstünlük aracılığıyla nispeten “çok kısa sürede” yeryüzünün biricik canlıları olarak dünyayı adeta istila etmeleriyle birlikte, atmosfer de oksijenle dolmaya başladı. Başlangıçta kullanıldığı yoktu bu oksijenin. Ona ihtiyacı olan da yoktu zaten. Bitkilerin yeni ürettikleri, yeryüzü hava tabakasının o zamana kadar hemen hiç tanımadığı yeni bir madde olarak ortaya çıkmış olan oksijen yeryüzünü sararken, onun koşullarına ayak uydurmuş, onu kullanabilecek herhangi bir yaşam biçiminin yerinde henüz yeller esmekteydi. Kısacası, oksijen işe yaramaz bir *atık ürünü* o günlerde. Durum belki de sandığımızdan daha da berbattı. O sıralarda, gelişme tarihleri o zamana kadar oksijensiz bir hava tabakasının koşullarına göre gerçekleşegelmiş ve gerek madde özümseme süreçleri gerekse öteki organik faa-

liyetleri ve fiziki fonksiyonları bugünküne ve sonrakine göre tamamen farklı bir “ilk” atmosferin şartlarına ayak uydurmuş ilkel hayvansal organizmaların var olmuş olmaları aslında büyük bir ihtimaldir. Haklarında bugün hiçbir şey bilmemize imkân bulunmayan bu tür canlılar için atmosferde oksijenin yavaş yavaş birikmesi, gerçek bir felaket oluşturmuş olmalıdır. Bugün sadece oksijensiz ortamlarda oluşup serpilebilen ve bu yeryüzü canlılarının ilk örneklerinin kalıntılarının o zamanki varoluş tarzına son bir yollama olarak yorumlanabilecek birkaç bakteri türü mevcuttur hâlâ. Böyle organizmalar vardı iseler, (ki kimi veriler bu yönde kanıtlayıcı destekler sunuyor) o gelişmede bütün dünyayı saran bir felaketin ardından, atmosferin oksijenle dolmasıyla birlikte, oksijen zehirlenmesine uğrayarak sahneye yeni çıkmış bitkilerin madde özümseme süreçlerinin atık maddesi olan bir gaza dayanmayarak bir daha dönmek üzere dünyamızda yok olup gitmiş olmalıdırlar.

Oksijenin bugün bize hayata dost, yaşamak için vazgeçilmez bir element olarak gelmesi, bu yönden bakıldığında, hayatın çevreye uyum sağlama yeteneğinin ve olağanüstü esnekliğinin çarpıcı bir örneğidir. Çünkü o zamanki, atmosferin büyük ölçüde oksijenle “zehirlenmesi” biçimindeki felaket, yeryüzündeki hayatın tümünün kökünü kazımakla sonuçlanabilirdi. Zira, o zamana kadar gelişegelmiş bütün hayvansal yaşama biçimlerinin silinip gitmesiyle birlikte, bitkilerin de kaçınılmaz olarak ürettikleri bu atık maddenin içinde eninde sonunda havasızlıktan “boğularak” yok olmaları tehlikesi vardı. Ama iş buralara varmadı elbette. Doğa bir kez daha muazzam bir çabaya girişti ve bu kez de bu yeni “ze-

hirli” gazı kullanabilen hayvansal yaşama biçimleri evrim sahnesinde görünmeye başladılar. Bu canlılar, oksijenli atmosfere sadece tahammül etmekle kalmıyor, aynı zamanda buradaki uyum sağlama zorunluluğunu bir adım daha ileri götürüp bu gazı yeni enerji kaynağı olarak kullanma yoluna gidiyorlardı.

Bu alabildiğine şaşırtıcı çözümle birlikte, ikinci sorun da hemen ortadan kalkmıştı. Yukarıda da söylediğimiz gibi, söz konusu gelişmeyle birlikte, bitkilerin kendi atık maddelerinin içinde yok olma, öteki deyişle oksijenin atmosferde hiç kullanılmadan gelişigüzel ve hızla birikmeye devam etmesi halinde, “havasızlıktan boğulma” tehlikesi vardı. Neyse ki ikinci kuşak hayvanlarla birlikte aralarında bildiğimiz bütün canlı türleriyle birlikte bizim de yer aldığımız “oksijen kullanıcılar” bir anda evrimde boy göstermeye başladılar; anlayacağımız, bitkilerin bu atık maddesini hayatın temel ögesine dönüştürebilecek yapıya sahip bir yaşam biçimi ortaya çıktı. Oksijen tüketicilerin evrimdeki yerlerini almalarıyla birlikte, sonuçta ortaya biyolojik bir denge koyan kapalı bir dolayım çıkmıştı. Atmosferin içerdiği oksijen miktarı ilanihaye tırmanıp keyfi değerlere ulaşmıyordu. Bitki ile hayvan dünyası arasındaki dengeli bir uzlaşma ile bu miktar yüzde 21 dolaylarında dolanıp duruyordu ama, gene de bitkilerin kaderlerini belirleme bakımından acele bir şeylerin “olması” kaçınılmazdı. Günümüzde bitkileri değişik karışumlu yapay atmosferlerde büyütme deneyleri, olup biten hakkında bize çok iyi fikir vermekte, atmosferdeki yüksek oksijen ile bitki hayatı arasındaki ilginç dengeyi gözler önüne sermektedir. Söz konusu deneyler, başlangıçta, yeryüzü bitkilerinin Mars, Ve-

nüs gibi yabancı, başka gezegenlerde yaşayıp yaşayamayacağını belirleme amacına dönüktüler. Bu deneyler, amaca hizmet eden sorulara yanıtlar getirirken, ortaya hiç beklenmedik bir sonuç daha koydular. Deneycilerin hayretle gözlemledikleri bir gelişmeydi bu; atmosferin bugünkü bileşiminin oranları ve içerdiği oksijen miktarı, birçoğumuzun sandığının aksine, bitkilerin yaşama ve gelişmeleri bakımından optimal koşulların oluşmasına elvermiyordu; çünkü belli bitkilerle yapılan bütün deneyler, yapay yoldan oluşturulan atmosferde oksijenin klasik miktarının yarısına indirilmesi durumunda, bitkiler hemen hemen bilinen büyüklüklerinin iki katına ulaşmakla kalmıyor; iyice serpiliyor, dallanıp budaklanıyorlardı.

Bugünkü yeryüzü atmosferinin bileşiminin oluşma evrelerini kronolojik bir sıra içinde izleyegeldiğimizde ve bu atmosferin bileşiminin geçirdiği değişimlere baktığımızda, hayvan-insan ile bitkiler arasındaki soluma bağlamındaki ilişkinin hiç de öyle tek yanlı bir ilişki olmadığını görüyoruz. Hep söylediğimiz gibi, biz insanlar, kökü kazınmaz bir saplantıyla ve çoğunlukla da *hemen hiç farkına varmadığımız bir şekilde, biyolojik çevremizi, merkezinde insanın durduğu bir ilişkiler bütünü olarak, insanmerkezci düzenlenmiş bir dış dünya olarak yaşamaya, böyle algılayıp yorumlamaya bayılırız*. Yeryüzünün evrenin merkezi olduğu biçimindeki yüzyıllara yayılagelmiş yanılsama, bu konudaki en bilinen ve sembolik değeri yüksek tipik bir örnek olsa bile, elbette biricik örnek değildir. Örneğin bitki ile onu kuşatan atmosfer arasındaki ilişkinin, bitkilerin oksijen üretme yeteneklerinin üzerinde düşünürken onların, hayvan ve insanın emrine amade, işi gücü bize besin sağlamanın yanı sıra gerekli oksijeni üretmek olan me-

kanizmaları temsil ettiklerini kabul etmekte hiç tereddüt etmeyiz. Gerçeklikteki duruma oldukça uzak, tek yönlü bir değerlendirmenin sonucudur bu. Burada kısaca tekrarladığımız evrimsel gelişmenin tarihi, söz konusu durumun aslında tam da buna karşı yönden yorumlanmasının daha yerinde olacağına ilişkin veriler sunmaktadır. İşe doğa tarihi düzleminden baktığımızda, insan ve hayvanın, bitkiler bakımından onlara çok yararlı ve işe yarar yaşama biçimlerini temsil ettiklerini kavırıyoruz; çünkü aksi halde bitkilerin kaçınılmaz olarak üretilip durdukları atık maddeyi, yani oksijeni gene sürekli olarak imha etme yetenekleri bulunmadığından, atmosferdeki birikim miktarı kritik sınırı eninde sonunda aşacak olan bu gazın içinde, bitki adına ne varsa “boğulmaktan” kurtulamayacaktı. Biz insanlar ve hayvanlar, bu perspektiften baktığımızda bitkilerin “çöpünü” imha ederek, onlara iyi kötü yaşama ortamı sağlayan birer mekanizmayız.

Bu bağlamda asıl altı çizilmesi gereken nokta, atmosferde içerilen oksijen sayesinde tam anlamıyla bir madde özümseme sürecinin, bitki-hayvan-insan-bitki döngüsünün ya da dolayımının sürüp gittiği gerçeğidir. Dünya, bu tabloda bütün insanların yanı sıra, bitki ve hayvan dünyasını “taşıyan” uzay gemisi olarak evrendeki rotasını izlemektedir. Bunca söylenenden sonra, uzay gemisi benzetmesi oldukça isabetli sayılmalıdır. Evet, yeryüzünün, uzaydaki “uçuşu” sırasında beraberinde taşıdığı oksijenin miktarı gerçekte öylesine düşüktür ki, yukarıda anlatageldiğimiz süreçlerde, bitkilerce yeniden üretilip atmosfere ilave edilmese, şunun şurasında 300 yıl sonra yeryüzünde hayat namına bir şey kalmaz (ve elbette, bu atık maddeyi imha edecek çöpçü ekipleri, yani insan ve hayvan-

ların paydos demelerinin ardından da, bu kez bitkiler eninde sonunda hayata veda edeceklerdir). Ama öte yandan, kapalı bir dolaşımdaki miktar sabit olacağından, milyonlarca yıldan bu yana süregeldiği gibi bundan sonraki bütün gelecekte de yeryüzündeki canlıların soluduğu oksijen, hep o “aynı” miktar oksijen olarak kalacaktır. Soluduğumuz ve bitkilerin sürekli yenilediği oksijen, aynen bir damıtma aygıtında dolaşıma yeniden geri yollanan kullanılmış su misali kullanılmış oksijenden ibarettir. Ama işte bu ilke, gelecekteki uzun erimli muhtemel uzay yolculuklarında teknolojik donanımlı uzay gemilerinde oksijen sorununu çözmek için başvurulması düşünülen yöntemin de dayanağını oluşturmaktadır.

Sabit miktarı tekrar dolaşıma sokma ilkesi, sadece soluduğumuz oksijen (hava) açısından geçerli olmakla kalmayıp suyu da kapsamaktadır. Şu önümüzdeki suyumuz da binlerce, milyonlarca kez, daha önce kana kana içtiğimiz sudur aslında; bütün canlıların, hayvanların, bitkilerin, insanların susuzluklarını kuşaklar boyu gidermiş olan, hayatın ta ilk başlangıç evrelerinden bu yana organizmalarımıza girip çıkan ve bütün bir gelecekte de yeniden içeceğimiz sudur. Bütün canlı organizmalar bu suyu çözüntü ve ayrıştırma maddesi olarak kullanmadan edemezler; canlı bir organizmanın madde özümseme süreçlerinin hepsini oluşturan o çok çeşitli kimyasal süreçler, ancak ve ancak su sayesinde gerçekleşebilirler. Ve bildiğimiz gibi bütün canlılar bu suyu sonunda atarlar. Bir yandan suyu, madde özümseme süreçlerinden artakalmış zehirli atık maddenin vücudu terk etmesi için kullanan böbrekler, öte yandan da derimiz, idrar ve ter biçimin-

de, suyun vücudu terk etmesini sağlarlar. Buharlaşıma diye bilinen kaçınılmaz fizyolojik fenomeni doğanın biyolojik bakımından amaçlı bir işlevle donattığını da biliyoruz. Derimizden attığımız ter, vücudumuzun ısı dengesinin düzenlenmesinde vazgeçilmez mekanizmalardan birini oluşturmaktadır. Soluduğumuz havanın nem miktarı da bedenimizin su miktarını belirleyen niceliksel etmenlerden biridir. Öteki deyişle, solukla dışarı attığımız havayla birlikte de bir miktar suyu (idrar ve ter biçimindeki iki yolun dışında) üçüncü bir yoldan dışımıza yollarız. Sıvının bu şekilde vücudu terk edişinde, elle tutulur biyolojik bir amaç bulmak güç olmakla birlikte, nemlendirilmiş olmaması durumunda vücudumuzu terke hazırlanan havanın burnumuzdan, boğazımızdan, ciğerlerimizin en uç köşelerine kadar, bütün o çok hassas bronş yollarını ve üzerindeki epitel dokuyu yakıp kurutacağı kesindir.

Dünya'nın "uzaydaki yolculuğu" sırasında yanında taşıdığı bu su da, muazzam bir kapalı dolaşım süreci içinde sürekli olarak yeniden kullanılır hale getirilerek insanların, bitkilerin ve hayvanların hizmetine sunulur. Bu su, eninde sonunda, bir yolunu bulup bir ırmağa, bir dereye, bir nehre ulaşır denizlerin yolunu tutar. Bir yandan denizlerin engin yüzeylerinden, öte yandan her zaman belli bir nem içeren karaların üst tabakalarından, güneşin ısı bu suyu arındırılmış biçimde buharlaştırır. Buralardan atmosfere sürekli bir buhar yükselmesi söz konusudur. Buhar atmosferde yoğunlaşıp bulutlaşır; arındırılmış, katıksız su biçimindeki sonsuz sayıda damlacıktan oluşan bu bulutlar, atmosferdeki akımlar aracılığıyla paket paket sağa sola taşınırlar. (Bu akımların da, gezegenimizin hava tabakası içinde Güneş'in yol açtığı ısı akım-

larının sonuçları olduğunu biliyoruz.) Yağmur şeklinde tekrar bir kara parçası üzerine boşalan su, tertemiz, arındırılmış haliyle, böylelikle kullanıma geri döner.

Dünya'yı bir uzay gemisine benzetirken, hava ve su üzerinden giderek, her iki durum arasında paralellikler kurmaya çalıştık. Üçüncü bir paralelliği de, "beslenme" üzerinden katabiliriz. Klasik bir uzay gemisi sayılamayacak Dünya, o başı sonu belirsiz evrim tarihi içinde insan ve hayvan kuşaklarının oluşturdukları "mürettebatı" sonsuza kadar gene de doyurabilecek kadar "büyük" değildir. Doğanın bu sorunu çözerken kullandığı yol, gerçi hemen hepimize bir zamanlar okullarda öğretilmiştir, ama bu yöntemin öğretiliş biçimi ne yazık ki doğanın sorunu çözümüyle ilintili bağlamlıkların bütünlüğünü çok azımızın görebilmesine imkân tanımıştır. Burada, söz konusu bağlamın çok önemli yanlarını kabaca ele almayı amaçlamamıza rağmen, olup biteni kavrayabilmek için, sözü biraz yaymak zorunda kalacağız.

Besinin ne olduğunu anlayabilmek için, "yoktan hiçbir şey çıkmaz" biçimindeki temel doğa kuralının, ya da biraz daha bilimsel ve ciddi bir dille formüle edecek olursak "enerji sakınımına" ["korunum" da deniyor] ilişkin doğa yasasının, sadece cansız doğada, yani fizik alanında değil, aynı zamanda biyolojik süreç ve olayların hepsini kapsayan alanda da geçerli olduğunu anlamamız şarttır. Gerçekten de sadece her fiziksel süreç gibi fizyolojik süreçler de enerji harcarlar; daha kesin bir dille söyleyecek olursak, ister fiziksel ister fizyolojik olsunlar, bu türden süreçlerin hepsinde belli enerji biçimleri başka belli enerji biçimlerine dönüşmeden edemezler. Ne var ki enerjinin dönüşme yolu kendini öyle gelişigüzel her yönde dö-

şeyemez; ünlü *entropi* kuralına göre, dönüşen enerjinin önemli bir miktarı (doğrudan hiçbir işe yaramayan) sıcaklık olarak, Batı dillerinde “irreversible” terimiyle tarif edilen, tersinmez, yani yönü geri döndürülmez bir süreç içinde çevreye yeknesak olarak yayılır; bu özelliğiyle de artık herhangi bir “iş”e katkıda bulunabilecek enerji kaynağı olma özelliğini yitirmiş demektir. Bu anlamda, enerjinin “tüketildiğinden” söz edebiliriz. Anlayacağımız, tüketilen enerji elbette yok olup gitmez (sakınım yasası); sadece enerjinin bir miktarı her dönüşüm sürecinde bundan böyle kullanılması imkânsız dağınık ısıya dönüşür. Hayat da enerji tüketir; her madde özümseme süreci, her hareket, her canlının bedenini taşıyabilmek için gerçekleştirmek zorunda kaldığı her çalışma, enerjiye muhtaçtır. Bu ilinti, yaşayan organizmanın bedenine yaşama süreçlerini ayakta tutabilmek için sürekli enerji taşınmasını kaçınılmaz bir mecburiyet haline getirmiştir. Aslında, ilkece bu enerjinin organizmaya hangi biçimlerde girdiğinin ya da bu enerjiye muhtaç canlı tarafından onun hangi biçimlerde alındığının bir önemi olmasa gerekir. Gerçekten de, bu amaçlar için Güneş’ten ışınlarla yayılan ısı enerjisinin de bir miktarının doğrudan kullanılması söz konusudur. Hemen hepimiz sıcak günlerde öteki daha soğuk günlere göre daha az iştahlı olduğumuzu anımsayarak da bunu doğrulayabiliriz. Böyle günlerde, soğuk kış günlerinde olduğundan çok daha az miktar besine, dolayısıyla tamamlayıcı enerjiye ihtiyaç duyarız.

Ama öte yandan, Güneş ısısından yararlanarak enerji açığımızı kapatma yolunun nispeten pek önemi bulunmayan bir çözüm olduğunu, bu enerjinin ne bir hayvanın ne de insanın enerji ihtiyacını karşılamaya hiçbir şekilde yetmeyeceğini de biliyoruz. Ayrıca hepimizin kendi deneyimlerimizden çıkar-

tabileceğimiz gibi, açken öyle birkaç saat kızgın güneşin altında yatarak bu açlığımızı gideremeyiz. Bunun başlıca nedenlerinden biri, enerji taşımanın bu mekanizmasının, hayvansal organizmanın söz konusu olduğu durumda gerekli miktarı karşılamakta iyice yaya kalmasıdır.

Başka bir şekilde ifade edecek olursak: Hayvan ve insan, enerjilerini tüketirlerken, Güneş enerjisini bedenlerinin yüzeyinden alarak bu kaybı karşılayamazlar. Ancak Güneş ışığının bizleri ve hayvanları doyurmamasının bir ikinci nedeni daha vardır. Organizmaya yollanan besin yalnızca enerji dolaşım süreçlerini ayakta tutarak organizmanın hareket etme ve dengesini koruma, yani bir iş yapma faaliyetini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda organizmanın inşa maddelerinin kurulup bozulmasında da vazgeçilmez bir öğedir. Besine sadece enerji kaynağı olarak ihtiyaç duymayız; aynı zamanda vücudumuzun kas, yağ, kan, kemik ve benzeri dokularının –dokudan dokuya değişen, farklı hızlarla da olsa– yenilenmesi ve tamamlanması için de besine ihtiyacı vardır. İşte organik malzemeyi sağlayan besinlerimizin yağ, protein ve şeker olarak çeşitli biçimlerde (genellikle nişasta biçiminde) bulunmasının da nedeni budur. Besinler, bunların da ötesinde bir dizi başka bileşim ve element içermek zorundadırlar. Vitamin denen maddeler, ayrıca mineraller ve birçok başka, enerji verme bakımından hiçbir önemi bulunmayan, ama eksikliklerinden dolayı doğabilecek herhangi hastalığı önlemek için vazgeçilmez olan yapı taşları ve malzemesi, besinlerimizin içinde bulunmak zorundadır.

Yağlar, proteinler ve şekerin biz insanların ve hemen bütün hayvanların besinin ana öğelerini oluşturmalarının nedeni,

bunların gerek enerji temin edici maddeler, gerekse organik inşaa malzemesi olarak gerekli bileşimleri optimal düzeyde içermeleridir. Bu üçünün enerji sağlayıcı maddeler olma özelliği, sayısız atomdan oluşmuş nispeten “molekül düzeyi yüksek”, karmaşık yapılu bileşimler olmalarından ileri gelir. Bu atomları molekül bağlarının veya zincirlerinin içinde tutmaya yarayan kimyasal enerji, bizim hayatımızı da ayakta tutan enerjidir. Organizmamız, bu atomları bir molekül bağı içinde bir arada tutan bağlayıcı enerjiyi, daha yalın, “az moleküllü”, bileşimleri daha az karmaşık zincirlere dönüştürebilme, başka deyişle, bu karmaşık molekülleri ayrıştırma yeteneğine sahiptir. Bu ayrıştırma sırasında, atomları bağlayan enerji, ısı biçiminde açığa çıkar. Bu ısı bizim vücut sıcaklığımızı korumamıza yarayan ısıdır; ancak parçalanma, elektrik enerjisi biçiminde ya da başka enerji biçimlerinde, hatta serbest elektronlar biçiminde ayrışmayla sonuçlanıp, belli tür enerjiyi vücuda yayar. Elektrik enerjisinin, elektronlar ya da öteki çeşitli enerji biçimlerinin neticede vücudumuzun yapısının ve canlılığının korunmasında önemli işlevleri bulunduğunu düşünmek zor olmasa da, ayrıntıda, organizmanın bu tür enerjilerden nasıl yararlandığı konusunda henüz pek bir şey bildiğimiz söylenemez.

Bu dön dolaştan sonra, başa, besinimizin kökeni sorununa geri gelelim. Şimdi artık, bunca bilgiden sonra, protein ve şeker gibi belli başlı bileşimlerin içinde depolanmış olan ve organizmamız tarafından bu maddelerin moleküllerinin ayrıştırılmasıyla serbest kalıp vücuda katılan enerjinin nereden geldiği ve söz konusu maddeleri bizim için birer “besin maddesi” niteliğine nasıl kavuşturduğu sorusunu sorarak, bir adım öte-

ye geçebiliriz. Bu ve benzeri maddelerin içinde depolanmış enerjinin daha önce herhangi bir yoldan buralara getirilmiş olması gerekir. Gene bölümün başında, yoktan hiçbir şeyin doğmayacağı biçimindeki doğa yasasını anımsatmış, aynı yerde, bu enerjinin bitkilerde üretildiğini, bu nedenle de son tahlilde kaynağının Güneş olduğunu; dolayısıyla Güneş'in sadece yeryüzünü aydınlatmakla kalmayıp ayrıca bizi dolaylı olarak beslediğini de söylemiştik. Ayrıca Güneş'in bizim için bundan da öteye birçok anlama geldiğini, eski kuşakların "hayat veren yıldız" dedikleri, bizim "Güneşimiz" dediğimiz bu sabit yıldızın, varlığımızı her saniye belirleyen, dolayısıyla da kendine bağımlı kılan ve şunun daha birkaç onyıl öncesine kadar kimsenin bilmediği bir sürü etkinin de kaynağı olduğunu ilerde göreceğiz.

Evet, dolaylı da olsa, bizi besleyen Güneş'tir demek ki. Bizi beslemesinin *doğrudan* mümkün olmadığını, sıcaklığının ve yolladığı birçok başka ışının bizi doyurmaya yetmeyeceğini de daha önce belirtmiştik. Güneş ile bizim aramızda (hayvanların da arasında) bir besin zinciri vardır. Bu zincirin ucu bitkilerde başlar; bitkilerin klorofil dediğimiz yeşil yaprak pigmentlerinin Güneş ışınının belli uzunluktaki dalgalarını topladıklarını, kökleriyle topraktan çektikleri basit inorganik moleküller ile havanın karbon asidini bir araya getirerek, bu ışınlar yardımıyla karmaşık molekülü bileşimler yaptıklarını biliyoruz. Kısacası, bitkilerin Güneş'in belli uzunluktaki dalgalarını topladıkları yapraklarda, daha önceleri de değindiğimiz, ama ayrıntıda nasıl yol aldığını bilmediğimiz "fotosentez" diye tanımlanan bir süreçte, Güneş'ten çıkan enerji toplanıp hemen kimyasal bir bağlama enerjisine dönüştürülmekte; bu süreçte sade moleküller, aralarında şeker,

protein ve yağların da bulunduğu karmaşık molekül bileşimlerine çevrilmektedirler.

Bitkilerin yapraklarında dünyamızdaki bütün besin enerjisi oluşup değerlendirilmeye hazır hale gelir. Bitkiler olmasa sadece havasızlıktan boğulmakla kalmaz, iş daha oralara varmadan açlıktan ölürdük. Çünkü sadece et yiyerek gerekli enerjiyi buradan sağlayabilirsek bile, bu et ya doğrudan bitkiyle beslenen ya da “bitkiyle beslenen bir hayvanla beslenen” hayvana aittir. Beslenme zincirine hangi halkasından girersek girelim, zincirin ucu bitkiler âlemine uzanır.

Bitkilerin besin zincirinin ilk halkasını oluşturduğunu gösteren uç bir örneğe, bu kitabın başlarında da değinmiştik. Okyanusların 10 bin metreden daha derin yerlerinde hayata ilişkin bulgular, burada gerçi cılız bir çeşitlilik gösteren hayat biçimlerinin var olduklarını göstermektedir; ancak böylesine derinliklerde egemen olan su basıncının, organizmalar üzerindeki ağırlığı göz önünde bulundurulduğunda (her bir santimetrekareye bir ton) daha kısa süre öncesine kadar bilimsenlerin imkânsız sayabilecekleri kadar “yoğun” bir canlı ortamının var olduğu gerçeği, insanı ilk ağızda şaşırtmaya yeterlidir. Bu aşırı uç koşullar taşıyan yaşamsal ortamda, bildiği gibi tek bir bitki bulamazsınız. Güneş ışığının şöyle bir nebzesinin olsun ulaşmasına imkân olmayan bu derinliklerde, fotosentez yoluyla karbon asidini ve mineralleri birleştirerek beslenmek zorunda olan bitkiler, bu imkândan kesinlikle mahrum olduklarından, oralarda artık onlara rastlamamız da mümkün değildir. Bitkilerin yaşamasına imkân tanımayan böyle bir ortamda gene de bir dizi hayvanın var olduğunu biliyoruz; sadece Latince bilimsel adlarını tanıdığımız türlerle sınırlı olmayan bu çeşitler, denizhiyarları, kes-

taneler, süngerler, yengeçler, bin bir çeşit böceklerden başlayarak birçok türlere kadar geniş bir yelpaze oluştururlar.

Bu durumda, bu canlıların hangi kaynaklardan beslendiği sorusunu sormak gerekir. Gerçi bu ortamda da küçükler büyüklere yem olup dururlar; fakat eninde sonunda, yukarıdaki açıklamalar gereği, bu canlıların da bir bitkisel besin zincirine dayanmaları kaçınılmaz olduğuna göre, ışığın ve bitkinin yerinde yeller esen böyle bir ortamda, başta da belirttiğimiz gibi başka etmenlerin işin içine girmesi zorunludur. Sadece bilimsel akıl yürütmelerle değil, derin sulardan alınan numuneler üzerinde yürütülen somut kimyasal analizler aracılığıyla da, yüze yakın bölgelerdeki bitkilerden kaynaklanan her türlü artığın kesintisiz bir besin akımı zinciri içinde bu karanlık ve ücra okyanus köşelerine kadar uzandıkları belirlenmiştir.

Yüzeyden bu derinliklere kadar uzanan irtibat, ölümle-rinden sonra hazır organik besin olarak derin denizlerin zeminlerine kadar tıpkı çiseleyen bir yağmur gibi inen ve atık madde olarak içerdikleri organik bileşimleri orada yuvalanmış derin deniz canlılarına sunarak bu bileşimlerin ayrıştırılıp yeniden besine dönüşmesine imkân tanıyan bitki ve hayvan kalıntılarının organik temel maddelerince sağlanmaktadır. Derin deniz organizmalarının bu yoldan, varlıklarından sadece bihaber olmakla kalmayıp kendileri ile en ufak bir bağlantıları bulunmayan, üstelik, bu derinliklerde uyum sağladıkları koşullar yüzünden kendilerine tıpkı Ay'ın bize olduğu kadar yabancı, aykırı ve yaşamaya elverişsiz geleceği bir ortamdan, yabancı mı yabancı bir dünyadan çiseleyen bir organizma yağmuruyla yaşadıklarını ve bu yağmura bağımlı olduklarını düşünmek insanda tuhaf duygular uyandırıyor.

Dünya Uzaydan Yalıtılmış Bir Ada Değil

İşte böylece Dünya, yüzeyinde ortaya çıkmış hayatın o uzun uçuş boyunca ihtiyaç duyduğu her şeyi –bir şey hariç– beraberinde taşıyarak o uçsuz bucaksız evrende yol almaktadır. Başka türlü de düşünülemez zaten. Ama işte, bir şey hariç: Tıpkı oksijen, su ve besin kadar vazgeçilmez olan enerji hariç. Gerçekten de, anlatageldiğimizden kolayca çıkartılabileceği gibi, suyun, oksijenin ve besinin bu uzay gemisinde birkaç kuşakta tükenmeyip yeniden yeniden üretilip dolaşıma sokulabilmesinin temelinde, söz konusu yeniden üretme süreçlerinin o kapalı döngüsünün sürekli işbaşında olması gerçeği yatar. Temel ihtiyaç maddeleri ya yeniden birleşim haline gelmekte ya da su örneğinde olduğu gibi temizlenip arındırılıp hayatın kullanımına sunulmaktadır. İşte bu özümseme süreçlerinin temel maddelerinin ikamesini sağlayan dolaşım işlemlerinin yürütülebilmesi için, hepimizin bildiği gibi, hatırı sayılır miktarda enerjiye ihtiyaç vardır. Örneğin bir yılda Dünya'nın ekvator bölgesinden yaklaşık 6-7 yüz milyon ton suyun buharlaşıp havaya yükseldiği, burada kuzey ve

güney kutup bölgelerinin yakınlarına taşındığı, sonra da yağmur yoluyla temiz su olarak yeniden denizlere döndüğü tahmin edilmektedir. Böylesine muazzam miktarların gerek buharlaşması gerekse atmosferde oradan oraya taşınabilmesi için bu büyüklüklere denk gelecek miktarda ısı enerjisine ihtiyaç olduğu kesindir. Hepimizin bildiği gibi bu enerji Güneş'ten sağlanmaktadır. Güneş enerjisi, gene az önce söylediğimiz gibi hem oksijeni yenileyen hem de besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fotosentez süreçlerinin de vazgeçilmez temel koşuludur. Fotosentezin söz konusu olduğu yerde de üretim bilançosunu veren sayılar kafa karıştıracak kadar büyüktür: Güneş'ten gelen ışınların enerji olarak kullanılmasıyla elde edilen “ürün”, yıllık 2 yüz milyar ton organik bileşim olarak besin zincirine eklenip durmaktadır.

Öyleyse Güneş, Dünya'nın ilk ağızda akla gelecek birinci enerji sağlayıcı kaynağıdır; bu uzay gemisinin “reaktörüdür”; gerçi onun sabit hızla uzaydaki hareketlerine onu çevresinde döndürmenin dışında herhangi bir katkısı bulunmaz, ama yüzeyindeki süreçlerin hemen hepsinin gerçekleşmesinde pay sahibidir. Bütün bu enerji, elektromanyetik dalgalar şeklinde yaklaşık 150 milyon kilometre uzaklıktan ışın yoluyla Dünya'ya taşınır; özellikle de gözle görülebilir ışık olarak algıladığımız ısı yoluyla. Öyle salt fiziksel mekanizmalar aracılığıyla kullanıma sokmamız mümkün olmayan bu ısı enerjisini değerlendirmeyi beceren bitkiler, Güneş'ten cömertçe ve hovardaca saçılan bu enerjinin hatırı sayılır ve yeterli bir miktarının Dünyamızca “yakalanıp” toplanmasını sağlayan “antenler” dir.

Orada, göğün derinliklerinde durmadan yanan ve ışıqla bize hayat veren bu ateşin ne türden bir şey olduğu konusunda

biliminsanları kuşaklar boyu kafa patlatıp durmuşlardır. Sorun, Güneş'in yaydığı akıl almaz miktardaki enerjinin kökenini ve bu dağıtımın bitip tükenmek bilmeyen zaman uzunluklarına nasıl olup da yayılabildiğini açıklama güçlüğüne yatıyordu. Olup biteni biraz daha kafamızda canlandırabilmek için bu konuda birkaç sayı verelim. Güneş bizden yaklaşık 150 milyon kilometre uzaklıkta bulunmaktadır. Önceki bölümlerde ölçütlerini belli bir oranda küçülttüğümüz varsayımsal bir modelle neyle karşı karşıya bulunduğumuzu biraz olsun algılamaya çalışmıştık. Güneş'ten çıkan bir sesin bize 14,5 yılda ulaşabileceğini anımsatarak bu modele bir boyut daha ekleyebiliriz (Havasız uzay boşluğunda sesin yol aldığı varsayarak). Güneş'teki muhtemel bir patlama bize ulaşmak için şöyle bir 15 yıl yol almak zorunda kalacaktır. İşte böylesine bir uzaklıktan, bu ateş topu, hâlâ bulutlu ve tamamen kapalı bir günde bile, havanın aydınlık olmasını sağlayabilmekte ve bulutsuz bir yaz gününde ısısına dayanamayıp köşe bucak gölgelere saklanmamıza yol açabilmektedir.

Bütün bunları düşünürken, Dünya'nın aradaki bu uzaklık ve yüzeyinin nispeten çok çok küçük oluşu yüzünden, Güneş'ten uzaya yayılan toplam enerjinin sadece ve sadece 2 milyarda biri kadar bir miktarını yakalayıp kullandığını unutmayalım. Ve bu toplam miktarın sadece bizimkine göre 10 katı, yani Güneş enerjisinin 200 milyonda biri, sistemin içinde yer alan tüm gezegenlerce belli oranlarda paylaşılmaktadır. Geri kalan muazzam miktarda enerji, evrenin içine her yönde dağılıp gider; bu engin boşlukta hiçbir sonuca yol açmadan, hiçbir şeye etkimeden boşa harcanır diye düşünmemiz için hiçbir neden yok gibidir. Evrensel doğanın har

vurup harman savuruculuğuna ve lüksüne ilk bakışta vurucu bir örnektir bu; başka bildiğimiz birçok örnek gibi. Evet, daha birkaç on yıl öncesine kadar böyle bir açıklamaya kimsenin bir diyeceği olmazdı muhakkak ve bugün bile çoğu kimse, evrensel ölçekte, böylesine bir çarçurun sürüp gittiğine rahatlıkla inanmaktadır. Oysa kazın ayağı hiç de öyle değildir. Uzaya gelişigüzel yayılan bu enerjinin, dolayısıyla da maddenin, gerçekte çok belli, kısa süre öncesine kadar ölçüp biçemediğimiz bir miktarının da bu Dünya’da varoluşumuzun sürüp gitmesiyle, bize doğrudan ulaşan öteki miktar kadar ilintili ve bu varoluş için önemli ve vazgeçilmez olduğunu yeni araştırmalar inkâr edilemez biçimde ortaya koymuştur. Bunun niçin böyle olduğunu ve bu önemli sonuca nasıl varıldığını ileride göreceğiz.

Ama önce, şu gökyüzünde böylesine bir güçle ve süreklilikle yanıp duran, adına “Güneş” dediğimiz ateşin ne olduğuna bir bakalım. Bugün, Güneş’in öyle alışıldık ateşlerden olmayıp, nükleer bir fırın niteliğini taşıdığını biliyoruz. Bundan yaklaşık 80 yıl öncesine kadar biliminsanları bu konuda iyice çaresizdiler; çünkü yirmili yıllara kadar kimsenin nükleer çekirdek reaksiyonundan kaynaklanan enerji oluşumu konusunda doğru dürüst bir fikri yoktu.

18. yüzyılın ortasında, daha önce sözünü ettiğimiz çalışmasında Immanuel Kant, Güneş’in yüzeyine ilişkin tahminlerini belirtirken dramatik ifadeler kullanıyordu. Kant, Güneş’in merkezinin soğuk olduğunu farz ediyor, bu iç maddenin derinlerde eriyip yanmasından oluşan “muazzam bir ateş denizi”yle karşı karşıya bulunduğumuzu söylüyordu. Daha önce Galilei’nin keşfettiği Güneş lekeleri, Kant’a göre, kor alev-

lerin yalayıp sardığı, daha sonra üzerinden çekildikleri devasa tepelerdi. Sırası gelmişken, Güneş lekeleri konusunda da küçük bir açıklama yapmamız gerekiyor; çünkü bugün bile hâlâ birçok kimse, bu lekelerin yol açtıkları yanlış izlenimin etkisinden kurtulup lekelerin hakiki niteliğini kavrayamamaktadır; ister üstü ile karartılmış bir camdan, ister özel bir teleskoptan bakalım, isterse de bir fotoğraf üzerinden görüntüyü dikkate alalım; hep siyah, karanlık olarak görünür bu lekeler. Bembeyaz Güneş'in üzerinde siyah noktalar olarak beliren bu yerleri gören herkes, bunların Güneş'in soğumuş, artık kor kor yanmayan yerleri olduğunu düşünmekten alıkoyamaz kendini. Güneş'i gözlemleyip inceleyen biliminsanları da, aralarında tanınmış olanları da dahil, pek farklı düşünmemekteydiler. Sadece Immanuel Kant değil, ünlü Sir John Herschel bile, Güneş lekelerinin ortaya çıktığı yerlerin bu merkezi yıldızımızın atmosferinden çok daha az sıcak olan bölgelerine karşılık geldiğini ileri sürmekten geri kalmamış, onlardan sonraki birçok biliminsanı da, yanma artışı maddelerin bu lekeleri oluşturduğunu düşünmüşlerdi. Aslında bu leke bölgeleri, genelde Güneş'ten 1500 derece daha soğuk olan bölgelerdir. Beyaz görünen yüzeyin sıcaklığı ile siyah lekelerin bulunduğu bölgelerin sıcaklıkları arasında hatırı sayılır bir farklılık bulunduğu anlamına gelir bu. Ancak Güneş'in beyaz görünen alanındaki ısı 5778 K derece olduğundan, bu siyah lekelerin ısısı da 3700-4500 K dereceden aşağıya değildir ki, bu da kor kor yanarak beyaz bir görünüm sunan çeliğin ısısından daha fazladır.

Bu görünürdeki siyah lekelerden birini Güneş'ten ayırıp tecrit edilmiş bir şekilde göğe yerleştirdiğimizi varsayarsak, gece göğünde, ilk ortaya çıkan Venüs'ten daha büyük ol-

mamakla birlikte, o uzaklıktan bile Dünyamızı, dolunay kadar aydınlabilecek bir yıldızcık elde edeceğimizi unutmamalıyız. Bu lekelerin fotoğraflarda bu aydınlık durumlarına rağmen siyah görünmelerinin nedeni, Güneş'in ışığını süperpoze yapmaması için görüntüyü iyice karartmak (klasik fotoğraf tekniğiyle söylemek istersek, diyaframı epey kapatmak) zorunda kalışımızdan ileri gelmektedir. Güneş'e bakabilmek ve onun yüzeyini görüntüleyebilmek için gerekli olan filtreler, gerçekte 4200 derece sıcaklıkta, kor kor ışıyan bu bölgeleri de kara noktalar olarak görmemize yol açmaktadır. Burada karşılaşılan sorun, amatör bir fotoğrafçının, cephesine doğrudan güneş ışığı düşen bir evi, ve bu arada açık duran kapıdan da loş koridoru görüntülemek isterken içine düştüğü sorunun aynısıdır. Fotoğrafçımız, ya diyaframı iyice yükseltip gölgedeki kapı girişini ve koridoru da görüntüye almaya çalışacak, ama bu durumda aşırı ışıklanmış cephe, kapı girişini de bembeyaz gösterecektir; ya da diyaframı kapayacak, bu kez de loş koridor kapkara bir leke olarak kalacaktır. Halbuki gerçekte, koridor, içinde duran birini rahatlıkla görebileceğimiz kadar aydınlıktır.

Kant'ın ve ondan sonra gelen birçok kimsenin, Güneş'in yüzeyinde, oksijenin de katkısıyla yanıcı bir maddenin klasik yanmayı gerçekleştirdiği varsayımlarını bağışlayabilmemizin bir nedeni, o günlerde, Güneş'in o gücüyle ne zamandan beri "yanıp" durduğu konusunda kimsenin en ufak bir fikri olmayışındır. Gerçi Güneş muazzam bir büyüklüğe sahiptir, ama bildik bir yanıcı maddeden ibaret olmuş olsaydı, bir sabit yıldız olarak ömrü, aklınızın ucundan geçiremeyeceğiniz kadar kısa olurdu. Bir an için Güneş'in birinci kalite kömürden oluş-

muş dev bir küre olduğunu varsayalım. Çapı yaklaşık 1,5 milyon ($1,3914 \times 10^5$) kilometrelik bir kömür topu yani. Çünkü Güneş'in çapı, Ay ile Dünya arasındaki yaklaşık 380 bin kilometrelik uzaklığın 4 katı kadardır. Ay'ın Dünya çevresinde çizdiği yörünge çemberinin çapı 760 bin kilometreyi bulduğuna göre, Güneş'i ikiye taksim edersek, geri kalan yarım küre içine Ay'ı yörüngesiyle birlikte yerleştirdiğimizi varsayarsak, Ay Dünya çevresindeki bu turunu Güneş'ten taşmadan gerçekleştirebilir. Gene de bu kadar büyük bir "kömür deposunun" pek pek 25 bin yıllık bir ömrü olurdu. Kant ve ardından gelenler bile, muhakkak ki 25 bin yılı çok az bulurlardı. Zaten işin içinden çıkamayan biliminsanları da Güneş'in sürekli göktaşı ve kuyrukluyıldız yağmuru sayesinde malzemesini yenilediği görüşünü ister istemez benimsemek zorunda kalmışlardı. Yeryüzünün var olduğu süre boyunca, yani en fazla 100 bin yılı bulan bir dönemde, Güneş de bu kozmik yağmur sayesinde iyi kötü yakacak bir şeyler bulmuş olmalıdır, diye düşünüyorlardı.

Ortalık süt limandı; ta ki, görünürde astronomi ile uzak yakın ilintisi bulunmayan bir bilim alanında çalışan uzmanlar, beklenmedik bir şekilde ortaya çıkıp berikilerin kafalarını karıştırana kadar. Yeryüzü kabuğunda tırım tırım fosiller, ölüp gitmiş yaşama biçimi kalıntıları arayan ve araştırıp inceledikleri canlı türlerinin ne kadar zaman önce yaşamış olduğunu tahmin etmekte oldukça başarılı olan paleontologlar, astronomların ipe sapa gelmez Güneş teorilerini tepetaklak ediverceklerdi birden. Daha geçen yüzyılın başına kadar hâlâ birçok biliminsanı, yeryüzünde hayatın doğuşunun şunun şurasında 100 bin yıllık bir geçmişe dayandığına inanıyordu. Der-

ken ilkel hayatın araştırmacısı paleontologlar her gün yeni bir buluşla çıkageldiler ve bu süreyi gitgide geri atmaya, Dünya'nın "yaşını büyötmeye" başladılar.

Hayatın kökenleri, bugün artık, akıl almayacak kadar uzak bir geçmişe dayandırılmaktadır; geçen yüzyılın başını biraz geçtiğimizde, bu geçmiş, yüz binli sınırı aşarak birkaç 100 milyon yıl olarak belirlenmişti; paleontologlarımız bulgularını ve hesaplamalarını astronomların masasına koyup Dünya'nın sadece böyle uzun sürelerden beri var olmakla kalmayıp organik hayatın da en azından 100-200 milyon yıllık bir geçmişe dayanması gerektiğini o günkü verilere göre, gerçek durumu yansıtmaktan yaklaşık 15 kat daha küçük bir değerle de olsa ispatlayınca, Güneş'in ısısı konusundaki güçlükler de katlanarak gündeme oturmuş, biliminsanları sil baştan yapmak zorunda kalmışlardı. Ne var ki Güneş'in yanıcı madde ihtiyacını hâlâ uzaydan oraya yönelmiş kozmik malzeme yağmuruna bağlamak, sürekli meteorit akışıyla karşılamak inadı, onları bir başka çıkmaz sokağa götürmekte gecikmemiştir. Güneş'in o muazzam çekim gücüyle yeterli miktarda kozmik hurda malzemeyi toplamayı başarabileceği varsayımı, daha sıcaklık sorununu çözmeden önce, kendi kendisiyle çelişen bir varsayım olup çıkmıştır. Çünkü, astronomların bizzat kendi gözlemlerinin verdiği sonuç, böyle bir meteorit yağmurunun Güneş'te yol açması gereken etkileri içermiyordu. Güneş'in ağırlığının artmasıydı bu etki. Oysa daha o günlerde bile bilim, Güneş'in ağırlığını neredeyse kusursuz hesaplayabilecek kadar gelişmiştir.

Kendi kendisiyle çelişmeyecek bir varsayım, Güneş'in kozmik "hurda" malzemeden beslendiği görüşünü terk etmek zo-

rundaydı. Terk etmek zorundaydı, çünkü bu varsayımsal kozmik malzeme yağmuruna rağmen, Güneş'in ağırlığında bir değişme olmuyordu. Bunu belirlemek, dediğimiz gibi, o günlerde bile çok kolaydı. Güneş'in kütlesi ile onun çevresinde dönen gezegenlerin yörüngelerinin rotası arasındaki basit ve anlaşılır bağı düşünmek yetiyordu. *Güneş, herhangi bir yoğun "yağmurda" sönmesini önleyecek kadar malzemeye takviye ediliyor olsa, o ilk anda artan ağırlığı nedeniyle, gezegenlerin yörüngelerinde belli sapmaların ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktı.* Oysa böyle bir etmene bağlı herhangi bir sapma ya da kayma hiçbir zaman belirlenememişti. Güneş'in uzaydan takviye edildiği esasına dayalı bu kuramın da iler tutar yanı olmadığı anlaşılınca, gündeme yeni bir tez geldi. Güneş'in ısı ve aydınlık veren enerjisi, doğrudan kendi iç hareketleriyle bağlantılı olmalıydı. Başlangıçta bu tez de kabul gördü. Güneş kendi ağırlığının etkisiyle genel bir büzülme, kendi içine doğru çekilme süreci yaşamaktaydı. Güneş'in yerkürenin 330 bin katı olan ağırlığını ve gaz halinde olduğunu düşündüğümüzde, akla yatkın bir tezdi bu. Bir cismin büzülme, kendi içine çökme hareketi sonucunda ısı ürettiği doğrudur; ve bugün bir yıldızın oluşumuna katılan hidrojen bulutunun kontraksiyonu dediğimiz "kasılma/büzülme" hareketleri sonucunda bu yıldız önce ıslıl ıslıl parıldatan, daha sonra da onun bildik bir yıldız olarak yaşayıp gitmesini sağlayan çekirdekteki süreçleri hayata geçiren sıcaklığın üretildiğini biliyoruz. Hesaplamalar, Güneş'in her 1000 yılda bir çapının 10 binde biri kadar bir ısı enerjisi miktarını yitirmesi halinde, belli bir sıcaklığı yüz milyonlarca yıl boyunca aynı düzeyde tutarak evrene salıvereceğini gösteriyordu. Eh, bundan iyi bir açıklama da can sağlığıydı.

Gelgelelim rahatlatma pek uzun sürmedi. Yirmili yılların başlarında paleontologlar (yeni bulgular sonucunda) yeryüzündeki hayatın süresini daha da geriye uzatıp yaklaşık 1 milyar yıl olarak tahmin etme eğilimine girince, astronomların suratu yeniden asıldı. Güçlükler yeniden kapıya dayanmıştı. Ünlü Sir Arthur Stanley Edingthon, o zamanlar henüz teorik düzlemde varlığı bilinen, atom çekirdeğinde içerildiği varsayılan enerjinin, sabit yıldızların ışınlarının kaynağı, dolayısıyla da Güneşimizin ısı ve ışığının biricik kökeni olabileceği fikrini ortaya atınca, 1925 yılından başlayarak astronomların da baş ağrıları son bulacaktı. Bu nükleer kaynak o kadar zengin bir akım sağlamaktaydı ki, o arada paleontologların artık yaklaşık 3 milyar yıl olarak tahmin etmeye başladıkları yeryüzündeki hayatın bu uzun tarihini bu yeni yorumun içine yerleştirmek artık hiç dert değildi. Bugün bildiklerimizin ışığında, Güneş yaklaşık 4,5 milyar yıldan bu yana ışıyıp durmakta ve pratikte ısı gücünde en ufak bir azalma olmaksızın bu halini korumaktadır.

Üstelik Güneş, yarı ömrünü daha yeni doldurmuş olmalıdır. Gerçi önümüzdeki 4-5 milyar yıldan sonra da bir yıldız olarak varlığını sürdürecektir, ama o artık bildiğimiz Güneş olmaktan çıkacaktır; çünkü bu evrelerden sonra kendisini bir dizi buhranlı dönem beklemektedir; ve bu dönemlerin çalkantıları içinde bizim gezegenimizle birlikte büyük ihtimalle bütün Güneş sistemi yok olup gitmekten kurtulamayacaktır. [Güneşimiz yaklaşık 4,5 milyar yıl önce bir gaz bulutundan fiziksel olaylar sonucu gezegenleriyle birlikte türedikten yaklaşık 50 milyon yıl sonra, bu ilk evre tamam-

lanmıştı. O gün bugündür bildiğimiz haliyle kozmostaki yerini koruyan yıldıızımız, bilgisayar simülasyonlarının verdiği sonuçlara göre, bundan yaklaşık 5 milyar yıl sonra, “kırmızı bir deve” dönüşecek ve dengesini kaybettiği uzun bir dönem sonunda, yaklaşık 12,5 milyar yaşlarında artık bir “beyaz cüce” olup çıkacak, aralarında Dünyamızın da yer aldığı milyarlarca yıllık yol arkadaşları gezegenler ise, bulutumsu kümeler halinde bu “beyaz cceyi” evireceklerdir. Bu hazin sonu, ileride “beyaz cüce” konusundaki ayrıntılı açıklamalarla tamamlayacağız.]

Kısacası gökte, tepemizde yanıp duran, bir atom ateşidir; bizleri aydınlatan, ısıtan ve bütün bir hayatın bağımlı olduğu ve onlarsız edemeyeceği döngüsel süreçlerin srgitini sağlayan nükleer bir fırın. Güneş’in burada sayıp döktüğümüz işlevlerin çok daha fazlasını gerçekleştirdiğine birkaç kez dikkati çektim. Son yıllarda, Güneş’in bugüne kadar bilinmeyen, burada yeryüzündeki hayat üzerindeki birçok etkisi ortaya çıkartıldı. Bunları kavrayabilmek için, uzayda Samanyolu’nun bir köşesinde dolanıp duran bu nükleer reaktörün yapısal özellikleriyle biraz daha yakından ilgilenmemiz iyi olur. Güneşimiz olan bir yıldıızın portresini kabaca da olsa çizmemiz gerekiyor. Bu sabit yıldıızın sadece kütlesi ve büyüklüğü değil, aynı zamanda üzerinde egemen koşullar da, bütün yeryüzü ölçülerinin ve kıstaslarının kat kat ötesine geçmektedir. Dolayısıyla, bu nükleer reaktör nedir ne değildir, araştırırken, şaşırtıcı gerçeklerle ve özelliklerle karşılaşmaya hazır olmamız gerekir. Ama sizleri ne kadar hazırlarsak hazırlayalım, pencere camımızdan içeriye süzülen ışığın ta taş devrinden kalma ışık ya da Güneş’in tasarlanmaz sıcaklıktaki

Bir Yıldızın Portresi

Güneşimizin öyküsünü bundan belki de 7 hatta 8 milyar yıl önce, bugünkü Güneş sistemimizin boyutlarından 400 kat daha büyük, başlangıçtaki ince mi ince yıldızlararası kozmik maddeye geri götürebiliriz. İnterstellar diye tarif edilen bu yıldızlararası bulutumsu madde, neredeyse tümüyle hidrojen atomlarından oluşmuştur, ama başka tek tük daha ağır elementin de izlerini taşır. Bulutun içindeki hidrojen atomlarının karşılıklı çekim gücü nedeniyle, bu kütle ağır ağır yoğunlaşmaya başlamış olmalı. Tasarlanamaz uzunluktaki zaman aralıkları ardından bu merkeze doğru çekilme ve büzülüp yoğunlaşma hareketi sürüp gitti; bulutumsunun merkezindeki tek ve ortak ağırlık noktası, yoğunluğu arttıkça artan bir çekirdeğe dönüştükçe, bulutumsu kütle de bu merkez çevresinde dönmekle kalmadı, merkezin yoğunluğunun artması oranında dönme hızı da yükseldi. Böyle bir sürece katılan hidrojen atomlarının bu merkezde birbirlerine tam cepheden çarpmaları ihtimali hemen hemen sıfır olduğundan, dolayısıyla daha çok, birbirine “sürtünen” atomların bu tür bir buluşmaları onların birbirlerini karşılıklı ortadan kaldırmalarına yol açmadığı gibi, tersine eninde sonunda merkeze doğru bü-

zülme hareketinin yanı sıra ikinci bir hareket ortaya çıktı: O koca dev oluşum, merkeze doğru büzülürken, bir atlıkarınca misali kendi çevresinde dönmeye başladı.

Bu gelişmelerin yol açtığı merkezkaç güçleri sonuçta bütün sistemi dengeli bir hale getirdiler. Bu şekilde merkez çevresinde toplanan maddenin minik artıklarından ileride gezegenler oluşumuna yol açacak küçük merkezleri ortaya çıkartırlarken, olup biten, Güneş sistemimizin bütün gezegenlerinin niçin Güneş çevresinde aynı yönde döndüklerini ve hepsinin niçin aynı düzlem üzerinde hareket ettiklerini de açıklar. Anlayacağımız, “kozmik atlıkarınca”, ilk kez harekete geçerken bu hareketin düzlemi ve yönü bir daha değişmeyecek şekilde belirlenmişti; çünkü bu yörüngeleri ve düzlemi değiştirebilecek kadar etkili bir başka yakın güç kaynağı ortalıkta görünmüyordu.

Ama işin aslına bakılacak olursa, burada sözünü ettiğimiz doğuş öyküsünü anlama süreci, gerçekteki oluşum sürecinin tersine bir yol izlemektedir. Güneş sisteminin bugünkü durumuna bakıp edindiğimiz bilgiler bizi sondan geriye götürmekte, böylelikle, bu sistemin oluşum süreçleri boyunca geçirdiği aşamaları yeniden kurgulaya kurgulaya, şu anda karşı karşıya bulunduğumuz nihai biçime varmaktayız. Sonuç olarak her iki süreç de aynı kapıya çıkmaktadır, ama bizim böyle bir geriye doğru kurgulayarak geçmişten bugünü anlama çabamız, aslında öyle pek de olağan olmaması gereken bir şartta, doğa yasalarının o gün bugün hep aynı kalmış olması şartına dayanmaktadır. Bu küçük ara hatırlatmanın ardından yeniden kaldığımız yere dönecek olursak; büzüşmekte olan bulutumsu kozmik madde, gittikçe yoğunlaşan çekirdek çev-

resinde sıkışıp toplanmış, bu merkezde yoğunlaşmaya ters yönde etkiyen merkezkaç kuvvetlerinin etkilerine rağmen, o muazzam iç çekim güçleri sayesinde, bir topaklanma süreci başlayıp, bu gelişme de Güneş'le noktalanmıştır diyebiliriz. Bu ilk bulutumsunun boyutlarını kavrayabilmek için, bu bulutumsudan oluşan Güneşimizin bir başına bütün bir Güneş sisteminin kütesinin yüzde 99,9'unu oluşturduğunu anımsatmamız yetecektir. [Samanyolumuzdaki yıldızların tahmini ortalamalarının 2 katı bir kütleyle sahip olduğu düşünülen Güneşimizin bu kütesinin % 73,5'i hidrojen, % 25'i helyum, geri kalanı demir, oksijen, karbon elementlerinden oluşmaktadır.] Geri kalan 0,1'den biraz daha fazla bir miktar, sistemin bütün gezegenlerinin, kuyruklu yıldız ve meteorlarının paylaşmak zorunda kaldıkları kütleyle ifade eder.

Demek ki Güneş, kütesi itibariyle Güneş sisteminin sadece merkezi değil, aslında zaten kendisidir; aradaki 0,1 oranındaki eksikliği saymazsak tabii. Geri kalan 9 (ya da belki 10) gezegen ve öteki sistem içi madde, göktaşıyla, kuyruklu yıldızıyla, sözcüğün tam anlamıyla devede kulak konumunda olduklarından, bunların sistem içindeki paylarını bir bakıma yok bile sayabiliriz. İçine çekilme ya da büzülüp kısılma sözcükleriyle tarif edilen süreçler sonucunda bu muazzam madde kütesi, daha önce evrenin doğasında yerinde yeller esen ve bugün onca gelişmiş teknolojik imkânlarımıza rağmen laboratuvarlarımızda şöyle yaklaşık bile olsa yeniden inşa edemediğimiz ya da kurgulayamadığımız koşulların gerçekleşmesine yol açmıştır. Oysa bu türden koşullar, milyarlarca yıl bomboş uzayda büzülüp duran dev hidrojen küresinden bir güneşin oluşmasını, özellikleri daha kısa süre öncesine ka-

dar tam bir bilmece oluşturan ve bu özellikleri keşfedenlerin ağızlarını hayretten açık bırakan bir yıldızın doğuşunu hazırlayan süreçlerin koşullarıydılar. Hayretten donup kalmamızın nedeni, bize böylesine tuhaf, garip, acayip ve inanılmaz gelen özelliklerin sadece varoluşumuzun temellerini oluşturmuş olmalarını kavramamız değil, aynı özelliklerin, çok uzak bir geçmişte, doğa yasalarının etkisiyle Dünyamızın yanı sıra üzerindeki bütün hayatı ve biz insanları var eden koşulları da hazırladıklarını anlamış olmamızdır. Bu yıldız, bugün kendini bilimimize söz konusu özellikleri yüzünden istediği kadar tuhaf, yadırgatıcı bir nesne olarak sunsun, onun sadece hayatımızın garantörü değil, aynı zamanda varlığımızın kökeni olduğunu da biliyoruz artık!

Şimdi oluşum sürecine tekrar geri dönelim. Gittikçe daha çok içine çöken dev kütlenin muazzam ağırlığının sonucunda bu gaz küresinin merkezinde nükleer reaksiyonların (füzyon süreçlerinin) başlamasına yol açacak kadar büyük gaz basınçları ve sıcaklıklar oluşmakta gecikmedi. “Çekirdeklerin eriyerek kaynaşması” anlamındaki “füzyonlaşma” dediğimiz bu nükleer tepkiler, olağanüstü büyük enerji miktarlarının serbest kalmasına yol açarlar. Hâlâ gaz biçimindeki bu kütle, bu gelişmelerle birlikte bir yıldıza dönüşüverdi ve kısa bir süre önce oluşmuş olan Güneş, (nükleer tepkimelerden kaynaklanan ısı enerjisinin artmasıyla sıcaklığın aşırı yükselmesi sonucunda) oldukça kritik bir “dengesizlik” aşamasına adım atmak zorunda kaldı. Gerçi, daha önce de gördüğümüz gibi, bu yeni oluşum, bu aşamaya gelene kadar da hemen hiçbir evresinde gerçek anlamda tam “dengede” olmamış; sürekli hareket halinde bulunup içine çekilip büzülmüş, mer-

keze doğru yoğunlaşmıştı. İşte bu büzülme hareketi, son aşamalarda iyice hızlanmış olsa bile gene de genellikle uzun zaman aralıkları boyunca pratikte yeknesak, düzgün bir hareket olma özelliğini korumuş, sürekliliğini hiç bozmamış nispi bir denge içinde sürüp gitmiş olmalıydı.

Bu hareketi bulutumsu kütlenin ortak merkezine yönelmeye zorlayan biricik kuvvet ise, “gravitasyon” dediğimiz çekim kuvveti olmuştu. Oysa şimdi birdenbire buradaki güç dengelerini altüst edebilecek ve tam da merkezden dışarıya etkiyen yeni bir güç etmeni ortaya çıkmıştı: Bütünün merkezinde bir kez ateşlenen nükleer süreçlerin doğurduğu sıcaklık ve ışınlar dışa doğru yönelmiş ve birlikte, Güneş topunun bundan böyle daha fazla büzülmesine karşı yönde fren etkisi yapmaya başlamışlardı.

Öyle ki bu yeni durumda topun bu içten dışa basınçlar yüzünden parçalanma tehlikesi bile doğmuş olabilirdi. O zamanlar nelerin olup bittiğini tamı tamına bilemiyoruz. Ama en azından bu iç basınç yüzünden Güneş'in hacmen genişlemeye başladığını varsayabiliriz.

Ama aynı nedenlerden ötürü bu kez de bir dizi olay birbirini izlemiş olmalı; çünkü bu genişleme, bu kez de, iç basıncın azalmasına ve yavaşlayan nükleer tepkimelerle birlikte içerdeki sıcaklığın düşmesine yol açmış olmalıdır. Başka sözcüklerle: Nükleer zincirleme tepkimelerin ortaya çıkmasına yol açmış olan ve “taze” sayılabilecek gelişmelerin gelip dayandığı değerler, zorunlu “kritik” sınırın altına inmiş olmalıydılar. Bu da daha “yeni tutuşmuş” olan nükleer ateşin sönmesi anlamına gelmekteydi. Giderek, içten dışa basınç ve

ısı hareketi ortadan kalkınca, merkezde odaklanan ortak çekim gücü de yeniden ağırlık kazandı.

Merkeze doğru çöküp büzülme hareketi yeniden devreye girdi, ama girer girmez de tabii, çekirdeği çevreleyen kabuğun, yani gaz kütesinin çekirdekte yol açtığı basıncın yükselmesiyle birlikte füzyon süreçleri, öteki deyişle atomun zincirleme tepkime süreçleri de yeniden devreye girerek ikinci kez aynı dolaşımı başlattılar. Daha önce de söylediğimiz gibi, olup biteni kesinlikle bilmemekle birlikte, Güneş'in o günlerde söz konusu gelişmelerin ardından kaçınılmaz bir şekilde çok geniş dönemli "nabız" hareketleri yapmak zorunda kalmış olabileceği izlenimi ediniyoruz; ritmik şekilde birbirini izleyen "nabız" hareketleri sonucunda o koca top muazzam zaman aralıklarıyla şişip genişleyip, yeniden büzülüyordu.

Bu aşamada yeryüzünde hayatın oluşabilmesi de tutunabilmesi de kesinlikle mümkün değildi; çünkü genişleme ve büzülme biçimindeki iki zıt hareket sırasında –Güneş ile Dünya arasındaki mesafeyi göz önüne aldığımızda– ortaya çıkan ve Dünya'yı etkilemeden edememiş olan sıcaklık farklılıkları, oluşabilecek her şeyi tahrip etmeye yeterli olmalıydı. Bu büyük periyotlu titreşimin yol açmış olabileceği etkileri tahmin etmek mümkündür. Bir an için, daha o başlangıç evresinde Dünya'nın var olmuş olduğunu kabul edelim ve Güneş de çekirdeğine doğru yoğunlaşıp büzülmüş, mümkün olabilecek en küçük çapa gerilemiş olsun; anlayacağımız merkezde nükleer ateşin "tutuştugu" bir evrede bulunsun. Bu durumda o varsayımsal Dünya üzerindeki sıcaklık üç aşağı beş yukarı bugünkü ısıya eşit olurdu. Çünkü böyle bir "anda", ilişki ve koşullar, şu bildiğimiz Güneş koşullarına yakın dü-

şerdi. Ne var ki, böyle bir aşamanın ardından hacimde ortaya çıkan genişlemeyle birlikte Dünyamıza ulaşacak sıcaklık, buradaki muhtemel bir hayat ile bağdaşması imkânsız bir düzeyde bulunurdu. İlk ağızda paradoksal bir mantığın örneğini sunmuş gibiyiz. Çünkü hacmi artan Güneş, iç sıcaklık ve basıncın azalması nedeniyle bir yandan da soğumaktadır; sadece merkezdeki füzyon süreçlerinin sönmesi yüzünden değil, doğrudan hacmin büyümesinin de etkisiyle bir sıcaklık azalması ortaya çıkmıştır. Ama ne yazar! Bu arada şişip genişleyen Güneş'in çapı öylesine büyümüştür ki, o düşük sıcaklık bile, yakınındaki varsayımsal birkaç gezegenin yüzeyini yakıp kavurmaya yetip de artacak derecelerdir. Genişleyen Güneş, o haliyle, o evrede mevcut olmuş olması halinde Dünya üzerindeki sıcaklığı birkaç yüz dereceye kadar yükseltebilecekti.

Güneş'in o evrelerde böyle nabız hareketleriyle bir dışa bir içe git gel yapmayı ne kadar süre devam ettirdiğini bilemiyoruz. Astronomi düzeyindeki sayılarla çok uzun zaman sürmüş olamaz bu titreşim. Aksi halde, bugün gökyüzünde böyle titreşen, bir genişleyip bir büzülen birçok güneş (yıldız) gözlemlememiz gerekirdi. Çünkü bugün bile hâlâ ardı arkası kesilmeden yeni yeni güneşler (yıldızlar) doğmaktadır; Güneşimizle ilgili bu varsayımımız ve tahminimiz doğruysa, bu yıldızların da benzer "nabız" hareketleri evresinden geçmesi kaçınılmazdır. Gerçi herhangi bir yıldız üzerindeki titreşimi öyle herhangi bir teleskopla doğrudan gözlemlemenin imkânı yoktur; bize en yakın olanlar bile, böyle bir imkân tanımayacak kadar uzaktırlar bize. Ne var ki astronomlar, birkaç günlük ya da haftalık periyotlar halinde aydınlık du-

rumlarını belirgin ve düzenli bir biçimde değiştiren birçok yıldızı izleyebiliyorlar. Dışa doğru şişme hareketinin aydınlığın artması anlamına geldiğini söylemeye bile gerek yok burada. Öteki deyişle, astronomlar, parlaklığı belli bir süre artan ve sonra azalan yıldızın, böyle bir “nabız” hareketi gerçekleştirdiği sonucuna varıyorlar. Ve belki de bunlardan bazıları, yukarıda kabaca evrelerini belirttiğimiz başlangıç aşamasından geçen “genç” yıldızlardır.

Akla yatkın nedenlerle bugün hemen hemen kesinlikle bildiğimiz şey, Güneş’in bu heyecanlı nabız artışları döneminin ardından bir hareketsizlik, bir iç denge durumuna geçtiği ve yaklaşık 4 milyar yıldan beri koruduğu bu durumunun daha bir 4-5 milyar yıl sürebileceği gerçeğidir. Kısacası, o aşamada belli ve düzenli periyotlarla genç Güneş’i bir genişletip bir büzen nabız hareketleri, gitgide yavaşlayıp zayıflamış ve sonunda içteki ısı ve ışınların yol açtığı basınç ile dev Güneş’in dıştan içe basan ağırlığı, belli bir noktada birbirlerini karşılıklı dengeleyip bugün bildiğimiz duruma yol açmışlardır. [Bugün tıpkı dev bir çan gibi Güneş $293 + -3$ saniyelik periyotlarla hâlâ titremektedir, ama aradaki hava boşluğu nedeniyle bu hafif titreşimlerin sesinin Dünyamızdan duyulması söz konusu değildir.] Bu denge varlığımızın en temel, vazgeçilmez koşuludur. Şöyle küçük bir oynama, bu denge-
deki az buçuk bir bozulma, ardından anında “kıyameti” getirmekte gecikmeyecektir. Bu dengenin birkaç milyar yıldan beri korunageldiğini, dolayısıyla da gene böyle birkaç milyar yıl sürüp gideceğini bilmek insanın içini rahatlatıyor. Ne var ki, ilanihaye böyle devam etmeyeceğini de biliyoruz bu denge-
lilik durumunun; bu da kesin.

Netice itibariyle, “Güneş” dediğimiz şey, şu anda varoluşunun bildik, nispeten dengeli aşamasından geçen bir sabit yıldızdır; bu aşama, büyük ihtimalle onun ömrünün sadece belli bir kesitini kapsamaktadır, ama belki benmerkezci olsa da, anlaşılır nedenlerden ötürü bizi en çok ilgilendiren bölümdür bu onun varoluşunun. Öyleyse şimdi oturup, gerek canlı hayatın, gerekse cansız bütün süreçlerin hareketini sağlayan enerji kaynağının, yani Güneş’in, görünüşü, yapısı hakkında bir tablo taslağı oluşturmaya çalışalım. Elbette akla gelebilecek ilk soru, Güneş’te neler olup bittiğini ve bu yıldızın içinin hangi yapısal özellikler taşıdığını nasıl bilebiliriz? sorusu olacaktır.

Bugüne kadar Güneş’in içini görmek kimseye nasip olmadı. Güneş’ten görüp göreceğimiz tek şey, onun atmosferi ve bu atmosferin içinden (bize) görünen 5700 derecelik yüzeydir. Büyük ihtimalle bütün bir gelecekte de bu bağlamda elimiz kolumuz böyle bağlı kalmayacak. Biliminsanları çoktan “nötrino-astronomisi”nin imkânlarını tartışmaya başladılar bile.

Bilindiği gibi, “nötrino”lar [nötronlar ile karıştırılmamalı!] atom çekirdeğinin alabildiğine alışıldık dışı özelliklerle donanmış parçacıklarıdır. Hatta bu alışıldık dışı özelliklerinin, aslında hemen hiçbir özellikleri olmamasından ileri geldiğini söylemek bile mümkündür. Bir nötrino’nun elektrik yükü bulunmadığı gibi, kütlesi de hemen hemen yoğa yakındır; sadece bir “dönüş momenti”ne sahiptir o kadar. Özelliklerden yoksun olma kusurunun ilginç ve tuhaf olduğu kadar, astronomi bakımından büyük ihtimalle önemli sonuçları da bulunmaktadır. Elektrik yükünden ve hemen hemen kütleden

yoksun bir parçacık, katı, yoğun bir cismin kütlesinin engeline takılmaz. Aslında katı bir cisim de son tahlilde bir atom-bulutudur; iyi bakıldığında böyle bir katı cismin içinde geçirgen olmayan yoğun maddeden çok daha fazla “boş” alan bulunmaktadır. İki katı cismin birbirine çarpması sırasında her ikisinin de “dirençle” karşılaşmasının nedeni, örneğin masaya yumruğumu indirdiğimde, bu çarpışmadan dokunma duyuları ve öteki sonuçların doğması, her iki cismin de yaklaşık eşit “sertlikte” olmasından ileri gelmektedirler. Bir fırtınada aynı yoğunluktaki iki kara bulutun birbiri üzerine çullanmasında ortaya çıkan durumu örnek olarak kullanabiliriz. Çarpışan iki bulut, tam bu tolaşma noktalarında birbirine karışıp yeni bir biçime bürünürler; oysa aynı sıralarda bunların içinden geçecek bir kuş ya da uçak, herhangi bir biçim değişimine uğramayacaktır. İşte bir atom-bulutundan oluşmuş katı (sert) bir cisim de, aynen bu benzetmedeki gibi, bir nötrino parçacığına hiçbir direnç gösteremeyecek, onun bir yanından giren parçacık, hiçbir dirence takılmaksızın öteki yanından çıkacaktır. [Nötrino, Batı dillerinde *neutron* sözcüğünün sonuna İtalyanca “ino” (küçüklük) ekinin getirilmesiyle oluşmuş bir sözcük. Bugün “leptonlar” öbeği içinde kabul ediliyorlar; öteki parçacıklarla çok çok zayıf bir karşılıklı etkileşim ilişkisi kurabilmektedirler, genel rölativite teorisine göre, gravitasyondan etkilenmektedirler. Başka elementar parçacıklar ile etkileşme ihtimali çok düşük bu parçacığın yakalanması zorluğunu kafamızda gözümüzde canlandırabilmek için şöyle bir hatırlatma yapılabilir: Güneş nötrinolarının yarısını yakalayabilmek için bir ışık yılı kalınlığında kurşun bir levha engeline ihtiyaç olduğu hesaplanmaktadır.]

Güneş'in merkezindeki çekirdekte gerçekleşen süreçler sırasında, *hiçbir direnç ve engel tanımaksızın her yönde Güneş'i ışık hızıyla terk eden sürekli nötrinolar akımı oluşur. Bu parçacıklar bütün bir yerküreyi de hiçbir dirençle karşılaşmadan adeta delik deşik ederler.* Biz her birimiz, hiç farkında olmaksızın ve herhangi bir zararını görmeksizin, bu nötrino bombardımanında adeta "eleğe" dönüştürülürüz. Bütün bu nötrinolar, Güneş'in iç, çekirdek bölgesinden gelmektedirler. Bunları bir şekilde yakalamak ve incelemek mümkün olduğunda, Güneş'in içinde olup biten süreçler hakkında bir şeyler öğrenmemiz, bir bakıma Güneş'in içine bakmamız mümkün olacaktır, diye düşünmeye hakkımız var. [Bugün, nötrinoların ölçülen sayısının, umulanın çok altında olduğu izlenimi güçlenmeye başlamıştır. Güneş'in merkezindeki nükleer tepkimeler sırasında oluştukları varsayılan bu atom-altı parçacıkların üretilme hızı, Güneş'in yoğunluğu ve içindeki sıcaklık koşullarının yardımıyla oldukça güvenilir biçimde saptanabilmiştir. Çok yakın bir dönemde bu hızla çoğalan parçacıkların hemen tümünün Güneş yüzeyinden uzaya dağıldıklarını varsayan gözlemciler, üretilen muhtemel nötrino miktarı ile uzaya kaçan nötrino miktarı arasında 2/3'lük bir fark buldular.]

Güneş'in bir dizi temel özelliği, nispeten kolaylıkla belirlenebilecek türdendir. Güneş'in Dünya'dan uzaklığı, büyüklüğü, ağırlığı, ve nihayet her an dışarıya ışınlanan enerji, bu kolay tespit edilebilen özellikler arasında yer alır. Güneş, ortalama olarak, bizden tamı tamına 149.565.800 kilometre uzaklıktadır. [Dünya, 3 ocakta 147.099 milyon km'lik bir mesafeyle Güneş'e en yakın konuma girer. 5 temmuzda bu mesafe 152.096 milyon km ile en uzak konumu alır.] Dünya'dan

333.000 kat daha ağırdır; yüzeyindeki her santimetrekareden her saniyede 1500 kalori uzaya ışınlınır. Bu verilere, kendisinden yayılan ışık üzerinde yapılan spektroskopik incelemelerin kimyasal sonuçlarını da ekleyebiliriz: Az önce de belirttiğimiz gibi, Güneş'in yaklaşık % 74'ü, elemanların en hafifi ve en yalını olan gaz biçimindeki hidrojenden oluşurken geri kalan % 23'lük bölümün hemen hepsi hafiflik sırasınca ikinci yeri tutan helyum elementinden oluşur; araya sıkışan yüzde ikilik, üçlük bir pay, ancak izlerini bulabildiğimiz öteki ağır elementlere aittir.

Ancak Güneş'in ne kadar büyük olduğu, hangi miktarda enerji ışınladığı, hangi maddelerden ibaret olduğu bilinince, yüzeyde olup bitenlere bakarak içte ne türden süreçlerin nasıl olup bittiğini hesaplamak da artık o kadar zor olmamaktadır. Ama işte yüzeyde gözlemlenebilir durumlardan sonuçlar çıkartmak, bunları Güneş'i oluşturan özelliklere harmanlayıp yeni sonuçlara ulaşmak söz konusu olduğunda, hesaba katılması gereken fiziksel verilerin sayısı öylesine çoktur ki, böyle bir çalışmanın pratikte hayata geçirilmesi demek, Sysiphos cefası çekmek demektir; matematikçilerden oluşmuş bir birliğin seferber edilmesi, bu alanda yoğunlaştırılması ve sabırla çalıştırılması kaçınılmaz şarttır bu durumda. Hele asıl hedefe ulaşana kadar o bütün karmakarışık hesapların defalarca tekrarlanması gerektiği ortaya çıkınca, bu matematikçiler birliğinin bile sabrının tükeneyeceği sınırlar ortaya çıkacaktır! Bunun nedeni, söz konusu durumda, Güneş yüzeyinin koşulları konusunda bilinen verilerden hareket etmenin bir işe yaramaması, hesaplamaların, Güneş'in iç koşullarına ilişkin varsayımsal ilişkilerden başlatılma zorunluluğunun bulunması-

dır; varsayım üzerine varsayım üretip buradan sonuçlara varacak araştırmacılar, ancak bu noktada elde edilen sonuçlar ile yüzeydeki durumun verilerinin birbirine uyup uymadıklarını kontrol edebilirler. Uygunluk sağlandığı yerde, içe ilişkin varsayımsal, teorik model tahminlerinin de doğru olduğu ortaya çıkar. Başka deyişle, yüzey koşullarını, bir sonuç değerlendirmesi ve sınavı düzeyi olarak alırsak, bizi buraya götürecek iç koşullar konusunda varsayım üzerine varsayım üretmek, salt tahminlere dayalı düşünsel “modeller” tasarlamak, sonra da oturup, sonucun, Güneş’in bu gözlemlenebilir alanının bildik özelliklerine denk gelip gelmediğine bakmak zorundayız demektir. Eh bu durumda da tam anlamıyla bir örtüşme elde edilene kadar, modeli orasından burasından düzeltip dururuz. Yüzde yüz denklik sağlandıktan sonra bile, iç koşullara ilişkin varsayımlarımızı ifade eden modelin gerçekten de somut ve doğru karşılığı olduğunu, bu modelin Güneş’in hakiki iç yapısını yansıttığını söylememiz mümkün olacaktır. İşte bu sonsuz çabalara gerek duyan, bıktırıp usandırıcı yöntemin pratikte uygulanabilmesi, ancak modern bilgisayarlar sayesinde mümkün olmuştur.

Bilgisayarlar aracılığıyla Güneş’in içinin neye benzediğini ve orada neler olup bittiğini bugün artık biliyoruz. Bu konudaki açıklamalar, söz konusu özellik ve koşullara ilişkin betimlemeler, ihtimal dışılıkların ve şaşırtıcı sonuçların dolup taşıdığı bir “katalog” oluşturmaya müsaittirler; Güneş’in içinde egemen olan fiziksel koşullar, yeryüzünün koşullarından zaten bunlarla alakasız sayılabilecek kadar uzak ve değişik olduğundan, böyle bir tuhaflıklar kataloguna da aslında hiç şaşırmamak gerekir.

İlk tuhaflık ve büyük fark, Güneş'in merkezinde 200 milyar tonluk bir basıncın ve 15 milyon derecelik bir sıcaklığın egemen olmasından kaynaklanmaktadır. Böyle bir basınç altında, merkezdeki madde, kurşun elementinden tam 12 kat daha ağırdır, ama gene de gaz biçimini korur! Bunun nedeni, buradaki ısıda hidrojen ve helyum atomlarının, bilimsel bir terimle söyleyecek olursak tamamen "iyonize" olmuş olmalarıdır. Elektronlarını kaybetmiş bu atomlar, artık sadece çıplak çekirdekten ibaret hale gelmişlerdir. Ancak birkaç sayfa önce de anımsattığımız gibi, bir atomun en büyük bölümünü iç-boşluğu oluşturduğundan (çekirdek ile elektronlar arasında kalan alanı düşünün; gerek elektronlar gerekse atomun çekirdeği bu muazzam boşlukta, çöldeki kum tane-si gibi kalırlar!) elektronlarından sıyrılmış çekirdekler, birbirlerine iyice sokulup kaynaşabilirler. Ortaya "türü bozulmuş, yoz madde" çıkar, işte o yoğunluğa rağmen, bu "yoz" madde, gaz olma özelliğini korumakla kalmaz, çekirdek bölgesinde serbest, düzensiz iç akıntılara, *türbülans* dediğimiz burgaç akımlara ve fırtınalara yol açar.

Ne anlama gelir bu 15 milyon derece? Karşısında hayal gücümüzün resmen çuvalladığı sayılardan biridir bu da. Ünlü İngiliz astronomu Sir James Jean, böyle bir ısının bizim Dünyamızın koşullarındaki bir ortamda yol açabileceği sonuçları iyi kötü kafamızda canlandırabilmemize yarayacak bir hesaplama yapmıştır. Bu ısının ne anlama geldiğini herhalde biraz olsun kavratacaktır bu bize. İşte sonuç: Güneş merkezinden kopartılacak toplu ıgne başı büyüklüğündeki bir parça, bir insanı 150 kilometre uzaklıktan kasıp kavurmaya yetecektir.

Bu sıcaklık, o yoğun çekirdekte nükleer tepkimeleri hayata geçirmeye yetip de artmaktadır; Güneş'in hovardaca harcadığı enerjinin kaynağı da budur. Bu nükleer tepkimenin seyir sürecini yakından izlemeye kalkıştığımızda da mutlak şaşırtıcı bir sonuçla daha karşılaşmaktan kurtulamayız. Gelgelelim buradaki şaşkınlığımız, alışıldık beklentimize ters bir sonuçtan ileri gelmektedir.

Hemen hepimiz, eğitimimizin bir aşamasında, Güneş'in merkezindeki enerjinin, hidrojenin helyuma –periyo-dik sistemde hidrojenden bir sonraki hafif elemente– dönüşmesinden kaynaklandığını duymuşuzdur. Olay, hidrojenin “füzyonlaşması” olarak da tarif edilebilir. Birçok adımda gerçekleşen bu füzyonlaşma süreci, Güneş'in merkezindeki her bir hidrojen atomunun ortalama 7 milyar yılda bir kez, bir başka hidrojen atomuna tam cepheden toslaması, böylelikle bir helyumun oluşmasına yol açması anlamına gelmektedir. Bu minicik atom çekirdekleri, o anormal yoğunluklarına ve 15 milyon derecelik ısı üreten enerjilerine rağmen, gene de Güneş'in içinde, her gün birbirleri ile tam da cepheden karşılaşmalarına imkân bırakmayacak kadar “boşluk” bulabilmektedirler; dolayısıyla helyumun oluşumuna yol açan süreç de öyle büyük sıklıklarla gerçekleşmemektedir. Ancak Güneş'in enerji üretiminin gerçekleştiği bölge, yani onun asıl “aktif” yeri, 350 bin kilometreye yakın bir çapa sahiptir; yani aşağı yukarı buradan Ay kadar bir uzaklığa karşılık gelen bir çapa. İşte, merkezden Güneş çapının 1 bölü 4'ü kadar bir çevreye ulaşan ve Güneş'in hacminin çok küçük bir bölümünü oluşturan çekirdekte Güneş kütlesinin yaklaşık % 50'si yoğunlaşmıştır; bu merkezde, en azından hâlâ bugün öylesine faz-

la sayıda atom çekirdeği bulunmaktadır ki, bunlardan her birinin, o yaklaşık 7 milyar yıllık aralıklarla bir kez bir başka atom çekirdeği ile kafa kafaya gelip bir füzyon tepkimesi başlatması, bildik enerjiyi üretmek için yeter de artar.

Dolayısıyla da hidrojen atomlarının sayısı ilanıhiye yetecek miktarda değildir. Çünkü hidrojenden oluşan helyum kalıcıdır ve oluşumu 4 hidrojen atomunun kaynaşması pahasına gerçekleşmektedir. Güneş'in muazzam çekirdeğinde her bir saniyede 564 milyon ton hidrojen, 560 milyon ton helyuma dönüşür; ve helyum artık bundan böyle enerji üretim bakımından "kayıp" madde olarak bir kenara konmak zorundadır. Nükleer tepkime sürecinin "külü" olarak, Güneş merkezinde yığılır bu helyum. İşte Güneş'in sonsuza kada bildiğimiz haliyle ışıyıp duramayacak olmasının nedeni de bu rada yatmaktadır. Hesaplamalar, 5 milyar yıldan bu yana "yanan" Güneş'in, bu varsayımla, malzemesinin yarısını tüketmiş olması gerektiğini, katrilyonlarca ton hidrojeni helyuma dönüştürdüğünü ortaya koymaktadır.

Her saniye başında 564 milyon ton hidrojen helyuma dönüşüp duruyor, dedik; bunu 10 milyar yıllık bir döneme yayın; bu da bir kez daha nasıl bir büyüklük ile karşı karşıya bulunduğumuzu bize göstermeye yetecektir. Hakikatte bir kütle kaybı çok özel bir anlama gelmekte, dahası konumu: bağlamında çok büyük bir önem taşımaktadır; çünkü bir yıldızın enerji üretiminin bütün sırrı bu kayıp kütlede saklıdır. Aslında hikâye, 4 hidrojen atomundan oluşan 1 helyum atomunun, bu 4 hidrojen atomunun toplam kütlesi ağırlığına sahip olmayıp, yüzde bir kadar bir kütle kaybı göstermesinde

kaynaklanıyor; çekirdek tepkimesinden artakalan bu kütle, bir şekilde “bertaraf” edilmek zorundadır. Bir çekirdek füzyonunda bu bertaraf etme faaliyeti, bu kütlenin nötronlara ve enerjiye dönüşmesi yoluyla gerçekleşir; Güneş, her ikisini de her yönde uzaya saçar. 4 milyon tondan fazla madde- nin her saniye başı, ışın biçiminde Güneş’i terk etmesi, Güneş’in içindeki asıl enerji üretiminin ifadesidir! Güneş’in bu yolla uzaya yaydığı enerjinin bir saniyelik bölümü, insanlığın taş devrinden bu yana ürettiği toplam enerji miktarından daha fazladır. Yeryüzündeki mevcut yanıcı potansiyel malzemenin tümünden bir kerede elde edebileceğimiz enerjinin miktarını, bütün kömür, petrol, ağaç vb. malzemesini işin içine katarak üretebileceğimiz enerjiyi, Güneş’teki çekirdek füzyonu bize bedavadan, sadece 3 günde, enerji olarak teslim etmektedir!

Böylesine muazzam enerji miktarlarının üretildiği Güneş merkezinde, tasarlama yeteneğimizi kat kat aşan süreçlerin sürüp gittiği bu yerde, zifiri karanlık hüküm sürmektedir: Tam da “grotesk” tanımını hak eden ve ilk bakışta inanılması kesinlikle imkânsız bir iddia gibi gelebilir bu insana. Oysa olayın açıklaması, şaşırtıcılığına oranla alabildiğine basittir. Bu arada ortaya çıkan enerji, onu algılayamayacağımız kadar büyüktür çünkü.

Bir avcının kullandığı, insan kulağının duymadığı sesleri çıkartan köpek düdüğünün temellendiği ilkenin aynısı burada da geçerlidir. Bildiğimiz gibi köpekler, frekansını insan kulağının alamayacağı kadar yüksek sesleri duyabilmektedirler. Bu temel yasaya dayanılarak, insanın ve elbette geyiklerin ku-

lağının duyamayacağı sesi çıkartabilen ultrases avcı düdükları yapmak mümkün olmuştur. Avcı onu ağzına götürüp üflediğinde, görünürde hiçbir şey olmaz; av köpeği ise düdüğe anında tepki gösterir.

Güneş'in merkezindeki enerji konusunda da aynı durum geçerlidir. Buradaki ışınlar var olan en sert ışınlardır; gama ve röntgen tayfının değerleri içinde kalan ışınlar. Her ikisini de göremediğimizi biliyoruz. Görülebilir ışık, bu ilksel enerji biçiminin, Güneş'in merkezinden kabuğuna, oradan bize uzanagelen zahmetli bir yolculuğun ardından ortaya çıkar. Ama dipte, içerde, bizim görme algımıza göre, mutlak bir karanlık hâkimdir.

İşte tam da bu noktada, Güneş'in bizim Dünya koşullarımıza göre o akıl almaz büyüklüğünün, bir kez daha bu dünyadaki hayatımıza, burada var olabilmemize vazgeçilmez bir başka katkıda bulunduğunu anlıyoruz. Nasıl mı? Bu büyüklüğü az öncesine kadar iç basıncın ve sıcaklığın o muazzam üst değerlerinin nedeni olarak göstermiştik; merkezdeki nükleer ateşin kaynağı olan tepkimelerin böyle bir basınç ve sıcaklık olmadan gerçekleşemeyeceğini söylemiştik.

Geldiğimiz noktada, merkezde oluşan ışının Güneş yüzeyine ulaşması, oradan da uzaya salınmasından önce, Güneş'in aynı zamanda sırf büyüklüğü sayesinde bir tür hız kesici ve yumuşatıcı etki yaptığını, kendi ürettiği enerjinin tahrip edici gücünü önleyici bir şemsiye görevi de üstlendiğini anlıyoruz. Merkezden çıkan enerji, o haliyle Dünyamıza ulaşacak olsa, bugün yerimizde yeller esiyor olurdu. Bize kadar gelen enerjinin, o sert ve öldürücü ışın biçiminde değil de bil-

diğimiz aydınlatıcı ışıık ve tatlı, yumuşak sıcaklık biçiminde oluşunu, gezegenimizin içinde yıkandığı bu ılımlı ışıık ve ısı denizinin bu özelliklerini Güneş'in böylesine büyük oluşuna borçluyuz! Her bir enerji kuantı merkezi terk ettikten sonra, en az 600 bin kilometre uzunluğundaki bir alana yayılmış Güneş içi maddenin arasından geçmek zorunda kalmaktadır. Dünya ile Ay arasındaki uzaklığın yaklaşık iki katı kadar olan ve enerji kuantlarının (fotonların) çekirdekten yüzeye varıp oradan da bir anlamda gezegenlere "salıverilmelerinden" önce "akla kararı" seçerek aştıkları bu yol, hayatımızı kurtaran yoldur aslında. Bu yolun, uzay bölümü öncesinin, daha önce sözünü ettiğimiz çekirdek kaynaşmaları yüzünden, aralarında nispeten "boşluk" bulunmayan atomlardan ibaret bir sert bir maddeden oluştuğunu biliyoruz. Enerji kuantları (fotonlar) Güneş'in içindeyken bile ışıık hızıyla hareket ettikleri halde, oradan yüzeye varmaları gene de, bu özelliklerden ötürü, epey zaman alır. Serüvenlerle dolu, bir zikzak rota üzerinde gerçekleşen bu yolculukta, sürekli olarak yollarına çıkan atomlarca emilen ve sonra gene ışıın biçiminde "kusulan" bu enerji, sağa sola sapıp savrulup yeniden emilir, yeniden kusulur. Velhasıl, o atom senin bu köşe benim, sözümona ışıık hızıyla merkezi terk edecek enerji, sonuçta tam da akıl durduracak bir gecikmeyle kendini uzaya atar! Bilgisayarların tek bir enerji kuantının bu koşullar altında yüzeye ulaşması için geçecek zaman süresini gösteren hesaplamalarından elde edilen sayı, "hadi canım sen de" dedirtecek cinsten olsa bile, kesin ve tartışmasızdır. Bir enerji kuantı merkezden yüzeye tam 20 bin yıl süren bir yolculuk yapar! Bu durumda, ışıığında banyo yaptığımız aydınlatıcı enerjinin aşağı yukarı taş devrinde

Güneş merkezinde ortaya çıkmış olduğunu söylememizde şaşırtıcı bir yan bulunmamaktadır!^(*)

Ama işin aslına bakılacak olursa, ışık, daha önce de söylediğimiz gibi, o zifiri karanlık merkezde ortaya çıkmamaktadır. Işının (enerjinin) o uzun ve zahmetli yolda “yorgun düşmesinin” bir sonucu olarak, bildik halini almaktadır; neticede yüzeye ulaşan ve oradan, altı-yedi saniyede bize ulaşan şey, aslında, o ilk başlangıçtaki müthiş gücün cılız ve sönük yansımasından başka bir şey değildir. Ama işte bu zayıf ve gücünü yitirmiş yansı, tam da bizim işimize gelen tahammül sınırlarının içinde kalmaktadır; Güneş’ten aldığımız ısıнын ve ışığın ta kendisidir o.^(**)

(*) Güneşin içindeki ışık kuantlarının (fotonların) tamamen rastlantısal yoldan o yoğun iç dirençleri aşarak Güneşi terk etmeleri için, son bulgulara göre 10 bin-170 bin yıla ihtiyaç vardır! (Ç.N.)

(**) Güneş’in aydınlatma gücü $3,846 \times 10$ üstü 26 Watt olarak hesaplanmaktadır. Görülebilir ışık alanında “sarı” ile “yeşil” arası renk spektrumunu oluşturan bu ışık (ışınım), evrenden bakıldığında “beyaz” etkisi yapar. Güneşin o alışıldık “sarı” rengi, “mavi” ışığın havanın molekülerinde dağılmasıyla açıklanabilmektedir. Kısa dalgalı mavi ışığın daha uzun dalgalı “kırmızı” ışığa göre atmosferimizde daha çok dağıldığı kabul edilmektedir. Bu sayede hava (deniz) mavi, dünyaya uzanan ışık ise “sarı” görünmektedir. (Ç.N.)

Güneş Rüzgârı

Son onyılların en büyük astronomi keşiflerinden biri, Güneş'ten sadece enerjinin, yani elektromanyetik ışıının yayılmadığının belirlenmesiyle gerçekleşmiştir. Her atom reaktörü gibi Güneş de ayrıca maddesel bir “parçacık” ışıını üretir. Çok hızlı atom çekirdeklerinden ve elektronlardan oluşan bu ışıınlar, Güneş yüzeyini yaklaşık saniyede 500 kilometre hızla terk ederler ve birkaç gün sonra Dünya'ya ulaştıklarında, hâlâ ses hızının yaklaşık 1000 katı bir süratle hareket etmektedirler. Ama işte bu keşifle birlikte, Güneş'in yakın zamana kadar bilinmeyen ve göreceğimiz gibi, bu yıldızın bizim yeryüzündeki varlığımız bakımından taşıdığı anlam ve önemi bambaşka bir yönden su yüzüne çıkartan bir özelliği de keşfedilmiştir. Bu ışıınların yol açtıkları etkilerin bugüne kadar değerlendirilebilen sonuçları, Güneş'in, hayatımız bakımından vazgeçilmezliğinin sadece başka türlü sağlayamayacağımız enerji (ısı ve ışık) üretmesinden kaynaklanmadığını, çok daha önemlisi, uzayın derinliklerinden bize kadar ulaşma ihtimali bulunan ölümcül etkileri önleyerek buradaki varlığımızı mümkün kılmasından da ileri geldiğini göstermektedir. Bunun ne anlama

geldiğini kavrayabilmek için, Güneş'ten çıkan parçacıkların, öteki tanımıyla “güneş rüzgârı” adı verilen fenomenin özelliklerini iyice tanımamız gerekmektedir.

Güneş'ten herhangi bir esrarengiz, itici gücün yayılması gerektiği konusunda, insanoğlu çok uzun zamandan beri hemfikirdi. Belli başlı olaylar vesilesiyle böyle tanımlanmaz bir gücün belirtileri kendini her zaman ele vermişti; söze-
limi bizim Güneş sistemimize dahil olan sayısız kuyruklu-yıldızdan herhangi birinin Güneş'in yakınlarından geçmesi sırasında olduğu gibi.

Geçmişte, o beklenmedik ortaya çıkışları ve çarpıcı görünüşleriyle insanları türlü çeşit endişelere sürükleyen ve savaş ya da salgınların belirtisi olarak algılanan, kehanetlere vesile olan “kuyruklu-yıldızlar”, gerçekte nispeten küçük, çapları en çok bir kilometreyi bulan soğuk madde blokları oluştururlar. Bunlar olağanüstü geniş ve uzun eliptik yörüngeler izleyerek Güneş'in çevresinde dolanıp dururlar. Parabolik, hiperbolik yörünge izleyenler ise, ilkece bir kez görünüp bir daha görünemeyecek olan kuyruklu-yıldızlardır. Hesaplamalar, bazılarının Güneş çevresinde böyle elips biçimli bir yörüngede dolanana kadar birkaç bin yıla muhtaç olduklarını, hatta Güneş'e en uzak oldukları noktalarda, Güneş merkezinden iki-üç ışık yılı kadar uzak bir rota izlediklerini göstermektedir.

Gerçekten astronomik sayılacak bu mesafeden Güneş onu hâlâ çekebilmekte, çekim gücü, bu küçük cismin sistemi terk etmesine engel olabilmektedir. Gene de, iki-üç ışık yılı uzaklığın, sisteme en yakın ilk öteki Güneş sistemine olan uzaklığın yaklaşık yarısı olduğunu da anımsatmakta yarar var. Örneğin Centauri çiftinin (Alpha centauri A ve B) 4,3 ışık yılı

ötede, bizim Samanyolumuz içinde, Güneş sistemimize en yakın ikinci sistem olduğunu bildiğimize göre, bu tür kuyruklu yıldızların da zaman zaman iki sistemin tam da sınırında gezindiğini söylemek zor olmasa gerek. Bu iki komşu Güneş arasındaki biz insanların ömrü ve dünya ölçülerine göre akıl almaz sayılacak 4,3 ışık yılı uzaklığın, astronotların ne bugün ne de uzak gelecekte, şu burnumuz dibindeki komşu sisteme bile doğrudan göz atmalarını önleyecek kadar muazzam olduğunu ve bir tür “kozmetik karantina”da yaşadığımızı dizinin birinci kitabı olan *Başlangıçta Hidrojen Vardı*’da söylemiştik. Ama işte, bizim güneş sistemimiz içinde dolaşıp duran bir kuyruklu yıldız, yukarıda belirtilen sınırlarda hareket ederek pekala bir ara komşu Güneş sistemi ile temas kurmuş olmaz mı? Böylelikle iki komşu güneş sistemi arasında görünüşe göre büyük ihtimalle gene de bir tür buluşma gerçekleştiğini kabul edemez miyiz?

Çünkü her iki sistemin kuyruklu yıldızları da kendi güneşlerine en uzak noktalarda yol alırken, ortak yörüngeler kullanıyor, daha doğrusu bunların yörüngeleri kesişiyor olabilir. Üstelik turlamanın Güneş’e en yakın bölgelerinde bir de o sıralarda yakınlardan geçebilecek gezegenlerden birinin çekim gücüyle yörüngelerinde sapma ihtimali her zaman bulunan bu küçük cisimler, ikide birde rotalarını şaşırabileceklerine göre, bu en dış noktada, ara sıra iki kuyruklu yıldızın yer değiştirdiğini kesinliğe yakın bir varsayım olarak ileri sürebiliriz: Böyle bir kuyruklu yıldızın, bir sistemden ötekine geçmesi ve o andan itibaren o sistemin güneşinin çevresinde eliptik yörünge izlemesi gibi bir olayın, kozmik ölçülere göre sıkça meydana geldiğini rahatlıkla farz edebiliriz.

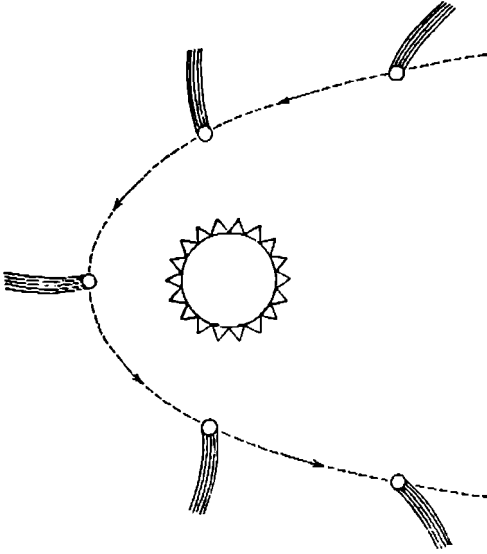
Bir an için bu düşüncenin peşine takılıp hayal gücümüzü biraz daha zorlarsak ve kuyruklu yıldızların çoğunun yörüngelerindeki sapmalar yüzünden eninde sonunda bir gezegene yakalanıp parçalanmaktan kurtulamayacağını, dolayısıyla, ortalama en fazla 1 milyon yıllık bir ömrün ardından meteor ya da yıldız tozları şeklinde öteki gezegenlere olduğu kadar Dünya'ya da düşmek zorunda kalacaklarını unutmazsak, bu durumda, bizim Dünyamızda da kökeni yerli olmamakla kalmayıp herhangi yabancı bir güneş sisteminden yörünge atlaya atlaya nihayet bizim sisteme girmiş ve gele gele sonunda bu gezegene düşüp "ölmüş" bir kuyruklu yıldızdan artakalmış yabancı madde bulunduğunu da pekala kabul edebiliriz!

Kozmik düzlemde zaten çok daha büyük bir ölçekte gerçekleşen bu madde alışverişi süreçlerine ileride yeniden etrafıca değineceğiz. Şu anda kuyruklu yıldızlar bizi bambaşka nedenlerden ötürü ilgilendiriyorlar. Uzayda serseri serseri dolaşan ve normal durumda soğuk ve Dünya ile aradaki çok büyük uzaklıktan dolayı çoğunlukla görülmesi imkânsız olan^(*) bu madde blokları, eksentrik yörüngedeki turları sı-

(*) Yeni araştırmalara göre camlaşmış su, kuru buz (Co-buzu), metan, amonyak ve meteoritlere benzer mineral ve tozlardan oluşan kuyruklu yıldızlara renklerinden ötürü "kirli kartopu" (*dirty snowball*) tanımı yakıştırılmıştır. Uzay sondaj aracı *Giotto*, Halley kuyruklu yıldızına yönelik incelemelerde, kuyruklu yıldızın siyah bir kabuğu olduğunu ortaya koymuştur. Bu yüzeysel kabuk ışığın sadece % 4'ünü yansıtmaktadır. Kendisi Jüpiter yörüngesiyle Güneş arasında pırıl pırıl yanan bu yıldızın kozmik nesnelerin en karanlıklarından biri olması ironik bir durumdur. (Ç.N.)

rasında, er ya da geç Güneş'in çok yakınlarına gelmekten kurtulamayacaklardır; işte o anda, eski kuşakların korkudan ödlerini patlatan o ıslıl ıslıl görünümlere bürünmeleri de kaçınılmazdır artık. Işık analizleriyle belirlenebildiği kadarıyla Güneş'in sıcaklığı yüzünden kuyrukluyıldızın katı madde bölümünden, karbonmonoksit ve azot gazları hızla çekirdekten uzaklaşıp, gene Güneş ışıınının etkisiyle parlayarak çevreye yayılmaya başlarlar. İşte bu yoldan bu kozmik nesnenin kuyruk diye bildiğimiz parlak bölümü oluşur ve ortaya bir kuyrukluyıldız çıkar. Söz konusu kuyruğun, onun Güneş'e bu en yakın olduğu yörüngede hareket ettiği sıralarda ortaya çıktığını, yörünge Güneş'ten uzaklaştıkça kaybolduğunu söylemeye gerek bile yok. Bu parlak ve muhteşem kuyruk, 100 hatta bazen 200 milyon kilometreye kadar ulaşabilmektedir.

Astronomlar uzun zaman önceleri, bir baştan, bir çekirdekten ve bir kuyruktan oluşan yıldızın kuyruk bölümünün hep aynı karakteristik yöne doğru uzadığını tespit edip şaşırmışlardı. Bu durumda, herhangi bir insanın fazla düşünmeden aklına gelecek ilk ihtimal, hareket eden bu tür kozmik bir nesnenin kuyruğunu ardı sıra arkasında çekip götürmesidir. Ne var ki böyle bir ihtimali olağan sayışımızda, gene kendimizi kuşatan bildik koşulların bütün evrende geçerli olduğu yanılsamamız etkindir. Oysa uzayda hava direnci bulunmamaktadır. Yunanca "komete" (kıllı beden) anlamına gelen sözcükten türetilmiş "komet" in –bizim dilimizdeki kuyrukluyıldızın– kuyruğunu peşi sıra sürüklemesine hangi kuvvetler yol açacaktır ki? Astronomlar bunu bildikleri için, olup bitene de bir başka nedenle akıl erdirememiş-



Bir kuyruklu yıldızın kuyruğu, yörüngesinin her noktasında, Güneş'ten uzaklaşan bir yön gösterir. Bu durum, Güneş'ten, daha birkaç on yıl öncesine kadar ne olduğu bilinmeyen bir gücün yayıldığı- nı gösteren ilk kanıtlardan birini oluşturmaktaydı.

lerdir. Öteki deyişle, bir hava direncinin bulunmadığı ortamda hareket eden öndeki kütlenin kuyruğu, onun önünde, yanında, arkasında, kısacası her tarafında olabilirdi. Oysa söz konusu durumda, şekilde de görüldüğü gibi, bu kuyruk hep Güneş'ten kaçan bir yönde bulunuyordu. Kısacası olması gerektiği gibi rastlantısal, keyfi bir konum söz konusu değildi.

Çizimimiz, tesadüfen Güneş'in yakınından geçen varsayımsal bir astronominin bir kuyruklu yıldızı gözlemlerken ne gördüğünü temsil ediyor. Soğuk madde kütlesinin, yani yıl-

dız başının (çekirdeğinin) belli zaman aralıklarıyla bulunduğu noktalar ve kuyruğunun konumu göz önüne alındığında, kütlenin Güneş'e ilk yaklaşımı sırasında kuyruğunun gerçekten de arkasında yer aldığı izlenimini ediniyoruz.

İşte bu gözlemlerin sonucunda uzun zamandan beri, Güneş'ten, kuyruklu yıldızın kuyruğunu uzayın içinde rüzgâr güllerinde olduğu gibi öne doğru sürükleyen itici bir gücün yayılması gerektiği herkesçe kabul edilmişti. Ancak kısa süre öncesine kadar bu gücün özellikleri konusunda kimsenin en ufak bir bilgisi yoktu. Kimileri bunun, Güneş'ten çıkan ışığın basıncı olduğunu düşünüyordu. Hesaplamalar, bu varsayımın pek de öyle yabana atılacak cinsten olmadığını göstermiştir. Olabilirlikler alanı içinde yer alabilecek bir tahmindir bu; çünkü öylesine ılık ılık yanan komet kuyruğu, gerçekte o kadar ince ve hafiftir ki bu kuyrukları oluşturan gazın yoğunluğu, aşağı yukarı, yeryüzünde modern aygıtlarla yapay yoldan oluşturulan boşluğun değerine eşittir. Oldukça güçlü bir görünüm sunarak ışıldayan bir gökkuşağı da şaşırtıcı ölçülerde “masif” bir kitle gibi görünebilir; oysa hemen hemen cisimsiz bir oluşumdur gökkuşağı da. Öte yandan, daha işin başından beri, kuyruklu yıldızlarda gözlemlenen bu rüzgârgülü efektinin, Güneş'ten büyük bir hızla her yana fırlatılan elektrik yüklü parçacıkların eseri olabileceğini ileri süren biliminsanları da yok değildi.

Kuyruklu yıldızın kuyruğunun yanı sıra başka bir doğa olayından gelen ve biliminsanlarının “ışık-basıncı” varsayımını destekler görünen bir bulgu daha bu tezi güçlendirmekteydi. Bu olay, şu neden beri bilinen “Polar ışıklar” dediğimiz “kutup” ya da “kuzey” ışıklarıydı. Gerçi kuzey ya-

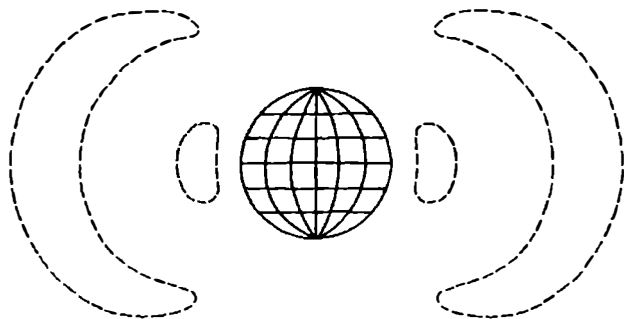
rımkürede kuzey ışığı olarak ortaya çıkan bu olay, Antarktika'da, yani güney kutbunda da gözlenmekteydi. Yeryüzünün seksen küsur kilometre üstünde tespit edilen esrarengiz, soluk ışıklar ve renkler oyununun, düzensiz aralıklarla sadece kutuplarda ortaya çıkan bu olayın, yeryüzünün manyetik alanıyla bir şekilde ilintisi bulunmalıydı; elektrik yüklü parçacıkların atmosfere ulaşmasından kaynaklanıyor olabilirdi bu fenomen. Parçacıkların elektrik yüklü olması şarttı; aksi halde yeryüzü manyetik alanının onları etkilemesi söz konusu olamazdı; elektrik yüklü parçacıklar, manyetik güç alanlarının etkisiyle bu düzensiz renk ve ışık oyununu tam da kutupların üstünde sergiliyor olmalıydılar; başka türlü bir yorum imkânsızdı. Üstelik bu parçacıkların Güneş'ten kopup geldiklerini gösteren çok güçlü bir argüman vardı; Güneş'in aktivitesini artırdığına ilişkin belirtiler çoğaldıkça, özellikle püskürtü ve fışkıрма olaylarının belirgin biçimde artmasından birkaç gün sonra, göze batıcı ve aydınlık kutup ışıkları ortaya çıkmaktaydı. Bu ışıkları gözlemleyen Norveçli fizikçi Olaf Birkenland, yüzyılın başında, ışıkların Güneş'ten çıkan bir tür parçacık ışıınımı, daha doğrusu bir tür "rüzgâr" sonucu oluştuklarını varsayım olarak ortaya atmıştı. Elektrik yüklü olması gereken minicik parçacıkların yol açtıkları bir rüzgârdı bu. İşte o zamanlar ortaya atılan varsayım, bu kadarla kaldı; çünkü o günlerde ek bilgiler toplama imkânı bulunmadığından, kim haklı, kim haksız, ayırt etmek de mümkün değildi.

Bundan altmış yıl sonra, Ruslar ve Amerikalılar ilk uzay uçuşu denemelerine başlayınca durumda değişti. 1 Şubat 1958'de *Sputnik I* ve *Sputnik II*'nin ardından uzaya fırlatılan Amerikan uydusu *Explorer I* yeryüzündeki yapımcıları-

na hiç beklemedikleri ölçüm sonuçları yollamaya başladılar. Uydudaki araçlardan birinin gözlem alanının koşullarına uygun olmayan özelliklerinden ötürü ortaya, az sonra nedenini açıklayacağımız belli ölçüde karışıklıklar çıkmakla kalmamış, dikkatli ve amaçlı uydu gözlemleri, *Explorer*'deki bir aygıtın "arızasının" nedenini kavrayınca, yeryüzüne yakın uzay alanlarının açıklamasına yarayacak yepyeni bir tablo oluşmuş, Olaf Birkenland'ın altmış yıl önceki teorisi de hak ettiği yere oturmuştur.

Olay şu: Amerikalı fizikçi Van Allen'in önerisi üzerine Amerikalılar *Explorer I*'e bir Geiger sayacı yerleştirmiş, böylelikle yeryüzü atmosferinin üst katmanlarındaki elektrik yüklü parçacıkları kaydetmeyi amaçlamışlardı. Van Allen'in o günlerde bu öneriyi nasıl olup da kabul ettirdiğini pek bilmiyoruz. *Explorer I* sadece 13,5 kilo çekiyordu; taşıdığı yük bu oranda iyice sınırlıydı; dolayısıyla da bu ilk Amerikan uzay sondaj aygıtının, ilk görevinde beraberinde hangi aygıt ve ölçüm aletlerini götüreceği konusundaki tartışmalar, kılı kırk yararak sürdürülmüş, şu kalsın bu gitsin önerileri yoğun tartışmalara yol açmıştı. Ne olduysa olmuştu; 1.2.1958'de *Explorer I* start alırken, Geiger sayacı da uydunun içindeydi neticede; ve o zamana kadar adı sanı duyulmamış bir fizikçi, bir anda ortalığa ün salmıştı.

Kaderin garip ve matrak cilvesine bakın ki, ölçü aygıtı bu ilk uçuş sırasında Van Allen'in beklentilerini boşa çıkararak atmosferin söz konusu bölgelerinden en ufak bir bilgi ve veri iletmemişti. Belli bir yüksekliğe kadar memnun edici bir şekilde çalışan cihazın radyo dalgalarıyla yolladığı sinyaller, yaklaşık 1000 kilometrelik bir yükseklikten sonra "kirp"



Dünyamızı saran her iki ışınlam kuşağının konumu ve açılımı. Bu her iki kemer içindeki ışınlam öylesine güçlüdür ki, burada uzun süre kalma durumunda sonuç kesin ölümdür.

diye kesilivermişti. Bunun, bu bölgedeki elektrik yüklü parçacıkların sayısının tahmin edilenden kat kat daha fazla olmasından kaynaklanmış olabileceğini, radyo yayını mekanizmasının tam da beklenen yerde “greve gitmesinin” nedeninin, fazla “yüklenmekten”, öteki deyişle doymuş olmaktan ileri gelebileceğini tahmin eden Van Allen’e bu konudaki daha sonra ortaya çıkan bütün gelişmeleri borçluyuz. Gerçekten de hemen 8 hafta sonra uzaya fırlatılan *Explorer III*’te, ilkinden çok daha az duyarlı bir Geiger sayacı bulunmaktaydı; ve 1000 kilometreden başlayarak atmosferimizin üstünde beklenmediği kadar sık ve yoğun “sert” bir parçacık ışınlamının başladığını yeryüzüne bu aygıt bildirecekti.

Uydular aracılığıyla daha sonra gerçekleştirilen gözlemler,

bu parçacıkların bir kemer ya da kuşak biçiminde Dünya'yı ekvator düzleminde kuşattıklarını ve 15 bin kilometre kadar yükseklikte en üst düzeydeki yoğunluğa ulaştıklarını ortaya koydu. Bu yüksekliğin ardından ışıının yoğunluğu önce düşmeye başlıyor, ancak sözcgelimi 20 bin kilometre yükseklikte bu kez ikinci bir kuşağın var olduğuna ilişkin belirtiler artıyordu. Bu ikinci kuşak, bu kez Dünya'yı hemen tümüyle çepeçevre sarıyor, sadece her iki kutupların üstüne denk gelen bölgelerde birer küçük delik kalıyordu. Bu bölgelerde ışıınımdan eser yok sayılırdı. Her iki kuşak da, bugün *Explorer I*'e o ilk Geiger aygıtını yerleştirtmeyi akıl eden adamın adını taşıyor.

Elbette bu keşifle birlikte ortaya atılan onlarca sorunun hepsinin bir ölçüde ve geçici olarak birer yanıt olsun bulmaları için uzun süre beklemek gerekecekti. Ancak daha baştan reddedilemez bir olgu kendini dayatıyordu: Daha emekleme safhasında olan uzay yolculuğu bilimi (*astronauitik*) beklenmedik bir engelle toslamış, adeta çıkmaza girmiş gibiydi. Çünkü *Explorer III*'ün ve ondan sonraki uzay sondaj aygıtlarının ve uyduların yeryüzüne bildirdikleri ışıınım yoğunluk değerleri, mutlak öldürücü sınırdan dolaşmaktaydılar. Gerçi insansız uzay araçlarının, roketlerin ya da uzay sondaj aygıtlarının araştırmaları sürebilirdi, ama insanlı bir uzay yolculuğu hayali, hakiki bir “astronauitik” geliştirme düşü, sönüp gidiyor gibiydi; hem de daha yolun başında. Işıınlar öylesine yoğun ve serttiler ki, normal bir insanın böyle bir bölgede zarar görmeden belli bir süre kalabilmesi için tonlarca kurşundan oluşmuş kalın kanlara ihtiyaç vardı. Uzay yolculuğu umutları açısından bakıldığında, insanoğlu bir doğa gücünün acımasız egemenli-

ği karşısında karantinaya girmekten başka çaresi bulunmadığını kabul etmek üzereydi; hele mevcut teknolojiyle bir önlem almanın onyılları bulacağı düşünülünce.

Çok şükür ki, başlangıçtaki bütün bu endişelerin o kadar yerinde olmadığı kısa sürede anlaşıldı. Gerçi Van Allen ışın kuşaklarındaki ışınlar gerçekten de kimsenin gözünün yaşına bakmayacak türdendiler; ancak herhangi bir organizmanın ölümle sonuçlanacak bir etkiye maruz kalabilmesi için uzun bir süre ışınlanması şarttı. Ayrıca bu ikinci ışın kuşağı da yaklaşık otuz kilometre yükseklikte birden yoğunluğunu kaybediyordu. Böylece ilk endişeler de dağılıp gitmişti. Uzay yolculuklarında, klasik hızla aşılması durumunda, bu her iki ışın kuşağının da insanı etkilemesi söz konusu olmayacaktı. Sonraki yıllarda da, ta günümüze kadar insanlı uzay uçuşlarında, bu ışın bölgeleriyle ilgili herhangi bir sorun ortaya çıkmadı.

Ne var ki, bundan ilkece çok daha temel, çok daha önemli bir bağlamda bu iki yeni ışın kuşağının keşfinin yeniden gündeme gelmesi gecikmeyecekti. Güneş sistemimiz ile sınırlı gezegenlerarası alanı inceleyen yepyeni bir bilim alt dalının doğup kısa sürede ayrı bir bilim disiplinine dönüşmesi tam da bu sıralara rastlar. Uzayın bütününe değil de “gezegenlerarası” bu bölgeyi inceleyen dalın apayrı, bağımsız bir bilim disiplinine dönüşmesinin elbette birçok nedeni bulunmaktadır. Bu gelişmede, elbette görünür bir gelecekte uzayın sadece bu gezegenlerarası bölümünü Dünya’daki astronomi araçlarıyla araştırma, doğrudan, uzay sondajlarıyla ve insanlı uzay uçuşlarıyla inceleme imkânına kavuşacak olmamızın bir payı bulunmaktadır. Başka deyişle, teknolojik-bilimsel imkânlar şu

aşamada bizi zaten önce bu alana yöneltmektedirler. Ancak bugünkü teknolojimizin daha çok şu anda temsil ettiği rastlantısal düzlemin belirlediği sınırlanmışlığımızın da ötesinde, zaten uzayın önce bu bölümüyle ilgilenmemizin yerinde olacağına anlaşılmasıyla, söz konusu “gezegenlerarası” incelemeler de iyice meşrulaşmaktadır. Uzayın bu “gezegenlerarası” bölümü, kendi sınırları dışında başlayan “boş” bölgelerinden, çok temel ve hayat için önemli özellikleriyle gerçekten de ayrılan, apayrı bir alan oluşturmaktadır. Dikkatimizi bu alan ile sınırlamamızın, daha doğrusu harekete geçirmemizin bir üçüncü nedeni, evrene (uzaya) bakışımızın temelden değişmiş olmasıdır.

Başlangıçta evrene ilişkin tablomuzun değiştiğinden söz etmiştik ve bir bakıma bu tespitimiz elinizdeki kitabın da *layt-motif*’ini oluşturmaktadır. İnsanoğlu bugüne kadar kendi gezegeninin atmosferinin ötesindeki uzay hakkında bilimsel kafa patlamaya başlayalı beri, her seferinde bu uzay bölümünün “boş”, bomboş bir mekândan başka bir şey olmadığını, devasa mesafelerle birbirinden uzak, araları boşlukla ayrılmış kozmik cisimlerin mekânı olduğunu varsaymıştı. Hani doğrudan dile getirmeseler de, biliminsanları da böyle düşünmekteydiler.

Daha otuz yıl öncesine kadar bir astronom, bir insanın uzay koşullarında teknolojik yardımlar olmaksızın niçin yaşayamayacağı sorusuna cevap verirken, en başta, muhakkak atmosferimizin hemen dışında artık bulunmayan yeryüzü koşullarına dikkati çeker, orada soluyacak hava bulunmadığından, farklı sıcaklıklardan ya da gerekli basıncın yokluğundan dem vururdu. Oysa aynı soruya verilecek yanıt bugün hiç

kuşkusuz bir dizi farklı etmenin peş peşe sıralanmasından oluşacaktır; atmosferimiz dışında etkili olmaya başlayan ve yokluklarıyla değil de mevcudiyetleriyle bizi tehdit eden güneş ışınlarından, ani sıcaklık artışlarından, kozmik ışıklardan, güneş plazmasından ya da işte ışın kuşağından örnekler, yeni keşfedilmiş engeller ya da sorunlar olarak birbirini kovalayacaktır.

Başka türlü söyleyecek olursak: Biliminsanları da dahil olmak üzere insanlığın tümü, kısa süre öncesine kadar, uzayın, içinde Dünya'nın tecrit edilmiş bir halde boşlukta salındığı bir hiçlikten başka bir şey olmadığı varsayımından hareket ederlerken, *Explorer*'lerin ve *Lunik*'lerin uzaya fırlatılmasından sonra hızla biriken gözlem verileri, yepyeni bir uzay anlayışı ve tablosu çizmiştir. Uzay henüz ucunu bucağını görmemize imkân olmayan kuvvet ve etmenlerle dolup taşmakta; bu güç ve etkiler onu muazzam süreçlerin olup bittiği bir sahne konumuna getirmektedirler. Orada sürekli gerçekleşen olaylardan bazılarının burada yeryüzündeki selametimiz ve varlığımız için olağanüstü önem taşıdıklarını daha bugünden öğrenmiş bulunuyoruz. Oysa hayatımızı borçlu olduğumuz bu güçlerin ve etmenlerin çoğunun varlığından bile kısa süre öncesine kadar haberimiz olmadığı gibi, normal şartlarda onların farkında da değildik.

Evet bütün bunlar, değindiğimiz gibi, otuz yıl kadar önce söz konusu Van Allen ışın kuşağının keşfedilmesiyle başladı. Etraflı incelemeler, bu kuşakların elektrik yüklü parçacıkların yoğunlaşmasından oluştuklarını gösterdi; sadece kutup bölgelerinde açıklık bırakan dıştaki büyük kuşak elektronlardan; içteki, ekvator düzlemine denk düşen küçük ku-

şak ise çoğunlukla protonlardan meydana gelmişti. Ayrıca burada çok az miktarda helyum çekirdeğine de rastlanmıştı. Kafamızın üstünde, tarif ettiğimiz bölgelerde yayılan bu parçacık yoğunlaşmalarının kaynağı neydi? Bu sorunun tek bir yanıtı olabilirdi: Güneş. Dolayısıyla yapılacak şey, bu parçacıkların nasıl ve hangi etmenlerin etkisiyle atmosferimizin bu üst sınırlarına taşındıklarına bir cevap bulmak olacaktı; ayrıca elbette, bunların kaynağının Güneş olduğunu ispat etmek de gerekiyordu. Uydu gözlemlerinden edinilen veri ve bulgulara dayanılarak sorular tek tek, sistematik bir sırayla ele alındı. Özellikle Rus sondaj araçları *Lunik* ve ile Amerikan uzay araçları *Mariner II* ve *Explorer X*'un Dünya'ya ulaştırdıkları bilgiler, kısa süre içinde, onlarca yıldan bu yana fizikçilerin tartışa geldikleri *güneş rüzgârının* gerçekten de var olduğunu kanıtlamakta gecikmediler.

Verilerin değerlendirilmesi sonucunda ortaya alışıldık dışı, oldukça yeni bir tablo çıkmıştı. Güneş, sadece muazzam miktarlarda elektromanyetik ışın, en başta da ışık ve sıcaklık yaymakla kalmıyor, özellikle, sesin binlerce katı bir hızla Güneş yüzeyini her yönde terk eden proton ve elektronlar biçiminde parçacık ışınımı da ürettiyordu. Aslında bu parçacıklar, Güneş'in yüzeyinin her yerinde bu yüzeye tam dik olarak uzaya fırlatılırlar. Güneş'in böylesine dev bir kütle için nispeten çok yüksek olan rotasyon hızı –yaklaşık 25 günde kendi çevresinde bir tur– “otbiçer makinesi efekti” diye tanımlanan bir duruma yol açar; Güneş'ten ayrılan parçacıkların yolları, bıçkı üstünden saçılan ot misali, uzun sarmallar oluşturur.

Demek ki Güneş sadece maddesi olmayan ışıınım, yani elektromanyetik dalgalar yaymakla kalmaz, kulağa biraz tu-

haf gelse de, cisimsel olarak, maddi yapısını da uzayın her bir yanına saçarak bir miktar kütle kaybına bile uğrar. Uydu ve rileri, Güneş'in bu yoldan saniyede en az bir milyon ton "maddi zarara" uğradığını ortaya koymuşlardır. Muazzam bir miktardır bu, ama merkezi yıldızımızın büyüklüğü düşünüldüğünde bu onun için sıradan bir kılcal damar kanaması olmaktan öteye bir anlam taşımaz. Güneş, bütün ömrünün yarısını oluşturan şimdiye kadarki gelişimi içinde, kütlesinin 10 binde birini bu yoldan yitirmiş olmalıdır.

"Güneş rüzgârı" tanımlaması, söz konusu olayda klasik ışınlımların değil de elementar parçacıkların uzaya yayılıyor olması nedeniyle, oldukça yerinde ve olup biteni gözümüzde canlandırmaya elverişli bir adlandırmadır. Parçacıkların çok küçük olmaları ve atom büyüklüğünü aşmamaları bu durumu değiştirmez. Kısacası, burada, Güneş'ten çıkan bir rüzgâr, sözcüğün gerçek anlamıyla uzaya "esmekte", her yana üfürülmektedir; ama o korkunç hızına rağmen, yeryüzünde tek bir bayrağı olsun kımıldatamayacak kadar yoğunluktan yoksun, ince bir rüzgârdır bu. Ne var ki gene kendisi kadar ince ve hafif, yoğunluksuz bir başka bayrağı, kuyrukluyıldızın kuyruğunu tıpkı bir rüzgârgülü gibi evrende savurmaya da yetip artmaktadır. Bu kuyruğun, kometin "yanından ayrılmayan" o uzun şeridin, elektronlardan oluşmuş güneş rüzgârının hangi yönde estiğini gösteren bir uzaysal "rüzgârgülü" olduğuna hiç kuşku yok.

Görünmeyen Fanus

Evet, aslına bakılacak olursa, güneş rüzgârı, gittikçe artan bir hızla uzaya yayılan Güneş atmosferinin ta kendisinden başka bir şey değildir. Bu atmosferin Güneş’e en yakın kesimleri, Güneş tutulması gibi özel durumlarda ya da göğü gözlemleme araçlarıyla doğrudan çıplak gözle görüldüğü gibi, fotoğraf halinde tespit de edilebilmektedir. Bu atmosfer bir milyon derecelik sıcaklığıyla Güneş’in yüzeyinden çok daha cehennemî bir durumdadır ve bugüne kadar bu ısı farklılığının kökeni doyurucu biçimde açıklanabilmiş değildir.^(*)

(*) Sözü “güneş rüzgârı”na getirmişken, Güneş’in “gezegenlerarası” uzay ya da bölge ile temas ettiği yüzeyin yapısına kısaca değinmek yerinde olacaktır. Güneş’in konveksiyon bölgesi dediğimiz ve çekirdeğinde nükleer reaksiyonların gerçekleştiği bölgenin hemen üstünde “Güneş ışınlamının” kaynağı olarak kabul edilen “ışıkta bir kabuk”, *fotosfer* yer alır. Bizim gördüğümüz ve “Güneş” dediğimiz nesne aslında bu fotosfer alanıdır. 300-400 km kalınlığındaki bu katmanın sıcaklığı 5800 kelvin civarındadır. Güneşimizin de, öteki bir çok yıldız gibi sabit bir yüzeyi bulunmamakla birlikte, fotosfer böyle bir sabit kabuğun temsilcisi olarak kabul edilir. Fotosfer Güneş’in içinde gelen enerjinin

Kulağa çok ilginç ve tuhaf gelse de, fiziksel açıdan pekala akla yatkın görünen ve bugün gökbilimcilerin çoğunca kabul gören teorilerden biri, *korona* adı verilen (Bkz. Resim 12) bu taç tabakanın o derecelere kadar ısınmasının, mekanik süreçlerle bağlantılı bulunduğunu, Güneş yüzeyindeki granüllerin patlamasının bu sıcaklıktan sorumlu olduğunu ileri sürmektedir. Söz konusu madde, ortalama 1000 kilometre çapa ulaşabilen, içinde saniyede 100 kilometreden daha hızlı girdaplar oluşan Güneş içinden gelme muazzam gaz kabarcıklarıdır. Yaklaşık 6000 derecelik bu dev kabarmaların peş peşe patlamalarıyla oluşan gürültünün yüksekliği, her türlü tasarlama yeteneğimizi zorlayacaktır. Olsun; bu onu hesaplayamayacağımız anlamına gelmez. Tanınmış astrofizikçilerin görüşlerine bakacak olursak, Güneş atmosferinin öylesine çılgınca ısınmasına ve güneş rüzgârını oluşturan parçacıkların o hızlara ulaşmasına yol açan etmen, bu korkunç gürültüyü oluşturan enerjiden başka bir şey değildir. Öyle görünüyor ki, Güneş, uzayda kendine çizilmiş kader yolunu izlerken, “yeri göğü birbirine katan bir gümbürtü de” ona eşlik etmektedir; onu işitecek bir kulağın hiçbir zaman var olmayacağını bilsek de!

büyük bir bölümünü de ışık olarak yayar. Işınım kuantları bu aşamada enerji kaybına uğradıkları için “zararsız” ve görülebilir ışık olarak bize ulaşabilirler. Fotosferin hemen üstündeki *kromosfer*, fotosferin ışıınımlarının baskısı altında gözle görünmez durumdadır; ancak güneş tutulmaları sırasında birkaç saniyelğine de olsa kırmızımsı bir halka gibi fotosferi sardığını görürüz bu tabakanın. Bu katmanın üzerinde de “korona” (corona = taç) tabakası yer almaktadır. $1/10^{19}$ gr/cm³ gibi çok düşük kütlesiyle konumuz bakımından bizi asıl ilgilendirecek olan katmandır korona ya da taç tabakası. (Ç.N.)

Dilimizde ta tabaka da denen koronanın görünürdeki dengeli hali, bir yan lsamaya dayanmaktadır. Bir mum alevi ne kadar dingin ve dengeli ise korona tabakası da o kadar dingin ve dengelidir. Dıştan bakıldığında genellikle görünümü hep kendi kendiy le aynı kalan mum alevinde olduğu gibi, hem mum alevini hem de Güneş koronasını oluşturan madde, aslında hiç durmadan alttan beslenmeden edemezler. Yani sürekli bir alttan üste hareket söz konusudur. O muazzam boyutlarına rağmen, Güneş’in koronası da, en çok 24 saat sonra tümüyle yenilenir. Yanan, artık “başka bir mumun” alevidir. Kaynaktan gelen maddeyle, tamamen yenilenmiş bir ateş.

Bunu söyler söylemez, hemen bir başka soru akla geliyor. Güneş yüzeyini böylesine muazzam hızlarla terk eden maddenin o ölçüde de uzaklara gittiğini varsaymamamız için hiçbir neden yok. Güneş’in atmosferi, bütün bu açıklamalara göre, orada, yani gözle g r l r sınırının bulunduğu yerde bitemez. Bu bağlamda da mum alevi benzetmesinin bize yardımcı olması mümkündür. Orada da madde, mumun alevinin gözle g r l r sınırının ötesine geçmekte, bir yandan da mumun fitilinden sürekli beslenmeyi ihmal etmemektedir. Öyleyse soru şudur: Güneş’in ta tabakası, uzayın nerelerine kadar ulaşabilmektedir? Ya da aynı anlama gelen bir başka soru: *Güneş rüzgârı nerelere kadar esmektedir?*

Ender rastlanan Güneş tutulmaları sırasında özel aletlerle yapılan kılı kırk yarıcı gözlemler, koronanın en ince, ancak görülebilen izlerinin Güneş’ten 15 milyon kilometre kadar uzaklıklara ulaştığını göstermiştir. Hatırı sayılır bir uzaklıktır bu, ama öte yandan bu rüzgârın Güneş’e en fazla

57 milyon kilometre uzakta dolanan, yani ona en yakın gezegen olan Merkür'e bile ulaşamadığı anlamına da gelir.

Taze sayılabilecek incelemelere zemin hazırlayan imkânlar ancak İkinci Dünya Savaşı'nın hemen ardından "radyo astronomisinin" gelişmesiyle ortaya çıkabilmiştir. Radyo teleskopların dev parabolik antenleri, en önce evrendeki "radyo dalgalarını" bulup yakalamaya yönelik işlevleriyle öne çıkmışlardır. Bunlar sabit yıldızlardan ve galaksilerden evrene yayılan ve görülebilir ışığa kıyasla dalga boyları çok uzun, frekansları da çok küçük olduğu için, ışın oldukları halde görünmeyen dalgalardır. Astronominin bu nispeten yeni dalının, "radyo astronomisinin" gelişmesi sırasında, başka gözlem nesneleri üzerinde dolaylı yollardan yepyeni bilgiler elde etme fırsatı da doğmuş, anlayacağınız, radyo dalgası kaynağı olmayan gök cisimleri ve olayları hakkında ilginç veriler elde edilmiştir. Güneş'in koronası da bunların arasındadır. Gök bilimciler, bir kez radyo dalgaları antenlerini başka amaçlarla da kullanabilecekleri fikrine kapılır kapılmaz, Dünya'nın Güneş çevresindeki yörünge hareketi sırasında Güneş yakınlarında, daha önceden bilinen bir radyo dalgası kaynağının önünden geçerken, Güneş taç tabakasının bu radyo dalgalarını ne kadar engellediğini, dalgaların başına neler geldiğini belirlemeyi de kafalarına koyup söz konusu buluşmanın her yıl gerçekleştiği dönemlerde sürekli ölçüm yapmışlardı. Koronanın şemsiye olarak etkilerini kaydedip verileri değerlendirmek anlamına geliyordu bu ölçümler. Çünkü Güneş'in bu taç tabakası, istediği kadar az kompakt, yani geçirgenlik bakımından yoğun, sıkışık, katı olma özelliğinden yoksun olsun (kütlesinin 1 cm³'te 1/10¹⁹ olduğunu söylemiştik) tözü gene de söz

konusu radyo dalgalarına bir şekilde etkimekte; bu tabakalardan geçmek zorunda kalan radyo dalgaları yön değiştirme ve kırılma gibi belirtiler verme durumundaydılar. Radyo astronominin yöntemleriyle böylece oldukça erken aşamalarda büyük bir hassasiyetle ölçülmüş oluyordu bu değişimler.

İşte ellili yıllarda bu zekice yöntem sayesinde, koronanın, daha iyi bir deyişle, güneş rüzgârının varlığını oluşturan maddelerin, 70 milyon kilometre kadar uzaklıklara ulaştığını kanıtlamak mümkün olmuştu; bu durumda Merkür yörüngesi Güneş'ten 57 milyon kilometre uzaklığıyla bu yayılma alanının içinde kalıyordu. Güneş plazması ya da rüzgârı, sınırın ötesinde inceldikçe inceliyor, artık ölçümlere tepki veremeyecek hale geliyordu rüzgâr. Bu “solar plazma”nın (güneş rüzgârının bilimsel düzlemdeki doğru adıdır bu), Güneş'ten 150 milyon kilometre uzaklıktaki Dünya yörüngesini bile içine almakla kalmayıp Mars'ın yörünge alanına kadar ulaştığını, özellikle *Mariner* sondajlarının Mars ve Venüs'teki bulguları bize gösterdi.

Demek ki, sadece Güneş'e en yakın gezegen olan Merkür değil, aynı zamanda Venüs, Dünya, Mars gezegenleri de güneş rüzgârının esintileri altında kalmakta, bu rüzgâr onları sarıp sarmalamaktadır kesinlikle. Söz konusu rüzgâra başka bir gözle baktığımızda, onun aslında Güneş'in atmosferi olduğunu yukarıdaki açıklamalarımızdan çıkartmak pek de zor olmayacağına, “esen” rüzgârın muazzam bir hızla sistem içine sarkan Güneş atmosferinden başka bir şey olmadığını rahatlıkla söyleyebileceğimize göre, buradan çıkartılabilecek çarpıcı sonuç, en azından Güneş'in bu ilk 4 gezegeninin, ama ileride göreceğimiz gibi büyük ihtimalle aslında sistemin bü-

tün gezegenlerinin, hakikaten bir anlamda onun atmosferinin içinde bulundukları olacaktır.

Öyleyse Güneş sadece gezegenlerini aydınlatmakla ve onları değişik ölçülerde ısıtmakla kalmaz, onları atmosferiyle de sarıp sarmalar. Bu ancak son birkaç on yılın bulgularının ürünü olan tablo, birilerinin gözü önüne, *civcivlerini koruyucu kanatları altına almış kuluçka, anaç tavuk çağrışımlarına dayalı başka bir görüntü çıkartıyorsa, bu birileri, fazla insanbıçımci, fazla şiirsel, hayal gücünü oldukça zorlayan bir benzetmeye paçalarını kaptırmış oldukları kuşkusunu da haklı olarak taşıyabilirler.* Ama işte, astronomi alanında son onyılların gerçekten büyüleyici, insanın ağzını hayretten açık bırakan buluşlarından biri, en azından güneş rüzgârı ile ilintili olan keşiflerinden biri, bugün bilebildiklerimizin zemininde değerlendirdiğimizde, bu tavuk-civciv benzetmesinin, evrendeki konumumuzu iyi kötü anlatan bir metafor olmaktan da öteye, bu konunun en karakteristik özellikleriyle kusursuz bir yansımasını oluşturduğu gerçeğidir. Bu solar atmosferin koruyucu etkisi olmasaydı, yani güneş rüzgârı dediğimiz esintiden mahrum olsaydık, ne gezegenimiz var olabilirdi ne de onun üzerindeki hayat!

Bu çıkarsamaya bizi hangi gerçek olguların götürdüğüne bir bakalım. Bunu yapabilmek için, başlangıçtaki soruya geri dönmemiz lazım; güneş rüzgârının hangi uzaklıklara kadar estiği sorusuna. Onun Mars yörüngesini kapsadığını söylerken, *Mariner* sondajlarının verdiği bilgilere dayandığımız için, gene de alçakgönüllü bir uzaklıkla yetinmiş, bugün için doğrudan gözlemlerin sonuçlarından öteye geçmemiş oluyoruz. Oysa, bu solar rüzgârın tam da bizim gözlemleme im-

kânlarımızın tükendiği sınırda son bulması gerektiğini düşünmemiz için elimizde tek bir geçerli ve bilimsel düzlemde “mantıklı” bir neden bulunmadığı kesindir. Tersine, bu parçacıkların, Dünya yörünge alanına girdiklerinde hâlâ saniyede 300 kilometreden daha hızlı hareket ettikleri gerçeğini göz önüne alacak olursak, bu hızla, Mars yörüngesinin de oldukça ötesine ulaşmaları gerektiği sonucunu kolaylıkla çıkartabiliriz.

Biliminsanları da aynen böyle tahminler yapıyorlar. Dahası, sondaj aygıtlarının, uzayın şu ana kadar doğrudan gözlemlenebilmiş bölgelerindeki güneş rüzgârı durumu hakkında verdikleri bilgilerden, onun hızından ve yoğunluğundan (biliminsanlarının deyişiyle “parçacık akımından”) ve bu rüzgâra direnç göstermesi muhtemel etmenlerden yola çıkarak, plazmanın uzayda nerelere kadar uzanabilmesi gerektiği sorusunu yanıtlayan sonuçlara varıyorlar. Söz konusu uzay bölgelerine henüz dolaysız gözlem ve inceleme yapabilecek aygıtlar yollayamadığımız için, bugün bu bulguları doğrudan kanıtlamamamızın mümkün olmayışı, bu sonuçları değiştirmez.

Güneş’ten çıkan plazma akımına frenleyici etki yapan iki etmen bulunmaktadır. Bu ikisinden, muhtemelen daha etkili ve güçlü olanı, özellikle gaz halindeki hidrojen ve de hemen bütün evrene yayılmış bulunan ince mi ince, aşırı küçük, yıldızlararası kozmik tozdur. Metin boyunca her vesileyle değindiğimiz bu “interstellar” maddenin, bu kozmik tozun var olduğunu en başta onun fotoğrafını çekebiliyor oluşumuzdan ve yıldızların ışığı üzerindeki etkilerini kanıtlayabilmemizden biliyoruz; bu tozu iyice görmemiz için uzayın birkaç yüz ışık yılı derinliklerine el atmamız şarttır. Çünkü ancak bu uzak-

lıklardan itibaren söz konusu tozun optik katman ya da yoğunluk olarak sunduğu kalınlık, fotoğraflara yansıyabilmektedir.

Bu yoldan yıldızlararası kozmik tozun yoğunluğu (sıklığı) da oldukça kesin tahmin edilebilmektedir. Belli bir yıldızın böyle bir toz bulutu içinden geçişi sırasında ortaya çıkan değişimleri belirlemek yeter bu iş için. Örneğin bu durumda yıldızdan çıkan ışık kırmızılaşabilir. Elbette insanın aklına, böyle bir kırmızılığın yıldızın asıl ışığının rengi olmayıp bir değişimin belirtisi olduğunu nereden bilebiliriz sorusu haklı olarak gelebilir. Ne var ki böyle bir ışığın orijinal mi olduğu yoksa tozun “çarpıttığı”, değiştirdiği bir görünümle mi karşı karşıya bulunduğumuzu tespit etmek aslında işten bile değildir. Çünkü astronomlar, spektroskopik incelemeler aracılığıyla bir yıldızın “gerçek”te hangi renkte parladığını ve sıcaklığını, hiçbir “acaba”ya yer vermeyecek şekilde belirleyebilmektedirler. Dolayısıyla bir kez böyle bir toz içinden geçen yıldızın bilinen özgün rengine kıyasla ışığındaki renklenmenin boyutlarını belirledikten sonra, geriye tozun yoğunluğunu bulmak kalmaktadır. Başka deyişle, bu kırmızılığa yol açan toz kalınlığını belirleyip yıldızın ne kadar uzaklıkta bulunduğunu da tespit ettikten sonra, tozun bu yönde evrende ortalama hangi yoğunluğa sahip olduğunu öğrenebiliriz.

Yıldızlararası kozmik maddenin yoğunluğu çok düşüktür. Serbest uzayda bir santimetreküpe yaklaşık 1 atom düşer. Yeryüzündeki en masraflı ve karmaşık aygıtlarla oluşturabileceğimiz yapay vakumdan, yani boşluktan daha altta bir boşluk demektir bu. Ama bu inanılmaz “incelikteki” mad-

de örtüsü bile eninde sonunda uzayda uçan “güneş plazmasına” bir engel oluşturmada edemeyecektir; çünkü güneş plazması da kaynağından uzaklaştığı ölçüde incelmektedir. Söz konusu plazmanın Dünyamızdan geçerken hangi yoğunlukta ya da sıklıkta bir yapı oluşturduğunu tamı tamına biliyoruz; uzay sondajları kesin ölçümler vermiştir bu alanda da. Santimetre küp başına 5-10 parçacık düşmektedir Dünyamızda. Matematikçiler için bu plazmanın Güneş’ten ne kadar uzaklıkta, kozmik tozun yoğunluğuna tekabül edecek inceliğe ulaştığını hesaplamak çocuk oyuncağıdır.

Bunları bulup ortaya çıkardıktan sonra, daha önce Güneş çekirdeğinde bambaşka bir bağlamda değindiğimiz bir çarpışmanın bir örneğinin de bu alanda hangi koşullarda gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Her ikisi de akıl almaz incelikte olmalarına rağmen gene de eşit ölçüde “yoğun” (sık) iki ortam, büyük bir hızla birbirlerine çarpırmaktadırlar. Çarpışmanın her iki tarafı da sözcüğün gerçek anlamında aynı ağırlıkta olduklarından, çarpışma noktasında gerçek bir tokuşmanın bütün belirtileri ortaya çıkar; ani bir fren olayında görülen sarsıntılar, ısı yükselmeleri ve akla gelebilecek daha bütün öteki sonuçlar burada da kendilerini gösterirler. *İşte uzayın, bu çarpışmanın gerçekleştiği bölgelerinde Güneş atmosferinin de en üst sınırına ulaştığını, bu atmosferin dışı doğru akışının sonunun geldiğini söyleyebiliriz!*

Güneş plazmasının ya da rüzgârının konumunu belirlemek bakımından bu ilginç ve nispeten kolay hesaplama tek başına gene de yeterli değildir. Buraya kadar yaptığımız açıklamalarda güneş rüzgârına fren etkisi yapan ve yol açtığı sonuçlarla, buradaki ilişkileri –matematiksel hesaplamalar ba-

kımından da– oldukça zora sokan ikinci etmene hiç değinmedik. Bu ikinci etmen Güneş sisteminin alanı içinde kalan *manyetik alanlar* etmenidir.

Belli başlı teorik akıl yürütmelerin sonucunda, tıpkı bütün bir evrende olduğu gibi, kendi gezegen sistemimiz içinde de manyetik alanların bulunması gerektiği uzun zamandan beri kabul görmüş bir düşünceydi. Bu manyetik kuvvet alanları, son onyıllarda uzay sondaj araştırmaları sayesinde doğrudan kanıtlanabildiler. Bu manyetik alanlar da, söz konusu güneş rüzgârını frenlemektedirler. Güneş rüzgârının, hidrojen atomunun parçaları olan proton ve elektronlardan oluştuğunu söylemiştik. Bilindiği gibi eksiksiz bir atomun içindeki elektrik yükleri, karşılıklı bir denge içinde dururlar. Ne var ki bu atomlar, güneş rüzgârında olduğu gibi parçalarına ayrılmış olarak ya da “iyonize” biçimde ortaya çıkarlarsa, neticede elektrik yüklü parçacıkların oluşumuna yol açarlar; bu parçaların da, manyetik alanların güçlerinden etkilenmesi kaçınılmazdır. Bu manyetik alanların gezegenlerarası uzayda güneş rüzgârı üzerindeki etkilerini hesaplamak, yukarıdaki ilk etkiyi hesaplamaktan çok daha zor; tahminler yürütmek de o ölçüde güçtür. Çünkü bu alanların gücü hakkında elimizde yeterli bilgi bulunmamakta, ayrıca bu alanların uzaydaki konumu, orada yer alış biçimleri ve hareketleri de, hemen ne anlama geldiğini bilmediğimiz belli bir rol oynamaktadırlar. Gene de birtakım sınır değerleri hesaplamamız mümkündür. Dolayısıyla bu konuda iki hesap yürütülebilir; bunlardan biriyle güneş rüzgârının üzerinde belli ölçülerde fren etkisi yapabilecek teorik düzlemde mümkün en üst de-

ğerler bulunurken, ikinci bir hesaplamayla bunun tam tersi bir yol izlenerek, bu kez de manyetik alanların düşünülebi-
lecek en alt değerleri hesaplamalara çıkış noktası alınabilir. Böylelikle (rüzgârı frenleyecek bütün etmenlerin varsayım-
sal olarak en üst değerlerde faaliyet göstermeleri halinde) Gü-
neş atmosferinin uzayda hangi en uç sınırlara kadar ulaş-
abileceği teorik olarak belirlenebilir; (daha doğrusu bu hesaplara
göre ulaşmak zorunda olduğu üst sınır çıkarılabilir); ardın-
dan da gene bütün etkilerin en alt düzlemde ortaya çıkma-
ları halinde, bu rüzgârın alt limit sınırı kestirilmeye çalışılır.

Elbette bu hesaplar, astronomlarca tekrar tekrar kılı kırk
yararak yapılmışlardır. Sonuç, güneş rüzgârının en elverişsiz
koşullarda bile 1,5 milyar kilometrelik bir uzaklığa ulaşması
gerektiğini göstermiştir; yani rüzgârı frenleyici faktörlerin hep-
si en üst değerleri alacak kadar etkiliyken, bu rüzgârlar Satürn’e
kadar gene de ulaşabilmekte; faktörlerin en az etkili olduğu
durumda ise, 25 milyar kilometreye kadar uzanmaları teorik
olarak mümkün görünmektedir. Bu uzaklığın, toplam Güneş
sisteminin 4 katı olduğunu anımsatmak isteriz!^(*)

Bu iki uç noktadan gerçekleştirilen hesaplamaları göz
önüne alarak ortalama değerlerden yola çıkmaktan başka çare
kalmamaktadır geriye. Çünkü büyük ihtimalle, rüzgârı fren-
leyecek etmenlerin hepsinin birden mümkün en üst etki dü-
zeyinde ortaya çıkmaları teorik olarak söz konusu olamaya-
cağı gibi, bunun tersi de ihtimal dışıdır.

(*) *Voyager II*’nin bulgularına dayanılarak, “güneş rüzgârının” (bi-
limdeki öteki adıyla güneş atmosferi anlamındaki “haliosferin”,
Plüton gezegeninin 4 katı uzaklığına kadar erişip burada “yol-
culuğuna ara verdiği” belirlenmiştir. (Ç.N.)

Bu düşüncelerin sonucunda, üç aşağı beş yukarı bir ortalama aldığımızda, Güneş atmosferinin ya da rüzgârının yayılma alanının Güneş sistemine eşit olduğu sonucuna varırız. Başka sözcüklerle, Güneş sadece sistemin gezegenlerini o bildiğimiz milyarlarca yıllık konumda ve dengede tutmakla kalmamakta, onları uzaklıklarına göre değişik ölçülerde ısıtıp aydınlatmanın da ötesinde, güneş rüzgârı biçiminde var olan atmosferi ile onları sarıp sarmalamaktadır da. Sistemin en periferik noktalarına kadar uzanan bu plazma, Plüton gezegeninin çok uzaklarında bir yerlerde ilkece sınıra dayanıyor olmalıdır.

Böylece modern uzay sondajlarının ilettiği sonuçlar üzerinden yepyeni bir Güneş sistemi görünümü ortaya çıkmıştır. Üstelik sistemin tuttuğu bütün bir uzay parçasının Güneş plazmasıyla doldurulmuş olması sadece akademik yönden, başka deyişle astronomi ve gök fiziği bakımından ilginç ve anlamlı olmakla kalmamakta, bu son onyılların bulguları, uzayın, birbirinden belirgin biçimde ayırt edilebilecek, aralarında sınırlar bulunan bölgelere taksimedilmiş olduğunu göstererek, uzay anlayışımızı da değiştirmektedirler.

O ilk başarılı insanlı Ay yolculuğunun ardından kendilerini heyecanına kaptıranların artık “fetih” sırasının geldiğini söyledikleri “asıl” uzaya, bugüne kadar *Voyager*, *Mariner* gibi sondaj araçlarımızla henüz ulaşabilmiş değiliz. Venüs’e ya da Mars’a uzanan insansız araçlar da asıl anlamdaki “uzaya” çıkabilmiş değillerdir. Çünkü buraya kadar, güneş rüzgârı ya da plazması konusunda açıklayageldiğimiz bilgilerden, Samanyolu’nun bir kıyısındaki sistemimizin kendine

özgü koşulları olduğunu, bizim Güneşimize endeksli bu koşulların da sadece bu sisteme ait olmaları yüzünden, bizim Güneş sistemimizin farklı “çevresel ortamıyla” bütün geri kalan evrenden ayrıldığını kabul etmek zorundayız. Sırf bu sistemin gezegenlerini çevreleyen bir ortamdır bu; anlam ve önemini yeni yeni kavramaya başladığımız bir uzay parçası.

Bu arada bir nokta daha iyice belirginleşmiştir: Güneş’in tamamen egemenliği altında olan ve onun sayesinde bir arada tutulan sistemin bu kendine özgü özel “ortamı” olmasa, yer yüzünde yaşamamız imkânsız olurdu. Bunun anlamını kavrayabilmek için sistemin en kenar sınırındaki bölgelerde Güneş atmosferinin uzayın geri kalan bölümünden ve yıldızlararası kozmik maddeden ayrıldığı yerlerdeki duruma bir göz atalım. Daha önce de bu sınırın bir tür “şok-bölge” tarafından oluşturulduğunu, Güneş plazmasının bu bölgede uzayın kozmik tozu ile buluştuğunu, tam da bu sınırlar boyunca iyice yoğunluğunu yitirmiş hareketsiz kozmik toz ile nispeten hızla hareket eden güneş rüzgârı parçacıklarının çarpıştıklarını söylemiştik. Bu “şok” ya da sınır bölgesinin muazzam, ama boyutlarıyla kıyaslanmayacak kadar ince bir küre yüzeyi oluşturduğu kesindir. Güneş plazmasının her yönde yayıldığını kabul edersek bu rüzgârın, “dıştaki” kozmik uzay tozu parçalarına hızla çarpmaları sonucunda her yönde girdapların, sarsıntıların ortaya çıkması gerekir. Dolayısıyla belli bir merkezden eşit uzaklıkta ve üç boyutlu bir alanda bütün sistemi çevreleyen, “duvarları” güneş rüzgârı ile kozmik tozun buluştukları yüzeyde oluşan bir tür “fanus” sistemi oluşmuş gibidir.

Daha önce değindiğimiz sınır değerleri hesaplama girişimlerini ve bu hesaplama sonuçlarına eklediğimiz düşün-

celerimizi anımsayacak olursak, Güneş plazmasının içinde yayıldığı bu ortamı “çevreleyen” fanus, 12-15 milyar kilometrelik bir çapa sahiptir. “Duvarları” ise en fazla bin ya da birkaç bin kilometre kalınlıktadır. Bu kalınlık, güneş rüzgârı parçacıklarının sakın kozmik toza çarpmalarından oluşan burgaçların derinlikleri kadardır. Kısacası sistemimiz, dev bir fanus içine sarılmıştır; varlığından daha birkaç onyıl öncesine kadar haberdar olmadığımız, görünmez olmaktan da öteye, tam anlamıyla “maddesel” olmayan, “cisimden yoksun” duvarlardan oluşmuş bir kürenin içinde bir yerlerde bizim Dünyamız dolanıp durmaktadır. Bu Dünya’daki hayat yönünden, Güneş parçacıklarının sınır bölgelerde çarpışma sonucu yol açtıkları mekanik burgaç hareketleri, bu parçacıkların doğurdukları “manyetik” burgaç kadar önemli değildir. Çünkü bu “manyetik fırtınanın” koruyuculuğuna sığınarak var olabiliyoruz!

Yeryüzüne sürekli olarak uzayın derinliklerinden çıkan “*kozmetik arka düzlem ışını*” diye tanımlayabileceğimiz bir ışı nım ulaşmaktadır. Hemen yüzyılın başlarında keşfedilen bu ışı nım, fizikçilerin başını hâlâ ağrıtmaktadır. Var olması mümkün olabilecek ve bugüne kadar ölçülebilmiş en “sert” ışı nım olduğu kesindir bunun. Oluşumunu sağlayan parçacıklar hemen hemen ışık hızıyla hareket etmektedirler. Oysa bilindiği gibi bu hız, teorik olarak evrendeki mümkün olan en üst hız limitini de oluşturmaktadır. Bu nedenle de bu ışı nımın “giringenliği”, yani bir yerden geçme yeteneği alabildiğine büyüktür. Metrelerce kalınlıktaki kurşun duvarlar bile ona vız gelir; maden ocaklarının derinliklerinde bile kalıntılarının karşımıza çıktığına bakılacak olursa, yüzlerce metrelik kaya ta-

bakaları bile onun yolunu kesmemektedirler. Allah'tan bu aşırı giringen ışınlam, o ölçüde de "incedir". Onu oluşturan parçacıklar ne kadar hızlıysa, ışınlamın kendisi de o ölçüde zayıftır.

Bütün bunları epeydir biliyorduk zaten. Ancak güneş rüzgârının yol açabileceği sonuçlarla birlikte araştırılmasının ardından, bu ışınlamın da, yeryüzündeki ölçümlerimize dayanarak sandığımızın aksine, hakikatte pek de o kadar masum ve zararsız olmadığı ortaya çıktı. Dışarıda, o asıl uzay dediğimiz, gezegen sistemimizin sınırları ötesinde, herhalde, bugün henüz bilmediğimiz ve ölçme durumunda olmadığımız bir şiddetle ortalığın altını üstüne getiriyor olmalıdır bu ışınlam. Bu ışınlamdan bizim payımıza düşen, şöyle "tadına bakmamıza" yarayacak kadar numunelik bir bölümdür onun; Güneş rüzgârının sistemin çevresine yerleştirdiği o görünmez fanusun "ince", kırıldı kırılacak "duvar" engellerinden geçip bize ulaşan kısmıdır. Çünkü bu fanusun duvarları, istedikleri kadar "ince" olsunlar, sistemimiz ile ve tabii gezegenimiz ile evrenin dört bir yanından üzerimize ışık hızıyla yağın bu ışınlam arasındaki biricik koruyucu kalkanı oluşturmaktadırlar.

Bu koruyan kalkanın hafifliği ve inceliği ile doğadaki mümkün en sert ışınlama karşı gene de koruyucu olabilme yeteneği arasındaki terslik, bu kalkan görevinin hangi ilkeye dayanarak koruyucu mekanizmalarını işlettiğini kavradığımız anda ortadan kalkacaktır. Sözüünü ettiğimiz fanus biçimindeki sistemin içini dolduran güneş rüzgârlarının dış uzayın kozmik maddesiyle buluştuğu sınır şok-bölge, bu "kozmetik yüksek arka düzlem ışınlamını" yutup yok edecek değildir muhakkak; ancak bu görünmeyen ve güneş rüzgârının parçacıklarının burgaç hareketleriyle oluşan, cisimden yoksun manye-

tik fırtınalar, öyle anlaşılıyor ki, söz konusu ışınım ayna etkisi yapmaktadırlar. Işınımın parçacıkları ne öyle öteki parçacıklara yakalanmakta ne de onlarca frenlenmektedirler. Bu tuzaklara düşmeyecek kadar yüksektir enerjileri. Ancak bu sınır bölgelerde manyetik alanlarca yönü değiştirilen parçacıklar, bir ölçüde “elastik” (esnek) bir direncin sayesinde dağıtılıp başka yörüngelere (rotalara) oturtulurlar. Plüton gezegeninin ötesinde duvarlarını “dış uzaya” karşı kalkan olarak yükselten dev küre, güneş plazmasının oluşturduğu koruyucu fanus, evrenin derinliklerinden sistemimizin üstüne çullanan bu yıkıcı güçleri geri döndüren, geçirgenliği olmayan bir duvardan çok, onların yönlerini değiştirip yeniden *uzaya yansıtan bir aynadır*.

Bütün bunlardan çıkarttığımız verilere dayanarak çizmeye kalkışacağımız yeni Güneş tablosunda, Güneşimiz, uzayın her yönüne, içine kozmik yüksek ışınımın girmesini önleyecek kadar hızla “üfürerek” bizi koruyucu bir fanus dolayısıyla Güneş sisteminin tamamını kapsayan küresel bir mekân oluşturan etmendir.

Buradaki Güneş ve Güneş sistemi tablosu, öylesine alışıldık dışı, öylesine büyüleyicidir ki, burada, bütün bunların, ilginç bir bilimsel teori tanımının da ötesine geçen boyutlarına dikkat çekmemiz elzemdir. Güneş plazmasının sayısız uzay sondajlarının verilerine dayanılarak yapılan incelemeleri, *bu rüzgârın sözünü ettiğimiz bölgelerde kozmik toza çarparak şok-savunma alanları oluşturduklarını, bu alanlarda bu çarpışmalara bağlı olarak kilometrelerce derinlikteki manyetik fırtınaların ortalığı kasıp kavurduklarını, aynı manyetik oluşumların bu*

kez evrenin derinliklerinden sisteme saldıran ışıık hızındaki o en sert ışıınımı kırıp yeniden geldiği yere gönderdiğini hiçbir kuşkuya yer vermeksizin kanıtlamaktadırlar. Gerçekten de teo-
rinin ötesindeyiz burada. Her türlü spekülasyon tanımına ka-
palı bir gerçeklikler alanındayız. Fanus biçimindeki sınır de-
fans bölgelerinin koruyucu etkileri neden beri bilinen ama bu
bulgularla birlikte kavranması mümkün olan bir doğa feno-
meniyle birlikte doğrudan ispatlanabilmiştir. *Forbush-efek-
ti*'dir sözünü ettiğimiz fenomen.

Bulucusunun adını alan bu efekt, yeryüzünde ölçülebilir
kozmik yükseklik ışıınınının miktarının belirgin bir biçimde
ama oldukça ani azalmaya başlaması, bu azalmanın genellik-
le birkaç gün sürüp gitmesi, ardından yeniden başlangıçtaki or-
talama seviyeye yükselmesi durumunu tanımlamak için seçil-
miş bir açıklayıcı modelin terimidir. Ayrıca gene uzun zamandan
bu yana, bu kozmik ışıınının düzensiz ortaya çıkan zayıflama
periyotlarının Güneş yüzeyindeki büyük püskürtme ve patla-
malarla zamansal olarak denk düştükleri bilinmekteydi; daha
doğrusu bu büyük patlamalardan düzenli olarak hemen bir-
kaç gün sonra ortaya çıktıkları anlaşılmıştı. Tamam, bu iki olay
arasında bir bağlantı vardı; ama ne türden bir bağlantıydı bu?
Kısa süre öncesine kadar kimse bilmiyordu bunu. Bugün ar-
tık yanıtı biliyoruz. *Forbush efekti*, hiç zorlamasız Güneş sis-
temi içindeki hareketlerle, bu hareketlerin sistem dışındaki uzay-
la etkileşimi konusunda söylediğimiz ve sistem ötesi olaylar-
da Güneş'le bağlantılı olarak anlatageldiğimiz her şeye, biçil-
miş kaftan gibi uymaktadır. Olup bitene bütün olarak baktı-
ğımızda, Güneş yüzeyinde ortaya çıkan yerel püskürmelerin,
kozmik ışıınının geçici olarak zayıflamasına yol açması gerek-

tiğini anlamamız zor olmayacaktır. Çünkü böyle bir püskürmenin ardından daha da artarak sistem içi uzaya fırlatılan korona parçacıkları, elbette güneş rüzgârını da geçici olarak şiddetlendirecek, bu da bildiğimiz sınır-defans bölgelerinin koruyuculuk etkisini artıracaktır. *Forbush efekti* bu bölgenin koruyucu etkisini doğrudan gösteren bir kuramsal ifadedir.

İşte şimdi, Güneş'in, sadece "uzay gemisi dünyayı" ısı enerjisi ve ışıkla takviye etmekle kalmayıp uzaya cömertçe saçtığı enerjinin o minicik bölümünün bize ulaşmasıyla hayatımıza yaptığı katkılar bakımından da "hayat verici" bir yıldız olarak tanımlanmayı hak ettiğini anlıyoruz.

Güneş ansızın soğusa yeryüzünde sadece donarak değil aynı zamanda da kaçınılmaz biçimde "ışınlara maruz kalarak" ölmekten kurtulamayız. Yerkabuğunda ve atmosferinde depolanmış ısı enerjisi, iyi kötü bir süre daha idare edip giderken, o muazzam koruyucu şemsiyenin parçalanması anlamına gelebilecek varsayımsal bir soğumanın hemen ardından, üzerimize yağacak kozmik ışınlar, anında sonumuzu getireceklerdir. Ancak bu türden bulgular, buradaki hikâyenin tüm boyutlarını kesinlikle tüketmiyor; esas hikâye tam da burada başlıyor. Bu yeni buluşların ışığı altında, Dünyamızın, içinde yer aldığı Güneş sisteminde, bu sistemin de gene parçası olduğu galaksi ve uzayda oynadıkları rolün birçok sonucu olduğu gibi bir dizi ilginç soruya da yol açtığını anlıyoruz. Elbette bu türde soruların hepsine birer cevap bulunması söz konusu olamaz. Burada sözünü ettiğimiz keşifler, ortaya çıkartılan ilişkiler, böyle yanıtlar oluşturmayı başaramayacak kadar taze ve yenidirler. Gene de, gerek yakın zamana kadarki evren tablomuzu, gerek Dünya'nın bu evrendeki konumuna ilişkin an-

layışımızı, gerekse de evrende hüküm süren kuvvet etkileri ile aramızdaki ilişkinin durumuna yönelik yerleşik saplantılarımızı enikonu değiştirmemize yetecek, yeni, etkileyici, kendi içinde bütünlüğü olan kapalı bir evren tablosuyla karşı karşıya gelmiş bulunuyoruz.

Daha birkaç onyıl öncesine kadar, Plüton yörüngesinin dışlarına kadar uzanan görünmez bir “baloncğun” koruyuculuğu içinde yaşadığımızı kim hesaba katabilirdi ki? Düşünce ipinin ucunu buradan tutup çekmeye başladığımızda, daha başka şaşırtıcı sonuçlar da bir bir karşımıza çıkacaktır. *Bütün bu sonuçlar, yeryüzünün, dolayısıyla insanoğlunun son tablilde bize tamamen kayıtsız bir evrenin içinde, her türlü bağ ve ilintiden kopuk var olmadığını, gerek varlığımızın gerekse “selametimizin” inanılmaz biçimde karmaşık dokunmuş bir kozmik bağlantılar ve etkiler ağıının oluşturduğu ilişkiler sistemine yerleştirilmiş bulunduğunu göstermektedir.* Şimdi, bir sonraki bölümden başlayarak bizi bekleyen yeni bir şaşırtıcı bulguya değinmek istiyoruz. Ay olmasaydı, ne şu bildik biçimdeki hayat olurdu Dünya’da, ne de bizim varlığımızın esamisi okunurdu!

Gene de Ay ile ilgili açıklamalara geçmeden önce sistematik bir yol izlememiz gerekiyor; olup biteni anlamamız bakımından böyle bir yöntem kaçınılmaz olduğu kadar bu konudaki ayrıntılar, onları istesek de atlayamayacağımız ölçüde çarpıcı ve ilginçtirler.

Bundan birkaç onyıl önce Büyük Sahra’da bir deney gerçekleştirildi –daha sonra Dünya’nın çeşitli yerlerinde değişik biçimlerde tekrarlandı bu deney– ve doğal olarak uydu ve uzay aracı deneyleri kadar kamuoyunun dikkatini çekmesi müm-

kün olmayan bu girişimin amaçları da, öyle ilk ağızda, işin uzmanı olmayan birinin kolay kolay kavrayamayacağı bir alanda biçimlenmekteydi. O günlerde, yeryüzünün 200 kilometre gibi hatırı sayılır bir yüksekliğinde, biliminsanlarınca teleskoplar aracılığıyla dikkatle izlenen ve hem renkli hem de siyah-beyaz olmak üzere defalarca fotoğrafı çekilen bir baryum bulutunu uzaya yayan bir araştırma roketi fırlatılmıştı. Bu deneyde elde edilmiş fotoğrafları, gerçekleştirilme sırasına göre incelediğimizde, roketten püskürtülen bu baryum bulutunun oldukça özgün ve tuhaf davrandığını söylemek mümkündü. İyonosfer dediğimiz bu atmosfer üstü alanda, Güneş'ten gelen ışıkların etkisiyle güçlü flüoresan aydınlığı oluşturduğu için, bu bulutun sunduğu görüntüler son derece netti. Bulut, önce her yana doğru eşit hızda ve ölçüde, düzenli bir biçimde dağılmaya başlıyor, daha sonra yavaş yavaş büyüyerek başlangıçtaki küresel biçimine kavuşuyordu. Buraya kadar zaten kendisinden beklenen “davranışı” göstermiş oluyordu. Ancak birkaç dakika sonra, bulut, sanki ilkece birbirinden tamamen farklı iki tözden (maddi cevherden) oluşmuş izlenimi veren davranışlar göstermeye başlıyordu. Baryumun bir kısmı, hâlâ başlangıçta olduğu gibi küre biçiminde şişip dağılmasını sürdürüyordu, ancak, rengi biraz farklı, silindirik biçimindeki bir bulutun da aynı anda bu ilk bulut içinden çıkıp oluşturduğu silindirik biçiminin uzun ekseni boyunca iki yönde genleşiyordu. Bu anlattıklarımıza, silindirik ekseninin tamı tamına kuzey-güney yönlerine karşılık gelecek konumda oluştuğunu eklememiz gerekiyor. Bu deneyin bu tuhaf görünen sonucunu nasıl açıklayabiliriz?

Aslında işten bile değildir bu. Atmosferimizin her bir met-

reküpü içine yaklaşık 5 milyar atom düşen bu yükseklikte (deniz seviyesinde bu miktar $2,5 \times 10^{19}$ dur) baryum sadece aydınlanmakla kalmaz, atomlarından bir bölümü iyonize olur; iyonize olan atomlar elektronlarından birini kaybederler; dolayısıyla da bulutun içinde gerçekten de fiziksel anlamda özellikleri birbirinden farklı iki madde ortaya çıkar. Baryum bulutunun iyonize olmamış bölümü, mekanik etkilerin altında küre yapısını koruyup genleşmesini sürdürürken iyonize olmuş bölüm, hem farklı renkte ışıldar hem de bu bölümün atomlarının iç elektrik dengeleri bozulmuş olduğundan bu bölüm manyetik alan etkilerine açık hale gelir. Tanı kuzey-güney eksenini doğrultusunda genişleyip silindir biçimini alan bu baryum bulutu, en az kendisi kadar somut ve maddi olduğu halde doğrudan gözlemlenmesi imkânsız bir doğa olgusunu ve olayını görünür hale getirmiştir. *Yerkürenin manyetik alan hatlarıdır bu aracısız gözlemlenemeyen olgu.* İşte Sahara'daki o deney, dünyanın manyetik kuvvetinin oluşturduğu "hatları" baryum "hilesiyle" yerkürenin farklı yüksekliklerinde ölçmeye yarıyordu.

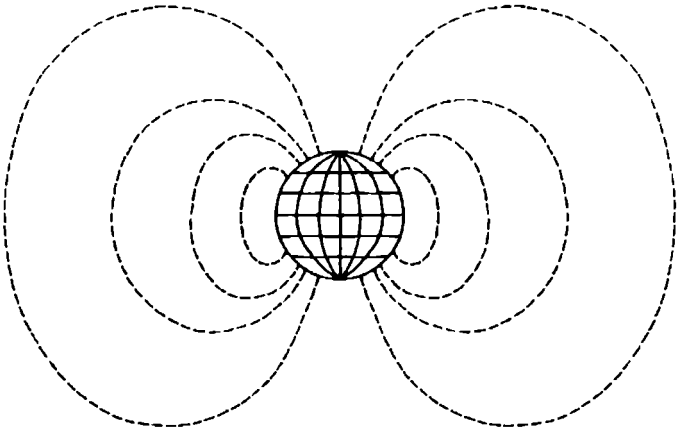
Biliminsanlarının bu manyetik alana ve hatlarına duydukları merakın birçok nedeni bulunmaktadır. Bu meraklardan biri az önce anlattığımız olay ile ilişkilidir. Bizi güneş rüzgârından koruyan doğal etmen(ler) nelerdir sorusunun cevabını bulma merakıdır bu.

Güneş'in sistemin içine saldıgı plazmasıyla, öteki deyişle atmosferiyle ya da rüzgârıyla kendine muhtaç olan gezegenlerini koruduğu düşüncesi, etkileyici ve epey büyüleyici bir düşüncedir. Güneşimizin uydularını dış uzaydan gelen öl-

dürücü ışınlara karşı koruyayım derken bu kez de kendisinin güneş rüzgârı biçiminde elektrik yüklü parçacıkları gezegen sisteminin içine “üfürdüğünü” artık biliyoruz. Saniyede birkaç yüz kilometre hızla gezegen sisteminin dışlarına esen bu rüzgâr Güneş’in kaş yaparken göz çıkarması anlamına gelmiyor mu? Güneş rüzgârının taşıdığı elektron ve protonların Dünya’ya ulaşmaları halinde işimizin bitik olduğunu biliyoruz. Güneş rüzgârının, ışık hızındaki kozmik ışınlara karşı bizi korumasını tercih etmek demek, kırk satır mı kırk katır mı seçeneğine sıkışmak anlamına gelmiyor mu? Gerçekten de astronominin ölçülerine göre burnumuzun dibinde sayılacak bir mesafeden, yaklaşık 150 milyon kilometre uzaklıktan sesin binlerce katı bir hızla üzerimize esen güneş plazması parçacıklarının bombardımanı, hiç de tercih edilemeyecek sonuçlara yol açabilecek cinstendir. Kısacası: Güneş bizi kozmik arka düzlem ışınlamından korur korumasına da, bizi Güneş’ten ne korur? İşte zaten anlaşıldığı gibi, bu soruya da öyle uzun uzadıya cevap aramamıza gerek bulunmamaktadır. Bir pusula iğnesini belli yönlerle döndürmeye ancak yetecek bir kuvvet, bizi Güneş’in şerrinden korumaktadır!

Güneş Rüzgârına Karşı Koruyucu Bir Kafes

Gözle görülemeyen, sadece bir pusula iğnesi ya da uygun bir ağıyla ölçülebilen ya da işte Sahra üzerindeki zekice düzenlenmiş deneyde olduğu gibi varlıkları baryum bulutunun tek tek noktalarında kanıtlanan yeryüzü manyetik alanının kuvvet hatları ya da çizgileri, küremizi gözenekleri sık bir ağ gibi sarmaktadır. Manyetik alanı çıplak gözle görebilseydik, Dünya'nın, kuvvet hatlarından oluşmuş ilkece iki eşit büyüklükte yarım kürece, bir dev kafesle kuşatılmış olduğunu görebilirdik. Bu özel durumu teorik olarak yadırgamamamız gerekmektedir; çünkü Dünya, uçları yerkürenin kuzey ve güney kutup noktalarından çıkan ve kendi dönme ekseniiyle iyi kötü örtüşen bir manyetik çubuk (çekirdek) gibi davranmaktadır. Bu nedenle de bu iki kutuptan Dünya'nın manyetik alanının hatları geçer. Bu iki kutup noktasında hemen hemen dimdik "dışarıya" yükselen bu hatlar gittikçe bükölüp yataylaşır ve çok yükseklerde dönüş yaparak büyük bir yay çizdikten sonra, gene öteki kutba hemen hemen dik biçimde ulaşırlar.



Yeryüzü manyetik alanının kuvvet hatları

İlk bakışta fazlasıyla akademik bir soru intibası veren, “Dünyanın manyetik hatları uzayda nereye kadar uzanıyor?” sorusuna cevap vermeyi mümkün kılan yeni araştırmalar ve sondajlar, kısa süre içinde çok ilginç bir keşif yaptılar. Belirteğediğimiz gibi güneş rüzgârını ve karakteristik özelliklerini de öğrenmemizi sağlayan inceleme ve araştırmalar, ayrıntılara indikçe güneş rüzgârı ile Dünyamızın manyetik alanının birbirlerini karşılıklı “dışladıkları” izlenimini güçlendirmeye başladılar. Bu manzara, araştırmaları yürüten fizikçiler için bir bakıma pek öyle şaşırtılması gereken bir durum değildi; çünkü güneş rüzgârı manyetik alanlarca yönleri de-

ğıştirilebilen elektrik yüklü parçacıklardan oluşuyordu. Birçok uydu incelemesinin ulaştırdığı verilerle birlikte Dünya çevresinde hâkim ilişkiler yakından incelendikçe Dünya'nın manyetik kuvvet hatlarının doldurduğu uzay alanı içinde, çok belli, az ileride açıklamasını yapacağımız istisnalar dışında, pratikte, güneş rüzgârından kaynaklanan tek bir parçacığın bulunmadığı ortaya çıktı. Bu bilgi, her sınamada aynı kesinlikle doğrulanınca, bir kez daha Dünya ile uzay "bölgesi" alanına yeni bir ara-bölge için yer açmak zorunda kalacaktık. Edinilen ve kesinlikle doğrulanan yeni bilgilerle birlikte, "Van Allen kuşakları", "güneş atmosferinin oluşturduğu fanus" gibi "bölge" tanımlamalarına, Dünya'ya yakın uzay parçasını belirten "manyetosfer" tanımı eklendi.

Bu tanımı hak eden alan, Dünya atmosferinin üstündeki, güneş rüzgârının geçmesine imkân tanımayacak kadar yer yüzü manyetik alanının etkisine açık olan alandır. Bilimsel dile ifade edecek olursak, "manyotosfer" plazmadan arınmış halde Dünya'yı saran alandır. Dünya belirttiğimiz gibi, bir mık-natıs çubuğu (çekirdeği) gibi davrandığından, başlangıçta manyotasferin de tıpkı atmosfer gibi sözcüğün tam anlamında bir "sfer" (alan/küresel bölge/gökkubbe) oluşturduğu, yani pratikte küresel bir kubbeyi temsil ettiği düşünülmüştü. Ne var ki işin üzerine gidildikçe ve "manyetosferin" boyutları, ölçüleri birbirini izleyen uydu deneyleri aracılığıyla belirlendikçe, ortaya gittikçe dramatikleşen bir tablo çıkmaya başladı.

En başta, manyetik alanın uzayda Güneş'e doğru yapılan ölçümlerin değerleri birbirine uymuyordu. Sondaj araçlarından gelen sonuçlar yer yer, yüzde yüzlük farklara işaret

etmekteydiler; kimse bu işin içinde ne türden bir bit yeniği bulunduğuna akıl erdirebilecek durumda değildi ilk başta. Ya gözlemlene ve ölçme-değerlendirme işlemleri sorumluydular bu sonuçlardan ya da veri değerleri bir şekilde gerçek karşılıklardan yoksundular. Ne var ki araştırma ve incelemeler sürdükçe, elde edilen en üst ve en alt değerler arasındaki gel-gitlerin somut, gerçek olgulara karşılık geldikleri ve değerlerin doğru olduğu ortaya çıkacaktı. Evet, elde edilen ölçümlerin değerleri her seferinde farklılık gösteriyorlardı ama manyetosferin yeryüzüne en yakın olduğu alan 45-50 bin kilometrenin altına inmezken, gene en uzak olduğu durumun alt sınırı da yaklaşık 80 bin kilometreyi hiçbir şekilde aşmıyordu. Değişen, ama belli sınırlarda dönüp duran bir manyetosfer hareketi vardı sanki. Sonunda birilerinin aklına, bu görünürde keyfi değişkenlik gösteren ölçüm verilerini, Güneş üzerindeki hareketler ile bir bağlam içinde yorumlamak gelince, milletin de gözü açıldı.

Güneş ile Dünya'yı kuşatan manyetik alan arasındaki olay örgüsünün karşılıklı etkileşim bağlantısı, süreçler arasındaki paralellik çok gecikmeden kendini ele verdi. Uzay sondajlarının yeryüzüne bildirdikleri ve kısa süre öncesine kadar keyfi görünen ölçüm değerleri, keyfilik şöyle dursun, Güneş yüzeyinde olup biten olaylarla tam bir yasal düzenlilik ilişkisi kurmuşlardı. Güneş'in nispeten "sakin" olduğu evrelerde, manyetik alan ile güneş plazması (rüzgârı) arasındaki sınırı belirleyen hat, incelemelerin iletmediği değerlere bakılacak olursa, yeryüzünden 70-80 kilometre yukarıya kadar uzaklaşıyor, tersine Güneş'te özel olaylar ortaya çıkar çıkmaz, sözelimi özellikle kuvvetli püskürtme ve patlamaların hemen

ardından, ölçüm değerleri de aynı düzenlilikle küçülmeye başlıyordu.

Durumu açıklayacak bilgiler artık elimizdeydi. Dünya'yı saran ve manyetik kuvvet hatları sayesinde Güneş plazmasını Dünya'dan uzak tutan görünmez manyetik kafes, Güneş'ten saçılan parçacıkların bombardıman ateşine bir hava akımı içine düşmüş sabun köpüğü gibi tepki gösteriyordu. Güneş'te patlamalar, püskürmeler artıp ortaya geçici bir fırtına çıkınca, bu kafes, yeryüzüne doğru dış sınırlarını 20-30 kilometre sarkıtıyor; başka deyişle, kafesin Güneş'e bakan yüzü, oradan gelen basıncın etkisiyle, Dünya çapının iki-üç katı bir oranda içe basılıyor, daha doğrusu Dünya ile Güneş arasında gidip geliyordu.

Bütün bu olayların –güneş rüzgârının taşıyıp getirdiği tanecekler hariç– kesinlikle gözle görülmez olduklarını ve madeten elle tutulur yanları bulunmadığını sürekli göz önünde tutmamız şarttır. Varsayımsal bir uzay gemisi içinde göğün söz konusu bölgesinde durmuş oradan dışarıya bakan biri, bomboş uzaydan başka bir şey görmeyecektir. Bu durum, belki hemen hiçbir zaman yeterince önemsemediğimiz ve kavrayamadığımız, ama bu dizinin kitaplarında üstüne basıp durduğumuz bir olgunun, *duyu organlarımızın gerçekliğin nispeten minicik sayılabilecek bir parçasını algıladıkları, bu parçacığın da, özgün yeryüzü koşullarında var olabilmemiz için biyolojik yönden gerekli olanla sınırlı bulunduğu olgusunun çarpıcı bir örneğidir gene*. Bakıp görüp algılayabildiğimiz dünyanın ve gerçekliğin dışında kalan asıl gerçeklik bölümünün hangi boyutlarda olduğunu, evrenin hakiki, reel konumunun bizim algılama kapasitemizi ne ölçülerde aştığını kolaylıkla unutup

durmaktayız. Aynen bu bağlamda olduğu gibi, manyetosfer ve onun Güneş'in bombardıman ateşine karşı tepkisi, bizim görme algımızın ötesinde bir yerde gerçekleşmektedir; onu ancak modern teknolojik araçlarla tespit etmekten başka çaremiz bulunmamaktadır. Ama bizim algılarımızdan kaçsalar da bu olaylar bizim yaşama alanımızın, Dünyamızın reel, somut öğelerini oluşturmakla kalmazlar, bu özel durumda olduğu gibi, varoluşumuzun vazgeçilmez koşulu olarak da işlev taşıyabilirler. Manyetosferin bizim için anlam ve önemi, güneş rüzgârının bizi kozmik dış uzay ışınlımından korurken taşıdığı anlam ve önemden aşağı kalmaz: O da bizi güneş rüzgârının olumsuz sonuçlarından korur.

Demek ki varlığından kısa süre öncesine kadar kimse- nin haberdar olmadığı iç içe geçmiş iki büyük kürenin koruyuculuğu altında yaşamaktayız. *Güneş rüzgârı fanusunun ve manyetik alan kafesinin*. Güneş rüzgârının oluşturduğu küre, solar plazmanın, öteki deyişle güneş plazmasının interstellar dediğimiz yıldızlararası tozla çarpışmasının sonucu olup Plüton gezegeninin çok ötelere (teorik olarak Güneş ile Plüton arasındaki uzaklığın 4 katına) uzanırken, belli bir bölgede oluşan “şok bölgesince” temsil edilir. Bu alan en azından bütün Güneş sistemini sarar. Manyetik alan ya da manyetosfer birincisinden çok çok daha küçüktür ama biz insanlar ve canlıların hayatı için en az birincisi kadar belirleyici ve önemlidir; bu alan Dünya'yı solar plazmaya karşı bir şemsiye gibi korumaktadır.

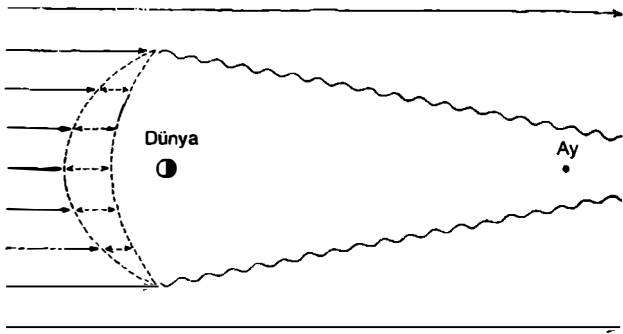
Şimdi bir kez daha bu ikinci “kürenin” biçimine ve yapısına yakından bakıp, onun duvarlarında gerçekleşen olağanüstü canlı ve enerjik süreçleri tanımaya çalışalım. Bu kafesin

Güneş'e dönük yarısının 20-30 bin kilometreye varan gel-gitleri, son yıllarda uzay araştırmalarının verilerine dayanarak oluşturulan tablonun henüz küçük bir parçasını oluşturmaktadır.

Yerküre manyetik alanının Güneş'e bakan bu cephesinin gerçekten de güneş rüzgârının yol açtığı basıncın doğru sonucunu olarak görülmesi gerekiyor; çünkü uzaydaki incelemelerin gösterdiği gibi, Güneş'ten bakıldığında, her iki yana doğru kaçıldıkça, bu sınırlardaki iniş çıkışlar arasındaki dalgalı hareketler de o ölçüde zayıflamaktadır. Bu manyetik alanın bir anlamda her iki kanadında değerler artık neredeyse sabitleşmekte, iniş çıkışlar son bulmaktadır. Güneş'in yüzeyi hangi faal durumda olursa olsun, bu alanlarda yapılan sondajlar, yeryüzü ile bu kenar bölgeler arasındaki uzaklığın neredeyse sabit kaldığını göstermiştir. Yaklaşık 90 bin kilometreyi bulan bir yerlerdedir alt sınır. Güneş'in ancak kanatlardan ve oldukça yatay bir açıdan buralara ulaşan rüzgârı, bu kesimleri ancak "yalayarak" geçmekte, aynı bölgelerde manyetosferin küresel biçimi hemen hemen deforme olmadan korunmaktadır. Yani ancak güneş rüzgârının varlığıyla açıklanabilecek bir durumdur bu; anlayacağımız, manyetosfer, söz konusu sınır bölgelerde, güneş rüzgârının bulunmamış olması halinde bütünde sahip olmuş olacağı biçime çok yakın bir görünüm sunmaktadır. Ancak söz konusu bölgelerde manyetik alanın üst sınırının hemen hemen sabit sayılabilecek (Güneş ile kendi arasındaki) bu uzaklığının, Güneş ile manyetosfer arasında ölçülebilmemiş en büyük uzaklıktan, Dünya yönünde yaklaşık 10 bin kilometrelik bir fazlalığı olması, Güneş yüzeyinin nispeten sakin olduğu sıralarda rüzgârın hâlâ sürekli estiğini, bu "sakin esintinin" bile, manyetik alanı şöyle bir 10 bin kilometre bastırmaya yettiğini göstermektedir.

İlk bakışta, manyetosferin kanat bölgeleri için söz konusu olan sakin ve az çok sabit halini nispeten koruma durumunun, bu manyetik alanın Dünya'nın arkasına düşen, dolayısıyla Güneş ile araya Dünya girdiği için, Güneş istikametinden görünmeyen kısmı için de geçerli olduğu akla gelebilir. Oysa gerçekte umulanın tam tersi bir durum söz konusudur. Manyetosferin, Güneş'e göre Dünya'nın arkasında kalan bölümündeki deformasyonu iyice büyüktür; en fırtınalı, en çalkantılı, ucu bucağı belirsiz olaylar burada sürüp gider. Bu durum, güneş rüzgârının gerçekten de bir "rüzgâr" olmasından, bu yüzden de, yeryüzü ilişkilerinden bildiğimiz rüzgâr tepkilerinin aynısını ortaya koymasından kaynaklanmaktadır. Tekrar tekrar gerçekleştirilen uzay uçuşlarının, ölçümlerin ve özellikle manyetosferin Güneş'e göre Dünya'nın arkasına düşen tarafında hâkim olan hiç beklenmedik koşulların iyice güçleştirdiği hesaplamaların ardından, Dünya'nın Güneş'e bakmayan tarafında, manyetik alanın güneş rüzgârlarıyla 1 milyon kilometreden daha uzak uzay içi bölgelere kadar yayıldığı ve belli bir ölçüde adeta tel tel dağıldığı kesinlikle tespit edilmiştir.

Manyetik alanın, Dünya'nın Güneş'e bakmayan tarafında güneş rüzgârınca, aynen pırpırlayan mum alevinin hareketinde olduğu gibi, titreyerek uzayın derinliklerine taşındığını, bu titremenin sözcüğün doğrudan anlamıyla "mum ışığı benzeri bir titreme"yi temsil ettiğini, 1964 yılı sonuna doğru uzaydaki tarihsel yolculuğunun ilk aşaması olan Mars bölümüne ilişkin bilgileri yeryüzüne ileten *Mariner IV*'ün yaptığı ölçümler göstermişti. *Mariner IV*, bu uçuşu sırasında Dünya'nın çizimde de gösterilen Güneş'e göre arka tarafındaki manye-



Dünya'nın güneş rüzgârı içindeki konumu ve durumu. Burada şekilde görülmeyen Güneş, bu sayfanın ölçüleri esas alındığında, sayfanın sol kenarından tam 50 metre uzaklıkta (bu kitabı bir futbol sahasının santrasında okuduğumuzu varsayarsak, kalelerden birinin içinde) 45 santimetrelilik bir çapla gösterilmiş bir ateş topu olacaktır. O uzaklıktan gelen, proton ve elektronlardan müteşekkil rüzgâr, saniyede 300 kilometre bir hızla Dünya'ya ulaşır. Resimde görüldüğü gibi, Dünya'nın manyetosferi bu rüzgârları karşılar, manyetosferin Güneş'e bakan yüzü, çarpmanın etkisiyle 20-30 bin kilometre kadar Dünya'ya doğru basılır ve tekrar eski konuma yönelip durur. Arka yönde ise, güneş rüzgârı bu manyetik alanı, tıpkı mumun alevi gibi Ay yörüngesinin öte-lerine kadar taşır.

tosfer bölgesinden düz bir rota üzerinde ilerlerken, aşağı yukarı 1 saat içinde yolu tam 6 kez kesilmiş, bu 1 saat içinde saatte 40 bin kilometre hızla yol almasına rağmen, manyetosferin güneş rüzgârı içinde titreyip duran kuyruğunca yakalanmış ve "sollanıp" durmuştu.

Bu olayı şöyle bir göz önüne getirmeye çalışırsak, kafamızın üzerinde bize görünmeden ve en ufak bir ses çıkart-

madan ortalığı kasıp kavuran güçlerin muazzamlığı ve şiddeti hakkında bir fikir edinebiliriz.

Manyetik alanları gözle görebilseydik, uzayın içinde yol alıp duran Dünyamızın, işi kolaylaştırmak için çizdiğimiz şemadaki iki küreli basitleştirilmiş kafes içindeki görüntüsünün gerçek durumu pek de andırmadığını fark ederdik. Bu Dünya şeması, bugün bilebildiğimiz kadarıyla hâkim olduğumuz bilgilerin ışığında göstermeye çalıştığımız ilişkileri göstermektedir. Aslında Dünya tıpkı bir kuyrukluyıldız gibi, peşinden bir manyetik kurdele sürüklemektedir. Gezegenimiz manyetik hatlardan oluşmuş bir kuyruğa sahip bir gökcismidir; üstelik onu kuyrukluyıldıza benzetirken, tıpkı kuyrukluyıldızlarda olduğu gibi, burada da “kuyruğun” dalgalanış yönünü güneş rüzgârının belirliyor olması, “benzetmemizin” tam yerinde olduğunu göstermektedir.

Dünya’nın manyetik şeridi, daha önce sözünü ettiğimiz Van Allen kuşaklarını da açıklayabileceği için de epey ilginç olmaktadır. Buraya kadar söyleyegeldiklerimizi pür dikkat izlemiş biri, “manyetosfer ve güneş rüzgârı” bahislerini kapatmadan önce, sırtan bir paradoksa açıklık getirmek durumunda olduğumuzu fark etmiştir. Çünkü manyetosferi, Dünya’nın çevresindeki plazmadan arınmış, elektrik yüklü parçacıklara var olma şansı tanımayan bir alan olarak tanımlamıştık; bu alanın oluşturduğu manyetik kalkan, bizi güneş rüzgârının elektron ve proton bombardımanından koruyor bile demiştik. Peki o zaman, bu manyetosferin ta diplerinde, Dünya’nın burnunun dibinde, elektron ve protonlardan oluşmuş, alabildiğine yoğun Van Allen ışın kuşaklarının ne işi var? Bu parçacıklar manyetosfere nereden, nasıl girebiliyorlar; manyetik savunmayı nereden aşıyorlar?

Bugüne kadar cevabı tam verilememiş bir sorudur bu. Ancak büyük ihtimalle, savunmanın çöktüğü yer, Dünya'nın Güneş'e bakmayan manyetik kuyruk bölgesindedir. Çünkü bu bölgede manyetik alanın sınırında öylesine yoğun bir fırtına esmekte, öylesine korkunç altüst oluşlar yaşanmaktadır ki, yeknesak bir savunma hattının, ödünsüz bir yalıtmanın oluşturulması imkânsızlaşmakta, yer yer boşluklar ortaya çıkabilmektedir. Kelimenin gerçek anlamıyla düşman güçler arkadan dolanmakta, "solar" plazmanın üç beş parçacığı ikide bir de bu yasak bölgeye girebilmektedir.

Ama bunlar bile, Dünya'nın yüzeyine ulaşmamaktadır. Çünkü bunlar, yeryüzüne yaklaştıkça daha da yoğunlaşan manyetik güçlerin oluşturduğu ikinci bir kafesin direnme hattına çarpmakta, sonuçta içeriye kaçmış bu parçacıklar, artık fiziksel ve elektriksel karakterlerine göre, yeryüzünün 20 bin ve 60 bin kilometre yukarısında yer alan iki Van Allen kuşağından birine yollanmaktadır; fizikçilerin diliyle söyleyecek olursak, her iki "manyetik şişeden" birinin içine hapsedilir bunlar. Evet, daha önce üzerinde durduğumuz iki Van Allen ışıın kuşağı, bu bağlamda ele alındıklarında, güneş rüzgârının kaçak parçacıklarını, istisnai bir şekilde manyetik şemsiyeyi atlatabilen tanecikleri yakalamaya yönelik rezerve alanlardan başka bir şey değillerdir.

Tuzağa düşmüş parçacıkların bu kuşaklar içinde tutsakken bile ne kadar tehlikeli oldukları, oradaki davranışlarından da bellidir. Bunların kinetik enerjileri bir türlü kırılmak bilmez ve bu enerji, ışıının kuşağında tamamen hareketsiz kalamayacakları kadar yüksektir. Tanecikler, bu kuşaklar içinde hemen hemen oraya girişlerindeki hızla deliler gibi yol alır-

lar fakat artık ne yaparlarsa yapsınlar, türbüşon gibi, burgaçsal bir hareketle, Dünya'nın kuzey-güney kutupları istikametinde gidip gelmekten kurtulamazlar. Bu uzun yolu bir gidip bir dönene kadar 1 saniyeden daha az bir zaman yetmektedir. Bu tarz bir varoluş içinde, tek bir tanecik, ötekine göre daha dengeli olduğu bilinen alttaki ışınlam kuşağı içinde, haftalarca, aylarca hatta yıllarca gel-git yaptıktan sonra, eninde sonunda kutuplardaki deliklerden atmosfere kaçabilir. İşte, ya Dünya'nın geçici bir süre için manyetik alanın zayıflaması ya da Güneş'teki püskürme ve patlamaların iyice artması sonucunda ortaya çıkabilen böyle bir tanecik sızma akımı, Dünya'daki radyo-telsiz yayınlarının canına okumaya yeter; burada parazit ve arızalar çoğalırken, kutup ışıkları da öncesine göre çok daha güçlü parıldarlar.

Anlayacağımız, Olaf Birkenland, bundan doksan yıl kadar önce ortaya attığı tahminle, hakiki durumu şaşırtıcı bir doğrulukla saptayabilmişti. Ne var ki işin aslına bakıldığında, işler onun sandığından çok daha karmaşıktılar.

Buraya kadar hangi bağlamlıkları ve ilintileri bulabildik? Önce Dünya'nın uzaydaki yolunu izlerken, dıştan takviye konusunda bağımsız olmadığını tespit ettik. Gerçi besindi, oksijendi, bunlar mevcut malzemenin yeniden yeniden kullanılır hale getirilmesiyle, sürekli hayata sunulabiliyordu, ama Dünya'nın bu işleri yapabilmek için enerjiye ihtiyacı vardı. Söz konusu döngüsel süreçler, dıştan enerji takviyesi olmaksızın yürümüyordu. Böyle bir enerjiyi sürekli olarak karşılayabilecek Güneş'in de ancak termonükleer tepkimelerle bu görevinin altından kalkabildiğini öğrendik. Ayrıca Güneş'in o muazzam

büyüklüğü başka bir anlamda da tayin edici önem taşıyor, çekirdekten çıkan ışıının üzerinde “geciktirici” etkisi yapıp kozmik dev bir filtre olarak çekirdeğin ışıınının o haliyle uza-ya yayılmasını önüyor ve gene o muazzam büyüklüğüne bağlı olarak merkezde baş döndürücü ısıların ve basınçların oluşmasını mümkün kılıyordu.

Burada, önceki kitaplarımızda da altını çizdiğimiz bir ilişkiye bir kez daha değinmeden edemiyoruz. Güneş’e ilişkin bu tespitlere bakarak, Güneş’in, sırf biz burada yeryüzünde var olabilelim diye anlatılan özelliklere sahip kılınmış olduğu düşüncesi, akla yatkın geldiği gibi, böyle bir amacı, bu türden özelliklerin taşınmasının önkoşulu olarak da görme yanılığısına düşebiliriz. Ama böyle bir mantık izlediğimizde, hemen bir ikinci sorunun, hangi yönlendirici gücün, işleri, bu tespit ettiğimiz biçimde amaca yönelik olarak düzenine sokmuş ve hazırlamış olabileceği sorusunun da yanıtını vermemiz gerekir. Gerçekte ise, ilintiyi elbette tersine çevirmemiz şarttır. Güneş –hangi koşulların etkisiyle olursa olsun– kendi doğumu sırasında henüz yerinde yeller esen ve çok uzak bir gelecekte ortaya çıkabilecek bir hayatın, üçüncü gezegeni üzerindeki koşullarına daha baştan uyum sağlayan ve bu koşulları hazırlayan bir yol filan izlemiş değildir. Bu tersten kurulmuş amaçlılık mantığını, olup bitene sondan bakarak, şu bu süreç buraya çıkmak için baştan belirlenmişti diyen ve ilk kitaplarda bol bol tartıştığımız, sonucu neden yerine koyan akıl yürütme hatasını aşmamız şarttır. Tersine, Güneş ile hayat arasındaki ilişkinin bu süreçlere amaca uygunluk görünümünü veren yanı, buradaki tekabülîyetlerin ve hâkim bağlantıların belli bir amaca hizmet ettikleri izleniminin kay-

nağı, yeryüzünden tanıdığımız biçimiyle hayatın, oluşum ve evrim süreci içinde tam da bu koşullara optimal uyumlar sağlaya sağlaya gelişmiş olmasıdır. Hayat, Güneş'in karakteristik özelliklerinin belirlediği Dünya koşullarını doğarken hazır bulmuş; giderek bunlara ayak uydurabildiği ölçüde, ayakta durma şansına kavuşmuştur. Tabii bunları söylerken, sırf bu amaçsızlık mantığı yüzünden, sonucun hiç de öyle hayranlık verici olmadığını ileri sürecek halimiz yok. *Ama işte hayranlık nedenini, her şeyin baştan amacına göre düzenlenmiş olduğu varsayımına dayandırmak isteyen ve burada bulduğunu sanan kişi, kendi bulunduğu noktanın, rastlantısal olarak yer aldığı bir tarihsel-evrimsel konumun ve yerin perspektif yanılmasına kurban olmaktadır!*

Evet, kaldığımız yere geri dönecek olursak, Güneş'in bütün bu olumlu katkılarının yanı sıra tehlikeli de olabileceğini, güneş rüzgârının elektrik yüklü taneciklerinin hiç de öyle şakaya gelir yanları bulunmadığını da gördük. Ama gene, bu aynı rüzgârın bütün bir sistemi bir fanus gibi kuşatan bir kürenin oluşumuna katkıda bulunarak sisteme saldıran kozmik yüksek ışıınımı, sistemin dışında, tam da duvarları bölgesinde oluşturduğu manyetik fırtınalar aracılığıyla uzaya geri püskürttüğünü öğrendik. Güneş rüzgârının nispeten çok zararsız bir artığına karşı da bizi Dünya'nın manyetik alanı korumaktaydı; bu alan ikinci bir küre biçiminde Dünya'yı içine almaktaydı.

Böylelikle karşımıza, bomboş, hayata düşman bir kâinat yerine, binlerce çeşit ilişkinin sarmaşmasından oluşmuş bir ağ örgüsü çıkmıştı. Bu ilişkilerin, Güneş'e yakın bu uzay alanı içinde bir köşeden ötekine uzandığını, bunların mükem-

mel ve kutu kutu iç içe geçmiş dengelerinin yeryüzünde mutlak ve olağan gözüken istikrarını sağladıklarını kavırıyorduk.

Bu alandaki en son araştırma sonuçlarına bu bağlamda bakacak olursak, henüz söyleyeceklerimizin kesinlikle bitmediğini görürüz. Çünkü Ay'ımız da bizi hayatta tutan kozmik ilişkiler ağının içine yerleşmiştir. Ay'ın hayatımızı hangi biçimlerde ve yollardan etkilediği sorusuna yanıt verebilmek için önce başka bir sorunun yanıtını bulmamız gerekiyor. Yeryüzünün manyetik alanının kaynağının ne olduğu sorusunun.

Bir Gezegen Saydamlaştırılıyor

Rüzgârsız, yaprağın bile kımıldamadığı bir gün, yüzeyi pürüzsüz bir su birikintisinin ya da gölün kenarında duran biri, hemen hepimizin günlük yaşantımızdan tanıdığımız bir deneyime tanık olabilir. Kuralda hiç dikkatimizi çekmeyecek kadar olağan gelen, ama *açıklamaya* kalktığımızda işin içinden pek de o kadar kolay çıkmamıza elverişli olmayan bir olaydan söz ediyoruz. Tarif edilen durumda, suyun dibini, hatta biraz uzaktaki, görünürde yüzeyin hemen altında yüzen balıkları görebiliriz, ama biraz öteye baktığımızda, su artık herhangi bir şey görmemizi engelleyen bir handikapa dönüşürken, bu kez de çok çok uzak olan şeylerin yansılarını, gökteki bulutları ya da karşı kıyıyı suda görmekte güçlük çekmeyiz.

Elbette bu olayın açıklaması, daha az yoğun ortamdan daha çok yoğun ortama –ya da tersine– geçen ışık dalgalarının (burada sudan havaya/havadan suya) iki ortamın arasındaki sınır yüzeyde kırıldıkları, geliş açılarından az çok sapmaları gerçeğine dayanmaktadır. Bu durumda ışığın kırılma açısı kırılan ışık huzmesinin dalga uzunluğuna bağlı olduğu gibi birbiriyle sınır oluşturan her iki ortamın özelliklerine, ama

en başta da ışık huzmesinin söz konusu yüzeye düşüş açısına bağlıdır. Işığın yüzeye düşme açısı ne kadar genişlerse yüzeydeki kırılma açısı da o kadar geniş olacak ve nihayet belli bir kritik noktadan sonra ışık artık kırılmayacak, doğrudan yansıma yapmaya başlayacaktır. Tıpkı düz bir sert yüzeye çok geniş açıyla çarpan bir top mermisinin orada bir çukur açmayıp sekmesi gibi, yataylığı artan ışık da kırılıp yoluna devam etmek yerine oradan sekip kendi ortamına geri döner.

Bütün bu bilgiler, okulda öğrendiğimiz fiziğin ABC'sidir. Ama jeofizikçilerin, Dünya'nın iç yapısını öğrenmek için başvurdukları yöntem de bu ilkeye dayandığından, onu biraz anımsatmadan edemedik. Doğal karakteri itibariyle insana kapalı olan kutup bölgeleri, okyanusların ışıktan mahrum derinlikleri ya da şimdi değindiğimiz uzay gibi alanlara, teknoloji zamanla "giriş" yolları bulmaktadır. Uzay ile karşılaştırıldığında nispeten bize çok yakın sayılacak yerkürenin içi ve merkezi gibi bir bölge de bizim doğrudan ulaşım gözlemler yapmamıza kesinlikle müsaade etmeyecek niteliktedir. *Doğrudan* el atmamıza yakın ve uzak gelecekte de kapalı olacak olan gezegenimizin bu iç bölgeleri konusunda yaptığımız bu kötümser tahmin oldukça yerindedir; çünkü kabuğun hemen altı sayılabilecek derinliklere uzanan mütevazı inceleme deliklerini açan teknoloji, iyi kötü bir gelişmeyle ileride daha içlere kadar uzanmamızı sağlayacağına benzememektedir. Merkeze doğru gittikçe artan basınç ve ısı, daha merkeze doğru her türlü yaklaşma düşüncesini hayale dönüştürmektedir. Gene de jeofizikçiler yerkabuğunun 33 kilometre bir kalınlığa sahip olduğunu, ardından yaklaşık 3000 kilometre kalınlığındaki manto kısmının geldiğini, bunu 2160 kilometre kalınlığı olan

demir ve nikel karışımından meydana gelmiş dış çekirdeğin izlediğini; sıvı olan bu tabakanın altında da gene aynı maddelerden oluşmuş olmakla birlikte 2400 kilometre kalınlığındaki asıl çekirdeğin bulunduğunu biliyorlar. Biliminsanları bugün yüzde birlik bir aşınma payına kadar kusursuz belirleyebiliyorlar bu sayıları; çünkü bu, mutlak olarak görme algılarımıza kapalı, doğrudan müdahalelerimize elverişli olmayan bölgeleri sözcüğün gerçek anlamında “görebilmektedirler” onlar. Burada, az önce sözünü ettiğimiz doğa yasasından yararlandıklarını söylemeye bile gerek yok. Hangi türden dalga olursa olsun, belli bir ortamdan ötekine geçerken sınırı oluşturan yüzeyde kırılır ya da yansır, demiştik. Bu yasa, bilimcilerin gezegenimizin içini çıplak gözle görür gibi seyretmelerine yetip de artmaktadır. Göl kıyısında yaşadıklarımızın aynısıdır yaşadıkları. Bölümün girişinde tarif ettiğimiz durumu şöyle de geliştirebiliriz. Gene kıyıda duralım, ama bir imkânını bulup suyun yüzeyine tam dik gelebilecek bir açıda üstten baktığımızı varsayalım. Bu dikey bakışta suyun yüzeyini hemen hemen göremeyeceğimizi biliyoruz. Zemini, balıkları, yosunları, artık dipte ne varsa görme algımızla kaydedebildiğimiz halde, yüzeyin kendisini ancak fark ederiz. Neden? Çünkü bu bakış açısından, yaklaşık 90 derecelik dik bir pozisyondan, bu yüzeyi adeta deleriz. Ama tersine, bakış açımız yataylaşıp yüzey düzlemine, 180 dereceye doğru büyüdükçe, örneğin suyun ortasına yandan bakmaya başladıkça, ışığın kırılmalarının arttığını, deforme olmuş balık görüntülerinden kolayca fark ederiz; artık yüzey kendini dolaylı yoldan iyice ele vermektedir. Sonunda bakış açımızı iyice yatıralım, artık belli bir noktadan sonra ışık bi-

zim için kırılmaz, sadece yansır; suyun yüzeyi yansıyan bir düzlem olarak karşımızda belirir.

Aslında her görme faaliyeti için geçerlidir bu kırılma yasaları. Bildiğimiz gibi, bir nesneyi ışık huzmelerini tutabildiği ya da sıcak bir yaz gününde asfalt üzerindeki sıcak hava birikimlerinin yaptığı gibi bozup, çarpıtıp yansıttığını da görebiliriz. Bilimkurguda ya da ütöpik romanlarda “görünmez adamlar” çıkıp dururlar karşımıza. Yazarlar, bulunmaz hayal gücü örnekleri vererek görünmemekten kaynaklanan tuhaf, heyecan verici ya da hatta komik olayları peş peşe sıralayıp dururlar. Ama işte, bu yazarların o büyük hayal güçlerine rağmen, görünmez olmanın çok belli ve kaçınılmaz bir sonucunu görmezlikten gelmektedirler. Oysa görünmeyen kişi için çok belirgin bir durum ortaya çıkmıştır: Kendini gerçekten herhangi bir yoldan görünmezleştirmiş bir insan, bu durumda kaçınılmaz olarak *mutlak körlük* yaşayacaktır.

Çünkü söz konusu olan ütöpik bir roman bile olsa, görünmezliğini ancak iki yoldan sağlayabilir insan: Ya ütöpik bir teknoloji onun üzerine gelen her yöndeki ışığı, onun bedeninin etrafında öyle bir şekilde dolaştırmaktadır ki, herhangi bir açıdan bu insana bakan kişi, onun arkasındaki nesneleri görürken, onu göremez. Ya da gene, bilimkurguya özgü bir ilaç, onun bütün vücudunu en küçük noktasına kadar istisnasız saydamlaştıracaktır. Ne var ki her iki durumda da bu insanın bir şey görmesine imkân yoktur. Çünkü ilk yöntemin uygulanması durumunda, ışık, herhangi bir şekilde onun vücudunun etrafında dolanmakta, ona ulaşmadığı için kimse onu görmemektedir; ama işte kendisine, yani gözüne dışarıdan ışık ulaşmayan biri de kesinlikle hiçbir şey görmeyecektir. İkinci du-

rumda ise, ışıık, bu saydamlaşmış bedenleri herhangi bir engele çarpmaksızın öylece geçeceğinden, bizimki gene kör kalacaktır. Çünkü, uzun uzun anlatmıştık, görebilmek için bu faaliyeti gerçekleştirebilecek bir organın üzerine düşen ışıık alıp kaydetmesi, kırıp yansıtıp görme organı içindeki hücreler üzerinden sinir empulsiyonlarına ulaştırması gerekir. Dolayısıyla, görünmeyen adamımız, hiç değilse kendisi bir şeyler görmek istiyorsa, en azından gözlerini “görünür” olarak korumak zorundadır ki, bu gözler, üzerlerine düşen ışıık kaydetsinler. Ama işte bu durumda da bilimkurguya pek uymayan grotesk, oldukça gülünç durumların ortaya çıkacağı kesindir; orası ya da burası, bir parçası görünen bir insan, bütün o büyük görünmeme zahmetlerinin amacını boşa çıkartacaktır sonuçta! Ama doğada gene de az çok “görünmeyen adamı” andırır canlılar yok değildir. Hem bedene sahip olup hem de görünme olur mu, diyen kuşkuculara denizanalarının belli türleri inandırıcı kanıtlar sunmaktadırlar. Bu dev planktonların camı andıran bedenleri, ışıığa duyarlı “göz” lekecikleri dışında, tamamen görünmezdir. Saydam olmayan tek yerlerdir göz lekeleri onların ve bunun niçin böyle olmak zorunda olduğunu biliyoruz artık: söz konusu göz lekeleri ışıık geçirmediikleri, dolayısıyla saydam olmadıkları için, siyah ya da renkli lekeler biçiminde, suda öylece tecrit edilmiş gibi salınarak ilginç görüntüler sunarlar. Demek ki görülebilir olan, en azından nesnelerin izlerini tutabilecek kadar saydamlıktan yoksun olan şeydir; ya da ışıık kırabilecek kadar. Tertemiz bir cam kapıya günün birinde toslamış olan herkes bunu doğrulayacaktır.

Jeofizikçilerin arzın içlerini görmelerine yardımcı olan, gezegenimizin içlerini düzenli olarak aydınlatıp seyretmele-

rini sağlayan dalgalar, deprem dalgalarıdır. Bunlar, elektromanyetik olmayan basit mekanik dalgalar niteliği taşıdıkları halde, bunlar için de yukarıdaki kırılma ve yansıtma olaylarında altını çizdiğimiz aynı ilke ve kurallar geçerlidir. Özellikle deprem dalgalarının farklı yoğunluktaki iki katman arasındaki bir tabakaya yatay bir açıdan düşmeleriyle oluşabilecek total yansıma, o katman hakkında bol bol bilgi sunacaktır. Elbette, araştırma yapmak için ille de doğa olaylarını bekleme gibi bir mecburiyet bulunmamaktadır; teknolojik imkânlarla sağlanan yapay patlamaların dalgalarıyla da gezegenimizin içi “aydınlatılabilir”. Yapay dalgalar, ortaya çıkışları tesadüfe bırakılamayacağı için büyük avantajlar sağlarlar. Ne var ki, çeşitli atom denemelerinden de bildiğimiz gibi, bu tür dalgalar, doğanın kendi dalgaları ile karşılaştırmayacak kadar zayıftırlar. (Bir karşılaştırma: Büyük bir deprem, Hiroşima’ya atılan atom bombasının en azından 100 bin katı enerjiye karşılık gelmektedir!) Dünya’da her yıl aşağı yukarı 100 binin üzerinde deprem meydana geldiğinden, bu doğal sarsıntıların dalgaları, yerkürenin içini araştırmamıza yetip de artacak imkânlar sunarlar. Bu dalgaların yerkabuğunda ya da daha içlerdeki tabakalarda hareket hızları, bu tabakaların yoğunluğuna, içlerinden geçtikleri maddenin dalgaları kırma direncine bağlıdır. Hızın en düşük olduğu ortam olan suda, saniyede yaklaşık 1,5 kilometreyi bulabilen bu hız, granit kayalarda ortalama 5-6, yer kütesinin en sert katmanlarında ise saniyede 8 kilometreye ulaşabilmektedir. Doğal olarak, en büyük hız, arzın merkezini tutan çekirdek içinde ortaya çıkmaktadır. Burada saniyede 11 kilometreden daha fazla bir hızla hareket eder bu dalgalar. Yeterince güçlü olan yer

hareketi dalgaları, yerküreyi bir ucundan öteki ucuna katedebilirler; merkezin bir ucundan girip öteki ucundan çıkan bir dalga, bütün bir küreyi dolaşmak için sadece 22 dakikaya ihtiyaç duyacaktır.

Demek ki, bu dalgalar sayesinde sadece farklı yoğunluktaki katmanlar arasındaki sınır bölgelerini tespit etmekle kalmayız, aynı zamanda deprem dalgalarının bu katmanları geçiş hızına bakarak bu alanların fiziksel özelliklerini ve muhtemel kimyasal yapılarını da belirleyebiliriz. Bunu yapmak için yerkabuğu üzerinde, aynı depremden etkilenen mümkün olduğu kadar fazla değişik nokta belirlemek yetecektir. Aynı kaynaktan gelen bu deprem dalgalarının söz konusu kayıt noktalarına ulaşma süreleri, bu dalgaların hızını tespit etmemize yarayacağı gibi kırılma oranlarını da hesaplamamıza imkân tanırırlar.

Ayrıca gene depremlerde ortaya çıkan, ama laboratuvar deneylerinde de teorik hesaplamalara dayanılarak belirlenebildiği üzere, sadece katı maddeden geçebilen, suda ise yol alamayan özel bir tip dalga daha vardır. Örneğin bu yoldan Yeni Zelanda'daki bir deprem merkezi ile kayıt istasyonu arasında bir yerde, sıvı bir bölgenin bulunduğu sonucuna varabiliyoruz.

İşte bu türden gözlemler, katı çekirdeğin üzerindeki yüzeyin 2900 ile 5060 km derinliği arasında yer alan bu bölgenin sıvı olduğunu göstermektedirler.

Dünya çekirdeğinin hemen üstündeki ikinci çekirdek katmanının sıvı karakterde oluşu, bizim konumuz bağlamında büyük bir önem taşımaktadır. Çünkü hatırlayacak olursanız, nasıl oluyor da Dünya bir manyetik alana sahip bulunuyor

sorusundan yola çıkarak buralara varmıştık. Öyle ilk anda sandığımız kadar olağan bir durum değildir bu; iki komşu gezegenimiz, Venüs ve Mars'ın böyle bir manyetik alandan yoksun olduklarını anımsatmamız yeter. Son onyılların uzay araştırmalarına borçlu olduğumuz önemli bulgulara da bir örnektir bu. Bu yüzden de bu iki komşu gezegenin yüzeyleri güneş rüzgârının etkilerine çırılçıplak teslim olmuş durumdadırlar!

Pusulanın Çinliler tarafından bulunuşundan bu yana denizcilerin açık denizlerde yön bulmalarına yardımcı olan manyetik etkiler, daha 1600'lü yıllarda İngiliz doktor William Gilbert'in yayımladığı *De Magnete* kitabından bilinmekteydi. Gilbert, bu kitapta, Dünya'nın büyük bir mıknatıs olduğunu ileri sürüyordu. İleriki yıllarda astronomi ve jeofizik alanından gelen bulgu ve keşifler yerkürenin iç yapısına ilişkin bilgileri artırdıkça, İngiliz doktorun bu görüşünü destekler doğrultuda ve olup biteni kolayca açıklayan kanıtlar da elde edilmiş gibiydi. Anlayacağımız, Ay'ın yörünge hareketini hesaplayarak, buradan, Dünyamızın uydusunu çekme gücü kolayca çıkartılabilir; bu çekim gücüyle birlikte yerkürenin toplam kütlesi hakkında da kesin sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu veriler ile yerkabuğunun bileşimine, bilinen ağırlığına ilişkin değerler birleştirilince buradan kaçınılmaz bir sonuç çıkıyordu: Yerkürenin içinde büyük miktarlarda demir yer alıyor olmalıydı, çünkü dünyanın bilinen hacminin içine, Ay'ın çekimi kullanılarak hesaplanan dünya kütlesi ağırlığının başka türlü sığması mümkün değildi. Böylece taşlar ilk bakışta yerine oturmuş gibiydi; geriye yerkürenin içindeki maddenlerin manyetik özellikli olduğunu kabul etmek kalıyordu.

Biliminsanları, yüzyıldan daha uzun bir süre bu açıklamadan memnun olmamak için bir neden görmediler. Halbuki, Dünya'nın dönüş ekseninin, bu manyetik alanın ekseniyle hemen hemen çakışıyor oluşunun, onların kafalarını karıştırması gerekirdi; çünkü gerçekten de yerkürenin içinde büyük bir demir mıknatıs kütlesi varsa, Dünya'nın dönüşü ile manyetizmin birbiriyle hiçbir alış verişi bulunmamalıydı. Bu fazla basit teoriyi çürüten itiraz, gene de bambaşka bir alandan gelecekti. Yerkürenin içinde beklenenden fazla sıcaklık ile karşılaşılınca, gerçek de kafalara dank etmekte gecikmedi. Maden ocaklarının açılması sırasında derinlere inildikçe, sıcaklığın yükseldiği ortaya çıkmıştı. Yüzeye yakın yerde bilindiği gibi her 100 metrede 3 Celcius derecelik oldukça yüksek bir artış kaydedilir. Gerçi bu artışın içerilere kadar aynı oranda olmadığını ve bu her 100 metrede bir 3 derecelik sıcaklık artışının bu şekilde sürüp gitmediğini kabul etmek gerekiyor; aksi halde belli bir derinlikteki sıcaklığın, akla yatkın düzeylerin üstüne çıkıp teorik hesaplamaları altüst edebilecek boyutlara ulaşması gerekir ki, bu durumda da yerkabuğunun manto katının, aktif yanardağların fokur fokur kaynayan lav fırınlarını hesaba katmazsak, 3 bin kilometre derinliğe kadar hâlâ katılığını koruduğu gerçeği ile çelişen bir sonuç olur. [Yerkürenin katı manto bölgesindeki ölçümlere göre üst manto: 40 km-900 km; alt manto 900 km-2900 km'ye kadar uzanmaktadır.]

Yüzeyin 3 bin kilometre derinliğinde –buradaki müthiş basınca rağmen– her 100 metrede 3 Celcius derecelik bir artışın aynı oranlarla sürüp gittiğini kabul ettiğimiz anda, 2900 km'lik bir derinlikte yaklaşık 90 bin derecelik bir sıcaklığın

hâkim olması gerekir ki, bu da söz konusu katı tabakanın durumunu korumasını imkânsızlaştıracaktır.

Yerkürenin içindeki sıcaklık hakkında pek güvenilir sayılar verebildiğimiz söylenemez. Ölçülen basınçlardan ve doğal haliyle karşılaştığımız radyoaktif elementlerin sürekli parçalanmasıyla açığa çıkan enerjinin oluşturduğu sıcaklık ölçülerinden hareketle, yaklaşık 40 kilometre bir derinlikte 1000 derece, 3 bin kilometrede 3 ila 5 bin derece ve merkez bölgede, yani yaklaşık 6 bin kilometrelik bir derinlikte, aşağı yukarı 10-12 bin derecelik bir sıcaklığın hüküm sürdüğü hesaplanmaktadır. Bu sayılar istedikleri kadar kesinlikten uzak olsunlar, yerkabuğunun şöyle 20 kilometre kadar içlerinde 775 derecelik bir sıcaklığın hüküm sürdüğü kesinlikle bilinmektedir; hani biraz ötesindeki bir sıcaklıkta demirin mıknatıslık niteliğini tamamen yitireceği bir değerdir bu. Bu anlaşılır anlaşılmaz, ne zamandan beri çözülmüş görünen bir sorun da yeniden biliminsanlarının başını ağrıtmaya başladı. Dünya'nın manyetik gücünün kaynağı olarak kabul edilen içlerdeki mıknatıslı demir çubuk (çekirdek) teorisi iki seksen yatıvermişti. Ardından, bu sorunu açıklamak için yeniden başlatılan ve günümüze kadar da uzanagelen incelemeler, Dünya'nın manyetik alanlarının doğuş ve ortaya çıkış sorununun öyle görüldüğü kadar basit olmayıp alabildiğine karmaşık ve komplike bir yumak oluşturduğunu gösterdiler.

Bu araştırmalar, en başta, araştırmacıların o günlere kadar cankurtaran simidi gibi sarıldıkları açıklamaların tartışılır olabileceğini göstermekle kalmadılar, bundan da öteye, yerkürenin manyetik alanını, statik, hareketsiz, sürekli bir mıknatıslama ile açıklamaya çalışan görüşlerin de yanlış önkö-

şullara dayalı varsayımlardan yola çıktığını ortaya koydular. Manyetik alanın gücünde düzensiz iniş çıkışların varlığını belirleyen bulgular, sanıldığı gibi, Dünya'nın merkezinde sürekli, sabit bir "mıknatısın" yer almasının mümkün olmadığını, aksi halde bu iniş çıkışların kesinlikle söz konusu olamayacağını göstermeye yetmişlerdi. Düşünceyi tersine çevirerek ifade etmek istersek: Bulgular, manyetik alanın henüz bilinmeyen bir süreç içinde Dünya'nın içlerinde bir yerlerde kesintisiz yenden yeniden üretildiği varsayımını benimsemeye zorluyorlardı bizi.

İşte Amerikalı fizikçi Walter Elsasser'in ilk kez ortaya attığı ve bugün Dünya'nın manyetikliğini açıklayıcı bir teori olarak genelde benimsenen "*dinamo teorisi*"nin çıkış noktasında da bu bulgular yer almaktaydılar. Bu açıklama, fizikte, süreklilikten yoksun (kesintili) bir manyetik alanın üretilmesi ve ayakta tutulması konusunda bilinen tek imkândan hareket etmektedir. Anlayacağınız, manyetik kuvvet hatlarının elektrik akımıyla üretilme imkânından. Bu teoriyle birlikte soru, "manyetik alanın nedeni olarak göz önünde tutulabilecek elektrik akımları yerkürenin içinde nerelerde, nasıl var olmaktadır?" biçimine büründü.

Bu tür akımlar, ancak elektrik bakımından iyi iletken maddenin içinde akabilirler. Dolayısıyla da ilk bakılması gereken yer elbette metaller, sonra da iyonize olmuş gazlardır. Bugün gerçekten de atmosferin üst katmanlarındaki gaz iyonları hareketlerinin, iyonosfer denen alanda, Dünya'nın manyetik alanına çok mütevazı bir katkıda bulunacak kadar manyetik güç ürettiklerini kabul eden ve bunu mümkün görenler var. Ancak yerkürenin, eski deyişle arzın söz konusu ol-

duğu yerde, sadece metalleri, dolayısıyla da en başta muazzam miktarlardaki demir-nikelden oluşmuş çekirdeği göz önünde bulundurmak zorundayız. [Bu çekirdekte demir % 79,4; silisyum % 7,4; nikel % 4,9; oksijen % 4,1 ve kükürt % 2,3 payla yer almaktadırlar.]

İşte tam bu noktada bu çekirdeğin dış bölümünün sıvı olması, olup bitene tayin edici bir etki yapıyor. Çünkü yerkürenin bu bölümünden manyetik etki üretilmesinin biricik yolu, bu sıvı tabakanın dev bir jeneratör işlevi taşımasından geçer. Bütün hesaplamalara da denk düşen akla yatkın bu manyetik alan üretme imkânı, sıvı, akışkan demirin, buradaki kitleye kazandırdığı hareketten ibarettir. Ayrıca hesaplamalar, sıvı demirin çekirdek üzerinde hangi hızla döndüğünü bile sayısal olarak ortaya koymuşlardır. Yuvarlak hesap, 40 bin santigrat sıcaklığındaki bu kütle saatte 1-2 km yol almaktadır.

Sözünü ettiğimiz dinamo teorisi, fizik alanından bakıldığında tutarlı, kendi içinde çelişki taşımayan bir teoredir. Ayrıca tekrar tekrar gündeme gelen ve hiç de öyle olağan sayılmayacak bir olguyu, Dünya'nın manyetik kutupları ile coğrafi kutuplarının büyük ölçüde örtüşmelerini, yani yüzeyin manyetik kuvvet hatlarının dönüş ekseninin her iki uçta küreyi deldiğı yerden yüzeyi terk etmelerini de açıklayabilmektedir. "Dinamo teorisi" ışığında bu durumun anlaşılması mümkündür; çünkü akışkan yerküre çekirdeğinde başlangıçta düzensiz, aralarında sistematik bir bağlantı bulunmayan burgaç hareketlerinin ya da şiddetli çalkantıların hüküm sürdüğünü kabul edebiliriz. Elbette bu çalkantılar da akımların oluşmasına yol açmakla kalmayacak, bu akımlar da gene man-

yetik alanların oluşumuna destek vereceklerdir; ama düzensiz kaynak hareketlerinden ötürü bu manyetik alanlar da farklı kapsamlarda ve görünürde gelişigüzel, bütün bir Dünya'ya yayılmış olacaktırlar. Kısacası, o aşamada, bugünkü yeknesak, güneş rüzgârını yakalayan manyetik kafese hiç de benzemeyen, daha çok parçaların birleşmesinden oluşmuş, şu kırk yamalı halıları andıran bir büyük alan ortaya çıkmış olmalıdır. Bugün gözlemimize yakalanan somut manyetik alan ilişkilerinin böyle bir tabloya pek uymaması, yani Dünya'nın manyetik alanının bir bütün oluşturması, bu bütünün iki simetrik parça olarak tam da kutuplardan her iki yana ayrılması, Dünya'nın kutuplardan geçen eksen etrafında dönmesinin sonucudur; bu kesin. Küremizin istikrarlı ve sürekli rotasyonu, çekirdeğin o düzensiz çalkantılarına ve burgaçlarına da neticede bir düzen vermiştir. Dünya'nın topağ hareketi, merkezdeki kimi burgaçları daha da güçlendirirken gene kimilerini söndürmüş, böylece çekirdekteki darmadağınık, yönü yolu belirsiz çalkantı ve akıntıları sonuçta ister istemez yeknesak, tek yönlü bir dönme hareketinin içinde birleştirmiş, başka deyişle dağınık güçler, belli bir yönü tercih eder hale gelmişlerdir.

Merkez çevresindeki akışkan kütle ve çekirdeğin metal karakteri ve üstüne üstlük Dünya'nın kendi ekseni çevresinde dönmesi; bütün bu etmenler bir araya gelerek buluşmadan, bizi solar bombardımandan koruyan manyetik alan oluşmazdı. Birbirini tamamlayan onca parçasal süreç, gezegenimiz üzerindeki hayatı mümkün kılışlarıyla gerçekten her türlü övgüye layıktırlar, ama iş bununla da bitmemektedir. Burada artılarını eksilerini ortaya koyduğumuz hesabın ta-

mamlanması için çok tayin edici bir faktörün işin içine katılması gerekir. Eni konu tarif edip anlattığımız dinamo teorisinin, Venüs ve Mars'ın Dünya'dan farklı olarak niçin bir manyetik alanları bulunmadığı sorusu ile ilişkilendirilmeye elverişli olup olmadığına biraz yakından baktığımızda, bu eksik de giderilecektir. "Dinamo" açıklaması, buraya kadar tannıtığımız haliyle, mademki Dünya'nın manyetik alanının oluşmasını ikna edici biçimde izah edebilmektedir, o halde, uzay araştırmalarının iki komşu gezegenimiz hakkında ortaya koyduğu bu bağlamdaki gerçek durumu, bizimkine ters düşen bulguyu da açıklamaya yetebilmelidir. Bakalım yetiyor mu?

Mars'ın durumunda bu görevin üstesinden geliyor gibidir dinamo teorisi. Mars'ta manyetik alanın bulunmamasının nedeni, burada bulunmasının da açıklayıcı bir desteğidir. *Phobos* ve *Deimos* adlı iki aya sahip olan dış komşu gezegenimiz, gerçi 6800 kilometrelik çapıyla, Dünya'nın yarı büyüklüğüne ulaşabilmektedir ama, Dünya kütlelerinin sadece onda biri kadar bir kütlesi bulunmaktadır; yoğunluğu ise, Dünya'nın ortalama yoğunluğunun yaklaşık yüzde yetmişi kadardır. Başka sözcüklerle, çok büyük bir ihtimalle Mars'ın Dünya'nınki ile karşılaştırılabilir bir madeni çekirdeğe sahip olması mümkün görünmemektedir ve merkezindeki muhtemelen var olan maden cevherleri de, Mars kütlelerinin küçüklüğü nedeniyle nispeten düşük düzeydeki basınçları göz önüne aldığımızda, herhalde akışkan değildir. Kısacası, Mars'ın manyetik bir alandan yoksun olması, Dünya'nın manyetik alanını oluşturan etki ve ilişkileri açıklamakta ve buraya kadar tannıtığımız haliyle bu teoriyi nispeten basit bir yoldan doğrulamaktadır.

Ama iş Venüs'e geldiğinde, durum karışır. Aynı soruyu burada da ortaya attığımızda, ortaya düşündürücü sonuçlar çıkmaktadır. Venüs'ün büyüklüğü neredeyse Dünya kadardır; 12.103.6 km'lik ekvator çapı ve Dünya'ninkinden sadece yüzde yirmi eksik kütlesiyle [Dünya: 5.974×10^{24} kg; Venüs: 4.869×10^{24} kg. Bu "güzellik tanrıçamız" gene de hemen hemen Dünya kadar ağır ve yoğundur. Dünya: 5.515 gr/cm^3 ; Venüs 5.243 gr/cm^3] Başka deyişle, Dünya'nın bildiğimiz o özgün iç yapısının oluşumuna yol açan benzer koşullar burada da mevcut olduklarına göre, Venüs'ün de metalik bir çekirdeğe sahip ve hiç değilse bu çekirdeğin bir bölümünün akışkan ve hareketli olduğunu kabul etmek zordur.

Koşullar yerküreninkine istedikleri kadar benzesinler, Venüs'ün gene de dişe dokunur bir manyetik alanı bulunmamaktadır. Ne olabilir bunun sebebi? Bir açıklama, bu gezegenin olağanüstü ağır rotasyon, kendi etrafında dönme hareketine dayandırılabilir. Kısa süre öncesine kadar bu gezegenin koşulları konusunda bilgimiz yok denecek kadar azdı. Karbondioksitli atmosferi sürekli olarak yoğun ve bulanık olduğundan, yüzeyini görmek bir türlü nasip olmamıştı. Kendi eksenini çevresinde dönme hızına gelince, bu hız 243,019 Dünya günüdür. [Bir Venüs günü, bir Venüs yılından daha fazla sürer. Uranüs ve Plüton'la birlikte Güneş sisteminde "retrograd" bir yörünge izleyen Venüs, anlayacağımız, öteki gezegenlerin tersi yönde bir yörünge üzerinde yol alır. Güneş'e göre kendi çevresinde dönme hızı ise 117 Dünya günü olarak hesaplanmaktadır. Ekseninin dönme düzlemine (ekvatora

göre) neredeyse dik oluşu yüzünden bu gezegende mevsimlerden söz edemeyiz!)]^(*)

Venüs'ün bu hızından ve hareket özelliğinden başka bir anlamda da ilginç bir sonuç çıktığını anımsatabiliriz. Bu bulgu iyice doğrulandığında, farklı hızlarla ve ters yönlerde Güneş'in çevresinde dolanan bu iki gezegenin birbirine en yakın oldukları konuma, iç kavuşma durumuna her gelişlerinde, Venüs'ün Dünya'ya hep aynı yüzünü dönmesi anlamına gelmektedir bu. Bu ilginç yüz yüze gelişin ise bir tek bilimsel açıklaması olabilir; o da Venüs'ün Güneş'in etrafında dönüşü yıldızımızca belirlenirken, kendi eksenini etrafındaki dönüşünün yerkürenin çekim gücünün etkisi altında olabileceği varsayımdır. Varsayım doğrulanırsa, Venüs'ün bize bakan ama çıplak gözle görülmeyen yüzeyinde, bizim gezegenimizin çekim gücünün etkilediği muazzam asimetrik biçimlerin var olduğu, gezegenimizin bu girinti çıkıntılar üzerindeki çekim etkisi ile Güneş'in çekim etkisinin birbirini denkleddikleri bir noktada, Venüs'ün bugün bildiğimiz kendi çevresindeki ro-

(*) Venüs'ün rotasyonu ve Güneş çevresinde dönmesiyle ilişkili hesaplar, sabit bir yıldızın mı, Dünya'nın mı ya da Güneş'in mi referans alındığına bağlı olarak çeşitli değerler ortaya koymaktadır. Burada ilginç olan odağı manyetik alan sorunuyla sınırlı olduğu için, bu gezegenin hareketleriyle (gök mekaniğiyle) ilişkili, çevirisi ve açıklaması bizi de çok zorlayacak bilgileri, bulduğumuz kaynaklardan buraya almayı gerekli görmedik. Bu gezegenin Dünya'nın Güneş'e göre izlediği yörüngenin tersine döndüğünü, bir anlamda Güneş'in orada batıdan doğup doğudan battığını, belli konumlarda ve periyotlarda da Dünyamıza hep aynı yanını gösterdiğini söylemek Dünyamız koşullarının, daha burnumuzun dibindeki kozmik dostlarımız için bile geçerli olmadığını göstermek bakımından yeterince ilginç görünmektedir. (Ç.N.)

tasyon hızına kavuşmuş bulunduğu ileri sürülebilir.^(*) Kimi astronomlar, Venüs'ün söz konusu yüzeyinde, Dünya'nın çekim gücünden iyice etkilenebilecek kadar yüksek sıradağların bulunması gerektiğini, bu noktaların Dünya'nın "saldırdığı" noktalar olduklarını ileri sürmüşlerdi. Daha 1962'de *Mariner II*, gezegenin genelde çok sıcak yüzeyinde "soğuk" bir lekenin, öteki yüzey durumuna göre nispeten daha düşük sıcaklıktaki bir bölgenin varlığını bildirmişti. Bu bilgilerin ardından buradaki "soğuk leke"nin, soğuk Venüs bulutlarının bile üzerine kadar yükselebilen bir dağın tepesi olma ihtimaliyle açıklanabileceği ileri sürülmüştü. Gene kimi astronomlar, Venüs yüzeyinin akışkan-balçığımsı bir özellik taşıdığını, dolayısıyla Dünyamızın çekim gücünden etkilenip biçim değişikliklerine uğradığını, buradan bir tür gel-git efekti doğduğunu, bunun da Dünya ile Venüs arasındaki ilişkiyi açıklayacağını düşünmüşlerdi.

[Bugün, örneğin kuzey yarımküredeki bir anakarayı andıran *Ishtar Terra* bölgesinin Kuzey Amerika kadar büyük olduğunu, bunlardan *Maxwell Dağları* adı takılan bölümün 8 km kadar yüksekliklere ulaştığını biliyoruz. *Aphrodite Terra* adı verilen ikinci büyük anakara görünümlü alan ise hemen

(*) Günümüzde Venüs gezegeninin rotasyonunun bugün bilinen hızının muhtemel bir astroid çarpışmasıyla açıklanabileceği yolumdadır. Ancak sadece varsayım düzeyindeki bu açıklamanın herhangi bir kanıtından söz edilememektedir. Öte yandan Dünya ile Venüs gezegeninin Güneş çevresindeki (biri ters yönde olsa) dönme periyodunun $365:245 = 2/3$ oranının bu dönüş hızında karşılıklı etkileşimlere (rezonanslara) işaret ettiği düşünülmektedir. Wikipedia, 2008, Venüs maddesi. (Ç.N.)

hemen Afrika'nın yarısı büyüklüğündedir ve yüksekliği 9 bin km'yi bulan masif oluşumlar içerir. Bu gezegenin yüzeyinde çapları 104-280 km arasında değişen 8 krater tespit edilmiştir. Venüs'teki volkanik patlamaların Dünyamızdaki gibi düzenli periyotlara yayılmayıp ani ve büyük patlamalar şeklinde ortaya çıktığına ilişkin bulgular vardır. Öte yandan gezegenin varoluş süreci içinde lavların hiç eksik olmadığı bu yüzeyde, gene Dünya'nın çekim gücü etkisiyle deformasyonların ortaya çıktığını, bir tür Dünya'ya bağlı med-cezir (gel-git) hareketlerinin gerçekleşmiş olabileceğini, dolayısıyla da Venüs'ün dönüş hızının bu anlamda da Dünya'dan etkilenmiş olacağını düşünenler yok değildir.]

Sonuç olarak, Dünyamızın da katkısıyla ya da başka herhangi nedenlerle, nispeten yavaş dönen Venüs'ün bu rotasyon hızının, bir bölümünün akışkan olduğunu varsayabileceğimiz Venüs çekirdeğindeki çalkantıların, düzensiz hareketlerin, bizde olduğunun aksine Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönme hızı sayesinde, eninde sonunda belli bir tek yönde toplanıp akmasını sağlayacak düzeye ulaşmamış olması yüzünden, orada Dünya'nın gibi bir manyetik alan doğmamıştır diyebilir miyiz? Bütünlüğü olan, dağınıklık göstermeyen, güçlü bir manyetik alanın eksikliğini açıklayan bu görüş doyurucu mudur? Venüs'te işin içine katmak zorunda olduğumuz muazzam kütleleri düşündüğümüzde, pek de doyurucu sayılamaz bu açıklama. Çünkü kütleler ne kadar büyükse bunların hareketlerine, daha doğrusu dönüş empulsiyonlarına uymayan ama bunları da içine alan topağ hareketi (istediği kadar yavaş olsun), bu kütlelerin dönüş empulsiyonlarına etkmeden, iç türbülansları bir düzene sokmadan edemez.

Yoksa, bir ay'dan yoksun olduğu için mi manyetik alanı bulunmamaktadır Venüs'ün? İlk bakışta, öyle kafadan atma bir tahmin gibi görünebilir bu. Ne var ki, şimdiye kadar, “öyledir” diye çıkış noktamıza önkoşul olarak koyduğumuz, nedenleri üzerinde ise hiç düşünmediğimiz varsayımsal durumların üzerine gittiğimizde; yani bir gezegenin akışkan, sıvı çekirdeğindeki çalkantıların, burgaç ve öteki hareketlerin hangi etmenlerce meydana getirilmiş olduğu sorusunu önümüze koyduğumuzda, manzara değişmektedir. Dinamo teorisi, bu ilksel çekirdek üstü akışkan bölge hareketlerini hipotezinin çıkış noktası olarak almış, sonra da bu düzensiz ilk hareketleri belli bir yönde, belli bir düzenle akıntı haline getiren etmenleri, Dünya'nın topaç hareketine dayanarak açıklamaya çalışmıştı. Başka deyişle, burada bir hareket vardı, sadece zamanla belli bir düzen içine girmişti o kadar.

Ama işte “zurnanın zırt dediğı yer” de buradadır. *Bildiğimiz gibi, Dünya çekirdeğinin akışkan durumuyla bir dinamo çubuğı gibi davranarak sonuçta bir manyetik alan üretimi sağlayabilmesi için, çekirdeğin akışkan olması yetmez; hareket halindeki bu bölümün mantodan daha hızlı ya da daha yavaş yol alması şarttır.* Manto katmanını ile iç bölümün aynı hızda hareket etmesi bir anlamda hareketsizlik anlamına geleceğinden, bir manyetik etkinin doğması da imkânsız olacaktır. Biliminsanları, Dünya'nın akışkan çekirdek bölgesi ile katı manto tabakası arasında “diferansiyel rotasyon” terimiyle tarif edilen farklı hızlardaki dönmenin zorunluluğuna dikkati çekmektedirler.

Buraya kadar böyle farklı iki hızın varlığını, nedenleri açıklamadan şart olarak kabul etmiş, giderek çekirdeğin akışkanlığına işaret ederek bu akışkanlık ile onu saran katı ta-

bakalar arasındaki dönme ilişkisini manyetik alanın yaratıcısı olarak kabul etmiştik. Ne var ki olup bitene biraz yakından bakacak olursak, içinden çıkılmaz önemli güçlükler ile karşı karşıya bulunduğumuzu da kavrarız. Çünkü yerküre manto tabakasının ve çekirdeğin farklı hızlarla dönüyor olmaları, olağan olmaktan öteye, anlaşılması zor bir durum arz etmektedir. Tersine, böyle bir varsayımı tutturabilmek, onu bilimsel mantıkla temellendirebilmek son derece zordur. Hakikatte, Dünya'nın iç katmanları arasında böyle farklı iki dönüş hızının bulunması zorunluluğunu akla yatkın hale getirme gerekliliği; dinamo tezinin dayanağını olduğu kadar zaaf noktasını da oluşturan farklı hızlar varsayımı, bütün bir teori içindeki en çetin ceviz olarak belirlemektedir; bugüne kadar doyurucu bir şekilde açıklanmayan bir sorun olarak.

Sıvı çekirdekteki farklı hızdaki hareketin enerji kaynağının ne olduğu, dolayısıyla da bu hızın niçin mantodaki hızdan farklılık gösterdiği sorusu, burada karşı karşıya bulunduğumuz durumun temel fizik yasaları bakımından gösterdiği tuhaflıkla ilintilidir. Dinamo teorisi, yerkürenin topaç gibi dönme hareketinin sıvı çekirdekteki hareketi etkileyip düzenlediğini, bu nedenle de Dünya'nın bu topaç hareketinin eksenini ile manyetik hatların çıkış uçlarının kesiştiğini söylerken, asıl manyetik etkinin doğabilmesi için zorunlu olan farklı hareket hızlarının kaynağına hiç değinmediğinin farkındayız. Kolay yutulur bir lokma değildir bu farklı hız meselesi. İçinde misafire çay ikram ettiğiniz bir çay fincanını düşünün; ne kadar özen gösterdiyseniz de, birkaç çay yaprağının fincanın dibine çökmesini, yani süzgeçten kaçmasını önleyemediniz diyelim. Şimdi bu fincanı elinizle çalkalayın. Bu dönüşe rağmen,

başlangıçta o birkaç yaprak, ilk hareketsizliklerine bağlı olarak, atıl durumlarını koruyacaklardır. Üzerlerinde duran ve baskı yapan sıvı, bunların bulundukları yerde, fincanın dönüşünden etkilenmemelerini sağlar. Ancak fincanı çalkalamayı sürdürdükçe durum da hızla değişir. Önce yavaş yavaş sonra hızlı, bizim çay yaprakları da bu dönme serüvenine katılacaklar, sonunda içindeki çay da dahil olmak üzere, ne var ne yok, her şey fincanın dönüş hızına eşit bir hızla, bir eksen çevresinde yol alacaklardır. Çok basittir bu olayın açıklaması. Sıvının iç sürtünme direnci ne kadar küçük olursa olsun, çayın dış bölgelerindeki sürtünme ile çay fincanının sıvıyla temas eden yüzeyindeki sürtünme, sonunda sıvının bütün parçacıklarının çay fincanıyla birlikte dönmesini sağlarlar. Nispeten kısa sayılacak bir süre sonunda tam uyum içinde bir dönme ortaya çıkar; çay ve fincan, kapalı, tek bir cisim gibi hareket ederler.

Öyleyse, akışkan yerküre çekirdeği niçin kürenin öteki katı katmanları gibi aynı hızla dönecek hale gelene kadar milyonlarca yıl içinde onlara ayak uydurmamıştır? Katı ya da sıvı, muazzam bir basınç altında bulunan bu yerküre içi bölgenin sürtünme direncinin, oldukça koyu olan bu sıvının öteki tabakaların dönüşünden etkilenme ihtimali öylesine yüksektir ki, birkaç milyar yıl içinde o sabit hızla kendi çevresinde topaç gibi dönen yerkürenin hızına aynı hızla ayak uyduramayışına bir anlam verebilmek imkânsızdır.

İşte dinamo teorisi ne kadar ikna edici, itirazlara kapalı görünürse görünsün, ilk görünüşündeki tutarlılığa rağmen, bu nokta onun en zayıf halkasını oluşturmaktadır. Bir dinamo makinesinin çalışabilmesi için elektromıknatıs denen çe-

kirdek kısmının hareket etmesi gerekir. Yerkürenin durumunda, çekirdeğin hareket etmesi demek, zaten hareket eden üst katmanlardan –hızlı ya da yavaş– daha farklı dönmesi demektir ki, bu da hiç öyle normal, olağan bir durum değildir. Bu ikileme sessizce boyun eğmeyi bir yana bırakıp ondan çıkış yolunun nerede olduğunu sormamız gerekmektedir. Evet, bu ikilemin kıskaçından nasıl çıkılabilir?

Bugün birçok bilimsan, yerküre çekirdeğinde “termik konveksiyon akımları”nın varlığını esas alan yardımcı bir varsayımla dinamo teorisini kurtarmaya çalışıyorlar. Söylemek istenilen şu: Sıvı çekirdeğin en derin noktaları ile, dışta, merkezden oldukça uzak bölgeleri arasında hatırı sayılır bir sıcaklık farkı bulunduğunu kabul edebiliriz; çünkü çekirdeğin sıvı bölgesine dıştaki tabakadan bastıran basınç, sıvının dış yüzeyleri ile iç bölgeleri arasında oldukça farklı etki yapacaktır. Dolayısıyla da umulan ısı farklılıklarını doğuracaktır. Ve bildiğimiz gibi, bir sıvının daha sıcak olan bölgeleri (parçaları) yukarıya, daha soğuk olanları ise aşağıya doğru hareket etme eğilimi gösterirler.

Dolayısıyla bu türden sıcaklık farklılıklarının mevcudiyetiyle ortaya çıkan “termik” akış süreçlerinin sıvı yerküre çekirdeğinde de işbaşında olduklarını kabul etmemizde bir sakınca yoktur; hani bu durumu doğrudan kanıtlamamıza yarayacak –şimdilik– herhangi bir yöntemden yoksun bulunsak da. Öte yandan, bu türden konveksiyon hareketlerinin varlığını bir kez kabul ettiğimizde, az önce sözünü ettiğimiz ikilemden de bir miktar kurtulabiliriz. Çünkü bu katmanlarda gerçekten de bir şeyler akmaktaysa, ne türden olurlarsa olsunlar, hareket süreçleri gerçekleşiyorsa, bu durumda Dün-

ya'nın dönme hareketi de etkileyeceği bir şeyler bulmuş; yer-kürenin söz konusu bölgesinde, Dünya'nın topaç hareketleriyle düzenine sokulan çalkantılar, burgaçlar birbirini kovalarken, içteki değişik hareketler de bu dönmeye direnç oluşturarak hız farklılığına yol açmış olmalıdır. İşte bu durumda, küremizi, büyük bir dinamo makinesine dönüştüren, giderek, varlığından kuşku duymayacağımız manyetik alanı açıklamaya da yetecek veriler var demektir.

İçteki sıvının hareketine ilişkin bu ek açıklamalarla, bugün için bu konuda bilinenin, daha doğrusu, az çok anlaşılır nedenlerle bilindiği varsayılanın sınırlarına gelip dayanmış oluyoruz. Dinamo teorisi, bu varsayımlar üzerinde akla yatkın ve benimsenebilir bir teori niteliğine kavuştuğu gibi, bu alanla ilgili sorunların önemli bir bölümünü açıklayabilecek hale geliyor; özellikle manyetik alan hatlarının Dünya'nın kendi eksenini çevresindeki dönüşü ile örtüşmeleri anlaşılır bir ilişki oluşturuyor. Bugün artık, dinamo teorisinin manyetik alanın yorumunda ilkece birçok sorunu açıklamaya elverişli olduğunu, işin özünü yakaladığını hemen bütün biliminsanları kabul ediyorlar. Ama işte nasıl olup da bu çekirdeğin, dışta dönen ve klasik dinamo mekanizmalarında “rotor” denen parçaya karşılık gelen tabakayla farklı bir hız oluşturarak “elektromıknatıs” işlevini gerçekleştirdiği konusunda bugüne kadar henüz gerçekten doyurucu, nihai bir yanıt –en azından bu teorinin bağlamında– verilebilmiş değildir. Hatta çekirdek sıvısının termik farklılıklardan ötürü içsel kendi hareketini açıklayıcı bir unsur olarak öne süren tezin de oldukça kamburu bulunmaktadır.

Aslında hiçbir bilimsanı, sırf belli bir teorinin ya da hipotezin açığını kapatmak ve “kurtarmak” için kotarılmış yardımcı hipotezlere başvurmaya bayılmaz. Oysa şu değindiğimiz termik hareketler hipotezi, bu türden “kurtarıcı” hipotezlerin ene sıradan örneklerinden biridir. Çünkü bu termik hareketlerin somut varlığına ilişkin herhangi bir belirti, bir kanıt ortalarda görünmezken, kanıt olarak, bunların var olabileme ihtimalini ortadan kaldıracabilecek herhangi karşı nedenlerin mevcut olmadığını hatırlatmanın ötesinde başka bir dayanağımız bulunmamaktadır. Evet, hepsi bu. Bugün bu hipoteze hâlâ dört elle sarılıyorsak, bunun biricik sebebi, başka yönleriyle tertemiz bir görünüm veren bir teorinin içindeki bütün güçlüklerin üstesinden bir çırpıda gelebilmeyi ideal bir şekilde mümkün kılmasıdır.

Yardımcı hipotezin ikinci kamburu, sözü edilen sıvı içi fırtınaların, o çalkantı ve burgaçların, görüldüğü kadarıyla hiçbir zaman kanıtlanamayacak ya da reddedilemeyecek olmalarından ileri gelmektedir. Halbuki, günün birinde ispatlanması ya da çürütülmesi mümkün görünmeyen bu türden varsayımlar, bilimde ilkesel ve anlaşılması kolay nedenlerle fazlasıyla rahatsızlık verirler. Ve bütün bu lafların ardından, bir adım daha atarak, şu komşu gezegenimizi, Venüs’ü bir kez daha anımsayıp Dünya ile olan onca benzerliğine rağmen niçin karşılaştırılabilir bir manyetik alandan yoksun olduğunu soralım. Benzerlikten, Dünya’nınki ile karşılaştırılabilir bir büyüklüğü ve yoğunluğu kastettiğimizi biliyoruz. Dolayısıyla böyle bir basınç altında onun da sıvı bir metal çekirdeğe sahip olmasından daha doğal bir şey olamaz. Böyle olunca da, işin içine gene kurtarıcı olması için ayaküstü kotarılmış bir yar-

düncü, ek hipotezin zincirleme tepkisini sokmadan, bu sıvı çekirdek içinde, niçin termik akıntıların çalkalanıp durmadıklarını; Dünya'nın söz konusu olduğu yerde onun manyetik alanını açıklamakta kullanılan manyetik akımların orada niçin ortaya çıkmadıklarını sormak gerekmez mi?

Görüldüğü gibi bu alanda son söz henüz söylenmemiştir kesinlikle. Bu durum, manyetik alan konusunda bu her iki komşu gezegen arasındaki belirgin, somut farklılıktan; anlayacağınız, Dünya'nın Ay adını verdiğimiz bir uyduya sahip olması gerçeğinden yola çıkan bir teoriyi iyice ciddiye almamız için bir başka nedendir.

Bu teorinin tayin edici avantajı, Dünya çekirdeğindeki hareketlerin açıklanmasına sunduğu ölçülebilir etmenlerin doğrudan ispatlanabilir nitelikte olmalarıdır. Teorinin temel düşüncesi de basit olduğu kadar şaşırtıcıdır. Dinamo teorisinin güçlüğü, Dünya'nın milyarlarca yıldan beri aynı tempoda ve düzenli bir şekilde dönmesine rağmen, yerküre içindeki o hareketlerin, bu dönüşle senkron olamamış o hızların nasıl olup da ortaya çıktıklarını akla yatkın bir biçimde açıklama yetersizliğinde kendini ele veriyordu. Aşağıdaki bölümde yakından ele almayı ve üzerinde durmayı öngördüğümüz açıklama, böyle bir sorunun, gerçekte belki de hiçbir şekilde var olmadığı varsayımından yola çıkıyor; çünkü böyle bir soruna yol açabilecek tayin edici şartın hiç ortaya çıkmamış olma ihtimali bulunmaktadır: *Dünya'nın dönüşünün başlangıçtan bu yana hep aynı hızla gerçekleşmesi şartının.*

Son onyıllarda atom saatleri, ilk kez, “gökcisimlerinin hareketlerinin başlangıçtan sona aynı biçimde ve hızda” sürüp

gittiği sanısının, Dünya'nın dönme hareketiyle ilintili olarak eleştirel bir gözle değerlendirilmesini sağlamışlardır. Bu arada, belli gözlemler neticesinde uzun zamandan beri beslenip duran bir kuşku nihayet kuşku olmaktan çıkıp bir olguya dönüşmüştür: Astronomların yol göstericiliği altında, onların kılavuzluğuna sığınarak biliminsanlarının düne kadar kullanageldikleri zaman ölçütü, safdışı kalmıştır. Konumuz bağlamında bütün bu sonuçları bir arada yorumlamak istersek, bizim Dünyamızın bir manyetik alana sahip olmasının nedeni, hepimizin, gökte dolunay varken, genelde olduğumuzdan az buçuk daha “hafif” çekmemizdir diyebiliriz. Bakalım, bu lafların altından ne çıkacak!

Dünya Zamanı Şaşıyor

Aslına bakacak olursak, nedir ki “zaman”? Günlük yaşantımızda dilimizden düşürmeyiz bu kavramı; ne kastettiğimiz ve ettiği konusunda da kimsenin en ufak bir kuşkusu yoktur. Gelgelelim “zaman” üzerinde düşünmeye başlar başlamaz, zaman esrarengiz bir şekilde kavrama yeteneğimizden kaçmaya başlıyormuş gibi bir izlenim ediniriz. Bu konuda hiç de yalnız değilizdir. “Zaman” nedir peki? 5. yüzyılda Aziz Augustinus zamanın, eylem ve düşüncelerimizi düzenleyen en alışılmış kavram olmakla birlikte, tanımlanması en zor kavram olduğunu söylemiştir: “Kimse bana, zaman nedir? diye sormadığında, ne olduğunu biliyorum onun, ama sorana onu izah etmem gerektiğinde, ne olduğunu söyleyemem. ”

Modern felsefe, zamanın üzerinde düşünmeye başlayan hemen herkesin başına gelen bu karakteristik, ne diyeceğini bilememe durumunu –zamanın “özünün” ne olduğu konusunda içine düştüğü çaresizliği yorumlamaya çalışırken– zamanın, bilincimizin ve gerçekliği yaşayışımızın kurucu önkoşullarından biri olduğunu, dolayısıyla da bütün yaşantı ve deneyimlerin *önkoşulu* olarak, kendisinin bireysel deneyimimize kapalı, yaşantımıza bir bütün olarak teslim olmayan bir olgu olduğunu ileri sürerek aşmaya çalışır. Modern fel-

sefeye göre yaşantımızda zaman olarak algıladığımız şey, “zamansallığın” (zamanlı olma özelliğinin) belli başlı tarzlarıdır ve bu tarzların çok farklı *biçimleri* mevcuttur. Öyleyse, zamandan söz ediyorsak, zamansallığın hangi biçimini kastettiğimizi doğru dürüst ifade etmek zorundayızdır.

Zamansallığın burada aslında üzerinde durmayacağımız ilginç bir biçimine bir örnek verebilmek için, psikologların “yaşanılan zaman” dedikleri şeye bir göz atabiliriz. Bizi “doldurduğunu” ya da bize bomboş geldiğini söylediğimiz zamandır bu; kâh hızlı akar, kâh geçmek bilmez bu zaman. Üstelik bu söylediklerimiz öyle içi boş, karşılığı bulunmayan ruhsal yaşantı durumları değil, bilimsel olarak varlığını kanıtlayma imkânını bulabileceğimiz durumlardır; gerçekliği yaşama tarzları, belli yaşantı biçimleridir. Psikolojik deneylerde, zamanın “hızlı” aktığı ya da “geçmek bilmediği” duygusunu yaratan koşullar, güvenilir bulgular biçiminde tespit edilebilmekte, hatta kişinin zamanı hangi boyutlarda yavaş ya da hızlı algıladığı, daha doğrusu ona göre zamanın ne kadar yavaş ya da hızlı aktığı bile belirlenebilmektedir. İnsanın belli bir zaman dilimini duyumsamasındaki farklılıkların nedenleri ve bunlara yol açan mekanizmalar bilimsel-psikolojik yöntemlerle ortaya konabilmektedirler. Zamanı algılamamızda başlıca iki kavram öne çıkar: Olayların sırası ve süresi. Zaman algımız, yaşanılan zamanı, *şimdiyi* kapsarken, *geçmişte* yaşanmış ve *gelecekte* yaşanılacak olaylar, zaman algısı olarak yaşantımıza giremezler; ama işte tam da bu noktada, istediği kadar paradoksal görünsün, *reel olarak bize verilmiş olan dilimler, sadece gelecek ve geçmiştir*. “Şimdi” ise, bu anlamda reel bir durum oluşturmaz; çünkü düşündüğümüz, öğrendiğimiz, şim-

di’de yaşantımıza dahil ettiğimiz her şey, anlam ve önemini ancak beklentilerimiz, umutlarımız ve endişelerimiz ile ilintilenerek elde eder; şimdinin deneyimlerini ancak bu geleceğe yönelik beklentilerimiz ile ilintileyerek anlamlandırabiliriz; aynı şekilde, geğmişte edindiğimiz bir deneyim, orada öğrendiklerimiz, yaşadıklarımız, anılarımız, şimdiye, şu anda yaşadıklarımıza bir anlam ve önem kazandırır. İşte bu anlamda zaman algısı hep “şimdiyi” kapsasa da, şimdinin anlamı, geğmiş ve gelecek ile kurulan bağlarda somutlaşır. Böyle olunca da içinde yaşadığımız an, şimdiki zamandaki deneyimlerimizi sunan kesit, neredeyse, irreal bir nokta oluşturacak şekilde geğmiş ve gelecek arasına sıkışıp kalmıştır.

Ama fizikçilerin ve astronomların “nesnel” (objektif) zamanının söz konusu olduğu yerde durum tamamen farklıdır. Bu zamanın tayin edici karakteristik özelliği, hep aynı tempoda, düzenli ve eşit aralıklarla “akmasıdır”; yani nesnel ve değiştirilemez oluşudur. Ve bu zamanın biricik gerçek, somut yanı, istediği kadar ele avuca sığmaz ve kaııcı olsun, anın (şimdinin) noktacıklar biçimindeki yapısıdır; algılarımıza verilen durum da bu anlamdaki nesnel andır. Dolayısıyla ne geğmişe ne de geleceğe –bu anlamda– gerçeklik niteliği atfetmek mümkün değildir. Anlayacağımız, psikolojik, bireysel yaşantıda reel olmayan “şimdiyken”, fiziğin ve astronominin nesnel zamanında, geğmiş ve gelecek bu sıfatı taşırlar.

Bizi biraz konunun dışına taşıyan bu küçük kaçamak, bir fizikçi ile bir psikoloğun, zamandan söz ederlerken birbirinden tamamen farklı iki zaman kavramından hareket ettiklerini belirtmek içindi; çoğumuzun dikkatini pek çekmemiş bir gerçektir bu. Ama kafa karıştırıcı akıl yürütmelere de yol aa-

bilmektedir bu dikkatsizliğimiz. Bu sapı samanı birbirine karıştırma tutumuna çok bilinen bir örnek, bilimkurgu yazarlarının, rölativite teorisinin önermelerinden yola çıkarak, söz-gelimi, zamanın, onu gözlemleyenin hareket durumuna ve konna bağlı olduğu ya da ışık hızına yakın sınırlarda “genleşip” yavaşladığı tespitinin sözde bilimsel temelinden hareket ederek, kahramanlarına “zaman içinde yolculuk yaptıрма” inatlarıdır. Hakikatte ise rölativite teorisinden böyle bir sonuç çıkartabilmemizi meşru kılacak hiçbir veri bulunmamaktadır ortalıkta; çünkü bu noktada fizikçilerin ve bilimkurgu yazarlarının zaman ve zamanın göreceliğinden anladıkları, tamamen farklı iki şeydir.

Bu farklılığı ayrıntılarıyla izah etmek, zamanda yolculuğun niçin mümkün olmadığını ispat etmek bizi iyice konumuzun dışına taşır. Ama “zaman” sözcüğünün temel ilkesel anlam farklılıklarına şöyle bir değinmek, böylelikle muhtemel yanlış anlamalara önceden dikkati çekmek fena olmaz diye düşündüğümden, böyle küçük bir gezinti yaptık. Şimdi de, astronomların binlerce yıldan beri dengeli, sağlam (şaşmaz) sandıkları zaman ölçülerinin son dönemlerde oldukça “güven” yitirdiğini söylemeye geliyor sıra. Bu yeni durumla birlikte ortaya atılan sorular istedikleri kadar ilginç ve şaşırtıcı olsunlar, şu somut, algıladığımız zaman ile ilintili olarak buralardan gene de öyle fazla “uçan”, ayağı yerden kesik sonuçlar çıkartmaktan da kaçınmamız gerekiyor.

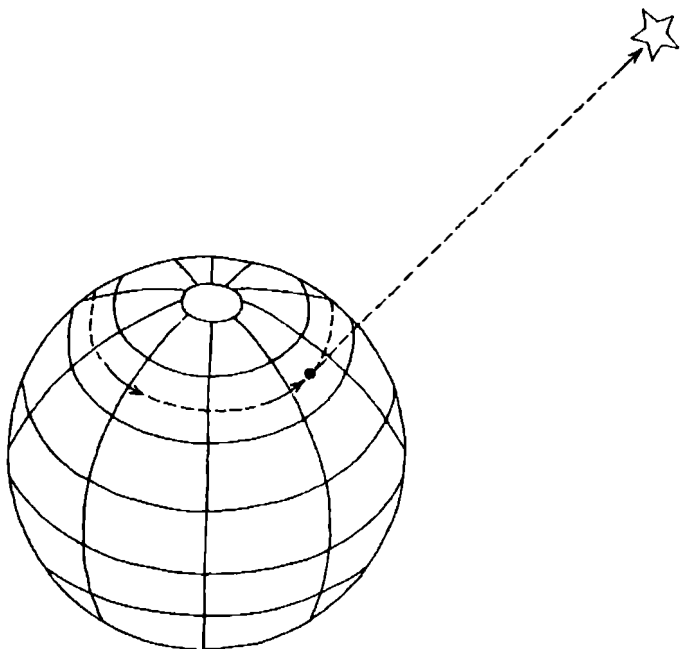
Bütün hikâye bundan yüz, yüz yirmi yıl kadar önce, tuhaf olmaktan da öteye, bir bilimsani için biraz esrarengiz sayılabilecek gözlemlerle başladı. Ay’ın ve gezegenlerin hareket yörüngelerini tamı tamına belirlemeye çalışan gözlemcilerin,

Ay'ın Dünya çevresindeki dolanımı sırasında, hızının, bilinen doğa yasalarıyla açıklanması mümkün olmayan dalgalanmalar gösterdiğini fark etmeleriyle ilk tuhaflıklar kendilerini ele vermişlerdi. Dikkatli ve hedefli gözlemler, aynı düzensizliklerin birkaç gezegen için de geçerli olduğunu ortaya koymakta gecikmedi. Ama işte ilginçtir, öteki gezegenlerde de bu türden zaman kaymaları belirleyen astronomların ve bu alanla uğraşanların kafaları daha da karışmak yerine, bu yeni bulgular üzerine nerede ne aramaları gerektiği konusunda daha bilinçli davranmaya başladılar.

“Gök cisimlerinin ebediyen aynı hızla hareket ettikleri” biçimindeki dillere pelesenk olmuş tespit, modern bilimin başlangıcından bu yana bütün hesaplamaların olağan dayanağı olarak alınmıştı; “objektif” zaman süresinin, belli bir olayın geçiş “süresinin” ölçülmesinde, bu değişmediği varsayılan gök cisimlerinin hızları ile dolanım süreleri arasındaki sabit orantı da tereddütsüz her zaman esas alınmış, en eski kültürlerden bu yana Ay, Güneş takvimleri oluşturulmuştu. Tıpkı fizikçilerin, Dünya çapının kırk milyonda birini her türlü uzunluk ölçüsünün temel birimi olarak kullanmaları gibi, astronomlar da, bir “yıldız gününü” zaman ölçüsünün temel birimi olarak, bütün zaman ölçümlerinin standart ayarlama değeri olarak almaktaydılar. Yani Dünya zamanının temel birimi, bir yıldız günüydü. Zamanın tespitinde kullanılan bu kıstas, kendi çevresinde dönen Dünya'ydı; yani doğal zaman birimi olarak aldığı bir gün, ya da astronomların diliyle daha net ve kesin söyleyecek olursak bir “yıldız günü”ydü. Bildiğimiz gibi, bir günün zamansal uzunluğu, Dünya'nın kendi eksenini etrafında tamamladığı tam bir dönüş için geçen zaman

süresiyle tarif edilir. Böyle bir günün öteki adının astronomide “yıldız günü” olmasının nedeni, kolayca anlayabildiğimiz gibi, Dünya’nın kendi üzerinde alınacak bir referans, bir karşılaştırma noktasının, Dünya ile birlikte döndüğü için zaman belirleme bakımından bir işe yaramamasıdır. Dünya’ya göre onun dışındaki nispeten sabit kıstas noktası bir “yıldızdır”.

Başka yolu da yoktur bunun. Ölçen gözlemcinin üzerinde oturduğu, boşlukta dönen bir kürenin, bir tur için ihtiyaç duyduğu zamanı, ancak dıştaki sabit bir noktaya göre ölçebiliriz. Gerçi sabit yıldızlar da aslında hareket etmektedirler, ne var ki o muazzam uzaklıklardan ötürü, bu hareketi yok saymakla bir hata yapmış olmayız; çünkü en modern ölçüm aletlerine bile zor yakalanacak bir hareket söz konusudur burada. Dünya’nın bir dönüşünün süresini tespit etmek isteyen gökbilimcinin yapacağı iş, kendine bir karşılaştırma noktası olarak böyle bir elverişli sabit yıldız seçmek, sonra da sadece boylamlar üzerinde, kuzey-güney çizgisinde hareket eden bir teleskopla, Dünya’ya göre doğu-batı ekseninde yer alan ve Dünya döndüğü için, doğudan batıya hareket ediyor izlenimi veren yıldızın yolunu vizörden izlemektir. Ertesi gün, vizöründe işaretlenmiş kerteriz çizgisine yıldızın görüntüsünün yeniden düştüğü an, bir yıldız gününün tamamlandığı andır. Zamanla bu yöntem mükemmelleştirilmiş, yıldızın vizördeki mercekten geçiş anı, tamı tamına, otomatik, fotoelektriksel tekniklerle belirlenmeye başlanmış, ayrıca tipik hata kaynakları, yıllar süren çalışmalarla, kılı kırk yaran analizlerle ortadan kaldırılmaya çalışılmış, hatta gözetleme teleskopu, günlük ısı farklılıklarından ötürü az da olsa konumunu değiştireceği için, bu tür faktörleri bile hesaba katan gözlemler ge-



Bir yıldız gününü ölçme ilkesi

liştirilerek, bir yıldız gününün uzunluğunu, saniyenin 1000'de biri kadar bir hata payıyla ölçmek mümkün olmuştur.

İşte astronominin, gökyüzünde gözlemlenebilen bütün süreçlerin süresini ölçüp denetlemekte kullandığı "ayar" kıstası budur. Bu birimin alt birimleri, bilindiği gibi saat, dakika, saniye ve salise olarak sıralanırlar. Bir günlük süreyi alt birim-

lere ayıran bu parça birimleri, aralarında hiçbir kayma olmayacak biçimde birbirleriyle karşılaştırılabilir hale getiren aletler saatlerdir. Demek ki, bir yandan saatlerin ölçme mekanizmalarını daha hassas hale getirirken, bir yandan da yıldız gününün ölçümünü kusursuzlaştırmak, bu iki önkoşul, Güneş sistemimizde, gezegenlerin, ayların ve kuyruklu yıldızların hareketlerini tamı tamına ölçmek istiyorsak, elden gelince eksiksiz yerine getirilmesi gereken iki önkoşuldur. Astronominin tarihi, yüzyıllardır aslında bu iki önkoşulun gittikçe daha eksiksiz yerine getirilme çabalarının da tarihidir; teknolojinin gittikçe daha yetkinleşen ve kusursuzlaşan yöntemlerinden yararlanarak, saatleri, dakikaları, saniyeleri ve saliseleri daha kusursuz bölme mücadelesinin zahmetli, her türlü araçla sürdürüldüğü tarihtir.

Daha bundan 4 bin yıl önce, Mısırlılar, sabırlı gözlemler sonucunda, Dünya'nın Güneş çevresindeki bir turunu 365,25 günde tamamladığını hesaplamışlardı. Eski ölçme aygıtları istedikleri kadar ilkel olmuş olsunlar, hemen hemen doğrudu bu sayı. Gerçi, virgülden sonra iki haneli bir sayı geldiğine göre, "yüzde bir günlük" daha doğrusu çeyrek saatlik bir hata payıyla hesaplanabilmişti bir yıl; ancak ilkçağın ilkel gözleme imkânları düşünüldüğünde (Güneş'in, gez-göz ve arpacık hizasına gelmesi ilkesine dayalı ölçümlerdi bunlar) oldukça doyurucu sonuçlardı gene de. 1600'lü yıllarda bulunan teleskoplarla birlikte, bu sayıdaki hata payı da önemli ölçüde düzeltildi.

Öte yandan o dönemlerdeki elverişli koşullarda gerçekleştirilebilmiş gözlemlerde bile gün ile yıl arasındaki zaman ilişkisinin "sallantılı" olduğu tespit edilmişti. Ayrıca so-

nuçlar, Dünya'nın bir yıl içinde, bir başka gözlem evresine göre, bir parçacık da olsa, fazla dönmüş olduğu izlenimi veriyordu gözlemcilere. Bu ölçümlerde ortaya çıkan farklılıklar, ölçüm yöntemlerinin teorik muhtemel yetersizlikleriyle açıklanamayacak kadar "büyük" oldukları halde, bunları, gözlemleyicinin kişisel "kusuruna", değerleri okurken yapması muhtemel hatalara, şaşırımlara bağlama eğilimi elbette ağır basmaktaydı.

Günün daha alt zaman süresi birimlerine bölünmesinin ve bu bölünmelerin gökcisimlerinin hareketleriyle ilgili ölçümleri ile örtüşmesinin optimal düzeylere ulaşması, ancak 17. yüzyıldan itibaren mümkün olmaya başladı. Bu gelişmeyi sağlayan tayin edici buluşlar, sarkacın keşfi, bunun hemen arkasından da, belli bir yere ve pozisyona bağlı olmaksızın çalışmasını sürdürebilen balans ayarlı, zemberekli saatlerdi. Sarkaçlı ve zemberekli saatler, farklı zaman süre birimlerinin gösteriminde, ideal mekanizmalardı; çünkü her ikisi de o zamana kadar ulaşılmamış bir düzenlilikle ve tamlıkla zaman ölçümü yapabiliyorlardı.

Sarkaçlı ve zemberekli saatlerin bulunuşuna kadar kullanılan önceki saatler, gerçi gündelik hayatın ihtiyaçlarını karşılamaya yetmişlerdi, ama bir biliminsanı için işe yaramaları tamamen imkânsız mekanizmalardı bunlar. Yapımcılarının bütün çabalarına rağmen, kesinlik bakımından 15 dakikanın altına inmeleri hiç mümkün olmamıştı. Bu ilk saatlerin çalışma prensipleri, belli miktarda bir malzemenin kum ya da özellikle geceleri kullanılan su saatlerindeki suyun bir yerden bir yere akışını bir şekilde zaman sürelerine taksim etmekten ibaretti. Örneğin ünlü gökbilimci Theo Brahe, bilinen su ve kum

gibi malzemenin yanı sıra cıvayı da kullanmayı denemişti. Bir kum ya da su saatinin malzemesinin belli sürelerde belli ve kesin miktarlarda, bir yerden bir yere akması söz konusu olmadığından, bu saatlerin günde birkaç saniye aksayan sarkaçlı ve zemberekli saatler yanında acınacak durumda olduklarını söylemek bile gereksiz. [Avrupa’da bilinen ilk mekanik, çarklı saatler 12. yüzyılda manastırlarda ve kiliselerde daha çok ayin saatlerini düzenlemek için kullanılmıştı. 1427’de Heinrich Arnold saatlerde yay kullanmayı akıl etti. 14. yüzyılın sonlarına doğru büyük Avrupa kentlerindeki saatler, daha çok ihtişamın sembolü olarak işlevselleşmişlerdi. Ünlü bilgin Galilei Galileo 1640’ta ilk sarkaçlı saatin tasarımını yapmış ama onu pratikte gerçekleştirmemişti. Sarkaçlı saat, belli bir aralıkta salınan ya da belli bir merkezin etrafında dönen sarkaç ilkesi üzerine kuruluydu. Sarkaç belli bir noktadan her geçişinde, mekanizmanın içinde belli bağlantıları harekete geçiriyor ve saatin göstergeleri önceden belirlenmiş bir “miktar” ileriye gidiyorlardı. (örn. 1 saniye) sarkacın hassasiyetini korumak için saatin mekanizması içine yerleştirilmesi ne kadar önemli idiyse, sıcaklıktan, nemden, hava basıncından etkilenebilmesini önlemek de o kadar önemliydi. Ünlü İngiliz astro-nomu, matematik ve fizikçisi Christian Hugen, genel sarkaç yasalarıyla uğraşırken, bilgilerini pratiğe uygulayıp, ilk sarkaçlı saatin patentini aldı, Salomon Coster’e yaptırdığı saatler hassasiyetleri günde 10 saniyeye kadar indirdiler. Daha sonra spiral yaylı ve zemberekli saatler de yapan Hugen’s’in sarkaçlı saatinin hassasiyet derecesi, ancak 100 yıl sonra aşılabilecekti.]

Gelgelim sarkaçlı ve zemberekli saatlerle sağlanan atılım istediği kadar büyük olsun, ne biliminsanlarını ne de –çok

şükür ki– denizcileri yeterince tatmin edecek durumda olmadıkları için, bu yöndeki araştırmalar körüklenip duracaktı. Gerçi denizciler bu yeni saatlerin okyanuslarda yol yordam bulma konusunda getirdikleri büyük avantajı anında görmüşlerdi; çünkü bir yıldızın konumundan yeryüzündeki günün belli bir saatini çıkartmak nasıl mümkünse, tersine belli bir saatte, belli bir yıldızın hangi boylamın açısından göğün neresinde bulunması gerektiğini de söylemek kolaydı. Denizde yolu belirlemeye çalışan biri, belli bir yıldızın, belli saatlerdeki “yerlerini” uygun bir aletle ölçerse, o anda denizin üzerinde nerede olduğunu da çıkartabilir; yeter ki hedef bulma noktası olarak seçtiği yıldızın, Dünya’nın dönmesi nedeniyle durmadan değişen pozisyonu yüzünden, ölçümü tam zamanında yapma koşuluna sadık kalsın. Öteki deyişle, güvertedeki adam, yerini tamı tamına belirleme, dolayısıyla rotasını tespit etme bakımından güvertedeki saatinin “doğru gitmesi” koşullarını eksiksiz yerine getirmek zorundaydı.

Böyle birinin yaylı saat gibi gerçekten büyük bir sıçrama sayılacak buluşla ne kadar büyük yararlar elde ettiğine somut bir örnek vermeye çalışalım. Zaman ölçümünde günde birkaç saniyelik bir aksamaya kadar inebilmek, bugünkü koşullarda bile hayranlık uyandıracak bir teknik ilerleme demektir; çoğumuzun kolundaki saat, günde birkaç saniye ileriye gider ya da geri kalır; ama umursamayız bunu. Gelgelelim bir denizci için, bir yelkenliyle –o günlerde– haftalarca, aylarca denizde kalan insanlar için, böyle birkaç saniyelik ileri geri aksamaların faturası ise çok ağırdı; çünkü bu küçük gündelik sapmalar, o uzun yolculuk boyunca, üst üste bindikçe biniyordu. Diyelim ki böyle varsayımsal bir denizcinin

kolundaki saat günde 3 saniye ileri gidiyor. 18. yüzyılda Atlantik'i geçmek için hiç de fena bir süre sayılmayacak 40 günlük bir yolculukta 120 saniyelik bir aksama ortaya çıkacaktır; hakiki yıldız zamanı ile, güvertesindeki saatin gösterdiği zaman noktası arasında 40 gün sonra ortaya çıkan farklılıktır bu. Bu 120 saniye içinde yer belirlemek için teleskopla gözlemlenen yıldız ise, Dünya'nın bu 120 saniyelik sürede aldığı yol yüzünden, Dünya'ya göre hatırı sayılır bir miktar kayacaktır.

Denizcilerin yön tayin etme haritalarında belli zaman noktalarında, günün belli saatlerinde, belli yıldızların bulunmaları gereken yerler kılı kırk yarararak tespit edilmiştir. Dolayısıyla yıldızın yerinin olması gerekenden daha erken ya da geç belirlenmesi, geminin bulunduğu yerin de hatalı ölçülmesi anlamına gelecektir. Bu hata, Ekvator'un iyice kuzeyinde ve güneyinde nispeten elim sonuçlara yol açmaz. Bilindiği gibi, yer yüzü kutuplara yaklaştıkça, daha yavaş dönmektedir; Dünya'nın batıdan doğuya dönüşü ağırlaştıkça, yıldızların da gökte yer değiştirme hızı düşmüş olacağından, ekvatordan gözlem yapan birine kıyasla, aynı yıldızın kutup yakınlarında daha yavaş döndüğü izlenimi ediniriz. Çünkü tam kuzey ya da güney kutbu üzerinde durduğumuzda artık batı-doğu yönünde yer değiştirmez, sadece eksenimizde döneriz; oysa ekvator üzerinde durduğumuzu varsayarsak, 24 saat içinde 40 bin kilometre, yani modern bir jet uçağının hızıyla saatte yaklaşık 1670 kilometre hızla Güneş'in doğduğu yöne doğru hareket ederiz.

Anlayacağımız, 40 günde 120 saniyelik bir sapmayı sineye çekmek zorunda kalmış denizcimizin başına gelecekler, Dünya'nın hangi boylamlarında bulunduğuyla bağlı

olarak farklı etkiler yapacaktır. Ekvatorun tam üstünde yol alan bir gemi için, 120 saniyelik fark, 40-50 hatta daha fazla kilometrelik bir hata payına karşılık gelebilir ki, bu gemi belli bir limana yanaşmak isterken kendini 50 kilometre aşağıda ya da yukarıdaki bir limanda bulabileceği gibi, asıl liman daha aşağıda mı yoksa daha yukarıda mı onu bile tespit edemeyebilir.

Zemberekli saatlerin bulunmasıyla ortaya çıkan yeni imkânların, 17. ve 18. yüzyılın büyük denizci ülkelerinin amiralliklerince ne kadar büyük bir coşku ve heyecanla karşılandığını tahmin etmek zor olmasa gerekir. Deniz üzerinde haftalar süren bir yolculukta (yukarıda açıkladığımız hata paylarını bir yana bırakacak olursak) geminin günün belli saatlerinde Dünya'nın ve denizlerin neresinde bulunduğunu yıldızın konumunu belirleyerek tespit etme imkânı ele geçmişti. O zamanlar denizcilerin taktıkları bir adla, yeni "kronometrelerin" daha duyarlı hale getirilmesi kalıyordu artık geriye.

Amirallerin kronometrenin duyarlılığının artırılması konusundaki anlaşılır talepleri ve bu konudaki ilgileri, bilimsel zaman ölçümü yöntemlerinin olduğu kadar astronominin de gelişme şansına büyük katkılar getireceği kesindi. Bilim tarihinde sık sık karşılaştığımız, ama her zaman bilim açısından olumlu etkileri bulunduğunu ileri süremeyeceğimiz bir durumla –belli bir bilim dalının, bu dalla ilgisi bulunmayan siyasal ya da ekonomik çıkar gruplarının kendi amaçları doğrultusunda belli bir şeyden yarar umarak bilimsel gelişmeye destek vermeleri durumuyla– karşı karşıyaydık burada. 17. yüzyılda zamanın ölçülmesi konusunda olup biten tam da bu açıklamaya uyan, tipik bir gelişmeydi. Başka şeyler için para

bulunamazken, birden bu alana dünyanın parası ayrılmış, ödüller konmuş, giderek Dünya'nın o dönemdeki rekabet halinde bulunan büyük ülkelerinin donanma kuvvetleri arasında tam bir çekişme başlamıştı.

Büyük Newton'un, fırsatın boyutunu hemen kavradığını ve İngiliz Amiralliğini, zaman ölçümü aygıtlarının iyileştirilmesi için kesenin ağzını açmaya ikna ettiğini bilmek insana çok hoş geliyor. Newton'un ısrarları üzerine 1714 yılında, Hugens'in sarkaçlı saatinin patentini almasından 57 yıl sonra İngiliz hükümeti o günler için fantastik sayılacak büyüklükteki 20 bin İngiliz Poundu ödülü bu konudaki buluşlara vermeyi kabul etmişti. Bu ödül, Avrupa ile Amerika kıtası arasındaki ölçümleri minimum 1 dakikalık bir farka kadar indirebilecek bir kronometre icat edene verilecekti. Kısacası ödülün sahibi, Londra'dan Amerika limanlarına uğrayıp geri dönecek bir gemide yolculuk edecek olan ve elbette yolda ayarlanma (neye göre ayarlanabilirdi ki?) şansı bulunmayan bir saat (kronometre) yapmak zorundaydı; bu kronometre yeniden Londra'ya döndüğünde, Amerika'daki saat ile oradaki saat arasındaki farkın 60 saniyeyi geçmemesi isteniyordu.

İki kıta arasında böylesine az farklı bir senkronizasyon sağlamak sadece o günlerin koşullarına göre çetin bir ceviz ile uğraşmak anlamına gelmemekteydi; bugün bile böyle bir sınavın altından yüzünün akıyla kalkabilecek çok az kol saati vardır yeryüzünde. Newton da ortaya attığı talebe gelen çözüm gerçekleştirici yanıtı göremeden 1727 yılında gözlerini hayata yumdu. Ödülün ilanından ancak bir yüzyıl sonra İngiliz hükümeti, ödülü hak edene vermek için kesenin ağzını açmak zorunda kalacaktı. Bu şanslı kişi, York Dükalığı'ndan

marangoz olarak kalfa-çırac eğitimi sürecinden geçmiş, yap-boz tutkusuyla ve teknik becerisiyle genç yaşlarda saatçiliğe merak sarmış John Harrison'dı. Harrison, tam bir ömür boyu, o zamanki teknik imkânlara göre hemen hemen çözümü bulunmayan bu ödöl problemini çözmek için uğraşıp durmuştu. Gözü açık gitmesine de ramak kalmıştı zaten. "Ben olmasam da benden sonrakilere kısmet" demek üzereyken, tam 68 yaşında, hedefine ulaştı Harrison. 1761 yılında bir Harrison-kronometresi bir gemiyle 151 gün süren bir yolculuk yapmış, Londra-Jamaika-Londra seferi tamamlandığında, sadece 56 saniyelik bir senkron farkı ortaya çıkmıştı.

Bu noktada, Harrison'ın harika buluşundan bu yana geçen yaklaşık 200 yıllık sürenin üzerinden atlayarak günümüze gelip aynı problemi bugün çözmeye kalkıştığımızda, bizi bekleyen güçlükler ile o günküleri bir karşılaştırmaya çalışalım. Amerika ile Avrupa, bugün yaklaşık otuz yıldan bu yana, milyonda bir saniyelik bir farkla senkronize edilmişlerdir. 1761 yılının konumunu göz önüne alacak olursak, kronometrelerin ölçme becerisini yaklaşık 1'e 10 milyon oranında yükseltme anlamına gelir bu. Bu muazzam gelişme, kronometre yapımındaki en son buluşlarla, atom saati denen teknolojinin gelişmesiyle mümkün olmuştur. Bunun üzerinde duracağız. İki kıta arasındaki zamanın eşgüdümlemesi iki yöntemle gerçekleştirilmektedir. Birinci yöntem, yapay uydudan (ilk başta Telstar'dan) yararlanarak her iki kıtadan gelen sinyalleri karşılaştırma ilkesine dayanır. İkincisi ise, yaklaşık 200 yıl önce İngiliz marangozun kronometresinin ne kadar saptığını belirleyebilmek için kullandığı yöntemin aynısıdır. Çalışır vaziyetteki bir atom saati, uçakla Avrupa'dan Amerika'ya gö-

türölerek oradaki sabit bir atom saati ayarlanır, sonra aynı saat, Avrupa'ya geri getirilip başka bir sabit atom saati ile karşılaştırılıp ne kadar sapıp sapmadığına bakılır. Biliminsanlarının niçin böylesine büyük zahmetler isteyen işlere kalkıştıklarını, Dünya'nın çeşitli yerlerindeki sabit (atom) saatlerini milyonda bir saniye farklılıktan ötesine müsaade etmeyecek kadar hassas senkronize etmelerinin ne işe yaradığını ileride söyleyeceğiz.

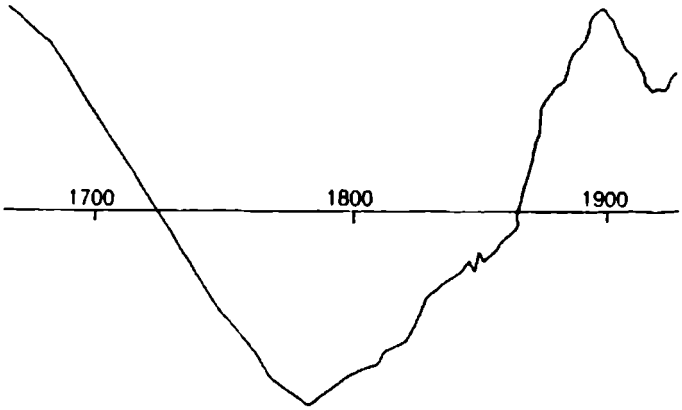
John Harrison'ın yetenek ve becerileri sayesinde olduğu kadar onun meslektaşlarının ve öteki ardıllarının sayesinde, ama her ne kadar öncelikle askeri çıkarları kollamış olsalar da, denizci ülkelerin donanma kuvvetleri temsilcilerinin büyük destekleriyle, geçen yüzyılda kronometre ayarındaki hassasiyet, günde saniyenin kesir değerlerine indirilecek kadar ileri götürülebilmşti. [Başlangıçta kardeşiyle birlikte yalnızca ahşap saatler yapan ve meslekten marangoz olan John Harrison, kronometreyi duyarlaştırma amacıyla ilk buluşu olan ızgaralı balansı uygulamaya koymuştu. İki farklı metalin ısıdan farklı etkilenip değişik genleşmelerini dengelemeye yarayan bir balanstı bu. Bu ilk, boylamları belirtmekte kullanılan denizci kronometresinin ardından, iki sarkaçla donatılmış iki kronometreyle, Royal Society'in en büyük ödülü olan Capley madalyasını alan Harrison, üçüncü kronometresinde ızgaralı dengeleyicinin yerine başka bir mekanizma denedi. 1762'de Jamaika'ya giden bir gemide, öncekilerden çok küçük, saat biçiminde bir Harrison kronometresi bulunmaktaydı.]

20. yüzyılın hemen başlarında uygulamaya koyulan telsiz telgraf, denizcilerin artık öyle birkaç saniyelik sapmalardan korkmalarına gerek kalmadığını da ilan etmişti. Güver

te saatlerinin deniz ortasında tecrit oldukları dönemler geride kalıyor, telgraf aracılığıyla belli sabit saatlere göre güvertedeki saat de ayarlanabilme imkânına kavuşuyordu. Bu yeni koşullar altında, bir saniyelik hatayla yapılan ayarlamalar denizcileri hiç üzmüyordu. Telgraf sayesinde kolayca tutturulabilecek bir hedefti artık 1 saniyelik hata. Çünkü varsayımsal bir geminin tam ekvator üstünde hareket ettiğini kabul ettiğimiz anda, 1 saniyelik hata, 0,4 kilometrelik bir yer belirleme hatasına yol açabilirdi ki, zaten gerçekte, böylesine bir kesinliğin pratikte bir faydası da yoktu o günlerde.

Kısacası, amiraller memnundu. Eh, bu durumda astronomların, astrofizikçilerin ve ilgili biliminsanlarının da memnun olduğunu düşünebiliriz. Yüzyıllar süren çabaların ve hata payını azaltma çalışmalarının sonucunda, Dünya'nın kendi eksenini etrafında attığı bir turun 24'e bölünmesinden elde edilen zaman birimi de, bu yeni, mükemmelliğin en üst sınırına kadar geliştirilmiş saatlerle daha alt birimlere kadar ayrıştırılabilir hale gelmiş, böylelikle gezegenlerin yörüngelerindeki en ufak sapmaların bile doğru, o zamana kadar kimsenin aklının ucundan geçiremeyeceği bir tamlıkla belirlenebilme imkânı doğmuştu. Güneş sistemimizin bütün üyelerinin yörüngelerinin üzerindeki hızlarının tam tamına belirlenebilmesi ve buradan gök cisimleri mekaniğinin bildik yasalarını uygulayarak matematiksel sonuçlar çıkarmak böylelikle bu sistemdeki süreçleri matematiksel olarak kavramak, en azından astronomların gözünde zamanın tam tamına belirlenmesi için girişilen onca zahmetin asıl hedefiydi. Öyleyse onlar da memnun olmalıydılar. Ama ne gezer!

Astronomlar kusursuz işleyen modern zaman ölçücülerini aracılığıyla elde edilen değerleri kullanmaya, bunları Güneş sistemine uygulayarak ölçme ve hesaplamalar yapmaya kalkışınca, hiç beklemedikleri tuhaf bir sürprizle karşılaştılar. Elbette herkes, zaman ölçücü aygıtların hassasiyetinin olabilecek en üst sınırlara kadar çıkartılması sonucunda, komşu gezegenlerimizin yörünge üzerindeki hareketlerini ölçerken de o nispette kusursuz sonuçlar elde edileceğini ummaktaki haklıydı. Ama tersi olmuştu beklenenin. Böylesine kusursuzlaşmış zaman ölçümü aygıtlarının sanki astronomların taleplerini karşılama bakımından eli ayağı bağlanmıştı. Astro-



Son iki yüzyıl içinde Ay'ın Dünya çevresindeki dönme hızını gösteren grafik. Yoksa bütün bir Güneş sistemi aynı "nabız" hareketini mi yapıyordu?

nomlar bu yeni kronometrelerle çalışmaya başlar başlamaz, aldıkları sonuçlar karşısında adeta başları dönmüştü: Bütün bir Güneş sistemi ritmik bir şekilde “nabız” hareketi yapıyordu sanki. Kepler’den, Newton’dan bu yana bilinen bütün yasalarla çelişircesine bildiğini okuyordu sanki sistem. Peki ne olmuştu?

Somut bir örnekle, bu şaşkın gözlemcilerin gözleri önünde olup biteni algılamaya çalışalım. Çizimde bir eğri biçiminde, Ay’ın Dünyamız çevresindeki hareketinin 1750-1920 yılları arasında Dünya’daki bir gözlemciye yansıması grafikleştirilmiştir.

Resimde görülen soldan sağa uzanan “0” eksen, Ay’ın teorik olarak izlemesi gereken yoldaki hızını grafikte belirtirken, yükselişe geçen eğri, gerçekte bu yolculuğun olması gereken durumdan ne kadar saptığını belirtmeye yetiyor. Görüldüğü gibi, başlangıç noktası olarak alınan 1700 yılında Ay’ın hızı beklenenin üstünde; sonra düşüyor, 1750’de teorik olarak gereken ortalama hızla hareket ediyor; Fransız İhtilali sıralarında normalden sapma, iki katına kadar ulaşıyor ve 1800’lü yılların önünde yeniden yavaş yavaş hızlanıyor Ay’ımız. Yaklaşık 60 yıl sonra Ay yeniden normal hızına kavuşuyor, ama 1860’tan sonra hızı hâlâ artmaya devam ediyor; öyle ki 1900’lü yıllarda, 1800’lü yıllarda olduğunun tam tersine, normal beklenen hızının iki katı bir hızla hareket etmiş olduğunu görüyoruz. 1900’lerde bir “frenlenme” etkisinin izlerini görebiliyoruz; ama Ay’ın hareketi gene de kuramsal olarak izlemesi gereken hız doğrusunun oldukça üstünde gerçekleşiyor. Başka bir deyişle, Ay, kelimenin tam manasıyla “im-

kânsız davranıyor”. Uzayda Ay’ın bu uzun periyotlu, bir bakıma düzenli sapmalarını açıklayabilecek olayın kaynağı nerede bulunmaktaydı? Ay’ı bir yüzyıldan daha uzun süre için hızlandıran, sonra birden bu hızı frenler gibi görünen esrarengiz olayın sebebi ne olabilirdi?

Elbette yörünge sapmaları birçok gökcisminde gözlemlenmişti sık sık; öyle alışıldık dışı bir yanı yoktu bu olayların. Tersine, astronomların, gezegenlerin, ayların ve kuyrukluysıldızların yörüngelerini tamı tamına ölçüp belirleme konusundaki inatçılıklarının altında, bu yörünge hareketlerinde görülen “arızaların” nedenlerini ortaya çıkartmak ve bunları elden geldiğince kesin belirlemek arzusu da yatmaktaydı. Henüz keşfedilmiş yeni gezegenlerin ve kuyrukluysıldızların yollarını ve hızlarını tespit etme kaygısı bir yana bırakılırsa, bu hesaplamaların zaten başka ne anlamı olabilirdi ki?

Gök mekaniğinin yasaları Kepler’den beri bilinmekteydi. Bunlardan kuşku duymak, bugüne kadar kimsenin aklının ucundan bile geçmemiştir. 17. yüzyılın başından itibaren her astronom, bütün gezegen yörüngelerinin, odak noktalarından birinde Güneş’in bulunduğu bir elips çizdiklerini ve bütün bu gezegenlerin dolanım hızlarının Güneş’e olan uzaklığa bağlı olarak artıp azaldığını bilmekteydiler. Artık duruma göre birbirlerini ya “geçiyorlar” ya bir süre burun buruna geliyorlar ya da kimi zaman Güneş’e göre biri bir yanda biri bir yanda iki uca savruluyorlardı. Onları yörüngelerinde tutan biricik çekim gücünü oluşturan Güneş ile karşılaştırıldıklarında, bu gezegenler esamileri okunmayacak kadar minik kalmakla birlikte, karşılıklı çekim güçleri yüzünden bir-

birlerini de etkilemekten, rezonans ilişkileri kurmaktan, ve yörünge yolculuklarında “aksaklıklara” yol açmaktan da geri kalmıyorlardı. Bu nedenle de, Güneş ile sadece bir başlarına birlikte olma durumunda evrende izleyecekleri aksamsız yörüngeden, Kepler’in ideal elipsinden de, minicik miktarlarda da olsa sapıyorlardı ister istemez.

Bu minimal ölçülerdeki aksaklıkları yakalayıp hesaplamak, 18. yüzyıl boyunca astronomların aralarında yarışmalarına imkân tanıyan bir tür spor müsabakası gibiydi. Bir yandan da bu tür sapmaların hesaplanmasında ortaya çıkan olağanüstü güçlükteki matematik sorunları, biliminsanlarının iştahını kabartıyordu. Bu ilişkilerde söz konusu olan “çok cisimli” sistemlerin çekim sorunu gibi zorlukların yanı sıra, Güneş’in çevresinde dolanırken iki gökcisminin birbirini karşılıklı etkilemesi olayında egemen olan yasalar, o günlerde tamamen yeni bir uğraş alanı oluşturmaktaydılar. Öte yandan bu yörünge aksamaları, aksamayı gösteren gökcisimlerinin kütlelerinin hesaplanmasına, böylelikle bu, o zaman için ulaşılmaz gezegenlerin fiziksel doğası hakkında iyi kötü tutarlı tahminler yapılmasına, kütlelerin, yoğunlukların hesaplanmasına yardımcı olmaktaydılar.

Özellikle de 1846 yılından beri sadece bilim dünyası değil kamuoyu da Neptün gezegeninin bulunuş biçiminin müthiş etkisinden kendini kurtaramamıştı. Neptün gerçekten de, kelimenin tam manasıyla “çalışma masasında” keşfedilmişti.

Fransız İhtilali’nden yedi yıl öncesine kadar bütün dünya, Güneş’in çevresinde, yerküre dahil olmak üzere, 6 gezegenin dolandığını sanıyordu. 1781 yılında o güne kadar adı

sanı duyulmamış biri olan Herschel, Uranüs'ü keşfedip anında ünlendi. Yörünge özellikleri kısa sürede Dünya'nın bütün gözlemvlerince tespit edilip incelenen bu gezegen çok geçmeden bütün astronomların başını bayağı ağrıtmakta gecikmeyecekti. Uranüs'ün dolanma yörüngesi konusunda nihai değerlerin elde edilmesi bir türlü mümkün olmuyordu çünkü. Çeşitli gözlemciler, bağımsız incelemelerin ardından, gezegen şu gün yörüngesinin şurasında bulunacaktır, diye kendilerinden emin gözlem aygıtlarının başına ne zaman geçseler aldıkları sonuç hayal kırıklığı oluyordu. Uranüs, bilinen bütün yasalara göre bulunması gereken noktada değil de hep bir miktar bu beklenen noktanın yanında ortaya çıkıyordu. Gerçi iki durum arasındaki fark çok küçüktü ve 2 yay saniyeyi geçemiyordu. (Örneğin Ay, görünüşte dolunay sırasında 30 yay saniyeden biraz büyük bir çapa sahiptir.) Ne var ki, 1800'lü yılların hemen başında gezegen yörüngelerinin belirlenmesi konusunda ulaşılmış bulunan kesinlikler ve yakın değerler göz önünde tutulduğunda, yenir yutulur bir lokma değildi bu fark. Kepler yasaları geçerliyse, bu fark neyin nesiydi? Güneş'in, böylesine uzaklıklarda artık bilinen yasalarının belki de öyle eksiksiz işlemediği yollu, kurtarıcı, yardımcı bir hipoteze bel bağlamak istemeyenler için, kala kala, Uranüs'ün "yakınlarında" bir yerlerde dolanan muazzam bir kütlenin, bu gezegenin dolanımını o gözlemlenen miktar kadar "aksattığını" kabul etmek kalıyordu geriye. Uranüs'ün izlediği rotaya göre, içte, Güneş ile onun arasında yer alan komşu gezegen Satürn'ün gösterdiği yörünge aksaklıkları, ancak Uranüs ve öteki taraftaki Jüpiter aracılığıyla, başka deyişle bu sapmalar, gezegenin iki dış gezegen arasında kalışıyla iyi kötü

açıklanabildiğinden, Uranüs yörüngesinin dışında muazzam bir kütle daha hareket ediyor olmalıydı. Kısacası, Güneş sisteminin o zamana kadar sanılageldiğinden çok daha büyük olduğunu kabul etmemek için bir neden yoktu. Evet, Uranüs, sisteminin en dış gezegeni değildi; onun da ötesinde hatırı sayılır büyüklükte bir başka gezegen muzip muzip dolanıyor olmalıydı. Derken, bu “transuranik” gezegeni bulmak için hummalı bir çalışma başladı.

Kimse, yeni kütleli nerede araması gerektiğini bilmediğinden ve bilemeyeceğinden ve böyle bir durumda zaten gezegen olduğu varsayılan yeni kütleli yayma ihtimali bulunan ışığın hiçbir teleskopun dışının kovuğuna yetmeyeceği kesin olduğundan, göğe bakmanın da bir işe yaramayacağı kesindi. Geriye kala kala, Uranüs yörüngesi üzerinde gözlemlenen aksaklık değerlerinden türetilcek hesaplamalarla, bu muhtemel yeni kütleli boyutlarını ve yerini matematiksel yoldan bulmak kalıyordu. Böyle bir sorunun altından kalkmanın ne kadar güç olduğunu uzman olmayan kişi tasavvur bile edemez. 1846 yılında birbirinden habersiz, biri İngiliz (John Adams) öteki Fransız (Jean Joseph Leverrier) iki bilimci bu güç mü güç işin üstesinden gelmeyi başardılar. Gerçi Adams, Fransız rakibinden birkaç ay önce doğru sonuca ulaşmış, ama bunu resmen ilan etmek yerine, Cambridge rasathanesinin ünlü bir astronomuna sadece şifahen aktarmakla yetinmiş, arkadaşı da bu açıklamaların hemen ardından –rasathane protokol defterlerindeki kayıtlardan anlaşılacağı kadarıyla– söz konusu gezegeni büyük ihtimalle iki kez tahmin edilen yerde gözlemlemişti. Kısacası Adams, buluşunu yazılı olarak belirtmekte gecikince yeni gezegeni bulma onuru, bilim tarihinde Fransız’a

ait oldu. Leverrier 31 Ağustos 1846'da sonuçlarını yayımladı ve Berlinli astronom Galle'ye yazılı bir ricada bulunarak, kendi tespit ettiği yerde sistemimizin yeni misafirini aramasını istedi. Galle, Güneş sisteminin bu yeni üyesini çok geçmeden, gerçekten de Leverrier'in hesapladığı noktada eliyle koymuş gibi buldu. Olay aynı zamanda astronomi alanındaki matematiksel işlemlerin ulaştığı kesinlikle Kepler yasalarının genel geçerliliği konusunda etkileyici, bütün dünyanın hayranlıkla karşıladığı bir örnekti.

Aynı yöntem, bu olaydan yaklaşık 100 yıl sonra, bu kez yeni yeni geliştirilmiş ve duyarlaştırılmış gözlemlene teknikleriyle birleşerek bir kez daha başarıyla uygulanacaktı. 1930 yılında Amerikalı astronom Clyde Tombaugh, bir fotoğraf plağı üstünde minicik bir ışık noktası gördü. Güneş sistemi içinde, Güneş'in çevresinde Neptün'dan da uzaktaki bir yörüngeyi izleyerek dolanan Plüton'du bu. Amerikalı Percival Lowell'in, bu kez Neptün'ün yörüngesindeki yay saniyenin alt birimleri kadar da olsa aksaklıklardan yola çıkarak, onun da dışında bir kütle olabileceği varsayımını hesaplamalarla desteklemesi sonucunda keşfi mümkün olan küçük gezegen ortaya çıkarıldı. Kimi gökbilimciler Plüton'un da, sistemimizin en dış üyesini oluşturmama ihtimalini de pek dışlamıyorlar. Nedeni belli artık: Plüton da, aksaklıkları hâlâ doyurucu biçimde açıklanamamış bir yörünge hareketi gerçekleştiriyor. Güneş'ten yaklaşık 6 milyar kilometre uzaklıktaki Plüton'un 1930'lardan başlayarak gözlemlenen yörünge dilimi henüz çok sınırlı olduğundan, dolayısıyla Güneş'in çevresinde 248 yılda dölandığı hesaplanan bir gezegenin henüz 1/3 kadar bir dolanım yolu izlenebildiğinden, 10. bir gezegenle ilgili varsayımların

durumunun kesinlik kazanabilmesi için bir süre daha beklemek gerekecek.

Sonuç olarak yörüngeden sapmalar astronomların hiç de yabancı olmadıkları, güncelliğini hep koruyagelmiş sorunların başında yer almaktaydılar. Ne var ki, yeni hassas saatlerle ölçülmeye kalkışılan Ay'ın yörünge hareketindeki hıza bağlı "aksaklıklar" bambaşka türdendiler. Ay burnumuzun dibindeydi; o zamana kadar bilinmeyen bir başka gökcisminin etkisinin söz konusu aksaklıkların "faili" olması imkânsızdı. Peki hata, yanılğı, yanlış neredeydi? Uydumuz, bir yüzyıl boyunca çok az da olsa yavaş hareket ettikten sonra gene görünürde niçin hızlanıyordu; üstelik gözlemlerin sonucuna bakılacak olursa, bu aksaklığın periyodik "düzenliliğı" neye bağlanabilirdi? O zamana kadar bilinmeyen yepyeni bir doğa gücünün izini mi sürmeye başlamıştı biliminsanları farkında olmaksızın?

Astronomlar bu sorular üzerinde kafa patlatıp dururlarken, birden çok tuhaf, iyice huzur kaçıracı bir kuşkuya kapıldılar: Belki de problemi yanlış ucundan tutmuşlardı; belki de Ay, kendi yörüngesi üzerinde uslu uslu yolunu izliyor, normal hızla seyrediyordu da, zamanın ölçümündeki temel birimde bir "arıza" vardı. Bu kuşkuya kapılır kapılmaz da akıllara ikinci bir soru geldi. Yıl ile gün arasında sabit bir ilişki kurma konusunda da güçlükler yaşıyor değil miydi? Daha önce de değindiğimiz gibi, ölçümleri büyük bir titizlikle gerçekleştirdiğimiz yerde, Dünya bir yıl içinde şöyle birazcık fazla dönmüş izlenimi vermiyor muydu? 365,25636 kez değil de, birazcık daha fazla kez kendi çevresinde topağ gibi turlamış olduğuna ilişkin belirtiler sunmuyor muydu?

Güven bir kere sarsılmayagörsün. Güneş çevresindeki hızlı dolanımları sayesinde muhtemel sapmalarını çabuk tespit etme imkânı bulunan gezegenlere bir kez daha bambaşka bir merakla gözlerini çevirdi astronomlar. Korktukları da başlarına gelmekte gecikmedi; astronominin usta matematikçilerinin ayakları altındaki zemin bir anda kaymaya yüz tuttu. O zamana kadar çalışmalarını dayandırdıkları ve yüzyıllar boyunca tartışılmaz sağlam temel olarak bütün çabalarını taşıyan zemin çökmüş gibiydi.

İncelenen bütün gezegenler, tıpkı Ay’da gözlemlenen aksaklıkların aynısını göstermekteydiler ve –asıl tayin edici nokta da burasıydı– bu aksaklıklar tam anlamıyla senkron, duyularımıza aynı anda aynı etkiyi yapan aksaklıklardı. Ay ne zaman yörünge üzerindeki yolculuğunu hızlandırıyor gibi görünse, gezegenler de aynısını yapıyorlar ve gene Ay ne zaman hareket hızını Kepler yasalarının öngördüğü teorik değerin altına çekse, gezegenler de ondan geri kalmıyorlar, hemen yavaşlıyorlardı sanki. Böylece bütün bir Güneş sistemi içinde hızlar ritmik bir şekilde bir iniyor bir çıkıyor gibiydi; deve de kulak iniş çıkış farklılıklarıydı kaydedilenler, ama dev bir nabız atışı gibi, bütün bir sistemi kapsıyordu.

Bunun bir tek açıklaması olabilirdi. Astronomların karşısında, izini yeni buldukları bir doğa gücü değil, bir hayalet duruyordu. Güneş sistemindeki bütün bu ritmik hız değişimleri, reel, somut, karşılığında gerçekliği bulunan birer olguya tekabül etmemektedirler. Araştırmacılar, sözcüğün tam anlamıyla, onca yıl bir hayaletin peşine takılmışlardı. Kullandıkları zaman ölçümü biriminin, Dünya’nın kendi eksenini etrafındaki tek bir turuna göre ölçülen yıldız gününün “oyu-

nuna” gelmişlerdi. Hiç kuşku yoktu artık, bilmecenin çözümü, Dünya’nın o güne kadar sanılageldiği gibi, kendi çevresinde hep aynı mutlak hızla dönmemesinde yatıyordu.

Olup biteni biraz daha modelleştirebilmek için bir örnek verelim. Bir spor kulübü, sporcularını yarışmaya yolluyor. Her bir sporcu, dört dörtlük bir hazırlık dönemi geçirmiş olsun ve antrenör tek tek herkesin hangi hızla ne kadar metreyi koştuğunu kesinlikle bilsin. Yarışmanın ilk günü, şaşırtıcı bir şey oluyor, takımın bütün sporcuları, antrenörün beklediğinden daha hızlı koşuyorlar belli bir mesafeyi, hem de hepsi aynı oranda bir hız farkı gerçekleştirerek. Antrenörümüz sevinçten havalara uçuyor, ta ki bütün öteki takım sporcularının da aynı hız artışını gerçekleştirdiklerini öğrenene kadar. Hem de hepsi aynı miktarda bir fazlalık sağlayarak. (Elbette bunun tersi durum da geçerli olabilir ve bütün sporcular beklenenin altında bir hızla, ama eksiklik miktarı eşit olacak şekilde koşmuş olabilirler.) Böyle bir olayla karşılaşır karşılaşmaz, büyük ihtimalle herkesin aklına kronometrede bir arıza bulunduğu ihtimali gelecektir. Birinci durumda saat gerektiğinden yavaş dönmüş, sporcuların hızı beklenenin üstünde çıkmıştır. (İkinci durumda ise saatin normalden hızlı dönmüş olması söz konusudur.) Örneğin ağır giden kronometremiz 10,0 saniyeyi gösterirken 100 metreyi tamamlayan bir koşucu, bir anda dünya rekoruna yaklaşmış olacak, oysa gerçekte 11 saniyelik hızıyla, bu alanda ortalama bir koşu gerçekleştirmiş olmaktan öteye geçmeyecektir. Ama kimsenin aklına kronometrenin muhtemel arızası gelmediği sürece, koşucunun performansını yükseltip hızını artırdığını varsaymak tek sonuç olacaktır (ya da tersine, kötü koştuğu düşünülecektir).

Güneş sistemi içinde gerçekleşen bu aynı ritimdeki hız değişimleri konusundaki bulgular için de aynı olgu geçerliydi. Ölçümler için kullanılan saatin “gidişinin” iniş-çıkışlara elverişli olabileceği düşüncesini benimser benimsemez, herkesin hemen fark ettiği gibi, gezegenlerin hızlarındaki değişikliğin de görünürdeki bir değişiklikten başka bir şey olmadığı anlaşılıyordu. “Yıldız gününün” ve bu günün alt dilimlere bölünmesiyle elde edilen zaman birimlerinin kıstasına başvurarak ölçümler yapılmıştı bu zamana kadar. Yani bütün zaman ölçümlerinin temel birimi, Dünya’nın kendi çevresindeki dönüşüydü. Dünya’nın mutlak bir düzenlilik içinde ve sabit bir hızla dönmemesi için ortalıkta akla yatkın hiçbir neden görünmediği için, bu yıldız günü alt birimlere bölünmüş, bu birimler de uzaydaki hareketlerin hızlarının tayininde ölçü birimi olarak alınmıştı. Ve işte şimdi, bir önkoşul yıkılıyordu. Dünya’nın sabit, mutlak bir hızla kendi çevresinde döndüğü önkoşulu. Yani sansasyon yaratacak bir yıkılıştı bu muhakkak. Öyleydi, çünkü, bu beklenmedik keşif, içinden çıkılması çok güç iki karmaşık soruyu anında gündeme yerleştirmişti. İlk soru, hemen akla gelebileceği gibi, bu “işe yararlılığı su götürür” ölçüm biriminin yerine neyin konabileceği sorusuydu. Almanların güzel bir deyişiyle, tuzun tuzu kaçmışsa, yemeği neyle tuzlayacaktık ki? Kozmik saat, yakından ele alındığında güvenilir sayılar verme yeteneğinde tıkanıklıklar gösteriyorsa, gökte olup bitenin süresini kılı kırk yararak belirlememizde bize yardımcı olacak zaman ölçme kıstası nereden bulunacaktı? İkinci soru ise, hemen akla gelebilecek ikinci ihtimalle ilintiliydi: Dünya niçin kendi çevresindeki turunda aksaklık göstermeden edemiyordu? Serbest uzayda ha-

reket etme imkânı bulunan bir gökcisminin hızında düzensizlikler ortaya çıkması nasıl açıklanabilirdi? Her iki sorunun da yanıtı aynı aygıtın bulunuşuyla verilecekti: Atom saatinin.

Ani Kozmik Değişmeler

Sonbaharda yapraklar ağaçlardan düşmeye başladıklarında Dünya, çok az miktar da olsa her zamankinden hızlı döner. Böyle olunca da sonbahar günleri ortalama 24 saatlik süreyi tutturamayıp bu değerin çok az altında kalırlar. Dişe dokunur bir fark sayılmaz aradaki oynama, gene de onu tamı tamına belirleyebilmek mümkündür. Sonbahar günleri 24 saatten ortalama 0,06 saniye daha kısadır. İlkbahar geldiğinde bu fark da gitgide ortadan kalkar. Küremizin düzenli dönüş aksamalarından biridir bu; çok duyarlı, kılı kırk yaran ölçme faaliyetleriyle belirlenebilen bir aksaklık. Astronominin doğal zaman birimini veren “yıldız günü”nün güvenilirliğini ve “tamlığını” gerilerde bırakan, astronominin eline, bu klasik zaman ölçme biriminin aksaklıklarını da belirleyebilme imkânı veren yeni “saatler” geliştirildikten sonra, söz konusu ve benzeri aksamaları ölçüp belirlemek mümkün olmuştur.

1929 yılından önce kuarz saatleri bulundu. Bir kuarz kristalinin elektrik akımına maruz bırakıldığında, bu akımın etkisiyle olağanüstü hızlı ve düzenli titreşimler yaptığı anlaşıldı, bu etki-tepki ilişkisi kuarz saatlerinin temel ilişkisini oluşturmuştu. Titreşimlerin sıklığı ve düzenliliği, bütün zaman ölç-

me aygıtlarının temel dayanağını oluşturur. Aslında sarkaçlı, balanslı, zemberekli saatlerin temel fiziksel dayanağı da “titreşimdir”. Kuarz saatlerinin hayata geçirilebilmesi için, kuarz kristallerinde elektrik akımıyla oluşturulan titreşimlerin hiçbir şekilde en ufak bir dış etkiyle bozulmasına meydan vermeden tespit edilmeleri, daha doğrusu göstergelere (ekranlara) yansıtılmaları gibi olağanüstü güç bir sorunun çözülmesi gerekmişti. Geliştirilen çözümlerin ardından, kuarz kristalinin titreşimleri sayesinde 24 saatlik bir günü milyonda bir saniyelik bir aksamayla belirleyebilmek mümkün olmuştu.

Gelgelelim kuarz saatlerinin sağladığı büyük avantaj, bu saatlere özgü tipik ve tayin edici bir dezavantajın olumsuz etkilerini geçersiz kılmaya yetmiyordu. Kuarz kristali, titreşmesini sağlayan elektrik akımının etkisiyle belli bir süre sonra mekanik özelliklerini değiştirme gibi bir olumsuzlukla karşı karşıyaydı. Halbuki mekanik özellikler, kuarz kristalinin titreşimleriyle ortaya çıkan frekansların vazgeçilmez temel dayanağıdır. Orada ortaya çıkacak bir değişim, frekansların da değişmesine yol açmadan edemez. Öteki deyişle, kuarz kristallerinin kullanıldığı bu saatler olağanüstü hassastırlar; o günlere kadar eşi örneği bulunmayan bir mekanizma oluşturarak zamanı daha önce hayal bile edilemeyecek bir tamlıkla ölçmeyi mümkün kılan bu saatler, elektrik akımının etkisiyle temel özelliklerini değiştiren kristal nedeniyle üç, bilemediniz dört-beş ay sonra geri kalmaya başlıyor; başlangıçta sağladıkları avantaj da yok olup gidiyordu. Bu durumda, Dünya’nın dönüş hızını tamı tamına belirleyebilmek için başka aygıtlara ihtiyaç doğuyordu; çünkü ömrü birkaç ayla sınırlı olan kuarz saatleri, bütün bir yıla yayılmış ölçümlere elverişli değillerdi.

Yetmişli yıllara doğru astronominin ihtiyaç duyduğu bütün zaman ölçme taleplerine cevap verebilen kronometrelerin kullanımına geçildi. Bu yeni ölçme aygıtının tayin edici özelliği, belli bir atom elementinin titreşimini esas alarak sabit bir kıstasa göre zamanı belirlemesidir. Söz konusu atom saatlerinin teknik yapılarının ayrıntıda hangi özellikleri taşıdıkları ve atom titreşimlerinin o olağanüstü yüksek frekanslarının belli bir ekrana nasıl yansıtıldıkları sorusu, bizi ilkece ilgilendirmiyor. Önemli olan, belli bir atomun titreşiminin o doğal haliyle olağanüstü duyarlı bir ölçüm sunduğu ve böyle bir atom saatinin “tamlığının” bugün bilebildiğimiz kadarıyla, değişmez, mutlak, istikrarlı bir sabitlik oluşturduğudur.

Bu atom saatleri kuşağının duyarlılıkları ve ölçümlerde sağladıkları tamlık öylesine mükemmeldir ki, herhangi karşılaştırmalar yaparak durumu kafamızda, gözümüzde canlandırmaya çalışmak boşunadır. $1/10^{13}$ ya da biraz daha basitleştirilmiş sayısal bir ifadeyle, $1/10$ trilyonluk bir “kusurla” zamanı ölçebilen mekanizmalarla karşı karşıya olduğumuzu söyleyebiliriz. Öteki deyişle, 10 milyonda bir promillik bir kesinlikle. Bütün bunlar ortalama bir okurun kulağına çok etkileyici gelen sayılar olsalar da, matematikçi olmayan birine gene de pek bir şey ifade etmeyebilirler. Örneğin “sıfır” yılında inşa edilmiş ve karşılıklı senkronize olmuş böyle iki atom saatinin, aradan geçen yaklaşık iki bin yıl içinde birbirlerine göre en çok binde bir saniyelik bir farklılık göstereceğini söyleyerek durumu anlaşılır kılmaya çalışabiliriz.

İyi de, böyle kılı kırk yaran bir tamlık kimin ne işine yarayabilir ki? Milyonda bir saniyeyi, birbirine eşit 10 bin alt

birime bölebilme becerisi, eksiksiz, kusursuz, tamı tamına zaman ölçme konusunda takıntısı olan bir teknisyenin iştahını kabartabilir, ama işin dışında olan birisi, ekranında milyonda bir saniyenin de kesirleri görünebilen bir aygıtın aracılığıyla tamı tamına ölçülebilecek şeyin ne olduğunu, haklı olarak sorabilir. Ne var ki soruyu böyle koymak yanlıştır. Çünkü sorun, bu bir bölü milyonlarla ifade edilen zaman diliminde olup biten süreçleri belirlemek değil, iki ya da daha fazla sürecin akışında ortaya çıkan zaman farklılıklarını tespit etmektir. Atom saatlerinin keşfiyle ele geçirilen muazzam imkânlar, çeşitli olayları ve süreçleri birbirleri ile senkronize etme ihtiyacımızın kusursuz karşılanışında ortaya çıkarlar; birbirleri ile senkronize ettiğimiz ayrı ayrı olay ve süreçlerin gerçekleşmek için ihtiyaç duydukları sabit, değişmez uzunluktaki zaman sürelerini de gene aynı aygıtlar aracılığıyla olağanüstü bir kesinlikle belirleyebiliriz.

Avrupa ile Amerika arasında uçakla kurulan bağlantı sayesinde iki ayrı atom saatini, uçakta gezgin üçüncü saat aracılığıyla senkronize ettiğimizi söylemiştik. Peki ama, bunca cefaya katlanmanın yararı ne olabilir? Bu soruya verebilecek sayısız yanıtın biri, böyle kusursuz bir senkronizasyonun günümüzde uçakların yer tayin etme sisteminin vazgeçilmez şartını oluşturdukları biçimindedir. Bugün, zamanın kusursuz belirlenmesini sağlayacak aygıtların geliştirilmesi amacıyla dünyanın parasını dökmeye hazır olanlar, Newton döneminde olduğu gibi artık amiraller değil, hava kuvvetleri sorumlularıdır. Yeryüzünün değişik ama belli noktalarına yerleştirilmiş sinyal yayma araçlarından uçağa ulaşan uyarımların, kaynak ile uçak arasındaki yolculuk sırasında ihtiyaç duydukları za-

man süreleri birbirleri ile karşılaştırılarak, uçakların bulundukları yer tamı tamına belirlenebilmektedir. Sabit istasyonlardan uçağa ulaşan sinyallerin birbirleri ile karşılaştırılarak uçağın o anda bulunduğu yeri belirlemesi ilkesine dayalı bu yer tayin etme düzeneği, ne hava şartlarını tanır ne atmosfer olaylarını ne de akla gelebilecek fiziksel parazitleri, bozucu etkileri. Olabildiğince geniş bir alana gelişigüzel yerleştirilmiş birçok sabit istasyon, birbiri ile kusursuz senkronize edilmiş aygıtlar aracılığıyla havaya sinyal yollarlar. Kısa aralarla, ama sözcüğün gerçek anlamıyla eşzamanlı düzenlenmiş bu sinyaller, uçağın kaptan köşkündeki aygıta ulaşırlar; istasyonlarını aynı anda terk eden bu sinyallerin kaynak noktaları ile uçak arasındaki uzaklıklar ise farklı farklıdır. İşte art arda gelen, aynı anda istasyonunu terk etmiş sinyallerin aradaki uzaklığı aşmak için ihtiyaç duydukları zaman süresini değerlendiren merkezi aygıt, bu sinyallerin koordinatlarını karşılaştırarak, uçağın o anda dünyanın tam olarak hangi noktasında yol aldığını tespit eder. Bu mekanizmanın temel unsuru uçağa ulaşan sinyallerin zaman farklılıklarını o sözünü ettiğimiz duyarlılıkla belirleyip bilgisayara ileten atom saatidir. Zaman farklılıklarını mesafe farklılığına çeviren bilgisayar, değerleri bir haritaya aktarıp pilota, işte tam bu noktadasın, diyecektir.

Tekrarlayacak olursak; böyle bir yer tayin etme sisteminin vazgeçilmez şartı, sinyali yollayan yerel istasyonlardaki aygıtların birbirlerine göre mutlak senkronize edilmiş olmalarıdır. Çünkü sinyallerin saniyede 300 bin kilometre hızla hareket ettiklerini düşünecek olursak, yollanan sinyallerin milyonda birlik bir farklılık göstermeleri durumunda, bu farklılığın uçağın kabinindeki aygıta 300 metrelik bir sapma olarak yansı-

yacağını unutmamalıyız. Atom saatlerine göre senkronize olmuş yerel istasyonlardan gelen sinyaller ise pek pek 100 milyonda bir farklılık oluşturabilirler ki, bu da uçak için 3 metrelik bir hata payı demektir.

Aslında teorik olarak elde edilebilen bu 3 metrelik hata payı, ölçme ve değerlendirme sırasındaki aksaklıklarıyla da artarak, atom saatlerinin sağladığı avantajları azaltabilmektedir. Ama işte, bu aksaklıklar giderile giderile, teorik mutlak hatasızlık noktasına pratikte de yaklaşılabileceğini ve günün birinde tam otomatik pilot sisteminin doğrudan bilgisayara bağlanması halinde gerek iniş-kalkışın gerekse yolculukların tamamen otomatikleştirilebileceğini, bu yolda ilk adımların atıldığını unutmamalıyız. Daha seksenli yıllar da bilgisayara kitlenmiş komuta sistemleri uçaklarda askeri amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır. Uzun süre sualtında kalmak zorunda olan denizaltılar, daha önce su yüzeyine bıraktıkları bir “şamandıra” aracılığıyla topladıkları senkron sinyaller sayesinde yerlerini tam olarak belirleyebilme, böylece “sessizliğini” hiç bozmadan saklanabilme imkânı bulabilmektedirler. Aksi halde, denizaltı, bildiğimiz klasik sinyal yollama ve bunları değerlendirerek yerini tayin etme gibi riskli bir yolu seçmek zorundadır. Uzay yolculuğu ve uzay sondaj girişimleri alanında da, örneğin uzay araçlarının uzaktan komuta ile yönlendirilmesi konusunda, aynı nedenlerle eşzamanlılık vazgeçilmez bir şart oluşturmaktadır. Öte yandan iyice olgunlaştırılıp ekonomik bakımdan da tercih edilebilir duruma getirildiğinde bu sistemin, sivil havacılıkta otomatik iniş-kalkışlarda kullanıma sokulabileceğini, başka deyişle askeri amaçlarla değil de bildik, “sivil” amaçlarla değerlendirileceğini bilmek insana teselli veriyor.

Atom saatlerinin sözünü ettiğimiz o muazzam kusursuz ölçme yeteneklerinin getirdiği tayin edici bir başka yararın, belli başlı olayların akışındaki zaman sürelerini belirleme ve karşılaştırma imkânlarında ortaya çıktığını söylemiştik. Birçok bilimsel sorunun cevabını vermekte atom saatlerinin bu yeteneği vazgeçilmez bir destek sağlamaktadır. Bölümün başında, Dünya'nın, sonbaharda hep bir miktar hızlandığına, 24 saatte bir ortaya çıkan 0,06 saniyelik bu kendi çevresinde dönüş hızı farkının ilkbaharda ortadan kalktığına işaret etmiştik. Atom saatleri olmasaydı, henüz kısa sayılabilecek bir süre önce keşfettiğimiz bu periyodik hızlanma ve yeniden normalleşme olayı hakkında bugün de hiçbir fikrimiz olmayacaktı. Bugüne kadar enikonu açıklanamamış olan, (buzdağlarının erimesiyle açığa çıkan toprak yükselmeleriyle ilişkilendirilen) alabildiğine ilginç bu olayı elbette ne algılamakta ne de farkına varmaktayız. Dünya'nın rotasyonunda, yani kendi eksenini etrafındaki dönüşünde ortaya çıkan bu mevsimlik dalgalanmalar, bizim duyu organlarımıza yansımayacak kadar alt değerlerde dolanmaktadırlar; yakın zamana kadar böyle küçük zaman dalgalanmalarını ölçme imkânımızın bulunmadığını belirtmiştik. Öyle saniyenin yüzde altısı gibi küçük olduğu kadar haftalara aylara yayılan hız dalgalanmalarını bildik klasik saatlere dayanarak belirleyebilmemiz için, yıllarca beklememiz; dolayısıyla dalgalanmaların üst üste birikecek dişe dokunur bir "miktar" sapma oluşturmaması, teorik değer ile olgusal durumda elde edilen değer bu saatlerin ölçüme duyarlılıklarına karşılık gelmeleri şarttır. Oysa tam da söz konusu bu olayda bir yıl içinde yeniden eski durumuna dönen düzenli, periyodik bir sapma söz konusudur.

Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşlerinde ortaya çıkan bu periyodik dalgalanmaların gerçekliği konusunda ilk ağızda şüphe duymak bile mümkündür. Ay'ın Dünya çevresindeki periyodik dönüş hızında ortaya çıktığı düşünülen periyodik değişimlerin o günlerde daha yakından incelendiğinde aldatıcı değişimler oldukları anlaşılmıştı. Bunlar, sabit olduğu kabul edilen, gerçekte ise çok uzun dönemlerin ardından, yüzlerce yıl sonra hissedilebilecek bir seyir "hatası-na" boyun eğen zaman ölçeğinin Ay hareketinin ölçülmesinde kullanılmasının eseri idi. Peki, Dünya'nın kendi etrafında dönüşü sırasında ortaya çıktığını söylediğimiz ve sonbaharda günde 0,06 saniye artıp ilkbaharda tekrar aynı ölçüde azalma şeklindeki periyodik olay, gerçekte, yeni kullanılan atom-zaman ölçeğinin kendi periyodlarından kaynaklanıyor olamaz mıydı? Başka türlü sormak istersek: Bugün kullandığımız zaman standardının gerçekten de sabit olduğundan kesinlikle emin olabilir miydik?

Böyle bir soruya verilecek cevap ilkece, "hayır" olmak zorundadır. Çünkü atom frekansının sabitliğini herhangi bir şekilde ölçme imkânından şu anda tamamen yoksun bulunmaktayız. Ola ki, günün birinde, atom elementinin titreşimine bağlı standarttan daha da güvenilir bir başka "birim" bulduk. İşte ancak o zaman, atomun titreşimlerinin ne ölçüde değişmez, sabit periyotlar oluşturduğunu söylemek mümkün olacaktır. Gelgelelim, bırakalım pratikte böyle bir standardı uygulamayı, şu anda teorik düzlemde bile böyle bir standardı tasarlayabilmemiz ve ona ulaşabilmemiz tek kelimeyle imkânsız görünmektedir.

Öte yandan böyle bir standarda ulaşırsak bile, bu durum,

burada ortaya attığımız sorunun sadece bir süre daha ertelenmesi anlamına gelecektir; çünkü hemen o anda ortaya yeni standart birimin sabitliğinin ne ölçüde güvenilir olduğu, mutlak bir değer ile karşı karşıya bulunup bulunmadığımız sorusu çıkacaktır. Sabit mi, değil mi sorusu bu aşamada da yavamızı bırakmayacaktır. Dünya'nın kendi eksenini çevresindeki dönüşünde ortaya çıkan kısa dönemli, periyodik ve mevsimlik dalgalanmalar konusunda henüz birçok ayrıntı açıklanamamıştır ve aynı durum, öteki bozucu, aksatıcı etkiler için de geçerlidir; ama söz konusu etkilerin keşfinin çok yeni oluşundan kaynaklanan bu çaresizlikler bir yana, Dünya'nın dönüş hızı ile mevsimlik periyodik hızlanma ve yavaşlamalar arasındaki ilkesel bağlantı öylesine açık seçik ortadadır ki, böyle bir dalgalanmanın gerçekliğinden kimsenin şüphe edecek hali kalmamıştır.

Ama ilkece, atom saatinin kullandığı standart zaman biriminin sabit olup olmadığını söyleyecek durumda olmadığını itiraf etmek zorundayız. Bütün bilimsel tecrübeler ve mantık bizi bu itirafa zorlamaktadır; gene de bu mecburiyete rağmen zaman içinde akan olayları ancak düzenli yol aldıklarını kabul ettiğimiz periyodik fenomenler ile kıyaslayarak ölçebildiğimizi itiraf etmek zorundayız. Böyle bir karşılaştırma noktası olarak önce Dünya'nın dönüşü kullanıldı. Daha ilk sarkaçlı saatler bu yoldan Ay'ın hızını ölçmeye kalktığımızda bize, Dünya'nın bir standart olarak kullanılmasının pek de o kadar güvenilir olmadığını gösterecekti. Bugün bu klasik zaman standardını, Dünya'nın kendi etrafında dönüşünü, atom saatleriyle inceliyoruz. Atom saatlerinin sabitliğini ölçecek imkânlardan ise tamamen yoksunuz. Atomların tit-

reşim frekansları evrenin başlangıcından bu yana değişmiş, sözgelimi yavaş yavaş artmış ya da azalmışsa, hani ne kanıtlanabilecek ne de çürütülebilecek katıksız bir spekülasyon yaparak varsaydığımız böyle bir durumun farkında olmamız imkânsızdır. Ne var ki, bu spekülatif değişmenin gerçekleşmiş olması durumunda farkında olmamıza imkân bulunmayan ve bu değişiklikten türemiş aksaklık, evreni tasvir etme ve tanımlama amacıyla kullandığımız bütün formüllere sızmadan edemeyecek, bütün hesapların altını üstüne getirecektir.

Ölçmek demek, “karşılaştırmak”, kıyaslamak demektir. Her ölçme ediminde temel alınan ölçüm biriminin güvenilirliği, işin can alıcı noktasıdır. Dünya dışı, evrene hâkim şeytani bir güç, bütün bir âlemi, atomaltı, mikrodünyadan tutun da galaksilerarası uzaklıklara kadar, binlerce, milyonlarca kez küçültse, daraltsa ya da tersine büyütüp genişletse, olup biteni şöyle ucundan bile olsa fark edemeyiz; çünkü biz ve kullandığımız ölçüm standartları da söz konusu değişimlere katılacak; o ölçülerde küçülecek ya da büyüyecektir. Ve bu şeytani güç, aklına esip de bu evrende akıp giden bütün süreçleri yavaşlatmaya ya da hızlandırmaya ya da hatta bir süre için durdurmaya kalkışsa, bütün bunlar bizim için farkına varamayacağımız, dışımızdaki olaylar olarak kalacaktır.

Ne var ki, bizim kastettiğimiz “zamanın” söz konusu olduğu yerde bu türden spekülasyonlar, anımsayacağımız gibi, bir anlam taşımazlar; biz içinde bulunduğumuz evrenin sunduğu değerlere göre ölçüp biçeriz; burada değindiğimiz ihtimaller, zamanı ölçecek standart “birim değerinin” göreceliğine işaret eden, bir bilimsanının, “objektif” zamanı be-

lirleme gibi bir sorun ile karşı karşıya geldiğinde göz önünde bulundurulması gereken ilkesel koşullarla ilintilidirler.

Aslında biliminsanı “zamanın” ne “olduğu” konusunda akla mantığa uygun spekülasyonlar yapma, bu “şeyin” bu soyut biçimiyle, zaman dediğimiz haliyle var olmasının ne anlama geldiği konusunda bir şeyler söyleme imkânı bulunmasına rağmen, pratikte attığı “operasyonel”, yani işleme dönük adımlar, gerçekleştirdiği bilimsel çalışmalar ve faaliyetler sayesinde ölçtüğü şeyi, yani zamanı bir bakıma hem önkoşul olarak almış ama bir yandan da onu “tanımlamış” olmaktadır. 1965 yılına kadar bir saniye resmen bir yılın 31.556925, 9747’de biriydi. 1965 yılından itibaren, bir saniye bir Cesium atomunun tamı tamına 9.192631.770,0 kez ileri geri titreşim yapması için geçen süreye karşılık gelmektedir. Uluslararası Kütle ve Ağırlık Birliği’nin Paris’teki genel toplantısında 1964 yılında aldığı bir kararın sonucudur bu.

Demek ki atom saatlerinin uygulamaya koyulmasıyla, son otuz yıl içinde sadece Dünya’nın kendi ekseninde dönerken ortaya çıkan aksamaların kusursuz ölçülmesi mümkün olmakla kalmamış, ayrıca bu aksamaları çok değişik nedenlerle ilintilenecek şekilde daha alt kollara ayırmak da mümkün olmuştur. Dünya’nın düzenli dönmediğinin keşfi ilk anda herkesi şaşkınlığa düşürürken, yeni saatlerle yapılan araştırmalar, Dünya’nın serbest uzayda kendi çevresinde aksamalara maruz kalmaksızın dönmesini önleyen bir dizi etmenin var olduğunu ortaya koyunca kafaları iyice karışmıştır. Elbette bugün bu etmenlerin hepsini bilmiyoruz; çünkü araştırmalar alabildiğine yeni. Sözelimi önceki bölümde sözünü ettiğimiz,

Dünya'nın dönüşündeki, yüzyılları bulan periyotlara yayılan “oynamaları” on beş-yirmi yılı bulan incelemelerle ortaya çıkartmanın imkânsızlığı aşikârdır. Dolayısıyla olup biten hakkında şimdilik en ufak bir fikrimiz bulunmadığı gibi, bu uzun periyotlu ritmik hareketin temelinde hangi etmenlerin yattığı konusunda akla yatkın teorik bir varsayım oluştura-bilecek durumda bile değiliz.

Bu bölümde birkaç kez değindiğimiz mevsimlik ritim değışikliklerinin söz konusu olduğu durumlarda ise elimiz kolumuz hiç de bağılı değildir. Bu olayın arkasında, mevsimlerin değışmesiyle bağılantılı olan, “sezon sezon” ortaya çıkan etmenin ne olduğunu düşündüğümüzde, Dünya'nın gerçekten de tıpkı bir buz dansçısı gibi kozmik bir “burgu (topaç) hareketi” yaptığını kavramakta gecikmeyiz. Çünkü Dünya'nın söz konusu hızlanma ve yavaşlama olayı, tıpkı bir buz dansçısının kendi ekseni etrafında dönerken hızını artırma ve azaltmak için başvurduğu çareyi çağrıştırır. Bilindiğı gibi buz dansçıları kendi eksenleri etrafında dönerken, hızlanabilmek için kollarını mümkün olduğu kadar bedenlerine yapıştırırlar, tersine yavaşlamak istediklerinde kollarını açarak, kütlelerini yayar, bu yolla, dönme hızlarını istedikleri gibi değıştirebilirler. Altı çizilmesi gereken nokta, dansçıların, hızlarını kollarını açarak ya da gövdelerine yapıştırarak, istedikleri gibi artırıp azaltma imkânına sahip olduklarıdır. Aynı manevrayı, aynı sonucu elde edecek şekilde tekrarlayıp durabilirler. Fizğin diliyle söyleyecek olursak, başlangıçta dönmeye başlarken elde ettikleri dönme impulsiyonu “korunmaktadır”. Bu impulsiyon kolların açılması nedeniyle tükenip gitmez, sadece

buz patenlerinin sürtünmeleri ve hava direnci yüzünden dönme hareketi yavaşlar. Buz dansçısı ilk dönmeyle elde ettiği empulsiyonu gönlünce hızlı ya da yavaş dönüş hareketlerine aktarıp durur.

Buz dansçısı için geçerli olan durum, Dünya için de geçerlidir; çünkü mekaniğin yasaları, hareket eden nesnenin tabiatına aldırış etmeksizin işlerliklerini korurlar. Dünya'nın mevsimden mevsime değişen ve dönüş empulsiyonu kaybına yol açmayan hareketi de, bir burgulama efekti oluşturur. Yanıtlanması gereken soru, Dünya'nın, sonbaharda hızlanıp ilkbaharda yavaşlarken, söz konusu etkiye hangi nedenlerin yol açtığı, yavaşlama sırasında buz dansçısının kollarını açması gibi uzaya yayılan, hızlanma sırasında ise dünyaya sınıksız sarılan bölümlerinin ne ya da neler olduğu sorusudur.

Büyük bir ihtimalle bu etkiye yol açan etmenlerden biri, mevsimlik ritimlerle yeryüzü ile atmosferi arasındaki hareket eden muazzam su kütleleridir. İlkbaharda yerkürede sıcaklık hissedilir biçimde artmaya başladığında, Dünya'nın yüzeyine rastlayan tabakalar da kurumaya başlar; ama işte bu kuruma, içerdikleri suyu buhar olarak atmosfere vermeleri anlamına gelir.

Her ilkbaharda ve yazın atmosferin içine doğru göç eden bu milyarlarca ton su, yüzlerce hatta birkaç bin metreye kadar uzanırken, Dünya'nın o sözünü ettiğimiz kozmik topaç hareketiyle açılan kollarını oluştururlar. Tıpkı buz dansçısı gibi kozmik topaç hareketini gerçekleştirirken kollarını uza-ya uzatan Dünya'nın hızı sözünü ettiğimiz mekanik yasası gereğince azalmadan edemez. Bu "kol açmanın" gerçekleştirdiği

birkaç yüz metreyi ya da birkaç kilometreyi zar zor bulan alan, gerçi 12 bin 700 kilometrelik bir çapa sahip Dünya'nın koşullarına göre öyle önemli bir değişiklik sayılmayabilir. Ama unutmayalım ki, Dünya'nın bir mevsimlik hız artışı ya da azalması da saniyenin alt birimlerinde dolaşmaktadır. Ve elbette her sonbaharda aynı olay bu kez tersine gerçekleşir. Dünya'nın atmosfere uzanan kollarını oluşturan su kütleleri yağmur olup yeniden nispeten kısa sayılabilecek bir süre içinde Dünya'ya geri döner.

Peki de, istediği kadar akla yatkın görünsün, bütün bu açıklamanın içinde bir düşünme hatasının kokusunu almıyor musunuz? Öyle ya, mevsimler Dünya'nın kuzey ve güney yarımkürelerinde birbirlerine alternatif oluşturacak şekilde ortaya çıkmazlar mı? Kuzey yarımkürede kış hüküm sürerken güneyde tersine yaz kendini hissettirmez mi? Kuzeyde ilkbahar ilk belirtilerini gösterirken, Güney Afrika'da ve Avustralya'da sonbahar geliyorum demez mi? Bu nedenle de, aslında gezegenimizdeki burgu hareketi efekti diye tanımladığımız hareketin açıklanmasında başvurduğumuz olaylar, iki yarımküredeki zıt gelişmelerden ötürü etkilerini yitirmek zorunda kalmazlar mı? İlkbahardan başlayarak atmosfere yükselen ve gezegenin açılan kollarını oluşturan su buharı, aynı sıralarda kışa girmekte olan güney yarımküresinde yağmura dönüşerek yeniden geri dönmez mi? Evet, ilk bakışta, bu iki yarımküredeki gelişmeler yüzünden sözünü ettiğimiz topaç hareketi ya da burgu efektinin ortadan kalkması gerektiği biçiminde bir izlenim ediniyoruz. Bu durumda da söz konusu olayın açıklanması için başvurduğumuz doğa olayı da suya düş-

müş oluyor, diye düşünebiliriz. Gelgelelim, önümüze bir dünya haritası çekecek olursak, bu iki yarımküre arasındaki farklı gelişmelere rağmen Dünya'nın kollarını atmosfere uzatma ve geri çekme olayının muhtemel etkilere yol açan varlığını niçin koruduğunu kolayca kavrayabiliriz. Mevsimlere bağlı ısı değişmelerinin etkisine maruz kalan kara parçaları küremizde alabildiğine düzensiz dağılmışlardır. Kuzey yarımkürenin kara parçaları (anakaraları) yüzey olarak güney yarımküredeki iyice gölgede bırakacak kadar geniş olduklarından, mevsim dediğimiz olayların tipik gelişmelerini asıl kuzey yarımkürede yaşarken, güney yarımkürede, mevsimlere göre ortaya çıkan değişmelerin kuzeydeki gibi belirgin olmadıklarını biliyoruz. Zaten bu ayırt edici farklılıktan ötürü, bütün mevsimlik olaylarda belirleyici olan etkiler, kuzey yarımkürede gerçekleştiklerinden, esas olarak bu yarımküredeki dönüşümleri ve etkileri göz önünde bulundurmamızda da anlaşılmayacak bir yan yoktur.

Gezegeneğimizin buz dansçısı gibi bir hızlanıp bir yavaşlamasında bir tek mevsimlik "su hareketinin" tek başlarına etkili olup olmadıkları sorusunu bir yana bırakalım. [1974-2005 arasında ortalama bir Güneş günü uzunluğunun (86 bin 400 s.), 1-3 mili-saniye (1/1000 s) daha uzun geçtiği tespit edilmiştir. Gene aynı dönemde yapılan incelemeler, bu farkların ortadan katlığını da göstermiştir. Burada yaklaşık 30 yıl içinde gözlemlenen, artan ve tekrar eski değerlerine dönen hızlanmanın, çok daha uzun erimli, yüz ya da yüzyıllara yayılan dalgalanmaların (fluktuasyonların) sonucu olduğu düşünülmekte ve akışkan Dünya çekirdeğinin dış yüzeyindeki küt-

lelerin hareketiyle ilişkili olabileceği kabul edilmektedir. Ayrıca buz kütlelerinin hareketlerinin, erimeleriyle ortaya çıkan tektonik değişimlerin, çok büyük fırtınaların (1982/83 El Nino) Dünya'nın rotasyonuna etkileri belirlenmiştir.] Bu muhtemel etkilerden birinin de biyo-kütlelerle ilişkili olabileceği ileri sürülmüştür. Mevsimlerin dönüşümüyle birlikte, "neden" olarak göz önünde bulundurulması gereken daha birçok periyodik olaydan biri özellikle ağaç bakımından çok daha sık olan kuzey yarımkürede yazın yaprakların dönme hızına fren etkisi yapabileceği, bu etkinin yaprak dökümünün ardından tersine dönebileceği yolundaydı. Bu bölümün başında, sonbaharda yaprakların dökülmeye başlamasıyla birlikte Dünya'nın da az buçuk hızlandığını söylerken, ciddiye alınabilecek birkaç bilimsanının göz önünde bulundurmak istedikleri bir başka hızlandırıcı etkinin de altını çizmiş olduk. Gerçi yapraklar çok hafiftirler ve ağaçlar, dünyanın atmosfere uzanan kolları olarak, çok kısadırlar. Gene de bir bütün olarak düşünüldüğünde, yeryüzünde, özellikle kuzey yarımkürede çok ağaç vardır, ve bunların yaprakları sayılara sığmaz. İşte bütün bu ağaçların yapraklarının, az çok aynı zamanda dökülmeye başlamasıyla, gezegenin atmosfere uzanan bu "ağaç kollarının" da çıplaklaştığını, giderek Dünya'nın dönüşünün bir miktar da bu olaydan etkilenerek hızlandığını ciddi ciddi düşünen bilimsanları bulunmaktadır.

Ay'ın Frenleme Etkisi

“İstisnasız kural olmaz”. Daha kuruluş biçimiyle çelişkilidir bu cümle, çünkü bizzat bir kuralı dile getirmektedir; yani istisnayı, kendi karşıtını da, “istinasız kuralın olabileceği” tespitini de “doğru” olarak kabul etmektedir. Bu cümle, Dünya’nın kendi çevresindeki dönüşünün ve bu dönüşte ortaya çıkan düzensizliklerin incelenmesine yönelik oldukça yeni sayılacak bir jeofizik alt dalının günümüzdeki konumunu anlatmak bakımından tam yerinde seçilmiş bir cümledir. Bu bağlamda kural, “gezegende ortaya çıkan kısa dönemli aksaklıkları, ortalamalardan sapmaları, uzun dönemlilerden daha çabuk analiz edebiliriz” biçimindedir.

Şimdi bu bölümde iki istisna durumu ele alacağız. Bunlardan birincisi, Dünya’nın uzayda dönme hareketi sırasında, dönüş hızının ansızın ve önceden hesaba katmamıza elvermeyecek biçimde hızlanması ya da yavaşlamasıyla ortaya çıkan, çok kısa erimli ve oluşan aksaklıkların alabildiğine minik miktarlarda gerçekleştiği değişimlerdir. Kısa sürelerde gerçekleşmelerine rağmen, onları analiz ederken elimiz kolumuz bağlı kalmaktadır. Çok şükür ki, süreleri böylesine kısa

bu aksamaların demek geliyor insanın içinden; çünkü süre ne kadar küçük olursa olsun, gerçekte frenlenme birazcık daha uzun sürse, yeryüzünün canına okuyabilecek felaketler kaçınılmaz olurdu. Durumu tasarlayabilmek için, ağzına kadar dolu bir otobüste ansızın yapılan bir fren sonrası ortaya çıkabilecek hali göz önüne getirmek yeter. Dünya'nın öyle minimal, saniyenin 1/1000'i ölçülerinde değil de hani birazcık daha uzun süre aniden hız kesmesi durumunda başımıza gelebilecekler konusunda bize bir fikir vermeye yeter otobüs örneği. Evler, ağaçlar, insanlar, bütün bir toprak zemin ve hatta dağlar, bir büyümlü elin etkisiyle hızlandırılmışçasına bir anda ayakları altındaki zemini terk edip dosdoğru “doğu” istikametinde uçmaya başlardı bu durumda. Allah'tan ki, söz konusu “kısa erimli” aksaklıklar, böyle bir felakete yol açmayacak kadar etkisiz ve birim olarak çok küçüktürler. En azından sadece kendi çağlarımız için değil, başlangıçtan bugüne yeryüzü tarihi için de geçerli bir tespittir bu; aksi halde, bugünkü jeoloji imkânlarımızla ve incelemelerimizle, o türden felaketlerin izlerini yeryüzünde kolayca yakalayabilirdik.

Evet, başlangıçtan bugüne sadece çok minik hız değişikliklerinin ve bunlara bağlı aksamaların ortaya çıktığını bilmek içimizi rahatlıyor. Çünkü şu gün hâlâ bu ansızın ortaya çıkan çok kısa erimli fren ya da hız etkilerinin nedeni konusunda tahminlerin, varsayımların ötesine geçebilecek bir şeyler bilmiyor oluşumuzu göz önüne aldığımızda keyfimizin kaçması işten bile değildir. İstisna, dedik. Evet, bu küçük, çok çok kısa süreli değişimlerin nedenlerini –aynen o uzun süreli gibi– açıklamada epey zorlanmaktayız.

Kimi jeofizikçiler, az önce belirttiğimiz gibi, yerküre çe-

kirdeğinin sıvı kütlesi içindeki katı parçaların yer değiştirmelerini bu düzensiz hız kaymalarının nedeni olarak görüyorlar. Bu katı parçaların, özellikle dışa yakın yerlerde, düzensiz yer değiştirme hareketleri yüzünden Dünya'nın ağırlık merkezinin az buçuk kaydığı görüşünün pek de inandırıcı olmadığını söylemek zorundayız, çünkü çekirdeğin o fokur fokur kaynayan sıvı kütlesi içinde bütün madde aynı sıvı durumda bulunmak zorunda olduğundan, katı kütlelerin çekirdekte yer alma ihtimali yok gibidir. Gene evrenin derinliklerinden buralara uzanan etkilerin söz konusu aksamalara yol açabilme ihtimali üzerinde de durulmuştur; anlayacağımız, birbirini çeken kütlelerin çekim gücünün yoğunluğunun, gravitasyon sabitesi denen değer, evrendeki bütün öteki kütlelere bağımlı olduğu ve bunların çekiminden de etkilenmesi gerektiği biçimindeki bir teoriye dayandırılmak istenilen bir çözümdür bu. Ne var ki, bu açıklama da salt spekülasyon olmaktan ileri gidememektedir; hele hele, çekim sabitesinin, bu türden ani değişikliklerinin başka alanlara, örneğin öteki gezegenlerin yörünge üzerindeki hareketlerine yansması gerektiği düşünüldüğünde, bu teorinin de iflahı keşilmektedir. Bilindiği gibi, gezegenlerdeki yörünge hareketi aksaklıkları, en küçük ayrıntılarına kadar Dünyamızdan belirlenebiliyordu. Dolayısıyla böyle bir durum söz konusu olmadığına göre, bu teori de geçersizleşmektedir. Bilimin en güç, en dişli sorunları çözmekten geri kalmayacağını düşünmeye alışmış kimseler, nispeten böylesine elle tutulur, açık seçik, "mekanik" bir aksaklığın nedenlerini bulmakta bilimin bu kadar zorlanmasına akıl erdiremeyebilirler. Gerçekten de bu açıklayamama durumu, bugün hâlâ, çevremizdeki gözle

görölür, elle tutulur Dünya parçası ve ortam hakkında ne kadar az şey bildiğimizi gösteren etkileyici bir kanıttır.

Bu aşırı kısa erimli, anlık hız aksaklıkları ne kadar küçük olursa olsun, gene de onları dolaylı olarak belki de bir şekilde fark ediyor olabiliriz. *Bu türden hız değişikliklerinin, yerkabuğundaki dengeli atıl güçleri harekete geçirebilecekleri ve bu güçlerin yeryüzü kabuğunda yol açtıkları gerilimlerin depreme zaten yatkın olan bölgelerdeki deprem ihtimalini arttırabilecekleri yolundaki düşünceler, sık sık dile getirilmektedir.* Akla oldukça yatkındır bu kaygılar; aslında tersine, hız değişimleri ile depremler arasında böyle bir ilintinin bulunmadığının ortaya çıkması oldukça şaşırtıcı olurdu. Dünya'nın dönüş hızında ortaya ansızın çıkan, önceden kestirilmesi imkânsız hız aksaklıkları ile depremler arasındaki muhtemel ilintiyi tespit etmek için, bu türden değişikliklerin hemen ardından dünya çapında deprem olaylarının sıklığını belirleyen istatistiklerin hazırlanması da şarttır. Gelgelelim aksaklıklar ile depremler arasındaki bağlantının kesinlikle belirlenebilmesi için, gözlemlerin çok uzun bir zaman aralığına yayılması da şarttır. Oysa bugüne kadar yapılan incelemeler, henüz aradan nispeten çok az bir zaman geçtiği, gezegenimizin tarihinin nispeten çok küçük bir dönemini kapsadığı için, sağlıklı sonuçlar vermek bakımından elbette yetersizdirler.

“Uzun dönemlere” yayılmış hızlanma ve yavaşlamaları tespit edip açıklayamazken, kısa dönemleri açıklayabildiğimiz biçimindeki kuraldan ikinci sapma, başka deyişle ikinci istisna, bu kez de, çok uzun çağlara yayılmış bir yavaşlama olayının nedenini açıklayabiliyor oluşumuzla ortaya çıkmaktadır. Bir önceki istisna olayda, tam tersine, çok kısa erim-

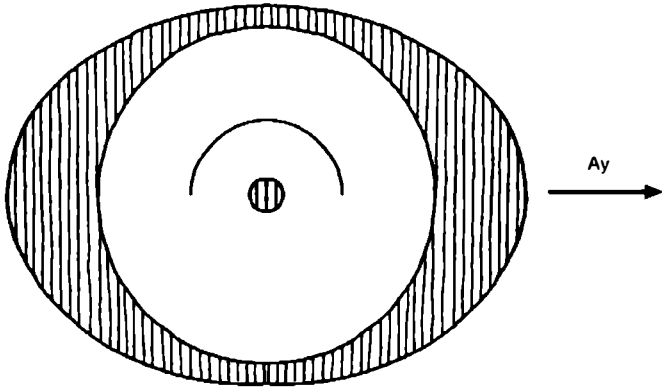
li hız aksaklıklarından birini bilimsel olarak izah edemediğimizi söylemiştik. Bu kez ise, Dünya'nın neredeyse başlangıcına kadar geri giden ve birkaç milyar yıl daha sürmesi kesin bir yavaşlama olayını enikonu açıklayabilecek durumda olmakla kuralı bozuyoruz. Bilim dilinde "seküler" yavaşlama diye bilinen bu olay, Dünya'nın kendi etrafında dönüşünde sürekli, sabit hız kaybı anlamına gelmektedir. Aşırı uzun bir geçmişe sahip olan bu yavaşlama olayı, bugünkü bilgilerimiz ışığında bakıldığında uzak bir geleceğe kadar da sürüp gedecektir. Bu aksama biçiminin o çok uzun erimli karakterine rağmen bugün pratikte hiçbir acabaya yer bırakmayacak şekilde nedeni göz önüne serebiliriz. Dünya'nın dönüş hızını kesen ve çok çok uzak bir gelecekte, onu eninde sonunda tamamen durduracak olan dış etmen, Ay'dır. Yavaşlatıcı, frenleyici etki, hepimizin bildiği gel-git (med-cezir) olayı sonunda ortaya çıkan kara-deniz sürtünmesidir.

Hiçbir gökcismi, uzaydaki yörüngesinde bir başına hareket etmez. Örneğin Güneşimiz, daha önce sözünü ettiğimiz muazzam kütlesi sayesinde gezegenleri çekerek çevresinde döndürür. Ama aynı şekilde Güneş'in kendisi de, onun kütlesine göre çok çok güçlü olan bir kütle merkezi çekimi sayesinde, Samanyolu içindeki yörüngesinde hareket etmektedir. Yay ve Akrep burçlarının bulunduğu bölgede olduğu tahmin edilen bu çok güçlü çekim merkezi, büyük ihtimalle merkezinde bir kara deliğin de yer aldığı galaksi çekim merkezini oluşturmaktadır.

Güneş'in, çekim gücü sayesinde bütün öteki gezegenleri ile birlikte Dünya'yı da bildik yörüngesinde tutarken, Dünya'nın da aynı şekilde Ay'ı kendi çevresinde döndürdüğünü

bilmeyenimiz yoktur. Ama Ay da Dünya'ya göre ne kadar küçük bir kütle oluştursa oluştursun, gezegen üzerinde belli bir çekim etkisi yapmadan edemez. Ay'ın bu etkisi, Dünya'nın Ay'a dönük yüzeyindeki her şeyin genelde olduğundan çok az bir miktar daha hafiflemesine yol açar. Bilindiği gibi bizim vücut ağırlığımız ve yeryüzündeki her şeyin ağırlığı, Dünya'nın bütün kütesinin ürünü olan ve toplam yerküre maddesinin ortak ağırlık noktasını oluşturan Dünya merkezi yönündeki gravitasyon deneni (yer)çekim kuvvetinin eseridir. Oysa Ay, başımızın üstünde durduğunda, onun çekim gücü tam da yeryüzü merkezine yönelmiş yerküre çekim gücüne zıt bir etki oluşturmaktadır. Astronotlar Ay yüzeyinde yürürken, Dünya'ya özgü hareketlerini gerçekleştirirken ortaya çıkan ve hepimizin ekranlardan izlediğimiz o tuhaf görüntülerden de çıkartabileceğimiz gibi, Ay'ın çekim gücü, Dünya'ninkinden kat kat daha azdır ve yeryüzündeki çekimin yaklaşık altıda biri kadardır. Ayrıca bu zayıf mı zayıf çekim gücünün bize o bildiğimiz 380 bin kilometrelik uzaklıktan etkidiğini de düşünecek olursak bu gücün iyice azaldığını kabul etmek durumunda kalırız. Bildiğimiz gibi, 380 bin kilometrelik bir uzaklığın, çekim gücünü azaltma konusunda böylesine etkili olmasının nedeni, bilimsanlarının deyişle, çekim gücünün uzaklığın karesi oranında azalmasıdır. Anlayacağımız, bir gökcisminin bir başka gökcismi üzerinde yaptığı çekim etkisi, ilk anda sanacağımız gibi, iki kat uzaklıkta yarı yarıya değil, dört kat azalacaktır.

Tepemizin üstüne gelen Ay'ın yüzünden gerek kendi ağırlığımızda gerekse çevremizdeki nesnelerin ağırlığında ortaya çıkan azalma öylesine düşüktür ki, ne kendimizde



Gel-git hareketinin dalgalarının dünyanın çevresinde dolaştığını sanırız; çünkü hepimizin algısı ve yaşantısında Dünya ayaklarımızın altında hareketsizdir. Gerçekte ise dalgalar Ay'ın çekim gücüyle "tutulmaktadır", Dünya ise bu dalgaların altında dönmesini sürdürmektedir. Ama işte bu, güce mal olur. Dünya'nın dönme hareketi Ay'ın bu gel-git dönemine etkisi nedeniyle hep biraz daha yavaşlar ve gelecekteki birkaç milyon yılın sonunda iyice yavaşlayan Dünya tamamen frenlenip duracaktır.

bir hafifleme hissedebiliriz ne de sağımızdaki solumuzdaki nesnelerin daha önceki durumlarına göre şöyle dişe dokunur bir miktar ağırlık kaybına uğradığını söylememiz mümkün olur. Ama işte, Ay'ın söz konusu etkisi gene de var olan ve burada, yeryüzünde muazzam değişikliklere yol açacak kadar da büyük bir etkidir. Bunlardan en bilineni ve büyüğü, okyanuslarımızda ortaya çıkan gel-git hareketine bağlı her iki "kabarma"dır.

Yukarıdaki şekil olup biteni şematik bir biçimde göstermektedir. Kafa karıştırmamak için anakaralar şekle dahil

edilmemişlerdir. Şekle dikkatle baktığımızda, Ay'ın çekimi nedeniyle gerçekten de iki çekim kabartısının oluştuğunu görürüz; birçok insanın kafasını karıştıran bir durumdur bu. Su kabarmalarından biri Ay'ın yönünü göstermektedir. Dünya'nın Ay'a bakan yüzünde suyun çekim gücü etkisiyle Ay'a doğru kabarmasında anlaşılmayacak bir yan bulunmamaktadır. Şekle bakan biri, bu ilişkiyi kolayca kavrar. Gelgelelim, Dünya'nın Ay'a bakmayan yüzünde de böyle bir su kabarmasının ortaya çıktığını çok kimse bilmektedir, ama çok az kimse için anlaşılır bir durumdur bu. Bilindiği gibi, gel-git (med-cezir) olayında gel ile git olaylarının yer değiştirme ritminin süresi 6 saat olduğu için bu tabloda da anlaşılmaz bir yan bulunmamaktadır. Dolayısıyla böyle bir ritmin oluşabilmesi için, şekilde de görüldüğü gibi, iki tepeciğin oluşması şarttır. Sadece tek bir yönde bir su tepeciği oluşmuş olsa, gel ile git arasında böyle bir ritmik yer değiştirme gerçekleşemezdi ve yer yüzünde 24 saatte sadece tek bir gel-git hareketi ortaya çıkardı.

Kısacası “paradoks” diyebileceğimiz bir “su dağı” ile karşı karşıyayız. Ay'ın çekmediği yüzde ortaya çıkan ve med ile cezir arasındaki periyodik yer değiştirmeyi mümkün kılan bu “dağı” nasıl açıklayabiliriz acaba? Bir fizikçi bu ilişkiyi kolayca kavrar, ama matematiksel formüllere başvurmadan olup biteni açıklamak pek kolay değildir. Bu ilişkiyi biraz basitleştirerek, gene şekle başvurmayı da ihmal etmeden, şöyle izah etmek mümkündür: Şemada gösterilen durumda, Ay (Güneş'in çekim etkisinin de eklenmesiyle) elbette sadece Dünya'nın kendine dönük yüzeyindeki suyu çekmekle kalmaz, aynı zamanda bütün Dünya'yı da bu çekim etkisine maruz bırakır. Dünya, o anda Ay'a bakmayan yüzündeki suyla birlikte

Ay'a doğru bir miktar çekilir dolayısıyla. Ne var ki bu çekim sırasında çok farklı çekme güçleri işbaşındadır. Bildiğimiz gibi Dünya'nın iki zıt yüzü arasında yaklaşık 12 bin kilometrelik bir uzaklık bulunmaktadır. Bu mesafe üzerinden çekim gücü "arkaya doğru" hatırı sayılır miktarda azalacaktır. Sözünü ettiğimiz, çekim gücünün uzaklığın karesi oranında azalması yasası, elbette burada da işbaşındadır. Demek ki, olup biteni biraz basitleştirerek, ama işin can alıcı noktasını kesinlikle gözden kaçırmadan, Ay'a bakmayan yüzdeki su dağını açıklamak istersek, suyun Ay'a yakın durumda (resmin sağında), Ay tarafından, Dünya'dan daha güçlü, Ay'a bakmayan yüzde ise, bu kez Dünya'dan daha az çekildiğini söylememiz yeter. İşte bu nedenle, su, Ay'a bakan yüzde, "Dünya'dan Ay'a doğru" hareket ederken, öteki yüzde de Dünya'ya göre biraz geride kalıp ikinci "dağı" oluşturur.

Gel-git hareketleri bağlamında hemen her zaman yanlış bir düşünceye kapıldığımız ikinci bir nokta bulunmaktadır, bu da bizi burada söz konusu olan meselenin doğrudan özüne götürür. Dünya'yı, günlük yaşantımızın alışkanlıklarından kaynaklanan bir zaaftan ötürü, bütün etkinliklerin, bütün hareketlerin karşısında, onlara göre sabit, hareketsiz bir kutup gibi yaşarız. Kopernikus'un gezegenlerin yörüngeleri ve eksenleri çevresindeki hareketlerine ilişkin bulguları da Dünya'yı durağan alan olarak yaşama alışkanlığımızı değiştirmemiştir. Hâlâ hepimiz için, Güneş, "doğar ve batar". doğudan yükselir, batıdan alçalır. Ve hâlâ, Ptolemeus'un çağlarındaki insanlarla aynı dili kullanarak yıldızların ve Ay'ın doğudan batıya bizim göğümüzü kat ettiklerini söylemekten geriye kalmayız. Oysa neden beri, sözünü ettiğimiz bu gökcisimleri yer-

lerinde sayarken asıl Dünyamızın batıdan doğuya doğru hareket ettiğini kesinlikle biliyoruz. Gelgelelim görme alışkanlıklarının o yakayı kolay kolay bırakmayan izlenim ve etkilerinden kurtulmak hemen hemen hiç kimsenin harcı değildir. Hal böyle olunca da gerçekliğin bu her iki zıt durumu için “iki ayrı defter tuttuğumuzu” rahatlıkla ileri sürebiliriz. Günlük hayatın akışı içinde Dünya’yı alışkanlıklarımızın süzgecinde o aldatıcı görünüm ve dışavurumlarıyla yaşarken “tuttuğumuz defter farklıdır”; olup biteni “bilimsel” bir düzlemde ele almak zorunda kaldığımızda ise, başka deyişle, bu Dünya’nın ve evrenin karakteristik özelliklerinin “gerçekteki” konumuyla ilgilenirken, kendi rastlantısal durumumuzu ve buna bağlı perspektifi bir yana bırakıp alışkanlıklarımızın o aldatıcı etkilerinden kendimizi sıyrarak ilişkilerin gerçeklikteki durumunu kaydettiğimizde ise “bilimin defterini” kullanırız.

Bu her iki algılama ve yaklaşım tarzı arasında böylesine kesin bir farklılığın bulunmasının nedeni, insan türünün, yer yüzünde hayatın evrimi boyunca aşagelmek zorunda kaldığı gelişim aşamalarının koşullarında aranmalıdır. Bildiğimiz gibi biz insanların bugün sahip olduğumuz bütün özellikler, evrimin biyolojik mekanizmaları tarafından tek bir kaygıyla, –insan türünün hayatını mevcut doğal çevre koşullarında sürdürmesine destek olma kaygısıyla– seleksiyon dediğimiz, seçme ve ayıklama süreçleri sonunda bize sunulmuşlardır. Beynimizin Dünya’yı, nasılsa öyle, objektif olarak öğrenip yaşantımıza katma işlevini gerçekleştirebilmemiz için, ta baştan itibaren bu haliyle bize verilmemiş olduğunu da biliyoruz. Tersine beynimiz de tıpkı öteki organlarımız gibi, doğa

tarafından, ayakta kalmamızı, tür olarak mevcut ve değişen çevre koşullarında hayatımızı sürdürebilmemizi mümkün kılacak şekilde, bir gelişme ve kompleksleşme süreci içinde yol almaktadır. Böyle olunca da, bugüne kadar sabit yıldızların hareketsizliği konusundaki bilgimize rağmen göğün bütün yıldızlarıyla birlikte başımızın üstünde hareket ettiği izleniminden bir türlü kurtulamayışımızda şaşılacak bir yan bulunmamaktadır.

Gerçeklikte, asıl şaşırtıcı ve handiye esrarengiz sayılabilecek yan, insan beyninin, gelişme evrelerini belirlemiş olan salt pragmatik ihtiyaçlara ve bu ihtiyaçlara göre şekillenmiş işlevlere yönelme zorunluluğuna rağmen, öteki deyişle, beynimizin evrimleşmiş bir organ olmasına rağmen, bugün hayatta kalma şansımızı, çevreye uyum sağlama yeteneğimizi arttırmak ile uzaktan yakından ilgisi bulunmayan, gezegenlerin hareketleri gibi olguları ve durumları gözlemekle kalmayıp bunları inceleyip yorumlayabilecek bir organı temsil edecek hale gelmiş olmasıdır. Burada söylediklerimizi bütün mantıksal sonuçlarıyla değerlendirebilen bir okur, doğada olup biten, örneğin atomaltı dünyada, kuantumlar alanında sürüp giden onca olayın bizim algılarımıza niçin kapalı olduğunu bir anda kavrayabileceği gibi, hayatta kalma koşullarımızla, çevreye uyum mecburiyetimizle hiçbir doğrudan bağı bulunmayan bu gibi gerçeklik düzlemleri ile ilgilenişimize şaşmadan edemeyecektir. Gerçekten de, doğanın bu alanları bizim kavrayıcı bakışımıza kapalıdır. Ama işte, organizmamızın esenliğiyle hiçbir alışverişi bulunmayan bu alanlara bir şekilde uzanabilmemiz, kavrayıcı tasarım gücümüze, tasarlama ve kafamızda canlandırma

yeteneğimize kapalı, bu anlamda bize hiçbir şey ifade etmeyen soyut matematiksel formüllerle ve sembolik bir dille gerçekliğin bu düzlemlerine ulaşmamız, pratik hayatımızla doğrudan hiçbir bağı olmayan boyutlara beyinsel gücümüzle el atabilmemiz, akıllara durgunluk verecek bir gelişmedir.

Evet, konumuza dönecek olursak burada değindiğimiz nedenle, gel-git olaylarında ortaya çıkan “su dağının” da, hareketsiz olarak tasarladığımız ve algıladığımız yeryüzünün üzerinde 24 saatte bir tur oluşturacak şekilde hareket ettiği izlenimine teslim olmaktan kurtulmalıyız. Oysa gerçekte su dağları hareketsizliklerini korurken, altındaki karanın doğuya doğru hareket ettiğini artık biliyoruz. Böyle bir hareket fiziksel dille, “iş” yapmak anlamına gelir. Uzay boşluğunda süzülürken, bir yandan da kendi Ay’ının etkisiyle olduğu yerde tutulan o muazzam su kütesinin altında gene de dönüşünü gerçekleştirmek zorunda olan Dünya’nın, serbest uzayda döndüğü için herhangi bir sürtünmeye maruz kalmadan ve hiçbir dirençle karşılaşmadan hareket ettiğini düşünmenin ne kadar aldatıcı olduğunu anlamak için, bu tabloyu göz önüne getirmemiz yeter de artar. Elbette, yeryüzündeki bütün suyun Ay tarafından tutulup hareketsiz kılındığı gibi bir izlenime de kapılmamaya dikkat etmemiz gerekir. Med evresinde Güneş’in çekim gücünün de kendisine eklendiği Ay’ın çekim gücü, böyle bir tutma etkisi yapabilseydi, gezegenimiz çoktan durma noktasına gelmiş olurdu: Bu durumda Dünya artık ayda bir kez kendi çevresinde dönebilecek, Ay tarafından tutulmuş olduğu için de, Ay’a hep aynı yüzünü dönmüş olarak kalacaktır. Bir gün, bir aya eşitlenirken, dolayısıyla Dünya Ay’la beraber ayda bir kez rotasyon yaparken, Güneş,

yeryüzünün belli bir noktasından yılda sadece 12 kere batıp çıkacaktır.

Söz konusu bu durum, gerçekten de çok uzun bir gelecekte Ay'ın gel-git olayları sırasında yaptığı yavaşlatma etkisi sonucunda eninde sonunda ortaya çıkacaktır. Bundan kimsenin şüphesi olmasın. (Hesaplamalar bu teorik noktada tek bir günün bugünün 47 katı olacağını söylemektedir.) Gelgelelim bu sürecin, söz konusu nihai duruma iki ya da üç milyar yıl sonra ulaşacak olduğu da kesindir; çünkü Ay'ın etkisi, Dünya'nın dönüşünü ne kadar yavaşlatırsa yavaşlatsın, Dünya'nın durumunun gene de içinden çıkılmayacak kadar berbatlaşması söz konusu değildir. Suyun iç sürtünmesi, Dünya'nın katı mantosu rotasyon yaparken, okyanusların da "altlarındaki ve kendilerini çevreleyen" karalarla birlikte herhangi bir gecikmeye meydan vermeksizin dönmesine yetecek kadar büyüktür. Anlayacağımız, Ay su kabarmasını belli bir yönde tutar gibi görünürken, yönü sabit bu med dağının içindeki moleküller öncekiler olmayıp birbirinin yerini alıp dururlar.

Denizlerin yüzeyinde oluşan bildik dalgalar da aslında suyu alıp beraberlerinde sürüklemey ve bir yerden başka bir yere taşımazlar; dalgalar her bir su molekülünü sadece döngüsel bir çıkış-iniş hareketine sürüklerler. Bu hareket birbirine komşu moleküller tarafından çok kısa zaman aralıklarıyla tekrarlandığından, baktığımızda su yüzeyinde birbirini izleyen sürekli bir dalga hareketi görürüz; oysa aslında bu hareket maddenin, yani suyun, yer değiştirmesi anlamına gelmeyip sabit yerdeki dikine iniş-çıkış hareketinin ritminin zaman içine yayılmasının bir sonucudur.

Demek ki Dünyamız, kendi eksenini çevresinde dönüş hareketini gerçekleştirirken, yüzeyindeki su kütlelerinin Ay tarafından belli bir noktada hareketsizleştirilmesi, kendisinin de suyun altında bu hareketsiz kütleyle rağmen yoluna devam etmesi gibi bir durumla karşı karşıya değildir. Okyanuslar da bu rotasyon hareketine katılmaktadırlar; ama son tahlilde Ay'ın bu etkisi, Dünya'nın kendi eksenini çevresindeki dönüşünü hatırı sayılır biçimde olumsuz etkilemeden de edememektedir. Çünkü Dünya, dönüşü sırasında üzerindeki suyla birlikte hareket etse de, bu dönüş sırasında anakaralardan biri o iki çekim dağından birine yaklaşıırken, anakaranın kıyıları her defasında Ay'ın tuttuğu bu su dağına çarpmaktan kurulamamaktadır. Karadan, belli bir kıyı noktasından bakıldığında ise, tamamen yanıltıcı bir görünüm ediniriz. Böyle bir noktadaki gözlemci, "gelme" hareketinin sonucunda dalgaların kıyıya hücum ettikleri izlenimini edinmekten kurtulamayacaktır. Bu çarpışma sırasında ortaya çıkan kuvvetler açısından, suyun mu karaya, karanın mı suya çarptığı, daha doğrusu gözlemcinin iki ortamdan hangisini hareket halindeki ortam olarak farz ettiği hiçbir önem taşımamaktadır. Ha, saatte 60 kilometre hızla giden bir arabanın içinde, park etmiş bir arabaya çarpmışsınız, ha park etmiş bir araba içindeyken, saatte 60 kilometre hızla hareket eden bir araba gelip size çarpmış; kaçınılmaz sonuçları bakımından bu iki durum birbirlerinden ne kadar farklıysalar, okyanuslar ile karaların çarpışması sırasında ortaya çıkan durum da o kadar farklıdır.

Son bir bakışla, "bilimsel bir inceleme" tarzına uygun düşecek şekilde, çizimde gösterilen ilişkiyi değerlendirirken, bu çizime, işi karıştırmamak için dahil etmediğimiz anakarala-

rıyla birlikte burada gösterilen o iki su dağcığına çarpan tarafın Dünya olduğunu açık seçik kavramış olmamız gerekiyor. Böyle bir çarpışmanın “iş” yapmak anlamına geldiğini söylemiştik. Bunu ilk bakışta görmek zor olmasa gerek. “İş” bu bağlamda, Dünya’nın içkin dönme empulsiyonundan çok küçük bir miktarını da olsa, her çarpışmada kaybetmesi anlamına geliyor. Buz dansçısı için patenlerin buza sürtünmesi ve hava direnci yüzünden ortaya çıkan engel, Dünya için gel-git olaylarıyla ortaya çıkan sürtünme ile aynı sonuçları doğurmaktadır.

Dünya, dönme empulsiyonunu, doğuşu sırasında, bundan 4,5 milyar yıl önce elde etmiştir. Bir kez elde edilmiş bir imkân olarak, bir daha artırılması, çoğaltılması kesinlikle mümkün olmayan bir hareket becerisiyle donanmış gezegenimiz, yitirdiği en küçük miktar hızı bile, artık tarihinin sonuna kadar bir daha telafi edememe gibi bir kadere boyun eğmek zorundadır. Gezegenlerin çoğu gibi, kendi çevresinde oldukça hızlı dönen Dünya’nın bu dönüş empulsiyonunu, bugün henüz bütün ayrıntılarıyla bilmediğimiz oluşum tarihi içinde kazanmış olması gerekir. Böyle bir dönüş hareketinin ortaya çıkışı ancak Dünya’nın, çok küçük madde parçacıklarının muazzam miktarlarda bir araya gelmesiyle oluşmuş olmasıyla açıklanabilir. Bulut halinde çok geniş bir uzaya yayılmış olması gereken bu madde parçacıkları, karşılıklı kütleye çekimi etkisiyle ortak çekim merkezlerine doğru hareket ederken, madde de sürekli olarak yoğunlaşmaya başlamış olmalı. Dünya, büyük ihtimalle bu yoldan tıpkı Güneş ve öteki gezegenler gibi, maddenin belli bir çekim odağı çevresinde yoğunlaşması sonucunda, öteki gökcisimlerini ortaya çı-

kartan süreçlerin aynısını tekrarlayarak meydana gelmiştir. Gene de Dünya'nın doğrudan Güneş gibi bir gaz bulutunun yoğunlaşması sonucunda mı ortaya çıktığı, yoksa bugünkü bileşimini oluşturan elementleri hazır biçimde içeren ipince bir toz bulutunun yoğunlaşmasıyla mı meydana geldiği, öteki deyişle soğuk bir oluşumun eseri mi olduğu, kesin olarak belirlenebilmiş değildir. İlk kitabımızda da uzun uzun tartıştığımız bu meydana geliş öyküsünde, gezegenimizin gaz bulutlarının yoğunlaşması sonucunda tıpkı Güneş gibi oluşmuş olabileceği varsayımı, içerdiği ve kendisini bu yönden Güneş'ten ilkece ayıran ağır elementlerin çokluğu karşısında kolay kolay tutunamamaktadır. Gezegenimizi meydana getiren bu ilk bulut ne tür elementlerden ibaret olmuş olursa olsun, daha önce Güneş'in oluşumunu anlatırken üzerinde uzun uzağıya durduğumuz bu madde yoğunlaşması sürecinin aynısının, eninde sonunda söz konusu gökcismini bir atlıkarınca hareketine sürüklemekten edemeyeceğini görmüştük: Belli bir aşamadan sonra bütün kütle kendi eksenini çevresinde dönmeye başlıyordu. Söz konusu hareket için de üzerinde durduğumuz buz dansçısı hareketinde geçerli yasalar önemli bir rol oynamışlardır. Kütle yoğunlaştıkça uzaydaki hacmi küçülmüş, tıpkı kollarını bedenine sımsıkı yapıştırıp hızını artıran dansçı örneğindeki gibi, kütlesi aynı kalan Dünya da, bu büzölmelerin oranında hızlanmıştı. Kütlenin çevresinde yoğunlaştığı çap küçüldükçe, hız artmış, sonunda Dünya kızgın, kor kor yanan bir top haline gelmiştir. Bu aşamaya kadar adım adım artan dönme hızı, kütlenin büzölme, yoğunlaşma sürecinin sona ermesiyle durmuş, bu noktada Dünya, bugün bildiğimiz çapına ve kütleli büyüklüğüne kavuşmuştur.

Dünya'nın büzülme ve yoğunlaşma sürecine nokta koyan etmen, gezegenin kütesinin sınırlı oluşu nedeniyle bu büzülme sırasında ortaya çıkan ısıнын, Güneş'te olduğunun aksine, en küçük nükleer süreçleri bile harekete geçirmeye yetmeyecek düzeyde kalışıdır. İşte böyle bir gelişme evresinin sonunda nihai büyüklüğüne kavuşan Dünya, o anda en üst limit hızını da elde etmiş, bundan sonra kendi eksenini çevresindeki dönüşünde artık hep belli miktarlarda yavaşlamalar ortaya çıkmıştır.

Çünkü o andan sonra gezegenimizi yeniden hızlandıracak herhangi bir güç kaynağı var olmamıştır bir daha. Bir dairesel dönüş gerçekleştiren nesnenin hızı, onun kütesinin sabit kalması şartıyla, bu kütenin çapının küçüklüğü oranında artar. Çapın mümkün olan en alt değere ulaştığı yerde, hız da en üst limite tırmanır. Dünya, o sözünü ettiğimiz dönme "hamlesini" yaptıktan sonra elde ettiği hızla, bütün bir tarihi boyunca yetinmek zorunda kalmıştır. Bu tarihin akışı içinde yitirdiği her bir miktar hız, sonsuza kadar bir daha elde edilmemek üzere onun eksi hanesine yazılacaktır. İşte bu nedenlerle, sözünü ettiğimiz gel-git olayına bağlı sürtünme, istediği kadar devede kulak bir değer oluştursun, yerkürenin bütün bir tarihi boyunca ona musallat olan ve olacak olan bir etki özelliği taşıdığından, ve öteki çok küçük hız değişimleri gibi kendiliklerinden karşı olaylarla dengelenmediğinden, onun kaderinde tayin edici bir yer tutacaktır.

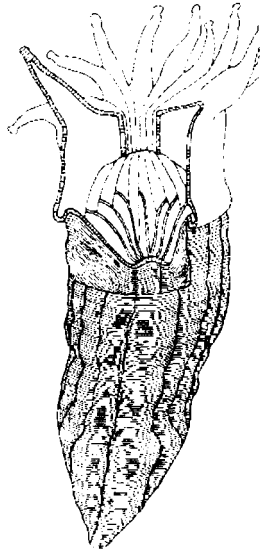
Bundan 200 milyon yıl önce Dünya dinazorların hâkimiyeti altındayken, bir yıl bugünkü gibi 365 değil, tam 385 gündü. Çünkü Dünya'nın Güneş çevresindeki bir turu için geçen süre değişmeden kalırken, kendi çevresinde gerçekleş-

tirdiği dönüşün süresinde farklılıklar ortaya çıkmıştı. Dinozorların yılı 385 gündü demek, bu yılların her bir gününün yaklaşık 23 saat olduğunu söylemek anlamına gelir. Bir gün bizim günümüz gibi 24 değil de 23 saat çekiyorsa, bir yıl bundan 200 milyon yıl önce 8760 saatlik bir uzunluğa sahip olmuş olmalıdır.

Yeryüzü tarihinden geri gittikçe Dünya'nın kendi eksenini çevresindeki dönüşünün o ölçüde hızlı olduğu, dolayısıyla da bir günün de o nispette kısa geçtiği dönemlere geliriz; çünkü Ay'ın çekimiyle ortaya çıkan sürtünme etkisi, henüz Dünya'yı bugünkü ölçülerde yavaşlatacak fırsatı bulamamıştır. İlk bitkisel organizmaların suları terk edip karalarda tutunmaya başladığı dönemlerde, bundan yaklaşık 400 milyon yıl önce, bir gün 21,5 saat, bir yıl ise 405 gün çekmiş olmalı. Ve henüz ilk omurgalılar ortaya çıkmadan önce, *Kambrium* dediğimiz çağda, o ilk okyanuslarda iyice gelişmiş omurgasız or-

Sağdaki iyice büyütülmüş fotoğraf, fosilleşmiş mercan kabuğunun tabakalarını daha belirginleştirirken, bu kalın ve kaba çıkıntıların arasında çok daha ince bir katmanlaşmanın çizgilerini fark edebiliyoruz. Gerçekten de, mikroskopla bakıldığında söz konusu çizgilerin günlük halkalar olduğunu görmek mümkündür. Bunların sayılması sonucunda, ortaya sansasyonel bir sonuç çıkmıştır. Bu mercanın yaşadığı çağlarda, bundan yaklaşık 370 milyon yıl önce, bir yıl 395 gün çekmiş olmalıdır. Dolayısıyla bu mercan fosili, söz konusu özelliği belgelerken, Dünya'nın rotasyonunda gitgide bir yavaşlama olduğunu da ispatlamaktadır. Böylece, Ay'ın sözünü ettiğimiz etkisiyle ortaya çıkmış yavaşlamanın somut kanıtını da sunmuş olmaktadır. Bu yavaşlatıcı etkinin, bildik gündelik çevremizin devamlılığı ve Dünyamızın yaşanabilirliği bakımından vazgeçilmez bir önkoşul oluşturduğunu da artık biliyoruz.

Çizimde görüldüğü gibi bir mercan ayak ucundan sürekli olarak yeni kireç tabakaları oluşturarak bir ayakkabı tabanı gibi bunları kullanır. Bu kireç üretimini kesintisiz bir üretim olmayıp mevsimlere göre ritmik olarak gerçekleştirir.



Devon çağından kalma bu mercan kabuğunun büyütülmüş görüntüsünde mevsimlere bağlı ritimlerle meydana gelmiş kireç katmanları net olarak görülüyor.



ganizmalar evrimin yeni bir “buluşu” sonucunda ilk dış iskelete kavuştuklarında, yani bundan aşağı yukarı 600 milyon yıl önce, bir gün 20 saati ancak bulurken, bir yıl da, bu kısa günlerin 425 tanesinin bir araya gelmesiyle oluşuyordu.

Bütün bu söylediklerimizin bir varsayım olmaktan öteye geçtikleri, salt mantıksal çıkarsamaların sonucu olmadıkları ve Dünyamızın bugünkü durumunda ele verdiği belli gerçeklerden zorunlu olarak çıkartılan sonuçlar olduklarını ünlü Amerikalı bilimsenisi J. Wells seksenli yıllardan az önce göz önüne sermiştir. Son derece parlak bir fikirle yola çıkan Wells, bir yılın kaç gün olduğunu Devon çağını esas alarak doğrudan sayabilmenin yolunu bulmuştu. Bunu yapmak için taşlaşmış ya da bilim diliyle “fosilleşmiş” mercanları kullanmayı akıl eden Wells, bilimin modern yöntemleriyle bu mercanların hangi çağlarda yaşadıkları konusunda en ufak bir kuşkuyla yer vermeyecek kesin belirlemelerden yararlanacaktı. Söz konusu mercanlar tamı tamına 370 milyon yaşındaydı. Bugün yaşayan mercanlardan, bu organizmaların o taş sertliğindeki zırhlarını mevsimlere bağlı olarak değişikliklere uğrattıklarını, tıpkı ağaç gövdesinde olduğu gibi, bunların da dış yüzeylerinde düzenli yaş halkaları oluştuğunu biliyoruz. Yatay kesilmiş bir ağaç gövdesindeki halkalar gibi mercanın dış iskeletindeki çizgiler de onun yaşına işaret ettiklerine göre, iş bu halkaların oluşumunu daha bir yakından incelemeye kalıyordu. Wells’in bulmayı umduğu şey gerçekten de bulunmayı bekliyordu. Görüntüler iyice büyütüldüğünde mercanın yüzeyinde birbirlerinden kolaylıkla ayırt edilebilen yıl halkaları belirgin biçimde ortaya çıkmakla kalmıyor, daha bir dikkatle bakıldığında, günlere bağlı olarak oluşmuş halkaların da mevcu-

diyeti kendilerini ele veriyordu. Bundan 370 milyon yıl önce, gece bir yandan sıcaklık düşerken bir yandan da karanlığın bastırmasıyla kireç üretme faaliyetlerini ertesi güne erteleyen mercanların böylelikle hiçbir acabaya yer vermeksizin günlerin sayımına imkân verecek ince halkacıklar oluşturdıkları anlaşıyordu. Amerikalı, bu halkaları sayınca, her bir yıl halkasının arasına tamı tamına 395 ince gün halkasının sığmış olduğunu gördü; kısacası, yukarıda uzun uzadıya anlattığımız gel-git efektinin yol açtığı yavaşlamayı, geri sayımla bundan 370 milyon yıl öncesine götürdüğümüzde matematiksel olarak elde ettiğimiz değerin aynısıydı bu. Bu, mercanların yaşadığı Devon çağında bir yılın, bizim yılımız ile karşılaştırıldığında 30 gün daha uzun olduğu anlamına gelmekteydi.

Biyolojik Saat

Ay'ın frenleme etkisi çok uzak bir gelecekte, muhtemelen biri Ay'a doğru yükselen, ötekisi Ay'ın tam aksi yönde kabarmış çekim dalgasının etkileşiminde, kaçınılmaz olarak Dünya'nın uzaydaki hareketini belirleyecek hale gelecektir. O durumda Dünya Ay'a hep aynı yüzünü dönmekten kurtulamayacaktır artık. Her bir gün bugünkü 1 aya [bazı hesaplamalara göre 1,5 aya] eşitlenirken, bütün bir yıl sadece 12 günden [öteki hesaba göre yaklaşık 9 günden] ibaret hale gelecek; bu anormal uzun gündüzler ve geceler boyunca, Güneş'in aydınlatma süresi ve ısıtma durumu da mevsimlerin ritmine göre değişiklik gösterecektir; çünkü bütün bu gelişmelerin ardından mevsimler gene de varlıklarını koruyacaklar ve bu durum, bu aşırı uzun günlerin öldürücü olmasına yol açacaktır.

İnsanoğlunun, yeryüzü tarihinin bu sözünü ettiğimiz uzak evresine ulaşıp, olup bitene tanık olması durumunda başına neler gelebileceğini düşünmeye hiç gerek yok. Gelişmelere bugünkü konumlarından baktığımızda, insan soyunun o aşamalara ulaşmadan çok çok önce yok olup gideceğinin hemen

hemen kesin olduğunu söyleyebiliriz. Canlı doğanın tarihine baktığımızda, doğup büyümenin ve yaşlanıp ölmenin sadece bireyler için değil aynı zamanda türler için de kaçınılmaz olduğunu kavriyoruz. Ve bugüne kadar, bu kural karşısında istisna oluşturabilmiş tek bir türe rastlamak mümkün olmamıştır. Biricik istisna, belki tekhücreli organizmalar, örneğin bakteriler, algler ve protozonlarca oluşturulmuş sayılabilir, ama bunlar, söz konusu bağlamda bizi ilgilendirmeyen durumlardır. Gene de günlerin böyle hissedilir biçimde uzamasıyla bu değişimin bizim hayatımıza ve varoluş durumumuza nasıl etkiler yapacağı konusuna bir göz atmakta yarar var. Çünkü başka birçok nedenden ötürü yukarıda da belirttiğimiz gibi, insan soyu çoktan tarihin sahnesinden elini ayağını çekmiş olacaktır, ama gene de böyle bir inceleme, Dünya'nın bugünkü dönüş hızının bizim hayatımızı sürdürmemize ne ölçülerde ve ne tarzda etkidiğini kavramamız bakımından, ilginç ve hiç de boşuna sayılamayacak bir girişim olacaktır.

Güneş'in iki-üç hafta boyunca hiç ara vermeksizin gökte ısıyıp durduğu "bir" günün ne anlama gelebileceğini anlamak için, şöyle sıcak bir günün ardından akşamın serinliğini dört gözle bekleyişimizi aklımıza getirmek bile yeter. 24 saatlik bir gün de, Güneş'in en fazla 16 saat boyunca gökte görüldüğü bir gündür şunun şurasında. Hiç kuşku yok ki yaz mevsimine rastlayacak, diyelim ki iki haftalık "bir" günde, Dünya'nın gündüzü yaşayan yüzünde ortaya çıkacak sıcaklık artışlarına, pahalı koruma mekanizmaları, dev klimalar olmaksızın karşı koyabilecek tek bir insanoğlu bulunmayacaktır yeryüzünde. Hayvanların ve bitkilerin ise kökü kısa sürede kazınmış olacak; sayısız canlı türü bir daha geri dönmek

üzere tarihin mezarlığını boylayacak, bu durum da, gezegenin biyolojik dengesinin korunması bakımından telafi edilemez olumsuz sonuçlara yol açacaktır.

Ay yüzeyinde gece-gündüz yer değiştirmeleri sonucunda +117 derece ile -117 derecelik bir sıcaklık farkı ortaya çıkmaktadır. Gerçi bu ekstrem sıcaklık farklılıkları yeryüzünde söz konusu olmayacaktır; çünkü yeryüzü atmosferi Güneş ışınlarını süzüp etkisizleştirecektir bir miktar. Bildiğimiz gibi Ay, 27,7 saat 43,7 d. Dünya gününde hem kendi eksenini hem de Dünya çevresindeki turunu tamamlamaktadır. Kendi çevresinde dönme yönü, Dünya'nın kendi ekseninde dönme yönüyle aynı olduğu için de bize hep aynı yüzüyle bakar. Dolayısıyla burada sözünü ettiğimiz uzun periyotlu gündüz ve geceler bir bakıma Ay'da hüküm sürmektedirler ve bu koşullarda Ay'ın gündüzleri +120, geceleri ise -120 (tam olarak + - 117) derecelik iki uç arasında yaklaşık 200 santigratlık bir farklılık gösterirler. Gerçi bir günü iki hafta sürebilecek olan geleceğin dünyasında ortaya çıkacak koşullar gene de Ay örneğinden farklı olacaktır; çünkü yeryüzü atmosferi hep bir miktar ısıyı engelleyerek uzun gündüzlerde ortalığın cehennem gibi kavrulmasını önleyeceği gibi, tersine sonu gelmez gecelerde de gene ani sıcaklık düşmelerinin önünü alabilecektir. Atmosferde depolanmış bu belli miktar ısı, yer kabuğundaki ısının uzaya hızla kaçmasını engelleyerek geceleri büyük soğukların yaşanmasına da meydan vermeyecektir. Öyle ya da böyle, ortaya çıkacak durum gene de berbat mı berbat olmakla kalmayacağı gibi, bizim yeryüzündeki konumumuz bakımından tam bir açmaz oluşturacaktır. Bir kere bu aşırı sıcaklık farklılıklarını belli sınırlarda tutan ve büyümesini ön-

leyen atmosferde, hiç de hoş olmayan bir dizi meteoroloji olayı, olup bitene eşlik etmeye başlayacaktır. Büyük sıcaklık farklılıklarından ötürü sıcak bölgelerden soğuk bölgelere sürekli hava akacağı için, yeryüzünün aşırı soğuk olan gece bölgelerine şiddetli hava akımları, büyük fırtınalar hücum edecektir. Gerçi böylelikle de sıcaklıklar arasındaki farklar da az buçuk azalacaktır, ama öte yandan bu, Dünya'nın, muazzam tayfunların at oynattığı bir alan olmaktan kurtulamayacağı anlamına gelmektedir.

Üstelik daha işin buralara varmasına gerek kalmadan çok çok önce, “çok yakın” bir gelecekte günler, bugünkü günden şöyle 6 ya da 12 saat daha uzadığında, hani doğal çevre öyle hissedilir değişimler yaşamadan bile insanların hayatı, kişisel sağlığımız altüst olabilecektir. Bugüne göre 36 saat süren bir Dünya gününde, bütün vücut fonksiyonlarımızı yönlendirip etkilediği halde, alabildiğine olağan yaşadığımız ve tıpkı kan dolaşımımız gibi, varlığından hiç mi hiç haberdar olmadığımız, onu algılayacak kadar aramıza uzaklık koyamadığımız, dolayısıyla da objektif varlığının farkında olmadığımız bir olguyu, temel yaşamsal bir ilintiyi, algılamaya başlayacağız. Gerçekten de söz konusu objektif uzaklığı araya koymadan bilimsel bir gözleme kapalı kalan bu olguyu aslında bilim de son yıllarda fark etmeye başlamış ve seksenli yıllarda bu alana ciddi ciddi eğilebilme imkânı bulmuştur.

Söz konusu olan, “biyolojik saat” olayıdır. Biyolojik saat terimiyle, daha kısa süre öncesine kadar kimsenin hakkında hiçbir fikri bulunmadığı bir bağlam tarif edilmekte, uykuya dalmak ile uyanmak, bedenin faal duruma geçmesi ile hare-

ketsizleşmesi arasındaki dönüşümlerin gece-gündüz yer değiştirmelerinin bir sonucu olduğu sanısının iflası dile getirilmektedir. Kısa bir süre öncesine kadar biliminsanları da dahil olmak üzere hemen herkes, insanların ve hayvanların belli bir süre, yani gündüzleri faal ve diri olduklarını, çalışıp dininebildiklerini, ama gece çöker çökmez, yorgun düşmeden edemediklerini düşünüyordu. Kapalı mekânlarda yapay ışıklandırmalarla gündüz koşulları yaratılıp, gene aynı yapay müdahalelerle bir gece-gündüz ritmi sağlandığında, bu 24 saatlik gece-gündüz geçişlerinin, bu astronomi ritminin, bitkiler de dahil olmak üzere yeryüzündeki bütün organizmaların, doğuştan taşıdıkları bir *biyolojik ritme* karşılık geldiği anlaşıldı.

Penceresiz laboratuvarlarda yapay ışıklandırma ya da karrartmalarla sağlanan uzun süreli gündüz ya da gece koşullarına rağmen, organizmaların –hayvan olsun bitki olsun– bu koşullara aldırış etmeksizin 24 saatlik ritmi korudukları gözlemlendi. Üstelik birkaç kuşak bu laboratuvar koşullarında yetişmiş türlerin bireyleri bile, ömürleri boyu doğal gece-gündüz ritmini yaşamamış oldukları halde, doğuştan gelen bu özelliği korumaktaydılar. Gönüllü deneklerle yerin altındaki sığınaklarda dış dünya ile bütün bağlantılar kesildikten sonra gerçekleştirilen deneylerde de, haftalar süren gece-gündüz ritimleri farklılaştırılmış koşulların ardından deneklerin gene de bu 24 saat ritmini korudukları, biyolojik fonksiyonlarımızın bu ritme göre yol almasını hiçbir yapay müdahalenin önlemediği ortaya çıktı.

Bu gerçek, bir dizi çok önemli biyolojik sonucu beraberinde getirmektedir. Bu, bitkilerin doğuştan getirdikleri 24 saatlik periyodik değişmelerin bütün dış koşullardan bağımsız

var olabilme özelliği, besbelli ki bu Dünya'nın bütün canlılarına, davranışlarını ve faaliyetlerini, bir yandan sabit sayı-lacak bir hızla kendi ekseninde dönen Dünya'nın gece-gün-düz değişimlerine bir yandan da Güneş çevresindeki turuy-la ortaya çıkan mevsimlik değişmelere alabildiğine amaca uy-gun bir tarzda, farkında olmaksızın, tamamen içgüdüyle uyum-layabilme imkânı veren bir çeşit "iç saat" sunmaktadır. Sek-senli yıllara kadar henüz hemen hemen hiç araştırılmamış ve varlığından ancak haberdar olabildiğimiz bu alan hakkında bildiğimiz çok az şey bulunmaktadır; ama bu azıcık bilgi bile, insanın hayretten donakalmasına yol açabilmektedir; doğa, meydana getirdiği canlılara kendi doğal çevrelerinde periyodik biçimde ortaya çıkan değişmelerin etkilerinin üstesinden ge-lebilme imkânı sunmaktadır. Olup bitene hayran olmak için, onları bu değişmelere hazırlayan doğanın bu alanına şöyle ucundan da olsa bir göz atmamız yetmektedir.

Son yıllarda oldukça iyi gözlemlenebilmiş ve incelene-bilmiş örneklerden biri, mevsimlik dönüşümlerle çiçeklen-me arasındaki ilintilerdir. İlkbaharda ağaçlar ve öteki bitki-ler çiçeğe durduklarında, olup biten üzerinde şöyle bir an dü-şünmeye kalksak bile, yılın bu mevsiminde genellikle artan sıcaklığın çiçeklenme süreçlerini başlattığını bir açıklama ola-rak benimseyip geçeriz. Oysa bu bağlamda aşırı soğuk ya da tersine, çok erken patlak vermiş bir ilkbaharda olduğu gibi, fazlasıyla sıcak koşullarda olup bitenlere ilişkin dene-yimlerimizi şöyle bir yoklayacak olursak kazın ayağının hiç de öyle olmadığını anlarız. Gerçi sıcaklık gerçekten de ağaç-ların çiçeğe durmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ne var ki, bütün ilkbahar çiçeklerinin, hani "yazın bir türlü gelme-

yi bilmediği” yıllar dediğimiz dönemlerde de açmaktan geri kalmadıklarını, nisan, mayıs aylarına kadar uzanan soğukların çiçeklenme süreçlerini fazla ertelettiremediğini gene deneyimlerimizden biliyoruz.

Son yıllarda yapay ışıklandırma yoluyla yapılan deneylerin gösterdikleri gibi, bunun nedeni, çiçeklenmeyi harekete geçiren ikinci tayin edici etmenin gündüz aydınlığının (ışığın) bir güne yayılan süresiyle belirlenmiş olmasıdır. Gündüz uzunluğunun, yani günün aydınlık saatlerinin belli bir değere ulaşmaları halinde, belli bir limit sınır geçildikten sonra, bitkinin içinde bir anlamda bir “sigorta” devreyi bağlamakta, böylelikle, o ana kadar tesadüfen ortaya çıkmış mevsime aykırı ısınma dönemlerinde çiçeklenmeyi önlemiş olan bu mekanizma, çiçeklenme sürecine yol vermektedir. Bu sigorta mekanizmasının, sıcaklık ve aydınlık durumuna bağlı bu iki ayaklı sigorta sisteminin, organizmaya sağladığı güvencenin şaşırtıcı sağlamlığı, organizmanın çevreye uyum sağlaması bakımından olağanüstü amaca uygun oluşu karşısında hayranlığımızı gizleyemeyiz. Erken gelmiş bir ilkbaharın, geçici bir sıcak dönemin aldatıcı uyarıları karşısında bundan daha etkili bir koruma sistemi düşünülemez; anormal hava koşulları karşısında ısıyı biricik tayin edici uyarıcı olarak almayan bu sistemin gene de her zaman yüzde yüz bir “koruma” oluşturamaması bu durumu değiştirmez.

Öte yandan, doğuştan gelen bu organizma içi kronometre, bitkiye hiç de azımsanmayacak bir başka hayati destek daha sağlamaktadır. Daha önce de değindiğimiz gibi, ayrıntılı incelemeler, yakından gözlemlenen bitkilerin çoğunun bir günlük aydınlık süresini, yani gündüzün uzunluğunu, bir

iki dakikalık farklılıklara kadar ölçebildiğim göstermiştir. Ölçmek demek, karşılaştırmak, bir başka standart birim ile kıyaslamak demektir. Bir bitki de, ancak yeterli bir kesinlikle belli bir standart birimi belli bir günün uzunluğu ile karşılaştırebildiği takdirde, o kılı kırk yaran ayrıntılı değerlendirmeyi gerçekleştirebilir. Demek ki bitkilerin içinde, aslında bu Dünya'nın bütün bitkilerinde, herhangi bir biçimde, ölçme hassasiyeti şaşırtıcı bir saat bulunuyor olmalıdır; günlük birkaç dakikalık farklılıklara kadar gün uzamalarını ya da kısalmalarını değerlendirebilen, bundan birkaç yüzyıl öncesine kadar, insan elinden çıkmış bütün saatlerin hassasiyetini kat kat aşan organik bir saat.

Bu biyolojik saatin organizmaların *neresinde* bulunduğu, mekanizmasının nelerden oluştuğu ve nasıl çalıştığı henüz hemen hiç bilinmiyor. Gene de belli deneyler, bu saatin organizmaların hücre çekirdekleri içinde gizlendiği ve *enzimatik reaksiyon* dediğimiz büyük bir düzenlilik ve periyodik ritim içinde gerçekleştiği, bu yanlarıyla da bir ölçme-değerlendirme standart birimi oluşturabilecek nitelikteki kimyasal süreçlerin bu saatin temelini oluşturdukları varsayımını güçlendirecek sonuçlar vermektedirler.

Bizim konumuz bakımından önemli olan yan, bu iç saatin, bitkinin çiçeğe durması döneminin başladığını haber veren bu mekanizmanın tespit ettiği zaman sürelerinin, türden türe değişmesine bağlı olan “işleyişidir”; çünkü belli bir tür bitki çiçeklenmek için şu kadar uzun sürecektir bir gündüze ihtiyaç duyarken bir başkası farklı bir aydınlık dönemini beklemektedir. Bitkilerin çiçek açma dönemlerinin örtüşmemesi durumu, bildiğimiz bir durum. Hemen hepimiz, ilkbahar çi-

çeklerinin yanı sıra yaz çiçekleri olduğunu, hatta sonbahara özgü tipik çiçeklerin bulunduğunu biliyoruz. 1922 yılında Mısır'ın (Nil'in) Krallar Vadisi'nde Tut-Enk-Amon'un piramit mezarı bulunduğunda, giriş merdivenlerinin eşiğinde bir çiçek demetinin kalıntılarıyla karşılaşılmıştı. Çiçekler hemen hemen tamamen toz durumuna gelmişlerdi, ama gene de botanik özelliklerinin belirlenmesi mümkün olmuştu. Demeteki çiçeklerin neler oldukları laboratuardaki rekonstrüksiyon işlemleri sonucunda ortaya çıkınca, 3 bin yıl sonra da olsa, ünlü hükümdarın hangi aylarda gömülmüş olabileceğini tespit etmek mümkün olmuştu. Martin sonlarında ya da nisanın başlarında lahdine konmuştu Tut-Enk-Amon.

Birçok durumda aslında farkına varmasak bile, doğada nedensiz yere hiçbir şey gerçekleşmez. Dolayısıyla çeşitli çiçeklerin açtığı dönemlerin gene de kimi farklılıklar göstermesinin elle tutulur bir nedeni bulunmaktadır. Bitkiler de, anlayacağımız, bütün öteki canlılar gibi, birer “rakiptirler” birbirlerine; bu yüzden de ellerinden geldiğince birbirlerinin ayağına dolanmamaya özen gösterirler. Malum, bitkiler bize güzel çiçekler sunmak için çiçeğe durmazlar; yerlerinden kılmıdayamayan canlılar olarak, çoğalma ve üreme için, üçüncü bir aracıya muhtaç olmalarının sonucudur çiçeklenme. Bu sorunu çözmek amacıyla evrimin başlangıçta geliştirdiği en ilkel yöntem, döllenmiş polenlerin rüzgâra salınmasıdır. Bu yöntem sadece ilkel değil, kolayca anlaşılabilirliği gibi, alabildiğine verimsiz, elverişsiz bir yöntemdir de. Bitkinin polen üretmek ve bunları ortaya salmak için giriştiği onca zahmet, başarı şansı oranları düşünüldüğünde, çoğunlukla boşunadır. Çünkü polenler, tamamen hedefsiz dağılırlar çevreye.

Dolayısıyla da bitkiler, uçan böcekleri, polen taşıyıcı araçlar olarak devreye sokmaya başladıklarında, evrim açısından muazzam bir adım atmışlardır. Oralarda besin bulabileceklerini öğrenmiş olan böcekler, o çiçek senin bu çiçek benim dolaşırken ve bu turlamalar sırasında bedenlerine yapışan polenleri taşıırken sundukları görünüme bakarak, onları “ideal bir postacı” olarak tanımlamaya hakkımız vardır; çünkü mecburen gerçekleştirdikleri bu taşımacılık işini, öyle plansız, gelişigüzel değil de, hedefli bir faaliyet içinde hayata geçirirler. Bu durumda, bir çiçekten ötekine geçen bu böcekler, ağaçlardan ve çiçeklerden aldıkları polenlerin çok büyük bir miktarının amaca uygun biçimde döllenme sürecine katılmasını sağlarken, aksi durumda ortaya çıkması kaçınılmaz muazzam bir israfı da önlemiş olurlar. Ve gerçekten de büyük bir başarıyla yaparlar bunu; çünkü bildiğimiz gibi bir polenin döllenmeyi başlatabilmesi için herhangi bir başka çiçeğe değil, kendi türünün öteki üyesine ulaşması şarttır.

Evrimin, polenleri rüzgâr aracılığıyla gelişigüzel ortalığa saçma buluşundan böcekler aracılığıyla hedefli postacılık yapma aşamasına geçişinde ortaya çıkan gelişme, istediği kadar büyük ve harika olsun; böceklere yüklenen bu sorumluluğun yerine getirilebilmesi, gene de bir başka şartın, “ufak” bir numaranın yerine getirilmesiyle mümkündü. Gerçi polenleri taşıyıcılara yükleyip dağıtırmak buluşu, bir önceki aşamadaki darmadağınık, hedefsiz ortalığa salmaya göre, öylesine büyük avantajlar getirmişti ki, bu durum bile, bitkilerin çoğalmasına yetip artabilecek koşulları sağlıyordu. Ancak böceklerin ilk taşımacılık aşamalarında, onları belli türler içinde dolaştırmaya yönlendirecek yol gösterici “işaretler” yoktu or-

talıkta. Bir bakıma “adressiz dolaşan postacıları” bunlar. Oysa *bildiğimiz gibi, evrim ya da doğa, hep mevcut durumun mümkün olduğunca daha kusursuza doğru gelişmesinden yana bir eğilim taşımakta, daha doğrusu, organizma ile çevre arasındaki uyumu olabildiğince kusursuz işler hale getirmeye çalışmaktadır*; hani bu durumda mevcut ilişkilerin, mekanizmaların kompleks hale gelmiş olmaları, karmaşıklığı, girilen “zahmetlerin” muazzam boyutları, evrimi yolundan döndüremeyen, bu hedefin önüne hiçbir zaman nihai bir engel olarak çıkmayacak olgulardır. Bu ilke geçerli olmasaydı, biz insanların yerinde yeller esiyor olurdu bugün; sıcakkanlı canlılar evrimin “kitabında” yer almaz ve hayat, kendisine onca imkânı sağlayan başlangıcında, ilk kitapta belirttiğimiz gibi, sabite yakın sıcaklığıyla, besini canlının bir bakıma ayağına getiren ortamıyla cennetimsi koşullar içeren suyu hiçbir zaman terk etmez, bu bir daha bulmadığı rahatlık ortamının dışına çıkmazdı belki de. Dinozorlar da kendi gelişmişlik düzlemleri bakımından kusursuz yaratıklardı; çekirdekli tek hücreliler de. Ama işte, ilk kitaptan beri altını çizdiğimiz bir ilke hep geçerli oldu: Hayat, ulaştığı her aşamada ortaya koyduğu o kusursuz görünümüne rağmen, gelişmişlik aşamalarından bir üst basamağa doğru evrildi durdu.

Bu mantığı sürdürecektir olursak, gene hep anımsatageldiğimiz gibi, biz insanların da bu evrim süreci içinde şu anda, gelişmenin nihai aşamasını temsil etme gibi bir iddiamız bulunamayacağını itiraf etmek zorunda kalırız. Bu gelişme, bizim tasarlama ve algılama gücümüze göre akıl almaz bir “yavaşlıkla” hiçbir zaman bilemeyeceğimiz bir hedefe doğru sürüp gidecektir.

İşte çiçekler de, böceklerin taşımacılığına teslim ettikleri polenlerin rüzgârda dağılıp gitmesini önlemekle beraber, taşıyıcılarına “adres gösterme” aşamasına geçmeden edemeyeceklerdi. Mini mini adımlarla, milyonlarca yıl içinde, kar-karışık, alabildiğine ince buluşları üst üste biriktiren gelişmiş düzlemdeki bitkiler, taşıyıcılara teslim ettikleri polenlerin olabildiğince fazla bir miktarının gerekli türe ulaştırılmasını mümkün kılacak yöntemi buldular: Belli bir evrim aşamasından sonra rengârenk, çeşit çeşit, sayısız türdeki çiçeğin boy göstermesini sağlayan tayin edici nedendir bu.

İşe saf bir gözle bakıp, o süsleyici, harikulade, estetik biçimleri doğanın müsrifliğiyle açıklama aceleciliğimiz, ya da doğanın “güzellik” yaratma gibi bir kaygısı olduğu biçimindeki önyargımız, bu çeşitlilikleri sağlayan renklerin, büyüklük farklılıklarının, biçim varyasyonlarının, aslında böceklere, arılara, vb. yönelik birer adres belirtisi, birer işaret olduğunu anlamamızla ortadan kalkacaktır. Gerçekten de, evrimde bitkiler ilk çiçeklerini açtıklarında, ilk böcekler de belli çiçeklere yönelme konusunda uzmanlaşmışlardı. Ama yeterli değildi bu. Bitkiler, çiçeklerini rengârenk boyayarak, biçimlerini çeşitleyip zenginleştirerek böceklere yardımcı olmaya başladılar. Böcekler, gitgide, yönelmeleri gereken çiçeği uzaklardan fark edebilme, üstelik renk ve benzeri sinyaller aracılığıyla aynı türün bir başka bireyine ulaşma konusunda büyük kolaylıklar elde etmekte gecikmediler; öyle ki, sayısız çiçek öbeği içinde, ortak özellikleri sayesinde öteki türlerden ayrılan türü elleriyle koymuş gibi buluyor, bu türün o uyum sağladıkları tür olduğunu belirten sinyaller sayesinde de bitkiler sabit, yer değiştiremeyen canlılar bakımından karakteristik bir sorunu ol-

dukça başarılı bir şekilde çözmüş oluyorlardı. Hiç kuşku yok ki, polenleri hedef türe mümkün olan en güvenli ve garantili yoldan ulaştırma sorununa çözüm bulacak mekanizmayı daha da kusursuzlaştırma yolundaki gelişmeler bugün de sürüp gitmektedir; ancak bizim için tasarlanamaz bir yavaşlıkla yol alan bu sürecin gelişmişlik aşamalarını birbirleri ile karşılaştırarak evrim sürecinde sürüp giden herhangi değişimleri belirleme imkânımız bulunmamaktadır.

Ne var ki, böceklerin belli bir ya da birkaç türe göre uzmanlaşmaları, bu türlerin de belli biçimsel-renksel sinyallerle kendilerini tanıtmaları biçimindeki çözüm, gene de yüzde yüz güvenle işleyecek bir ilişkiler bütünü oluşturmamaktaydı. Sonuçta, çeşitli türden bitkiler, farklı farklı dönemlerde çiçeğe durma gibi bir çözüme başvurdular. Gerçi birçok çiçek türü hâlâ belli bir mevsimde hemen hemen aynı dönemlerde çiçek açmaktadırlar; ama gene de tür, genellikle ilkbahar ile sonbahar arasına yayılan bu çiçek açma dönemini, kendine gerekli olan süreyi, periyodik bir denge içinde kullanmakta, bu arada, mümkünse öteki türler ile kendisinin aynı anda çiçeğe durmasını engelleyecek bir “boşluk” arama eğilimi göstermektedir. Birbirine yakın türlerin aynı çiçek açma dönemlerine mümkün olduğunca denk gelmeme eğilimidir bu. Toprağa sabit olarak bağlanmış bitkiler, yer değiştirme şansına sahip olmadıklarına göre, geriye, büyümeleri ve çoğalmaları için kendilerine düşen süreyi en iyi şekilde değerlendirme yolu kalmaktadır. İşte milyonlarca yıllık gelişme sonunda, sen şu anda çiçeğe dur, sen de şu anda, diyen zaman planlamasına bitkilerin uyum sağlamaları, ancak bir iç, biyolojik saat kullanmalarıyla mümkün olmuştur, olmaktadır. Bitkiler

kendilerine ilkbahar ile sonbahar arasında ayrılmış süreyi bu dönemde egemen gün ışığını kullanarak şaşırtıcı bir kesinlikle belirleyebilmektedirler.

Astronomi olayları nedeniyle ortaya çıkan zaman dalgalanmalarının, gün uzaması ve kısalması gibi değişmelerin canlı doğaya etkilerini gösteren bir örnektir bitkilerin tepkisi. Bu örnekte, Dünya, Güneş çevresindeki tek bir dönüşü nedeniyle aydınlık-karanlık değerlerinin sabit, daha doğrusu dengeli bir biçimde yer değiştirmelerine yol açmakta, bu değişiklikler, organizmaların doğal çevrelerine, biyolojik süreçlerin dayandıkları zamansal düzenlerin temel şartı olarak yansımaktadır. *Karşımızda canlı doğanın aynı zamanda zamansal düzlemde de yapılaşmış ve düzenlenmiş olduğu gerçeği, bilimin daha yeni yeni keşfetmeye başladığı çarpıcı bir bulgu durmaktadır.*

Bu Dünya'nın canlı organizmaları sadece renkleriyle, büyüklükleri, taşıdıkları ayırt edici belirti ve işaretleriyle, şekil ve yapılarıyla tanımlanmakla kalmazlar; son tahlilde, Dünya'nın kendi ve Güneş'in çevresindeki dönüşleriyle ortaya çıkan bir zaman düzenine boyun eğiş biçimleriyle de sınıflandırıp belirleriz onları. Canlıların bu zaman düzenine tabi oluş ve uyum sağlayışları, karakteristik canlı aşamaları olan doğma, büyüme, olgunlaşma ve ölme aşamalarında dile gelir. Bu aşamaların gerçekliği konusunda bugün en ufak bir şüphemiz bulunmamakla birlikte, bu evreleri belirleyen ve onların oluşumuna yol açan doğa yasaları konusunda şu anda tam bir cehalet içinde bulunmaktayız; ama gene de, bu yöndeki araştırmalarımızı sürdürdükçe, şu oldum olası insanlığı meşgul eden soruya, neden elli ya da beş yüz yıllık bir ortalama ömür-

le değil de, altmış-yetmiş yıllık bir ömürle sınırlı olduğumuz sorusuna bir cevap bulacağımızı da yavaş yavaş fark etmeye başladık. Ömrümüzün ortalama uzunluğu ile kozmik ilişkilerden kaynaklanan bu zaman düzeninin doğrudan ilişkili olduğu tespitine çok az kimse kuşkuyla bakmaktadır artık.

Ama bu konuda bir şeyler söylemek için henüz vakit çok erken sayılır; bilim, zaman-ömür ilişkisine bağlı soruyu henüz ancak formüle edebilmiş ve gelişme emekleme aşamasından öteye geçememiştir. Ama gene de, astronomi âlemindeki olay ve süreçlerin periyodik olma özelliklerine bağlı zaman düzeninin, canlılar için ne anlam taşıdığını birkaç örnekle göstermek mümkündür. Zamanın periyodik düzeninin herhangi dış etkilerle bozulması durumunda ortaya çıkan felaket sonuçlarından, bu düzenin altüst oluşunun canlılara ne boyutlarda yansıyabileceğini gösteren en çarpıcı örneklerden biri, çevre koşullarında ortaya çıkan değişikliklerden etkilenerek zamanından önce göçe başlayan yaban kazları olayıdır. Dizinin ilk kitabında da örnek olarak verdiğimiz bir olaydı bu. Rus zoologlar bundan yaklaşık 40 yıl kadar önce, Batı Sibirya steplerinde saçma sapan davranan bir yaban kazı kolonisi bulmuşlardı. Davranışlarına bakılacak olursa, bu hayvanlar “kafayı yemiş olmalıydılar.” Bu yaban kazı kolonisi, yazı, Batı Sibirya steplerinde geçirirken, sonbaharda 3500 km güneydeki Ganj deltasına ulaşabilmek için yola çıkmaktaydılar. Bunda şaşılacak bir yan yoktu elbette; gerçi bugüne kadar hâlâ, göç hayvanlarının böyle muazzam uzaklıklardaki hedefi nasıl buldukları, nereye uçmaları gerektiğini nereden “bildikleri” gibi sorulara, bu fantastik gizler bütünüünün arkasındaki bilmecelelere henüz doyurucu bir cevap bulunmuş değildir. Ara-

larından kimilerinin bundan çok daha şaşırtıcı beceriler gösterdiği bütün göçmen kuşlar için geçerlidir bu durum. Ama bizim bu hayvan kolonisini örnek verişimizin nedeni, söz konusu koloninin her sonbaharda yol çıkışı sırasındaki abuk sabuk davranıştır. Bu sevimli kazlar, yolculuklarının ilk 160 kilometresini, sözcüğün tam anlamıyla “yaya” gerçekleştir-mekteydiler. Her ağustosta bu hayvanları bir huzursuzluk-tur sarmaktaydı. Sarar sarmaz da, kararlı bir şekilde yollara dökülüp güneydeki hedefe yöneliyor, ama “normal” bir göç-men kuşun yapacağı gibi, uçmak yerine, tabana kuvvet yü-rüyorlardı. Olup biteni şöyle bir göz önüne getirmeye çalış-şın: Dev bir yabani kaz ordusu, şöyle 100.000’den daha ka-labalık bir koloni, birkaç kilometrelik bir hat oluşturup step-lerde güç bela yol almakta. Alışıldık dışı ve bu hayvanların yaşama tarzı bakımından hiç de doğal olmayan bir davranış biçimi, bütün bir koloniyi etkileyip sürüklemektedir. Gari-banlar, yaya, günde ancak 15-16 kilometre bir yol alabilmekte, bitip tükenmekte, tilkilere, öteki yırtıcı hayvanlara yem ola-ola, tek sözcükle “telef” olmaktadırlar. Yaklaşık 10 gün son-ra, kolonimiz, 160 kilometre kadar güneydeki göller bölge-sine ulaşmakta, artık bitkinlikten yürüyemez hale gelmiş kaz-lar, kendilerini can havliyle alıştıkları ortama, suya atarak ye-niden güvenceye kavuşmaktadırlar. Orada hızla toparlanıp yeniden güçlendikten sonra, birkaç gün içinde asıl yolculuk bu kez “normal” biçimde başlar artık. Bütün bir Çin ve Hi-malayalar üzerinden Hindistan’a uzanan yaklaşık 3300 kilo-metrelik yolu uçmak, onlar için bir “sorun” oluşturmaz.

Bu hayvanların intihar sayılacak davranışının nedeni ne-relerde aranmalıdır? Evet, bu şanssız kazlar, içlerindeki bi-yolojik saatin o şaşmaz ayarının ve işleyişinin kurbanıdır

elbette. Biyolojik saat, bu olayda da, sonbaharda o bölge için mutlak bir değişmez değer oluşturan gündüz uzunluğunun, öteki deyişle gün ışığının aydınlatma süresinin şaşmaz belirleyicisidir. Türün yaşamsal güvencesidir bu iç biyolojik saat. Hep belirtegeldiğimiz gibi, ışığa göre değil de mevsim sıcaklığına göre yola çıkma güdüsüyle koşullanmış bir kırlangıç sürüsü, sözgelimi, sonbaharın içlerine sarkan alışıldık dışı uzunluktaki bir yazın oyununa gelerek erken yollara düşme talihsizliğine uğramasın! Oldukça zahmetli o güney yolculuğu sırasında, ansızın bastırarak bir kış, bütün yolların sonu anlamına gelecektir onlar için. Ama işte, öte yandan, bu kez de ışığın günlük periyotlarına, yani gündüz uzunluklarına endekslenmiş, bunu da o türün güvencesinin temel koşulu haline getirmiş bir biyolojik saat de, canlıya başka hiçbir seçim yolu bırakmamaktadır. Tam da bu noktada, o Sibiryaya steplerindeki yabani kazların kaderi düğümlenmektedir. O iç saat, “yanlış çalmaktadır” kesinlikle.

Felaketin temelinde, göçmen kazların, henüz çok önemli bir bölümünün tüyleri, onların uçmalarına elverişli düzeye gelecek kadar gelişmemişken, hareket sinyalleri almalarından kaynaklanmaktadır. Biyolojik saat, “haydi yola çıkın” dediği anda, daha yeterince tüylenmemiş binlerce kaz için, yürümekten başka çare kalmamaktadır. Evet, hem uçamamakta hem de o karşı konmaz “yola çık” buyruğuna direnememektedir hayvanlar. Çaresizlik onları tek seçime sürükler: *Yürümeye*. Ancak 10-15 gün sonra, tüyleri iyi kötü büyüyüp kanatlarını kullanacak duruma gelen kazlar, daha sonraki yolu “normal” alırlar.

Şunun şurasında kazların bir 10 gün beklemeleri mümkün olsa, ortada hiç sorun kalmayacaktır. Ne var ki, iç biyolojik

saat, türün evriminde bir kezlik, nihai biçimde “kurulmuştur”. Artık bir daha ayarlanması mümkün değildir. Buyruğun hayvanlara yansıyışı, belirginleşen huzursuzluk biçiminde ortaya çıkmaktadır. Saat çalmakta, hayvanlar kendilerini yola çıkacak durumda bulmadıkları için, huzursuzlaşmaktadırlar. Normal durumlarda bir türün çevreye uyum sağlamasının vazgeçilmez şartı olan içgüdüye mutlak boyun eğme durumu, bu bağlamda türün başına büyük belalar açmaktadır. Türsel varlığın büyük güvencesi içgüdü, klişe programlarıyla çevreye uyum sağladığı için, çevre koşullarında ortaya çıkabilecek en küçük değişiklik, felaketlere yol açmadan edemiyordu. Örneğimizde büyük ihtimalle çevre koşullarında ortaya çıkan sanayi, çevre düzenlemesi gibi bir değişiklik, hayvanları normal konaklama yerlerinden birkaç yüz kilometre güneye taşınmaya zorlamış, burada yavrulayan kazlar, birkaç yüz kilometreye bağlı olarak erken kısalan günlerin kurbanı olmaktan kurtulamamışlardı. Hatta hayvanların asıl bölgelerinin kuzey kutbuna yakınlığı düşünülecek olursa, yazları orada bir bakıma “sadece” gündüz egemendir. Bu ışık alışkanlıkları ise, (hayvanların konaklama yerlerini doğaya insan müdahaleleri yüzünden güneye kaydırmalarıyla) birkaç yüz kilometre aşağıda, önemli sonuçlara yol açacak biçimde değişse bile, hayvanın içindeki biyolojik saat elbette doğal çevredeki söz konusu değişiklikten bihaberdir. “Kusursuz” bir felaketle karşı karşıya bulunan yaban kazları türünün eninde sonunda yüzünden silinmesi kaçınılmazdır.

Biz insanlar da, sonuçları bakımından yabani kazlarınkı kadar korkunç olmasa da, içimizdeki doğuştan gelen biyolojik saatin yaşam süreçlerimizi düzenlediği 24 saatlik gece gün-

düz ritmine aykırı yaşama tarzımızın etkilerinden kurtulamamaktayız. Bunun tipik bir örneği, bir jet uçağıyla, doğu-batı ya da ters yönde kısa sürede kıtalar aşan yolcunun karşılaştığı sonuçlarda kendini ele verir. Işık koşullarının aniden değiştiği bu tür ortam değişimlerinde, neredeyse bir haftayı bulan uykusuzluklar, kalp çarpıntıları, baş ağrıları, genel “sinirlilik” (jetlag rahatsızlığı) sık karşılaşılan durumlardandır. Deneyimler, örneğin Almanya’dan Güney Afrika’ya ya da tersine Güney Afrika’dan Almanya’ya gelen bir kişi için kesinlikle en ufak bir rahatsızlığın söz konusu olmadığını göstermektedir. Çünkü bu durumda yolculuk, kuzey-güney yönünde gerçekleşmektedir.

Doğu-batı, örneğin Berlin-Tokyo arasındaki bir yolculukta ise yerel saatler hızla değişmekte; böylelikle, geçici bir süre, kişinin iç biyolojik saati ile yerel saat arasında bir “kopukluk” ortaya çıkmaktadır. Ama işte gerçekten de, masum bir sonuçtur bu; nihayet zorunlu olmayan kişi, böyle bir geziden kaçınabilir; kaçınmadığı yerde de, uyumsuzluğun etkisiyle ortaya çıkan huzursuzluklar bilemediniz bir haftada ortadan kalkacaktır.

Gene modern sanayi toplumunun gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan ve sonuçları bakımından bu kadar masum olmayan bir gelişmeye ikinci kitapta, biyolojik koşullara bilinçsiz müdahale bağlamında dikkati çekmiştik. Modern sanayi toplumunun belirlediği gündelik ritim, kendi yasalarını izleyerek, bir yandan gece-gündüz periyotlarının doğal durumuna, öte yandan da bizim içimizdeki biyolojik saatin bağlı olduğu düzene hiç aldırış etmemekte, sanayi toplumlarındaki yaşama “ritmi”, doğal ritimden her geçen gün biraz daha uzaklaşmaktadır. Hangimiz, ne zamandan beri, gerçekten acıttı-

ğımızda yiyebilme şansına sahibiz artık? Ya gecenin ortasında, ya da sabahleyin, yarı uykulu yediğimiz yemekler bütün biyolojik dengemizi altüst ederken ya da öğle paydoslarında, kimin ne zaman acıktığına, kimin ne kadar tok olduğuna bakmadan, sırf çalışma vardiyalarına göre ayarlanmış yemek araları, biyolojik ihtiyaç durumumuzu hiçe sayarken, bunlara TV’de gece yarılarna kadar izlediğimiz programlar eklenip, olup bitene tuz biber ekmektedir. Hava karardıktan hemen sonra, kim yatıp uyumaktadır ki artık? Hele, gece vardiyasında çalışanlar için, durum daha da vahimdir; sözcüğün tam anlamıyla gece-gündüz ritmi ters dönmüştür burada. Ve büyük kentlerde özellikle gece, her geçen gün biraz daha “gündüzleşmektedir” yapay aydınlatmalar sayesinde.

Günümüzdeki insanların her gün artan o sinir şikâyetlerinin temelinde 24 saatlik doğal ritmin dışında yaşamak zorunda kalışımızın payı nedir? Günümüzün en büyük ve yaygın şikâyeti “uykusuzluk” ellerimizle “uzatıp karanlığın içine sarkıttığımız” “günün” bir sonucu olmasın? İlk kitabımızda, ampulün bulunuşu ile artan uykusuzluk arasındaki muhtemel ilişkiye dikkati çekmiştik. Burada netleştirmeye çalıştığımız düşünceler, gelişmeyi tersine çevirmenin, yararlı, mümkün, hatta, uğraşmaya değer olduğu yolunda saplantılara götürmemeli bizleri. İnsanoğlunun aşağı geldiği ve üzerinde yürüdüğü bilimsel teknolojik gelişme yolu, tek yönlü bir yoldur. Dönüş yoktur oradan. Böyle bir geri dönmüşlük durumunu yaşamaya kalkıştığımızda, sonumuz felakettir ve bu deneye çok az kimse dayanabilir gerçekte. “Ah nerede o eski altın çağlar” feryadının inandırıcı olması için, onu telaffuz eden kişinin, madalyonun öteki yüzünü de göz önünde tutması ge-

reker. Dört çocuğundan üçünün bugün için basit sayılabilecek enfeksiyonlardan ölmesine, sıradan bir apandisit ameliyatında kurtulma şansının yüzde beş ya da onla sınırlı olmasına, çürük dişinin uyuşturulmadan çekilmesine de bir diyeceği olmamalıdır bu kişinin. Romantik hayallere kapılıp teknolojik ve bilimsel gelişmelere, “hayır” diyen kimse, sadece kendini aldatmaktadır. Ama öte yandan, yüzyıllardan beri insanlığın sözünü ettiği, kendisi ile doğal çevre arasındaki ahenğin varlığının, doğa filozoflarının romantik hayallerinin bir ürünü olmadığını da unutmamalıyız. Gerçekten böyle bir uyum, böyle bir ahenk vardır; birkaç onyıldan beri de yukarıda verdiğimiz örnekler üzerinden bu ahenk incelenip durmaktadır; onu bozan, sonuçlarına da katlanmak zorundadır.

Esenliğimizin, sağlık ve huzurumuzun içimizdeki doğal biyolojik saatin ritmi ile, çevremizde, Dünya’nın dönüşlerine bağlı olarak ortaya çıkan değişmelerin periyotlarının uyumuna bağımlılığı, gece-gündüz arasındaki 24 saatlik ritmik değişmelerin aksamasında kendini ele verse bile, gördüğümüz gibi, aksaklık sadece bu ritmin yapay yollardan bozulmasından kaynaklanmamaktadır; ancak söz konusu bağımlılık, öngörülen uzun erimli uzay yolculuklarında, henüz pek ciddiye alınmayan önemli handikaplara da yol açacaktır. Güneş sistemimiz içinde, bir günü, bir yılından daha uzun olan bir gezegene indirilmiş astronotların hali herhalde perişan olmaktan kurtulamayacaktır. Böyle yabancı koşullardaki bir “dünya”nın alışıldık dışı özelliklerine karşı koymak (sırf bu bağlamda bile) son derece güç olacaktır.

Yabancı gezegenlere ulaşabilme ve oralarda yerleşebil-

me ihtimali, bugün için bir ütopya anlamına geldiği için, bu endişeyi de şimdilik bir yana bırakabiliriz; söz konusu uç örneği seçişimizin nedeni, çok az insanın farkında olduğu ve bu bölümde etraflıca ele aldığımız bir olgunun altını iyice çizmekti: Dünya'nın periyodik dönüş ritmi hayatımızın temel süreçlerini belirleyici bir önem taşımaktadır. Bir gün dediğimiz 24 saatlik bu süre, kesinlikle gelişigüzel, herhangi bir sayıyı ifade etmemektedir. Milyonlarca yıldan bu yana egemen olan ve biz insan soyunun bir gün olarak algıladığı 24 saatlik süre, mutlak olmayan, rastlantısal bir değeri ifade edebilir; ne var ki bu somut ölçü, yeryüzünün iklimi bakımından elle tutulur etkiler üretmekle kalmayıp, bugün bilebildiğimizden çok daha geniş bir yelpazeye yayılmış olma ihtimali bulunan canlıların biyolojik yapısının temelindeki zamansal düzenin de dayanağıdır. Bir günün 18 ya da 30 saat sürdüğü bir Dünya üzerinde de hayat olabilir, ama bu Dünya artık bizim Dünyamız olmaktan çıkacaktır ve o hayat biçimleri bambaşka biçimler olacaktır.

Güneş Sisteminin Yeni Tablosu

Buraya kadar, Ay'ın "frenleme" etkisinin sonuçlarına değinirken, her zaman aklımıza gelmeyen bir yana işaret ettik; Dünyamızın kendi eksenini etrafında dönüşüyle ortaya çıkan günün 24 saat olması gerçeği ile Ay'ın yavaşlatma etkisinin ilişkisini, bu etkinin yol açtığı ve açacağı muhtemel durumları göz önünde bulundurarak buraya kadar geldik. Dünya'nın dönmesiyle oluşan periyodik zaman düzeninin çökmesi, bu periyodik ritmin günün birinde, ne kadar uzak bir gelecekte olursa olsun, rayından çıkması halinde gezegenimizin ve üzerindeki canlı doğanın karşılaşacağı sorunlara ve sorun yumaklarına, büyük tehlikelere dikkati çekti. Bizi bu düşüncelere sevk eden, bu tartışmaları da kapsayıcı düşünceleri göz önüne aldığımızda, bu bağlamdaki düşünce çemberini artık kapayabileceğimiz bir noktaya ulaşmış olduğumuzu rahatlıkla görebiliriz. Çünkü gel-git olayının sınırlı ömrümüzle şartlanmış bilincimizin kavrayışı bakımından temsil ettiği o çok sınırlı, sayısal değeri minik etkisi, olayın, sonuçta bir bütün olarak yerküreye, çok uzak bir gelecekte de olsa, tayin edici müdahalelere ve altüst oluşlara yol açabileceği gerçeğini değiştirmez. Gel-gitlerin toplam sonuç etkisini, izleyegeldiğimiz dü-

şüncelerimizin arkasından epey kaba sayılabilecek bir tespitle ifade edebiliriz: Dünyamız, bir Ay'a sahip olalı beri, düşünümeyecek kadar geçmişlerde kalmış bir zamandan bugüne kadar mutlak bir düzenlilikle *dönmemektedir*.

Tam da bu noktada, yerkürenin manyetik alanının doğuşunu açıklamakta başvurulana, bizim de bu açıklama konusunda boşlukları bulunduğunu ileri sürüp tartışmaya açtığımız “dinamo teorisi”nin zaafı da giderilmektedir. Şöyle bir hatırlayalım: Bildiklerimizin bugünkü düzeyinde, Dünya'nın metalik çekirdeğinin o muazzam sıcaklığına rağmen bir manyetik çubuk gibi davranmasına yönelik akla yatkın biricik açıklama, bu çekirdeğin akışkan parçalarının hareketinin yerkürenin hareketinden farklı olması, bu farklılığın da akışkan çekirdeğe akım üreten bir dinamo özelliği kazandırması şeklindeydi. Bu yoldan, yerkürenin içinde elektrik akımları dolaşıp duruyorsa, manyetik alanın var olması da artık bir muamma oluşturmuyor demektir; çünkü hepimizin fizik derslerinden bildiğimiz gibi, her elektrik akımına bir manyetik alan eşlik eder.

Gelgelelim tam bu noktada ortaya çıkan sorun, yerküre çekirdeğinin böyle başına buyruk bir hareket gerçekleştirmesine hangi nedenlerin yol açmış olabileceği sorusuyla ilişkiliydi. Çünkü kısa bir süre öncesine kadar hemen herkesin yaptığı gibi, Dünya'nın birkaç milyar yıldan bu yana kendi eksenini etrafında aynı ritimle ve düzenle dönüp durduğu kabulünden hareket edecek olursak, akışkan çekirdeğinin bütün parçaları da eninde sonunda bu hareketçe “kapılıp götürülmek”, yani aynı harekete katılmak zorundaydılar; eh bu durumda da çekirdeğin kendine özgü bir hareketinden söz

etmek elbette abes kaçacaktır. Bugün bildiğimiz gibi, birçok biliminsanı bu açmazın içinden çıkabilmek için ek, yardımcı bir varsayıma ya da teze bel bağlamış ve çekirdekte termik konveksiyon hareketlerinin gerçekleşiyor olması gerektiğini ileri sürmüşlerdi. Bu konveksiyon hareketleri çekirdekte burgaç hareketlerine, çalkantılara yol açmış olmalı, yerküre de kendi eksenini etrafındaki dönüşü sayesinde bu hareketleri bir “düzene” sokmuş, sistematik hareketler haline getirmiş, sonuçta bütün o akışkan çekirdek kendi içinde uyumlu bir (kabuktan farklı) bir hareket gerçekleştirerek söz konusu dinamo etkisini meydana getirmiş olmalıydı.

Bu açıklama girişimin de, az önce değindiğimiz gibi birkaç “güzellik kusuru” bulunmaktaydı. Hani başlangıçtaki farklı, yönsüz hareketlerin, çalkantıların “bir bütün içinde değerlendirilmesini” ve “bir düzene sokuluşunu açıklamaya çalışan” karmakarışık ve anlaşılması zor bir varsayım olması bir yana, sırf işin içinden çıkabilmek adına “ad hoc” inşa edilmiş, ispatlanması imkânsız tipik bir yardımcı hipotez olma özelliği taşımaktaydı. Ayrıca gezegenimize birçok yönden benzeyen Venüs’te niçin bir manyetik alan bulunmadığını da açıklama gibi bir derdi bulunmuyordu bu hipotezin. Baştan beri ortalığı birbirine katan soruların ve sorunun zaten hiç var olmamış olduğunu, yanlış önkoşullardan hareketle sahte, görünürde bir sorun ile kendi kuyumuzu kendimizin kazdığını anladığımız anda bütün zorluklar da anında ortadan kalkacaktır.

Yerkürenin akışkan içinin katı manto katmanıyla ve yerkabuğuyla birlikte (aynı hızla) dönmemesi artık bir muamma oluşturmamaktadır. Yerkürenin bu akışkan içinin, bütünün dönüş hızına ayak uyduramaması anlaşılması ve ispatlanması

kolay bir durumdur. Çünkü Dünya'nın dönüş hızı, belirttiğimiz gibi, Ay tarafından, gel-gitlerin oluşturduğu mekanizma nedeniyle, ezelden beri, sürekli, sabit bir miktar üzerinden yavaşlatılıp durmaktadır. Akışkan çekirdek, bu dönüşler sırasında her defasında bir miktar geri kala kala akışkan iç ile onu kapsayan üst manto ve kabuk arasında farklı dönme hızlarının oluşmasını kaçınılmazlaştırmıştır. Demek ki Dünya'nın manyetik alanını, bu alanla birlikte de Güneş ışınlarını ve acımasız güneş rüzgârını bu dünyadan uzak tutarak bunların olumsuz etkilerinden bizi koruyan manyetik bir savunma şemsiyesini kuran dinamonun motorunun aranacağı yer Dünya değil, bizden 380 bin kilometre uzaktaki uydumuz Ay'dır. Bu yeni kavrayışın ışığında yerkürenin dönme eksenini ile manyetik alanın eksenini arasındaki bağlantı da artık akla uygun bir açıklamaya kavuşabilmektedir. Ay'ın frenleyici etkisi sonucunda yerkürenin dönüşünde ortaya çıkan "geri kalma" durumlarının oluşturduğu toplam, söz konusu manyetik alanın mimarıdır. Ünlü Alman ozan Hölderlin, uydumuzun, bu dünyada yaşadıklarımızdan etkilenmeksizin tepemizde kendi halinde salınıp duran solgun yüzlü yol arkadaşımız olduğunu söylemişti. Hölderlin yanılıyordu: Ay olmasa yeryüzünde hayat namına bir şey olmazdı.

İzlediğimiz düşüncelerin oluşturduğu çember bu noktada artık kapanmış, sorular cevaplanmış olsa da, dikkatle bakarsak, artık başlangıç noktamıza, bu soruları sormamıza neden olan düşüncelerimize geri dönmüş değiliz. Bu kitabın içinde şimdiye kadar bölüm bölüm sorageldiğimiz sorular ve bunlara vermeye çalıştığımız cevaplar sonucunda, Dünyamızın

serbest uzaydaki konumu ve durumu hakkında çok tayin edici bir noktada hiç farkına varmaksızın düşüncemizi onarmamızı gerektiren bir dönüşüm yaşandı: Ne demiştik başta bir yerde? Bir uzay gemisi olarak yerküremiz, dünyamız. Artık biliyoruz; yerküre bir uzay gemisi değil. Gezegenimiz ile uzayın derinliklerinde süzülüp yol alan bir uzay gemisi arasında bile bile kurmaya çalıştığımız benzerlik ilişkisi fazlasıyla yalın, kaba ve eksikti. Bu benzetmede, bilimin son yıllarda uzayın içinde keşfettiği ilişkilerin, süreçlerin sonuçları göz önüne alınmamıştı. Durumu şimdi bir kez daha göz önünde tutmak istersek, yerkürenin, bir uzay gemisi benzetmesinde, geminin sadece bir parçasını, yani mürettebat kabinini temsil ettiğini görürüz; sadece mürettebat kabinidir bu benzetmede yerini bulan; insanlar, hayvanlar, başlangıçta görüldüğünden ve sanıldığından çok daha komplike ilişkilerle birbirine bağlanmış halde bu geminin ekibini oluştururlar. Ancak şimdi kozmik sistemin bir bütün olarak hareketini kavrayıp bu sistemin o harika dengesinin, varoluşumuz bakımından taşıdığı değeri anlamaya başladık. Bu yeni gelişmelerle birlikte gözlerimizin önünde yavaş yavaş netleşen durumu kısaca değerlendirmeye çalışalım.

Uzayda yaptığımız yolculuk sırasında adına “Güneş” dediğimiz sabit bir yıldızın üçüncü gezegeninin ekosistemiyle sınırlanmış olduğumuzu görmüştük. Biliminsanları, *ekosistem* derken, yeryüzündeki hayatın korunup devam edebilmesi için kaçınılmaz bütün o alabildiğine komplike sayısız koşulun oluşmasını sağlayan nispeten minicik bir alanı kast etmektedirler. Yaşamaya elverişli bu alanı yerkürenin yüzeyi-

ni saran tül kalınlığında bir tabaka olarak tasarlamak gerekir. Bu tabakanın oluşturduğu sınırın ötesinde, astronotların uzay yolculuklarından ya da derindeniz araştırmacılarının donanımlarından bildiğimiz gibi, hayatın sürebilmesi zahmetli, masraflı teknolojik koruyucular olmaksızın imkânsızlaşmaktadır. Öte yandan “ekosistemin” içinde hayatı ayakta tutan ve devamını mümkün kılan koşullar, varlıkları ebediyen öyle kalacak, hatta belli bir süre için garanti oluşturabilecek, bir kere verilmiş, değişmez koşullar değildir. Tam tersine, ekosistemin verili koşulları, evrenin derinliklerinde bile karşılıklı ilişkiler kurmuş ve birbirlerini denge içinde tutan bir sürü kuvvetin etkileşimlerinin bir sonucudurlar.

Gündelik hayatımızdan tanıdığımız ve bu tanıdıklık nedeniyle bize sağlam, sürekli, kalıcı görünen çevrenin varlığını koruyup sürdürebilmesi için kesinlikle muhtaç olduğu uzay alanının, özellikle son yılların araştırmalarının tekrar tekrar gösterdiği gibi, kısa süre öncesine kadar sanılandan çok daha büyük olduğu anlaşılmaktadır. Dünyamızın varlığını zamana direnebilecek hale getirmek için gerçekleştirilmesi gereken zahmet ve çabanın sanıldığından çok daha fazla ve büyük olması gerektiği hiç beklenmedik bir şekilde ortaya çıktı. Varoluşumuzun kökenleri, yakın zamana kadar benimsemiş olduğumuz evren ve Dünya tablosu yüzünden yaşama-ya elverişsiz, hayata düşman ve aykırı görünen gezegenler arası uzayın çok çok ötelere kadar uzanmaktadır. Evet, bizim asıl yaşama alanımızı, gerçekten de içinde normal olarak ayakta kalıp hareket edebildiğimiz yeryüzü alanını uzayın öteki alanlarından tamamen yalıtarak görmek zorunda olduğumuzu sanan, bu yaşama alanı parçasını onun sınırlarının hemen dı-

şında başlayan ve buradaki hayatla hiçbir bağı ve ilişkisi yokmuş gibi görünen uzay alanından kesin çizgilerle ayıran, sadece bizi ısıtan ve aydınlatan Güneş'i ayrı bir yere koyan yanıltıcı bir tablodur bu.

Gerçeğin bambaşka olduğu artık anlaşıldı. Gerçi ışık ve ısı biçiminde o muhteşem enerjisiyle “ekosistem” içindeki süreçleri yerkürenin yüzeyinde ayakta tutan, doğal olarak aslında sınırsız miktarlara ulaşması mümkün olmayan oksijeni, su ve besini durmadan yeniden üreten gücün Güneş olduğu su götürmez; ama Güneş'in sadece ışık ve enerji üretmediğini de konuştuk. Güneş'in çıkardığı enerji miktarı öylesine büyüktür ki, onu çevreleyen ve Dünyamızı da içeren uzay parçası içinde ayakta tuttuğu koşulların sabitliğini sürdürebilmek, o 4,5 milyar yıl boyunca, ancak nükleer reaksiyon süreçleri sayesinde mümkün olabilmektedir. Gene ayrıntılarıyla konuştuğumuz gibi, bu çekirdek reaksiyonları sadece ışık ve ısı yaymakla kalmazlar, öteki enerji biçimlerinin yanı sıra parçacık ışıınımı da yaparlar ki, bu da çok hızlı hareket eden protonlardan ve elektronlardan oluşan “güneş rüzgârını” meydana getirir.

Görmüş olduğumuz gibi, Güneş'in bu parçacık ışıınımı bizim için hayati önem taşımaktadır. Bu ışıınım, Güneş sisteminin en dış sınırlarında, aşağı yukarı, bizden yaklaşık 6 milyar kilometre ötede, Plüton gezegenine olan uzaklığın yarısı kadar bir mesafede serbest uzayın durgun interstellar maddesine çarpar ve Güneş sistemimizi çepeçevre saran, uzayın her yönünden, Samanyolumuzun sınırlarından üzerimize akan ultra sert, ölümcül kozmik ışıınımdan koruyucu, küremsi bir şemsiye oluşturur. Bunları hatırlatmış olalım sadece.

Uzay yolculuğundan söz etmek aslında bugün artık ikinci bir nedenle de yanlış ve yanılgılara yol açıcı, abartılı bir beklentidir. İmkânsızlığın ilk nedenini bu kitabın başlarında bir yerde belirtmiştik. Daha bizim Güneş sistemimizin içinde karışımıza çıkan boyutlar ve mesafeler, benzetme amacıyla kurduğumuz bir tasarımsal modelle göstermiş olduğumuz gibi, öylesine büyük ve aşılmazlardır ki, bırakalım bir galaksi içi ve daha öteye galaksilerarası bir yolculuğu, daha Ay'a yolculuk bile bu yönde minicik bir adım sayılır.

Kafamızda gözümüzde canlandırabilmek ve bir tür karşılaştırma yapabilmek için Ay ile Dünya arasındaki mesafeyi, şöyle bir günlük uzun bir yürüyüş yolu olarak, ortalama 20 kilometre kabul edersek, Plüton gezegeni bu yeni indirgenmiş ölçekte bizden hâlâ, bugün Ay'ın gerçekte olduğu kadar uzaklıkta, yani yaklaşık 380 bin kilometrelik bir mesafede bulunacaktır. Yerkürenin kozmostaki hakiki konumunu yakından gördükten sonra, uzay yolculuğu itirazımıza ikinci bir ek daha yapabiliriz: İnsanlığın sadece bugünkü astronomi alanındaki çabalarını değil, hani bütün bir gelecek boyunca olmasa bile, daha sayısız kuşağın çabalarını belirleyecek olan bir tespiti hatırlatmamız gerekmektedir. Serbest uzay dediğimiz “bölge” gerçekten de Güneş sisteminin sınırları ötesinde başlamaktadır, yani Güneş'in kendisinden çıkan plazma akımlarıyla bütün gezegenlerinin çevresine çektiği küremsi şok-savunma bölgesinin dışında. Ve burada yeni bilimsel keşiflerin sözünü ettiğimiz sonuçları, hakikatte o uzay bölgesinde neyin olup bittiğini, koşulların neye benzediğini kestiremeyeceğimizi de kafamıza dank ettirmektedir. “Kozmik geri düzlem ışınlımının” yağmurundan korunmamızı sağlayan Güneş

sisteminin dev küresel kalkanı içinde gerçekleşen ilişkiler, süreçler, hemen istisnasız “Güneş tarafından” belirlenmektedirler; dolayısıyla da sistemin bu bölgesindeki ilişkileri tamamen bu ve böyle bir Güneş’e özgü, özel durumlar olarak kabul etmemiz ve bu özel durumu kozmosun bütününe yaymaya hakkımız bulunmadığını unutmamamız gerekmektedir.

12 milyar kilometre çapındaki bu küre, kozmosun içinde uçtuğumuz ve tam bir benzetme yapmak istersek, Dünya’nın sadece mürettebat kabinini oluşturduğu uzay gemisinin dış sınır çemberini oluşturmaktadır. Uzay yolculukları muhtemelen bütün bir gelecekte sadece gezegenlerarası uçuşlarla sınırlı olduğu sürece, sözcüğün gerek anlamında “uzay uçuşları” değil de, bizzat uzay gemisinin içinde, geminin bir bölümünden ötekine (bir gezegenden ötekine) mürettebatını biz dünyalıların oluşturduğu yolculuklar olmaktan öteye geçemeyecektir. Sebeplerini etraflıca açıklayarak daha önce yıldızlararası bir uzay yolculuğunun, yani galaksimiz içindeki komşu sabit yıldızların gezegen sistemleri arasındaki uçuşların, o muazzam yıldızlararası mesafelerden dolayı muhtemelen bütün bir gelecek boyunca imkânsız olacağını söylemiştik. Öte yandan kozmosta yıldızlararası bir yolculuk rüyası bir anlamda gerçekleşmiş bulunmaktadır. Biz hepimiz insanlık tarihinin başlangıcından bu yana bu uzayın içinde bütün bir Güneş sistemiyle birlikte uçup duruyoruz. Yüz binlerce, milyonlarca yıl süren böyle bir yolculuk öyle az bir zahmetle altından kalkılabilecek bir iş değildir. Sadece 200 bin kilometrelik bir çapa sahip olan ve güneş rüzgârının oluşturduğu küresel kalkandan çok daha küçük ikinci kürenin keşfi de o kadar eski değildir. Yerkürenin manyetik alanı, bir kez

daha uzay gemisi benzetmesine başvuracak olursak, geminin mürettebatının oturduğu bölümünü, yani Dünya'yı onun enerji ve ışık sağlayıcısı olan Güneş'in yolladığı ölümcül ışınlardan koruyacak şekilde şemsiyesi altına almıştır. Bu ikinci koruyucu, manyetik şemsiye, Ay'ın Dünya'nın dönüşüne yaptığı söz konusu etkinin sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Güneş sisteminin son bulgularla birlikte bize sunduğu ve kaba hatlarıyla tanıttığımız tabloyu ve yerkürenin bu tabloda oynadığı rolü incelemeye kalktığımızda, sistemin öteki gezegenlerinin bütün bu güç dengelerinde herhangi bir rol oynamadıklarını düşünebilir; Dünyamızın yüzeyini bir ekosisteme, insanların, hayvanların, bitkilerin yaşayabildiği bir alana dönüştüren etkilerin bir payı yokmuş, sanki bütün öteki gezegenler gereksizmiş ve olmasalar da olurmuş gibi izlenimine kapılabiliriz. Ama işte bu izlenimin bizi yanıltmasına izin vermememiz gerekir. Buraya kadar konuşageldiğimiz her şeyin bilgisi, son birkaç onyıl içinde ortaya çıkmıştır. Önceki yüzyıllarda hiç kimse bu bilgilere kıyısından kenarından sahip değildi. Bugünkü durum bakımından çok daha öğretici olan yan ise, hiç kimsenin Güneş sistemine ilişkin tablonun bütününde herhangi bir boşluk olabileceğini aklının ucundan geçirmemiş olmasıydı. Çok kısa sayılabilecek bir zaman süresinde, birkaç onyıl içinde bu tablonun uğradığı radikal değişiklikler insanı haklı olarak şaşırtmaktadır. İşte ama aynen bu nedenle hakikatte var olan etkilerin ve ilişkilerin hepsinin keşfedilmiş olması noktasından çok çok uzaklarda bulunduğumuzu ve bugüne kadar edindiğimiz bilgi ve deneyimlerin Dünya'nın araştırılması ve incelenmesi sürecinde, doğada nedensiz hiçbir şeyin olmaması bir yana, hiçbir

nedenin bir sonuca yol açmadan edemeyeceğini de öğrenmiş olduğumuzu unutmayalım. Güneş sistemimizden öteki gezegenlerden herhangi birinin kopup gitmesiyle neler olabileceğini tamı tamına kestirememekle birlikte, şu ana kadar keşfettiğimiz o çok az bilgi bile, böyle bir gezegen yitiiminin tayin edici sonuçlara yol açabileceğini, hatta sistem için tehlikeli olabileceğini ve olayın sonuçlarının Güneş sisteminin en uç köşelerine kadar kendilerini hissettirebileceklerini, hatta nispeten sistemin bu bize ayrılmış minik parçası üzerinde de kestiremeyeceğimiz sonuçlara neden olabileceğini göstermektedir. Bilim bu son hatırlatmalarımızı destekler bağlamda, özellikle son yıllarda, sayısız keşiflerin ve sürprizlerin bizi beklediği yeni bir bilim alanında önemli adımlar atmış bulunmaktadır.

Güneş sisteminin kapsadığı uzaydaki o alanın, bizlerin hayatı bakımından gerekli olduğunun öğrenilmesi, sorulara yeterli cevap bulunduğu anlamına elbette gelmemektedir. Böylesine dev alanlara ve mesafelere kadar uzanan kuvvetlerin karşılıklı etkileşiminin ve bunların yerküreye yaptıkları etkilerin aynen bir odak noktasında toplanan ışık huzmeleri gibi, organizmaların o çok hassas, kırılgan ve akla gelebilecek en uç biçim ve yapılarını doğurup koruyan ekosistemin oluşma şartlarını yerine getirmeleri olgusu, sorumuza nihai cevap anlamına hâlâ gelmemektedir; çünkü en baştaki soruyu böylelikle sadece ötelemiş olduk o kadar. Yerkürenin, üzerinde yaşadığımız Dünya'nın uzayın içinde kendi başına buyruk bir "ada" olmadığı görüşünden hareket etmiştik. Güneş sistemi gibi kompleks ve onun kadar büyük bir oluşumun da ilk bakışta kendi içinde kapalı bir bütünlük oluşturan ve iç dengesinin, istikrarlılığının

bu sistemin kendisinden kaynaklanan güçlerle açıklanabileceği kozmik bir birim olarak görülebileceğini öğrendik.

Bunu söyler söylemez bu ilişkilerin ötesine taşan bir sonraki soruya, “uzay gemisi Güneş sisteminin” de kendi sınırlarının dışında başlayan uzay ile ne türden bir ilişki kurmuş olabileceği, yıldızımızın, kanatları altına aldığı civcivleriyle bu uzayın o ölçülmez genişliği içinde bütünden yalıtılmış bir yalnızlık ve kendi içinde hareketsiz, dışa kapalı bir bütün halinde yol alıp almadığı ya da bu büyük sistemin de evrenin derinliklerinden çıkagelen güçlerin etkisiyle kendine has özelliklerine bürünüp bürünmediği, kısacası Güneş sisteminin, evrenin bütününden gelen etkilere ne ölçüde açık olduğu sorusuna gelip dayanmış bulunuyoruz.

İlginçtir, bu türden, bütün bir kozmosu bir etkileşim yumağı içinde birbirine bağlayan ilişkilerin varlığını gösteren ilk belirtilerden biri, bundan yaklaşık 700 bin yıl önce yaşanmış bir “kozmetik facia”nın izlerinin sürülmesiyle kendini ele vermektedir. “Kaza”, en azından biz Dünyalıların perspektifinden bakıldığında, çok tayin edici bir noktada, Güneş’in o mükemmel ilişkiler dokusunu geçici bir süre için zedelemişti: Evet, bundan 700 bin yıl önce, yeryüzünün manyetik alan şemsiyesi çökmüştü. Bu dramatik olayı yakından inceleyen bilim insanları, söz konusu kozmik felaketin birkaç kez tekrarlanmış olması gerektiği sonucuna vardılar.

Geçmişe Yolculuk

Bu yüzyılın otuzlu yıllarının hemen başında bir Berlin gazetesi, akla gelebilecek en müthiş nisan şakalarından birini yapmıştı. Bir sürü ayrıntıyla gazetenin verdiği bir habere belgesel bir ciddiyet kazandırılmıştı; söz konusu şaka haberde, sanasyonel bir bulgudan söz edilmekteydi: Sözde hiç bozulmamış bir Mısır vazosu bulunmuştu. Elbette böyle bir bulguda öyle nisan şakası oluşturacak bir yan olmadığını düşünüyorsunuz. Ne var ki, habere göre, bulunan vazonun üzerinde yapımcısının, daha imalat sırasında yaş kilin üzerine aktardığı spiral çizgi, bir arkeologun iddiasına göre, imalat anında atölyedeki tüm seslerin etkisiyle oluşmuştu; tıpkı gramofon plağı üzerindeki ses çizgilerinin oluşturulması ilkesinden bildiğimiz gibi bu spiral hat, üç bin yıl önceki zanaatçının atölyesini dolduran seslerden oluştuğuna göre de, geriye, tıpkı plakta olduğu gibi, bu çukurlarda dolaştırılacak manyetik iğne ile o sesleri bir amplifikatöre aktarmak kalıyordu. Öyle de yapmışlardı anlaşılan ve mantıken tutarlı da görünen beklenti, yapılan testte parlak ve ikna edici şekilde gerçekleşmiş olmalıydı; oldukça cızırtılı, öteki seslerden ve gürültülerden zor ayırt edilir olsa da,

vazoyu yapan zanaatkarın imalat sırasında, bundan yaklaşık 3 bin sene önce söylediği şarkının melodisini duymak mümkün olmuştur!

İnsan, 1 nisan şakasıyla karşı karşıya olduğuna uyansa bile, bu öyküden büyüleyici bir etkiye kapılmamak, insanı sarıp sarmalayan bir heyecan duymamak elde değil. Bunun nedeni, gerçekten kusursuz her şaka ya da espri gibi, son tahlilde arka düzlemdeki bir bilgelığe dayanmasıdır. Vazo espri-sinde söz konusu olan bilgelik ise, geçmişin hiçbir zaman tümüyle yok olup gitmediği anlayışında ifadesini bulmaktadır. Geçmişin her olayı, bir sonuca yol açmış, geride izler bırakmıştır. İçinde yaşadığımız şimdiki zaman, o geçmişin toplamıdır. Gerçekten de, birkaç binyıl önce yankılanmış bir şarkı, bugün tamamen yok olup gitmiş sayılmaz; bu şarkının tınılarını taşıyan mekanik hava dalgaları, her enerji biçimi gibi, bir şekilde varlığını korur. Sadece bu şarkının tınılarından oluşup onun melodisini kuran o özgün yapı bozulup dağılmış, böylece melodinin fiziksel temeli silinip gitmiştir. Melodinin düzeni öylesine temelden bozulmuştur ki, tıpkı bu uydurulmuş öyküde olduğu gibi, ancak aşırı bir rastlantının o melodik yapıyı herhangi bir yoldan “sabitleştirip” kaydetmesi halinde o binlerce yıl önceki şarkıyı yeniden dinlememiz mümkün olabilir.

Ama geçmiş, nihai bir şekilde hiçbir zaman yok olmaz. Hani bugün artık eski Mısır halk şarkılarını dinleyemiyorsak bile, bilim, son on yıllarda geçmişin izlerini, daha kısa bir süre öncesine kadar ütöpik sayabileceğimiz ve gerçekleşmesini imkânsız göreceğimiz yollardan bir bakıma “konuşturmayı” başarmış, bu bağlamda yöntem üstüne yöntem geliştirmiştir. Bu

yöntemler sayesinde, çok uzak geçmişlerdeki olay ve nesneler öylesine elle tutulur gözle görülür biçimde gün ışığına çıkmaktadırlar ki, insanın hani gerçekten “geçmişe yolculuk” yapmaya başladığını söylemek, durumu abartmak olmaz. Bir zamanlar sedimentlerin ve fosillerin incelenmesiyle başlayan ilk mütevazı girişimler bugün artık, binlerce, milyonlarca yıl önce kaybolup gitmiş olanı yeniden canlandıran, tekrar aramıza, hayata çağıran bir disiplin kolunun gelişmesiyle noktalanmıştır.

Bu yöntemlerden biri, artık oldukça yaşlı sayılabilecek *izotop yöntemi*dir. İzotoplarla yaş belirleme yönteminin ilkesini bulan ünlü dâhi İngiliz fizikçisi Ernest Rutherford’tur; hani 1919 yılında ilk kez atomu parçalamayı başaran, ama bu parçalama yöntemi içinde saklı duran korkunç potansiyeli ve imkânları ne yazık ki yanlış değerlendirip, 1937 yılında, ölümünden kısa süre, öteki deyişle Hiroşima’dan sadece sekiz yıl önce, şu düşündürücü sözü söyleyen adam: “Kim, atomu parçalayarak önemli miktarlarda enerjiyi serbest bırakmanın mümkün olduğunu düşünürse o çılgın bir hayalcidir.” Rutherford daha Birinci Dünya Savaşı öncesinde, radyoaktif elementlerin düzenli ve belli miktarlarda azalmaları, daha doğrusu parçalanmaları özelliklerine dikkati çekerek, bu temel karakteristik olayın yardımıyla geçmişin olaylarının tarihlerini tespit edebilme ihtimal ve imkânına dikkati çekmişti. Rutherford’un düşüncesi ilkece şuydu: Radium ve bütün öteki “radyoaktif” elementler, bütün dış etkilerden bağımsız, mutlak değişmeyen bir tempoda, yavaş yavaş parçalanırlar. Parçalanma temposu, elementten elemente değişirken, kimi durumlarda farklılıklar çok büyüktür. Bu ayrışma, daha doğrusu doğal, kendiliğinden radyasyon kaybı biçiminde orta-

ya çıkan parçalanma ve azalma olayını tanımlamak için bilim, “yarı ömür” tanımını kullanmaktadır. Söz konusu tanımlayıcı terim, bir radyoaktif elementin, tam yarı miktarının parçalanma (radyasyon) sonucunda dönüşmesi için geçmesi gereken zaman süresini, daha doğrusu, bu parçalanmanın ürünü olan bir başka elemente dönüşmesi için geçen zamanı belirtmektedir.

Örneğin radyumun yarı-ömür süresi 1580 yıldır. Sözgelimi 1 gram radyumu bir kaba koyacak olursak, 1580 yıl sonra geriye yarım gram radyum, parçalanma ürünü olarak da kurşun kalacaktır. Gerçekten de radyum parçalanırken ortaya bir dizi ara ürün çıkar; ancak bunların yarı ömür süreleri öylesine kısadır ki, 1580 yıl sonra kutuda, o ilk radyumun yansından başka, bir miktar kurşundan başka bir şey bulamazsınız. Çünkü bir tek, kurşun, stabil, dengeli bir parçalanma ürünü olarak varlığını koruyabilmiştir kutuda. Aradan bir 1580 yıl geçtikten sonra kutuda sadece çeyrek gram radyum (ve $3/4$ gram kurşun) kalacaktır. Ve bu böyle sürüp gider; binlerce yıl boyunca; ama sonuçta geride kalan radyumu ölçmekte güçlük çekeceğimiz bir aşamaya kadar azalır bu element.

Başka birçok elementin “yarı ömür” zamanı çok daha uzundur. Örneğin toryumun belli bir miktarının elektron yitire yitire yarı yarıya düşmesi için 14 milyar yıl gerekir. En ağır element olan uranyumdan daha ağır olan ve fizikçilerin yapay olarak laboratuvarlarda gözlem amacıyla ürettikleri elementlerin yarı ömür zamanları, milyonda, milyarda bir saniyedir. Böylesine aşırı değerlerdeki parçalanma hızları, elbette, bu türden yapay radyoaktif elementlerin parçalanma süreçlerinin gözlemlenmesini önlemektedir.

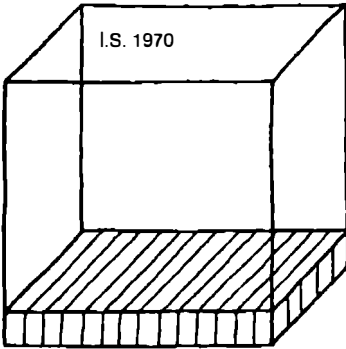
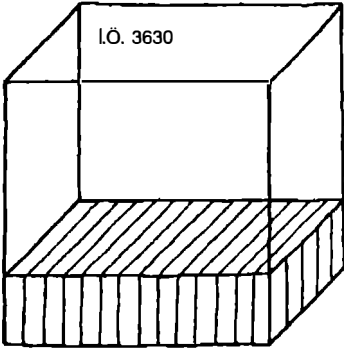
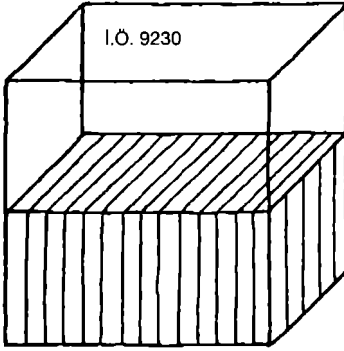
Öte yandan, belli bir mineral içinde, geçmişteki belli bir zaman noktasında ne kadar radyum bulunması gerektiğini bilmemiz durumunda, araştırma sırasındaki miktar ile o varsayımsal miktar arasındaki farka (ya da radyumun parçalanması sonucu ortaya çıkan ürüne) bakarak bu zaman aralığının tarihini, dolayısıyla araştırdığımız mineralin ne zaman ortaya çıkmış olduğunu, dolayısıyla da “yaşını” bulabiliriz. Gerçekten de bu yöntemi kullanan Nobel ödülü sahibi Alman bilimci Otto Hahn (öl. 1968), radyum değil de stronsiyumu kullanıp yerkabuğunun en yaşlı minerallerini inceleyerek bunların yaşı konusunda güvenilir sayılar elde etmekle kalmadı, aynı zamanda yeryüzünün kabuğu ile birlikte oluşan minerallerin yaşlarını belirleyerek, yerkabuğunun yaşını bulmayı denedi. Hahn’ın ulaştığı sayılar, o günün yöntemlerine bağlı olarak, iki milyar yıllık bir Dünya yaşına işaret etmekteydiler. O günle bugünler arasında geçen sürede yaşları çok daha fazla olan taş ve mineraller bulundu. Bunların en yaşlıları yaklaşık üç milyar yıllık bir geçmişe işaret etmektedir.

Dünya kabuğunun ve onun içerdiği minerallerin yaşlarını belirlemenin söz konusu olduğu durumda bir radyoaktif elementin parçalanma ürünleri aracılığıyla yapılan hesaplamalardan elde edilen değerin, radyoaktif parçanın ya da parçalanma ürününün içinde yer aldığı mineralin doğuşunun, zamanın hangi kesitine rastladığı, Dünya’nın o 4,5 milyarlık ömrünün içinde kabuk ve minerallerin oluşumunun hangi zaman dilimine denk düştüğü pekala tam olarak bulunacaktır. Peki de, yaşını belirlemeye çalıştığımız radyoaktif bir elementin incelenen belli bir örneğinin başlangıçta aranan örnek parça içinde ne miktarda yer almış olduğunu ne zaman, nereden

ve nasıl bilebiliriz? Ancak bunu bilmemiz durumunda parçalanma ürününün bugün tespit edilen evresine, arta kalan maddeye bakarak, test edilen parçanın ortaya çıkışından bu yana geçmiş olan zaman süresini bulabiliriz.

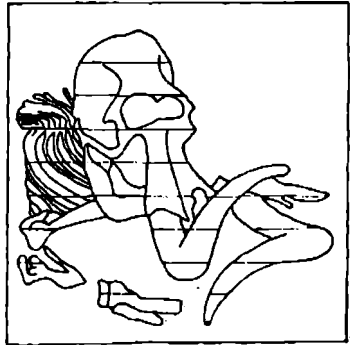
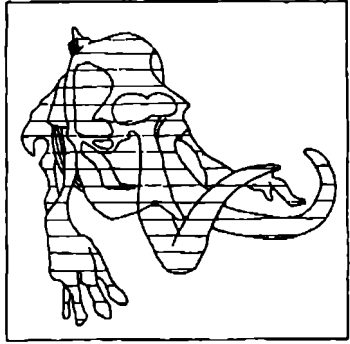
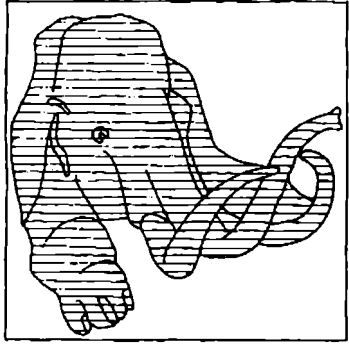
Çok şükür ki, parlak buluşlarla oluşturulmuş kombinasyonlar ve ek yöntemsel uygulamalar sayesinde kimi durumlarda bir sıfır başlangıç noktası belirleyip geçmişin derinliklerine uzanmak mümkün olmaktadır. İşte bu sorunun etrafında dönerken, biri ünlü C^{14} (*Karbon 14*) yöntemi, ötekisi de, “jeolojik termometre” dediğimiz ve milyonlarca yıl önce, Dünya’nın ilkel okyanuslarında egemen ısıları belirlememizi sağlayan yöntemle, geçmişini incelememize imkân veren iki yöntemin üzerinde durmak istiyoruz.

“Karbon 14” yöntemi sayesinde biyolojik yoldan meydana gelmiş kemik, bitki gibi organik yapıların yaşlarını bugün büyük bir kesinlikle bulabiliyoruz. Bu yöntemin temel ilkesi ve dayanağı, yeryüzü atmosferinin içerdiği karbonik asidin, bildik karbonunun yanı sıra çok az miktarda da radyoaktif bir madde olan karbon “izotopuna” yer vermesi olgusuna dayanır. Bu izotopun kimyasal simgesi C^{14} ’tür. Bilindiği gibi izotop, belli bir kimyasal elementin normal atomlarından biraz daha hafif olan, bunun dışında kimyasal ve başka her yönden normal atom ile aynı özellikleri gösteren atomlara verilen addır. Bu ağırlık farklılığının ötesinde, izotop, o elementin bütün kimyasal özelliklerini taşır. İşte bu karbon izotopu, normal karbonun yanı sıra organik maddelerce organizmaya alınarak normal karbon gibi dokulara sokulur. Gelgelelim, normal karbonun aksine radyoaktif bir izotop olan C^{14} , zamanla yeniden parçalanmadan edemeyecektir. Bu izotopun yarı



Radyoaktif izotopla yaş belirleme ilkesi burada radyoaktif karbon örneğinde (C^{14}) şematik olarak gösterilmiştir. C^{14} yarı değerine düşene kadar 5600 yılın geçmesi gerekmektedir. Sözelimi zamanımızdan 9230 yıl önce biri, kutuyu yarıya kadar C^{14} ile doldurup bir yere gömmüş olsaydı, tam 3630 yıl sonra C^{14} yarı yarıya azalmış olurdu. Yani zamanımızdan önce 3630 yılında kutuda baştaakinin dörtte biri kadar karbon izotopu geride kalmış olurdu; ve aradan bir 5600 yıl daha geçince, yani 1970 yılında kutuda sadece ilk miktarın $1/8$ 'i kadar izotop kalırdı.

Bu çizim, bir önceki çizimde açıklanan izotop azalma ilkesinin kullanıldığı sayısız alandan birini temsil ediyor. Her canlı hayatı boyunca dıştan belli miktarda C^{14} izotopu alıp bunu ömür boyu sabit olarak korur. Organizma ölür ölmez C^{14} yarı ömür zamanı yasası uyarınca organizmanın kalıntıları içinden kaybolmaya başlar. Dolayısıyla da "bugün" bulunan iskeletin C^{14} miktarının ölçülmesiyle, örneğin bir mamut iskeleti üzerinde yapılan ölçümlerle hayvanın ne zaman ölmüş olduğu büyük bir kesinlikle belirlenebilmektedir. Kaybolan C^{14} miktarı, çizimde, azalan yatay taramalarla belirtilmiştir.



ömür değeri 5600 yıldır. Başka deyişle, bu süre içinde belli bir miktar izotop, yarı yarıya azalmış olacaktır. Uzun bir zaman süresi içinde gerçekleşse ve miktar olarak devede kulak kalsa da, parçalanma yüzünden bu izotop o organizmayı terk edecektir; gerçi söz konusu izotop bitkilere solunum yoluyla, hayvanlara da bitkisel besin tüketme yoluyla, bunlar yaşadıkları sürece yeniden geri döner; organizma, bu izotopu bir yandan yitirip bir yandan takviye ederken bu parçalanma ve takviye süreçleri, organizmada izotop dengesinin korunmasına yol açarlar. Dolayısıyla organizmanın içinde normal karbon ile izotopu arasında çok belli bir orantı korunur.

Normal karbon ve radyoaktif (ışık veren) karbon arasındaki bu sabit oran bugün yaşayan bitki ve hayvanlarda yapılan belirleme çalışmaları sayesinde tamı tamına bilinmektedir ve bu sabit oran, “jeolojik karbon saatinin” sıfır noktasını oluşturur. Kolayca anlaşılacağı gibi, A (izotop karbon miktarı) ile B (normal karbon miktarı) arasındaki oran (A:B) belli bir sabite oluştururken ve bu değer, canlı organizmada, yitirilen izotop miktarının takviyesi yoluyla korunurken, söz konusu organizmanın ölüm anından itibaren artık o jeolojik karbon saati çalışmaya başlayacaktır. Çünkü o andan itibaren, organizma artık sadece izotopu yitirme gibi bir durumla karşı karşıyadır; bu izotopun takviye edilme, organizmaya yeniden dıştan dahil edilme şansı artık kalmamıştır. Organizmanın o anda içerdiği karbon izotopu, yarı ömür zamanının (değerinin) temposuna uygun şekilde azalmaya başlar. İçerdiği karbon ile karbon izotopu arasındaki oran kesinlikle belirlenmiş bir organik maddede bu oranın izotop aleyhine bozulacağı kesindir. İşte izotopun azalma miktarı, bilinen yarı ömür za-

manı ile karşılaştırıldığında, artık söz konusu (ölü) organizmanın yaşını belirlemek çocuk oyuncağı olacaktır. Sözelimi bir höyük incelemesi sırasında ocakta hayvan artıkları ve ateş kalıntıları bulan arkeologların yapacakları tek şey, bir fizikçi bulup söz konusu artıklar içindeki izotop miktarından bunların yaşlarını belirlemesini “rica” etmektir. Atalarımızın yedikleri o yemekten kalmış artıklara göre, hayvanların ne zaman öldürüldüğünü, ateşte kullanılan odunun hangi tarihlerde kesilmiş olduğunu belirlemek artık fizikçinin işidir.

Evet, teorik olarak, atalarımızın o yemeğin altında yak-tıkları odun ateşinin yaşını bir yıllık bir hatayla belirlemek mümkündür, ama pratikte test edilen parçanın içindeki çok az miktardaki C^{14} izotopunun değeri lenmesi mecburiyetinden kaynaklanan büyük güçlüklerden ve hatalardan ötürü, bu yaş belirleme konusunda önemli farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Ama gene de bu yöntem sayesinde, günümüzden çok çok gerilerde kalmış zaman noktalarını şaşırtıcı bir tamlıkla tespit edebilmekte, sözelimi güney Fransa’daki buz devrinden kalma duvar resimleri sayesinde, dünyaca ünlenmiş Lascaux mağaralarının, bundan 15 bin yıl önce insanlara konutluk ettiğini hiçbir kuşkuyla yer vermeyecek şekilde ispat edebilmekteyiz.

Bu izotop yöntemi, son zamanlarda sadece zamanımızdan çok gerilerde kalmış olay ve organizmaların yaşlarını tespit etmemizi sağlayan elverişli, güvenilir bir “saat” olarak kullanılmakta (ayrıca aynı amaçla, daha önce değindiğimiz stronsiyumun yanı sıra günümüzde başka birçok elementin izotopları da devreye sokulmaktadır), bir “jeolojik termometre” işlevi gören bu izotopların aracılığıyla, sözelimi At-

lantik okyanusunun 50-60 milyon yıl önceki sıcaklığının ne olduğunu bulup ortaya çıkarmak da mümkün olmaktadır. Fizikçi ve kimyacıların termometresi olarak kullanıldığında bu izotoplar, salyangozların, istiridye ve yengeçlerin kalker tabakalarının oluşumu sırasında, iki ayrı oksijen izotopu arasında, gene ısıya bağlı olarak kurulmuş ödünsüz bir denge bulunduğunu göstermektedirler. Söz konusu hayvanların dış iskeletlerinin koruyucu kalkanlarını oluştururken, kireç molekülleri arasına giren O^{16} ve O^{18} olarak tanımlanan iki oksijen izotopunun incelenmesi, bu kalker kabuklarının doğuşu sırasında çevre sıcaklığının hangi değerlerde olduğunu hesaplamamızı imkân vermektedir. Söz konusu deniz canlılarının o oluşumlar sırasında içinde bulundukları ortamın sıcaklığını bu yolla belirledikten sonra, C^{14} izotopuyla da yaşlarını bulmak kalır geriye. Dolayısıyla da, şundan şu kadar milyon yıl önce, şu denizdeki sıcaklık şu kadar dereceyi buluyordu sonucunu çıkarmak artık işten bile değildir.

Seksenli yıllara doğru, aynı yöntemi, mikro-analizler yardımıyla bu türden kireç kabuklarının yaş halkalarına uygulama girişimleri de başlamıştı. Bu çabaların sonucunda, 50-100 milyon yıl sonra, aramızda böylesine zamansal uzaklıklar bulunan bir ilkel dünyaya adım adım geri dönerek hangi yazların “iyi ve sıcak”, hangilerinin “kötü” geçtiğini anlamamız mümkün olabilecektir. Bu bilgiler, sadece uzun bir geçmişte kalmış çevre koşullarını yeniden kurgulamamız bakımından önem taşımakla kalmayacak, aynı yoldan Güneş’in yıllık aktivitelerini belirleyerek 50-100 milyon yıl önceki durumunu bulmamızı ve o yıllarda da, tıpkı şimdi olduğu gibi, 11 yıllık bir aktivite ritmi gösterip göstermediğini anlamamızı sağlayacaktır.

Ayrıca, izotop yöntemlerinin yanı sıra, biliminsanları yeryüzünde çoktan kaybolup gittiği sanılan geçmişin izlerini sürüp bu izleri şu ya da bu yoldan yeniden “konuşturma” konusunda imkân tanıyan başka birçok yöntem geliştirmişlerdir. Örneğin bir Alman biyolog 100 ya da daha fazla milyon yıldan bu yana taş tuzu içinde yerkabuğunun derinliklerinde konserve olmuş bakterileri sözcüğün tam anlamıyla yeniden hayata geri döndürmeyi başarmıştır. Bu, geçmişin karanlık derinliklerinden artakalmış canlılar, bugün büyüyüp çoğalabilmekte, modern laboratuvarların besin zemini üzerinde hayatlarını sürdürmektedirler. Onların yaşıyor olması, biliminsanlarının bu canlıların madde özümseme süreçlerini inceleyerek çoktan “soyu tükenmiş” ilkel dünya organizmalarını ve bunların öteki yaşama faaliyetlerini anlamalarını ve bu karanlık çağ organizmalarını bugünkü ardılları ile karşılaştırmalarını sağlayacaktır.

Bütün bunların ötesinde, bugün yeryüzünde var olan yaşam biçimlerinin incelenmesi anlamına gelen *paleontoloji*, sadece taşlaşmış, kalkerleşmiş kemik artıklarının incelenmesiyle sınırlı olmaktan çıkmaktadır. Özellikle umut vaat eden yepyeni bir disiplin kolu, proteinleri karşılaştırarak türler arasındaki akrabalıkları tespit etme konusunda önemli gelişmeler göstermektedir. Besin maddelerinin parçalanması, oksijenin taşınması ve benzeri işlevleri yerine getiren hemoglobinler ya da belli başlı proteinler, balıklardan, böceklerden tutun da, ta insana kadar hemen hemen aynı yapıyı göstermektedirler. Görünüşe bakılacak olursa, bu proteinler doğanın mutlu rastlantılar sonucunda ortaya koyduğu buluşlar olarak, hayatın başlangıcından bu yana geçen yaklaşık 3 milyar küsur yıl için-

de hayatın sımsıkı sarıldığı yapılardandırılar. Bu “buluşlar” bütün yeni biyolojik inşalarda, insanlara kadar kullanılagelmişlerdir ve bütün canlılarda hemen hemen aynı biçimlerine rastlayan biliminsanlarına, bugün var olan en farklı organizmaların bile ilkece akraba olduğunu göstermektedirler.

İş bununla da bitmiyor. Birinci kitabımızda ayrıntılarıyla üzerinde durduğumuz *sitokrom-c enzimini* anımsayacak olursak, solunum ve besinin vücutta kullanılması gibi temel hayati fonksiyonların gerçekleşmesinde atlanmaz mekanizmalar olan bu proteinlerin aslında tıpatıp birbirlerinin aynısı olmadıklarını da hatırlamaya getirebiliriz. Bu proteinlerin yapısal biçimlerinde, belli yerlerde onların işlevlerini olumsuz etkilemeyen çok az farklar bulunur; ve belli ki bu farklar karşılaştırılan türlerin akrabalığına bağlıdır. Bunların, karşılaştırdığımız türlerin akrabalık derecelerine göre azalıp çoğalmalarının bizi bambaşka bir konuda da aydınlattığını hatırlatalım: Karşılaştırılan iki türün türeyim ağacının birbirinden ayrılıp uzaklaşmasından bu yana geçen zamanı bize kesinlikle verir bu enzim farkları. Bu noktada bir türeyim ağacı “takvimi” oluşturma imkânı ortaya çıkmıştır. Önümüzdeki yıllarda ve yüzyıllarda, yeryüzündeki hayatın seyrini, ilkel tekhücrelilerden insanın ortaya çıkışına kadar canlı, elle tutulur, gözle görülür bir tarih olarak yeniden kurmaya yönelik epey uçuk bir fanteziyi gerçekleştirme imkânıdır söz konusu olan. Daha şimdiden burada sözünü ettiğimiz (ve ilk kitapta uygulamalarından birini sitokrom-c enzimi üzerinden gösterdiğimiz) yöntemle insanlar ile tavuğun, şunun şurasında “sadece” 280 milyon yıl önce ortak bir türeyim babası olduğunu biliyoruz. Amfibik atalarımızın balıklardan ayrılıp karayı istilaya başlama-

larından bu yana 490 milyon yıl geçmiştir. Ve bundan yaklaşık 750 milyon yıl önce sadece bütün omurgalıların değil, böceklerin de ortak bir atası yaşamış olmalıdır.

Birkaç örnekti sadece bunlar. Ne kadar büyüleyici olurlarsa olsunlar, bu kitaptaki amacımızı aştıklarından onları ayrı ayrı ele almamız mümkün değildir. Bu örnekler, bilimin bugün geçmişin derinliklerine doğru yol alırken çok çeşitli çözümlere ve yöntemlere başvurduğunu, bunların sayesinde işe dıştan bakan birinin sandığından çok daha fazla sağlam ve güvenilir bir zeminde hareket ederek akıl almaz uzaklıktaki geçmişlerde olup bitenleri artık sadece teori olmaktan çıkan “bilgilerle” aydınlattığını göstermek içindi. Gene de bu yöntemlerden birini burada oldukça yakından inceleyip ortaya koyduğu sonuçları biraz daha etraflı değerlendireceğiz. Söz konusu olay bizi başlangıçtaki konumuza, Güneş’in geçmiş çağlardaki aktivitesi konusuna geri götürecektir.

Bugün, artık sadece Güneş aktivitesinin dinozorlar çağındaki durumunu, içinde dev sürüngenlerin dolaştığı ilk denizlerin ısıtısının ne olduğunu bilmekle kalmıyoruz; biyokimyacılar “soyu tükenmiş” ilkel dünya mikroplarının madde özümseme süreçlerini de analiz edebiliyorlar. Ama bunların da ötesinde, birkaç on yıldan bu yana yeryüzünün manyetik alanının, yerküre tarihinin o çok gerilerde kalmış aşamalarında hangi yönlerde ve hangi güçle yayılmış olduğunu da ölçebiliyoruz. Bu yeni araştırma alanının adı, “paleomanyetizm”. Bu yöntemin temel dayanağı olan “fosiller manyetizminin” çok zayıf oluşundan ötürü bu türden ölçümlerin pratikte yürütülmesi biliminsanlarına akla karayı seçtiriyor olsa da, yöntem, alabildiğine basit olma özelliği taşımaktadır.

Bilindiği gibi yerkabuğunun kayalarında manyetize edilebilme özelliğine sahip sayısız demir içeren mineral mevcuttur. Bu minerallere birçok başka kayanın yanı sıra volkanlardan püskürmüş kayalarda da rastlanmaktadır ve İkinci Dünya Savaşı sonrası jeofizikçilerinin keşfettikleri gibi, bu demirli mineraller araştırmacılara olağanüstü bir imkân sunmaktadır. Diyelim ki 100 milyon yıl önce Dünya'nın herhangi bir yerinde aktif bir volkan patlaması sonucunda çevre lavların altında kalmış olsun. Yerkürenin içinden gelen kütleler sıcaklıklarını korudukları sürece bu kütlelerin içerdikleri demir tuzları da herhangi manyetik özellik göstermezler. Daha önce de belirttiğimiz gibi, 770 santigratlık bir ısıнын üzerinde, demir mıknatıslanma özelliğini yitirir. Ancak yeryüzüne ulaşmış birikmiş lav eninde sonunda soğur. Patlamanın ardından er ya da geç kritik sıcaklık derecesinin altına düşen lav kütleleri içindeki demir yeniden manyetik özelliklerine kavuşmaya hazır duruma gelecektir. Dünya'nın manyetik alanı sayesinde demir nispeten kısa sürede yeniden manyetik özellik kazanır. İşte bizim için burada önemli olan bu ilişkidir.

Başka deyişle, bu varsayımsal yanardağdan püskürmüş lavın içindeki demirli mineraller soğurken, kısa süre içinde Dünya'nın manyetik kutupları olan kuzey-güney eksenini doğrultusunda manyetik çizgiler oluşturacak şekilde mıknatıslanırlar. Böyle çağlar öncesinden kalma taşlar üzerindeki manyetik etkiler, aradan geçmiş onca zamana rağmen bugün son derece hassas ölçüm aletleriyle tamı tamına ölçülebilmekte, yönleri, hatları belirlenebilmektedir. Demek ki, eski çağlardan kalma bir volkanik arazide, üst üste gelmiş patlamaların oluşturduğu tabakaları dele dele, örneğimizde ver-

diğimiz varsayımsal patlama gibi, 100 milyon yıl önce püskürtülmüş bir kütle tabakasına ulaştığımızda, bu tabakada “donarak kaydedilmiş” manyetik etki kalıntısını, bu manyetik etkinin oluşturduğu kuvvet hatlarını ve bu hatların yönünü ölçüp belirlemek mümkündür. Bu arada söz konusu lav tabakasının yaşı, az önce değindiğimiz izotop yöntemiyle bulunur.

Yöntem bir kez geliştirilip iyice tarif edildikten sonra dünyanın çeşitli yerlerinde yaşları çok farklı katmanlarda bu “fossilleşmiş” manyetizmin kalıntıları aranmaya başlandı. Bu araştırmalar sırasında biliminsanlarının dikkati, zaten fazla güçlü olmayan yeryüzü manyetik alanından bile yaklaşık 100 kat daha zayıf olan bu manyetik hatların kaydedilmeleri sırasında ölçümleri kusursuz yapmaya yönelmişti. Kimsenin bir sansasyon filan beklediği yoktu. Ne var ki, daha bu konuya el atar atmaz bilim, geçen yüzyılın ikinci yarısının başlarında araştırmalarda ortaya koyduğu en çarpıcı ve akıllara durgunluk vererek bulgularından biriyle karşılaştı.

Bütün dünya, daha doğrusu en azından jeofizikçilerin hepsi o güne kadar, paleomanyetizmin göstereceği manyetik alan hatlarının yönlerinin, araştırmaya konu olan katman yeryüzü tarihinin hangi döneminden kalma olursa olsun, hep iyi kötü, bugünkü yeryüzü manyetik alanının yönüyle örtüşeceği varsayımından yola çıkmıştı. Çünkü daha önce de söylediğimiz gibi, Dünya’nın kendi çevresinde dönüşünün eksenini ile bu manyetik alanın ekseninin herhangi bir şekilde örtüşmüş olduğu bilinmekteydi. Dünya’nın rotasyon ekseninin şöyle birkaç metrelik bir sapmanın dışında, zamanla önemli kaymalar göstermiş olduğunu düşünmek ise mümkün de-

ğildir. Dünya'nın dönüş ekseninin dikkatli ölçümlerde kendini ele veren "kutup gezintisi" diye tanımladığımız dairesel sarkaç hareketinin gerçekleştiği alan, yılda en fazla on metrelilik bir kayma ortaya koyar.

Dönme ekseninin yer değiştirmesinin ne kadar zor olduğunu anlayabilmek için, bugün bile hâlâ sağda solda tek tük de olsa çocuk oyunlarında rastladığımız, ekseninde vınlayarak dönen ağır bir topacı bu dönme sırasında yandan parmağınızla iterek topacın ekseninin konumunu değiştirmeyi deneyebilirsiniz. Bunun ne kadar güç olduğunu, karşılaşıcağınız şaşırtıcı dirençten kolaylıkla çıkarabilirsiniz. Her topacın, konumunu değiştirmeye yönelik kuvvete karşı gösterdiği bu direnç, her şeyin döndüğü ve hareket ettiği bu dünyada, dönme hareketiyle dengeye oturtulmuş platformların, dış kuvvetlerin hiçbirinden etkilenmeden başlangıçtaki rota belirlenimi sırasında verilmiş başlangıç değerini sürekli koruma bakımından niçin son derece güvenilir olduklarını açıklamaktadır. Günümüzün uzay roketlerinin otomatik olarak yöneltilmesi de, bu türden topaç hareketiyle stabilize edilmiş platformların "sıfır noktasına" göre ayarlanması ilkesiyle gerçekleştirilir. Bu platformların dengeleri, platformların üzerindeki bilgisayarlarda düzenli aralarla çok uzaklardaki belli referans noktalarına göre (dolayısıyla da bizim Güneş sistemimizdeki bütün uçuşlar boyunca optik bakımdan pratikte hareketsiz yıldızlara göre) düzenli aralıklarla kontrol edilir.

Kendi eksenini çevresinde dönen bir cismin, eksenini değiştirmesine yol açabilecek her türlü dış kuvvete karşı gösterdiği bu direnç öylesine muazzamdır ki, Dünya'nın eksenini şöyle dişe dokunur miktarda saptıracak herhangi bir dış

kuvvetin etkisi, nispeten bir tül kadar ince olan kabuğunu milyonlarca parçaya bölünüp uzaya fırlatmaya, o kor kor yanan çekirdekteki sıvı metalin de uzayın dondurucu soğukunda bil-lur tanelerine dönüşmesine yol açmadan edemeyecektir. Bu durumda, Dünya'nın dönüş eksenini ile manyetik eksenini hemen hemen örtüştüklerine göre de, dolayısıyla eksen yerli yerinde durur, başlangıç konumunu korurken, kimin aklına, yaşlı katmanlardaki kalıntılarda tespit edilen manyetik kuvvet hatlarının, tamı tamına kuzey-güney yönünde olması dışında bir ihtimal gelebilirdi ki? Ama işte biliminsanları ne düşünürlerse düşünsünler, kuzey-güney yönünde sapmalar tespit edilmişti; üstelik bu sapmalar, biri kayma, öteki kutupların yer değiştirmesi olmak üzere, iki türlüydü ve yaşlı katmanlara inildikçe, dünya manyetiğinin yol açtığı sonuçlardaki paleomanyetik anormalliklerin sıklığı ve ölçüm değerleri artıyordu.

Sapmaların ilk tipi öylesine şaşırtıcıydı ki, biliminsanları, bu bağlamda, zaten zayıf olduğu bilinen “fosilleşmiş” manyetik etkilerin ölçüm hatalarını bu durumdan sorumlu tutmaya kalkmışlardı. Ölçüm sonuçları adeta keyfi olarak değişiyor, kimse olup bitene akıl erdiremiyordu. İncelenen katmanlardaki manyetik kuvvet hatları, kimileyin az kimileyin çok, bu klasik kuzey-güney doğrultusundan uzaklaşıyorlardı; yetmiyormuş gibi, aynı jeolojik çağın çeşitli anakaralardan alınan örneklerinde tespiti yapılan manyetik kuvvet hatları birbirleriyle karşılaştırıldıklarında da değişik sonuçlar elde ediliyordu. Örneğin 200 milyon yıllık, Amerika kökenli bir volkanik taşın elde edilen ölçüm değeri, kuzey kutbunun, o çağlarda aşağı yukarı bugünkü Sibirya yakınında bir yerlerde bulunması ge-



Güney Amerika'nın doğu kıyısının Afrika'nın batı kıyısı ile gösterdiği şekilsel uyum, anakaraların göçü olayına dikkati çeken ilk bulgu sayılır. Son yıllarda ise bu göçü ispat edecek sarsılmaz, çürütülmez, birçok kanıt elde edilmiştir. Kesik çizgilerle verilmiş anakara şekilleri, söz konusu bölgelerin birkaç 100 milyon yıl önceki varsayımsal durumlarını göstermektedir.

rektiğini gösterirken, gene aynı çağlarda Avrupa'dan alınmış örneklerde yapılan ölçümlere bakılacak olursa, aynı kuzey kutbu o çağda Grönland'ın güneyine denk gelen bir yerlerde bulunuyor olmalıydı.

Gerçi jeofizikçiler bu akıl karıştırıcı tabloyu açıklayacak durumda değildiler, ama gene de iyi bir bilim insanının temel karakteristik özellikleri olan inatçılık ve sebat sayesinde uz-

manlar, yeryüzünün çeşitli bölgelerinde mümkün olduğunca farklı yaşlardaki katmanlardan örnekler alıp, bunların sonuçlarını bir tür harita üzerinde göstermekten bıkmadılar. Sabırlarının mükâfatını birkaç yıl sonra görmekte de gecikmediler. Taşların çoğu yerli yerine oturunca ortaya çıkan bu mozaik tablo, başlangıçtaki kargaşanın da yavaş yavaş ortadan kalkmasını sağlayacak bir görünüm sunmaya başladı.

Elbette, araştırmaların başında yer alan ilkesel düşünce, sadece ve sadece tek bir kuzey ve tek bir güney kutbunun bulunması gerektiği, bunların da, birbirlerine tam 180 derece zıt konumda yer aldığı şeklindeki düşünceydi. *Dolayısıyla da ortaya çıkan sapmaları açıklayabilmenin tek yolu, anakaraların (kıtaların) söz konusu olaylara yol açacak şekilde, belli çağlarda hareket ettiklerini kabul etmektir.* Hiç istemeden ve böyle bir ihtimali başlangıçta hiç akıllarına getirmeden, Dünya'nın manyetik alanının ve kutuplarının geçmişini araştıran biliminsanları, o zamana kadar çoğunun kabule yanaşmadıkları "anakaraların kayması" teorisini –Alman jeofizikçisi Alfred Wegener'in daha 1912'de ortaya attığı bu teoriyi– doğrulayıcı sonuçlar elde ettiler.

O zamanlar Wegener'in teorisini dayandırdığı en göze çarpıcı kanıt, Güney Amerika'nın "dizinin", Afrika'nın iç baldırına, yani Güney Amerika'nın doğu kıyısının, Batı Afrika'nın batı kıyısına, oradan oyulup çıkartılmış gibi uymasıydı. Dünya haritasına şöyle bir bakmamız bile bu iki parçanın birbirine bir yap-bozun parçaları gibi uyduklarını görmemize yeter. Kendisinden öncekilerin de muhakkak görmüş olmalarına rağmen bir anlam veremedikleri bu ilişkiyi, Wegener bir rastlantıya bağlamanın imkânsız olduğunu düşünmüştü.

Wegener, her iki kıtanın da bir zamanlar, çok uzak bir geçmişte tek bir büyük anakara oluşturmuş olmaları gerektiğini, ayrıldıktan sonra da birbirinden kopan parçaların yer kürenin manto tabakasıyla sıvı bir katman üzerinde kayıp durdukları ihtimalinin çok güçlü olduğunu düşündü. Sabırlı araştırmalar, sonraki yıllarda, başka anakaralar arasında da, ilk bakışta göze batmayan tekabüliyetler olduğunu kabul etmemize yol açtı. Örneğin Hindistan ile Güneydoğu Afrika sahillerinin şekilleri gibi.

Bu kuram, o günlerde, uzman çevrelerde şiddetli dirençlerle karşılaşmakla kalmadı; Wegener'in kendisi bile, bu itirazların temel sorusu olan, "anakaraları böylesine hareket ettirici güç nereden kaynaklanıyor?" sorusuna, akla yatkın bir cevap bulamamıştı. Koca anakaraları hareket ettirecek güç gerçekten de muazzam olmalıydı. Bugünse durum o günlerin tam aksi bir görünüm arz ediyor. Wegener'in teorisi, çoğu biliminsanının gözünde, artık ispatlanmıştır. O koca anakaralar, tıpkı buzullar gibi, yılda birkaç santimetre de olsa, iyi kötü kaygan bir zemin üstünde hareket etmektedirler. Bugün sorulacak soru, artık, bu harekete yol açan kuvvetlerin olup olmadığı değil, bu kuvvetlerin nereden kaynaklandığı sorusudur. Hâlâ doyurucu bir yanıt bulamamıştır bu soru. Bu bağlamda da, kimi biliminsanları, çare olarak dünya çekirdeğindeki, sözünü daha önce de ettiğimiz konveksiyon akıntılarına el atmakta, bu kez, elbette, çekirdekten çok daha az etkili, yerkabuğunun yüzey bölgelerine daha yakın sıcaklık farklılıklarını anakaraların kaymasından sorumlu tutmak istemektedirler. Gene yenilerde bel bağlanan bir başka teori, son yıllarda okyanusların zeminlerinde varlıkları tespit edilen dev vol-

kanik yarıklardan sürekli olarak fıskıran lavın yol açtığı basıncı, anakara hareketlerinin nedeni olarak görmektedir.

Wegener, teorisinin bilimce benimsenme aşamasını göremedi. 1930 yıllarında, henüz kırk yaşındayken, Gröndland'a yaptığı bir gezi sırasında hâlâ açıklanamayan bir şekilde hayatını kaybetti. Varsayımına ve ortaya attığı teorisine meslektaşlarının yönelttiği yoğun eleştirilere sinirlerinin dayanamadığı ve gerçekte intihar ettiği yolundaki söylentiler bugün bile son bulmuş değildir.

Yeryüzü tarihi boyunca anakaraların hareket ettikleri tezinin doğru bir yanı bulunduğu konusundaki ilk güvenilir kanıtlar, Birinci Dünya Savaşı'nın hemen ardından jeoloji alanında yapılan araştırmaların, söz konusu, biçim olarak birbirine uygunluk gösteren anakara kıyılarında bulunan taş formasyonlarının da ortak özellikler taşıdıklarını ortaya koymasıyla elde edilmeye başlandı. Zamanla bu tezi doğrular şeklinde biriken birçok bulgu arasından biri, hem çok ilginç olduğu için, hem de bilimde tek bir uzmanlık alanının dar sınırları içinde sıkışıp kalmadığımız anda, bilimsel araştırmada ortaya çıkan ilişki bağlarının ne kadar dallanmış budaklanmış olduğunu ve nelere işaret edebileceğini görebileceğimizi şaşırtıcı bir şekilde ortaya koyması bakımından, üzerinde durulmaya değer niteliktedir.

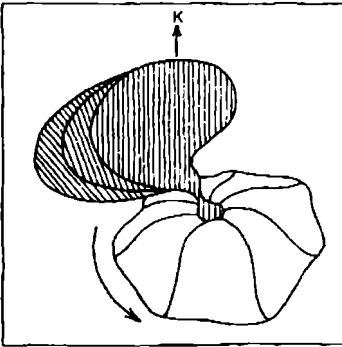
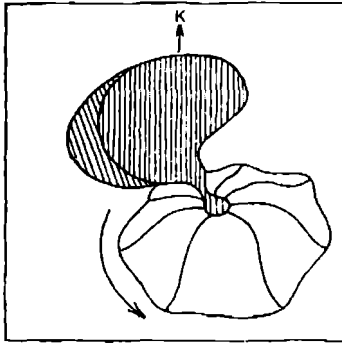
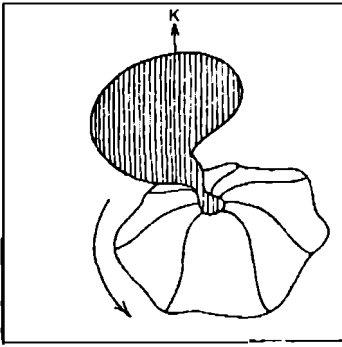
Anakaraların hareketi bağlamında elde edilen bu kanıt, 1968 tarihini taşıyan, "jeolojik" değil de "zoolojik" bir bulgudur. O yıl, Amazon Nehri'nin deltalarından birinin çökeltileri içinde neredeyse mikroskopla görülebilecek kadar küçük bir yengeç türü keşfedilmişti. Beden organizasyonunun özelliklerine bakılacak olursa, kökeni evrim tarihinin çok gerilerine giden "yaşlı" bir türle karşılaşmıştı. Bir tür "ka-

lıntılar faunası” ya da “yaşayan fosiller”, yani o ilkel dünyanın organizma türlerinden birinin, yerkürenin kimi bölgelerinde mutlu rastlantılar sonucu küçük “vahalarda” günümüze kadar hayatta kalmış bir örneğiydi bu “yengeççikler”. Zoologlar bu yeni keşfedilen Amazon yengeççliğini sınıflandırmaya, bunları benzer, daha evvel tanımlanmış türler ile karşılaştırmaya kalktıklarında bir sürpriz yaşadılar: Bu yengeççikler başta sanıldığıının aksine hiç de öyle evrim tarihinin yeni misafirleri değillerdi. En azından onunla karşılaştırılabilecek kadar benzer bir tür vardı ve bu tür bu Amazon yengeççığının akrabası olmalıydı. Ancak bu yakın akrabalar bazı Batı Afrika sahillerindeki deltaların sedimantasyon katmanları içinde yaşamaktaydılar. Bir rastlantıya bağlanarak açıklanması imkânsız bu bağlantının bir sır olmadığı kesindi artık. Bugün Atlantik okyanusunun o engin sularıyla birbirinden ayrılmış durumdaki evrim tarihinin en yaşlılarından bu iki tür, bir zamanlar Dünya’nın aynı bölgesinde yaşamaktaydı. Bu arada, suların, türün kimi bireylerini Atlantik ötesine sürüklemiş olma ihtimali da sıfırdı; çünkü sadece tatlısu diplerine uyum sağlamış olan bu canlıların, tuzlu suda birkaç saat dayanmaları bile mucize olurdu, ayları, yılları bulacak bir tuzlu su “seyahati” ise söz konusu bile olamazdı.

Wegener’in teorisinin kesin ispatını sağlayan kanıtı ise yetmişli yıllara doğru elde edilen paleomanyetik bulgular ortaya koyacaktı. Jeofizikçiler, anakaraların birbirlerinden kopmuş olduğu düşüncesini kabul edince, aynı bölgenin çeşitli test bulguları içinde tespit ettikleri farklı manyetik yönleri sistematik olarak düzenlemeye, bunları ait oldukları katmanın

yaşına göre sınıflandırmaya başladılar. Manyetik alanın kuzey-güney yönünde yayıldığını gösteren araştırılan bölgedeki en alt katmanlardan elde edilmiş bulgular çıkış noktası olarak alınıyor, sonra kat kat üste çıkılarak buralardan elde edilen numunelerin verdikleri sonuçlar kayda geçiriliyordu. Bu yöntem sayesinde, başlangıçta karmakarışık bir görünüm sunan tablo da anlamlı bir ilişkiler yumağı oluşturmaya başladı. Katmanları zaman aralıklarına göre inceleyen biliminsanları, çok yavaş bir halde de olsa, hiç kesintiye uğramaksızın manyetik kuvvet hatlarının bir tür “göç” hareketi içinde olageldiklerini keşfetmekte gecikmediler. Manyetik kuvvet hatları, yerkabuğunun en yaşlı katmanlarında bugünkü klasik kuzey-güney doğrultusundan en büyük sapmayı gösteriyor, kabuk katmanı günümüze yaklaştıkça, bildik yöne daha çok yaklaşıyor, ve nihayet en üst tabakadaki bulguların gösterdiği gibi, pusula yönüne denk düşüyorlardı. Bu görünürdeki kutup “göçünün” yönü ve boyutları aynı anakaralardan alınan örneklerde farklılıklar göstermezken, Dünya’nın değişik bölgelelerinden alınmış numuneler, birbirlerine göre önemli sapmalar ortaya koyuyorlardı.

Kuzey-güney kutbunun konumu aynı jeolojik çağda hiçbir zaman değişik yönlerde ve farklı hızlarla değişmiş olmayacağına göre, bu yıllarca süren zahmetli araştırmalar sonucunda üst üste binen deney ve araştırma verilerinin tek bir yorumu kalıyordu geriye: Araştırmaların büyük bir çaba ve hassasiyetle ortaya çıkardıkları gerçek şuydu: Anakaralar milyonlarca yıl içinde, bizzat kutuplara olan konumlarını değiştirip durmuş olmalıydılar. Böylelikle Wegener’in anakaraların göçü



Geçen yüzyılın son çeyreğinde keşfedilen paleomanyetizm olayı, yeryüzü tarihi boyunca anakaraların ve adaların göçlerini ve kaymalarını bugün yeniden "kurgulayabilmemizi" sağlıyor. Bir yanardağ yeryüzü tarihinin çeşitli evrelerinde büyük miktar lav tabakaları üretmişse ve bağlı bulunduğu yer kütlesiyle birlikte ok yönünde (Dünya ile birlikte) dönmüşse, bugün, o çeşitli lav tabakalarının incelenmesi sonucunda her bir tabakanın manyetik hatları yönünün farklı olduğunu görüyoruz. Bu lav tabakaları içinde "katılaşmış" hapsolmuş manyetik alan hatlarının kuzey-güney yönünden sapma oranı ya da miktarı, yanardağın, o lav tabakasını püskürttüğünden sonra geçmiş olan zamanla belirlenmiştir.

ve kaymaları teorisi pratik üzerinden sadece ispat edilmekle kalmıyor, aynı zamanda yeryüzünün belli bir bölgesinden elde edilmiş bulguların alttan üste değerlendirilmesi ve bunların pozisyon değiştirmeleri arasındaki zaman mesafelerinin belirlenmesi sayesinde, büyük kara parçalarının tarihsel sürüklenmeleri, hızları ve bu dev anakaraların o muazzam, milyonlarca yıl sürmüş göçte arkalarında bıraktıkları yol da belirlenebiliyordu. Tıpkı hızlı kurgulu bir film gibi, geçmişin büyük göçü, biliminsanlarının gözlerinin önünde cereyan ediyor; yerkürenin ilk başlangıçlarından bu yana boyun eğdiği ve bizim gibi, ömürleri sınırlı mı sınırlı varlıkların hissedebilmek şöyle dursun, o yavaşlığından ötürü ancak yeni yeni ölçebildikleri bu değişme, inkâr edilmez bir gerçek olarak belirliyordu.

Manyetik Şemsiyede Felaket

Yeryüzünün değişik yaşlardaki katmanlarında “fosilleşmiş” manyetikliğin anakaralara göre farklı kuvvet hattı yönleri göstermeleri, “paleomanyetizm” adı verilen yeni disiplin kolunun karşılaştığı ilk şaşırtıcı sonuçtu. İkinci keşif ise daha da çarpıcıydı. Bir bakıma, o zamana kadar ortaya konmuş bulguların söylemediği bir şeyi meydana çıkarıyor, kayaların içinde katılışp fosilleşmiş manyetizmin o yavaş yavaş gerçekleşen yön değişikliğinin yanı sıra büyük zaman aralıklarıyla ani çöküşler, büyük dönüşümler yaşadıklarını gösteriyordu. Volkanik tabakalarda derinlere inildikçe, manyetik kaymanın kalıntıları araştırıldıkça, bu ikinci tip değişimin kanıtları da üst üste birikiyordu. Bu türden “kesintilerin” ortalama zamansal aralığı birkaç yüz bin, hatta bir milyon yılı buluyordu ve söz konusu araların izlerini yeryüzünün değişik bölgelerindeki yaşları aynı olan taşlarda bulmak işten bile değildi.

Bu ikinci şaşırtıcı bulgu birincisinden çok daha gizemli bir etkiye yol açtı. Olup bitmiş olanı anlama konusunda yapılmış ilk girişimlere rağmen, henüz bugün bile doyurucu açıklamalara ulaşabilmiş değiliz. Ani kesinti ya da dönüşlerin bı-

raktıkları izlere bakılacak olursa bütün Dünya’da aynı tarzda meydana gelmiş olması gereken bir durumdu bu ve kuzey-güney manyetik hattı bir anda, 180 derecelik bir kaymayla, tepetaklak oluvermişti. Başka türlü ifade etmek istersek bugünkü (manyetik) kuzey kutbu, kuzey değil, güney kutbuydu. Elinizde bir pusulayla ortalıkta dolaşacak olsanız, o günlerde, bugünkü kuzeye yönelmek üzere yol aldığınızda, dosdoğru güneye giderdiniz. Kuzey kutbunun yeri ise, bugünkü Antarktika’da bulunurdu. Gene de bu değişiklik sadece 300 bin yıl sürmüş olmalı. Bu 300 bin yıl öncesinde, bugünkü kuzey kutbu gene kuzey kutbuydu, ama gene birkaç yüz bin yıl için korumuştur bu özelliğini; ondan önce, neredeyse 1 milyon yıl boyunca güney kutbu olarak var olmuştu. Görünene bakılacak olursa, geriye doğru sürüp gidiyordu bu yer değiştirme oyunu. Hesaplanamayan aralarla bu aperiodyik yer değişmelerinin en az süresi yaklaşık 100 bin yıl, en uzun süresi ise ender olarak 1 milyon yılı geçmiş olmalıydı ve bu süreler sonunda yer kürenin manyetik kutupları her defasında birbirleriyle 180 derecelik yer değiştirmişler, kuzey kutbu güney, güney kutbu ise kuzey olmuştu.

Bu olgudan şüphe duymak mümkün değildir; paleomanyetik bulgular, hiçbir kuşkuyla yer vermeyecek kesinliktedirler. İncelenen taş katmanlarından elde edilen ölçümler, Dünya’nın dört bir bucağından birbiriyle örtüşen kanıtlar sunmaktadırlar. İyi de, iş bu olayı açıklamaya geldiğinde, herkes sus pus kesiliyor, ortaya ne bir varsayım, ne bir hipotez ne de ihtimal atabiliyordu. Keşif, bilim ve uzmanlar dünyasını hazırlıksız yakalamıştı. Ama öte yandan bu artık şüphe edilmesi imkânsız kutup yer değiştirmelerinin gezegenimizin yüze-

yindeki durum ve koşullara hangi boyutlarda ve ne gibi etkiler yapmış olabileceği sorusu da bir anda gündeme geldi.

Bu tespitlerle birlikte bir açıp bir kapadığımız düşünme çemberimizin yeniden ortasına dönmüş oluyoruz. Jeofizikçiler, yerküre manyetik alanının kutup değiştirme olgusunu gün ışığına çıkarttıklarında her iki Van Allen kuşağının ve bu kuşakların partiküllerin sert kısmına, üzerinde genişçe durduğumuz “güneş rüzgârına” karşı oluşturduğu manyetik korumaya hattının işlevi bilinmekteydi. Böyle olunca da söz konusu kutup yer değiştirmelerinin koruyucu Van Allen kuşağına ve bütün bir manyetik alana yansıyan sonuçlarının ne olmuş ve sonuçta yeryüzündeki hayatın bundan hangi boyutlarda etkilenmiş olabileceği soruları gündeme geldi.

Çünkü “ansızın”, “birdenbire” gibi kavramlar, aslında görece kavramlardır. Bu kutup yer değiştirmelerinin bir lambayı açıp kapama misali, bir anda gerçekleşmemiş oldukları kesindir. Manyetosfer dediğimiz, Dünya’yı kaplayan alanın o muazzam boyutları ve yerküre içindeki bu manyetizmi oluşturan ve ayakta tutan kütleler ve ortaya koydukları güçler, kuzey ile güney kutbu arasındaki bir yer değiştirmenin –hele biz insanların zaman duygusuna göre– çok ağır yol almış süreçler olması gerektiğini göstermektedir.

Herhangi neden ya da nedenlerle yerküre içinin bir şeylere yenik düşmüş dinamo işlevi, bu arada çöken manyetosferin, daha sonra aynı işlevini gene yüklenen yerküre ile birlikte yeniden kurulmuş olması ihtimali büyüktü. Hangi etmenlerin bu sürece yol açmış olabileceğini kesinlikle bilmediğimiz sürece geçmişte yeryüzünün manyetik alanının sandığımızdan ve bildiğimizden çok daha sık çökmüş ve yeni-

den “inşa edilmiş” olduğu ihtimalini hesaba katmak zorunda kalırız. Bazı ihtimaller, bu olayın bugün sandığımızdan tam iki kat daha fazla gerçekleşmiş olduğunu söylemektedirler. Çünkü paleomanyetik araştırmalar bize sadece kutup yer değiştirmelerinin kanıtlarını sunmaktadırlar. Ama manyetik alanda ortaya çıkan her felaketin ardından kutupların tekrar aynı konumla ortaya çıkmayıp ille de birbirine ters yönde yer değiştirmesi gibi bir zorunluluğun bulunmadığı hem akla yatkın, hem de istatistiksel bakıldığında daha yüksek bir ihtimal sonucudur. Tersine, felaket öncesi kuzey kutbu nerede idiyse, onun felaket sonrası, yeniden oluşan manyetik alanda, gene aynı yerde ortaya çıkmış olma ihtimali epey yüksektir. Dolayısıyla da bulgulara dayanarak ortaya attığımız kutup yer değiştirme olaylarının bugün sadece yarısını biliyor olmamız ihtimalinin de çok yüksek olduğunu unutmamalıyız. Başka deyişle, her felaketin ardından, kutuplar ille de yer değiştirmemiş, eskiden neredeyse gene orada ortaya çıkmış, ama bir sonraki çöküşün ardından, aynı şansını bulamamış olabilirler. Dolayısıyla da bulgularımız, Dünya’nın, manyetik alandan yoksun yaşamak zorunda kaldığı periyotların sadece yarısını yansıtır olabilir.

Neyse. Şimdi, sadece yarısını bildiğimizi varsaydığımız bu korunmasız, manyetik alandan yoksun dönemlerin ne kadar sürmüş olabileceği sorusuna dönelim. Son tahlilde Dünya’nın manyetik alanının oluşumunu açıklama konusunda önemli boşluklarımız bulunmaktadır; bu durumda da bilimin söz konusu felaket sürelerini belirleyebilme bakımından pek fazla şanslı olmadığı ortadadır. Ama en büyük iyimserler bile, manyetik alanın koruyucu küresinin dağılması ile yeniden ku-

ruluşu arasında geçen sürenin ardından yeniden inşasına kadar, en azından bin yıllık bir zaman aralığı olması gerektiğini düşünüyorlar. Manyetosferin çözülüp dağılmasından yeniden oluşumuna kadar geçen o en az bin yıllık süre boyunca yeryüzünde hayat namına ne varsa güneş rüzgârının etkisine korunmasız teslim edilmiş olmalıdır. Bu bin-iki bin yıllık onarım süresi insan ömrü ile karşılaştırıldığında oldukça uzun görünse de, jeofizikçilerin, “ansızın” ortaya çıkan bir değişimden söz etmelerinde anlaşılmayacak bir yan bulunmaktadır. Çünkü söz konusu yeniden inşa aralıkları, manyetik alanın istikrarını koruduğu yüz binlerce yılı hatta bir milyon yıllık dönemleri birbirinden ayıran evrelerdir.

Kimi jeofizikçiler söz konusu manyetik alan istikrar aralarının çok daha uzun sürmüş olabileceğini düşünüyorlar. Tahminler 10 bin yıla kadar uzuyor. Değişik bilimsel yazılardaki en sık ve ortak tahminlerde 2-5 bin yıl arası değişen zaman uzaklıklarından söz ediliyor. *Dolayısıyla Dünya’nın, her birkaç yüz bin yılda bir en azından 1000 yıl süreyle manyetik şemsiyenin koruma olanaklarından mahrum bir şekilde var olmuş olduğunu kabul edebiliriz.* Peki, bu durumda neler olmuş olabilir?

Bu şaşırtıcı fenomenin keşfinden bu yana, Dünya’nın o korunmasız evrelerinde Güneş’in rüzgârından nasıl ve hangi boyutlarda etkilenmiş olduğu konusunda biliminsanları arasında çok canlı, heyecan verici tartışmalar yaşandı; tartışmalar son onyıllarda ortaya çıkan bulgularla artık iyi kötü noktalanmış sayılır. Bu konuda varsayım üretenlerin bir bölümü, kutupların yer değiştirme süreleri boyunca ortaya çıkmış olması muhtemel etkilerin tekrar tekrar tayin edici boyutlarda

yansıdığı olduğunu ileri sürüyorlardı. Hatta onlara bakılacak olursa, yeryüzü tarihinde ikide birde soyu soku silinip giden türlerin varlığı yadsınmaz bir gerçek olduğuna göre, bu yok oluşların biricik sebebi de söz konusu “korunmasız” dönemlerdi. Türlerin yok oluşunu manyetosferin dağılmasına ve bu süre içinde kutupların yer değıştirmesine bağlamak mümkündü.

Bu fikirlere katılmayan öteki öbek, bütün bu varsayımları biraz uçuk buluyordu. Bu ikinci öbekteki biliminsanlarına bakacak olursak, söz konusu manyetik şemsiyeden yoksun evreler yeryüzündeki hayatı hiçbir şekilde etkilememiş olmalıydı. Ve bu savı desteklerken de gerçekten de zor çürütölür bir kanıta dayanıyorlardı: Ay’dan farklı olarak Dünya, Güneş rüzgârına karşı sadece söz konusu manyetik şemsiye sayesinde değıl aynı zamanda atmosfer yardımıyla da korunuyordu. Güneş’ten gelen partiküller istedikleri kadar enerji yüklü olsunlar, kilometreler kalınlığındaki atmosfer, koruyucu esnek bir yastık işlevi görüp eninde sonunda bu parçacıkları bir yerde yakalamış olmalıydı. Atmosferin yoğunluğu, yüksekliği ve bileşimi ile güneş rüzgârının hızını, yoğunluk ve bileşimini karşılaştırarak tek bir parçacığın onca engeli aşıp sesin binlerce kat hızıyla Güneş’ten kopup yeryüzüne ve canlılarına ulaşma ihtimalinin ne olduğunu, atmosferin gerçekten de bir tampon bölge oluşturup oluşturmadığını hesaplamak mümkündür. Hesaplamalara bakılacak olursa bir güneş rüzgârı partikülünün atmosferden kurtulma ihtimali çok düşüktür. Dünya’nın yetmiş seksen kilometre uzağında parıldayıp duran kutup ışığı, bu olgunun bir kanıtıdır. Kutup ışıkları, güneş rüzgârının yüksek enerjili parçalarının at-

mosferin üst tabakalarına çarpmasından oluşur. Dünya'nın manyetik şemsiyesinin bir delik noktasını oluşturan iki kutup bölgesinde bile, buraya kadar uzanan güneş protonlarının ve elektronlarının hemen hepsi, atmosfer engeline takılıp orada birikmekte, bu koruyucu atmosfer yastığı üzerinde ışıldayıp durmaktadırlar.

İlk bakışta, atmosferi ışın içine katarak bütün tartışmaya doyurucu bir yanıtla son verdiğimiz izlenimini edinebiliriz. (Dolayısıyla da bu kitapta ve daha önce sözünü ettiğimiz manyetik alanın koruyucu etkisini laf olsun diye boşu boşuna abarttığımızı düşünebilirsiniz.) Gelgelelim durum aslında sanıldığından biraz daha karmaşıktır. Çünkü zaten hiç kimse, hatta bu “felaket kuramının” ödünsüz temsilcileri bile, güneş rüzgârının ve ışınının bir tür öldürücü ışın olarak yer yüzünü bombaladığı ve orada canlı namına ne varsa yok ettiği görüşünü ortaya atmış değildi. Asıl tehlike, ikincil denen ışımadan kaynaklanmaktadır, ve bu ışıma, evrimin düzenli akışını engelleyen bir etki yapmaktadır. Başka deyişle, ikincil ışımadan ötürü o anda tek tek hiçbir canlı yok olmamakta, ama tür, uzun erimli bir yozlaşma süreci sonunda evrim sahnesinden çekip gitmek zorunda kalmaktadır. Şimdi türleri uzun erimde etkilemenin nasıl mümkün olduğuna, bir sonraki bölümde daha yakından bakmaya çalışalım.

Evrimin Motoru

Daha önce C^{14} karbon izotopundan söz edilmişti. Normal karbonun bir çeşit türevi olan bu izotop onun diğer bütün türdeş özelliklerini taşımasına rağmen, radyoaktif olmasıyla farklılık oluşturmakta, yani radyoaktif ışınım yaymakta; böylelikle belli bir sürede, ışınım sonucu ayrışmaktadır. Buraya kadar, bu parçalanmanın olağanüstü düzenliliğinin yalnızca, karbon içeren, örneğin taş çağından kalma kemik buluntuları veya odun kömürü kalıntıları gibi dokuların yaşının belirlenmesinde kullanılmasıyla ilgilenmiştik. Bu noktada, alışılmış karbonun bu radyoaktif türevinin ya da çeşidinin nereden kaynaklandığını incelemenin tam zamanıdır. Bu soruya yönelik yönelmez de hangi mekanizmanın, temelde bir yandan yitirilen izotopu hızla tamamladığı sorusu ortaya çıkmaktadır. Çünkü onun soluduğumuz havadaki oranı, belirtilen düzenlilikte sürekli parçalanmasına rağmen hep aynı düzeyde kaldığına göre, ışıma ile gerçekleşen miktar kaybını anında takviye eden bir tamamlama ve takviye kaynağının var olması doğal olarak zorunludur.

Bu soruların hepsi bugün aydınlatılmış durumdadır. C^{14}

karbon izotopu, stratosferin en üst katmanlarından kaynaklanıyor. Ayrıca oluşumunun ve sürekli takviye edilmesinin sırrı da çözüldü: C^{14} , kozmik yüksek geri düzlem ışıınımı ve Güneş rüzgârlarının etkisi altında bildik “normal” karbondan türüyor. Dünya yüzeyinden 100 km. hatta daha fazla bir yükseklikte, Dünya’yı ışıınımdan koruyan kuşağın içinden güneş rüzgârının kaçabilen bölümünün Dünya atmosferine çarptığı ve atmosfer tarafından durdurulduğu yerde, Güneş’ten gelen bu parçacıklarla çarpışan karbonlar (nötronların azotla tepkimesi sonucu) sürekli olarak C^{14} radyoaktif izotopuna dönüşmektedirler. Ve güneş rüzgârı parçacıklarının çok azı, kalın atmosferik hava yastığının arasından bizim yaşama ortamımıza kadar girebilme konusunda küçük bir şansa sahip olmakla birlikte, Güneş parçacıklarının ikincil ürünü olan C^{14} atmosfere öylesine yeknesak dağılmıştır ki, tüm bitkiler tarafından alınıp içeriklerine katıldıktan sonra besin zinciri yoluyla bütün hayvan ve insan organizmalarına yayılır.

Olup biten, ateş altında uçuşan mermileri durdurabilecek kalınlıkta bir zırhın arkasına sığınmaya, ancak isabet eden vuruşların şiddeti altında zırhtan parçacıkların kopup ortalığa saçıldığı ve bazılarının birilerine isabet edebileceği bir duruma benzemektedir. Güneş rüzgârının atmosfere ulaşan parçacıklarının çarpışma ürünü C^{14} , gerçekten de sürekli bizlere isabet etmektedir. Bu izotopu böyle bir düzenlilikle alırız ve geçmiş uzun süreyi ayrıntılı araştırabilmek için betimlediğimiz karbon analizi yöntemiyle paleontolojik bir saatin sayacı olarak kullanabileceğimiz sabit bir yüzde oranında onu diğer tüm canlılar gibi biz de kendi beden dokularımızda bulundururuz.

Peki, acaba çarpışma etkisi ne şekilde gerçekleşir, doğrudan Güneş'ten kaynaklanan "ikincil bombardıman ürünü" C^{14} , bedenimiz üzerinde ne gibi etkiler yapar?

Atom enerjisinin barışçı kullanımı ve umut verici imkânları konusundaki bütün tartışmalara rağmen biz bugünün insanları, atom çekirdeğinin parçalanması ve radyoaktiflikle ilgili ne varsa her şeyi, istisnasız tek yanlı olumsuz bir bakış açısıyla değerlendiriyoruz. Hepimizin bilincinde, teknolojinin kullanımımıza sunduğu atomun doğal gücünden duyduğumuz korku öylesine yoğundur ki, bu korku fazlasıyla normal bir korku olarak algılanmaktadır. Bu nedenle sürekli olarak alınan C^{14} 'ün "isabet etkisinin" yalnızca bizim için değil, bütün hayat formları için, köklü ve vazgeçilmez bir biyolojik etken olarak değerlendirildiğini gördüklerinde, bazı insanlar için bu durum çok şaşırtıcı olmaktadır. Dünya atmosferinin öteki izotoplarla birlikte içerdiği o düşük miktar C^{14} olmasaydı büyük ihtimalle bizler var olmazdık. Aynı tespit, gelişkin hayvanların ve hatta bitkilerin hepsi için de geçerlidir. Bununla birlikte birey olarak başka bir evrimleşme koşulunda bu izotopa gene de muhtaç olmuş olacağımızı, madde özümseme süreçlerimizin ya da başka hayati fonksiyonlarımızın bu elementsiz yerine getirilemeyeceğini söyleyemeyiz. Her bitki, her hayvan ve bizlerden her biri, başka bir çevresel ortamda da, örneğin bu türden ve diğer tüm ışıyım kaynaklarından etkilenmeyen dünya dışı bir gökcisminde de bugün var olduğumuz biçimimizle, hayatta kalabilirdik.

Atmosferde ve aynı şekilde yerkabuğunda öteki ender bulunan radyoaktif elementlerle C^{14} 'ün önemi tamamen başka bir alanda yatar. Bütün bu kaynaklarca üretilen, bizim dün-

yasal çevremizin değişmez ve karakteristik özellikleri kapsamında bulunan “geri düzlem ışıması” büyük ihtimalle biyolojik türeyim tarihinin temposunu düzenleyen, deyim yerindeyse, bir tür gaz pedalı oluşturmaktadır: Yeryüzündeki hayatın tarihsel gelişimi sırasında türlerin değişimini ve yeni türlerin oluşumunu gerçekleştiren bu hızdır. Gerçi bu ışıyım olmaksızın da bugün pekala yaşayabilirdik. Ama, eksikliği halinde herhalde ta başta zaten ortaya çıkmamış olurduk; çünkü evrimin motoru hiçbir zaman çalışmamış olurdu ve yeryüzündeki hayat, imkânlar ölçüsünde bugün, başlangıcından üç milyar yıl sonra, hâlâ dünya denizlerinde etkisiz biçimde kımıldanan ilkel tekhücrelilerin bitkisel, bilinçten yoksun varoluşuyla sınırlı kalırdı.

Bunun neden böyle olduğunu anlayabilmek için, burada kısaca evrimin veya biyolojik türeyim tarihinin en önemli bazı ilkelerini incelemek zorundayız. Ancak bunu yaptıktan sonra evrimin seyri ve yeryüzündeki hayatın tarihi bakımından, yeryüzü manyetik alanının durmadan tekrarlanan kutup değişiminin, birkaç yıl öncesine kadar hiç umulmamış hangi müthiş öneme sahip olduğunu değerlendirebiliriz.

İstatistik açıdan bakıldığında, hayatın, cansız, inorganik dünyaya göre gerçekleşme imkânı astronomik ölçüde az olan bir durumdur. Yalnızca, alabildiğine “ilkel” tekhücreli organizmanın ayakta kalabilmesi, hayatını sürdürebilmesi için ihtiyaç duyduğu süreçlerin çeşitliliğini ve karmaşıklığını düşünmek bile yeter. Üstelik bizim bu fonksiyonlardan kuşkusuz pek çoğunu bugün bile hâlâ keşfetmemiş olduğumuzu ve ayrıca bir tekhücreli organizmanın yaşama faaliyetleri konusunda bil-

dillerimizden bir tekini bile bütün ayrıntıları ile derinliğine inceleyip anlayamamış olduğumuzu da bu arada belirtelim. Canlı bir organizmanın en azından geçici bir süre bizim “hayat” diye adlandırdığımız durumda kalabilmesi, yani, kendisini oluşturan maddenin kaçınılmaz biçimde yeniden cansız materyal boyutuna gerilemesini önlemek için kurulmuş mekanizmaların komplikeliliği ve onca zahmeti aklımıza getirdiğimizde, hayretler içinde kalıp hayatın oluşup ortaya çıkmasının sebebi ne olabilir diye sormadan edemiyoruz.

Herhalde bizim için ve en azından bugün yanıtlanması imkânsız bir sorudur bu. Bu durum, söz konusu olayın unsurlarının bilimsel olarak açıklanamaz ve insan aklıyla kavranabilirlikten yoksun olduğunu düşünen birçok insanın hayatın doğuşunu “mucizeye” bağlamasına yol açmaktadır. Deyim yerindeyse, “normal”, doğa bilimi tarafından anlaşılabilir diğer olgular ve süreçlerin tersine, böylesi bir “mucizede” doğa yasalarında gedik açan doğaüstü güç niteliğindeki bir merciin (nasıl tasarlanacağı kişiye kalmış) bir müdahilin varlığına işaret edilmektedir.

Hayatın doğaüstü bir merciin müdahalesiyle ortaya çıkmış olması gerektiği yollu bir sonuç çıkarma denemesi, işaret ettiğimiz komplike ilişkiler durumunda gerçekten akla yakın gelebilir. Buna rağmen gevşemekten kaçınmak gerekir. Hristiyan kilisesi ile Batı biliminin trajik olduğu kadar da gereksiz çatışmasının yüzlerce yıllık tarihi, ilahiyatçıların, teologların fazlasıyla uzun süre tamamen gereksiz bir inatla, bu bağlamda ayak direttikleri için uğradıkları kaçınılmaz yenilgilerden yalnızca tek bir halkayı temsil etmektedir. Anlayamadığım her şeyi “mucize” olarak açıklarsam ve böylelikle “anlaşılabilir” diye

tanımladığım diğer olgulardan ayırırsam, bilimsel bilginin ilerlemesi sırasında mucizelerimin önce birinden, sonra bir başkasından peşi peşine vazgeçmek zorunda kalmak riskine ister istemez yol açmış olurum. (Bu konular üzerinde 1. kitapta uzun uzadıya durmuştuk.)

Ama sadece bu nispeten yüzeysel ve bir bakıma “taktik” nedenle mucizeyi, yalnızca Dünya’yı kavrayamadığımız yerde arıyor değiliz; fazlasıyla kolay kaçan, rahat bir yoldur da bu. “Anlaşılır” ya da “muhteşem/hayret verici” seçenekleriyle çok sık karşılaşırız, ancak bu iki seçeneğin birini ya da ötekini eleştirisiz benimseyen biri için birçok nedenle sorunludur bu davranış. Bu sorunlu oluşun önemli nedenlerden biri de herhalde bu sıkça karşımıza çıkan seçeneğin inşasında “insanın anlama yetisine” (kavrayıcı akla) gereğinden fazla değer verilmesidir. Niçin herhangi bir şey şaşırtıcı, mucizevi görünürken onu anladığım, kavradığım andan itibaren bu nitelikleri artık hak etmesin? Niçin ya “anlama” ya “mucize” seçeneğinde tercihe zorlanalım? Bilimin çözdüğü her sorunun ardından bir sürü yeni sorun keşfedip durmasını dikkate almamam, hani bilimin her sorunun üstesinden geldiğini varsaymam durumunda da geçerlidir bu; Dünya’nın (evrenin) bir bütün olarak bizim anlama yetimizi kesinlikle ve tasarlamamıza imkân bulunmayan ölçülerde zaten aştığı gerçeğini bir yana bırakmamız halinde de.

Biz gene en “ilkel” yaşam süreçlerinin muhteşem kompleks haline geri dönelim. En iddiasız yaratıklarını bile geçici bir süre hayatta tutabilmesi için doğanın harcadığı, daha önce andığımız çabayı göz önünde bulunduran biri, biyolojik türeyim tarihi boyunca bir kere elde edilmiş bir ilerlemede,

herhangi bir canlı varlığın bir kez denenmiş yapı planının her bir ayrıntısının korunmasında doğanın ısrarcı olmasını sağlayan müthiş sabrın anlamını da kavrayacaktır.

Soğuk algınlığı geçirirken, direncini, meyvenin içerdiği C vitamini ile artırmak amacıyla limon yiyen bir kişi, aslında doğanın bu ısrar ve sebatının sonuçlarından yararlanmaktadır. Bir bitki tarafından üretilmiş bir madde, bizim için nasıl faydalı olabilmektedir? Limon ağacı, C vitaminini kesinlikle bizim yararlanmamız için hayrımıza değil, tersine kendi ihtiyacı için sentezlemektedir. Bizim hayati bir ihtiyaç duyduğumuz, ancak bedenimizin kendi başına üretebilecek durumda olmadığı bu maddeyi limon ağacının meyvesinde, hem de bize tam uygun biçimde bulabilmemiz acaba nasıl açıklanabilir? Vitamin besin değildir; madde özümsemesi için gerekli bir tür basit “yakıt” da değildir, tersine eksik olması durumunda (ya da vitamin yetersizliğinde) neredeyse hiç gerçekleşemeyen yaşamsal öneme sahip belli fonksiyonları harekete geçiren vitamin denen madde, özgül biçimiyle canlı hücrenin tamamen belli bir kısmına tıpatıp uygun gelen bir anahtar andıran çok karmaşık yapıli bir moleküldür.

Bizim beden hücrelerimize uyan bir “anahtar”, bir limona nasıl girebilmiştir? Limonda ve diğer birçok bitkide vitamin C’nin var olması olgusu, Dünya’daki bütün hayat biçimlerinin ortak bir kökten kaynaklandığına ve bugün var olan bütün organizmaların birbirleriyle akraba olduklarına ilişkin sayısız kanıtlardan bir tanesidir. Her ne kadar alabildiğine uzaktan da olsa, biz aslında bir limon ağacıyla bile akrabayızdır. Doğa, bizim C vitamini dediğimiz “anahtarı” ilk kez “bulduktan” sonra bu başarılı yeni gelişmeye sabırla bel bağlamıştır. Bu bu-

luş açıkça çok erken yapıldığı için bu anahtar, uzak geçmişteki akrabalıklarını doğal olarak artık kimsenin aklına getiremeyeceği kadar çok sayıda, farklı canlı varlığa “uymaktadır”.

Doğanın bu “ödünsüz katılığı”, inat ve muhafazakârlığını biz genellikle başka biçimde tanımlarız ve onu “kalıtım” sözcüğüyle adlandırırız. Kalıtım, birbirini izleyen kuşakların uzun sıralanışı boyunca, canlı varlıkların belirli bir tipine ilişkin özelliklerin değişmeden korunmasını sağlayan biyolojik ilkedir. Bir çocuk babasına benziyorsa, bu durumda bireylerin yaşam yeteneği için vazgeçilmez olan organ ve fonksiyonların her kuşakta yeni baştan “keşfedilmesi”ne gerek kalmayacak şekilde, evrimin, bir kez gerçekleştirdiğine inatla sahip çıkışının bir örneğidir.

Ancak çocuk yalnızca babasına değil, ayrıca annesine de benzer. Ve birazcık da büyükanne ve büyükbabasına da. Aile, zamanın akışı içinde, bilindiği gibi (ve normal olarak) aynı çocuğun yüzünde diğer akrabaların hepsine özgü ait yüz hatlarını da zaman zaman keşfedecektir. Ancak ne de olsa bu aslında çocuğun kendi yüzüdür ve bütün benzerliklere rağmen daha önce hiç var olmamış, tamamen yepyeni bir şey, bireysel bir fizyonomidir.

Sürekli yeni türler ve her zaman, öncesine göre daha üst düzeyde organize olmuş varlıklar ortaya koyabilmiş bir evrimin, bir türeyim tarihinin olması için yukarıda sözünü ettiğimiz “kalıtım” biçimindeki olağan fenomen, doğanın bu bağlamda çözmek zorunda olduğu ikinci sorunu oluşturmuştur. Yalnızca koruma, konserve etme, çoktan gerçekleştirilmiş olan buluşların hepsinin sadece bozulmasını, dağılmasını önlemek bir başına hiç de yeterli değildir. Mutlak

muhafazakâr bir eğilim, her bir çoğalma olayında hassas örneklerin kendileriyle tıpatıp aynı kalan tekrarı, yani birbirini izleyen kuşaklar arasındaki özdeşlik, her türlü gelişme imkânını daha işin başında devre dışı bırakırdı. *Kalıtım, kendisine yüklenmiş olan ulaşılmış koruma görevini her zaman tam anlamıyla kusursuz yerine getirmiş olsaydı, bu dünyada hayat hiçbir zaman bir “tarihe” sahip olamaz, ortalıkta çeşitli türler bulunmaz, bunun yerine, sonsuza kadar, geçmiş karanlık dönemin herhangi bir anında kendine benzer bir canlı varlığı oluşturabilme, kendisini “yeniden üretmeden ibaret bir hayat” yeteneğini bir kez kazanmış bir ilkel organizmanın sürekli ve tek düze yinelemesi durumu söz konusu olurdu.* (Her organizma hayatta kalmak için diğer tüm canlıların da içinde yer aldığı çevresiyle sürekli etkileşimde bulunmaya muhtaç olduğu için, bu kendi kendisiyle hep aynı kalma hali ayrıca tamamen teorik bir düşüncenin ürünüdür elbette.)

Demek ki bir evrimin olması için, doğa, ulaşılmış olan düzeyin korunması ile yeni imkânlarla, fırsatlara açık olma biçimindeki birbirleriyle uyuşmayan istekler arasında bulunan çelişkiyi bir biçimde aşmak ödeviyle karşı karşıya kalmıştır. “Gelenek” ile “ilerleme” arasındaki ikilemin tarihin bu evresinde ortaya çıkmış olduğunu düşünmek çok ilginç gelebilir insana. Canlıların belli bir evrim aşamasında bir daha hiç değişmeksizin kendileri ile aynı kalmaları, her türlü dönüşümü imkânsız hale getirirdi; ama bunun tersine fazlasıyla başıboş, serbest başkalaşmalar da bu kez o aşamaya kadar ulaşılmış yapıları dağıtıp yok edebilirdi. Evrimin ardında yatan ve onu mümkün kılan bu çelişki sorununun ilk kez açık seçik tanımlanmış olması ve henüz hiç kimsenin kromozomlar ve gen-

ler hakkında bir şey bilmediği bir dönemde, kalıtımın, anında ortaya çıkan ve belirgin bir yön gözetmeyen değişimlerinin doğa tarafından bulunan bir tür çözüm olduğu sonucuna ulaşması Charles Darwin'in müthiş başarıları arasında yer almaktadır.

Kalıtımsal yapının bu değişimlerine biz bugün "mutasyon" adını veriyoruz ve birkaç yıldan bu yana mutasyonların aslında hangi temele dayandığını da bilmekteyiz. Her canlı organizmanın hücre çekirdeklerinin hepsinde ilgili organizma üzerinde etkili olan kalıtsal özelliklerin taşıyıcısı "genler" yer alır. Genleri oluşturan moleküllerin bileşimi, somut olarak hangi özelliklerin söz konusu olduğunu her durumda belirler. Hepimizin okullarda öğrenmiş olduğumuz karmaşık hücre bölünmesi düzeneği, her çoğalma sürecinde, yeni oluşan hücrelerden her birinin aynı miktarda genleri alabilmesini ve bunun için de hücrenin gen içeren kısımlarının tam olarak ikiye bölünmesini ve birbirlerinden ayrılmalarını sağlar. Bu hücre bölünmesi süreci, binlerce yıl boyunca esrarını koruyan kalıtım fenomeninin artık bilinen somut, görünebilir temelidir. Söz konusu sürecin seyri, doğanın bahsettiğimiz iki sorundan birincisini, yani bir kez ulaşılmış gelişmişlik düzeyinin kuşaklar boyunca saklanıp korunması sorununu nasıl çözmüş olduğunu açıklayıp anlaşılar kılar.

Karşılaşılan ikinci sorunun da biyolojik açıdan çözülmesi anlamına gelen ve Darwin'in dâhice bir sezgiyle daha o günlerde önce tam bir doğrulukla ortaya koyduğu ilke, bugün artık aydınlatılmış bulunuyor. Karmaşık hücre bölünmesi sürecinde, bölünme olaylarının gözden kaçabilecek kadar küçük bir yüzdesinde, çok küçük ve tamamen rastlantısal bir-

takım hatalar ortaya çıkar. Ya kalıtım özelliklerini kayıtlı bulunduran moleküllerden biri kuraldışı bir biçimde, özensiz bölünür veya bölünmeyi izleyen aşamada, “hata sonucu” yanlış bir yapıtaşını alır ya da doğru yapıtaşı, molekülün yanlış bir yerine rastlar; bu tür ihtimallerin sayısı yüksektir. Sonuç, bölünme yoluyla ortaya çıkan ikinci hücre, ilk hücrenin ilgili genleriyle mutlak eşdeğer olmayan bir genin oluşmasına yol açabilir. Yani, sahibine herhangi çok küçük bir noktada bir başka yeni kalıtsal özellik bağışlayan bir gen oluşmuştur. Bir genin böyle bir değişimine “mutasyon” adı verilir.

Mutasyonlar aynı zamanda evrimin motorudurlar, seleksiyonla birlikte onlara “evrimin mimarı” da denir; onların varlığı, hayata zamanla değişme konusunda biricik şansı sunmaktadır. İşte sadece, bu tamamen rastlantısal, keyfi gerçekleşen kalıtım sıçramaları bir hayvan veya bitki türüne, dış dünyanın sınırlı iklim değişimlerine ayak uydurma imkânı veya hayatta kalma, herhangi bir bakımdan yetkinleşme şansını verir.

Uyumda yetkinleşmenin veya hayata ayak uydurma yeteneğinin, rastlantısal ve yönlendirilmeden gerçekleşen mutasyonların sonucu olduğu düşüncesi bugün hâlâ birçoklarınca kabul edilmemektedir. Ancak, bu görüşe direnenler, biliminsanları değil. Biliminsanları, uzun süredir, yalnızca mutasyonların varlığına ve işlevine kesinlikle inanmanın da ötesinde çevre koşulları gerektirirse, bunlara uyum sağlamak için, moleküler düzlemde rol oynayan bu kalıtsal sıçramaların bir türe veya ırka değişme imkânı verdiğini bile kabul ediyorlar. *Özet bir ifadeyle söyleyecek olursak, mutasyonlar, canlı varlıkların bütün türlerinin tarihsel gelişmelerinde ortaya*

koydukları “esnekliğin” temel dayanağıdır; kimi türler daha az, kimileri daha çok esneklik gösterirler.

Çok kimse bu noktada, bir canlının ortaya koyduğu böylesine karmaşık yapısal düzenlemelerin, mutasyonlardaki gibi rastlantısal süreçlere bağlı olarak gerçekleşmesinin düşünülmemeyeceği “argümanını” öne sürüp durmaktadır. Bu itiraz, kulağa çok inandırıcı gelse bile, yanlıştır. Onu bütün genişliğiyle burada tartışmak ve yanlışlığını ispatlamak mümkün değil. Burada sürekli gözden kaçan, ancak bizim düşünce akışımızda rol oynayacağı için dile getirilmesi gereken bazı bakış açılarıyla kendimizi sınırlamak zorundayız.

Gerçekte mutasyonlar bir türün gelişmesindeki ilerlemeyi bir başlarına sağlayamazlar, ancak gelişme için lüzumlu “malzeme” olarak kesinlikle gereklidirler. Gelişmenin bir düzene girmesi, çevrenin belli bir türün değerlendirilmek üzere çevreye sunduğu mutasyon kümesinden seçim yapmasıyla mümkün olur. Ancak çevre, her zaman şu ya da bu biçimde bir bakıma düzen içindedir. Çevrede yalnızca belirli ısı hareketleri ya da sürekli yinelenen gece ve gündüz gibi yer değiştirmeler yer almakla kalmaz, bunların yanı sıra gerek av olarak gerekse partner veya avcı olarak öteki canlılar, belirgin bir amaca dönük ve çok yüksek bir anlamda düzenli davranışlar sergilerler. Ortaya yeni çıkmış mutasyonların belli bir kombinasyonunun sonunda bir türün gen deposuna alınıp alınmayacağı kararı bu yeni özellikler toplamıyla donatılmış bir canlı varlığın kendi somut çevresinin koşulları altında hayatta kalıp kalamayacağına ve onu izleyen kuşakların da bu özelliklere sahip olup bu yeni kazanımların onlarda da sürmesini ve gelişmesini sağlayacak durumda bulunup bulunmadıklarına bağlıdır.

Doğal ayıklama, yani “seleksiyon”, belli bir tür tarafından sürekli yeni olarak üretilen mutasyonlar arasından çevrenin ayıklamalar sonucu yapmış olduğu “seçim” dir. Başka bir deyişle, ortaya çıkan bütün mutasyonlardan yalnızca doğal çevrenin etki ve baskısıyla rastlantı sonucu düzenlenmiş olanlar hayatta kalabildikleri için, düzenek burada “rastlantı yoluyla” oluşabilmektedir.

Evrimin bu çok önemli görüntüsü neredeyse şöyle tarif edilebilir: Dünya yüzeyi kendi üzerinde sahnelenen hayatın öyküsünün oynandığı, edilgen bir sahne değildir; tam tersine bu yüzey, doğal çevre olarak bu oyuna katılan bir taraf, bir oyuncudur. Dünya ve onun üzerinde sahnelenen hayat arasında karşılıklı bir diyalog ilişkisi kurulmuştur.

Bu noktada, itirazcılar, anlamlı ve amaca uygun özelliklerin tümüyle rastlantısal olarak yeterli miktarda oluşmasını sağlamak bakımından, mutasyonların sayısının yeterli büyüklükte olamayacağına ilişkin bir karşı tezi öne sürmek eğilimindedirler. Gerçekten de çok sayıda mutasyon, ihtimaller kurallarına göre bırakalım gelişmeyi desteklemeyi, zararlı ve hatta öldürücü olmalıdır; bu durumda herhangi bir türün gelişmesini sürdürme imkânına kavuşması şöyle dursun bir sürü risk ve dezavantajla karşı karşıya kalması söz konusu olmalıdır.

Doğa bu sorunun da üstesinden gelmiştir. Çözümün adı “cinsellik” tir. Aynı türden iki canlı varlık arasındaki ilişkinin özel bir biçimi olan bu fenomeni, bizler her zaman öznel, insana özgü perspektiften, yalnızca tek tek bireyler arasındaki bir ilişki olarak belli bir bakış açısıyla görürüz. Bizim “cinsel” diye nitelediğimiz özel ilişki biçimine yol açan biyolojik

temelin, evrimin gelişiminin çok erken bir döneminde sürece katıldığıının çok az sayıda insan farkındadır. Ancak çok kısa bir süre öncesine kadar bilimsanlarının kendileri de bu konuda çok doyurucu tahminlerde bulunamadıkları için bu durumu anlamak zor değildir. Burada karşımızda, bilimsanı farkında olsun olmasın, doğabilim alanındaki araştırmanın başlıca ve temel rolünün ne olduğunu, bilimsel bilginin ilerlemesinin ardında hangi güdülenmenin bulunduğunu büyük bir inandırıcılıkla gözlerimizin önüne serebilecek bir örnek bulunmaktadır.

Cinselliğin (seksin) bu noktada niçin özellikle uygun bir örnek oluşturduğunu anlamak kolaydır. Cinselliğin insanlar arası ilişki olarak anlaşıldığı her durumda, bizler, her birimiz öylesine duygusal ve mesafesiz davranırız ki, üzerinde yeri geldikçe durduğumuz içgüdüsel olarak doğuştan getirdiğimiz, çevremizi benmerkezci bir perspektiften görme eğilimimiz bu noktada özellikle belirleyici olup cinsellik fenomeni ile kendi aramızda akılcı bir mesafe bırakmamızı zorlaştırır; deneyimlerin de gösterdiği gibi, söz konusu duygusal, kendini kaptırma eğilimi, cinselliğin bilimsel analizi için de bir engel oluşturabilmektedir. Oysa cinselliği incelerken analitik çalışma ve bilimsel nesnellik bir kez sağlandığında, yepyeni bir ufkun açıldığı izlenimi, yeni bir hakikatin deneyimi ile karşı karşıya bulunduğumuz gerçeği de netleşmeye başlar. *Bu ufuk, bu yeni hakikat, cinselliğin aynı zamanda "doğanın hayal gücü" (yaratıcı fantezisi) olduğu biçimindedir.*

Önceki açıklamalarımızda bir yerde bilinçli ve akılcı düzleme özgü özellikler olduklarına çoğunlukla inandığımızı, aslında ise nispeten çok temel, en başta da, bütün bilinçli de-

neyimlerden zamanca hayli gerilerde kalan elementar bir evreye ait durumların, sorunların ve açmazların bir ilk örneği ile karşılaşmıştık. Söz konusu evrim aşamasında doğanın biyolojik oluşum tarihinin başlangıcında içinde bulunduğu, daha önce erişilmiş olanın güvenli biçimde korunması zorunluluğu ile gene bu zorunluluk ile çelişen, ona tam karşıt bir zorunluluğu, değişime dönük fırsat ve imkânlara açık olmak zorunluluğunu bağdaştırmak mecburiyetinde kalmasından kaynaklanan bir ikilemden, dar boğazdan söz etmiştik; dış dünyanın, çevrenin hiçbir zaman ardı arkası kesilmeyen değişmelerine canlı varlıkların uyum sağlama zorunluluğundan. İşte daha bu elementar aşamada gelenek ile ilerlemeyi birbiriyle bağdaştırma sorunu ortaya çıkmıştı; kendi kişisel yaşama deneyimlerimizden tanıdığımız bu kavram çifti üzerinde düşündüğümüzde, birinden yana ötekine karşı, her biri eşdeğerde argümanlarıyla gelenek ile ilerlemeyi bağdaştırma zorunluluğunun, bu sorunu halletmenin ne çetrefil bir iş olduğunu kolayca anlayabiliriz.

Bu noktada “kalıtım, canlı türünün belleğidir” benzetmesini haklı olarak çok rahat kullanabiliriz. Bir şeylere rastlarsam, bir deneyim edinirsem, bunları anılarım içinde tutarım. “Deneyim edinmek”, gerçekten de belli yaşantıları bellekte derlemekten başka bir şey değildir; bunların izleri bende tutulur. Bu deneyimlerin zenginliği ömrüm boyunca çevreye davranışımı gitgide daha çok belirleyecek ve davranış biçimimi artan bir ölçüde tayin edecektir. Bizim olgunlaşma dediğimiz ve ilerleyen yaşla birlikte bir kişiliğin gitgide ortaya çıkan “karakteristiği” olarak algıladığımız olgunun başlıca önemli parçasıdır deneyim; ve bu kaçınılmaz şekilde,

bir anlamda katılaşma, artık değişmeme anlamına gelmektedir. Bir çocuk, kendi yetilerinin sınırları içinde, gelecek için çok çeşitli imkânlarla, fırsatlara açık bir alandır. Hayatının akışı içinde ilerleyen yaşıyla birlikte, bu imkânlar birbirini ardına feda edilir; çünkü hayat, çevrenin ve sosyal çevreden edinilen deneyimlerin etkisi altında, belli imkân ve fırsatları seçmek ve onlara bağlanmak, gene birçok potansiyel imkânı hiç değerlendirmeden bırakmak mecburiyeti anlamına da gelir.

Zaten gerek biyolojik türeyim tarihinde gerekse hayatın evrimi tarihinde günümüze kadar olup biten de budur. Daha sonra gerçekleşen yaşama biçimlerinin hepsinin yapıtaşlarını sağlayan ilk organik moleküllerin olduğu o ilk başlangıç noktasında, bizim tasarım gücümüzün çok ötelere taşan bir potansiyel imkânlar alanı geleceğe yönelik olarak kullanılmak ve değerlendirilmek üzere hazır dılar. Karşılaşılan o başlangıç çevre koşullarında hazırda bulunan yapıtaşlarıyla hangi organizmaların oluşacağı henüz tamamen belirsizdi. Bu yapıtaşlarının sayısı ve çeşitliliği, dünya tarihinde henüz bugün bile tüketilmiş olmaktan çok uzaktır. Gelecekte de tükenmeyecektir bu sayı ve çeşitlilik imkânları. Doğa yolun başında bu imkânlardan bir tanesini bir kere gerçekleştirip somut hale getirdiği andan itibaren “ilk deneyimini edinmişti”. Bütün öteki imkânların gerçekleştirilmesi için de geçerliydi bu ilke. Kas hücrelerinden sinir telciklerine kadar bir yapı planının her detayı ve aynı şekilde enerji kazanımı için bir şeker molekülünün parçalanmasından, bir sinirin içtepisini ileten elektrik akımının üretimi amacıyla hücre duvarında iyonlaşmış metal atomlarının ayrılmasına kadar bir işlevin her ayrıntısı; türün

“belleğine” yerleştirilip bugün pek sevilerek söylendiği gibi deneyimler haznesine “kaydedildi”. Bu kaydın ya da depolamanın iki sonucu oldu: Birbiri üstüne kaydedilen bu ayrıntılardan her biri, depolandıkları andan itibaren ilgili türün kalıcı malvarlığına dönüştü; bunların varlığı, daha ileriki gelişme imkânlarını çok küçük bir miktarla ama çok belli bir ölçüde sınırlandırıyordu, sınırsız gibi görünen imkânların içinden seçilenler hayatı inşa ettikçe, seçme alanı anlaşılır şekilde daralıyor, daha sonra atılan adımlar seçilmiş ve değerlendirilmiş imkânların doğrultusunda gerçekleşiyordu. Doğa, evrim, artık somut, belirlenmiş bir temelin, deneyimlerin mimarı olduğu basamakların üzerinde hareket etmek zorunda olduğu gerçeğini hesaba katmadan edemiyordu.

Canlı türlerin sayısı sürekli artarken ve bireylerin organizasyon düzeyi ve karmaşıklığı gitgide yetkinleşirken, dolayısıyla hayat yeryüzünde giderek daha sağlam ve çok daha hükmedici adımlar atıyorken gelişimin alabileceği yön de bu nedenle, çok daha kesin olarak belirleniyor, zorunluluklar mevcut imkânları sınırlayıp duruyordu. (Örneğin başka bir gökcismindeki canlı varlıklarla) herhangi bir karşılaştırma imkânımız bulunmadığı için farkında olamazsak da, ilkece yeryüzünde oluşan hayat gitgide kendi karakteristik görünümüne daha belirgin bürünüp daha özel ve karakteristik adımlar atarak yol aldı. İmkânların daralması, sınırlanması ya da sabitleşmesi süreçleriyle el ele yol alan bireysel bir kişiliğin olunlaşmasında da olduğu gibi türün ve gelişimin gösterdiği aynı eğilim, bir kez edinilmiş olanın korunması ve “saklanması” prensibinin, yani aynı ilkenin bir sonucudur.

[Buraya kadar bir tür muhafazakârlıktan, edinilen deneyimlerin, (tecrübenin) korunması zorunluluğundan ve deneyim birikiminin de hem *evrimsel* hem de *kişisel (filogenetik ve ontogenetik)* düzlemde sınırsız imkânların daraltılması anlamına geldiğinden söz ettik. Ama bu tür muhafazakârlığın bir yandan da eninde sonunda bütün gelişmelerin sonunu getireceğini hatırlattık. Şimdi kalıtım üzerinden gelenek/muhafazakârlık ve ilerleme kavramları üzerindeki düşüncelerimizi sürdüreceğiz.]

Gerçekte kalıtım, türün belleğidir. Bu tespitin estetik ve metafizik bir spekülasyondan çok daha ötede bir şey olduğunu son zamanların ilgi çekici bir buluşu şaşırtıcı bir biçimde gösterdi.

Yaklaşık kırk yıldan bu yana biliminsanları, birçok laboratuarda ve öncelikle ABD’de, bazı basit öğrenme içeriklerini, örneğin hayvanlara öğretilmiş basit davranış kalıplarını bir hayvandan diğerine enjeksiyon yoluyla aktarabilme yollarını araştırıyorlar. İlk olumlu sonuçlar pek çok yerde, bir bakıma haklı da olarak kuşkuyla karşılandı. Ancak bu arada, belirli bir davranışa yönelik eğitilmiş bir hayvanın beyin ekstresi ile eğitim içeriğinin bir bölümünün ilkece bedensel olarak bir başka hayvana aktarılmasının mümkün olduğu kanıtlanmıştı.

Bu tür deneylerden çıkan en büyüleyici sonuç, burada, bizim anılarımızı oluşturan “madde”nin araştırılması imkânının bulunması olarak görünüyor bana. Çünkü, eğer spesifik deneyimler beyin ekstresi yoluyla aktarılıyorsa, bu deneyimlerden oluşan bellek içerikleri de elbette bir biçimde, enjekte edilen ekstrede bulunmak zorundadır. Bağlamımız için-

de şimdiye kadar elde edilmiş olan en önemli bulgu, bellek içeriklerinin besbelli ki fiziksel olarak depolanmasını ve gene fiziksel yoldan aktarılabilmesini sağlayan en önemli maddelerden birinin, biyologların, tam adı olan “dezoksiribonükleikasit”in söylenişi çok uzun ve zor olduğu için “DNA” kısaltması ile tanımladıkları karmaşık yapılı bir molekül olduğunun keşfedilmesiyle gerçekleşmiştir. Bu DNA molekülü, görünürde bambaşka bir problem için geçerli olan araştırmalar dolayısıyla uzun süredir biliniyordu: DNA, onun yardımıyla doğanın genlerde bulunan kalıtım özelliklerini kaydettiği bir maddedir. Burada da doğa, bir kere öğrenilmiş olanın “kayıtlarını” bir başka durumda yeniden ortaya çıkarma alışkanlığında olduğu gibi, daha önce bulduğu çözüme yeniden başvurmuş görünüyor. Yalnızca kalıtım özelliklerinin kaydı değil, bunun yanında anı izlerinin saklanması da DNA’nın yardımıyla gerçekleştirilmektedir.

Kalıtım karşısında *mutasyonlar* ise serbest, rastlantısal buluş özelliği taşırlar. Birey, tek kişiler, belleğinde kalıtım yoluyla birikmiş anıların ve deneyimlerin ağırlığı altında sadece bunlardan ibaret hale gelmiyorsa, bunu serbest düşünebilme, kalıtımsal bilgiye tamamen teslim olmama yeteneğine borçludur. Söz konusu bellek dışı düşünceler ve buluşlar, o kişinin ve bireyin biyografisi dediğimiz hayat öyküsünden büyük ölçüde bağımsız ortaya çıkabildikleri için bunlara spontan (kendiliğinden, hazırlıksız ortaya çıkan) düşünceler de deriz. Bu kendiliğinden düşünceler, fikirler, rastlantısal olma karakteri taşıdıkları gibi, anlamsız, saçma da olabilirler. Ama işte sırf bu özellikleriyle de bireyi sadece bellekteki birikimler üzerinden düşünmekten, bir kez belirlenmiş bir tek hat üzerinde

yol almaktan kurtarıp yeni yönelimler, yeni hedefler konusunda ona çıkış noktaları sunarlar. *Mutasyonlar* da aynı rolü belli bir türün kuşakları boyunca da sürdürürler; aksi durumda tür, kesin bir şekilde, bir daha değişmemek üzere belirlenerek türün orta beynine teslim edilmiş kalıtsal enformasyonların kalabalığı içinde eli kolu bağlı, bir yandan, uzun vadede durmadan değişen çevre koşullarına uyum sağlama biçimindeki hayati yetenekten tamamen yoksun olurdu. (Mutasyon doğanın, deneyimlerin olduğu gibi korunması zorunluluğunun ilerleme, değişme zorunluluğu ile bir arada yol almasını sağlayan çözümüdür.)

Ama işte bunları söyler söylemez de hep birlikte evrimi mümkün kılan ve sürgitini sağlayan bütün bu etmenlerin sahneledikleri ortak oyunda cinselliğin oynadığı önemli role geri dönmüş oluyoruz. Tam da bu noktada, cins ayrımına dayalı “cinsel” çoğalma biçiminin, doğanın ortaya koyduğu bütün öteki çoğalma biçimlerine göre niçin üstün bir konumda bulunduğunu da nihayet anlayabiliyoruz. Bu bölümün bir yerinde mutasyonların özellikle rastlantısal, amaçsız, hedefsiz olma karakterinin sonuçta matematiksel bir kesinlikle, zararlı, avantajlardan yoksun, hatta öldürücü “kalıtım sıçramalarına” yol açmadan edemeyeceğini, bu yüzden de herhangi bir türün, böyle bir mutasyon ilkesinden yararlanmak şöyle dursun, eninde sonunda bu olumsuzluktan etkilenerek gelişmesinin rayından çıkma durumuyla karşı karşıya kalacağını ileri süren itirazlar bulunduğu dikkati çekmiştik.

İşte şimdi, bu noktada bir bireyin (beynindeki bütün o kalıplaşmış deneyim deposunun baskısına rağmen) serbest, özgür düşünebilme ve fikir, buluş üretme yeteneği ile mu-

tasyonlar arasındaki büyük benzerliğe bakarak doğanın bir yanda mutasyonu gerçekleştirme öte yanda da bu mutasyonun içinde ortaya çıktığı ortamı tamamen dağıtıp (geleneksel yapıyı bozup) yok etmeme zorunluluğunun, bu paradoksun içinden nasıl çıktığını artık anlayabiliriz. Cinsel ilişki üzerine kurulu çoğalma ve üreme ilkesi, bir kez ortaya çıkıp depolanmış bir mutasyonun, epey geniş bir ilişkiler alanı içinde, bu mutasyonlar kullanılmadan önce işe yararlılıkları ve faydaları bakımından sınanması, söz konusu ortama tam bir felaket getirmesini önleme imkânı verir. Bu yönden bakıldığında, *cinselliğin* evrimin dokusu içinde, hayal gücünü kullanarak olumsuz gelişmeleri önceden önleme bakımından, fantezinin tek tek bireylerin bilincinde oynadığı rolün aynısını oynadığını söyleyebiliriz. Gerçek hayatımızda aklımıza kendiliğinden gelen her fikri gerçekleştirmeyiz elbette. Sadece vicdanımızın baskısıyla değil aynı zamanda akıl ve mantığımızın zorlamasıyla bilinçdışına ya da altına attığımız, hoşumuza gitmeyen, benimsemediğimiz olay ve düşünceler hakkında bir şeyler öğrenebilmek için ille psikanalizcilerin ayrıntılı bilgilerine başvurmamız gerekmez. Bilinç eşliğimizin altı, bu türden bastırılmış, kaydırılmış fikir, düşünce, buluş ve tasarımlarla dolup taşar. Zaten, pratikte hayata geçirmemekle birlikte mümkün olabilecek her şey hakkında bir fikir sahibi olma, ilkece her şeyi düşünebilme imkânı, türümüzü, yani *homo sapiens*'i dünyanın hâkimi kılan asıl etmen değil midir? Hayvanın içgüdüünün, aslında –sınırlı bireysel öğrenmeleri bir yana bırakacak olursak– onun bireysel değil de türsel (filogenetik) öğrenme süreçlerinin damıtılmış ürünü olduğunu özellikle 2. kitabımızda bol bol tartıştık. Türün milyonlarca yıllık evrim

boyunca çevresine ayak uydurma ve optimal uyum sağlama çabaları sonucunda edindiği deneyimler, türün bireylerinin ara beyinlerinde hazır davranış programları olarak depolanıyordu. Paket tepkiler anlamındaki içgüdüler, çevreye optimal uyum sağlama güvencesi anlamına gelmekle birlikte, içgüdü repertuarında “kuralla aykırı” durumlar ve beklenmedik koşullar için herhangi bir önlem bulunmadığı için, ister istemez “sınama yanılma” yöntemini andırır bir yoklama yolu izleyen hayvan, ortaya çıkan her ihtimal ve imkânı tartmaya başlayacaktır. Ancak bu yolla “öğrenebilecek” olan ara beyin sahibi bir hayvan, yeni imkânın sağladığı deneyime göre, onun değeri hakkında “enformasyon” toplayabilecektir. Ne var ki ihtimaller hesabı açısından, bu “sınama yanılma” yoluyla öğrenme zorunluluğu, hayvana genellikle pahalıya mal olur. Çünkü istatistiki olarak hayvanın bu ilk tecrübeleri hep acı tecrübelerdir. Ve zavallı hayvan, o ilk girişimden pek bir şey öğrenemez, çünkü genellikle ölmüş olur.

İnsanın hayvana göre üstünlüğü ise, girişimde bulunmadan önce olabilecek tepkileri, ortaya çıkabilecek sonuçları, kısaca başına gelebilecekleri önceden fantezisi ve tasarlama yeteneği vb. sayesinde kestirip daha önceden düşüncede yaşayabilmesidir. Tıpkı bir oyun (kum) havuzunda oynanan askerlik ya da muharebe oyunu gibi, gerçeklikteki tehlikelerle karşılaşmadan önce muhtemel riskleri ve gelişmeleri oyun olarak nasıl yaşayabiliyor, ona göre stratejiler belirliyorsak, bilincimiz de bir tür “dış dünyanın içsel modeli” gibi bir şeyle çalışır. Bu içteki dış dünya modeli sayesinde herhangi bir gelişmenin reel tehlikesiyle karşılaşmadan önce onu önleyebilme şansı elde ederiz. Söz konusu imkân sadece somut du-

rumları önceden tahmin edebilme bakımından değil, olguları soyutlayan bilimsel teoriler ya da hatta bir sanat eserinin doğuşu bakımından da geçerlidir. Sanat da, hayal gücünü kullanarak somut bir kestirebilme, durumu karşılama, olabilecekleri önceden tasarlama, gösterme işlevi de taşır.

[Soyumuzun hayal kurabilme, önceden tasarlayıp kafasında, gözünde canlandırabilme yeteneğinin ona sağladığı türler arası üstünlüğün öyle mutlak bir karakter taşımadığı, onun özellikle nüfus artışı, çevre kirlenmesi gibi örtük tehlikeler karşısındaki acinde= kendini göstermektedir. Gerçekten de, insanın hayal gücü bu ve benzeri sorunların muhtemel sonuçlarını kestirebilmekte yetersiz kalmakta; olabilecekleri gözünün önüne getirip önlemler alabilme konusunda bile çevre sorunlarında olduğu gibi, tasarlama, kestirebilme gücü yetersizlik göstermektedir. Ne var ki bu gerçek başka bir tartışmanın alanına girer ve fantezi gücünün ilkece sağladığı büyük yararı ortadan kaldırmaz. Bu da kıyısından kenarından bir hatırlatma olsun. Tekrar mutasyon, cinsellik ve fantezi ilişkisine dönelim.]

Son yıllarda evrim yasaları konusunda ortaya konan gerçekler, doğanın bu “kum havuzu modelini”, yeni imkânların gerçeklikte işe yarayıp yaramayacaklarını bilmeden kullanılabirliklerini ölçmesinde insan fantezisi fenomeninin ilk örnek olmadığını göstermiştir. Hayal gücünün insan bireylerine kazandırdığı imkân ve avantajları eşeyli (cinsel yoldan) üreme faaliyeti evrimsel süreçler içinde gerçekleştirmiştir. Cinsiyet farkı üzerinden yol alan üremeyi tanımlayan, bölünme yoluyla çoğalan bir organizmada, her yeni “hedefsiz”, amaçsız mu-

tasyon, bütün sertliğiyle organizmaya etkir. Bu türden kalıtsal sıçramalarının çoğu kaçınılmaz biçimde türe yarardan çok zarar verici nitelikte olduklarından, bölünme yoluyla çoğalan canlı türünün çok küçük bir miktarı, bu hedefsiz mutasyonlardan yararlanmak şöyle dursun onlardan olumsuz etkilenmeden evrimdeki yerini koruyabilmeye çalışır. Bu türlerin çoğunun, bölünme yoluyla şöyle birkaç saatte milyonlara ulaşmaları (bazı bakterilerde 1 saate üç kuşağın ortaya çıkmasında olduğu gibi), aslında, türün tek tek bireyleri pahasına kendi varlığını koruyup ayakta tutması anlamına gelmektedir. Bölünen organizmaların ortaya koydukları çoğalma potansiyeli, çoğu türün kuşaklarının birbirini birkaç saat içinde izleyebilmesi, mutasyonların yol açtığı dezavantajları türün bireylerinin pahasına dengelemektedir. Ama işte böyle bir tür de olağanüstü yavaş bir “gelişme oranını” göze almak zorundadır; çünkü bu durumda çevre koşullarına uyum sağlama yeteneği de tamamen artık rastlantılara kalmış demektir.

Oysa *eşeyli (cinsel temelde)* üreyen canlılarda bambaşka bir durumla karşılaşırız. Bu yoldan çoğalma ilkesinin, istisnasız bütün üst düzeyde gelişmiş canlılar, bitkilerin çoğu ve hatta kimi tekhücreli organizmalar için geçerli oluşu, söz konusu ilkenin tayin edici bir avantajla bağlantılı olması gerektiğini kanıtlamaktadır. Üreme aşamasında tür ve bireyi adına ortaya çıkan bu çok tayin edici yarar ve fırsat, bu canlıların hücrelerinde, istisnasız bir çifte (diploid) kromozom bağına sahip olmalarıyla mümkün olmaktadır. [Burada cinsel faaliyet aracılığıyla üremenin beraberinde getirdiği “koruyucu” ilkeyi hatırlatırken, diploid ve haploid kromozom sınıflan-

dırmasının işaret ettiği ilişkiyi hatırlatmak yerinde olabilir. İnsan türünü esas alıp keyfi bir sıralama yapmak istersek, insan organizmasının hücrelerden oluştuğunu biliyoruz. Hücreler ilk kaba sınıflandırmada çekirdekli ve çekirdeksiz olmak üzere iki öbeğe toplanırlar. Koromozomları hücrenin çekirdeği içerir. Kromozomlar, DNA ve çok sayıda proteinden oluşur ve insanın çekirdeksiz alyuvar hücreleri dışındaki bütün hücrelerinde yer alırlar. Genler kromozomlarda DNA zincirleri olarak içerilmişlerdir. Demek ki, kabaca hücre, hücre çekirdeği, kromozom, gen biçiminde kolaylaştırıcı bir sıralama yapılabilse de, son tahlilde kromozom, genlerin oluşturduğu DNA'nın kombinasyonu olarak anlaşılmalıdır. (Genler, dört adet organik bazdan, adenin, guanin, sitozin, timinden meydana gelir; RNA'da urasil nükleotidi de yer alır.) Genler, hücre için kimyasal süreçlerde işlevsel, dolayısıyla "anlam taşıyan" en küçük parçacıklardır. Bir gende, farklı nitelikli kromotitler arka arkaya dizilebilir ve farklı anlamlar oluştururlar.] İnsan hücresinin çekirdeğindeki 46 kromozomun 2 tanesi birleşmede cinsiyeti belirler. Ancak "üreme hücresinde, öteki hücrelerdeki çift kromozom tek bir kromozom ile temsil edilir, dolayısıyla üreme hücresi haploid, yani tek tek genlerin üzerinde dizildikleri kromozom, hücrelerin çekirdeğinde iki kez temsil edilmiştir. Bu da bu hücredeki herhangi bir gende ortaya rastlantı sonucu çıkabilecek bir mutasyonun hemen etkisini göstermeden hücredeki ikiz kromozomun mutasyondan etkilenmemiş genince "örtölüp" etkisizleştirilmesi demektir. İkiz kromozom yapısının getirdiği çok önemli avantajlardan biridir bu, ama iş bununla da kalmaz.

Bölünme yoluyla çoğalmada, yeni "birey" anne hücre-

nin yarısından oluşurken, eşeyli üreme yoluyla ortaya çıkan yeni “birey”, aynı türün iki önceki bireyinden aldığı yarımşar hücreler temelinde doğar. Bu amaçla, her iki ebeveynin cinsel organlarında, çekirdek ya da tohum hücreleri dediğimiz *üreme hücreleri* kullanıma hazır beklerler. [Kadının yumurta hücresinde bu 23 *haploid* kromozomdan biri X’dir. Erkeğin sperm hücresinde ise 23 *haploid* kromozomdan biri ya X ya da Y’dir. Yumurta hücresi erkekten X alırsa, her bir 23 kromozomun yeni hücrede bir araya gelmesiyle, $(22 + x + 22 + x = 44 + xx)$, çocuk kız, Y alırsa, $44 + XY$, çocuk erkek olacaktır. Üreme hücresi dışındaki hücrelerde her bir kromozom çift yer aldığı için bu hücrelere *diploid* denir. Başka canlılarda erkek ve dişi kromozomların dağılımı farklı olabilir.] Tekrarlarsak, cinsel yoldan üreme sırasında her iki cinsin üreme organlarında çekirdek (tohum, üreme) hücreleri hazır duruma gelir ve her iki ebeveynden alınan basit (23) kromozom yeni bireyde 46 sayısına ulaşarak *diploid* bir kromozom demeti oluşturur. [Hücre çekirdeğindeki kromozomların bu “normal” 46 sayısından şaşmaları halinde, kurala aykırı kromozomun hangi sırada yer aldığına ve “şaşmanın durumuna göre” önlenmez bedensel-psişik bozukluklara yol açtığı bilinmektedir. Örneğin 21. kromozomun canlının bütün hücre çekirdeklerinde ya da sadece bazılarında 3 kez tekrarlanması halinde Down-sendromu denen önemli rahatsızlık kaçınılmaz olmaktadır. Bu tür “bozuklukların” yol açtığı bugün bilinen hastalıkların listesi epey uzundur.]

Her iki cinsin üreme organlarındaki tohum hücrelerde, kromozomların sadece “bir nüsha” yer almaları, doğanın burada geçici bir “haploid” hücreyi devreye sokması, cinsel bir-

leşme yoluyla çoğalan bütün organizmalarda olumsuz etkiler içeren mutasyonların önlenmesine yönelik bir önlem, olabileceği önceden kestirme, fanteziyi işletip zamanında çare bulma anlamına gelmektedir. Çünkü cinsel organ içindeki tek bir çekirdek hücrenin hayatta olduğu bu geçici haploid evrede, belli bir kromozom bağının sadece bir tanesinin yer aldığı bu aşamada, ikiz kromozomun bulunmayışı nedeniyle, mutant bir genin, içinde yeniden ortaya çıkacağı yeni organizmadaki “olumsuz” etkilerini önleyici bir mekanizma (hasta geni örtecek ikiz gen) yok demektir. Dolayısıyla da cinsel organın çekirdek hücrelerinin içinde her türlü mutant gen, en ufak bir engelle karşılaşmaksızın gelişebilir.

Ancak biraz düşündüğümüzde, bu durum, köpeğin kудuz olup olmadığını anlamak için onu geçici bir süre “karantinaya” alıp müşahede altında tutma işlemlerini anımsatmaktadır.

Evet, olup biten burada doğanın başvurduğu gelişme imkânı, mutasyona hedef olmuş bireyi ve ardıklarını herhangi bir tehlikeye atmadan yapılan bir testi andırmaktadır.

Bu test, doğanın sorduğu tek bir soruya cevap aramasından ibarettir: Yeni oluşacak genin mutant geni içeren üreme hücresinin içindeki madde özümseme süreçlerine ayak uydurup uyduramayacağını, bu tek hücrenin, o komplike yaşama süreçleri ile uyuşup uyuşmayacağı sorusudur doğanın sorusu. Dolayısıyla da gelecekte nelerin olabileceğini tahmin etmek demektir. Mevcut genlerin ikiye katlanmasıyla oluşan “hataların” sonuçları oldukları için sayıca fazla oldukları kuşku götürmez bu tamamen anlamsız, saçma, dolayısıyla zararlı mutasyonlar daha bu basamakta akla gelebilecek en basit ama

en etkili yoldan ortadan kaldırılırlar: Saçma ve kesin zararlı mutant geni taşıyan çekirdek üreme hücresi, yeni bir bireye geçmeden “hayata veda eder”. Anlayacağımız, bu durumdan zarar gören, sadece o mutant geni taşıyan hücredir. Bütün bu olayların sergilendiği sahne olan türün bireyi, söz konusu organizma olup bitenden tamamen habersizken, çöpçüler meydanı temizlemiş, zararlı mutasyon geni, taşıyıcısıyla birlikte ölmüştür. Birey, bundan zarar görmek şöyle dursun, en ufak bir dezavantaj yaşamadan kurtulmuştur.

Bu alabildiğine basit yoldan sayısız mutasyonun başımıza iş açmadan “hakkından geldiğini” ve evrim denen rekabet arenasından ayıklandığını büyük bir ihtimal olarak kabul edebiliriz. Çünkü bunlar, hayatın o en temel talebine karşılık verememişlerdir: Organik bir hücrenin yaşama yetenekleri ve becerileri ile uyum içinde olma talebine.

Öyleyse, herhangi bir mutasyon, ancak bu temel talebi karşılayabilecek nitelikteyse, söz konusu bariyeri aşabilir. Üstelik, hücrenin yaşamsal fonksiyonları ile ahenk içinde bulunma koşulu, çok temel, henüz ilk taleplerden biridir; o mutasyondan ve onu taşıyan geni içeren hücreden beklenen en az performanstır. Öte yandan, mutasyon yoluyla ortaya çıkmış ve son derece basit olan bu temel koşulu, üreme hücresinin yaşama faaliyetlerine uyum sağlama koşulunu yerine getirerek yeni bireye geçmiş genler, zararlı ya da en azından dezavantajlara yol açabilecek nitelikte olabilirler. Birey, bu zararlı ya da olumsuz etkiler içeren yeni genin birlikte getirdiği “özelligi” o genin geleneksel bir kalıtım mirası olarak taşıdığı öteki özelliklere aldırış etmeksizin kendi bünyesine katabilir.

Gene de buraya kadarki açıklamalarla mutasyonlar konusunda farklı düşünenlerin itirazlarına yarım cevap vermiş durumdayız: Mutasyonların türün gelişmesine katkıları olduğu görüşüne yönelik itirazlara. En temel, ilkel şartı, tek bir hücrenin yaşama koşullarına uyma şartını yerine getiren ancak yüksek düzeyde gelişmiş bir organizmayı oluşturan bütün özellikler düşünüldüğünde organizmaya avantaj getiremeyen, hatta zarar verebilen bu yeni genlerin başına ne gelmektedir?

Bu soruya verilecek bilimsel cevap şöyledir: Bu genler, türün çekinik (belirleyici konuma çıkmamış) genlerinin oluşturduğu gen-kasasında depolamp kuşaklar boyunca ortaya çıkan yeni mutasyonlar ile çeşitli kombinasyonlar oluşturma oluşturma varlıklarını korurlar.

Şu anlama gelir bu söylediklerimiz: Eşeyli yoldan cinsellik temelinde üreyen türün her bir çekirdek (tohum) hücresinin yeni bireyin üreme (tohum) hücresine dönüşebilmesi için, bu üreme hücresinin, kadın ise erkekten, erkek hücresinin ise kadından gelen üreme hücresi ile birleşmesinin şart olduğunu biliyoruz. Bu hücre ise, aynı türden (insan türünden) gelme hücre olduğu için, içerdiği kromozomların miktarı birleştiği hücreninkinin aynısıdır. Başka deyişle, birleşmenin hemen ardından, ortaya yeniden çifte kromozom bağı olan hücreler, yani “diploid”ler çıkar. Artık her gen, her iki kromozom bağı üzerinde bir tane olmak üzere, iki kere vardır. Diyelim ki birleşmeye katılan hücrelerden biri mutant, şu ya da bu ölçüde bozuk bir gen içeriyor. Mutant genin gene aynısı mutant bir ikinci genin birleşmeye katılan ikinci hücrenin kromozomları üzerinde, aynı yerde bulunması ihtimali handiyse sıfıra yakındır. (Diyelim ki üreme hücresinin çekirdeğindeki kromozomlar-

dan birinin üzerindeki mutant bir gen bulunuyor. Öteki üreme hücresinin bu hücre ile birleşmesinde aynı kromozomda aynı yerde ikinci bir aynı mutant gen taşıma ihtimalini varın hesaplayın!) Daha basit bir bakterinin bile 10 bin değişik geni bulunmaktadır; iş gelişmiş bir organizmaya gelince, çeşitli genlerin sayısı milyonlarla ifade edilecektir. Anlayacağımız, pratikte, iki aynı mutant genin, yarısı anneden, yarısı babadan gelen aynı üreme ya da tohum hücresinde aynı kromozomda, “belli bir yerde” birbirine rastlama ihtimali yok gibidir. *Bu berbat ihtimalin artmasına yol açabilecek istisnai durum, hepimizin bildiği akrabalık evliliklerinde ortaya çıkmaktadır.* Eşeyli üremeye katılacak tarafların, daha doğrusu kadın ile erkeğin “seçildiği” çevre ne kadar dar, başka deyişle, *gen kasasındaki* genlerin çeşitliliği sayıca ne kadar düşükse (birbirine yakınsa), giderek kalıtım özelliklerinin ve potansiyelinin kombinasyonlarının dayanağını oluşturan genlerin çeşitliliği ne kadar sınırlıysa, doğal olarak, günün birinde, eninde sonunda, aynı mutant geni taşıyan baba çekirdek hücresi ile anne çekirdek hücresinin buluşma ihtimali de artık sıfırlarda dolaşmaktan çıkacaktır. Bu durumda, böyle bir birleşmenin ürünü olan birey, gerçekten de en ufak bir korunma olanağı olmaksızın, öteki deyişle, tohum hücresinde herhangi zararlı etkilere yol açabilecek geni “örtecek” ikiz kromozomun yardımıyla mahrum olarak, başının derde girmesinden kurtulamayacak, mutant rastlantı ürünü “mekanizma” öfkesini bireye kusacaktır. Sadece insanların değil, gelişmiş düzeydeki memelilerin de kendilerini yakın akraba birleşmelerinden koruyacak, aynı sosyal öbek içinden cinsel eş seçmelerini önleyecek tabular ve yasaklar geliştirmiş olmaları çok ilginçtir.

Yeni bir mutasyon, kuralda, biyologların deyişiiyle, dışa karşı tamamen etkisiz, öteki terimle *çekiniktir* (resesif); çünkü mutant genin üzerinde yer aldığı ikiz kromozomca, daha doğrusu oradaki faal genle bastırılır. Biyoloji derslerinden bile biliyoruz bunu, zaten birkaç sayfa önce de bu ilişkiye değinmiştik. Ancak burada buna eklenmesi gereken bilgi, bu yoldan, hiçbir zaman dışa vurmayan *çekinik genlere* bağlı mutasyonların türün içinde kuşaklar boyu varlığını koruyup yeni yeni kombinasyonlar gerçekleştirip durduklarıdır.

Daha birkaç yıl öncesine kadar, bunları söyleyince, “mademki durum bu, sözünü ettiğiniz bu yöntemin yararlı yanı ne olabilir; çünkü nihayet bir mutasyonun belli bir türün gelişmesine katkıda bulunabilmesi için çekinik değil de, baskın; (*resesif* değil de *dominant*) edilgen değil de etkin olması gerekmez mi?” türünden itirazlarla karşılaşmamız işten bile değildi. Gerçekten de, herhangi bir mutasyonun, *gen kasesinde* varyasyonlar oluşturmak yerine, bireye dikte edeceği yeni özellik değişikliklerinin doğal çevrede ortaya çıkmış yenilikler olarak evrimin seçme ayıklama mekanizmalarına sunulması, bu mutasyonun işlevselleşmesi anlamına gelebilecektir. Seçme ayıklama mekanizmalarının, mutasyon yoluyla ortaya çıkmış bu yeni seçeneğin çevreye ayak uydurma bakımından işlevsel olmaması durumunda onun geliştirilmesini önleyip “gelişmeyi” kösteklediklerini biliyoruz. “Dolayısıyla,” diye ekleyecektir bizi eleştiren kişi, “bu durumda ilkece öldürücü olabilecek bir mutasyon, *gen kasesinde* saklı tutulup, yeni yeni kombinasyonlara katılıp durdukça, onun çevre koşulları ile karşı karşıya gelip ‘sınanması’, giderek türün *gen* ‘fonundan’ tasfiye edilip atılması bir türlü mümkün olmayacaktır. Öyleyse,

nerededir bu yöntemin işe yarar yanı?” Soru ilk ağızda haklı gibi görünebilir, ama son yıllardaki bulguların ışığında bunun tutarlı ve doğru bir soru olmadığını da biliyoruz. Alabildiğine şaşırtıcı hatta inanılması güç de olsa, gerçek durum farklıdır. *Gen kasası* ya da mutatif genlerin biriktirildiği “fon” diye tarif edebileceğimiz bu çekinik gen deposunda çekinik mutasyonlar gerçek dış dünya ile ve doğal çevreyle karşılaşmadan çeşitli kombinasyonlar kurup dururken ve bu gelişmeler kuşaklar boyu sürüp giderken, olup bitenin amaçsız olmadığını; tersine, söz konusu mutantlardan oluşmuş kombinasyonların işe yarayıp yaramayacakları, türün evrimine destek mi köstek mi olacakları kriterlerine göre sınanıp ayıklandıkları ya da korundukları, ilginç mi ilginç bir süreçle karşı karşıya bulunduğumuzu öğrenmiş durumdayız artık. Seçme ayıklama mekanizmaları, bu mutasyon genlerinin depolandığı “fonların” içinde tek sözcükle işbaşındadırlar. İşte tam da bu noktada, insanın buluşlar yapma, fantezi gücünü kullanma yeteneği ile cinsel dünyada olup biten arasında kurmaya çalıştığımız benzerlik de kendini ele veriyor. Çünkü “hasta” olma ihtimali güçlü genin ayıklanması, o genin doğrudan “dış dünya” ile, somut doğal çevre ile karşı karşıya getirilmesi yoluyla değil de, bir tür “hayal gücüne dayalı, fantastik bir dış dünya tasarımı” yardımıyla, o mikroskobik tohum hücresinin dışı kapalı evreninde “hayal gücünü kullanarak” ayıklanması söz konusudur. Gen’in reel koşullarda tutunup tutunamayacağı, oyun için hazırlanmış bir tür “kum havuzunda”, oyunumsu süreçlerle yoklanıp durmakta, kombinasyonlar yıkılıp yapılmakta, geliştirilen olanaklar, test edilmektedir.

Buradaki esrarengiz olayın çözümü ise gene “genlerde” aranmalıdır. Birtakım *regülatör* genlerin, başka hiçbir iş yap-

mayıp yeni gen kombinasyonları ile mevcut genler arasında ilişkiler kurarak, bunların birbirlerine tahammül yeteneklerini ve derecelerini belirledikleri artık bilinmektedir. Gerçekten de bu genler, hücre çekirdeğinde bir önseçim yapmaktan ve süreçleri denetlemekten başka bir işlev taşımamaktadırlar. *Regülatör* genlerin hücre çekirdeğinde testler sonucu gerçekleştirildikleri bu önseçim ya da ayıklama, ilkece, reel koşulların ve somut durumun ortaya çıkmasından önce bireyi hazırlıklı kılan fantezinin, hayal gücünün sağladığı avantajların aynısını sağlamaktadır. Yeni oluşturulan gen kombinasyonlarında birbirine en uygun oldukları izlenimi verip bu yönleriyle de söz konusu türün reel, somut doğal çevrelerine uyum sağlaması bakımından ona katkıda bulunmaya elverişli olanlar, bu regülatör genlerin “hayal kurma yetenekleri” sayesinde, önceden belirlenebilmektedirler.

Bu genler arasında “*reperatör gen*” adını verdiğimiz ve ortaya çıkmış mutant genin işe yaramazlığı anlaşıldıktan sonra onu yeniden etkisiz kılan ve çekinik konuma iten genler bulunmaktadır. Reperatörlerin bu işi yaparken –henüz gerçek mekanizmaları bilinmemekle birlikte– ikiz kromozomun üzerindeki uygun ikinci geni kullandıkları, onu bastırarak bu yaramaz geni etkisizleştirdikleri düşünülmektedir. Gene başka regülatör genler, düzenleyici yetenekleri sayesinde yeni bir bireyin kalıtım dağarcığında bir araya gelen mutasyonların birbirlerine uygun olup olmadıklarını, çelişik özellikler gösterip göstermediklerini “tespit edip” önlemler almaktadırlar.^(*)

(*) *Başlangıçta Hidrojen Vardı* kitabının çevirisine yazdığım, biraz da her üç kitabı okumuş olan varsayımsal bir kitleye hitap eden, bu nedenle de çevirinin sorunları dahil, çok sayıda sorun ala-

Regülatör genlerin düzenleyici mekanizmalarının nasıl işledikleri, hangi ilkelere göre “ayıkladıkları” ve işlevlerini ne yoldan yerine getirdikleri bilinmiyor. Hem bu alandaki araştırmalar çok yeni, hem de hücre çekirdeğindeki söz konusu süreçler alabildiğine karmaşık. Ancak kesin olan, hücre çekirdeğinde diploid (çifte) kromozom bağı bulunan bütün canlıların, “dış dünyanın içselleştirilmiş modeli” gibi bir şeylere, gerçeğinden önce gelen bir tasarıma sahip oldukları kesindir. Bu model sayesinde ayıklama işlemlerini, hiç gö-

nına değinen “açıklamada”, evrimi bir özne gibi algılatmaktan kurtulamadığımızı da belirtmiştim. Burada iyice netleşiyor başka bir “dil imkânımızın” bulunmayışı. “Regülatör genler şöyle yapar, resesif genler böyle yapar.” Bilinçsiz, kendiliğinden, doğa yasalarınca yol alan süreçleri yansıtırken, evrimin, bitkinin, hücrenin vb. özne pozisyonuna geçmesine yol açan bu dilden kaçmak imkânsız gibi. Edilgen cümleler de bu açmazı sadece tersine çevirip bırakmakta. Bilinçsiz hücrenin veya evrimin kararlar alıp uygulayamayacağı, dilin bu kullanımının bizi yanılttığı itirazı, “akıllı tasarım”cı kavrayışın, hatta “yaratılışçılığın” “ekmeğine yağ sürmektedir” elbette. Oysa özneyi doğaüstü bir gücün katına taşımak, evrim olgusunda karşı karşıya bulunduğumuz sorunları ertelemekten ya da buradan son tahlilde “ideolojik” sonuçlar türetmekten öteye bir anlam taşımamaktadır. Yetmişli yıllardan bu yana “kendi kendini organize eden, kendine referanslı, *autopoietik* bir makro ve mikrokozmos kavrayışı, bu bağlamda düşünce ve dil alışkanlıklarımıza da bir dönüşüm yaşatmaktadır. Bu yeni kavrayışın “dili” geliştirilebildiğinde ise, o dil bambaşka özne-nesne ilişkileri kurabilecektir: Biçimde ve içerikte. Dil ile düşüncenin arasındaki karşılıklı etkileşimin çarpıcı bir örneği olacaktır bu gelişme. Cumhuriyet Kitapları “popüler bilim dizisi” için çevirip düzenlemeye çalıştığımız “Kendi Kendini Düzenleyen Evren” metninin bu bağlamda büyük bir önem taşıdığını düşünüyorum. (Ç.N.)

rünmeyen bir dış dünyaya göre, henüz o dünya ile karşılaşma söz konusu olmaksızın önceden gerçekleştirebilmektedirler; evrimin şanslarını çoğaltma bakımından fantastik denebilecek ve sadece eşeyli üremeyle çoğalabilen canlıların sahip olduğu bir imkândır bu; ve evrim için taşıdığı biyolojik anlam ve önemin ne büyük olduğu, genlerle ilintili bilgimiz ışıığında daha da iyi anlaşılmaktadır. Bir hücrenin bütün genlerinin sadece yüzde 5’i “yapı genleri” dirler; bunlar belli bir türün bireyinin hem türe özgü hem de kişisel-bireysel özelliklerini belirlerler. Geri kalan yüzde 95 ise, büyük ihtimalle regülatör genlerden oluşmaktadır, yani gelişmiş bir hayvandaki yaklaşık 1 milyonu bulan hücre genlerinin 950 bini bu faaliyete göre uzmanlaşmış olmalıdırlar!

Olup bitene böyle baktığımızda, hücre çekirdeği, evrimin geleceğe yönelik tasarımlar oluşturduğu bir “kum havuzu” dur. Evrimin türeyim tarihinin bu oyunu oynarken kullandığı hayal gücünün malzemeleri ise “mutasyonlardır”. Bunlar böyle bir oyunun, kendi başına anlamları olmayan, çeşitli renklerdeki taşlarıdır; renk farklılıkları keyfi ve rastlantısal olan bu “taşlar”, canlı bir varlığın o karmakarışık modelini oluştururlar. Her taş, herhangi keyfi bir yere keyfi bir zamanda “uyma” gibi bir özgürlüğe sahip değildir, üstelik taşların çoğu işe yaramaz, kullanıma sokulmayan fazlalıklar ordusunu oluştururlar. Ayrıca zaten öyle çok fazla olmaları da bir handıktır: Sayılarının sınırlı olması gerektiği gibi, peşi peşine oyuna hızla “sokulmaları” halinde ortalığı karıştırırlar; çünkü bu durumda mevcut düzenin oluşturduğu model yapının bozulma, hatta yok olma ihtimali bulunmaktadır. Ama öte yan-

dan, türün evriminde değişimler gerçekleştirmek, yeni ve daha öncekinden daha karmaşık ve daha iyi yaşama biçimlerine geçiş sağlayabilmek için, mimar evrimin her zaman yeterli sayıda ve çeşitli renklerdeki “yapı taşının” arasından seçim yapılmak üzere fantezisini, önceden tasarlama gücünü devreye sokması şarttır.

Bu bağlamlıkların ve ilintilerin belirlediği sınırların içinde evrimin gelişme hızı, “taşların”, öteki deyişle mutasyonların sayısına bağlıdır. Mutasyon sayısı çok az ise, gelişme süreci de durma noktasına gelir. Gerçi mutasyon gerçekleştiremeyen tür, bunun pek farkına varmaksızın yaşamaya devam edebilir, ama bu, çevre koşullarının kendileriyle hep aynı kalması durumunda mümkündür; türün evrimi, türün ayak uydurmuş olduğu çevre koşullarına uyum bakımından elinde manevra yeteneği bulunduğu, gerekli esneklikleri gösterebildiği sürece bir sorun yoktur. Üstelik bir tür, söz konusu doğal çevre koşullarına ne kadar uzmanca uyum sağlamış, bu bağlamda özgün beceriler geliştirmişse, yaşama şansını o kadar artırmış demektir. Ne var ki, aynı tür gene aynı şaşmaz kesinlikle öteki türlerden çok daha fazla evrim sahnesini terk etme tehlikesiyle karşı karşıyadır: çünkü bu doğal çevre dediğimiz sahnede ortaya çıkabilecek en küçük değişiklik daha önceki koşullara harfi harfine uyum sağlamış, adaptasyon imkânlarını optimal düzlemde tüketmiş olması nedeniyle, o türün sonu olacaktır. Çevreye uyum ne kadar başarılı, ne kadar kusursuz, bu anlamda da söz konusu türün gezegende ve evrim halkasındaki hâkim ve egemen konumu ne kadar bas-kınsa, o türün ortaya çıkabilecek en küçük değişiklik karşısında havlu atma ihtimali de o kadar büyüktür; çünkü artık

çevreye uyum, o muhafazakâr ahenk bozulmuştur. İklimde ortaya çıkan uzun süreli değişikliklere, bitki örtüsünün dolayısıyla da besin konumunun değişmesi, ortaya yeni bir besin rakibinin çıkması ya da benzer temel dönüşümlere genetik dönüşümlerle cevap vermeyi, uyum sağlamayı başaramayan bir tür, bitmiş demektir; geriye artık, onun ne zaman soyunun sopunun tükeneyeceği sorusuna cevap bulmak kalacaktır. Burada sözünü ettiğimiz ilişkiler bütünüünün dinozorların trajik kaderinde önemli bir rol oynamış olabileceğine ilişkin kimi bulgular vardır; yeryüzünde gelmiş geçmiş en başarılı hayvan türü olan dinozorların!

Öte yandan sadece gereğinden az değil gereğinden çok mutasyon da işi karıştırır. Bu sadece teorik bir tespit değildir; yeni arzın bolluğu, eski düzeni kuralda her zaman bozar; bugün sert ışınlıların kalıtım üzerinde oynadığı ve rahatlıkla tespit ettiğimiz olumsuz rollerden de biliyoruz bunu. Örneğin radyoaktif ışınlı ya da röntgen ışınları genlerin moleküler yapısında değişikliklere yol açmakta ve bu yoldan bir dizi mutasyona sebep olmaktadırlar. Işınlı ne kadar yoğunsa, mutasyon sayısı da o kadar çok olmaktadır; bu durumda hücre çekirdeğinde sözünü ettiğimiz regüle edici genlerin koruyucu etkileri de bir işe yaramamaktadır. Işınlının yoğunluğuyla orantılı olarak gittikçe daha fazla ve daha olumsuz mutasyonlar ortaya çıkmakta, elle tutulur, gözle görülür hale gelmektedirler: Kusurlu, hatalı doğumlar, sakat bebekler, organ bozuklukları, madde özümseme süreçlerinde ortaya çıkan temel aksaklıklar vb. eninde sonunda söz konusu ışınlı felaketine maruz kalmış türün yok olup gitmesine yol açmadan edemeyecek olan sayısız anomaliden sadece birkaçıdır. Söz-

gelimi nükleer bir savaş sonrasında bütün bir atmosfer yüzyıllar boyunca ışın saçan izotoplarla dolup taşacak hale gelirse, insanlığın sonu da kaçınılmaz olacaktır varsayımı bu temel ilişkilere dayanmaktadır.

Evrim, aşırı az ve aşırı çok mutasyonların ortasından geçen bir yol üzerinde yol alabilir ancak. Canlı organizmalar, temel numune yapılarını ve düzenlerini tamamen değiştirmek zorunda kalmaksızın çevreye gerektiğinde uyum sağlayabilecek esneklikler geliştirebilmeli, bunu destekleyecek miktarda mutasyona sahip olabilmelidirler. Bu iki uç arasında kalan sınırlar içinde evrimin gelişme çizgisi yol alır; yani sürekli olarak değişen hızlarla hayatın kendisi. Mutasyon sayısının az olduğu evrelerde evrimin attığı adımlar da yavaşlar. Başka türlü de olamaz zaten. Çünkü mimarımız, kendisine kıt kanaat sunulan “taşlar” arasından evrimi yönlendirecek çok belli bir taşı, o eksik taşı, fazlasıyla uzun süre beklemek zorunda kalacaktır. Ve tersine, taşı erken ele geçirme şansı arttıkça, evrimin hızı da artacaktır. Çünkü çok belli bir yapı ya da işlevi tamamlamak için gerekli eksik taş, mimarın istemediği kadar bol ve çabuk tedarik edilmiş olacaktır. Ama işte bu arz, belli bir sınırın üstüne taşıtı mı, bu kez de organik yapının o numune düzeninin tamamen bozulma tehlikesi belirecektir.

Dinozorlar Zamanı

İşte şimdi birkaç bin yıllık aralarla gezegenin manyetik şemsiyesinin koruyuculuğundan yoksun kaldığı ve kutupların yer değiştirmesi anlamına da gelen bu süre boyunca güneş rüzgârına teslim olduğu evrelerin, hangi biyolojik sonuçlara yol açtığını kolayca anlayabiliriz.

Güneş rüzgârının şemsiyesiz dönemlerinde de yeryüzüne olduğu gibi inmesini, koruyucu bir yastık olarak işlev gören atmosfer önlemekteydi, ama gene de söz konusu dönemlerde rüzgâr partiküllerini “normal” şemsiyeli dönemlerde görülmemiş bir şiddetle yeryüzüne yağdırmaktaydı. Bu partiküller karbon atomlarına çarpıp C^{14} izotoplarının oluşumuna meydan verirken yanı sıra başka izotoplar da ortaya çıkmaktaydılar.

Ünlü Amerikalı genetik bilimci Weddington, “felaket teorisi” çerçevesindeki felaketçiler ile bilimciler arasındaki tartışmalarda, bu geçici manyetik şemsiyesiz dönemlerin biyolojik evrime etkileri önemsizdir, diyen öbeğe karşı çıkanlardandı. Öte yandan gene Weddington, şemsiyesiz dönemlerde Dünya’nın bu kez de atmosferle korunduğunu ve partiküllerin doğruca yeryüzüne ulaşmadığını söylerken çok

haklıydı, ama bizzat kendisi, Dünya'nın kutuplarının yer değiştirdiği bu evrelerde yeryüzüne yağan partikül bombardımanının gene de şemsiyenin koruyuculuğu altındaki evrelere kıyasla normalden iki kat fazla olduğunu kabul etmekteydi. Dolayısıyla Güneş rüzgârının atmosferde öteki atomlara çarparak oluşumuna katkıda bulunduğu izotopların sayısı da, manyetik şemsiyenin çöktüğü evrelerde ortalamanın iki katına çıkmış olmalıydı. Kaldı ki, Güneş'in bizzat anormalleştiği o büyük püskürme ve patlama dönemleri korunmasız dönemlere rastgelmişse partiküllerin bombardımanı iki kat daha fazla olmalıydı. Weddington'un hesaplamalarına göre sadece C^{14} değil aynı zamanda berilyum gibi yarı ömrü 2,5 milyon yıl olan elementlerle atmosfer içinde bulunan öteki birçok izotop için de bu çarpışma ve miktarca artma durumu geçerli olmalıydı.

Söz konusu koşullarda ise evrim motorunun turları hızlanmaya başlar. Evrimin motorunu olağan bir şekilde çalıştıran rastlantısal mutasyonlara, biliminsanları, “spontan”, yani kendiliğinden ortaya çıkan mutasyonlar adını vermişlerdir. Bu demek değildir ki, bu mutasyonlar nedensizdir. Ne var ki, bugüne kadar onların oluşumunda etkin etmenlerin neler oldukları, bunların oluşuma nasıl ve ne boyutlarda katıldıkları henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu bağlamda spontan terimiyle anlatılmak istenen, bu mutasyonların birer kalıtım sıçraması olarak keyfi ve hedefsiz ortaya çıkmaları durumudur. Aralarında sert ışınlımların kalıtım mirasına etkileri de dahil olmak üzere çok sayıda olay ve deney, mutasyonları oluşturan etmenler arasından en azından birinin, radyoaktif ışınlımın oynadığı rolü ispatlamıştır. Belli bir türün içinde or-

taya çıkan mutasyonların sayısı, o türün çevresindeki radyoaktif ışınların yoğunluğuyla doğru orantılı bir ilişki kurar.

Radyoaktif ışınım, yeryüzünde başlangıçtan bu yana *geri düzlem ışıınımı* olarak evrimin hizmetindeydi. Bu ışınlar, bugün bildiğimiz gibi, değişik kaynaklardan gelen birçok parçanın birleşmesinden oluşmuştur. Kaynaklardan biri yerka-
buğundaki radyoaktif elementlerdir. Ayrıca Güneş sistemi dışındaki uzaydan, Samanyolu'ndan bize uzanagelen ve güneş rüzgârının koruyucu fanusunu aşabilen ışınlar da bir başka radyoaktif kaynak oluştururlar; ve nihayet güneş rüzgârı parçacıklarının atmosferde çarpıp parçaladığı ve izotoplara dönüştürdüğü atomlar bu ışıınımdan bir miktar sorumludurlar.

İşte bu kaynaklardan gelen çok sınırlı ama gene de ölçülebilir düzeydeki kesintisiz radyoaktif ışınım, henüz bilinmeyen başka etmenlerle birlikte evrimi, durmadan gelişen ve gelişmesini sürdüren hayatı bu dünyada mümkün kılan mutasyonların oluşmasını hazırlayan en önemli etmenlerden biri sayılmaktadır. Mutasyonlar evrimin motoruysalar, bu geri düzlemden gelen radyoaktif ışınım da motorun gaz pedalıdır; motorun dönüş hızı, dolayısıyla evrimin gelişme temposu bu ışıınıma bağlıdır.

Yakın tarihli keşiflerin su yüzüne çıkardığı kutup yer değiştirmelerinin, yeryüzündeki hayatın bugüne kadar uzanagelen tarihinde oynamış olacağı rolün önemini biliyoruz. Bu olayla birlikte her defasında atmosferdeki radyoaktif izotopların artması nedeniyle söz konusu ışınım da en az 1000 yıllık bir dönem için önemli ölçüde artmış olacağından, mutasyonların arzi da “birdenbire” fazlalaşmış, evrim de buna bağlı olarak her defasında hızlanmış olmalıdır. Ama işte böy-

le dönemler, yeryüzü sahnesinde oynanan hayat oyununa her defasında yeni bir perde eklemişlerdir. Çünkü evrim sürecinin bu yoldan hızlanması, ağır basan, dominant yaşama biçimlerinin karşısına önemli riskler çıkartırken, dolayısıyla “muhafazakâr”, çevreye uyum bakımından tam anlamıyla tutucu ve eskiye bağlı formların başına işler açarken, yeni olan, henüz gelişmesinin başlangıcında bulunan tamamlanmamış yaşama biçimlerine en iyi kartları dağıtmıştır!

Anlattığımız kozmik etkiler sonucunda bütün bir yeryüzünde evrimin temposunda aynı anda ortaya çıkan söz konusu hız artışları yüzünden dişe dokunur boyutlarda ivmelenen evrim sürecinin konumunu, arkadaşına renkli diyapozitif fotoğrafları kameradan perdeye yansıtarak göstermek isterken bir çocuk tarafından rahatsız edilen adamın haline benzetebiliriz. Çocuğun diyapozitif gösterme aygıtının üstündeki düğmeye, bu düğmenin işlevi hakkında en ufak bir fikri bulunmadığı halde ikide birde bastığını ve adamın ekrana yansıttığı görüntülerin netliğini bozduğunu düşünün. Çocuk bu durumda düğmeyi tamamen keyfi, gelişigüzel ve rastlantısal bir şekilde kullandığı halde, bu tamamen anlamsız oyununun sonucunda, fotoğrafları izleyenler için çok ilginç bir durum ortaya çıkacaktır; bu durum kaçınılmaz ama çok basit bir yasa bağlıdır. Gösteriyi yapan adam, fotoğrafları, gösterinin başlangıcında istediği kadar en üst düzeyde net ayarlamış olsun, çocuğun düğmeye her gelişigüzel basışı, görüntüyü bozmadan edemeyecektir; en üst optimal düzlemdeki bir netlik, artık en ufak bir gelişigüzel müdahaleyle bu düzlemin altına düşmekten kurtulamayacaktır; çünkü o görüntünün, herhangi bir rastlantısal müdahaleyle daha net olma ihtimali zaten yok-

tur. Ama tersine, adam görüntüleri önceden netleştirmemiş olsun; bu durumda çocuğun düğmeye rastlantısal basışları, kimileyin görüntüyü daha da bozsa bile, yer yer, olduğundan iyi ve net görüntülerin oluşmasına da yol açabilecektir. Hatta çocuğun bir ara elini düğmeden çekmesi halinde, elbette gene tamamen rastlantı sonucu, ekrandaki görüntünün alabildiğine net, optimal bir düzeyde ekranda belirmesi de ihtimal dahilindedir. İzleyiciler, süreci dikkatle takip ederlerse, görüntünün başlangıçta kötü ayarlanmış olması halinde, çocuğun her müdahalesiyle daha netleşme şansının o kadar arttığını da fark edebilirler. *Ve elbette, görüntü en başta ayarlandığında ideal düzlemde mutlak netse, onu daha iyi hale getirme şansı sıfırdır.*

Uzayın herhangi bir noktasından yeryüzünde var olan bütün yaşama biçimlerini gözetleyebilme şansına sahip olan ve söz konusu manyetik şemsiyenin çökme ve kutupların yer değiştirme olayları sırasında bu gözlemi yapan varsayımsal biri de, ilkece, görüntüleri ekranda izleyen kimselerinkine benzer gözlemlerde bulunacaktır. Bu varsayımsal gözlemci, manyetosferin o dev küresinin nasıl büzülmeye başladığını, sonunda da nasıl paramparça olduğunu görecektir, ardından atmosferdeki ışınlamayan izotopların önlenemez artışının sonucunda canlıların hepsinde mutasyon oranının arttığına tanık olacaktır. Mutasyon arzındaki bu artış, bütün türlerin gelişme temposunda bir hızlanmaya yol açacak ve görünüşte hepsine hızla gelişmelerini sağlayacak eşit şans verecektir.

Ancak varsayımsal gözlemcimiz, olup biteni daha dikkatli takip ettiğinde yeni durumda ortaya çıkan evrimin hız-

lanması şansının aslında bütün türler için eşit ölçüde mevcut olmasının kesinlikle söz konusu olmadığını fark etmekte gecikmeyecektir. Fakat öte yandan o güne kadar evrim sürecinde “başarılı” olagelmış türlerin bundan böyle de ille de başarılı olmayacaklarını ve kendilerine meydanı boş bırakmış rakiplerinin hâlâ eski tas eski hamam varlıklarını sürdürmek zorunda kalmayacaklarını anlayacaktır. Evrim tarihi bakımından nispeten kısa sayılabilecek bu kutupların yer değiştirme evresi ve bu yer değiştirmenin hemen ardından ortaya çıkan manyetik alandan yoksun dönemde, birden o zamana kadar göze batmamış organizma tipleri ortaya çıkacak, bunlar tamamen yeni türlerin oluşumuna doğru evrilecek, böylece çeşitli ve değişen çevre koşullarına uyum sağlayabilecek çok sayıda yaşama biçimleri ortalığı dolduracaktır. Buna karşılık o güne kadar evrime damgasını vurmuş türler hızla gerilemekle kalmayacak, çoğu durumda, dünya sahnesinden, oraya bir daha geri dönmek üzere çekip gideceklerdir.

Mutasyon arzı bolluğu, bu kritik olaylara kadar sahneye tartışmasız hâkim olagelmış türlerin üzerinde elbette bundan böyle artık gelişmeyi hızlandırıcı etki yapmayacaktır. Buna da şaşmamak gerekir; çünkü onların sahneye hâkim olmalarını, üstünlüklerini sağlayan etmen, hem kendilerinin hem de rakiplerinin üzerine çullanan manyetik alan çökmesi koşullarının ortaya çıkmasından önce çevrenin kendilerine yönelik bütün taleplerine –aynen en baştan optimal düzlemde net ayarlanmış görüntü örneğinde olduğu gibi– kendileri için her şeyi mümkün en üst düzeyde değerlendirmiş, öteki deyişle bu imkânları tamamen tüketerek cevap vermiş olmalarıydı. Artık bu yeni durumda ortaya çıkan mutasyon-

ların sıfırı tüketmiş bu türlere katkı yapması mümkün müydü? Aynen o mutlak net ayarlanmış fotoğraf örneğindeki gibi,, akla gelebilecek en küçük bir değişme (düğmeyle çocuğun en küçük oynaması) görüntüyü bozmaya yetecek, o zamana kadar çevreye optimal uyumu sağlamış, bin bir güçlkle çevreye uyum sorunlarını aşagelmış tür, genetik deposundaki her değişmeyi artık zarar verici bir etki olarak yaşayacaktır!

Kozmik gözlemcimiz, o zamana kadar evrimde baskın olan gelmiş türlerde karikatürümsü çarpılmaların ve biçim bozukluklarının ortaya çıkışını, normal bir tipin dev biçimlerinin, başka tarz anormalliklerin oluşumunu hayretle izleyecek, düzenli olarak birbiri ardından gelen hatalı doğumların ve “hilkat garibelerinin”, mevcut türün o ana kadar koruyageldiği denge-sini nasıl bozduğunu görecektir. Yeryüzünü o güne kadar baskın konumuyla egemenliği altında tutmuş türün başına gelen felaket sadece bundan ibaret kalmayacak, o zamana kadar kim-senin görmediği bir çeşitlilik ve canlılık gösteren, yeni koşullara imrendirici bir başarıyla ayak uydurabilecek yaşama biçimleri de eski muhafazakâr türün rakibi olarak bu sahnede ki yerlerini almaya başlayacaklardır. Bunlar, o zamana kadar evrimin anlatageldiğimiz gelişmesinde bir anlamda “dansa davet edilmemiş genç kızlar” misali görünmez roller oynayagelmış, ama göze hiç batmamış organizmaların ardılları olacaklardır. Olup bitenin sunduğu her şey, bu türler için tam bir avantaj oluşturmuştur. Bunların çaresizlikleri, göze batmayışları ve fark edilmeyişleri, benzetmemizdeki net ayarı iyi olmayan fotoğrafları andırır. Bu alabildiğine “bozuk” görüntüler, mutasyonların (düğmeye gelişigüzel el atan çocuğun) en ufak (ve elbette rastlantısal, gelişigüzel) katkısıyla netleşeceklerdir.

Ama gene benzetmemizden de kolaylıkla çıkartabileceğimiz gibi, evrimin yarattığı bu geçici şans, bu türlerin pek çoğu için elden kaçmış bir fırsat olmaktan öteye gidemeyecektir. Evrimin piyango dağıttığı saat, onlar biletlere daha ellerini uzatmadan bitecek, ama aralarından birkaçı, şanslı olanlar için evrim yeni imkânlar, yeni uyum sağlama biçimleri, tamamen yeni canlı tipleri getiren bir havai fişek patlaması gibi karşılanacaktır. Hayatın öyküsünde yepyeni bir perde başlamıştır artık.

Bu sahneleri iyi kötü gözünde canlandırmaya çalışan biri, dinozorların, evrim sahnesinde ortaya çıkan ilk memeliler karşısında gerileyip zamanla gezegeni onlara terk edişlerini düşünmeden edemeyecektir herhalde. Dinozorlar, birçok kimse için, Avrupa dilinde bir özdeyişe dönüşmüş olan “dev sürüngenler” tanımını hak etmişlerdir. Ne var ki dinozorlar yeryüzünün sadece en iri hayvanlarını temsil etmiyorlardı; bazı türlerin o saygı uyandıran iriliklerinden çok daha önemli olan, hayatın bu türeyim ağacının ortaya koyduğu alt türlerin o çok çeşitliliği vardı. Dinozorlar sadece karada yaşamıyor, denizlerde yaşayan balık biçimli alt türleri de temsil ediyorlardı. Dinozorlar, tüysüz, deri içine gerilmiş kanatlarıyla çok daha sonra ortaya çıkacak olan yarasaların tekniğiyle uçmaktaydılar. Çoğu genellikle bitkileri tercih ederken, aralarında yırtıcı etoburlar da eksik olmuyordu. Modern bir biyologun böyle bir durumu ifade etmek için başvuracağı bir ifadeyle, dinozorlar yeryüzünün bütün köşe bucak yaşama alanlarını, ilginç ve önemli ekolojik bölgelerini ellerine geçirerek, geriye kalan sınırlı yaşama alanlarını öteki hayvanlara bırakmışlardı. Böylelikle karşılarında herhangi bir rakip bulunmaksızın, rahatsız

edilmeksizin, hatta o koşulların içinden bakıldığında bir daha değişmemek üzere, ebediyen sürecekmış gibi görünen bir süre, yaklaşık 30 milyon yıldan daha uzun bir süre yeryüzünün biricik egemenleri oldular.

Dinozorlar da yeryüzü manyetik alanının belli sürelerle yok oluşuna, kutupların yer değiştirişine ve manyetik şemsiyenin yeniden kuruluşuna, buraya kadar anlattığımız muhtemel sonuçların hepsine milyonlarca yıl tekrar tekrar katlanmış olmalıydılar. Herhalde başlangıçta onlar da bu değişmelerden avantajlar sağlayabilmişlerdi. 200 milyon yıl öncesine rastlayan ve somut bir çevresel felakete bağlanması pek mümkün görünmeyen sonlarını açıklamaya çalışan varsayımların arasında manyetik alan çökmesini de kabul etmemiz akla yatkın olacaktır; bu dev sürüngeçenler, kutupların yer değiştirmesiyle ortaya çıkan manyetik alan çökmelerine bağlı olarak artan mutasyonlar ve bir süreliğine hızlanan evrim temposunun bütün olumsuz etkilerine türeyim ağaçlarında gizlenmiş bütün imkânları çoktan sonuna kadar gerçekleştirmiş ve mevcut bütün varyasyonlarda bu imkânları çoktan optimal düzlemde geliştirmiş oldukları bir durumda öteki canlılarla birlikte maruz kalmış olmalıdırlar. Böyle bir varsayım, herhalde, o zamana kadar yeryüzünün tartışmasız hâkimi olan dinozorların, o çağlarda parmak büyüklüğünde bir fareciğin tam da o dönemde sıcakkanlılık dediğimiz o müthiş keşfin ürünü olarak evrim sahnesine giren yeni bir organizma tipinin rekabetine, yani bugünkü memelilerin ilk atalarından birine, nispeten çok kısa bir süre içinde niçin yenik düştüklerini açıklayabilir. (Bkz. *Başlangıçta Hidrojen Vardı*)

Ne olmuşsa olmuştur; burada ortaya attığımız durumun

gerçekleşmiş olma derecesini ve ihtimalini bilimsel olarak tartmamız söz konusu değil hâlâ; ancak birkaç bin yıl ya da hatta 1 milyon yıllık aralarla ortaya çıkan manyetik alan çöküntülerinin ve buna bağlı kutupların yer değiştirme periyotlarının, hayatın bizim gezegenimizin üzerinde izlediği yola tayin edici etkiler yapmış (ve daha da fazlasına) yol açmış olduğu bugün artık kesin görünmektedir. Bu örnek de, şu içinde yaşadığımız çevre ve koşullarının, bizi kuşatan o gündelik hayatın kozmostaki güçler ile, atmosferimiz dışında olup biten süreçlerin etkileriyle sarmaşmış olduğunu gösteren başka bir vakadır. Kozmosa hâkim bu güçler, onların sürekli etkileri olmasaydı, ne yeryüzü olurdu ne de onun üstündeki canlılar.

Bütün öteki canlıların ve biz insanların yaşama alanı ve ortamı ile uzayda Dünya'yı örten manyetik alan arasındaki bu dengesiz, oynak ilişkinin, hücre çekirdeğindeki sözünü ettiğimiz mutasyonla ilintili olayların karakteristik bir özelliğini, yani aynı ikilemi anımsattığını düşünmek insanı müthiş heyecanlandırıyor. Oradaki gibi mikroskobik bir dünyada değil de kozmik ölçekteki bir alanda da geçse, karşımızda, muhafazakâr, koruyucu tavır ile onun karşısındaki gelişmeyi destekleyici, ilerici tavrın el ele yol almaları ikilemi bütün belirtileriyle durmaktadır. Manyetik şemsiye, “normal” dediğimiz dönemlerde yeryüzündeki gelişmiş yaşama biçimleri için en ehven şartları temsil edecek şekilde evrimin temposunu korumuştur. 100 bin ya da hatta birkaç milyon yıllık soluk alma dönemlerinin ardından bu manyetik alanın “oynak” dengesi muazzam bir kozmik etmene dönüşerek, dünya tarihi bakımından nispeten kısa sayılacak bir süreliğine evrimin sey-

rine müdahale edip yeryüzündeki evrimin temposunu o zamana kadar görülmemiş bir şekilde hızlandırarak, o aşamaya kadar gelişegelmiş ve önceki koşullara göre yetkinleşmiş, mevcut, muhafazakâr canlıların dengelerini altüst edecek şekilde evrime yeni imkânların kapısını aralayıp durmuştur. Gerçekten de sözcüğün tam anlamıyla kozmik bir ilişkiyle karşı karşıya olduğumuz bellidir. Burada manyetosferin davranışları ile hücre çekirdeğinde gerçekleşen süreçleri kapsayan bir düzen görünürleşmektedir: *Gerek mikroskopik gerekse astronomik alanda bütün süreçlerin seyrinin aynı amaca hizmet etmesini sağlayan bir düzendir bu.*

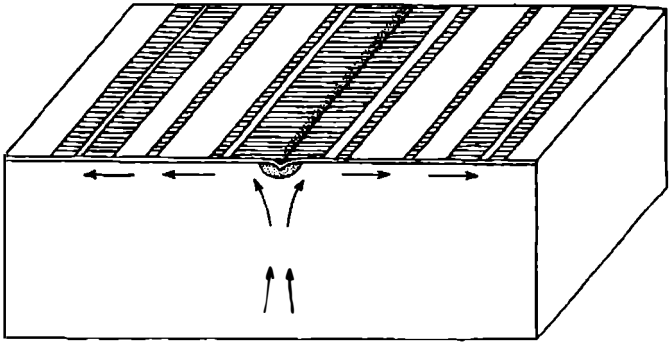
İlkece zaten böyle olması gerektiğine, söz konusu kutup yer değiştirme olaylarının yeryüzündeki hayat bakımından taşıdığı muhtemel anlam ve önem tartışmaları sırasında iki kampa bölünen biliminsanlarının bir bölümü de işaret etmişti. Karşı kamp bu ihtimali kabul etmiyordu. Ne var ki son kırk yılın bulguları, manyetik alanın çıktığı ara devrelerde bu dönemler ile birçok türün yok olup gitmesi arasında inkâr edilmez bağlar bulunduğunu ortaya koyunca, akan sular da durdu.

Bu gelişmeye bir örnek olarak, özellikle birçok nedenle ilginç olduğu için, 1967 yılında Amerikalı okyanus bilimciler Billy Glass ve Bruce Heezen'in gerçekleştirdikleri keşfe bir göz atalım. Glass ve Heezen, bir kutup yer değiştirmesinin biyolojik hayatın seyrine etkileri konusunda sağlam kanıtlar sunmakla kalmamış, kutup yer değiştirmesi ve manyetik şemsiyenin çökmesi olayına, böyle bir olaya yol açabilecek biricik nedeni göstererek, ilk defa akla yatkın bir açıklama getirmişlerdir.

Görünene bakılacak olursa bu ilişkide de neden, uzayın derinliklerinden çıkagelip Dünya'ya etkiyen ve burada iyice elle tutulur ve kavranabilir özelliğe bürünen bir etmendi. Anlaşılan Dünya'nın içlerindeki o manyetosferin savunma şemsiyesini oluşturan dinamonun dönme hareketini, manyetik alanın çöküp yeniden Ay'ın etkisiyle eski haline gelinceye kadar sarsan ve türbülanslarla rayından çıkartan güç, Dünya'ya isabet eden kozmik mermiler, yani yeryüzünün dev, milyonlarca ton ağırlığındaki meteorların yüzlercesiyle, milyonlarca ton ağırlığındaki kozmik taş yağmuruyla çarpışmasıydı.

Ancak bu şaşırtıcı öykünün bulunuşu, biraz ayrıntılarıyla anlatılması gereken uzun bir serüven oluşturur. İlk akla gelecek soruyla, nasıl olup da iki okyanus bilimcisinin, Dünya'nın manyetik alanıyla ilintili bu keşfi yaptıkları sorusuyla başlayalım. Bunun tek açıklaması, altmışlı yılların ortalarında, paleomanyetizm araştırmalarının okyanus diplerinde de sürdürülebilmesine imkân veren gelişmelerde yatmaktadır.

1966 yılında Amerikalı jeolog John Foster, bu çalışmaları mümkün kılacak teknik bir aygıt geliştirmeyi başarmıştı. Foster, suyun altında, yüzlerce, binlerce metre derinliklerdeki katmanlardan alınmış delme numunelerde paleomanyetik kuvvet hatlarını belirlemeyi mümkün kılan bir aygıt geliştirmişti. Su yüzeyindeki bir araçtan dibe yolladığınız sondaj aygıtının çıkardığı delme örneklerini "yukarıda" değerlendirebilmeniz için çok özel teknik güçlüklerin aşılmasının şart olduğunu anlamak kolaydır. Böyle derinliklerden delme örnekleri ancak çok uzun borularla alınabilir. Bunlar, hani işler yolunda gider de araştırma gemisinin güvertesine ulaştırılabilirlerse, burada, numunelerin gösterdiği manyetik



Yerkürenin manyetik kuzey kutbu oldum olası kuzey kutbu değildi. Son 76 milyon yıl içinde Dünya'nın manyetik alanı en azından 170 kere yer değiştirmiş olmalıdır. Milyonlarca yıl sürekli lav çıkışlarına maruz kalan okyanusların tabanı, kutupların söz konusu yer değiştirmelerini okuyabileceğimiz bir tür takvim oluşturmaktadır.

alanın hatlarını, yönünü güvenilir tekniklerle belirlemiş olmak, bu verileri, başka zeminlerden gelme numuneler ile karşılaştırmak gerekir. Bunu yapabilmek için de, suyun zemininden alınan delme numesinin zemindeki, alınmadan önceki pozisyonunu tespit edecek bir dizi komplike ek donanımı devreye sokmak şarttır.

Ancak öte yandan “fosilleşmiş” manyetizmin sadece açığıtaki kara parçalarının üzerinde değil aynı zamanda deniz dibinden alınmış numuneler üzerinden de belirlenebileceği düşüncesi, çeşitli nedenlerle biliminsanlarının ilgisini çekip durmaktaydı. Umutlarını güçlendiren en önemli etkense, suyun dibindeki tabakaların üzerindeki manyetik izlerin milyonlarca yıl boyunca rüzgârların ve hava şartlarının incelenilebilecek ve

karşılaştırılabilecek yerlerdeki izleri dağıtmış, başka yerlere taşımış olduğu yeryüzündekilerden daha iyi korunmuş olma ihtimaliydi.

1966 yılında gerekli teknolojik koşullar yerine getirildikten sonra daha ilk birkaç günün bulguları, umutların haklı olduğunu göstermeye yetti. Ayrıca işin içine yeni bir boyut daha katılmıştı: Deniz dibi lav çıkışlarının yarattığı özel koşullardı bunlar. Denizin yüzlerce, hatta binlerce metre dibinde faal volkanlar vardı; ancak karalardaki durumdan farklı olarak, kraterlerden çıkan lav, daha suya kavuşur kavuşmaz katılıp kristalleşiyordu. Dolayısıyla da suyun altında gerçekleşen volkan (yanardağ) patlamalarında tamamen suya özgü biçim oluşumları ortaya çıkıyordu. Büyük okyanuslarının hepsinin zeminlerinin ortasında keşfedilmiş aktif volkan olukları biliminsanları için çok önemli ve ünlüydüler. Sonuçlara bakılacak olursa, milyonlarca yıldan beri bu oluk çatlaklarından suya düzenli şekilde lav fışkırmakta, bu lavlar çatlağın her iki yanından su dibine yatay lav-halıları oluşturacak şekilde yayılmaktaydılar. Ama işte bu yüzden de, burada belli zamansal aralıklarla birbirini izleyen katmanlar, karaların üzerinde olduğu gibi üst üste gelmiyor, suya özgü bir şekilde, yan yana diziliyorlardı. Her yeni çıkan “lav halısı”, eskisini biraz daha dışa itiyor, böylece en “genç” püskürme ürünü katman, çatlağa en yakın katmanı oluşturuyordu. Öteki deyişle, merkeze doğru yaklaştıkça, halıların yaşı da gençleşiyordu. Birbirini izleyen jeolojik dönemler burada bir halı misali jeologların gözleri önüne serilmiş bir takvim sunmaktaydılar.

Bu halıları da yeni teknolojik yöntemlerin yardımıyla paleomanyetik özellikleri bakımından incelemeye başlayan bilim-

insanları, düzensiz aralarla tekrarlanmış kutupların yer değiştirme olayının izlerini keşfetmek için fazla beklemek zorunda kalmadılar. Yeryüzünün kara parçaları üzerindeki bazalt taşlarından elde edilen sonuçlarla, suyun dibindeki lav “halılarının” incelenmesinden elde edilen bulgular birbirine tıpatıp uyuyordu. Bu halının o özel yapısı, söz konusu kutup yer değiştirmelerinin izlerinin, denizin dibinde, karalardan farklı olarak, yan yana gelmesine yol açıyordu. Dolayısıyla da suyun dibindeki bu halıların üzerinde bulunan manyetik alan hatlarını jeolojik bir gösterge üzerine kaydederek bunları değerlendirdiğimizde, karşımıza düzenli bir zebra sırtı modeli çıkıyordu.

Paleomanyetizmin etkilerini ve izlerini suyun dibindeki katmanlarda arama isteğini ilginç kılan ikinci bir neden daha vardı. Yeryüzüne sürekli olarak kozmik metal tozu yağdığını varsaymak için araştırmacıların yeterince gerekçeleri bulunmaktaydı. Bu metal parçacıklar Dünya atmosferinin dış bölgelerine, alışıldık yıldız parçalarının bildik kaderini paylaşmaksızın yanmadan “yumuşak” iniş yapabilecek kadar küçük olmalıydılar. Bu metal parçaların bir bölümü de gene büyük meteorların atmosferde yanmayan parçalarından oluşuyordu herhalde. Metal özelliği taşımalarına rağmen, küçüklükleri sayesinde yeryüzü atmosferinden aşağıya toz gibi ağır ağır inerek büyük kozmik kayaların aksine yanıp yok olmadan yüzeye ulaşıyor olmalıydılar.

Araştırmacılar bu gökyüzü tozunu gözle görmedikleri halde varlığından hiç kuşku duymuyorlardı Öyle ya, meteorların limit bir alt sınırı, onların küçüklüğünü belirleyecek bir en alt değerin var olması için akla yatkın hiçbir neden yok-

tu ortalıkta. Öyleyse yeryüzünde meteorit tozu da bulunmalıydı. Aslında, gözlemlenebilir meteorların gözlemlenme imkânının büyüklükleri ile ters orantılı olduğu bilinmekteydi: Büyük meteorlar olağanüstü ender diler; küçüldükçe ortaya çıkma sıklıkları artıyordu. Her şey, varsayılan o meteor tozu yağmurunun kesintisiz sürüp gittiği düşüncesini desteklemekteydi. Öte yandan, yeryüzünün kara parçaları üzerinde öteki metal ve minerallerin oluşturduğu ayıklanması imkânsız kargaşanın arasından, kozmik kökenli meteor tozunu tespit etmek imkânsız gibiydi. Ama gene de araştırmacılar, masalarındaki zemin numunelerini inceledikleri mikroskopların altında, uzaydan gelme kozmik metal parçacıklarını incelediklerinden de emindiler.

Gene aynı akıl yürütmelerden yola çıkan İsveçli bir bilginin aklına, kendisini çevresinde geçici de olsa tuhaf biri olarak algılatmaya yetecek ilginç mi ilginç bir deney gelmişti. Adamımızı, bir kış günü İsveç'in başkenti Stockholm'ün mahallelerinden birinde, yeni yağmış karı kürek kürek bir kaba doldururken görenler şaşkınlıklarını gizleyememişlerdi. Çevresinde akli başında, ciddi biri olarak tanınmış bilginin bu tuhaf davranışı günlerce sürdü. Ancak bu kar kürümenin ardından yaptığı şey, adamın parlak bir buluş yapmış olduğunu göstermekte gecikmeyecekti. Topladığı karı sabırla eriten Nordenskjöld dükü, yerbilimci ve kutup araştırmacısı Adolf Erik, günlerdir kaynattığı karın içindeki kara, toz iriliğindeki kalıntıları mıknatısıyla tarayarak, içindeki metal parçaları mikroskop altında inceler incelemes de umduğu şeyi buluverdi. Manyetik özellikler taşıyan mini mini toz tanecikleriydi bunlar. Araştırmacımız hiç gecikmeden bir konferans

düzenledi ve dinleyicilerine, taze karın içinde, kozmik kökenli metal tozları bulunduğunu açıkladı. Ona bakılacak olursa, bu ince toz, atmosferden aşağıya inerken bulutlara girmiş ve suyun kristalize olup karlaşmasını sağlayarak kar taneciklerinin oluşmasına yol açmıştı. Kar taneciklerinin kristalleşme merkezini oluşturan bu toz da, karla birlikte yeryüzüne inmişti.

Nezaketi elden bırakmak istemeyen bilim çevreleri Adolf Erik'ten alkış ve takdirlerini esirgemediler ama, aslında açıklamalara dudak bükmeden de edemediler. Oysa bugün Nordenskjöld dükü Adolf Erik'in tepeden tırnağa haklı olduğunu biliyoruz artık. Hatta bu konuda ondan daha gerilere giden uyarılar da bulunmaktadır. Büyük Alman doğa araştırmacısı Alexander von Humboldt, 1845'te yayınladığı ve döneminin doğa hakkındaki bütün bilgi ve malumatını bir araya getirmeye çalıştığı *Kozmos* adlı kitabında *Cirrus* adı verilen, atmosferde hemen hemen en yüksek katmanlarda dolanıp duran bu en ünlü bulutlarının çoğunlukla yeryüzünün manyetik alanının kuvvet hatlarına paralellik oluşturacak şekilde hareket ettiklerini ileri sürmüştü. Humboldt, olaya sadece değiniyor, ama açıklamasını yapmıyordu. Bugün, İsveçli araştırmacının Humboldt'tan yirmi beş yıl sonra yaptığı açıklamanın ünlü Cirrus bulut kümeleri için de geçerli olduğunu artık biliyoruz. Her iki fenomenin temelinde de aynı olgu yatmaktadır. Bu Cirrus bulutları da su damlacıklarından oluşurlar; bu damlacıklar, kristalleşme çekirdeği olarak atmosferdeki metal tozu taneciklerini kullanırlar. Bu tanecikler de manyetik özellik taşıdıklarından, bu bulutların şeridimsi şekillerinin sık sık Dünya'nın manyetik alanının hatlarına kuvvet hatlarına denk düşmesi olağandır.

Bugün bu sözlerimizden böylesine emin oluşumuzun temelinde, 1962 yılında gerçekleştirilen bir deney yatıyor. Bilim o yılın 11 Ağustos'unda bu konuya nihai olarak açıklık getirmeyi başarmıştı. Kullanılan yöntem, hedefini iyi belirlemiş olmanın doğrudanlığı ve tarzının somutluğu, elle tutulurluğuyla teknolojik çağımızın üslubuna tam uygundu. Başlığı mikroskobik büyüklükteki metal tozcuklarını toplamaya elverişli bir aygıt taşıyan bir roket, o gün metal tozu içerdiği düşünülen bir bulutun içine fırlatılmıştı. Deney başarıyla sonuçlanmış, başlık paraşüt yardımıyla geriye döndükten sonra toplama şeritleri üzerinde istemediğiniz kadar kozmik metal tozu birikmişti. Bu kez, bu kalıntıların kozmik kökenli oldukları konusunda kimsenin bir şüphesi olamazdı. Fırlatma öncesi ve dönüş sonrası gerekli bütün önlemler alınmış, yeryüzünün metal tozlarından mutlak arınmış başlık, parçacıkları doğrudan havadaki bulutun kendisinden toplamıştı. Ayrıca bugünkü kimyasal mikroanaliz yöntemlerinin mümkün kıldığı incelemeler, çapları milimetrenin binde birinden küçük bu parçacıkların, nikel, demir, kobalt ve bakır karışımından oluştuklarını göstermektedir ki, bu karışım bilindiği gibi demir meteorların karışımıdır.

Kozmik karakteri eninde sonunda ve nihai olarak ispatlanmış olan bu toz, derinlik araştırmalarının çoktan beri ortaya koymuş olduğu gibi, kimi yerlerde okyanusların zeminini birkaç yüz metre kalınlıkta örten çamurumsu çökeltilerin içinde de yer almaktaydı. Nispeten temiz deniz dibi çökeltilerinde bu toz –karaların yüzeyindeki şartlar düşünüldüğünde– oraya göre daha kolay ele geçirilmektedir. Dolayısıyla bu deniz dibi toz parçacıklarının yardımıyla paleo-

manyetik incelemeler yapmak çok ilginç olmalıydı. Bu incelemeler, o zamana kadarki yöntemlerden temelde tamamen farklı bir ilkeye dayanıyordu. O zamana kadar demir içeren minerallerin manyetikleşme yönlerini volkanik taşların içinde tavin etme yolu izlenmişti.

Kozmik toz üzerinden yapılacak çalışmalarda bunun tersi bir yol izlenebilmekteydi. Kozmik toz atmosfere manyetik özellikleri zaten taşıyarak girer. Mikroskobik küçüklüğü ve inceliği sayesinde atmosferde alabildiğine yumuşak bir frenlenme yaşadığı için de o kritik sıcaklık eşiğine kadar ısınmazlar. Havada karmakarışık bir halde yere doğru çöker bu minik parçacıklar. Onları etkileyen hava akımları, rüzgârlar, elbette bunların belli bir yönde birlikte hareket etmelerine fırsat vermez. Gelgelelim bu kozmik toz denizin yüzeyine ulaştığında durum aniden değişir. Dolayısıyla da su yüzeyine ulaşan kozmik toz parçacıkları o andan itibaren yüzlerce, binlerce metre kalınlığındaki su katmanı içinde ağır ağır dibe doğru yol alırlarken onları bu yolculuklarında rahatsız edebilecek tek dış güç yeryüzünün manyetik alanıdır. Metal parçacıklarının kendileri manyetik özellikli olduklarından, ağır ağır, ama keskin bir biçimde, kuzey-güney manyetik hatları doğrultusunda yönlenmeye başlarlar. Dibe ulaştıklarında, hemen tümü, manyetik kuvvet hatlarına göre dizilmekten kurtulamazlar. Denizin çamurlu zemininde biriken, bir bakıma, hepsi kuzey-güney yönünü gösteren katrilyonlarca “pusula iğnesidir” bunlar.

Ve bu akıntı, yüz milyonlarca yıldan bu yana kesintisiz sürüp gitmektedir bu yönde. Derin deniz çamurlarının içindeki metal tozu konsantresi günde binlerce ton kozmik me-

talın toz halinde Dünya'ya yağdığını göstermektedir. (İsveçli Nordenskjöld dükü de yıllarca önce o alabildiğine ilkel kar deneyinin sonucunda hemen hemen aynı sayısal sonuçlara varmıştı.) Aynı dönemlere rastlayan katmanlardaki kozmik pusula iğneleri, öteki deyişle metal tozları, (lav katmanlarının yan yana açılışının aksine zamansal sıralamada üst üste gelen) sediment tabakalarına, yeryüzü tarihinin en erken evrelerinden günümüze kadar tamamen düzenli aralıklarla dağılıp durmaktadırlar. Okyanus sedimentleri 1000 yılda birkaç milimetreyi ya da santimetreyi bulan bir kalınlaşma gösterirler. Mütevazı bir değer gibi görünebilir bu, ama jeolojik evrimin zaman ölçeğinde aslında mütevazı bir zaman dilimi sayılan 1 milyon yıl gibi bir uzunlukta bile, hatırı sayılır bir kalınlaşma anlamına gelecektir bu artış. Ancak her yüzyılda birkaç milimetre ya da santimetre kalınlaşan bir katman, 1 milyon yılda 5 ila 50 metre arası bir genişliğe ulaşacaktır. İşte yukarı tabakadan alttakine uzanan bu mesafe, katmanın 1 milyon yıllık çökelti tarihçesini de veren değerdir.

Yeterli teknolojik koşullar sağlanır sağlanmaz, biliminsanları volkan kayalarından elde ettikleri manyetik kuvvet verilerini, söz konusu okyanus dibi kozmik pusula iğnelerinin verileri yardımıyla değerlendirmeye başladılar. Her iki yöntemle elde edilen sonuçların birbirine tıpatıp uyduğunu memnuniyetle gördüler; özellikle Dünya'nın kutuplarının yer değiştirme periyotları konusunda; araştırmalar dünya tarihinde geriye doğru gittikçe, kutupların yer değiştirme dönemlerinin sayı ve periyot aralıkları tam bir uyum gösteriyorlardı. İşe böyle bakıldığında, okyanusların dibindeki kozmik toz, ilkece yeni bir bulgu sunmuş olmuyor, sadece bilineni doğruluyordu.

Şaşırtıcı sonuç bambaşka bir yönden gelmişti. Okyanus altındaki çökelti katmanlarının bileşimlerinin özelliklerinde ortaya çıkan bir tuhaflıktı söz konusu olan. Bu katmanlar, jeofizikçilerin ve paleontologların o zamana kadarki araştırma ve incelemelerinin hepsini üzerinde sürdürdükleri kara parçalarının volkan kökenli bazalt taşlarından çok önemli bir noktada ayrılmaktaydılar. Lav taşı, sönmüş, yani ölü malzemedir, eh buna da elbette kimse şaşırmayacaktır. Okyanus diplerindeki taşlar ise, hatta kimi yerlerde neredeyse bütünüyle, organik madde çökeltilerinden oluşmuştur. Bunların, yüze yakın bölgelerdeki sayısı belirsiz canlıların ve daha diplerde onların artıklarından beslenen deniz yaratıklarının, araştırılan deniz dibi bölgenin üzerindeki kilometrelerce kalınlıktaki su tabakasında milyonlarca yıldan bu yana ölüp diplere doğru batan kalıntıları olduğunu söylemek bile gereksiz. İşte böyle bir bölgeden alınmış numune parçasının içindeki metal tanecekleri sayesinde, söz konusu delikten alınan numunenin Dünya'nın manyetik alanının parçalandığı periyoda rastlamış olması koşuluyla, sadece kutup değişmelerinden birinin tarihini belirlemekle kalmayız, aynı zamanda tam o sıralarda deney deliğinin açıldığı bölgede yaşamış deniz canlılarının bu değişmelerden etkilenmiş olması muhtemel kalıntılarını da elde ederiz.

Okyanus araştırmacıları, daha ilk anda, karşılarında duran fırsatı kavramakta gecikmemişlerdi. Derindeniz araştırmacıları, yıllardır manyetik alanın çökmesi ile yeryüzündeki biyolojik hayat arasında ilişkiler kurup bu konudaki tartışmayı noktalamak isterken sadece teorik argümanlar kullanabilen paleontolog meslektaşlarından elbette çok daha şanslıydılar.

Yapacakları şey, manyetizmadan yoksun bir evreden *önceki* dönemden aldıkları numunelerdeki organizmaların özelliklerini, üstteki, manyetik şemsiyenin çöktüğü dönemin ardından ortaya çıkmış olan organizmaların yer aldığı tabakanın özellikleri ile birlikte değerlendirmektir. Kutup sıçramasının çizdiği hattın altından, yani aynı sedimentin bu kez yaşıca daha eski katından elde edilecek hayvan kalıntısı izlerinden, manyetik alanın çökmesinden *önceki* bir dönemin organizmalarının durumu belirlenebilecekken, aynı hattın üstünde, aynı deniz bölgesinde kutup yer değiştirmesi olayının *ardından* bu gelişmeyi yaşamış organizmaların yaşadıkları değişimler karşılaştırma yoluyla tespit edilebileceklerdi. Evet, kutupların yer değiştirme dönemlerinin evrimin seyrine etkiyip etkilemediğini belirleyebilmek için, her iki popülasyonu, her iki dönemin hayvanlarının özelliklerini ve durumunu karşılaştırmak yeterliydi. Karşılaştırma sonucunda, aynı çökeltinin alt ve üstlerinden elde edilen organizma kalıntıları arasında dişe dokunur farklılıkların bulunmadığı ortaya çıkacak olursa, manyetik alan çökmelerinin, dolayısıyla kutupların yer değiştirmesi olayının biyolojik hayata etkisi olmamış demektir. Ters durumda ise, “felaket teorisinden yana olan” taraf haklı çıkmış olacaktı. İş bu kadar basitti.

Ama elbette lafta. Gerçekte ise, bir milyon yıllık bir süre içinde denizde yaşayan organizmaların kalıntıları yaklaşık 50 metrelik bir çökelti katmanında birikmişse, bunların içinden teşhis edilebilecek izler bulmak hiç de kolay değildi. Çünkü bu hayvanların çoğu çoktan çürümüş, öteki deyişle parçalarına ayrılmışlardı. Fakat, birkaç kilometre derinlerde, deniz dibi

katmanlarının birbirine kaynaşmış tabakaları içinde, teşhis edilebilecek kalıntıları bulmayı umdukları bir hayvancık vardı. Biliminsanları umutlarını *radiolari* adı verilen bu hayvancığa bağlamışlardı. (Bkz. *Resim 21 a ve b.*) Bunların özellikleri, kireç zırhı oluşturan mikroorganizmalar olmalarıdır ve bu kal-ker katman, sadece istiridye ve yengeçlerde olduğu gibi iç or-
ganların ve etin yumuşak dokusunu koruyan bir zırh işlevi gör-
mez. *Radiolariler* estetik biçimlerinden ötürü bu araştırma-
lardan çok daha önce zaten biyologların dikkatini çekmişlerdi;
çünkü bu hayvanların biçimlerinin zenginliği ve harika süs-
lülüğü, insanı hayran bırakacak boyutlardaydı. Sırf bu este-
tik özelliklerinden ötürü bıkip usanmadan bu hayvanları in-
celeyen ünlü bilimcilerden biri de Alman Ernst Haeckel'di.
Kitaptaki defalarca büyütülmüş fotoğraflar, küçüklüğünden
ötürü estetik güzelliği gözümüzden gizlenmiş bu varlığın bü-
yüleyici etkisi hakkında bir fikir verebilir.

Ancak konumuz açısından bu estetik zenginliğin bam-
başka, önemli bir pratik yanı da bulunmaktadır. Tek tek tür-
lerin muazzam biçimsel farklılıklarına rağmen gene de belli
birkaç temel tipik özelliği bu organizmaların hepsi paylaşırlar: Küre, kapüşon başlık, silindir, yıldız biçimli ya da işte ar-
tık aklımıza gelebilecek bir sürü şekli andıran bu organizmalar,
bu karakteristik özellikleriyle çok sayıda türe ve alt türe ay-
rılırlar. Kalker iskeletleri çürümediği için aradan geçen çok
uzun zaman sürelerinin sonunda bile çeşitli iskelet tiplerinin
karşılaştırılıp sınıflandırılması yoluyla mikroskop altında
belli bir dönemde farklı alt türlerin dağılım oranını ya da sık-
lığını tespit etmek mümkündür. Öte yandan, birçok tekhücreli

gibi bu organizmalar da çok eski bir evrim tanığı hayvan ailesine ait olduklarından, çok çok gerilere kadar gidip incelemeler yapmak imkânı da bulunmaktadır. Gerçi aradan geçen o muazzam zaman aralıkları içinde bu organizmalar o çökelti katmanlarının basınç kütlesi altında ezilip birbirleriyle kaynaşarak taş sertliğinde bir oluşuma dönüşürler. Özel hazırlama teknikleriyle, hassas yontmalarla, asitlemelerle ve başka yöntemlerle onları bu taşlaşmış biçimlerine rağmen birbirinden ayırt etmek ve saymak mümkün olmaktadır.

İşte Glass ve Heezen bu yöntemleri kullanarak, her kutup sıçramasıyla atbaşı giden o manyetiklikten yoksun dönemlerin evrimin seyrini etkileyip etkilemediğini belirlemeyi akıllarına koydular. Eleştirel karşı çıkışlar, bu işten vazgeçin deyip durmaktaydılar. Bunların, gerçekten de her iki araştırmacının cesaretini kırabilecek bir argümanları vardı. Onlara kalacak olursa, berikiler iflah olmaz bir saplantının peşindeydiler. Öyle ya, manyetik alanın dünya çevresinden birkaç yüz ya da hatta bin yıllığına, geçici olarak kaybolmuş olmasının biyolojik bakımından tayin edici etkilere yol açtığını farz etsek bile, bu etkilerin gezegenin değişik bölgelerinde değişik boyutlarda olması mümkündü; ama herhalde okyanusların dibi bu yöndeki kanıtların aranabileceği en son yeri. Kaldı ki manyetik şemsiyelerin devre dışı kaldıkları ara dönemlerde, yeryüzüne, burada biyolojik dönüşümlere yol açacak kadar protonun ulaşabilmesi için ikinci bir engeli, atmosferi aşmak şarttı. Bu koruyucu atmosfer tabakası güneş rüzgârının savurduğu parçacıkların hepsini yakalamadı ve hayatın seyrini etkilemeye yetecek miktarda parçacık yeryüzüne ulaştı diye kabul etsek bile, derin denizlerin diplerinin söz

konusu olduğu yerde, parçacıkların oralara ulaşması mümkün müydü? Yani Güneş'ten gelen tek bir parçacığın bile kilometrelerce kalınlıktaki su tabakasını geçip Glass ve Heezen'in incelemeyi düşündükleri çökelti katmanlarına ulaşabilme ihtimali daha baştan sıfır olmak zorunda değil miydi?

Gerçekten de itirazlara kapalı, çürütölmesi imkânsız bir argüman gibi duruyordu bu. Her iki okyanus araştırmacısının çalışmalarını gene de sürdürmüş olmaları, üstelik karşı argümanın son derece inandırıcı olmasına rağmen, araştırma için gerekli parayı bulabilmeleri büyük şanstı. Öte yandan iki araştırmacının çalışmaları Hint Okyanusu'nda yapmaları da, biraz ileride anlayabileceğimiz bir nedenle, bu mutlu rastlantıların en büyüğüdü.

Glass ve Heezen, jeofizikteki meslektaşlarının karalarda daha önce yapmış oldukları araştırmalardan, en son kutup yer değişmesi olayının bundan 700 bin yıl önce gerçekleşmiş olduğunu biliyorlardı. O günden bu yana kuzey kutbu bugün hâlâ neredeyse oradaydı. Öyleyse bundan 701 bin yıl önce, bin yıl hatta birkaç bin yıl sürmüş bir manyetosfer çökmesi olayı yaşanmış bu dönemde güneş rüzgârları bin ya da birkaç bin yıl boyunca engellenmeden atmosferi dövmüş ve "bu isabetli bombardımanın sonucunda" mevcut izotoplara yenilerini eklemiş olmalıydılar. Bir önceki kutup yer değiştirmesi olayı ise yaklaşık günümüzden 1 milyon yıl öncesine rastlıyordu; bir önceki, 1,8 milyon; daha öncekiler de 2 milyon; 2,6 milyon; 2,9 milyon; 3,2 milyon ve 3,5 milyon yıl önce gerçekleşmişlerdi. Hint Okyanusu'nun araştırma alanı olarak seçilmesinin özel nedeni ise, okyanusun dibindeki çökelti katmanlarının belli yerlerde oldukça ince olmasıydı. Hangi

nedenle olursa olsun, bu bölgelerdeki çökelti katmanları, özellikle çok belirgin ve yoğundur.

Sonuç olarak böyle bir alandan çıkarılan delme numunelerinin her biri, bir kutup yer değişmesi olayını içeren birkaç tabakayı içermeye gibi büyük bir avantajı da beraberinde getiriyordu. İçindeki jeolojik ve biyolojik kalıntıları incelemeye sunmaktaydı. Başka okyanuslarda 5 ile 50 metre arasında oynayan kalınlıklar yaklaşık 1 milyon yıllık bir çökeltileşmeyi karşılarken, Hint Okyanusu'nun tabanından delme borusuyla alınan 8 metre kalınlığındaki bir örnek yaklaşık 4 milyon yıllık bir birikmeye ev sahipliği yapabiliyordu. Öyleyse iki Amerikalı, Hint Okyanusu'nun tabanından aldıkları her örnekten tam 8 farklı yerde kutupların çökmesi olayının tahmin ettikleri biyolojik sonuçlarını bulmayı umabilirlerdi.

Dolayısıyla da daha ilk adımda başarıya ulaştılar. Teorik yönden bakıldığında, başta da belirttiğimiz gibi, girişim umutsuz gibi görünmüş olsa da, pratiğin görünümü farklıydı. Söz konusu katmanların yüzeylerinin hemen biraz altlarında ve üstlerinde meteorolojik döküntülerden oluşan manyetik “iğneler” söz konusu kutup yer değiştirmesinin kesin kanıtlarını sunmakla kalmıyor, çökelti katmanı içindeki mikrofosiller, yani söz konusu *radiolarilerle* birlikte başka birçok omurgasız hayvancık da belli dönemlerin tanıkları olarak ortaya çıkıyorlardı. Sonuç inanılmazdı: En az 12 hayvancık türünün kaderi, az çok, sözü geçen kutup değiştirmelerine bağlı olarak değişmişti. Yeryüzünün manyetik alanının ortadan kalkması, bu hayvancık türlerinin sadece yok olmasına yol açmakla kalmamıştı. Kimi durumlarda, kutup yer değiştirmeleriyle birlikte ortaya birdenbire yepyeni bir tür de çıkmış-

tı. Ve bütün türler, en azından iki ama çoğunlukla beş ya da daha fazla kutup değişmesi dönemine göğüs germişler, derken, manyetik alanın çökmesine tamı tamına denk düşen bir zaman noktasında, ortada fol yok yumurta yokken, evrim sahnesinde rol aldıkları gibi yok olup gitmişlerdi. Çökelti katmanında onların izlerine aramak boşunaydı.

İnatçı ve kolay teslim olmayan bir doğabilimcisi için bu bulgular bile nihai ispat için yeterli bulunmayabilirler. Ama aralarındaki en kuşkucular bile, bulguların heyecan verici olduğu ve daha ilk girişimde, Glass ve Heezen de dahil olmak üzere, kimsenin beklemediği kadar bolca kanıtın ortaya çıkarıldığı gerçeğini teslim edecektir. Peki, kilometrelik su tabakalarının manyetik etkilerin buralara ulaşmasını engellemiş olması gerektiği biçimindeki akla çok yatkın argümanın karşısında ortaya çıkan bu durum nasıl açıklanabilirdi?

İki Amerikalı araştırmacının da, manyetik alanın koruyuculuğunun ortadan kalktığı dönemler boyunca atmosferi geçebilmiş olsalar da, canlı hayatın seyrini etkileyecek kadar parçacığın okyanus diplerine nasıl ulaştığını açıklayacak halleri yoktu. Şu tespiti yapmakla yetindiler sadece: *“Açıklanması nasıl yapılırsa yapılsın, evrim krizleri ile manyetik kutupların yer değiştirmesi dönemleri arasında bir bağlantı bulunduğu ilk kez deniz fosilleri aracılığıyla ispatlanmış durumdadır.”* Büyük ihtimalle bu ilişkinin açıklaması, evrim krizlerine yol açan etmenin, doğrudan güneş rüzgârlarının partiküllerinin diplere kadar uzanan etkisinin değil de, bu partiküller ile atmosferde çarpışan atomların izotoplaşmasıyla ortaya çıkan radyoaktivitenin marifeti olduğu şeklindedir. C^{14} ’ün ve öteki kimi izotopların, okyanusların ve derinde-

nizlerin bu bölgelerine kadar nasıl ulaşmış olduklarını bugün henüz kendimizden emin bir şekilde açıklayabilecek durumda değiliz. Herhalde kitabın ilk bölümlerinde sözünü ettiğimiz yüzeyden diplere doğru kesintisiz inen besin zinciri, izotopları taşıyarak aracı bir rol oynamış olmalıdır.

Demek ki “birdenbire” ve önceden kestirilmeyen aralarla ortaya çıkan kutup yer değiştirmeleri, yeryüzü hayatında her seferinde yeni bir sayfa açmışlardır. Böyle bir döneme tanık olmuş varsayımsal bir kozmik gözlemcinin izlediği sahne oyunu, gerçekten de kabaca bir iki bölüm önce anlattığımız koşullara uygun bir biçimde oynanmış, benzer bir tablo sunmuş olmalı. Hatta, işi biraz daha ileriye götürerek, bu kozmik mekanizmanın ikide birde gelişmeye müdahale etmiş olması halinde, evrimin tekhücreliden biz insanlara kadar uzanagelen o serüveninin söz konusu 3-4 milyar yıl içine sığması gerçekten de zor olurdu demek bile mümkün. İzotoplara bağlı radyasyonun, evrimi sadece hızlandırmakla kalmayıp düzenli gelişme *sıçramalarına* zemin hazırladığını da anlatmıştık. Şu konuda anlaşalım: Dünyaya yakın uzaydaki o görünmez dev küre ve onun o, yüz binlerce yıla yayılmış “dev nabız hareketi” olmasaydı bugün neyse, gelecekte ne olacaksak o olamazdık.

Bundan 700 bin yıl önce yaşanmış son manyetik alan çöküntüsünün, nihai çöküntü olmadığını da unutmamalıyız. Jeofizikçiler, fosilleşmiş manyetizmin evrelerini geriye doğru izledikçe, aranın açıldığını biliyoruz. Son 76 milyon yıl içinde tamı tamına 170 kez manyetik alan çökmüş, kutuplar buna bağlı olarak en az bu sayının yarısı kadar yer değiştirmişler-

dir. Bu gelişmenin gele gele 700 yıl sonra önümüzdeki bin ya da birçok bin ya da birkaç yüz bin yıl içinde yeniden ortaya çıkmasını önleyecek akla yatkın tek bir neden yoktur ortada. Tersine, gelecekte de kutup yer değiştirmelerinin birbirini izleyeceğini gösteren bir sürü kanıt bulabiliriz. Elbette böyle bir manyetosfer çöküşünün, başka birçok nedenle o günlere ulaşamayacak olan insanlığın göremeyeceği kadar uzun bir gelecekte ortaya çıkması da mümkündür. Ama herhangi bir garantisi yoktur bunun; kaldı ki ihtimaller tersini işaret etmektedirler.

Sözgelimi Rus biliminsanları, sözünü ettiğimiz 76 milyon yıl içindeki “çöküşlerin” ortalama değerini alarak, daha önce de değindiğimiz gibi, bilinmeyen nedenlerle araların da gittikçe daraldığını ortaya koymuşlardı. Bundan 500 milyon yıl önce, iki manyetik alan çöküntüsü arasındaki ara 10-20 milyon yılı bulurken, bundan 200 milyon yıl önce, ortalama her 1 milyon yılda bir kez kutuplar yer değiştirmiştir. Sonraki 20 milyon yıl içinde bu aralar 250 bin yıla düşmüş, hatta kimi durumlarda 10 bin yıllık aralara bile rastlanmıştır. Glass ve Heezen, Rus meslektaşlarının bu bulgularını ironik bir dille kısaca şöyle ifade etmişlerdi: “Bundan sonraki kutup yer değiştirme olayı kestirilebilir bir yakın gelecekte ortaya çıkacaktır.” Kimse, gerçekten de ne zaman böyle bir altüst oluşun yaşanacağını bilecek durumda değildir. Ama böyle bir olayla karşılaşma durumunda ortaya çıkabilecek sonuçları tahmin etmeye, bu gezegen üzerindeki hayat ve yaşama koşullarına onca zamandan bu yana optimal ayak uydurmuş, bu nedenle de gezegenin tartışmasız tek hâkimi olan “insan” soyunun başına gelebilecekleri kestirmeye çalışırken, içimiz kararıp duruyor.

Burada son olarak en azından kısaca değinmemiz gereken bir başka bakış açısı daha bulunmaktadır. İnsan dahil yeryüzünde var olan bütün hayat biçimlerinin tarihsel, dolayısıyla da “bir kezlik” olma özelliğinden kaynaklanan kaçınılmaz bir durumdan söz ediyoruz. Evrim tarihi bir kez daha sil baştan yapıp ilk günden başlasa, sonuç 3-4 milyar yıl sonra muhakkak ki bambaşka olacaktır. Hatta evrimin sahnesi olan Dünya’nın aynı Dünya olması, sayısız başlangıç koşullarının hepsinin tıpatıp aynı kalması bile bu sonucu değiştirmeyecektir. Tıpkı öteki sayısız yaşama biçimleri gibi, biz insanlar da bugünkü halimize ulaşacak şekilde hiçbir zaman yeniden meydana çıkamayacağız, aynı şekilde öteki sayısız canlı biçimleri de bir daha o halleriyle var olamayacaklardır. Çünkü hayatı bu bildiğimiz haliyle hazırlayagelmiş rastlantıların sayısı, bir kez daha şimdiki sonuçların aynısının yeniden ortaya çıkmasına imkân vermeyecek kadar fazladır. Evrim tarihinin her anında, gelişmenin devamını sırtlamak üzere hazır bekleyen o tasarlanamaz çokluktaki imkânlardan şunun mu yoksa bunun mu gerçekleştirileceği konusunda karar veren faktörlerin, tarihsel, bir kezlik kombinasyonların, rastlantıların sayısı evrimi aynı sonuçlara götürmeyecek kadar çoktur. Başlangıçta, yeryüzünde hayatın inşası için emre amade bekleyen imkânların içinden, imkânların hepsine oranla neredeyse ihmal edilecek kadar küçük bir miktarının kullanılıp gerçekleştirildiğini sıkça hatırlatmıştık.

Bir örnek olarak atalarımızın türsel rakibi olan ve bundan yaklaşık 30-40 bin yıl önce gene türümüzün atalarınca soylarının yeryüzünden yok edildiği kabul edilen *neandertal* insanını ele alalım. Birçok araştırmacı, bizim atalarımızın

neanderthal insanlarından önemli teknik gelişmeleri öğrendiğini düşünmektedirler: Ateşin yakılması, taş aletlerin yapılıp kullanılması, duvarların süslenmesi, ölülerin gömülmesi ve hatta belli başlı dinsel düşünceler, bize *neanderthal* insanın mirası olabilirler. Neydi bu *neanderthal* insanı? Beyni, onunla evrim sahnesinde rekabet eden biz bugünkü insanların atalarından daha büyük olan, o çağlarda çağdışı atalarımıza göre çok üstün bir kültür gelişimini temsil eden; ama alt çenesinin şeklinden hiçbir kuşkuyla yer vermeyecek bir şekilde, konuşmadığı belli olan bu tür neyin nesiydi? Kimi araştırmacılar, bu koşulları göz önünde tutarak ve bu yok olup gitmiş rakibimizin beyin büyüklüğüne bakarak ciddi ciddi, *neanderthal* insanı evrim tarihinden çekip gitmiş olmasaydı, biz insanınkinden tamamen farklı anlaşabilme imkânları ve yolları geliştirebilirdi diye düşünüyorlar. Öyle ki, çenesinin biçimi nedeniyle konuşma ihtimali çok az olan bu yaratık, telepatik iletişime benzer biçimde düşünce aktarımı bile yapabiliirdi belki. Bunu artık hiçbir zaman bilemeyeceğiz. *Neanderthal* insanı, bu gezegen üzerindeki sonuna kadar değerlendirilmemiş sayısız imkândan sadece biridir. O bambaşka beyni ile şu içinde yaşadığımız dünyayı nasıl algılayıp yaşardı bunu, hiçbir zaman öğrenemeyeceğiz.

Tam İsabet Kozmik Bombardıman

Glass ve Heezen, okyanus dibi sondajlarında baştan beri bulmayı umdukları *radiolari* iskeletleri ve kozmik tozun dışında cam benzeri parçacıklara da rastladılar. Mikroskop altında bu parçacıklar yontulmuş cam kıymıklarını andırıyorlardı; ama saydam değil koyu yeşildiler. Kimileri damla biçimindeydiler, kimileri küçük düğmecikleri andırıyor, gene başkaları hemen hemen küre yuvarlaklığı gösteriyorlardı. Bu beklenmedik camımsı toz taneciklerinin en dikkate değer yanları ise, bunların bölgelere dağılımıydı. Hint Okyanusu'nun zemininden alınmış bütün numunelerde bunlara rastlamak mümkündü, ancak yalnızca bundan tamı tamına 700 bin yıl öncesine isabet eden katmanın içinden alınmış numunelerde olmak şartıyla. Bu da, o sözünü ettiğimiz 700 bin yıl önce manyetosfer çöküntüsü evresine karşılık gelen bir zaman dilimine işaret etmekteydi. Başlangıçta bu ilişkiye elbette hiçbir anlam verilememişti; aynı şekilde camımsı parçacıkların nereden geldikleri de bir muammaydı. Ancak parçacıkların biçimleri, araştırmacıları çok geçmeden doğru izin üzerine çekmeye yetecekti. Minerologlar bu türden karakteristik biçimli,

yontulmuş cam benzeri taşları çoktan beri biliyorlardı; sadece onların tanıdıkları tür, böyle minicik değil, bir çakıl taşı ile güvercin yumurtası büyüklüğü arasında gidip gelen türdü. Mineraloglar damla taşlara “tektit” adını takmışlardı. Mikroskobik büyüklükteki camımsı damlalar ve inciler, gerçekten de binlerce defa daha küçük olmakla birlikte bileşimleri aynen onlarınkini andırıyordu ve aynı yoldan oluşmuş oldukları konusunda kimsenin kuşkusu yoktu; bu yüzden de bunlara “monotektit”ler adı verildi.

Camımsı toz kürecikler minerolojik yönden böylece belirlendikten sonra, bunların 700 bin yıl önceki tabakalarda yoğunlaşmış olmaları apayrı bir anlam ve önem kazanmaya başladı. Çünkü normal tektitlerin Dünya’nın kozmik bir kaya ile, dev bir meteor ile çarpışması sonucunda ortaya çıktıkları konusunda herkes hemfikirdi neden beri. Gerçi iş buralara gelene kadar araştırmalar yılları almış, ancak altmışlı yıllara doğru nihai kanıtlar elde edilmişti. O aşamaya gelinceye kadar bu taşların kökeni, mineralbilimcileri yaklaşık iki yüzyıl boyunca uğraştırıp durmuştu. Bu taşlar arasında en iyi bilinenler Avrupa’da sık rastlanan ve Bohemya’da Moldau vadisinde bulundukları için kendilerine *moldavit* adı verilenlerdi. Moldavitler camı andıran yapıları nedeniyle o bölgelerde yüzyıllardan beri süs taşı olarak kullanılmaktaydı. Ama işte bu camımsı özellikleri bu taşların mineralbilimcilerin başına iyice dert olmalarına da yol açmıştı. Çünkü bu özelliklerine bakılacak olursa, bunların erime yoluyla kaynaşmış bileşimler olmaları gerekiyordu. Bu durumda da bunların volkanik kökenli taşlar olma ihtimali kuvvet kazanıyordu. Gelgelelim Bohemya bölgesinde, tarih boyunca volkan namına bir şeyin

var olmamış olduğu konusunda da jeologların en ufak bir kuş-
kuları yoktu. İşte bu kafa karışıklığı içinde, yüzyıllarca önce
bölgede büyük bir cam imalathanesinin çalıştığını, söz konusu
moldavitlerin de üretim sırasında parçalanmış şişelerin par-
çacıkları olabileceğini bile düşünenler çıkmadı değil. Bu ne-
denle geçen yüzyılın başlarında bu taşlara “şişe taşı” anlamına
gelen “bouteill taşları” adı takılmıştı. Ne var ki böyle bir cam
imalathanesinin Bohemya’da faaliyet göstermiş olduğuna iliş-
kin tek bir tarihsel belge yoktu ortada. Üstelik olmuş olsa bile,
bugünkü sanayi tesislerini andırır bir büyüklükte olması ge-
rekirdi bu yerin, çünkü söz konusu cam kırıkları birkaç yüz
kilometrekarelik bir alana dağılmışlardı.

Derken geçen yüzyılın ortalarına doğru hemen hemen
aynı taşların dünyanın değişik köşelerinde de bulunduğuna
ilişkin bilgiler birikmeye başladı. Örneğin bir Fransız jeolog
bunları Çin Hindî’nden getirmişti. Kısa süre sonra da Char-
les Darwin aynı taşları ünlü Avustralya gezisinde keşfetmekte
gecikmedi. Ardından aşağı Hindistan’da ve Filipinler’de de
söz konusu taşlara rastlandı. Güney Asya’daki bulgular ise sık-
lık bakımından dikkat çekiciydiler ve taşlar nereden getiri-
lirlerse getirilsinler, bunların tıpatıp aynı kimyasal ve mine-
rolojik özellikleri gösterdikleri anlaşıldı; sonunda moldavit-
ler de dahil olmak üzere hepsine “tektit”ler adı verilmesi uy-
gun görüldü.

Yüzyılımızda da bu taşlar iki yeni bölgede daha keşfedildi-
ler. Fildişi Sahili’nin yakınında (Batı Afrika kıyılarında) ve Tek-
sas’ta. Ama taşlar nerede bulunup ortaya çıkartılırlarsa çı-
kartılınsınlar karşılaşılan sorun hep aynıydı. Taşların hepsi ca-
mımsı bir alaşımdan oluşmuş izlenimi veriyorlardı ve bunların

bulunduğu hiçbir bölgede geçmişteki volkanik bir faaliyetin en ufak bir belirtisi bile yoktu.

Bilmecenin çözümüne götürecek ilk adım, Heidelberg Max-Planck Nükleer Fizik Enstitüsü'nün müdürü Wolfgang E. Gentner, 1959 yılında Dünya'nın değişik bölgelerinden toplanmış bu taşların yaşlarını izotop yöntemiyle bulma fikrini hayata geçirmeye kalkıştığında atıldı. Araştırmalar sırasında Gentner ve meslektaşları şaşırtıcı bir bulguyla karşılaştılar. Deney ve incelemeleri istedikleri kadar tekrarlasınlar, bu taşlar, eninde sonunda dört ayrı yaş grubunda öbekleniyorlardı. Örneğin isterlerse Çin-Hindi'nden gelsin isterse de Filipin, Java Borneo ya da hatta Avustralya'dan, bu öbekteki taşlar tamı tamına 700 bin yaşındaydılar. Batı Afrika bölgelerinden alınmış numuneler ise yaklaşık 1 milyon yıllık bir geçmişe sahiptiler. Geri kalanlar 14,6 milyon yaşında, gene Texas kökenliler ise çok çok uzak geçmişlere işaret edercesine, 34 milyon yaşındaydılar. Yaşı incelenen her taş, eninde sonunda bu dört tarihsel dilim öbeğinden birine giriyordu.

Öyleyse, bugüne kadar incelenebilmiş taşlardan yola çıktığımızda, yeryüzünde dört kapalı bölgeyle karşılaşılıyordu. Öyleyse her bir öbekte yer alan taşların, söz konusu tarihlerden hemen önce herhangi bir jeolojik ya da kozmik olayın etkisiyle meydana gelmiş olmaları gerekiyordu. Ve o olay neydiyse, son 35 milyon yılda tam dört kez yaşanmış olmalıydı yerkürede. Avustralya'nın güney ucundan Çin steplerine kadar sayısız kırıntı bulunduğu göre de, söz konusu olay muazzam boyutlarda gerçekleşmiş olmalıydı.

Gentner ve meslektaşları bu soruya da doyurucu bir yanıt bulmakta gecikmediler. Öylesine geniş alanlara bu camımsı

taş kalıntılarını aynı anda serpiştirecek doğa olayı, olsa olsa kozmik ölçekli ve kökenli olmalıydı; başka deyişle, taşları birer eriyik kırıntısı gibi sağa sola saçan kütle, dev bir meteoran başka bir şey olamazdı. Bir an için Ay'ın yüzündeki, göktaşlarının açtıkları krater deliklerini düşünecek olursak, söz konusu kozmik kayaların herhangi bir kozmik cisim ile çarpışmaları durumunda ortaya çıkabilecek sonuçları da kolayca tasarlayabiliriz. Dünya, Ay'dan daha büyük olduğu, dolayısıyla da ona göre çok daha geniş ve büyük bir hedef tahtası oluşturduğuna göre, kendi tarihi boyunca uydusuna kıyasla çok daha fazla kozmik bombardımana maruz kalmış olmalıydı. (Bu bağlamda Dünya'nın yerçekiminin ilk anda sanılacağına aksine hiçbir rolü bulunmadığına işaret etmemiz gerekir. Çünkü gerçekte meteorlar aslında "düşmemektedirler"; olup bitene kozmik düzlemden bakmaya çalışırsak, Dünya'nın ve öteki cisimlerin kendi yörüngeleri üzerinde "düz" hareket ettiklerini, dolayısıyla, bu buluşmaların, "cepheden", iki koçun, Dünya ile göktaşının tolaşmasını andırır çarpışmalar anlamına geldiğini kolaylıkla kavrarız.) Bilindiği gibi, Dünya, Ay'a göre çok daha fazla hedef teşkil etmiş olmasına rağmen gene de Ay gibi delik deşik bir yüze sahip değildir; bunu, bir yandan kendisine ulaşan dev göktaşlarını cayır cayır yakan atmosfere borçlu olduğunu da söylemek bile gereksiz. Atmosfere giren taşlar, kısa sürede zararsız kırıntılara, serpintilere dönüşmektedirler; ama gene de çok ender durumlarda bile olsa, şöyle birkaç bin hatta yüz bin yıllık, milyon yıllık aralarla atmosfere hızla çarpmasına rağmen tamamen yanıp erimeyen, kendisinden arta kalan parçaların öfkeyle, o kozmik hızın sonucu yeryüzüne çarptık-

ları meteorlara da rastlanmaktaydı. Uzaydaki gezisi sonucunda yolu Dünya'ya düşen ve kalıntıları yer yer kraterlere yol açmış sayısız göktaşının izleri, zamanla gene rüzgâr ve hava şartlarının etkisiyle silinmiş; söz konusu doğa olayları, kraterleri dümdüz ettikleri gibi bu çukurları da doldurmuşlardır. Bu düşüncelerin mantıki sonucu olarak söz konusu taşların, izleri silinmiş krater çevresindeki artıklar olabileceği varsayımı güçlendi.

İşte bu düşüncelerin geçerliliğini tartan Heidelberg ekibi, Almanya'da, Frankfurt-Stuttgart arasında kalan Nördlingen bölgesindeki ilginç jeolojik oluşuma dikkatlerini yönelttiler. (*Bkz. Resim 16*) 20 kilometre çaplı, neredeyse pergelle çizilmiş gibi yuvarlak bir daire oluşturan bu Jura devri kalıntısı jeolojik katman, çevrenin jeolojik yapısına tamamen aykırı özellikleri ve görünümüyle oldum olası biliminsanlarının dikkatini çekmekteydi. Ayrıca söz konusu bölgenin 100 kilometre kadar güneyinde de kökeni gene bu bölgeye ait olması gereken ve kimyasal analizler sonucu Ries bölgesindeki kalıntılarla akrabalık gösterdikleri anlaşılan taş parçaları daha 1920'lerde jeologların kafasını karıştırmıştı. Nördlingen kasabası civarındaki bu bölge, dev bir volkandan artakalmış krater ağzı görüntülerini mi sunuyordu? Bu dev "ağzın" çevresini tipik bir krater görünümü verecek şekilde halka halka çevreleyen katmanların tabanında bulunan camımsı eriyik bileşimleri bu varsayımı güçlendirecek özellikteydiler.

Ama öte yandan hemen bütün jeologlar, söz konusu kraterin eski bir volkana ait olmayacağını da adları gibi biliyorlardı. Kayaların diplerindeki camımsı oluşumlar, volkanik madde artığı ile hiçbir benzerlik taşıyorlardı. Nördlingen'de-

ki bu krater ağzını andıran bölge, moldavit dediğimiz söz konusu camımsı taşların sık rastlandığı Bohemya'nın yaklaşık 300 kilometre kadar güneyine düşer. Önceleri krater ağzının eski bir volkanın mirası olduğu görüşü neredeyse kesindi ama, sözünü ettiğimiz tutarsızlıkların da farkında olan Heidelbergli fizikçiler, 1962'de Nördlingen bölgesindeki kalıntıların yaşlarını belirlemeyi akıllarına koydular. İşte şaşırtıcı sonuç: Buradaki taşların yaşı istisnasız 14,5 milyon yıllık bir geçmişe işaret etmekteydi. Öteki deyişle, bu taşlar, 300 kilometre kuzyeideki Bohemya bölgesindeki taşlarla yaşıttılar. Eh, kanıt zinciri böylelikle tamamlanmış oluyordu.

Öte yandan araştırmacılar, artık neyi aradıklarını bildiklerinden, söz konusu krater ağzının çevresindeki katmanları incelediklerinde ansızın ortaya çıkmış korkunç bir ısınmanın varlığına işaret eden belirtileri, incelenen madde üzerinde tespit etmekte gecikmediler. Artık işin acabası falan kalmamıştı: Burada, 14,5 milyon yıl önce dev bir meteor tam bu bölgeye “çarpmıştı”. Kozmik taşın, yaklaşık 1 kilometrelik bir çapı vardı büyük ihtimalle. Dünya yüzeyine ansızın toslar toslamaz birden hızının kesilmesi sonucunda oluşan ısının yol açtığı patlama, yüzlerce hidrojen bombasının sebep olabileceği kadar enerjinin serbest kalmasına sebep olmuştu. Eriyen taşların oluşturduğu “şarapnel” parçaları, havadan 300 kilometre ötedeki Bohemya'ya kadar dağılmıştı; bugün orada, 300 kilometre güneyde bulduğumuz moldavit dediğimiz taşların kökeni de böylece açıklanmış oluyordu; bunlar 14,5 milyon yıl öncesine rastlayan kozmik “facianın” kalıntılarıydılar.

Bu taşların havada her yöne dağılmamış ve Bohemya bölgesinde nispeten sınırları belli bir alana yayılmış olmalarının

da akla yatkın bir açıklaması bulunmaktadır. Böyle, çapı 1 kilometre tutan bir kaya kozmik bir hızla, yani saniyede 20-30 kilometre bir hızla Dünya atmosferinin içinden geçip eğri bir çizgi üzerinden Dünya'nın yüzeyine çarptığında, aerodinamik yasaları gereği arkasında hava boşluğuyla oluşmuş geçici bir hortum bırakır. İşte bu hortum, o çarpma sırasında korlaşmış sıvılaştırmış materyali emen dev bir elektrik süpürgesi etkisi yapmış olmalıdır. Başka bir deyişle erimiş minerallerin büyük bir kısmı korlaşmış-beyaz fıskiyeler misali yatay bir yönde havaya dağılmış, sonra dev bir kavis çizerek ileride 300 km güneyde yeniden yere çarpmışlardır. Bu başarıdan cesaret alan Gentner ve meslektaşları, Batı Afrika taşlarının kaynağı görünümündeki krateri de "masaya" yatırdılar. Sonuçta Gana bölgesindeki Bosumtwi gölünün, nispeten çok küçük çaplı, 7 km'lik bir kozmik kayanın yol açtığı çukurun suyla dolmasıyla meydana geldiğini tespit etmek uzun sürmedi. Söz konusu durumda da, meteorun sebep olduğu krater ile camımsı taşların yayıldığı alan gene yaklaşık 300 kilometrelik bir çapa sahipti.

Güney Asya ve Teksas taşlarının kaynağı olabilecek kozmik kökenli kraterler ise seksenli yıllara kadar bulunmuş değildi. Özellikle Güney Asya taşlarına yol açmış olması muhtemel çarpışmanın kraterinin geçen yüzyılın son çeyreğine kadar hâlâ bulunamamış olmasını açıklamak zordur.^(*) Avus-

(*) Bugün bilinen belli başlı kraterler şunlardır:

1) Güney Afrika'daki Vrederfort krateri. Çapı 180-320 km arasında. Bugünkü kalıntısı 50 km. Tahminen 2-3,4 milyon yıl önce oluştu.

tralya, Güney Çin ve Filipinler arasında kalan bu yayılma bölgesinin genişliğini göz önünde tutacak olursak, o bölgeler arası bir yerlere bundan yaklaşık 700 bin yıl önce çarpmış olması gereken meteorun hatırı sayılır bir büyüklüğe, şöyle çift sayılı kilometrelerle ifade edilebilecek bir çapa sahip olmuş olması gerekir. Söz konusu çarpışmanın etkilerinin ise hemen bütün yeryüzüne dağılmış olabileceğini kabul etmeliyiz. Bu çarpışmadan kalan taşların toplam kütlesi Amerikalı jeologlar tarafından 250 milyon ton olarak hesaplanmaktadır. Böy-

-
- 2) Kanada, Quebec'teki Sudbey çanağı. Çapı 200-250 km. Tahminen 1,8 milyar yaşında.
 - 3) Meksika, Yucatan'daki Chicxulub krateri. Çapı 200 km. (Dinazorların yok oluş teorilerinden en güçlüsünün kaynağı.) Tahminen dünyamıza 65 milyon yıl önce çarpmış olan bir göktaşının, tsunamilere ve orman yangınlarına yol açtığı, dinazorların ve başka birçok türün bu felaketle birlikte evrim sahnesinden çekildiği düşünülmektedir.
 - 4) Kanada, Quebec'te Manicouagan krateri. Çapı 100 km. (kalınlığı 72 km). Tahminen 214 milyon yaşında.
 - 5) İsveç'teki Siljan krateri. 360 milyon yaşında tahmin edilen bu krater 50 km çapı ile Avrupa'nın bilinen en büyük krateri olma unvanını taşımaktadır.
 - 6) Bavyera'daki Nördlinger yarığı ve gene 40 km ötesindeki Steinheimer çanağının tek bir göktaşının yarılıp yere çarpması sonucu aynı anda ortaya çıktığı düşünülmektedir. (14,5 milyon yaşında)
 - 7) 2001 yılında Kuzey Denizi'nde keşfedilen Silverpit krateri sadece 2,4 km'dir, ama çevresinde 10 km'lik bir çapa sahip halkalar bulunmaktadır. Yaşı 65 milyon yıl olarak tahmin edilen bu kraterin kaynağı henüz bilinmemektedir.
 - 8) En son, 2006 yılında Antarktika buzulunun altında keşfedilen 480 km çaplı Wilkensland kraterinin de, 250 milyon yaşında olduğu tahmin edilmekte, ancak kaynağı bilinmemektedir. (Ç.N.)

le bir “tam isabet” (*deep impact*) çarpmanın sonucunda ortaya çıkmış olması gereken kraterin yerinin bulunması aslında hiç sorun olmamalıydı; üstelik geçmiş 700 bin yıl gibi nispeten kısa sayılacak bu olayın izleri öyle kolay kolay silinmiş olamazdı yeryüzünden. Hatta okyanus dibinde kalmış olsa bile. Üstelik yüzeydeki koşullara göre daha elverişli olan sualtı koşullarında daha da iyi korunmuş olacağından, onu araştırmacıların elleriyle koymuş gibi bulmaları normaldi. Gentner de dahil olmak üzere birçok araştırmacı, akla gelebilecek tek ihtimali, kraterin kutup buzulları altında bir yerde olma ihtimalini, araştırmaların çıkış noktasına koymuş durumdaydılar. Antarktika anakarası altında yattığı kabul edilen kraterin bulunması için, araştırmalar o gün bu gün sürmektedir.”

Bulunur ya da bulunmaz, ancak hemen bütün yerküreyi etkilemiş olduğu izlenimi edindiğimiz ve tarihsel çizgide (şimlilik) en son meteor çarpışması olayının bundan tamı tamına 700 bin yıl öncesine rastlaması, gene aynı şekilde, en “son” manyetik alan çöküntüsünün ve kutupların yer değiştirme olayının da 700 bin yıl öncesine denk gelmesi, her iki kozmik olay arasındaki bağı göstermektedir. Gerçi gezegenimizin sıvı çekirdekindeki dinamonun çalışma tarzı hakkında çok az şey bildiğimizi hep söyledik; normal işleme halinde manyetik koruyucu şemsiyeyi ayakta tutan bu dinamoya öylesine güçlü bir kozmik çarpışmanın ne türden etkiler yapmış olabileceğini söylemek de güçleşmektedir dolayısıyla. Ancak çekirdekteki metalik eriyiğin düzenli dönüş turlarının, dinamonun çekirdekindeki çubuğunu oluşturan bu mekanizmanın, bundan 700 bin yıl önce, tahmin edilen ölçekteki bir isabetin so-

nucunda önemli ölçüde dengesini kaybetmiş olabileceğini düşünmek zor değildir. Kilometrelerce uzunluktaki bir çapa sahip olmuş olması gereken o göktaşı, dinamonun çekirdek çubuğunun ritmini bozmakla kalmamış, evrimin akışına da önemli etkileri olmuştur.

Hint Okyanusu tabanında yapılan delme araştırmalarından elde edilen numunelerin bulunduğu katmanın tamı tamına o 700 bin yıl önceki döneme karşılık gelmesi, biliminsanlarının ilintileme konusundaki kuşkularını da hemen hemen ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca o varsayımsal meteorun Dünya'ya tam isabet çarpması sonucunda ortaya çıkan mikro-parçacıkların kalıntıları da denizin bu 700 bin yaşındaki katmanı içinde bulan araştırmacılar, kozmostan çiseleyen yağmurun, yeryüzündeki evrimin seyrini ansızın hızlandıran etmen olma ihtimalini güçlü bir ihtimal olarak kabul ediyorlar. Özetleyecek olursak, bundan tamı tamına 700 bin yıl önce Dünya ile çarpışan bir dev göktaşı, bir “deep impact” olayı, manyetik alanın parçalanmasına yol açmış, bu parçalanma ardından ortaya çıkan güneş rüzgârı bombardımanı bir dizi atomun izotopunun oluşumunu hazırlamış, söz konusu izotopların radyoaktif karakteri de evrimi hızlandıran, kimi türleri yok edip kimilerinin önünü açan mutasyonlarla buluşturmuştur.

Yeryüzündeki hayatın evriminin sıçrayışına yol açan bu büyük “çarpışmanın” rastlantısal karakterinin altını çizmekte yarar vardır. Gerçekten de bu meteor çarpma “öyküsünün” rastlantısal, bu anlamda tarihsel ve bir kezlik olma özelliği, yol açtığı sonuçlarla birlikte bundan sonra da yol aç-

cağı her türlü gelişmenin rastlantısal karakterini hazırlamaktadır. Çünkü hangi türlerin bu olayın yol açtığı evrim hızlanması süreçlerinden yararlanıp gelişeceği, hangilerinin ise kaçınılmaz olarak evrimin mezarlığını boylayacağı kararı, bir zorunluluk, tekrarlanan olayların bir kaçınılmaz sonucu değil, tamamen bu olaya bağlı olarak rastlantısal belirlenmiş bir karardır. Böyle bir “kozmetik piyango” kime yarar kime zarar getireceğinin salt rastlantıya bakması, Rus bilginlerinin bulguları ile, yani manyetik şemsiyenin çökme evreleri arasındaki sürelerin, zamanımıza doğru yaklaştıkça “azaldığı” biçimindeki inkâr edilmez tespit ile, belki sanılacağı gibi çelişmemektedir aslında. Kutup yer değiştirme olaylarının sıklığının gittikçe artması, bu artışın, henüz bulunmamış bir yasallığın marifeti olduğu anlamına kesinlikle gelmemektedir çünkü. Belki ilk ağızda, periyotlar arasındaki sürenin gitgide kısalması olayının arkasında doğal bir ilişkinin zorunluluğunu aramak akla yatkın gelebilir. Ancak, böyle bir yasal zorunluluğun varlığı Dünya’ya çarpan gökcisimlerinin keyfi davranmadıkları anlamına gelecektir ki, bu varsayım da oldukça mantık dışıdır. Olup bitenin açıklaması, kutup hareketlerinin zamanımıza doğru yaklaştıkça sıklaşması durumunun yorumu, söz konusu olayların rastlantısal karakterinin altını çizmemize engel olmayacaktır. Çünkü uzay, bildiğimiz gibi, boştur ve ayrıca her bölgesi, aynı özellikleri taşımak zorunda da değildir. Dünya, sisteminin merkezindeki Güneş’e bağlı olarak saniyede yaklaşık 30 kilometre bir hızla Samanyolu galaksisi içinde “uçmaktadır”. Dolayısıyla da, bu yolculuk sırasında, son birkaç milyon yıl içinde, Samanyolu’nun

içinde, henüz bilmediğimiz nedenlerle göktaşlarının ve özellikle dev oluşumların cirit attığı bir alana girmiş olabiliriz. Bu “bölgedeki” gökcisimleri, meteor ve dev blok miktarı, herhangi nedenlerle, Dünya’nın on beş, yirmi, otuz milyon yıl önce seyir ettiği alandakilerden rastlantısal olarak daha fazla ve yoğun olabilir. Dünya’nın Güneş sisteminin bir ögesi olarak yaptığı “uzay yolculuğunun” kendine çarpan piyangosudur bu gelişme.

Gerçekten de gökcisimlerinin, meteorların, daha önceki yolculuk sırasında alışlagelmiş bölgelere oranla iyice yoğun bulunduğu bir kozmik bölgeden “geçiyorsak”, uzayın derinliklerinde bir yerlerde başını almış giden, amaçsız, ereksiz, saniyede bilmem ne kadar kilometre hızla yol alan ve milyonlarca ton çeken serseri bir dev meteor, aramızdaki katrilyonlarca kilometrelik (varsayımsal) uzaklığa rağmen, aynı düzlem üzerinde hareket ediyor ve bize doğru yaklaşıyor olabilir. Belki on, elli, yüz bin yıl sonra, rastlantısal birikimler, bu kozmik “serseri mayını” tam yolumuzun üzerine çıkaracaktır. Öyle bir çarpışmanın etkileri Dünya’yı zangır zangır titretecek, yer sarsıntıları, deprem dalgaları koskoca anakaraların altını üstüne getirecek, ayakta kalan her şeyi silip süpürecektir. Ama en başta, sıvı çekirdekteki dinamounun işleyişini engelleyecek, mekanizma rayından çıkınca, Dünya’yı saran manyetik şemsiye çökecek, giderek kutuplar bir kez daha yer değiştirme serüvenine başlayacaklardır. Sonuçta evrim bir kez daha sıçrama gerçekleştirecek, o zamana kadar geçerli ola gelmiş biyolojik düzen çökecek, gezegenin hayat biçimleri bambaşka biçimlere doğru evrilmeye başlayınca hayatın gö-

r n m  de değişmeden edemeyecektir. Değişen yeni  ehre, çöken eski biyolojik düzenin yerine geçecek yeni, o zamana kadar bilinmeyen, tanınmayan yaşama biçimlerinin oluşturacağı bir başka düzenin çehresi olacaktır. *Geçmişte sık sık tekrarlanmış bir oyundur bu, gelecekte tekrarlanmaması için de akla yatkın hiçbir neden ve gerekçe bulunmamaktadır.*

Uzaydaki “Madde Takası”

Tektit denen taşların, Ay’dan Dünya’ya “düşmüş” olabileceğini ileri süren biliminsanları da var. Bu insana önce biraz şaşırtıcı gelen varsayımı gerçekten de destekler görünen çürütülmesi zor argümanlar bulunmaktadır. Bunlardan biri, göktaşının çarpmasının ardından söz konusu camımsı oluşumların, meteorun çarptığı bölgeden 300-400 kilometre uzaklara kadar dağılmaları sırasında yapmaları gereken ve atmosferin içinde geçen bir yolculuğa göğüs geremeyecek kadar yoğunluktan, sertlikten yoksun oluşları itirazında kendini ele vermektedir. Aerodinamik hesaplamalar, belli bir merkezden bu kadar uzaklara kadar yolculuk eden taşların sürtünme ısısı nedeniyle buharlaşması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Oysa aynı taşlar, çok daha düşük hızlarda Ay yüzeyini terk edip, gene buharlaşmalarını önleyecek bir tempoyla yer yüzüne inmiş olabilirler. Gerçi bu durumda bile bu taşların yüzeyi buharlaşacak kadar ısınıp sıvılaşmış olacaktır, ama bu durum, sadece taşların yüzeyinin birkaç milimetre kadar altına uzanacak, gerisi sürtünmeden bu ölçüde etkilenmeyecektir. Ukrayna’da 1960 yılında düşürülen ve epey baş ağrıtan efsanevi casus uçak U 2’nin konstrüktörü Amerikalı araş-

tırmacı Chapman yetmişli yıllara doğru tektitlerle çok ilginç deneyler yapmıştır. Chapman yapay ve doğal tektit taşlarını kendi geliştirdiği “rüzgâr kanalı” içinde ısıtıp onları ergime noktasına kadar getirmiş, daha sonra bu ergimiş, gevşemiş yüzeyde, doğal tektit taşlarının karakteristik görünümünü oluşturan kabarcıkları ve şeridimsi çizgileri meydana getirebilmek için ne kadar rüzgâr gücüne ihtiyaç olduğunu araştırmıştı. Bilim dünyası, Chapman’ın ortaya çıkardığı sonuçlardan oldukça etkilenmişti. Belli bir yörüngeden gelip Dünya atmosferine giren bu ölçeklerdeki bir taşın hızından ötürü ortaya çıkan sürtünme (rüzgâr hızı), deneylerdeki sonuçlarda elde edilen rüzgâr değerine tam denk gelmekteydi.

Elbette işin uzmanı olmayan herkesin bu hipotez karşısında dilinin ucuna gelen soru, peki de, hangi güçler söz konusu taşları blok halinde Ay yüzeyinden uzaya, dolayısıyla Dünya’nın çekim gücünün alanına kadar fırlatmış olabilirler sorusu, uzmanlar için cevabı hiç de zor olmayan bir soruydu. Bilindiği gibi Ay’ın çekim gücü Dünya’nın yerçekiminden kat kat daha azdır. Ay’dan uzun namlulu bir topla uzaya fırlatılacak varsayımsal bir yapay uydu hiçbir güçlükle karşılaşmadan Ay’ın yörüngesine oturtulabilecektir, hatta Dünya’nın çekim alanına kadar ulaşabilecektir. Çarpmayı frenleyecek bir atmosferden yoksun Ay yüzeyine çarpacak belli büyüklükteki bir göktaşının yol açacağı patlama, bu yüzeyden koparacağı her türlü malzemeyi kolaylıkla uzaya fırlatacak kadar enerji oluşturur. Hatta hesaplamalara bakılacak olursa, bu türden meteor bombardımanları sonucunda meteor yağmuru nedeniyle Ay’a sürekli ilave olan malzemenin çok daha fazlası, tersi yönde hareketle Ay’dan uzaya saçılıp durmak-

tadır. Uzay boşluğuna dağılan bu malzeme de eninde sonunda Dünya'nın çekim alanına girip yeryüzüne inmektedir.

Bütün bunlara rağmen, söz konusu tektit taşlarının Ay kökenli olmadıkları bugün hemen hemen kesinleşmiş bilgiler arasındadır. Bunlar yerkabuğunun aniden kristalleşmiş maddeleridir: Bazı Amerikalı bilimcilerin Ay taşı demeye bayıldıkları Ay kökenli maddelerin incelenmesinden elde edilen sonuçlar, yeryüzündeki camımsı, yüzeyi oluklu bu taşların Ay kökenli olamayacağını kanıtlamıştır. Gene Gentner ve meslektaşlarının çeşitli yöntemlerle bu yeryüzü taşları üzerinde yaptıkları incelemelerde bunların kesinlikle Dünya'ya ait, yeryüzü kökenli maddeler olduğu ortaya çıkınca, "Ay taşı" teorisini de geçerliliğini yitirmiştir.

Heidelbergli fizikçilerin, incelemeleri hangi kılı kırk yaran özenle gerçekleştirdiklerine bir örnek vermek için, söz konusu taşların içerdikleri küçük kabarcıkların içine sıkışmış gazları bile kimyasal analizlerden geçirdiklerini ve aynı gazları yeryüzü atmosferinin bileşimleri ile karşılaştırdıklarını da anımsatabiliriz. Elbette milimetrenin kesirleri küçüklüğündeki çaplarıyla bu kabarcıkların içerdikleri o gazların yapısal özellikleri ile atmosferin özelliklerinin en ince ayrıntılarına kadar örtüşüklerini söylemek bile gereksiz. İşte bütün bu bulguların sonucunda, bilimce kabul edilen açıklama, bölüm başından beri anlatageldiğimiz olayların merkezindeki bu taşların, yere çarpan göktaşları yüzünden ısınıp akışkanlaşan maddenin, gene çarpmanın etkisiyle atmosfer içine dağılıp 100-300 kilometre ötelere düşecek şekilde kristalleşip yeniden yeryüzüne dönmeleriyle oluştuğu şeklindedir. Atmosferin kilometrelerce üstüne çıkan sıvılaşmış madde, buralarda soğuk ta-

bakalarla temas eder etmez iri damlalar biçiminde katılaşıp, dolayısıyla da bu damla taşlar yeniden atmosfere girişleri sırasında tekrar ısınıp korlaşmış, bu sürtünme sırasında da o klasik biçimsel özelliklerini kazanmışlardır. Bugün bilinen bölgelere söz konusu taşların yayılması ancak böyle açıklanabilmiş, böylece bilmece de çözülmüş sayılmaktadır.

Tektit taşlarının Ay kökenli olmadıkları kesinlikle belli olmuş olsa da, söz konusu araştırma ve incelemeler, yeryüzünün gene de kozmik maddeden geçilmemesi gerektiği görüşüne ağırlık kazandırmakta gecikmemişlerdir. Daha önce kimsenin aklına gelmeyen bir düşünceydi bu. Gerçi, daha önce de belirttiğimiz gibi, her yıl 5 milyon ton kozmik tozun gezegenimize çiselediği, oldukça uzun süreden beri bilinmekteydi. Ama meteor tozunu, bütün bir gezegen yüzeyine yayacak olursak, santimetrekaşe milyonda bir gramdan bile daha az bir miktar düşer. İşte Ay üzerine düşen göktaşlarının burada yol açtıkları patlamalar sonucu uzaya, dolayısıyla bize ulaşan maddelere dikkati çeken tektit taşı araştırmaları, bu bağlamda, biliminsanlarının akıllarını başlarına getirdi diyebiliriz. Söz konusu araştırmaların yol açtığı hesaplamalar, gökten sadece metal tozu yağmadığı gerçeğini gözler önüne sermişti. İyi kötü düzenli aralıklarla Dünya'ya ve Ay'a uzayın her yönünden meteor yağmaktadır. Bu meteorların çarpmasıyla açığa çıkan enerji, gerçekten de düşenin birkaç katı maddenin uzaya saçılmamasına yetip de artmaktadır. Ve Dünya'nın yerçekimi bu maddeleri eninde sonunda yeryüzüne getirmeye yetecek kadar büyüktür. İşte bu olay birkaç milyar yıldan bu yana süregeldiğine göre, yerkürenin yüzeyi, hiç boşluk kalmaksızın, Ay malzemesiyle örtülmüş olmalıdır. Hiç

kuşkusuz, hepimiz günün birinde elimizde bir Ay taşı tuttuk ya da tutacağız. Sadece, bunların Ay kökenli olduklarını o an çıplak gözle teşhis etmemiz imkânsızdır; bu nedenle de Ay kökenli bir madde ile karşı karşıya olduğumuzu fark bile etmeyiz.

Öte yandan yeryüzünde sağa sola dağılmış olarak duran uzaydan gelmiş maddelerin kaynağı sadece meteorlar ya da Ay değildir. Güneş sisteminin her yanından atmosferimize gece gündüz taş yağmakta, bu olay halk ağzında “yıldız kayıyor” diye ifade edilmektedir. Atmosferimizde kor kor yanan bu kozmik maddeler, Dünyamıza durmadan eklenen dünya dışı maddelerden başka bir şey değildir. Ancak Güneş sistemi istediği kadar muazzam boyutlarda olsun, yeryüzüne tarihinin başlangıcından beri akıp duran kozmik maddelerin biricik sorumlusu değildir.

Bu kitapta kimi kuyruklu yıldızların yörüngelerinin Güneş sistemimizin sınırlarına kadar uzandığını, aynı şekilde bize Samanyolu içinde en yakın durumdaki öteki güneş sistemlerindeki kuyruklu yıldızların bazılarının da o sistemlerin periferik alanlarında dolaşıp durma ihtimalinin yüksekliğinden söz etmiştik. Ve demiştik ki, arada sırada böyle bir kuyruklu yıldız kendi sisteminin sınırından geçip öteki güneş sisteminin çekim alanına girerek davetsiz misafir örneği, bu sisteme dahil olabilir. Ve eğer böyle bir kuyruklu yıldızın günün birinde yolu bizim gezegenimizin yakınlarına düşecek ya da herhangi bir gezegenin çekim alanına giren böyle bir kuyruklu yıldız parçalanacak olursa, eninde sonunda bizim nasibimize de bu parçalanmadan bir şeyler düşmesi çok mantıklı bir sonuçtur. Sayısız meteor parçasına ayrılmış bir kuy-

ruklu yıldız başı, artık hangi gezegenin çekim alanına teslim olmuşsa, oraya yağacaktır.

Anlayacağınız, bizim gezegenimizin yüzeyi de başka güneş sistemlerinden binlerce ama binlerce yıl önce ayrılmış, yolunu şaşırıp sistemler arasında seke seke bizim Güneş sistemimize kadar gelebilmiş kuyruklu yıldızların sağladıkları kozmik malzemeye ev sahipliği yapmaktadır. İnsanı büyüleyici bu akıl yürütme, henüz yeni yeni keşfedilmiş kozmik bağlantıların sadece bir başlangıcını oluşturmaktadır. Yetmişli yıllara doğru uzayın derinliklerinden elde edilen görüntülerde, uzaydaki “uçuşları” sırasında birbirlerine iyice yaklaşmış galaksilerin içerdikleri kozmik tozun bir galaksiden ötekine uzanan ilginç köprüler kurduğu belirgin biçimde görülebilmektedir. Galaksi sistemlerinin muazzam çekim güçlerinin etkisiyle, sistemlerin içerdikleri kozmik tozla birlikte meteor maddeleri de sistemler arasında muazzam bir madde alışverişi bağlantısı kurabilmektedirler. Aralarında yüzbinlerce ışık yılı uzaklık bulunan böyle iki sistem arasında uzayda kurulmuş bu köprüler üzerinden akan madde, bir tür, kozmik maddenin dolaşımı anlamına gelecek süreçler oluşturmaktadır.

Söz konusu madde dolaşımı ya da yeryüzündeki biyolojik hayatın temel bir ilişkisini tanımlarken “madde özümsemesi” diye tarif ettiğimiz aynı anlamdaki süreçler, bir bakıma bunlarla benzerlik göstermektedirler. Bizim galaksimizde de başka galaksilerden gelmiş madde bulunmaktadır. Bunu büyük bir ihtimal olarak kabul edebiliriz. Yoksa, astronomların, tesadüfen çıktıkları sınırlı bir iki kozmik fotoğrafta, bu türden madde transferine işaret eden galaksilerarası bağlamdan görüntü yakalayabilmeleri ihtimali sıfıra yakın olurdu. Baş-

ka deyişle, evrendeki galaksilerin çoğunluğu arasında benzer madde transferi köprülerinin bulunduğunu, bu galaksilerden birinin de bizim Samanyolumuz olduğunu kabul etmemiz için yeterli nedenimiz vardır. Son yıllarda uzaydan elde edilen görüntüler bunlardan biridir. Çok mütevazı dozlarda da olsa, bizim gezegenimiz de, galaksimize başka galaksilerden çeşitli yollardan ulaşmış kozmik maddeden nasibine düşeni o milyarlarca yıllık geçmişi içinde dolaylı olarak almış olmalıdır.

Burada değindiğimiz çeşitli kaynaklardan Dünya'ya akan madde kimi biliminsanlarına göre yeryüzü tarihi boyunca birike birike bütün bir yerküreyi dünya dışı maddeyle doldurmuştur; öyle ki yerkürenin en üst katmanının yüzeyi hatırı sayılır miktarda uzay kökenli maddelerden ibarettir demek pek yanlış olmaz. Bu bilgilerden iki önemli sonuç çıkartabiliriz: Bir kere, yeryüzündeki bu dünya dışı, hatta galaksi dışı maddeyi tespit etmemiz, onu yeryüzünün maddelerinden teşhis ederek ayırmamız imkânsızdır; bu da bilimin, burada var olduğu kesin kozmik kökenli maddeleri Dünya maddelerinden ayıramayışımızda kendini ele veren, “evrendeki madde ayrıdır” tezini desteklemektedir. Ama öte yandan bütün bu akıl yürütmeler ve düşünce halkaları bir araya getirildiğinde “dünya dışı” kavramının da oldukça göreceleştğini, mutlak bir sınırlamayı ifade etme gücünü yitirdiğini söyleyebiliriz.

Üzerinde durduğumuz zeminin, yurdumuz olan bu gezegenin bize sunduğu, şu bastığımız yerin gerçekte “dünyaya ait”, “dünyasal”, “yeryüzüne özgü” gibi kavramlarla tarif edilmesi, ne anlam taşımaktadır? İşte biraz yakından bakınca “dünya dışı” (kozmetik) gibi tanımlara fazla bel bağladığımızı ve bu kavramların belirlediği sınırlamaları fazlasıyla mutlaklaştı-

dığımızı söyleyebiliriz. “Dünya dışı” ya da “extraterritorial” ile tanımlamak istenen durumun bizlere yabancı, olağan dışı, bildik olana benzemeyen gibi anlam çağrışımları yapmasından ötürü biraz yadırgıyoruz onu. Oysa bu kavramın bize bu türden bir etki yapmasının, Dünya ile onun dışında olanı ayırmamızda yüzyıllardır kurtulamadığımız bir önyargının rolü büyüktür: Bu Dünya’nın, evrende o uçsuz bucaksız kozmosun içinde yaratılmış, yapayalnız, kendi başına dönüp durduğu sanısının, bu yanlış inancın sonucudur bu önyargı. İşte en azından, evrensel maddeyi paylaşmamız gerçeği bakımından geçersizdir bu sanı.

Söyleyeceğimiz istediği kadar paradoksal görünsün, ayaklarımızın altındaki zemin, köken bakımından yerküre kaynaklı değildir. Bu keşfin ışığında, gerçi “dünya dışı”, “extraterritorial” gibi bir kavram, cazibesinden muhakkak bir şeyler kaybediyor; ama en azından Dünya ile kozmosun maddi cisimler olarak birbirlerine o kadar da yabancı olmadıklarını, birbirleriyle ilintisiz, alakasız evrende yer almadıklarını; bu sanımızın duygusal bir aldanma olduğunu da anlıyoruz. Dünya, en başta salt fiziksel, cisimsel anlamda öteki gök cisimleri ile akrabadır. Onu oluşturan madde, ayağımızın altındaki toprak, evrenin derinliklerindeki maddenin aynısıdır.

Evrenin engin boyutları içinde gerçekleşen madde alışverişi süreçlerini düşündüğümüzde, evrendeki bütün cisimlerin, tıpkı biyolojik organizmalar gibi madde özümseme süreçlerine katıldıklarını ileri sürmek bu nedenle de haklı olacaktır. Çünkü biyolojik süreç dediğimiz, yeryüzünde hayatın oluşumunu ve gelişimini gerçekleştiren süreçler de bu mad-

de alışverişı olmadan gerçekleşemezdi. Başka deyişle, kozmik madde alışverişı, yeryüzündeki hayatın da önkoşuludur.

İşte diziye bitirirken anlatacağımız en son öyküdür bu. Kozmik âlem ile biyolojik dünya arasındaki bu bağlamlılığın izlerini bilim ellili, altmışlı yıllardan itibaren sürmeye başlamıştır. Araştırmacıların gözleri önünde adım adım tamamlanan tablodaki her ayrıntı, bu muazzam kozmosta olup biten her şeyin birbiri ile kopmaz bağlar oluşturduğunu göstermektedir. Söz konusu bağlantıları yakın zamana kadar kimse aklının ucundan bile geçirmemişti; en büyük ile en küçük arasında, burada insana özgü doğal çevre ile gözlemimizin dışında kalan uzayın, en ücra köşelerinde olup bitenin arasında ilintiler oluşabileceği düşünülecek şey değildi.

Bizi Oluşturan Madde

Dizimizin en son öyküsünün başlangıç tarihi 1944. Bu öykü, Samanyolu adını verdiğimiz galaksimizin, o milyarlarca güneşle daha önce etraflica anlattığımız gibi o sarmal biçimde yapılanmamış olması halinde, ölü bir malzeme olmaktan öteye geçememiş olacağı, hem de evrende biz insan denen canlıların yerinde bugün yeller eseceği gerçeğinde temellenmektedir.

Astronomlar altmışlı yıllara doğru değişik tipte birkaç galaksinin yanı sıra, eliptik nebulalar dediğimiz, güneş (yıldız) sayısı gerek bizim galaksimize, gerekse başka galaksilere ortalama olarak yakın düşen, ayrıca birçok özellikleriyle de öteki galaksilere benzeyen bir galaksi tipi keşfetmişlerdi. Evet, bütün benzerlikler bir yana, bir tek özelliği, öteki tiplerden ayırt ediyordu onu: Eliptik olma özelliği idi bu. Onlara eliptik nebulalar denmesinin nedeni, sarmal kollardan yoksun oluşlarıydı. Bu muazzam galaksilerin güneşlerine bağlı gezegenlerde hayat namına herhangi bir şeyin bulunmadığını kabul etmemize yol açacak nedenlerimiz vardır. Bu tür nebulaların, kozmik evrimin belli bir aşamasında tıkanmış kal-

mış, bu nedenle de çok belli bir nedenle henüz biyolojik bir evrime yol verememiş sistemler olduklarını söyleyebiliriz. Şimdi öyküyü biraz daha yakından inceleyelim. 1944 yılında Alman asıllı Amerikalı astronom Walter Baade, “yıldız popülasyonları” üzerine bilimsel bir makale yayımladı. Baade, ünlü Mt. Wilson Rasathanesi’nde, yabancı galaksilerden çıkan spektral çizgileri yıllardır incelemekteydi. Bu incelemeler sırasında Amerikalı astronom, gözlemlediği bütün sarmal nebülaların iki çeşit yıldız (güneş) içerdikleri izlenimini edinmişti. Baade bunlara “yıldız popülasyonları” veya “yıldız ırkları” adını vermişti.

Biliminsanlarının iyi kötü keyfi bir yakıştırmayla “Popülasyon I” adını verdiği birinci öbekteki yıldızlar, nispeten genç, yüksek ısıları nedeniyle mavi-beyaz ışıldayan oluşumlardı. En fazla 100 milyon, duruma göre “sadece” birkaç milyon yaşında yıldızlardı bunlar. Uzak galaksilerin sarmal kollarında yoğunlaşmış yıldızlar da aynı özellikleri taşıma-
taydılar.

Popülasyon II öbeğinde toplanmış yıldızlar ise, hemen hemen ilk öbeğin tam zıddı özelliklerle donanmışlardı. Bu tip yıldızlar ötekilerden daha düşük ısılar gösterirler; ışıkları kırmızımsıdır ve yaşları milyarlarca yıl ile ifade edilebilir. Baade, analizlerden geçirdiği yıldız sistemlerinin (galaksilerin) parlak sarmal kollarının arasında kalan karanlık bölgelerinde keşfetmişti bu yaşlı yıldızları; ve bunlar söz konusu alanlarda oldukça düzenli bir ortalama ile dağılmışlardı.

Ayrıca bu iki öbek, başka dikkat çekici bir yönden de birbirlerinden ayrılıyorlardı. Yakın incelemeler, bu iki tip yıldızın, kimyasal yapılarının da farklı olduğunu gösteriyordu. Genç,

yüksek ısıllı yıldızlar, aralarında metaller de bulunmak üzere yüzde bir oranında ağır elementler içerirlerken, yaşlı yıldızlar, hemen tamamıyla yoğunlaştırılmış, sıkışmış hidrojenden ibarettirler. Popölasyon II güneşlerinin salt hidrojenden oluşmuş olmalarının, dolayısıyla Popölasyon I'deki yıldızların farklı özellikler taşımalarının ardındaki sır bugün bile araştırılıp durmaktadır. Ancak bu bağlamda ortaya çıkan bir gerçek, kozmosa bakışımızı değiştirmiştir. Gökte gördüğümüz yıldızlar bizden sadece değişik uzaklıklarda yer almakla ve farklı yaşlarda olmakla kalmazlar; *bunlar aynı zamanda değişik kuşaklara aittirler.*

Yıldız kuşaklarının, bu birinci popölasyona ait genç yıldız nesillerinin niçin aşikâr bir biçimde sarmal nebuların kol bölgelerinde yoğunlaşmış oldukları sorusu ilk yanıt arayan soruydu. Başka türlü olamazdı: Çünkü bu genç yıldızlar burada doğmuşlardı. Bir galaksinin sarmal kolları, tercihen yeni yıldız kuşaklarının doğum bölgelerini oluşturmaktadır; çünkü, bildiğimiz gibi, yeni yıldızın doğuşu interstellar dediğimiz maddenin artan ölçüde yoğunlaşmasıyla mümkün olmaktadır; ve yıldız oluşumunun bu ilk maddesi de nebuların sarmal kollarında en zengin yoğunluğunu oluşturur.

Bu kozmik fenomenin aydınlatılmasının ardından o zamana kadar astronomların başını oldukça ağrıtmış bir başka olay da anlaşılmaya başladı: bir galaksinin sarmal yapı biçiminin şaşırtıcı dengeliliği idi bu. Bu dev oluşumlar, kendi eksenleri çevresinde dönerler demiştik. Galaksilerin katı maddelerden oluşmuş bir araba tekerleği gibi dönmesi beklenemez; bu boyutlarda maddi oluşumların, mekanik yasaları uyarınca, bildik tekerlekten farklı dönüş özellikleri göstermele-

ri kaçınılmazdır. Bir galaksinin parçaları, artık merkeze olan uzaklıklarına göre, değişik dönme hızları gösterirler. Örneğin bizim galaksimizin en dış kenarına gelen bir güneş, galaksinin söz konusu dönme hareketlerine bağlı olarak saniyede 300 kilometre hızla yol alırken, merkeze biraz daha yakın olan bizim Güneşimiz, saniyede yaklaşık 260 kilometre hız yapmaktadır. Bu hıza rağmen, galaksinin kenarındaki güneşler, galaksi merkezinin çevresinde bir tur atmak için yaklaşık 500 milyon yıla ihtiyaç duyarlarken, yolu daha kısa olan Güneşimiz, bu sürenin yaklaşık yarısında turunu tamamlar.

Galaksilerin sarmal kollarının merkeze göre olan konumlarına bağlı olarak farklı hızlarda hareket ettiklerini hesaplayan biliminsanları, sarmal kolların, merkez çevresinde iki tam tur attıktan sonra o dev plakanın çekirdeği etrafında kıvrılmış olmaları gerektiğini ortaya koydular. Evrenin big-bang'den bu yana arkasında bıraktığı yaklaşık 14 milyar yıl içinde ise sarmal nebuların en az yirmi kez kendi merkezleri çevresinde dönmüş olmaları gerekmektedir. Ama bunlar gene de sarmal olma özelliklerini yitirmemişlerdir. Peki de, mekanik yasalara tamamen aykırı olduğu hesaplamalardan belli olan bu durum nasıl açıklanabilir?

Uzun zaman çözülmeden kalmış bu sorun bugün, muazzam galaksilerarası manyetik çekim güçlerinin tespit edilmesiyle çoğu astronom için halledilmiş sayılmaktadır; gerek bizim galaksimizde gerekse evrendeki öteki galaksilerde, modern gözlemler sonucu, manyetik alanların varlığını belirlemek mümkün olmuştur. Bu manyetik alanlar, hâlâ anlaşılmayan bir şekilde galaksilerin merkezlerinde oluşmakta, oradan sistemin en uç köşelerine kadar uzanmaktadırlar. Bu man-

yetik alanların kuvvet hatları, anlayacağımız, içerden dışarıya doğru bir bisiklet tekerleğinin telleri gibi uzanmaktadırlar. Ancak ait oldukları galaksinin dönmesinden ötürü, merkezden kenarlara doğru uzadıkça, en dış uçta, yarım daire biçiminde dönüp kıvrılır. Olup bitenin ayrıntılarına ilişkin tartışma hâlâ sürüp gitmektedir. Ancak bir galaksinin merkezinden, yukarıda açıkladığımız nedenlerle, dışa doğru kavis çizerek uzayan manyetik kuvvet hatları, sarmal kolların belkemiği gibi bir işlev görmektedirler. Bu “belkemiği” teorisi, evrende milyarlarca yıldan beri büyük bir denge ve istikrarla dönen bu muazzam oluşumların söz konusu sağlamlığını doyurucu bir şekilde açıklamaktadır. Bu sonsuz dengelilik durumunun güvencesini sağlayan unsur zaman içinde çoktan dağılıp gitmiş olmaları gereken mekanik mekanizmalar değil, o muazzam galaksinin dönüşüne hiç güçlük çekmeden ayak uyduran manyetik kuvvet hatlarıdır. Aslında manyetik kuvvet hatlarını görmek elbette imkânsızdır. Ancak böyle bir galaksi içinde yer alan yıldızların hidrojen gazının önemli bir bölümü iyonlaşmıştır; öteki deyişle elektrik yüklüdür. Bu da, hidrojen atomlarının, manyetik güçlere tepkisiz kalamayacağı anlamına gelir. Hidrojen atomları manyetik alanlara bağlı olarak belli biçimde uzaysal konumlarını oluştururlarken, merkez çevresinde burgaçlanan manyetik hatlara ayak uydurup onlara paralel gelişen hatlarda yoğunlaşırlar.

Oluşumun bu aşamasında da hele sarmal kolları görmek olanaksızdır. Çünkü hidrojen gazı da gözle görünmez. Ancak manyetik kuvvet alanlarının etkisi altında sistemin yoğunlaşan muazzam gaz kütlelerinin –kendileri hayalet alanlar meydana getirirler de– yol açtıkları sonuçlar belirgindir.

Başlangıçta yavaş ve belli belirsiz yol alan bu yoğunlaşma arttıkça, merkezlerin çekim gücü de o oranda fazlalaşmakta, yoğunlaşan gaz kütlesi ilk nebulaların oluşumuna giden yolu açmakta, bunlar da sabit yıldızın, yani yeni güneş oluşumunun çekirdeğini teşkil etmektedirler. Bu yeni yıldızlar ise o inanılmaz ısıları yüzünden çevrelerindeki hidrojen gazını ısıtılıp aydınlatırlar. İşte bu aşamada sistemin sarmal yapısı da gözle görülecek şekilde belirginleşir. Demek ki, aslında, bir sarmal nebula'nın kollarının sarmal biçim göstermesinin nedeni, kollarda toplanmış yıldızların herhangi nedenlerle sarmal bir dizilme göstermesi değildir. Bu ilk izlenimin yanıltıcı olduğunu, yukarıda değindiğimiz ve aslında burgaç hareketini yapan şeyin madde değil manyetik kuvvet hatları olduğunu ortaya koyan hesaplamalardır. Mekaniğin yasaları, milyarlarca yıla yayılmış o muazzam dönüşlerde somut maddenin dengede kalamayacağını göstermektedir. Bu durumda da, söz konusu galaksinin daha birkaç milyar yıl önce dağılıp gitmesi kaçınılmazdır. Anlaşılan nedenlerle, en genç ve parlak yıldızlar, kendilerini oluşturan maddenin en yoğun olduğu yerde toplandıklarından, sarmal nebulalar da o karakteristik görünümüne bürünürler.

Bugünkü bildiklerimize bakacak olursak, sarmal bir nebula'nın, öteki deyişle sarmal biçimli bir galaksinin kenarlara doğru kavis yapan kolları arasında kalan karanlık bölgelerdeki yıldız yoğunluğu, görünen kollarındaki yıldız yoğunluğundan geri kalmamaktadır. Çünkü bizi aldatan, bu karanlık bölgelerdeki yaşlı yıldızların soluk, kırmızımtırak ışıklarının azlığının yanı sıra, bu bölgelerdeki nötron yıldızlarının varlığıdır. Daha önce de değindiğimiz gibi, nötron yıldızlarının,

bu bilimin yeni yeni tanıştığı ilginç kozmik oluşumların şaşırtıcı özelliklerinden biri de görünmez oluşlarıdır. Bu konuya değinmeden önce, galaksimizin iç yapısının niteliğine ilişkin yeni bulguların, genç yıldızların, galaksi kollarında yoğunlaşmış olduklarını göstermekle kalmayıp, bunların bu bölgelerde belli bir süre ömür doldurduktan sonra, yaşlandıkça yer değiştirdiklerini de öğretmektedir. Bu genç yıldızların kütlesi öylesine yoğundur ki, hidrojen atomunu etkileyip bu iyonize atomları yönlendirebilen galaksi içi manyetik güç, bu genç yıldız kütesine herhangi bir etki yapmaz. Galaktik dev çarkın 500 milyon yılda bir kendi eksenini çevresinde dönüşü sırasında bu yoğun kütleli genç yıldızların da kollarından sürülüp atıldıklarını, yerlerini de yeni yeni oluşan yıldızların aldıklarını varsayabiliriz.

Böylelikle 1944 yılında ortaya atılan sorulardan biri yanıtlanmış olmaktadır. Hani daha doğrusu “yanıtlanmaktan” çok “akla yatkın” bir şekilde açıklanmıştır demek daha doğru olacaktır. Çünkü bu alanda henüz her şey emekleme aşamasında olup, hipotetik olma özelliğini korumaktadır. İkinci ve önemli bir soru da yıldız popülasyonlarının kimyasal bileşimleriyle ilintiliydi. Nasıl olurdu da, yaşlı yıldızlar, hemen hemen tümüyle hidrojen bulutundan, yani oluşumları sırasındaki o ilk maddeden ibaretken, tersine, genç yıldızlar, doğumları sırasında adı sanı okunmamış bir dizi ağır element içerebilirlerdi. Yıldızın başlangıcındaki ilk bulutumsu kütle belli bir merkezde yoğunlaşmaya başlarken, bu salt hidrojen den ibaret kütleye söz konusu ağır elementler nereden katılmış olabilirlerdi ki?

Bu sorunun yanıtı olabilecek bir açıklamayı, Güneş ile ilintili bilgilerimizi yoklarken zaten yapmıştık. Güneş’in

merkezindeki çekirdek oluşumu süreçleri sırasında, hidrojen atomlarının helyuma dönüşüm aşamalarını ayrıntılarıyla tartışmıştık. Hidrojen atomlarının cepheden birbirleriyle çarpışmaları sonucunda oluşan helyum, aslında bir bakıma Güneş çekirdeğinde nükleer enerjiyi oluşturan hidrojenin “külüydü”. Bu “kül” kimyasal elementlerin periyodik cetvelinde, hidrojenden sonra yer alan ikinci elementti. Şimdi işin bu yönü üzerinde biraz daha ayrıntılı duralım.

Bugün bilinen ve Dünyamızı oluşturan temel 92 elementin varoluşlarını, yıldızların da çok belli bir gelişme çizgisi izlemelerine, kesin yasalara uygun bir hayat öyküsü oluşturmalarına borçlu olduklarını söyleyebiliriz. Bir yıldız, merkezindeki hidrojeni zamanla tüketince, başka deyişle, onu bütünüyle helyuma dönüştürünce, kütlenin iç çekimi ile radyoaktif-nükleer ışıınının (ters yöndeki) basıncı arasındaki denge de çöker. Yıldız o anda stabilitesini, yani dağılmasını önleyen istikrarlı konumunu kaybeder. Uzun süren bir nihai evre boyunca hâlâ “işler yolunda” gider. Merkezindeki bütün hidrojen tükenip helyuma dönüştükten sonra, aktif yanma alanı tabaka tabaka sekerek yüzeye doğru yükselmeye başlar ve sonunda ister istemez yıldızın yüzeyine çok yakın bir sınıra ulaşır; bu noktada en üstteki katman ile alttaki nükleer yanma alanı arasındaki mesafe iyice azalmış, bu alan yüzeye çok yaklaşmış olduğu için, üstteki basınç, alttaki nükleer süreçleri ayakta tutmaya yetmeyecek kadar azalır. Nükleer ateş söner.

O andan itibaren de yıldızın dış, o muazzam gaz külesinin merkeze doğru sürekli büzülmesine karşı yönde etki-

yerek belli bir denge oluşturmuş olan nükleer ışınım basıncı da yok olunca, büzülme yeniden hızlanacak, yıldızn merkeznindeki basınç ve sıcaklık da tekrar artmaya başlayacaktır. Basınç, 200 milyar tonun çok çok üstüne çıkarken ısı da 15 milyon santigratlarda dolanmaya doğru yol alır; bu derecelerde hidrojenin yanmaya başladığını biliyoruz, ama çekirdekte artık yanacak hidrojen de kalmamıştır demiştik. Helyum ise, çok daha üst ısılarda “f zyonlaşır”.

Yıldızın  ekim şartlarına bağlı büzülme-genleşme süreçlerini dengede tutacak dışa yönelmiş kuvvetler mevcut olmadığından, kütle merkezde yoğunlaştıkk  yoğunlaşır; dengesini kaybetmiş oluşum, içeriye doğru b z ld kk , ısı 50 milyon santigratlara doğru tırmanmaya başlar. İşte o “andan” itibaren merkezde yoğunlaşmış hidrojen “külü”, yani helyum “tutuşur”. İçten dışa bu kez helyumun nükleer tepkimesi başlar; ışınım basıncı, dıştan içe yönelik büzülme basıncına karşı yönde etkiyince, kütle yeniden belli bir dengeye ve istikrara kavuşur. Bu evrede helyum yanarak *karbona* dönüşür. Ayrıca stabil olmayan ve meydana gelişiyle parçalanması bir olan *berilyum*  zerinden de *oksijen* oluşur.

Eninde sonunda, bundan böyle çekirdeği temsil eden, merkezdeki helyum da yanıp tükenince, kütlenin dengesi yeniden bozulacak, içten dışa doğru tırmanan yanma yüzeyi dıştan içe basıncın çok azaldığı noktada s nmeye yüz tutacak; i  nükleer süreç ortadan kalkacak; dışa ışınım duracak; kütle yeniden sadece merkez çekim gücüyle içe doğru yoğunlaşmaya başlayacak, belli bir yoğunlaşmanın ardından i  nükleer süreçler yeniden harekete geçecek, ve yeniden bir denge noktası ortaya çıkacaktır. Ancak bu kez nükleer tepkimeye

giren ve ısıyan atomlar, iç ısı 100 milyon dereceyi bulduğunda, yanmaya başlayan “karbon” atomları olacaktır. Bu ısıda nükleer enerji saçarak “pişen” karbon atomları, kendilerine göre daha ağır öteki elementleri oluşturacak şekilde bir araya gelmeye başlarlar; ortaya bir yandan neon ve sodyum çıkarken, önce helyum çekirdeklerinin oluşmasına yol açan uzun ve dolaylı tepkime zincirleri sonucunda, magnezyum, kalsiyum, alüminyum ve kükürt, evrenin yeni yapı taşları olarak tarih sahnesine çıkarlar.

Bu karmakarışık süreçleri göz önünde tutacak olursak, merkezi 500 milyon santigrata kadar ısınan bir yıldız ön-kütlesinin içinde olup biteni şematik yollardan basitleştirerek göstermenin de güçlüğüne kavrarız. Böyle ısı düzeylerinde, değişik atom ağırlıklarından oluşmuş elementleri içeren bir kütlenin içinde nükleer tepkimeler cirit atarken, o elementler de parçalanıp birleşmekten, yeni kombinasyonlar oluşturmaktan kurtulamayacaklardır. Yıldız artık yaşlanmış, galaksinin belli bir yerindeki, o aydınlık kollardaki yerini kaybetmiş, karanlık bölgelere doğru çekilmeye başlamıştır. Biliminsanlarının “beyaz cüce” dedikleri oluşumdur o artık. Muazzam ısısı onu neredeyse bembeyaz ışıldamaya zorlasa da, büzülmeden ötürü, daha doğrusu ağır kimyasal elementleri içermesinden ötürü, küçüle küçüle klasik bir gezegen boyutlarına gerilemiştir. Bir Jüpiter, bir Satürn büyüklüğündeki böyle bir “beyaz cücenin” ışığını bunca uzaklıktan görmemiz imkânsızdır.

Böyle büzülmüş ve cüceleşmiş, çapı belki en çok yüz bin kilometre olan bir kürenin sınırlı hacmi, başlangıçtaki yıldız bulutunun bütün kütesini içermektedir; ilk nükleer tepkimeler

başladığında, bu kütle, şimdikinin en az on katı büyük bir alanı kapsarken, şimdi bu gezegen kadar küçük bir alana sığmıştır. Buna bağlı olarak bir “beyaz cüce” çekirdeği alabildiğine yoğun “yoz” madde içermektedir. Böyle bir cüce yıldızın çekirdeğinden bir kibrit kutusu büyüklüğünde kütleyi yeryüzüne taşımaya kalktığımızda, onu burada bir yere koyar koymaz, anında bütün tabakaları delmeye başlayacak, “düşe düşe” yerkürenin çekirdeğine ulaşır ancak orada duracaktır. Böyle bir kütlenin birkaç santimetre küpü, tonlarca ağırlıktadır çünkü.

Öykünün bundan sonrası, cücemizin toplam yıldız kütlesine bağlı olarak gelişecektir. Güneş kütlesinin 1,44 kadar daha fazla bir kütle değeri, kritik bir düzlemi ifade etmektedir büyük ihtimalle. Ağırlığı bu değer altında olan bir yıldız –örneğin bu bizim Güneşimiz de olabilir– beyaz cüce evresine ulaştıktan sonra, yavaş yavaş soğumaya başlar. Merkezindeki karbon deposu yanıp tükenince, daha bir süre yoğunlaşmaya devam eder, ama bundan böyle yeni nükleer süreçler ve tepkimeler bir daha ortaya çıkmazlar.

Bir yıldızın hayat öyküsünün daha birkaç yıl öncesine kadar astronomlarca “normal” sayılan bu “sonu”, evrenin gelişmesini bir bütün olarak ele aldığımızda hiç de “normal” sayılmamaktadır. Sözünü ettiğimiz büzülme, ardından çekirdekte nükleer kaynaşma, tekrar büzülme, tekrar nükleer kaynaşma şeklinde sürüp giden gelişme, bir yıldız oluşumunun başlangıcındaki temel element olan hidrojeni en fazla nikel elementinin ortaya çıkış aşamasına kadar götürmektedir. Nikel ise, bildiğimiz gibi, periyodik sistemdeki doksan küsur elementin dörtte birinin üst sınırıdır. Üstelik lityum, be-

rilyum gibi, açıklayageldiğimiz gelişme aşamalarında istikrarlı, kalıcı biçimler oluşturmayan elementler de bu listeye dahil değildir.

Ama asıl, bir yıldızın bu “normal” gelişme yolunda ortaya çıkan söz konusu elementlerin hepsinin çekirdekte hapsolup kalmaları oldukça rahatsız edici bir durumdur. Bir güneşin içinde öylesine karmaşık süreçler sonucunda oluşan elementler, ilanihaye burada ömür dolduracak, sönen ve soğuyan bir “beyaz cüce”nin içinde hapis kalacak olduktan sonra, bunun hangi amaca hizmet etmesi söz konusu olabilir ki? Bu noktadan bakıldığında yavaş yavaş sönen ve soğuyan beyaz cüce, bu elementlerin kozmik cezaevi olarak hangi amaca dönük bir işlev taşıyabilir? Bir amaçlılık mantığından baktığımızda, bir yıldızın beyaz cüceye dönmesi, daha doğrusu bu evresi, normal bir duruma karşılık gelmemekte, bu “son nokta”, aslında kozmik bir çıkmaz sokağı çağrıştırmaktadır. Üstelik elementler, beyaz cüceler içinde sonsuza kadar tutsak olduklarına göre, periyodik sistemin o 92 elementi nereden gelmiş olabilirler? Evrendeki bütün cisimlerin, Dünyamızın ve bizim temel yapı taşlarımız olan bu elementlerin menşei nedir?

Hintli astronom Chandrasekhar, bir beyaz cücenin kütlesinin Güneş kütlesinin 1,44’ünden daha fazla olması durumunda ortaya çıkabilecek sonuçları hesaplayarak bu sorunun yanıtını da vermekte gecikmedi. Bir yıldızın kütlesi, Hintli araştırmacının tespit ettiği o muazzam kütle değerinin üstüne çıktığında ortaya çıkan sonuçlar insanın hayal gücü sınırlarını zorlayacak türdendir. Hintli astronomun hesaplamaları, bu konumdaki bir yıldızın kütlesinin çekim gücünün yoğunlu-

ğunun, yıldızın içindeki atom yapılarını paramparça edecek kadar büyük olduğunu ortaya koymuştu. Başka deyişle, çekim nedeniyle içe büzülme ya da yoğunlaşma süreçleri, oluşumun, eninde sonunda beyaz cüce aşamasının ötesine geçmesine ve ortaya bambaşka özelliklerinin çıkmasına yol açmaktadır. Yoğunlaşma arta arta, sonunda, bütün atomların elektron kabukları çökmekle kalmazlar, çünkü yıldız henüz aşırı yoğun bir “beyaz cüce” aşamasından geçerken elektron kabukları zaten parçalanmıştır; dolayısıyla atom çekirdeklerinin elementar parçacıklardan oluşmuş bileşimi de dağılmaktadır. Çekim kolapsi denen andır bu: O anda bir saniye içinde hâlâ belli bir gezegen büyüklüğündeki beyaz cüce çöküp 10-20 kilometre çapındaki bir hacme kadar geriler. Dışa değil de içe doğru gerçekleşen bu patlamada, yıldız maddesinin atom çekirdeklerinin ayrışmasıyla ortaya çıkan ısı 3 milyar santigratı bulur. Anımsayalım, hidrojen füzyonunu başlatan 15 milyon santigratlık ısılar bile bizim tasarlama yeteneğimize meydan okuyan değerlerdir. Bir beyaz cücenin, iç çekim gücüyle yaşadığı kolaps sonucunda bunun 200 katı bir ısı ortaya çıkıyor demektir bu; bu iç patlama sonucunda o küçük kütlenin onda biri kadar bir miktar, korkunç bir nükleer şimşekle birlikte parçalanıp saniyede 10 bin kilometre civarında bir hızla uzaya yayılır.

Bir sabit yıldızı patlatan ve görünüşte yepyeni bir yıldızın pırıl pırıl parlamaya başlayarak ortaya çıkmasına yol açan bu mekanizmanın, “süpernova” dediğimiz ve kitabımızın başında uzun uzadıya anlattığımız, o birkaç hafta boyunca iki yüz milyon güneşin ışığı kadar ışık yayan bu süreçlerin, artık bilinmeyen bir yanı kalmamıştır. Çekim kolapsi sonucu, kütlesi, Hint-

li biliminsanlarının hesapladığı kritik sınırı aşmış bir beyaz cücenin, öteki deyişle bir yıldız faciasının sonucudur süpernova.

Bir yıldızın geçirdiği bütün bu gelişme aşamalarını, yıldız modelleri üzerinde bilgisayarların yaptıkları hesaplamalar sayesinde öğreniyorduk. Oysa söz konusu sonuçların sadece soyut matematiksel hesaplamalar düzeyinde kalmadıklarını, örneğin kendi kütesinin ağırlığı altında ezilen böyle bir yıldızın bir içe patlama sonucu yol açtığı ve bilgisayarlarla ortaya koyulan sonuçların, kozmosta gerçekten de aynen varsayıldığı gibi olup bittiği, son yıllarda röntgen ışıkları ile çalışan uzay teleskoplarıyla belirlenebilmiştir.

Bir süpernova felaketinden artakalan, kütesi hâlâ bizim Güneşimizinkine yakın olan, ama hepsi hepsi 10-20 kilometrelik bir çapa sahip küresel alana sıkışmış bir yıldızdır. Bu yıldızın maddesi, elektronlarını yitirmiş atom çekirdeğindeki nötronların birbirlerine iyice yapışmasından oluşur ki, bu nedenle bu yıldızlara *nötron yıldızları* dendiğini de biliyoruz. Böyle bir nötron kütesinin 1 santimetreküplük miktarı birkaç milyon ton çeker.

Eh, böyle anormal mi anormal yoğunluktaki bir kütele sahip olan bir yıldızın da, bir dizi tuhaflıkları olacağı kesindir. Bilgisayar hesaplamaları bu varsayımımızı doğrulamaktadır. Bu tuhaf özelliklerin içinde en çarpıcı olanı, böyle bir nötron yıldızının görünmezliği özelliğidir. Hani, kütesi çok küçük bir alana sığıdığı için, kor kor yanıp ışısa da, onu belli bir uzaklıktan göremeyişimiz anlamında bir görünmezlikten söz etmiyoruz. Bir nötron yıldızı, bilgisayarın söylediklerine bakacak olursak, sözcüğün asıl anlamıyla gö-

r nmez olmalıdır. Nispeten böylesine küçük bir küresel alan içine sıkı mı  o muazzam nötron kütlesinin, bu tuhaf güneşin çekim gücü öylesine yüksektir ki, ı ı ın fotonları bile o kütleyi terk etmekte güçlük  eker. [ rne in Dünyamızın da belli bir çekim gücü olduğunu biliyoruz. Bu gücün etkisinden kurtulup uzaya yükselecek bir nesnenin belli bir kalkış hızına sahip olması gerekir. Herhangi nedenlerle çekim gücü y  unla mı  bir Dünya'yı belli bir çekim değeri üzerinde, artık uçaklar da terk edemeyeceklerdir. Nötron yıldıztının çekim gücü ise, saniyede 300 bin kilometre hızla hareket edebilen ışık fotonlarını bile "tutacak" büyüklüktedir.]

 nl  İngiliz astronom Fred Hoyle'un deyişiyle, nötron yıldıztarı, kendi muazzam çekim güçlerinden ötürü, bizim evrenimiz içinden bir anlamda "dı lanmalarına" yol açmışlardır. Bir nötron yıldıztının varlığına dolaylı işaret eden iki özellikten söz edebiliriz bu durumda. Elbette bu özelliklerden ilk akla geleni, böyle bir yıldıztan uzaya yayılan korkunç çekim gücüdür. Eski  a ların o zaman için meçhul denizlerinde yolculuk eden insanlarına bu suların hazırladıkları tuzaklardan yola çıkararak biraz hayal kuracak olursak; bu yıldıztarı, o denizlerdeki karanlık bur a lara, korku verici girdaplara benzetebiliriz. Günün birinde insanoğlu yıldıztlararası yolculuğu gerçekleştirecek duruma gelince, hatırı sayılır bir miktarda evrene, galaksilere yayılmış bu nötron yıldıztarının, aynı o okyanuslardaki girdaplar gibi açılmaz tuzaklar olu turacaklarını düşünmek mümkündür.  ekim gücü, belli bir uzaklıktan geçen herhangi bir uzay aracını, kazaen sınır uzaklığın altına d  m   bir uzay gemisini yakaladı ında, o mürettebatın artık içi bitecektir.

Elbette Dünya'daki yerimizden, bir nötron yıldızının çekim gücünü herhangi bir şekilde fark etmemiz söz konusu değildir. Ama öte yandan bilgisayarlar bile bize bu olağanüstü oluşumların bir başka karakteristik özelliklerini "ihbar" etmişlerdir: Bu tuhaf gökcisimlerinden evrene yoğun röntgen ışınları yayılıyor olmalıdır. Gerçi Dünya atmosferi bu ışınları hemen tümüyle yutar, ama Amerikalı bilimci Friedman, bir röntgen teleskopunu birkaç dakikalığına da olsa atmosfer dışına fırlatıp gözlem yapmayı başarmıştır. Friedman, kozmosta pratikte birçok noktamsı alandan röntgen ışıınımı yayıldığını tespit ederken, daha önce sözünü ettiğimiz Crab nebulasının merkezinden, bir süpernovanın patlamasıyla ortaya çıkmış bu bulutumsu kütleden de röntgen ışığının uzaya yayıldığını belirlemiştir.

Bu bulgu, nötron yıldızlarının sadece hayal gücümüzün ürünü ya da bilgisayar mahsulü olmadıklarını, bunların evrendeki elle tutulur, somut reel nesneler olduğunu göstermektedir. Eh bu durumda da, bilgisayarın, bu tür yıldızların kaderi hakkında verdiği bilgilerden kuşku duymamız da olanaksızdır; bu doğrultudaki bilgilerin, bilimimizin bugün durduğu yerden daha doğru dürüst anlaşılmasına imkân olması, bilgisayar bildirimlerinin bilimsel düzeyimizin sınırlarını aşması, bu gerçeği değiştirmez.

Üstelik beyaz cüce aşamasından nötron yıldızı aşamasına geçmiş bir yıldız da, hâlâ ömrünün en son aşamasına gelmiş sayılmaz. Yaklaşık 10 kilometre çapındaki kürenin içinde hüküm süren anormal koşullar sonucunda ortaya çıkan ve henüz anlayamadığımız süreçler, ağır elementlerin oluşumuyla nokatlanmaktadır. Ne oluyorsa oluyor, nötron yıldızı, o noktada da

kalmayıp, büzülmesinin ve yoğunlaşmasının belli bir inkıtanın ardından yeniden başlaması sonucunda daha da büzülüyor. N t-ron yıldızt sonunda, tamamen soyut, reel olarak tasarlayamayacağımız *matematiysel* bir merkezi noktaya kadar büzülüyor.

Bilgisayarların bize ilettikleri bu son enformasyonu nasıl anlayacağımız ayrı bir soru. Bildiğimiz tek şey, içe doğru yoğunlaşıp büzülmenin bu en uç sınıra ulaşmasını önleyecek bir karşı gücün bugün için (bize göre) evrende bulunmadığıdır. Salt hesaplamaların ortaya koyduğu bu yoğunlaşma ihtimalini yolundan döndürecek hiçbir güç tanınmıyoruz şu anda. Süpernova patlamasıyla içerdiği elementlerin önemli bir bölümünü uzaya fırlatan yıldızt, bilgisayarların hesaplamalarının gösterdiği gibi, evrenden yok olup gitmektedir. Tasarlama gücümüzün çok ötesinde gerçekleşen süreçlerle evren sahnesinden kaybolmaktadır akt r m z.

Böylelikle, o ilksel yıldızt maddesi hidrojeninden dönüşe dönüşe ortaya çıkan elementlerin uzaya nereden yayıldıkları sorusunun da cevabını almış sayılırız. Görevini yerine getirmiş bir yıldıztın yok oluşu anlamına gelen süpernova patlaması, ikinci bir kuşak yıldıztın da doğuş anının başlangıcını oluşturur. Ve bu yoldan ortaya çıkan ikinci kuşak yıldıztlar, kesinlikle kaynakları olan birinci kuşağın aynı özelliklerini taşımazlar. Birinci kuşağın salt bir tekrarı olmayan ikinci kuşak güneşler, artık ilk kuşaktakiler gibi doğrudan hidrojeninden meydana gelmeyip söz konusu patlamalarla evrene yayılan ilk kuşak yıldıztların artığı olan hidrojeninden daha ağır elementleri de içerirler. Crab nebulası sadece batmış bir yıldıztın kalıntısı değil, aynı zamanda doğan bir ikinci kuşak yıldıztın da malzemesidir.

*

*

Bütün bu bilgiler doğrudan ya da dolaylı olarak Baade'nin 1944 yılında yayımladığı yazısından türemişlerdir. Aradan geçen zamanın ardından, bugün, I. ve II. Popülasyon yıldızlarının evrendeki mevcut yıldız türünü kapsamakta yetersiz kaldığını da öğrendik. Evrendeki bütün öteki elementler de, bir dizi yıldız kuşağının bir sonrakinin hep bir öncekinin hazır bıraktığı malzemeyi değerlendirmesi biçimindeki zincirleme serüvenden oluşmuştur. Bu kozmik kuşakların birbirlerini izledikleri gelişme boyunca evrenin galaksilerinde toplanmış bulunan bütün madde, bir yandan yoğunlaşıp yıldızları oluştururken bir yandan da yaşlanan yıldızların anlattığımız dönüşümleri sayesinde, yeniden uzaya saçılıp bir sonraki kuşağın yıldızını doğurmaktadır. Bu kuşakların gitgide daha ağır elementleri bir araya getiren kozmik evrimi, bilinen en ağır element olan uranyuma kadar gelip dayanmıştır.

İşî buralara kadar getiren süreçlerin oluşabilmesi bakımından, galaktik manyetik alanların sayesinde nebuların sarmal kollarında hidrojenin yoğunlaşma evrelerinin ne kadar önemli olduğunu daha önce edindiğimiz eliptik nebula örneği de gösterecektir. Eliptik nebular, henüz bilmediğimiz nedenlerle, sarmal kollara sahip değildirler. Dolayısıyla yeni yıldızların tohumunu atan hidrojen atomundan türeyen elementlere, hidrojen kollarına yabancı, bunlardan yoksundurlar. Bu nedenle de, kozmik evrimleşme süreci, eliptik galaksiler için söz konusu değildir. Başka deyişle, bu süreç, doğru dürüst işlememiştir bu oluşumlarda. Eliptik nebulalarda hemen hemen sadece salt hidrojenden ibaret çok yaşlı yıldızlar bulunmaktadır; hidrojenin yanı sıra ağır elementleri de içeren bu yıldızların, bunlara hangi miktarlarda sahip oldukları spektroskopik yollardan belirlenmeye elverişli değildir.

Böyle olunca da, eliptik galaksilerde, gerek bizim galaksimize, gerekse bütün öteki sarmal kollu galaksilere gelişme imkânı tanıyan şartlar ortaya çıkmamıştır. Bu gelişme, söz konusu galaksilerde çok çeşitli kombinasyonlar oluşturmuş maddenin, gezegenleri ve bizde olduğu gibi bu gezegen üzerinde havayı, suyu ve toprağı meydana getirmesini sağlamıştır. Ve bildiğimiz gibi, bunlar, bir sonraki o büyük adımın, ilk organik moleküllerin hazırlayıcısı olmuşlar; önce kimyasal düzlemde sürüp giden uzun bir evrim, biyolojik yasalara dayalı yepyeni bir aşamaya geçip hayatı hazırlamıştır.

Eliptik bir galaksi de, güneş sayısı bakımından, örneğin bizim galaksimizden aşağı kalmaz. Boyutları klasik sarmal kollu galaksilerle aynı, tarihi de onlarınki kadar uzundur. Kozmosun başlangıçlarından bu yana, kozmik evrime paralel var olan bu galaksilerin gezegenlerinde, bütün bu benzerliklere rağmen, bir şey, *hayat*, bulunmamaktadır. O uzun kozmik evrimde, zaten, bugün için bilinen 92 elementin hepsini de eksiksiz tamamlayabilmiş değildir bunlar.

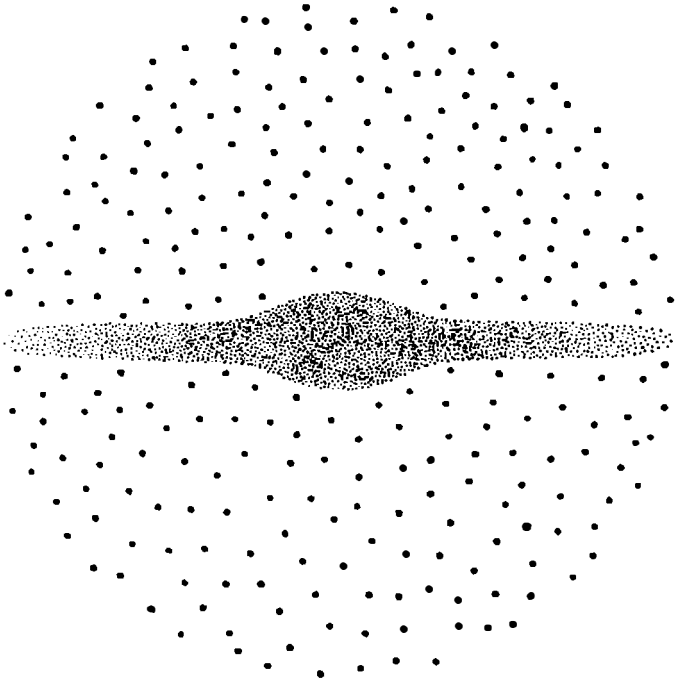
Çevremizdeki bütün madde, Dünya'yı oluşturan bütün cevherler ve bu Dünya üzerinde biten bitkiler, orada yaşayan hayvanlar; biz insanları oluşturan malzeme, bu maddelerin her bir atomu, tasarlanamayacak kadar uzak bir geçmişte, çoktan yok olup gitmiş bir yıldız kuşağının üyesi olan bir güneşin merkezinde pişirilip kotarılmıştır. Bu muazzam kozmik süreçler gerçekleşmemiş olsalardı, günlük dünyamızı oluşturan o nesnelerden ve süreçlerden hiçbiri var olmazdı.

Bizi gündelik hayatımızda kuşatan her şeyi, biz de dahil olmak üzere ortaya çıkartabilmek için, o yüz milyara yakın güneşiyle Samanyolu dediğimiz galaksimizin var olması şarttı.

Evrenin Çocukları

Evet; başlangıçta hidrojen vardı. Sadece hidrojen. Sadece doğa yasaları ve mekân, çok çok, bol bol mekân. Hidrojen gazından ibaret inanılmaz boyutlardaki bir kütlenin kendi çekim gücünün etkisi altında büzülmeye yüz tutmasıyla başladı her şey. Bütün galaksimiz, Güneş sistemimiz ve elbette biz, bu 13-15 milyar yıl önceki başlangıcın ürünleriyiz. Evrenin milyarlarca yerinde de aynı şeyler olmuş olmalı. Bugün çeşitli teleskoplarımızla görüntüleyebildiğimiz milyarlarca galaksinin tohumları bu yaklaşık 14 milyar yıl önceki başlangıç potansiyelinde içerilmekteydi.

Bu dev bulut, yüz milyonlarca yıl içinde kendi ağırlık merkezine doğru büzülmeye başlayınca, bir atlı karınca gibi, bu merkez etrafında dönmeye başladı. Kaçınılmazdı bu dönüş hareketi; çünkü kütlenin içerdiği bütün hidrojen atomlarının tam o ortak merkeze doğru yönelmeleri her türlü ihtimale aykırıydı. Bu dönme, galaksi bulutunun belli bir düzene girmesine yol açtı. O zamana kadar kütleye küremsi bir biçim veren merkezi çekme kuvvetinin karşısına yeni bir zıt etki çıkmıştı: Merkezkaç kuvveti. Bu kuvvetin etkisi altında, o kü-



Samanyolumuzun çevresindeki misket yığınları

remisi yapı milyonlarca yıllık bir yayılma süreci içinde yassılaşmaya başladı. Sonuçta çapı yüz bin ışık yılını bulan bir disk plakası şeklini aldı bu galaksi.

Ancak daha bu ilk başlangıç “çağında”, bu bulutumsu kütle henüz ağır ağır kendi çevresinde dönmeye başlarken ve

bu nedenle henüz küre biçimindeyken, içinde belli noktalarda tesadüfen yoğunlaşmalar ortaya çıktı; hidrojen den oluşmuş yerel çekirdekler, belli bölgelerde ilk yıldızların tohumlarını attılar. Galaksimizin henüz bugünkü biçiminden uzak olduğu bu ilk evrede oluşan bu güneşler, sistemimizin en yaşlı üyeleri olma onuruna sahip bu yıldızlar, sistemin bütün öteki yıldızlarından farklı bir görünüm sunarak bugün bile varlıklarını belli etmektedirler. Galaksimiz çevresine karakteristik bir görünüm sunarak dağılmıştır bunlar. Milyonlarca güneşin bir araya gelerek oluşturdukları “küre yığınları”, Samanyolu çevresinde aralıklarla dağılmış, çapları yaklaşık iki yüz ışık yılı genişliğindeki misketleri andırırlar. Galaksinin en yaşlı güneşleri oluşları, galaksinin öteki yıldızları gibi, galaksi düzleminde yer almayışlarından bellidir. (Bkz. Şema.)

Bu misket yığınının bugüne kadar keşfedilen üye sayısı 300 civarındadır; bunlar galaksimizin merkezine göre belli bir küresel alan içine eşit şekilde dağılmışlardır.

Bu yayılma bizim galaksimizin henüz kendi çekim gücünün etkisiyle o küresel biçime kavuştuğu dönemlerden kalma bir anı-belgedir aslında. Sistemin bu en eski üyelerinin başka kimi özellikleri de galaksimizin milyarlarca yıl önceki haline işaret etmektedirler. O yaklaşık 300 odak noktasında bir araya gelmiş sayısız güneşin yaşı, 6 ile 10 milyar yıl arasında tahmin edilmektedir. Hemen hepsinin hidrojen den ibaret olduğunu, başka herhangi elementin varlığına işaret edecek belirtilerden yoksun bulunduğumuzu söyleyebiliriz. Bu yıldız öbekleri, galaksiden tamamen bağımsız yörüngeler üzerinde hareket etmektedirler. Galaksinin bütün öteki güneşlerinden farklı olarak, bu güneş öbekleri Samanyolu’nun rotasyonu-

na katılmaz. Bu da, söz konusu yıldızların, Samanyolu henüz dönmeye başlamadan önce ortaya çıkmış olmaları gerektiğini göstermektedir.

Bütün bu özellikler, yaklaşık 2 milyon ışık yılı uzaklıktaki komşu galaksi Andromeda için de geçerlidir. Bugüne kadar bu galaksinin çevresinde de 200 kadar misket yıldız yığını üyesi tespit edilmiştir. Söz konusu yıldızlar, bizim galaksimiz çevresindeki o yaşlı yıldızların davranışlarını ve özelliklerini paylaşmaktadırlar.

Bütün veriler ve belirtiler, galaksi çekim gücü ile merkezkaç güçlerin galaksiye disk şeklini verdikleri, yıldız oluşumu süreçlerinin de gerçek anlamda hızlandığını göstermektedir. Gerek bizim galaksimiz gerek bütün sarmal biçimli nebular için tipik olan bu biçim ile yıldız oluşma süreçlerinin arasındaki bağlantı, söz konusu misket öbekleri içinde o yaşlı güneşleri bir yana bırakacak olursak yaklaşık 100-200 milyar galaksi güneşinin bu sistemlerce içerilmesinden de belli olmaktadır.

İşte bu aşamada sabit yıldızlar dediğimiz güneşlerin ilk kuşağı ortaya çıkmıştı. Bunlar, yaratılışın ilkel maddesi olan hidrojen den ibaretiler ve merkezlerindeki ısı nükleer süreçleri harekete geçirecek düzeye yükselince, kozmik tarihte, bugün bildiğimiz 92 elementi ortaya çıkaracak gelişme de ortaya çıkmıştı.

Milyarlarca yıl içinde, bu güneşler merkezlerindeki hidrojeni önce helyuma dönüştürdüler; derken helyumdan önce karbon, ardından oksijen ve öteki elementler türedi. Milyarlarca yıl sonra bu ilk kuşak yıldızlar dev patlamalarla yok olup gittiler; giderken de ürettikleri öteki elementleri ince toz halinde uzaya saçtılar. Böylelikle, ağır elementlerle zenginleşmiş

yıldızlararası madde, ikinci kuşak güneşlerin oluşumunu hazırladı. Yeni kuşak yıldızların merkezinde nükleer tepkimeler element sayısını çoğaltmayı sürdürdüler; yok olup gittikçe de bu yeni atom türlerini uzay boşluğuna bıraktılar.

Ve bundan yaklaşık 5 milyar yıl önce, başlangıçtan şöyle bir 8 milyar yıl sonra, artık bir yeni adımın atılabileceği aşamaya gelip dayandı kozmik evrim. Şimdi evrende bildiğimiz bütün temel elementleri içeren tozlardan yeni güneşler oluşmaya, güneşlerin çevresinde de gezegenler ortaya çıkmaya başladı. Onlar da aynı tozun ürünüydüler. Güneş sistemimiz bu konuda kesin bir kanaat oluşturmamızı sağlıyor. Ancak galaksimizin öteki güneşleri bize öylesine uzaktalar ki, onların bize en yakın olanlarının bile gezegenlerini görmemiz bugüne kadar mümkün olmamıştır. Ama istatistik bakımından, koskoca sistemde, bir tek bizim Güneşin çevresinde ve istisnai olarak 9 gezegenin oluşmuş ve dönüyor olması ihtimali, her türlü ihtimal anlayışını ve akli mantığı zorlayacaktır. İstedikimiz kadar temkinli davranalım ve sadece her yüz bin güneşten birinde gezegen sistemi oluşmuş olduğunu varsayalım, bu durumda bile, sadece bizim galaksimizde bizimkine benzer 1 milyon gezegen sisteminin var olduğunu kabul etmek zorunda kalırız.

Aynı mantıksal çıkarsamaları sürdürüp hadi o milyarlarca galaksiyi bir an için bir yana bıraktık diyelim, gelişmenin sadece bizim Güneş sisteminin içinde ve gele gele sadece bizim gezegenimizle sınırlı kalacak biçimde yol almış olmasının akla mantığa sığar bir yanı bulunup bulunmadığını soralım. Hayatın, bilincin ve zekâ dediğimiz şeyin sadece bizim gezegenimiz üzerinde ortaya çıkmış olduğunu kabul etmenin sağlıklı insan aklıyla, mantıkla bağdaşır bir yanı var mıdır? Bu

hâlâ yaygın sanının, o eski jeosentrik hezeyanımızın, Dünya ve insanmerkezci takıntımızın sinsi bir kalıntısı olduğuna hiç şüphe yok.

Hâlâ çoğu kimse için Dünya bugün bile evrenin tam göbeğinde. Öyle fiziksel anlamda değil elbette; astronomi düzeyinde bir gökcismi olarak Dünya'nın evrenin merkezini tuttuğunu artık kimsenin söyleyecek hali yok. Son iki yüzyılın bulguları, ta Kepler'den, Kopernikus'tan beri netleşen bir keşfi, Dünya'nın, Güneş çevresinde dönen gezegenlerden sadece biri olduğu gerçeğini tartışmasız herkese kabul ettirmiştir. Ancak hâlâ, birçok kişi için, başka bir anlamda yeryüzü hâlâ kozmosun merkezini oluşturmaktadır: Bunlar ciddi ciddi, hayatın ve bilincin sadece bu gezegende, koskoca evrendeki tek örnek olarak ortaya çıktığı görüşüne sımsıkı sarılarak, bu jeosentrik saplantıyı sürdürmektedir.

Aslında bu tutum, Ptolomeuşçu dünya tablosunun bir mirası, o önyargının bir kalıntısından başka bir şey değildir. Akıl ve mantık, gerek bizim galaksimizin, gerek öteki sarmal kollu galaksilerin hepsinin hayatla dolup taşması gerektiğini söylemektedir. Orada, yukarılarda, başımızın üstünde sayısız yerde, bilinç ve zekâ cirit atmaktadır. Galaksimizin ve başka milyarlarca galaksinin her yerinde hepimizin paylaştığı bu evrenin, bu sonsuz âlemin sırları ve muammaları konusunda milyarlarca bilinç taşıyan yaratık, kafa patlatıp durmaktadır.

Ama öte yandan mevcut olanakların ve gelişme potansiyelinin, ilkelerin ve yöntemlerin çeşitliliğinin, bizim aklımızın ve mantığımızın alamayacağı kadar geniş ve sonsuz olduğundan da emin olabiliriz. Evrende var olması muhtemel, ama bizim Dünyamızın dışında, çok uzaklarda gelişmiş düşünme

biçimlerini, yöntemlerini –hani bunlarla günün birinde bir şekilde tanışsak bile– anlayıp kavramamız büyük ihtimalle mümkün olmayacaktır; çünkü bizim dünyasal ortamımız bizleri fazlasıyla kendi koşullarına göre kotarıp biçimlemiştir; dolayısıyla imkânlarımız bu Dünya ile sandığımızdan çok daha fazla sınırlıdır. Üstelik bu sınırlılığın varlığını fark etmemiz de güçtür; çünkü Dünya dediğimiz çevrenin koşullarına öylesine uyumlanmışızdır ki, bu koşullanmışlığımız üzerinde düşünme nedenimiz ya da vesilemiz bulunmamaktadır. Ve bu evrende yalnız olmadığımızdan emin olduğumuz halde, evrimin izlediği yolu anlamaya çalışırken çözümlemelerimizi bu Dünya’daki gelişmelerle sınırlamak zorundayız.

Dünya henüz 1 milyar yaşında ya var ya yokken, bundan yaklaşık 4 milyar yıl önce, Güneş ışığının etkisiyle basit kimyasal bileşimler bir araya gelip büyük molekülleri kurmaya başladılar. Bunlar, bugün “canlı” madde dediğimiz oluşumların ilkleriydiler. O andan itibaren de yeryüzünün çehresi değişmeye, artık bir daha önceki haline, cansız maddeden ibaret konuma dönmek üzere, yepyeni bir gelişmeye sahne olmaya başlamıştı Dünya.

Yaklaşık 1 milyar yıl sonra da ikinci tayin edici adım atıldı: İlk hücreler oluşmaya başladı; bunlar düzenlenmiş bir yapıya sahip, bölünme yoluyla çoğalabilen, aktif, kendiliklerinden hareket edebilen, dış dünyaya bağımlı olmakla birlikte gene de kapalı bir madde özümseme süreci gerçekleştirebilen organizmalardı. İlk bireyler, evrim sahnesinde boy göstermişlerdi artık.

Gene aradan 1 milyar yıl geçti. Bu süre sonunda o ilk tek hücreliler gezegenin ilk okyanuslarında çoğala çoğala bütün

bir yerküreye dağıldılar. Doğal çevrelerinin değişen ve farklı koşullarına uyum sağlaya sağlaya çeşitli türlerden organizmaların ortaya çıkmasına zemin hazırladılar. Aynı zamanda salt varoluşlarıyla gezegenin çehresini de değiştirmeye başladılar.

Dünya denizlerindeki minicik mikroorganizmalar, gezegenin o zamana kadar yabancı olduğu, öldürücü bir gazı, oksijeni üreterek, atmosferin kimyasal yapısını da değiştirdiler. Kendileri küçük, sayıları olağanüstü büyük bu organizmalar, bugün soluduğumuz oksijenin asıl üreticisiydiler. Oksijenin biyolojik evrime katılmasıyla birlikte, gerek hareket yeteneklerinin ortaya çıkması gerekse biyolojik gelişmenin hızlanması bakımından yepyeni bir fırsat doğmuş, o zamana kadar görülmemiş biçimde organizmaların kapasitelerini artıran bir enerji kaynağı hayatın kullanımına sunulmuştu.

Bu gelişmenin getirdiği avantajlar kendilerini kısa sürede gösterdiler; evrimin hızı katlanıp arttı ve sadece 500 milyon yıl sonra, o zamana kadar sularla sınırlı hayat, karaya sıçrayıverdi. Bu gelişmeden 200 milyon yıl sonra ise, bu kez dev sürüngenlerle birlikte dinazorlar çağı başladı. Bir 100 milyon yıl sonra ise, doğa, “sıcakkanlılığı” keşfetti. Bu yeni keşif, organizmaların ve canlıların hareketlerini doğal çevrenin (sıcaklık) koşullarından bağımsız kılmaya yetti. Vücut ısıları, çevre ısısından bağımsız olarak sabit bir değerde kalabilen canlılar, doğal çevre karşısında özgürlüğe giden ilk adımı attılar. Derken kuşların ve memelilerin ortaya çıkması için artık sadece 50 milyon yıl yetecekti.

Evrimin gelişmesi tamamlanmış gibiydi. Hayat, gelip gelebileceği en üst düzeye tırmanmış, gidebileceği bir yer kalmamıştı

artık. Ama işte, bu noktada da o zamana kadar evrimin tanımadığı yepyeni bir fenomeni, “bilinci” oyuna dahil edecek, tayin edici bir adım daha atacaktı evrim. Başlangıçları geçmişin derinliklerinde ve karanlıklarında yatan, hayatın önünde bir yerlerde var olmuş olması gereken şey, canlıların en gelişmiş biçimleriyle birlikte evrimde kendini göstermeye başladı. Bilinçle birlikte, açlık, korunma, kaçma, kuluçkaya yatma ve benzeri güdülerin yanı sıra, korku, merak ve duygusal eğilim gibi nitelikler de hayatın bir parçasını oluşturmaya başladılar. (Bkz. dizinin ikinci kitabı, *Bilinç Gökten Düşmedi*.) Aradan sadece 1 milyon yıl geçti geçmedi, bilinç denen bu yeni boyut sonuçta kendi varlığı üzerinde düşünebilen canlılarla birlikte yepyeni bir nitelik kazandı. Artık insan vardı evrimde ve onun varoluşuyla birlikte de “kültür ve uygarlık” dediğimiz şey başlamıştı.

Bütün bu evrimsel öykü, bu muazzam tarihsel serüven, şundan bir yüzyıl öncesine, hatta yakın zamana kadar tanıksız, sessiz akıp gitmişti. İnsan soyu nispeten tasarlanamayacak kadar uzun bir süreden beri yeryüzünde olduğu halde, evrim tarihinin kendisini ancak yeni keşfetti. Evrimin seyrine ilişkin ilk bulgular ve varsayımlar 100 yaşında bile değillerdir. Ve bizim kuşağımız, insanlığın kendisini ilk kez gelişmenin bir ürünü olarak kavrayabildiği kuşak olma onuruna sahiptir bu tarihsel gelişmede. Bu tasarlanması zor uzunluktaki geçmişin; bizim üzerimizden aşıp gidecek bir gelişmenin geçici sonuçları; bilmediğimiz bir hedefe doğru yol alan evrimin geçici ürünleriyiz biz.

Evrimin bu upuzun tarihinin fonundan bakıldığında, bu gezegen üzerinde “bilinç” denen fenomenin, o bulanık, ken-

di varlığının farkında olmadığı, karanlık evreden çıkıp kendi varlığının bilincine ulaşmasından, kendisi üzerine düşünebilme yeteneğine kavuşmasından bu yana henüz çok kısa bir süre geçti. Bu iki evreyi birbirinden ayıran eşik, şunun şurasında birkaç yüzyılla sınırlı bir geçmişin önünde duruyor. Gene de, bu eşiği, bugüne kadar bu Dünya’da geçebilmiş tek canlı varlık, insanoğludur.

İnsanlar yüzyıllar boyu yukarıda, başlarının üzerindeki gökte olup biteni anlamaya çalıştılar. Tarihsel evrimin son dönemlerinde, sadece o uzaklardaki dünyaların değil, insanın hemen burnunun dibindeki çevresinin ve de kendisinin, bu çevreyi algılayıp yaşantısına katan varlığının da, en az o uzak âlemler kadar esrarengiz ve bilinmezlerle dolu olduğu ortaya çıkmaya başladı.

İnsanoğlu bu konudaki sorularına ilk yanıtları, bilincinin emekleme aşamasına bağlı olarak, saf ça, ilkelce yollardan bulmaya çalıştı. Daha birkaç yüzyıl öncesine kadar üzerinde yaşadığı Dünya’nın, Ay ve Güneş’in çevresinde dolandıkları merkez nokta olduğuna inanıyordu. Derken doğabilimi adını verdiği anlama ve düşünme yöntemini geliştirdi. Kendi üzerinde eleştirel düşünce oluşturabilen bilincin, görünür, somut Dünya’ya bakıp onu, kendinden bağımsız, “objektif”, nasılsa öyle tanımaya çalıştığı, bu bağlamda ona sorular yönelttiği, eşi örneği görülmemiş bir adımdı bu.

Doğabiliminin yol açtığı ilk sonuç, “Koperniküsçü Dönüşüm” adı verilen o büyük şoktu. O zamana kadar kendini evrenin merkezinde gören insanoğlu, Koperniküs’un bulgularıyla birlikte, evrende, tasarlanmaz büyüklükteki, hayata aykırı bir boşlukta yüzen küçücük bir toz parçası üzerine

taşındı. Bu madde tozu, onun dünyasıydı artık. Birkaç yüz-yıl sürdü gitti bu kâbus. Muazzam bir evrende, eşi örneği bulunmaz bir yalıtılmışlık ve yalnızlık içinde, kendi varlığını hiç umursamayan, bu varlıkla alakası olmayan bir kozmosta, tüyler ürpertici bir boşluk ve karanlık içinde dolanıp duruyor olma duygusu ve buna bağlı Dünya tablosu, yakın zaman kadar egemenliğini korudu. İnsanoğlunun bilinci bu duygu ve düşüncelerin damgasını yedi durdu. Bugün bilginin attığı yepyeni bir adımın çağdaşları ve tanıyınız biz. Dünya'nın evrenin merkezi olduğu inancını yıkan ve Dünya'yı sonsuz boşluktaki herhangi bir gökcismi olarak ilan eden aynı bilim, o yalnızlık kâbusunun da gerçekten sadece bir kâbus olduğunu, aslı astarı bulunmayan bir korkunç düş olduğunu ortaya çıkardı.

O yadırgatıcı, bize yabancı güzelliğinin bizimle hiçbir ilintisi bulunmayan bir kozmosa öylece fırlatılmış olduğumuz düşüncesi kesinlikle doğru değildi. Varoluşumuzun, ölçülmez büyüklükteki boşluğunu Dünyamızla kat edip durduğumuz, bağlantısız, ilintisiz içinden süzülüp gittiğimiz, kendisi için önemsiz ve anlamsız, saçma bir nesne oluşturduğumuz bir evrende gerçekleşip geliştiği de kesinlikle doğru değil. Bu koskoca uzayın, bizi ortaya çıkarmak ve yaşatmak bakımından zorunlu ve tamamlayıcı olduğunu bile öğrendik artık.

Dünyamızın ve bizim yapı taşlarımızı oluşturan malzemenin ortaya çıkabilmesi için milyarlarca güneşin oluşup yeniden yok olması zorunluydu. Daha sayısız gezegenle birlikte bizim gezegenimizde de, bu minicik küreciğin üzerinde de hayatın ortaya çıkabilmesi için gerekli koşulların oluşması, o sonsuz büyüklükteki kozmosun o boyutlarıyla varlığını ön-

koşul olarak gerektirmiştir. Ve sadece Dünya ve Güneş değil, aynı zamanda Ay ve öteki gezegenler, Güneş sisteminin bütün hayranlık verici nesneleri, giderek bütün bir Samanyolu ve bu galaksinin o sarmal biçimi, kozmosun kendisi; hepsi, buradaki varoluşumuzun kökenini ve temelini oluşturmuşlardır. Kozmosun derinliklerinden bize uzanagelen güçler ve etkiler, şu gündelik hayatımızın dengesini, içinde yaşadığı güvenceyi, istikrar ve sürekliliğini sağlamaktadırlar.

Bilimin son zamanlarda tamamlamaya çalıştığı Dünya'ya ilişkin yeni tablo yavaş yavaş ilkece belli olmaya başlamıştır. Güneşimizle birlikte içinde süzüldüğümüz evren artık yepyeni bir çehreye bürünmüştür. O artık, bizimle ilgisi olmayan, soğuk, hayata düşman boşluk değildir; ve biz onun içinde, rastlantısal bir varlık olarak yer almıyoruz. Bizim evrenimiz o. Bizi o doğurdu ve bizi hayatta tutan da o. Biz onun yarattıklarıyız. Yolculuğun nereye olduğunu söyleyebilecek tek bir kimse bulunmadığını itiraf etmek zorunda olsak da, bunu bilmek bile bize rahatlık ve güven veriyor.

Sonsöz Yerine

Oluşturduğumuz dizinin önceki “derlemeleri” ve Cumhuriyet Kitapları’ndan çıkan yeni çevirileri ile birlikte özel “tartışmalarda” yazarın “dinleri” değilse bile inancın bir yorumunu ve “Tanrı düşüncesini” kolladığı ileri sürüldü ve sürülüyor. Ditfurth, “Doğabilim, Din ve İnsanın Geleceği” kitabında, “Birkaç yüzyıllık doğabilim araştırmasının ardından kavrama yetimize, aklımıza teslim olmaya başlayan açıklanabilir evrende bir Tanrı’nın var olduğuna ya da evrene müdahale ettiğine inanmak mümkün mü?” diye sorup ilahiyat ile doğabilimin bu tür sorular karşısındaki tavır ve stratejilerine işaret ediyor. Sonuçta iki kampın yorgun düşüp “iki ayrı hakikat” düzleminde “kendi işlerinc baktıklarını”, gerçekliği ikiye böldüklerini söylüyor. Kitap boyunca gerçekliğin bir bütün olduğunu hatırlatıp son tahlilde “anlam” sorunu sormayacaksak zaten bütün bu bilgileri niçin kovalıyoruz, demeye getiriyor. Bu sorunlara girince elimizdeki bilimsel bilgiyi spekülasyona alet etmiş olacağımız kesin, ama işte “varoluşun anlamı” sorusu da ancak spekülasyon yaparak tartışılabilir; buna da bunca bilimsel birikim sonunda hakkımız olsa gerekir, diyor.

Bizim sosyo-kültürel coğrafyamızda evrim tartışması biliminsanımızın “hâlâ savunma” ihtiyacından kurtulamadığını gösteriyor. “Yaratılışçılar” ya da “akıllı tasarımcılar”, bir kerelik verili, tamamlanmış, değişmeyen bir dünya (evren) tablosunu bilim alanındaki “tahrifatlarla” savunmaya çalışıyorlar. Bilim kampı ise haklı olarak işine bakıyor; ama o savunma ruh halini tam terk etmeksizin.

Üç kitabın sonsözü olarak seçtiğimiz, Dithfurth’un 1982 tarihli bir konferansının aşağıdaki derlemesi, “bilimin içinde” kalarak da “anlam” sorusunu sorabileceğimize bir örnek.

* * *

Bildiklerimiz ile İnancı Bir Uyum İçine Yerleştirme İmkânı

Evrim ile yaratılış arasında herhangi bir ilişki, bir bağlantı var mıdır? Bilime sınımsız bağlı pozitivist zihniyetli bir biliminsanı, bilimsel olgulardan başkasını tanımayan ve bilimsel anlamda ciddiye almayan bir bilimci, böyle bir ilişkinin varlığını kesinlikle reddedecektir. Ona göre gerçeklik dendi mi, akla, hakkında mantıklı, anlamlı şeyler söyleyebileceğimiz olguların alanı gelir; bu alan, onun bilimsel yönteminin kendi sınırlarına dayandığı yerde son bulur. Onun gözünde “yaratılış” kavramı, karşılığı, içeriği bulunmayan, “anlamsız”, havanda su döven bir kavramdır. Böyle bir biliminsanı, pragmatik karakterden yoksun, sadece ilkesel düzlemde var olabilen olgularla ilgilenmez; dolayısıyla da ontolojik olgulara itibar etmeyen bir yöntemi benimsemiştir. Anlamlı, tutarlı bir doğabilimi çalışmasının başka yolu da yoktur. Bilimin (ve bilimsel yöntemin) ölçülebilir, niceliksel karak-

terli, yeniden üretilebilir ve tekrarlanabilir nesnel (objektif) olgu ve süreçlerin incelenmesiyle kendini sınırlı tutması anlaşılır nedenlere dayalı bir tür “vazgeçme” anlamına gelir; [ilkesel karakterli, ontolojik, tekrarlanamayan, tamamen bireysel deneyime özgü, öznelerarası özelliği bulunmayan olguları ilgi alanı dışında tutma biçimindeki bu vazgeçme] bilim alanındaki tarihsel bir “uzlaşmanın” da öteki adıdır. Karakteristik özelliği bu anlamda pragmatiklik olan bilimsanı, uğraşını, hep bu ölçülebilir, doğrulanıp çürütülebilir olgular arasında kalarak sürdürecektir. Evet başka bir yolu bulunmamaktadır bilim yapmanın; ama o da, asıl gerçekliğin onun yönteminin sınırlarının çok çok ötelere taşındığını inkâr etmeyecektir. [Bilimsanı, “yaratılış” kavramını bu ilkesel ve ölçülemezlik özelliği yüzünden yönteminin dışında kaldığı için içeriksiz, bilimin konusuna girmeyen bir kavram olarak görürken] inançlı bir kimsenin bu konferansın temelini oluşturan “evrim ve yaratılış” ilişkisine bu haliyle karşı çıkacağını hesaba katabiliriz. Deneyimlerimiz, birçok dindar Hristiyan’ın “evrim ve yaratılış” bağlamını, “evrim ya da yaratılış” ilişkisi olarak algılayıp bir tercihle karşı karşıya bırakıldıkları duygusunu taşıyarak, elbette “yaratılış” dediklerini gösteriyor. Böyle bir kimse dünyayı sadece bir yaratılış olarak görmek isteyince de, bu kez dünyayı doğa yasaları uyarınca gelişen, dönüşen, aklımıza, mantığı-mıza yer yer sığabilen olaylar ve süreçler olarak anlamak isteyen kimseyi de nifakçı, kâfir, inançsız olarak algılamak istiyor. Sonuçta bilimin elde ettiği bütün ilerlemelerin, sadece ve sadece bu gibi kimselerin “yaratılış” anlayışını çürütecek argümanlar biriktirme anlamına gelmediği yerde, en azından bu anlayışı sınırlama anlamına geldiği endişeleri or-

talığı sarıyor. Bütün bunların sonucunda, kilisenin yer aldığı kampta, oldum olası varlığını koruduğunu kolayca belirleyebileceğimiz bir tür “bilime değme” korkusu, bu türden önkoşulların bulunduğu her yerde psikolojik yönden ortaya çıkması kaçınılmaz bir “temas etme” endişesi kendini göstermektedir. Bu endişe ve korkunun tezahür biçimleri, bilimi tamamen reddetmekten tutun da, bilimsel sonuçları göz göre göre inkâr etmeye, giderek bilimin, sırf yaratılış olgusunu çürütmek için iblisin desteğindeki bir uğraş olduğu saf-satasına kadar uzanmaktadır.(...) Bunları söylerken, şu anda (1982) Almanya’da hâlâ bugün kilisede ve Hıristiyan cemaatlerinde yaygın bir endişeyi, hemen herkesin kolaylıkla görebileceği bir durumu göz önünde tutuyorum.

Bu tutuma değişik biçimlerde cevap verilebilir. Bugün, ille de “yaratılış” diyen biri, inadında istediği kadar tutarlı olsun, kendi kendini organize ederek evrilen bir evren anlayışının öyle ya da böyle Tanrısal önermeler sisteminin oluşturduğu metinleri etkilemesini önleyemeyecektir. Giderek bu evrim anlayışı, tek tek dindar kimselerin inanç sorunlarına da yansımadan edemeyecektir. Bunu önlemenin imkânı kalmamıştır. Bu noktayı biraz daha açabilmek için, inanç alanında kalarak “dinsellik” ile “ilahiyat” kavramlarını daha bir yakından ele almamız gerekiyor. Ben “dinsellik” derken, (tarihsel büyük dinlerden birine bağlı olmayı değil) öteki dünyanın, öteki-yanın gerçekliğine inanmayı, içinde yaşadığımız ve duyumlarımızla yaşantı deneyimimize katabildiğimiz “bu dünyayı” aşkınlaştıran, her şeyi kapsayıcı bir “gerçekliğin” varlığını benimsemeyi kastediyorum. Böyle bir “öteki gerçekliğin” varlığına kesinlikle kanaat getirmişlik durumuna

“dinsellik” diyorum. Anlayacağımız (üç büyük dinde olduğu gibi) sadece dinsel-ahlaksal değerlerden oluşmuş belli bir “kataloga” kayıtsız şartsız bağlı bulunma duygusu olarak anlamıyorum dinselliği; ya da sosyal hayatın ahlaksal yanının gelişmesinin vazgeçilmez koşulu olarak anlaşılacak istenen, böylece de sosyal-kültürel bir “mış-gibi-davranma” tutumu olarak yorumlanan dinselliği düşünmüyorum. Ben çok reel bir öteki gerçekliğin varlığını benimsemişliği kastediyorum.

Bu yönden bakıldığında, sözlüksel tanımı, (Hristiyan) dininin geleneğini, tarihini, içeriklerini “bilimsel” olarak destekleme anlamına gelen “ilahiyat” da, içinde yaşadığımız “bu” dünyayı, sözünü ettiğim öteki reel gerçekliğin fonunda kavrayıp yorumlama çabalarının bütünü demektir. Benim kastettiğim anlamda “dinsellik” ve ilahiyat birbirlerini karşılıklı tamamlayan, biri olmadan öteki işlemeyecek kavramlardır. Bu gerçekliği aşan bir öteki gerçeklik olduğu inancı (dinsellik), bu öteki gerçekliğe göre insanı ve dünyayı anlamaya çalışan ilahiyat olmaksızın dilsiz ve metinsiz kalır. Tersine ilahiyat da, inanç ve dinsellik yanının bulunmadığı bir yerde, öte bir gerçekliğe ilişkin “gevezelik, amaçsız boş laflar konteksi” olmaktan kurtulamaz.

Öte yandan birbirine bu kadar düğümlenmiş bu iki yan, boşlukta gerçekleşemezler. Onların hareket ettikleri zemin, “bu” dünyadır. Buradaki gerçekliktir. Dolayısıyla onları bu dünyadan kopartmak mümkün değildir. Bu noktada, bütün ilahiyatın bir sistem olarak içerdği en can alıcı soruna geliyoruz. İki bağlamda tam da içinden çıkılması güç bir sorun duruyor karşımızda: Dinsel metinlerin dilinin, sözcüsü olmak istedikleri öteki reel gerçekliğin (dünyanın) değil de,

ister istemez bu dünyanın ilişkilerinden türemiş bir dil olması; dolayısıyla, ilahiyatın kullandığı bu dünya dilinin arkaik bir dünya tablosunu, bir kerede yaratılmış, sonra bir daha hiç değişmemiş bir evren anlayışını ifade etme bakımından uygun olmaması. Sürekli dönüşen ve değişen bir gerçekliğin dili, ilahiyat metinlerine ters düşmektedir.

İnsan diline ve bu dünyaya ait kavramlarla, bu dünyayı aşkınlaştıran öteki gerçekliğe ait bildirimler sunmak zorunda kalıktan türeyen, içinden çıkılmaz bir güçlütür bu. Gerçekten de ilahiyatın kullanmak zorunda kaldığı dil, aslında hiç de durağan olmayan, tarihsel somut zaman süreci içinde durmadan değişen bir dünyadan alınmak zorunda oluşuyla büyük güçlükler çıkartır. Öte yandan içinde yaşadığımız dünyada, bilimsel ve benzer değişimlerden ötürü ortaya muazzam anlam ve anlayış dönüşümleri çıkmakta, bilimlerin bulguları bir yanıyla teknolojiye, öteki alanlara yansırken, bir yandan da insan bilincinde muazzam dönüşümler ortaya çıkartmaktadırlar; bu dönüşümlerin ise eninde sonunda yansıdığı bir alan da insanın dünyaya bakışıdır.

Bu bağlamda neyi kastettiğimi kolayca anlamamızı sağlayacak iki tipik örnek vermek istiyorum. Bunlardan birincisi yıldırımları çeken dam paratonerlerinin kullanıma sokulmasıyla ilintili. Atmosferdeki elektrik alanlarının ve bu elektriğin deşarj olma yollarının keşfiyle birlikte, damlara yerleştirilen paratonerler, önemli koruma işlevleri gerçekleştirdiler. Ama insanlık tarihinde ortaya çıkan büyük değişiklik bu bağlamda damların tepelerindeki görüntüde değil de, insan bilincinde aranmalıdır gene de. Çünkü paratonerlerin kullanıma sokulmasıyla birlikte şimşegiyle, yıldırımıyla

kimbilir kaç milyon yıl insanoğlunun ruhuna dehşet saçan iblisler ya da kötü ruhlar bir anda bir doğa yasasına dönüşüvermişlerdir. Üstelik kafalarımızın içinde ortaya çıkan bu dönüşüm sırasında ve sonrasında bizim o doğa yasalarının varlığından haberdar olmamız da gerekmemektedir. Bu örneği sevmemin bir nedeni de, günümüzdeki aktüel tartışmalarda ölçüsü iyice kaçırılarak abartılan teknolojik yanın, doğabilimsel bilgi ve buluşların, bilinç-düşünce üzerindeki, ruhumuz üzerindeki etki ve dönüştürücü sonuçları karşısında devede kulak kaldığını pek güzel göstermesidir. Bilincimizde ortaya çıkan dönüşümün, her yeni bilimsel bilgiyle birlikte, dünyaya, evrene yönelik anlayışımızı yeniden düzeltme bakımından elimize geçen fırsatların karşısında, aynı bulgulara dayalı teknolojik ilerlemenin hiç de böyle abartılmaya hakkı bulunmadığını göz önüne sermesidir. Doğabilimin asıl önemi, dünyayı her defasında, eskiye göre biraz daha düzelterek yorumlamaya zemin hazırlamasında yatar.

Bir örnek de astronomiden. Bu uzmanlık dalının sonuçlarının, doğabilimlerinin çoğunun aksine, pratik hayata hemen hiç yansımaz gibi bir görünüm vardır. Başka deyişle, astronomideki buluşların pratik karşılığı “sıfır”dır. Ama tamamen yanılgıdır bu. Dünyayı değiştirir astronomi. *Kopernikçi dönüşüm* diye bilinen (ama aslında asıl onuru Giordano Bruno’ya ait olan) ihtilal sayılacak bir anlayış ve zihniyet dönüşümü var şu anda kafamda. Böyle bir dönüşüm öncesine, ortaçağın üst sınırlarına kadar, atalarımızın dünya tablosu, merkezinde Tanrı’nın bulunduğu kozmik bir hiyerarşiyi temsil etmekteydi. Kâinatın, yedi kat göğün Ayaltı (sublunar) bölgesinde, dünya, insanoğlunun yurdu, pey-

gamberlerin bildirim alanı olarak mutlak ve hareketsiz bir kâinat merkeziydi. Üstte sabit yıldızlardan oluşmuş bir kubbe, onun üstünde Tanrı'nın âlemi vardı. Gene bu âlemde de hiyerarşik bir alt üst ilişkisi egemendi: Tanrı, baş melekler, öteki melekler ve azizler. Ernst Topisch gibi sosyologlar, bugün böyle bir hiyerarşik tabloya "sosyomorf projeksiyon" tanımı yakıştırıyorlar. (İnsanoğlunun kendi sosyal yapı biçimini yansıtması anlamında.) İnsanoğlu, o dönemlerde, kendi feodal toplum yapısının hiyerarşik biçimini olduğu gibi göğe yansıtmadan edememiş, böylelikle farkında olmaksızın göğün o bilinmeyen âleminde aynı dünyasal feodal düzeni kuruvermişti (başında Tanrı'nın bulunduğu monarşik bir krallık). Gelgelelim feodal çağların insanı için, hakikatte onun kendi tasarımıından kaynaklanan bu dünya tablosu, inanılan bir "gerçeklikti". O bunu göğe yansıttı, bu kez oradan ikinci bir yansımayla yeniden kendine geri döndü bu gerçeklik. Öyle ki, inancın ürünü olan gökler âleminin düzeni, bu kez geri yansıyarak, onun bu dünyadaki feodal toplum düzeninin tanrısal, meşru zeminini oluşturdu. Feodal dönemin monarşik hiyerarşik yapısı, artık Tanrı'nın istediği ve dinin meşru kıldığı bir düzene karşılık gelmekteydi. Bu devletler, Tanrı'nın istediği doğal imparatorluklardı o insana göre.

İşte bu iki yönlü yansıtma sürecini kavrayan biri, hani doğrudan ispat etme imkânımız bulunmasa bile, modern astronominin Bruno ve Kepler ile, Galilei ile ortaya koyduğu büyük dönüşümün, göklerdeki bu büyük devrimin, ortaçağ sonrası ortaya çıkan büyük siyasal dönüşümleri de önemli ölçüde etkilediğini anlamakta gecikmeyecektir. Astronomi-

deki devrim ile sonraki yüzyıllarda insanlık tarihinin yaşadığı devrimler arasında atlanmaz bir nedensellik bağı bulunmaktadır.

Çünkü evrende sayısız güneşin ve onlarla birlikte, hiyerarşik konumu bizim gezegenimizden geri kalmayan sayısız gezegenin bulunmasıyla birlikte (1781’de bizim Güneşimizin 6 gezegeni biliniyordu artık) kozmik tablo da mutlaklığını yitirmekte gecikmemişti. Bu tablodan geri dönüp baktığımızda, bütün insanların eşit olduğu, monarşilerin bir ayrıcalıkları bulunmaması gerektiği biçimindeki büyük zihniyet ve anlayış dönüşümünün bir ayağında, astronomideki bu devrimin bulunduğunu kolaylıkla söyleyebiliriz. (Nitekim, kilisenin Galilei’ye çoğu kimsenin anlamakta güçlük çektiği tepkisinin arkasında, bu alışıldık hiyerarşik dünya tablosunun çökmesi endişesini ve bu endişeye bağlı sadece siyasal değil aynı zamanda psikolojik sarsıntıyı da yakalamak zor değildir.)

Dünya görüşleri, evrene ilişkin anlayışımızı temsil eden “tablolar”, istedikleri kadar eksik ve kusurlu olsunlar, kapalı ve tutarlıdırlar kendi içlerinde. Öznenin, tek tek insanların bütün sorularına, o kapalı sistemle uyumlu bir cevap bulabilirsiniz orada. Bu yüzden de insanlar, gerçekliğe, kozmosa ilişkin kendi bilinçlerinin ürünü olan kavrayışları götürüp tamamen masumane bir tutumla, asıl “gerçekliğin” yerine koymuşlardır. Bunu bugün hâlâ hepimiz yapıyoruz. Hemen hemen hiçbir zaman, o hakiki, asıl “gerçek dünya” da değil de, o dünyadan sınırlı duyularımızla kotardığımız bir yansımanın, bir “tablonun” içinde yaşadığımızı her zaman aklımıza getirmek istemiyoruz. Böyle olunca da, doğabilimleri

ortaya yepyeni, bu “tablomuzu” sil baştan yapmamıza yol açacak bir buluş atınca da akla kararı seçiyor, o anda dünyanın sonunun geldiğini, kıyametin kapıyı çalmak üzere olduğunu sanıyoruz. Oysa yapılması gereken, sadece eski düşünce alışkanlıklarını bir yana bırakmak, içinde yaşadığımız dünya tablosunu değiştirmektir.

İşte, önümüze böyle bir zihniyet ve anlayış değiştirme zorunluğu koyan son olgu, “evrim kavramı”dır (anlayışı ve tablosudur). Ancak kendi dünya imajımızı, ona ilişkin anlayışımızı değiştirmeden önce, evrim kavramını Darwinci evrim anlayışının çok ötesine taşımamız gerektiğini de bilmemiz gerekir.

[Darwin, gelişme ilkesinin biyolojik dünyada da geçerli olduğunu ileri süren dâhi bir çığır açıcıydı. O bir kılavuzdu. Ama bugün artık, sadece biyolojik dünyanın değil, bütün bir kozmosun evrildiğini biliyoruz. Biyolojik evrim, bütünü kapsayıcı üst evrimin sadece bir dilimini temsil etmektedir. Kısacası bu anlamda evrim sözcüğü, evrenin ve onun parçası olan Dünya’nın, insanın bakış açısından bir kez daha bambaşka bir konuma yerleştirildiği anlamına gelmektedir. Düşünce tarihinde evrim anlayışının yol açtığı büyük dönüşümleri benimseme konusunda gönlünce davranabileceğini sanan kişi şunu unutmamalıdır: Ömür boyu atmosferdeki elektrik akımlarından ve onların varoluş biçimlerinden ve egemen yasalarından hiçbir zaman haberi olmayacak bir insan bile, bugün, paratonerin kullanılışı sonucu, ilkel insandan ve ortaçağdaki hemcinslerinden farklı olarak, artık kötü ruhları doğal felaketlerin müsebbibi olarak görmüyor. O elinde olmadan bir anlayış dönüşümü geçirdi. Cansız do-

ğada sürüp giden olayların, ilkel insanın sandığının, oradaki dünya tablosundaki yorumların aksine, belli bir özneyi, belli bir sosyal öbeği (kasten) hedef almasının söz konusu olmadığı, bu tür olayların kötü ruhlarca düzenlenmiş, özne merkezli tepkiler anlamına gelmediği, artık onun da bildiği bir şey; o bir paratonerin ilkece nasıl çalıştığını, mekanizmanın arkasındaki doğa yasalarını ilgi alanı içine almasa da, doğadaki süreçlerle ve fenomenlerle ilintili olarak bizim de vardığımız şu sonuçlara varmaktan kurtulamayacaktır. Ve bugün, insanların çoğunun kafasındaki eşitlik düşüncesi, bu insanların, sözünü ettiğimiz o ünlü Kopernikçi dönüşümden ille de haberdar olmalarını gerektirmemektedir; ya da aynı düşünceye yol açan bütün öteki gelişmelerden.]

Evrimsel gelişme düşüncesi, tek tek insanların Darwinci açıklamaların ayrıntılarını bilip bilmediğine, ya da evrim kavramını çok daha geniş kapsamlı, modern dünya anlayışını temelden belirleyen bir yorumlama ilkesine dönüştüren modern kozmolojinin bulgu ya da yorumlarından haberdar olup olmadığına hiç bakmaksızın, çağdaş insanın bilincine damgasını basmaktadır. Burada söz konusu olan, tek bireyin neyi bilip neyi bilmediği, şu ya da bu özgül teoriyi reddetmesi ya da benimsemesi değildir kesinlikle. Dünyaya ve kendimize ilişkin kavrayış ve anlayışımızın genel kültürel bilgilerimizin damgasını yemesi, F.A. van Hayek'e göre, düşünen insanı asıl ilk yaratan unsur olan birey üstü bilmenin bu kültürel biçimidir. Ne kadar tekrarlarsak yeridir: Mesele (tek tek kişilerin öznel benimseme ve reddetmelerinden bağımsız olarak) dünyanın (kozmosu da kapsayan bu yeni evrim anlayışıyla) bambaşka bir çehreye bürünmesidir.

Bu nedenle de Darwinci düşüncenin ya da biyolojik evrime ilişkin ayrıntı tartışmalarının, şu kanıtlandı, bu kanıtlanamadı yollu iddiaların hiçbir önemi bulunmamaktadır; bu ayrıntıları işin uzmanına havale edip tartışmayı, böyle evrimleştiği kesin bir dünyada, insan varlığının anlamını yeniden tanımlama biçimindeki dayatan göreve yönlendirmek daha doğru olacaktır. Böyle bir tartışmada hiç kimse ilahiyata kılavuz bir rol düştüğünü inkâr edecek durumda değildir; çünkü, kaçınılmaz bir biçimde pozitivist yönetime bağlanmış olan doğabilimi, insan varoluşunun anlamının somut belirlenimi konusunda bir şey söyleyebilecek durumda değildir. Öte yandan ilahiyat iletmek istediklerinin doğru ve bundan da öteye anlaşılır olmasını istiyorsa dünyayı bilimsel olarak açıklamakta kullanılan bulguları ve bu alandaki ilerlemeleri göz önünde tutmak zorundadır.

Netice olarak, bugün ne ilahiyatçı ne de dindar sıradan insan, evrim düşüncesinin etkisinden ve sonuçlarından kendini sıyıramaz (...) Gerçi her ikisi de dünya kavrayışlarını yeni bilimsel bulguların temelinden değiştirme görevinden kaçabilirler. Ama işte bunu gerçekleştirmenin tek yolu da, çağın dünya kavrayışından (modern dünya tablosundan), çağdaş kültürün bireylerüstü bilincinden bir tür zihinsel zorbalık ile kendilerini tecrit etmelerinden geçer. Düşüncesini ve dilini döneminin odaksal düşünce akımlarından kopartan kimseye gerçi kendine miras kalmış otorite sayesinde hâlâ kulak verenler bulunacaktır; ama söyledikleri gittikçe de daha az anlaşılabilir biri olacaktır o.

Bu türden, kendini çağın kültürel bilincinden tecrit etme çabaları “kilise”nin, ama asıl kiliseye yakın inananlar

çevresinin çok rastlanan tutumudur. (...) Geçmişte pozitivist doğabilimin (18. ve 19. yüzyılda bilimlerde görülen patlamayla birlikte) iyice ölçüsünü kaçırarak, insan varoluşunun anlamını açıklama konusunda kendini tek yetkili ilan ettiği bir dönem yaşandı; dolayısıyla böyle bir dönemde kilisenin kendini tecrit etmesi anlaşılır bir şeydi. Ne var ki doğabilimin son elli yılda gittikçe daha netleştirdiği kendi kendine evrimleşen bir dünya (evren) anlayışı, kilisenin bilime “değme” korkusunu haklı kılacak hiçbir vesile sunmamaktadır artık. Tersine: Bana kalırsa, bilim, çok belli başlı, can alıcı ilahiyat önermelerinin daha az zorlanarak, dolayısıyla daha inandırıcı formüle edilmesine yardımcı olacak dilsel metaforlar, imajlar ve düşünme modelleri hazırlayıp sunmaktadır. İlahiyatın klasik dilinin, hâlâ bağlı olduğu o statik (değişmeyen evren ve dünya) tablosunun çerçevesi içinde bu türden dilsel imkânlar bulmak mümkün değildir.

Aslında bunda şaşılacak bir yan da bulunmamaktadır; gerçekten de doğabilimsel bilginin, bu dünyanın hakikatine adım adım daha çok yaklaştığı görüşü yerindeyse –ve her ne kadar bu yaklaşma nihai hedefe gitmemize imkân bırakmıyorsa da– gene de, bilimin izlediği bu yolun, ilahiyatçıların sözünü ettiği nihai tanrısal hakikatten uzaklaşıyor olmasına imkân bulunmadığı, tersine bir şekilde ona yaklaştığı umudunu taşımamak için bir neden yoktur.

Bu iddiayı kanıtlamak ve evrimci anlayışın kozmos tablosunun, ilahiyatın önermelerini çok daha inandırıcı kıldığını bir iki örnekle göstermek istiyorum; daha inandırıcı derken, düşünce dünyasının ve tinsel hayatın bütün öteki alanlarında çoktan pabucu dama atılmış olduğu halde din-

sel öğretinin hâlâ bağılı kaldığı statik, değişmeyen, bir kerede yaratılmış evren anlayışına göre daha ikna edici olduğunu kastediyorum. Özellikle, bizim bildiğimiz “gerçekliğin” ötesinde kalan aşkın bir gerçeklikten, evrimleşen ve değişen bir evren anlayışı konteksi içinde inandırıcı şeyler söylemek mümkünken, tam tersine, dinin bağılı bulunduğu değişmeyen, bir defada yaratılmış dünya tablosunda bunu yapmak mümkün değildir. Elbette, doğabilimin argümanlarına sarılarak kendisinden söz edebileceğimiz “bu” öteki “taraf”, gene de ulaşılmaz, aşkın bir gerçeklik olma özelliğini koruyacaktır; hâlâ “inanılan” bir gerçekliktir o. Ancak bütün dinlerin de merkezi kavramı olan bu öte-taraf gerçekliği üzerinde doğabilimi, mantıklı, tartışılabilir argümanlarla fikir yürütmemize imkân vermektedir. Belki kimilerinin kulağına paradoksal bir iddia olarak gelecektir bu. Ne var ki, kimi çevrelerde özellikle 70’li yıllarda yeniden güncellenen vitalist ve bir defalık yaratıcı argümanına dayalı ortamlarda, tipik din düşmanı anlayış olarak ilan edilen evrim kavrayışının, özellikle de onun, öteki dünya gerçekliği gibi bir şeyi ciddiye alma isteğimizi ve yeteneğimizi artırdığı yadsınamaz.

Bu iddia, hazır bulduğumuz bu dünyanın, kendini bizim algımıza ve deneyimimize sunuşundaki yanıltıcı görünüşün aksine, böyle kapalı ve “bundan ibaret” olamayacağını evrimci bakışla anlamış olmamızda temellenir. Yaşantımıza giren bu gerçekliğin, asıl kapsayıcı gerçekliğin hâlâ sadece bu dünyaya ait, minicik bir parçasını oluşturduğunu; bu asıl yanın, öğrenilebilme, deneyimimize katabilme, düşünebilme ve tasarlayabilme yeteneğimizin çok çok ötelerine taşıdığını evrimci bakış bize öğretmektedir. İşte sadece evrimci bakışla

keşfedebildiğimiz ve bile bile paradoksal bir formülasyona başvurarak “dünyaya içkin bir aşkınlık” diye tarif ettiğim olguya dayanarak böyle düşünüyorum.

Ne kastettiğimi gözler önüne sermenin birçok yolu var. Bunlardan biri insanoğlunun bugünkü haliyle bir kerelik bir yaratılma ediminin ürünü olmadığı, evrim perspektifinden bakıldığında, “bugünkü” düzeyi kat kat aşıp gidecek bir gelişmenin “şimdilik” ulaşılmış bir sonucu olduğu gerçeğidir. Bugünkü haliyle ... evrim perspektifinden, muazzam zaman aralıklarına yayılan ve önünde sonsuz bir yol olan bir gelişmenin filmi içinde dondurulmuş tek bir kareden, bu evrimin bir ara aşamasından başka bir şey değildir.

Bugün büyük beyin kabuğumuzun gelişme tarihini iyi kötü güvenilir bir şekilde yeniden kurgulayabilmemiz, bu anlattığımız gelişmenin somut bir sonucudur. Büyük beyin kabuğu büyüdükçe, yeni yeni “merkezlerin” oluştuğunu, yeni kabuk bölgelerinde yeni sinir hücrelerinin ortaya çıktığını, bunların yepyeni işlevler yüklenmeye hazır olduğunu, hatta bir anlamda bu yeni işlevleri beraberlerinde getirdiklerini öğrenmek alabildiğine heyecan vericidir. İnsan beyninin, hareketi yönlendiren ve uzuvların konumu ile hareketi koordine edip düzenleyen merkezi ile “görme bölgesinin” fark edilmez bir “evrimsel” yavaşlıkla birbirlerinden uzaklaştıklarını, bunların arasına, serbest kullanıma elverişli sinir hücrelerinden oluşan yeni bir bölgenin girdiğini biliyoruz. Buraları, üç boyutlu mekân algısının ve onunla ilintili “hesaplama” yeteneğinin konakladığı yerlerdir. Geriye dönüp bakınca, büyük beyin kabuğunda olup biten bu gelişmenin nedenini anlamak zor değildir. İnsanın kendi hareketlerini

bilinçli olarak algılayıp yaşaması ve bu hareketleri görsel olarak algılayıp yaşadığı dış dünya ile bir ilinti ve uyum içine sokması, bilinçten bağımsız, nesnel bir dış dünyanın varlığının öğrenilip fark edilmesinin zorunlu önkoşuludur. Ve sayılar, bu “yeni” keşfedilen üç boyutlu, nesnel mekân içindeki nesneleri düzenleme faaliyetinin sonuçlarıdır. Evet geri dönüp bakınca, bunları söylemek kolay. Ne var ki bugünkü şakak loblarımız bu işlevleri ve yetenekleri ortaya koymadan önce, bunları ne kestirebilmek mümkündür, ne de onların varlıklarını düşünmek.

Şimdi 180 derecelik bir dönüş yaparak geriye değil de geleceğe bakalım; bu bağlamda, gelişme durumunun ilkece, bugüne kadar aynı özellikleri koruduğunu unutmadan gözümüzü geleceğe çevirelim. Sadece hiç değişmeyen, bir kerede yaratıldıktan sonra artık nihai haliyle sonsuza kadar sürüp giden statik bir dünya ve evren anlayışının artık aşılmış imgelerine bağlı bir dille konuşanlar, var olan her şeyin baştan beri değişmeden nasılsa öyle kaldığını ima ederken, biz insanların da, bugünkü halimizle, yaratılışın “son sözü” ve nihai durağı olduğumuzu iddia edecektir.

Evrimci perspektiften bakılırsa kazın ayağı hiç de öyle değildir. Düşünülemeyecek kadar uzun bir zamandan beri süregelen gelişmenin gele gele tam da bizimle birlikte nihai durağa varmasını ve durmasını açıklayabilecek tek bir akla yatkın gerekçe yoktur ortada. Yani ilkece, bu süreyi kısaltabilecek riskleri apaçık ortada olan yapay müdahaleleri bir an için bir yana bırakarak, gelecekteki ardılarımızın beyin kabuğunda yeni işlev bölgelerinin ortaya çıkacağını düşünebiliriz. Sahiplerine, bu dünyanın, nitelikleri önceden kes-

tirilemeyen ve bizim kafamızın almayacağı özelliklerini kav-
ratacak yeni “merkezler”; dolayısıyla dünyanın (bugün bi-
haber olduğumuz) ve ilkece, gelişmişlik düzlemimize karşılık
gelen bilgi ufkunu aşan reel özelliklerini, onların algı ve ya-
şantılarına sokacak “sinir merkezleri” olacaktır bunlar. Şu
aşamada, dünya üzerinde aynı zamanda yan yana var olan
böylesine çok ve çeşitli ve farklı bilinç düzlemlerine karşılık
gelen yaşantı gerçekliklerini (özel “çevre ortamları”nı) göz
önüne aldığımızda, gelecekteki olası insan bilinci ile şimdiki
arasındaki ilişkiyi daha iyi kavrayabiliriz. En azından, bu
farklı gelişmişlik düzeyine ait öznelerin durumuna evrim
perspektifinden baktığımızda insanlığın bilincinin ileride üst
bir gelişmişlik aşamasını temsil edeceğine ilişkin argümanlara
kavuşuruz. Farklı öznel dünyaların, birbirlerinden filogenetik
zaman düzlemleriyle (türsel-tarihsel gelişme düzlemleriyle)
ayrıldıkları yerde, mevcut organizmalar, geçmişteki bir bilinç
aşamasını sonraki bir evre ile karşılaştırabileceğimiz argü-
manlar sunmaktadır. Ne yazık ki henüz çok kimse bu farklı
gelişmişlik düzlemlerinden gerekli sonuçları çıkaramamak-
tadır.

Örneğin üç ayrı filogenetik gelişmişlik düzlemini tem-
sil eden bir karınca, bir maymun ve bir insanı düşünelim.
Bir karıncanın bir sabit yıldızdan habersiz oluşunda açık-
lanması gereken bir tuhaflık bulmayız. Hatta bir maymunun
bile, gözünün ağ tabakası üzerine yansıyan (bizim Ay dedi-
ğimiz) yuvarlak sarı diskin ne olduğunu anlama yeteneğin-
den uzak oluşu, bize olağan ve sıradan gelir. Ama kendi
kavrama yeteneğimizin sınırları söz konusu olunca, bu kez,
yukarıdakilerin tam tersi bir durumu olağan ve kendiliğin-

den anlaşılır sayarız. O andan itibaren, gerçekliğin kapsamının, bizim yaşantımıza giren, algılayabildiğimiz dünya gerçekliğiyle özdeş olma ihtimalini olanca ciddiyetimizle mümkün görürüz.

Burada da gene evrimci bakış tarzı, bizi, böyle bir özdeşliğin bulunduğu yanılsamasından kurtarır.

Kendi kendini geliştiren (ve organize eden) bir evrende insanın kavradığı gerçekliği aşkınlaştırması, tutarlı düşünecek olursak, aslında kendiliğinden anlaşılır bir durumdur. Bir kez daha altını çizmek gerekirse, dünyeviliğini (hâlâ) koruyan, “dünyaya-içkin” bu aşkınlık, dinlerin kastettiği o “öte dünya” ile aynı şey değildir gerçi, ama böyle dünyasal bir aşkınlığın keşfi, bizim gerçekliğimiz dediğimiz dünyanın ilkece eksikliğini ve parçasallığını kavramamıza katkıda bulunduğu gibi, aşkın (öte dünyasal) gerçekliklerin de aslında algılarımızla yaşantılaştırdığımız gerçeklik (evren) dilimi kadar reel olduğunu bize öğretir.

En başta Konrad Lorenz’in dâhiyane görüşlerine borçlu olduğumuz ve son yıllarda Rupert Riedl tarafından parlak ve ikna edici bir şekilde sistemli bir temele oturtulan evrimci bilgi teorisi, bu bağlamda, bence henüz yeterince dikkate alınmamış olan bir sonucun altını çizmektedir: Bu bilgi teorisi, aşkın bir gerçekliğin reel varlığı üzerine her türlü konuşmayı ve fikir yürütmeyi abesle iştigal sayan pozitivist anlayışın itirazını nihai bir şekilde çürütmüştür.

Bundan da öteye, evrimin, birbirini izleyen basamaklar halinde yükselen bilgi ufuklarının hiyerarşik kademelerine gene belli gerçeklik düzeylerinin karşılık geldiğini; ve bu tırmanan bilgi ufkunun nihai basamağının, daha bir üst basa-

mağa geçişi bulunmayan son gelişmişlik düzeyinin, dinlerin kastettiği öte dünya gibi bir şeyi düşünebilme imkânı doğurduğunu ileri sürebiliriz.

Aşkın bir gerçekliğin reel varlığı üzerinde konuşabilme ve bilginin nihai basamağını aşkın bir öte dünya ile özdeşleştirebilme imkânının, ilahiyatçıların öteki dünya üzerine konuşmalarını kolaylaştırdığını, buna karşılık, nasılsa öyle oluşmuş, hiç değişmeyen, statik ve kendi içinde kapalı bir dünya (evren) anlayışından yola çıkan öteki dünya anlatımlarının, akla mantığa aykırı, matrağa alınabilecek keyfi iddialar sayılabileceğini rahatlıkla söyleyebiliriz.

[Özellikle bilimin insanlığı büyüleyici atılımlar gerçekleştirdiği ve bilimin dışında kalan alanların da günün birinde birer birer bilime teslim olacakları iyimserliğinin ayyuka çıktığı 19. yüzyılın ortalarında, bilim gökleri keşfettikçe statik dinsel dünya tablosunun da Tanrı'nın mekânı olarak ayırdığı gök parçasının (7 kat göğün) bilimin eline geçeceği anlamındaki "Tanrı'nın konut sıkıntısı" biçiminde ifade edebileceğimiz ve biyolog Ernst Heackel'e mal edilen bir sözü ve aynı mantığın öteki ucunda duran, bilimsel açıklamalar parça parça gerçekliği anlaşılır kıldıkça, bilimsel ilerlemenin sonunda, Tanrı'nın bu dünyadan uzaklaşmak zorunda kalacağı korkusunu anımsatmakta yarar var.] Dolayısıyla bu statik dünya tablosunun bir yana bırakılması ve aşkın bir gerçekliğin (sözünü ettiğimiz anlamda) bu tabloda kendine bir yer bulması, çoktan ciddiye alınma şansını yitirmiş bulunan dinsel anlamdaki öteki dünyanın da yeniden (bambaşka bir gözle) tartışılır hale gelmesini sağlayabilir. İşte evrimci yo-

rumun, din ile çelişmek şöyle dursun, ona yardımcı argümanlar sunabileceği noktalardan biri de budur.

Evrimci kavrayış ve anlayış, yaratılışın doğrudan kendisi üzerinde konuşma imkânını da yeniden düzenler. “Evrim” kavramı, bugün, fiziksel evrenin geçmişte bugünkünden çok farklı bir görünüm taşımış olması gerektiğini ve geleceğin bu görünümü gene değiştireceğini öğretiyor bize. Sadece bununla da kalmıyor. Bu evrenin tarihini geri bakarak yeniden kurgulama çabalarımızın çok önemli sonuçlarından biri, bu tarihin, önyargısız bir yaklaşımla kolaylıkla görebileceğimiz gibi, bugün artık hemen hemen kesin olarak tarihini belirleyebileceğimiz geçmişteki bir anda, bundan 14-15 milyar yıl önce bir ilk-patlamayla başladığı ve o gün bugün, durmadan, karmaşıklık düzeyleri bir öncekine göre daha üst basamağa çıkmış yapılar ve düzenler meydana getirdiği sonucudur.

O ilk saniyelerin yapıdan yoksun plazma-hamuru içinden, modern bilgisayarların doğruladığı gibi, ilk elementer parçacıklar meydana gelmiş, birkaç dakika geçmiş geçmemiş, hidrojen ve helyum ortaya çıkmıştı. Ve bu böylece milyarlarca yıl sürüp gitti; dev hidrojen nebularları yoğunlaşıp büzüldüler, bu gaz topaçlanmaları ilk yıldızları (güneşleri) evrene hediye ettikten sonra, yıldızların karşılıklı çekim güçleriyle yeni öbeklenmeler, Samanyolu adını verdiğimiz galaksi sistemleri ortaya çıktı. Galaksi sistemleri içinde milyarlarca güneş, kendi çevrelerinde dolanan gezegenleriyle galaksi içi sistemleri oluşturdular; sonra gene uzun, karmaşık bir jeolojik ve kimyasal farklılaşma süreci yaşandı ve bu gezegenlerin yüzeyleri ve atmosferleri değişimlere uğradı. İçinde

milyarlarca galaksi bulunan bir evrenin gene her bir galaksisindeki milyarlarca güneşin etrafında dolaşıp duran milyarlarca gezegenden sadece biri hakkında somut ve etraflı bilgiler edinebildik. Dünya dediğimiz bu gezegen üzerinde söz konusu jeolojik ve kimyasal farklılaşma süreçlerinin ardından büyük moleküller ilk canlı maddi sistemlerin yapı taşlarını oluşturdular. Ve derken, başlangıçtan neredeyse bir 10 milyar yıl sonra bir biyolojik evrim ortaya çıktı; 4-4,5 milyar yıl sonra bu evrim bizlere, insanoğlunun doğuşuna kadar süregeldi.

Tarihlerin bu en kapsamlısını bir an için göz önüne getirip bu gelişmelerin hâlâ sürüp gittiğini ve gelecekte de, bugüne kadar doğmuş ve oluşmuş olanın ötesine geçip daha üst düzeylerde, gittikçe karmaşıklaşan yapısal sistemler ve düzenler ortaya koyacağını düşünecek olursak –hani hiç tereddüt etmeden rahatlıkla iddia edebileceğimiz muhtemel bir gelişmedir bu; çünkü bu tarihin kozmik çerçevedeki akışının, bizim bu gezegen üzerindeki tarihimizden, geleceğinden haklı olarak pek de emin olamayacağımız bu tarihten tamamen bağımsız yol aldığını kavramaya başladık artık–dünyanın (ve evrenin) başlangıçları istediği kadar uzak bir geçmişte kalmış olsun, kesinlikle yolun sonuna dayanmadıklarını da anlamakta gecikmeyiz. Yani “evrim”in bir kavram olarak bir gelişmeyi ifade ettiğini ve bu dünyanın (ve evrenin) söz konusu gelişmenin bitiş noktasına kavuşmasına adım adım destek verdiğini kavrarız. O anda da, evrimin, yaratılış anı ile özdeş, o an ile aynı şey olduğunu düşünebilmemiz mümkündür.

Evrimsel süreçlerin biz insanların zaman duygusuna göre akıl almaz işkence verici bir yavaşlıkta yol alıyor olmalarına, evrim olayının bizim ölçülerimiz ile karşılaştırıldığında, muazzam sayılacak zaman aralıklarına yayılmış olduğuna dikkati çekerek bir yere varamayız. Bu bizim gezegenimize özgü tek ve özel biçimdeki evrim (hayat) olgusu, açısından, sadece bu özel durum açısından söz konusu bir yavaşlıktır. Aslında “zaman”, modern kozmolojinin anlayışına göre, enerji, elementar parçacıklar, mekân ve doğa yasalarıyla birlikte, bugün evrenin şişme hareketine ve bu harekete bağlı öteki gözlem verilerine danışarak yaptığımız hesaplamalarla kendisine ulaşabildiğimiz o ilk anda ortaya çıkmıştır. Büyük patlama ile birlikte. Zaman, dünyayı (ve evreni) bir bütün olarak dıştan saran ve onu “dıştan” belirleyen ya da içeren bir kategori değildir kesinlikle. (Ayrıca, başlangıçtan önce ne vardı? sorusunu amaçsız, saçma bir soruya dönüştüren nedenlerden biri de budur. Zamanın kendisi başlangıçla başladığı için, daha önceki bir zaman diliminden söz etmek mümkün değildir.)

Zaman bu evrenin bir özelliğidir; öte-yan boyutundan bakıldığında zaman bir tek bizim kavrama ve anlama yeteneğimize sığan bir şey kesinlikle değildir. Zamansızlık içinde var olan bir öte-taraf, aşkın bir öteki gerçeklik yönünden bakıldığında, bizim kendi dünyamızda (evrenimizde) birbirini zamansal bir sıra içinde izleyen olaylar işte bu nedenle, ille de birbirlerinden (zamansal boyutta) ayrılmış olmak zorunda hiç değildir.

Bundan ötürü de, kozmik evrimin –bu evrendeki bütün öteki evrimleri içine alan evrensel ölçekteki bir evrimin– ya-

ratılış ediminin bizim yetersiz ve tamamlanmamış beyinlerimizde yansıyış tarzı ve biçiminden başka bir şey olmama ihtimalini düşünmek mantıklı olacaktır. Canlı ve cansız doğanın gelişme tarihinin, bizim, yaratılışı “içten” yaşadığımız (algıladığımız) bir biçimden başka bir şey olmadığını, bu tarihin, “dıştan”, aşkın bir gerçeklik boyutundan bakıldığında, hakikatte sadece bir anın, bir yaratılış uğrağının eseri olduğunu düşünmek akla yatkındır.

Dolayısıyla evrimci bakış tarzı evreni (dünyayı) henüz hâlâ olup biten bir yaratılış olarak kavrama imkânını desteklerken, onu bir defada yaratılıp bitmiş bir ürün olarak görme ihtimalini dışlar. (...) Bu olgu da, evrimci kavrayışın bu dünyayı (evreni) yorumlarken, ilahiyata, bugünkü insanların anlayışına uygun görüntüler, imajlar ve ifade biçimleri sunduğu görüşümüzü desteklemektedir.

(Dinlerin) statik, değişmeyen dünya (evren) tablosunda yaratılışın o bir kezlik anı, derinliği ölçülemeyecek kadar dipsiz bir geçmişin çukurunda yatmaktadır. Tanrı'nın dünyayı bir kez yarattığı ama bir daha ona müdahale etmediği anlayışına yaslanan 17.-18. yüzyılın düşüncesi de hâlâ bir yanılgı olarak sürüp gitmektedir bu dünyada. Bu düşünce geleneğinde de Tanrı, dünyaya (evrene), o yaratılış anı kadar uzak bir (zamansal) mesafede durmaktadır. Gene bu bağlamda sık sık karşılaştığımız bir başka yanılgı da, Tanrı'nın onca zaman önce hazır ve bitmiş bir biçimde yaratıp kendi ayakları üstüne bıraktığı bir evrene faal biçimde nasıl olup da (dinlerin iddia ettiği gibi) müdahale edebileceği sorusunda kendini ele vermektedir. Bu türden iddia ve soruların, statik, değişmeyen dünya tablosundan kaçınılmaz olarak

çıkan sonuçlar olduklarını iddia edecek değilim. Ama, yaratılışı bir kerelik bir edim kabul eden statik evren anlayışının, bu türden kuşku biçimlerini körükledikleri gerçeğine dikkati çekmek istiyorum. Oysa evrimin keşfi, dünyayı bu noktada da temelden değiştirmiştir.

Evrimci yorumun mümkün hale getirdiği, yaratılma anının hâlâ sürüp gittiği düşüncesi, işin esrarını güncelleştirmektedir. Yaratılış gizini, statik dünya görüşünün dibine ittiği uçurumdan çekip çıkartmakta, onu şimdi'ye taşımaktadır. Dolayısıyla da içinde yaşadığımız dünyamızın (evrenin) “tanrısal” aşkınlığa bugün de hâlâ açık olduğu düşüncesine kolaylık sağlamaktadır. Bu açıklık, yaratılışın sürmesine elverişli ve açık olma anlamına gelmektedir çünkü. (Evrim anlayışı da zaten bundan başka bir şey söylememektedir.) Yeri gelmişken, bu evrimleşen dünya anlayışının sağladığı bakış açısından ahlaki sorumluluğumuzun da eşi örneği görülmemiş bir radikallikle belirlenebileceğine değinmek isterim. Çünkü gerek birbirimiz ile, gerekse canlı ve cansız doğa ile kurduğumuz ilişkilerde, son dönemlerde olduğu gibi “planlı” bir şekilde evrimin seyrine müdahale ettiğimiz ölçüde (hatta tamamen kasıtsız olmamız bile bir şeyi değiştirmez), yapıp ettiklerimiz ve yapıp etmediklerimizle kaçınılmaz olarak kozmik evrimin akışı, öteki deyişle yaratma sürecinin alacağı yön konusunda sorumluluk taşıyoruz demektir.

Halbuki evrim –bu da son örneğimiz olacak– sadece içinde yaşadığımız dönem ile geçmişin bir görünümünü sunmakla kalmaz, aynı zamanda geleceğin (gelişme) imkânlarına da işaret eder. Bunun en genel biçimi, bu gelişmenin

ilanihaye sürüp gitmeyeceği tespittir; zamansal bakımdan sonsuz olmayacağı tespittir. Ölümlü olan sadece bireysel hayatlar değillerdir; bütün türler, gezegenin bütün bir biyosferi ölümlü olma özelliğini taşımaktadırlar. Ve evren bile sonsuza kadar var olmayacaktır. Kozmologlarımız ve astrofizikçilerimiz evrenin çok çok uzaklardaki bir gelecekte, ama gene de kaçınılmaz olan sonuna ilişkin çürütölmez argümanlar sunup durmaktalar (örneğin Paul Davies'e bakabilirsiniz).

Tamamen doğabilimin ilkeleri çerçevesinde kalan, katıksız pozitivist bir bakış açısı, evrenin mutlak sonu tespittinden, bu dünyanın (ve evrenin) hiçbir anlamı bulunmadığı, örneğin Jacques Monod'un yaklaşık yirmi yıl önce söylediği gibi, derin bir anlamı bulunmayan bir rastlantıdan başka bir şeyi temsil etmediği sonucunu çıkartabilmektedir. Gerçekten de gele gele bir hiçlikte son bulacak bir gelişme, oraya kadar uzanacak yolun o tüm zahmetlerine, ortaya konan onca şeye rağmen, anlamsız ve saçma olma şaibesinden kurtulamaz.

Ancak burada yorumladığımız anlamda evrimin ortaya koyduğu tabloyu göz önüne aldığımızda; yani pozitivist çerçevenin belirlediği gerçekliğin asıl gerçekliğe göre ne kadar dar bir çerçeve oluşturduğunu kavradığımızda, bu görüşümüz de değişecektir. O anda, evrenin sonunun onun nihai inşasının da tamamlandığı anlamına geleceğini, bu sonun, pozitivist mantıkta olduğu gibi, bir yok olma sayılamayacağını da düşünmeye başlayabiliriz.

Bu görüşe karşı olanlar, kozmologların dünya ve evren sonu senaryolarının, böyle bir tamamlanma anlayışına el-

vermediğini ileri sürüyorlar. Bütün bir kâinat günün birinde maksimal entropi konumuna geçip termik bir dengeye girdiği anda, ölü bir evrenden, muazzam bir kadavradan başka bir şey kalmaz geriye, diyorlar. Doğabilimcilerinin tasarımındaki bu kâinat sonu tablosu, evrimin bir yaratılış olayı ve süreci olarak bütün bir kozmosu tamamlanmaya, nihai kusursuz konumuna taşıdığı savı ile nasıl bağdaşabilir ki?

Yanıtım kısa ve öz olacaktır. Doğabilimsel betimleme, tabiatı gereği ve tanım gereği (*per definitionem*) evrenin sadece niceliksel, objektif ölçülebilir özelliklerine bakarak bunları söylüyor. Bu yaklaşımın sonuçlarından biri, kozmik gerçekliğin doğabilimlerince kavranabilir parçası, evrim süresinde adım adım azalmaktadır.

Evrenin ilk gelişme bölümleri doğabilimleri aracılığıyla, en azından ilkece, kusursuz tanımlanabilmektedirler. Bu aşamalarda maddi ve enerjisel süreçlerden başka bir şey bulunmamaktaydı ortalıkta, dolayısıyla da evrenimizin ilk dönemlerinin öyküsü, doğabilimlerince açık kapı bırakılmadan kurgulanabilmekteydi (örneğin Steven Weinberg'e bakabilirsiniz).

Ama aynı şey daha bugünkü aşaması için bile geçerli değildir dünyanın. Bugün evrimin şimdilik son aşamasında ortaya çıkmış bulunan psişik ve zihinsel olguların içinde yer aldığı bütün alanlar; sadece dünyayı algılama ve yaşantılaştırma tarz ve biçimimiz, sadece bilincimiz değil, sadece endişelerimiz ve umutlarımız, iyi ve kötü düşüncelerimiz değil, aynı zamanda fikirlerimizin ve düşünsel tasarımlarımızın bütün bir evreni, Karl Popper'in o "Dünya 3" dediği şey; bütün bunlar, gerçekliğimizin çok önemli bir parçasını oluş-

turmalarına rağmen, doğabilimsel araştırmalar açısından, en azından ilkece esrarlarını korumaktadırlar.

Ve öteki yazılarımda sık sık temellendirmeye çalıştığım gibi, evrimin bundan böyleki seyrinde zihinsel (mental) fenomenlerin dünyanın (evrenin ve gerçekliğin) gittikçe artan ölçüde daha geniş dilimlerini temsil edecekleri varsayımından yola çıkacak olursak, bu durumda, bu dünyanın, evrim tarihinin ilerideki aşamalarında, doğabilimlerinin kategori ve ilkeleriyle açıklanabilir yanlarının gittikçe daha azalacağını kabul edebiliriz. Dolayısıyla da kozmik evrimin nihai noktasında evrenin bütün önemli özellikleri artık sadece zihinsel (mental-tinsel) özelliklere dönüşmüş olacaklarından, bunları artık maddi olarak düşünmek imkânsız olacaktır.

Evrenin, tarihinin bu nihai aşamasına kadar gerçekleştirelmiş olacağı dönüşüm, artık sadece fiziksel kavramlarla tarif edilemez duruma gelecektir. Gelgelelim biz insanların bu dünyayı fiziksel kavramların dışında başka herhangi bir yoldan tanımlamamız ve betimlememiz mümkün değildir. Çünkü bu değişim süreçleri sonucunda ortaya çıkacak muazzam dönüşümler, bugünküne göre akıl-almaz boyutlarda olacak, ama bu büyük dönüşümler, gene bugünküne göre kavrayamayacağımız kadar gelişmiş olgular biçiminde bilincimize “yansıtılacaktır”. (Tıpkı bugünkü gerçekliğin bugünkü bilincimize yansıtılması gibi.) Ama işte bugün bizim öznel bilincimizce kavranan gerçeklik ile bunun dışında kalan nesnel gerçekliğin bütünü ne kadar örtüşüyorlarsa, o gün de o kadar örtüşeceklerdir. Evren, kendi tarihi boyunca kendi evrimi uyarınca objektif, öznel bilinçlerden bağımsız olarak yol almakta ve gelişmektedir. Oysa hep altını çizegel-

diğimiz gibi, bu evrim üzerine yaptığımız her türlü akıl yürütmede, biz bu gerçekliğin, bu akıp giden tarihin sadece öznel bilincimize yansıyan öznel imgesini (suretini) kavırıyoruz (ve onu fiziksel kavramlarla tanımlıyoruz). Bundan ötürü, nesnel kozmik ölçekteki evrim, bizim içimizde, biz hiç farkında olmaksızın, bizim bilincimizde gerçekleşen bir dönüşümün hegemonyası altında örtölüp kalmaktadır. Gerçekliği örten gerçekliğin bilincimizdeki yansıması, onun belli bir aşamadaki imgesidir hep. (Kozmik evrim, kendini gözlemleyen öznenin ait olduğu türsel gelişim tarihi boyunca, onun bilgi ufkunu basamak basamak yükselterek gerçekleştirdiği dönüşümlere yansımasıyla, hep onlara teslim olmakta, bu yansıma kadarı bilincimizdeki gerçekliği oluşturmaktadır.)

Eh böyle olunca da, diye sormak istiyorum, doğabilimi, kozmoloji ve astrofizik, kozmik gelişmenin bu varsayımsal nihai aşamasına bakarken o muazzam tarihin anlamsız maddi kalıntılarından başka, kozmik bir kadavradan başka ne görebilir ki o son noktada? Bir insan cesedi karşısındaki duruma tıpatıp benzemektedir olup biten bana göre. Doğabilimcileri böyle bir cesedi ve onun çürüme aşamalarını istedikleri kadar kılı kırk yaran, mükemmel yöntemlerle inceleyip tanımlayabilirler; ama o cesedi geride bırakmış insanın asıl (...) durumu hakkında ne söyleyebilirler ki?

HOIMAR v. DITFURTH

BİZ BU EVRENİN ÇOCUKLARI



1

Yeryüzünün Ay'dan görünüşü. Çap uzunluğu 12 bin kilometreyi geçmeyen, boşlukta salınan bu kürenin yüzeyi, tanıdığımız, bildiğimiz haliyle "hayat" dediğimiz şeyin bütün bir tarihinin sahnelendiği alanı oluşturur. Bizim yaşama alanımız, resimdeki ölçekte yaklaşık 1/400mm'lik bir yüksekliğe yayılmıştır! Everest Dağı'nın tepesi, bu büyüklükteki bir Dünya'da 1/10 mm. bir yüksekliğe, Everest Dağı ise çok duyarlı bir parmağın ucunun böyle bir yüzeyi yoklarken belki hissedebileceği bir çıkıntıya tekabül eder!



2

Orion nebula: Yıldızlararası maddenin hâlâ bizim galaksimiz içinde kalan yoğunlaşmış bir hali; 1600 ışık yılı uzakta en uzun çapı 50 ışık yılı olan bu nebula'nın yoğunluğu, burada yeryüzünde en gelişmiş teknolojik aygıtlarla yapay olarak sağlayabileceğimiz "boşluğun" yoğunluğundan milyonlarca kez daha azdır. Hemen hemen tümüyle hidrojen gazından oluşmuş bu bulutumsu, aşırı sıcak komşu yıldızların etkisiyle iyonize olup ışıltılı yanmaktadır.

3

Lyra takımyıldızları içindeki ünlü halkalı nebula. Gene gaz halinde, bizim galaksimiz içinde, 5 bin ışık yılı uzaklıkta bulunan bu bulutumsu, büyük ihtimalle halkanın merkezindeki küçük yıldızın bir süper-nova patlamasına yol açmasından sonra oluşmuş bir "infilak" bulutudur. Bu varsayımı destekleyen veri, halkanın saniyede 20-30 km hızla hâlâ yayılıyor olması bulgusunda elde edilebilir.





4

Tipik bir sarmal nebula (galaksi); bizim galaksimiz dışında, Büyük Ayı takımının içinde görünen ve yaklaşık 6 milyar ışık yılı uzaklığıyla nispeten "yakın", bağımsız (bizim samanyolumuza ait olmayan) bir başka "samanyolu". Uzayda, bir rastlantı sonucu, onu üstten, dik, çapının en geniş halini görebileceğimiz şekilde duruyor. Bu galaksinin en az 20 milyar yıldızı olduğu sanılıyor. Bizim galaksimiz de aynı uzaklıktan ve tepeden aynen böyle görünüyor olmalıdır. Dolayısıyla bizim Güneşimiz oldukça kenarda bir yerde yer almaktadır.

5

1901 yılında görülen Nova Persei patlaması; patlama merkezinin çevresindeki kabuğun çok zayıf ışıldadığını bir yana bırakacak olursak, bu görüntünün ilk bakışta öteki nova patlamalarından hiçbir farklı yanı bulunmamaktadır. Ne var ki astronomlar 3 bin ışık yılı uzaklıktan ötürü görünürde çok yavaş büyüyen bu infalak topunu incelediklerinde, şaşırıp kaldılar.

Hesaplamalara göre patlamanın bulutu uzaya ışık hızıyla yayılıyor olmalıydı. Oysa rölativite teorisine göre imkânsızdı bu; çünkü madde ışık hızına ulaşacak kadar ivmelendirilemezdi (bir nova patlamasının gaz bulutu da maddedir).

Bilmecenin yanıtı şuydu: Burada uzaya yayılan, gerçekten de patlamanın maddesi değil ışığıydı.



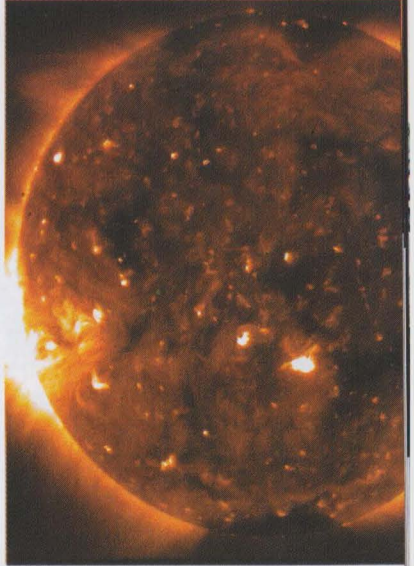


6

Bir başka komşu galaksimiz, ünlü Andromeda. Yaklaşık 50 milyar yıldız içeren bu galaksi bizim galaksimizden yaklaşık 2-3 milyon ışık yılı uzakta, bakışımıza yüzeyi biraz eğik durmaktadır. Öteki iki ışık kümesi, Andromeda'nın komşusu iki cüce galaksiden yayılmaktadır.

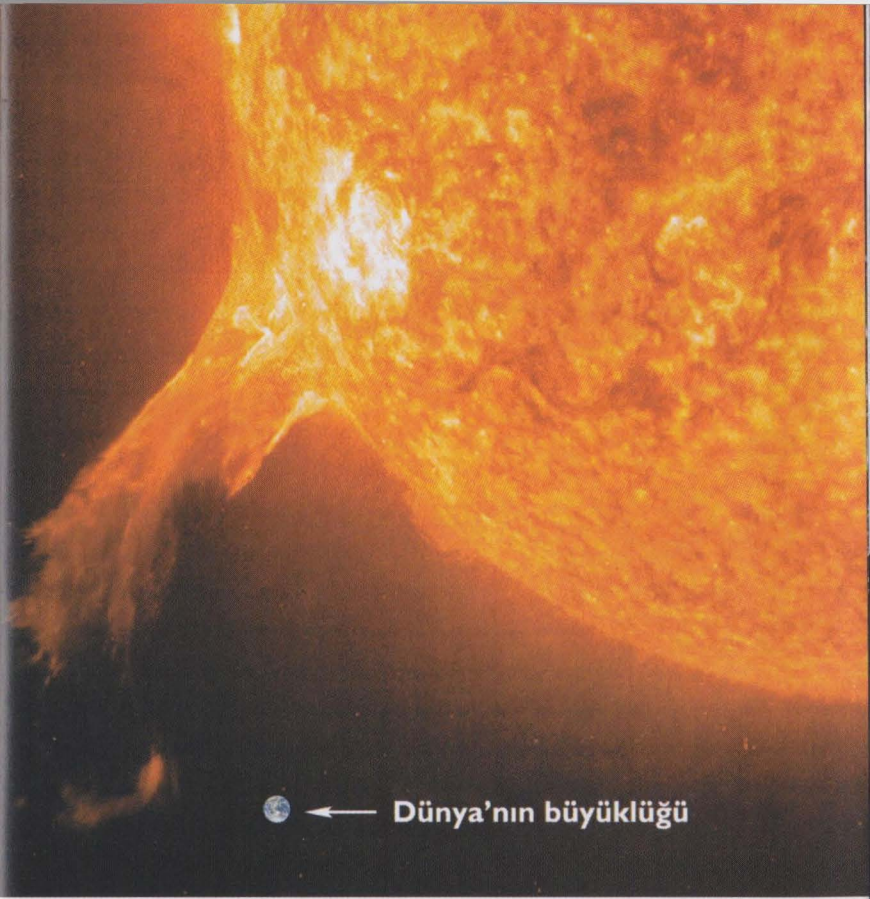
7

Tipik "lekeleriyle" Güneşimiz. Kant ve ünlü Herschel, bu lekeleri, sıvı-ateş denizinden Güneş yüzeyine yükselmiş yüksek sivri tepeler olarak yorumlamışlardı. Bu bölgeler, 4200 derecelik ısılarıyla bembeyaz ışıyan kızgın çelikten bile daha sıcaktırlar. Bu lekelerden birinin Güneş'ten ayrılıp göğe yerleştirilmesi durumunda, bu parça bizi dolunay kadar aydınlatmaya yeter.



Boğa takımyıldızları içinde görünen Crab nebulası, bütün bir sabit yıldızın yok olmasıyla sonuçlanmış muazzam bir kozmik patlamanın, bir süper novanın görüntüsü. Bu patlamanın gökte ansızın beliriş 1054 yılında Çinli astronomlarca tespit edilmişti. Bizden yaklaşık 4000 ışık yılı uzaklıktaki bir evren olayıdır bu. Yıldızın yok oluşundan yaklaşık 10 yüzyıl sonra patlama bulutu saniyede 1000 km hızla, her yönde uzaya yayılmaktadır. Böyle bir kozmik felaket bir yıldızın gelişmesinin sonunu noktaladığı kadar, özellikleriyle eskisinden farklılık gösteren yeni yıldız kuşaklarının da doğuşunu hazırlar.

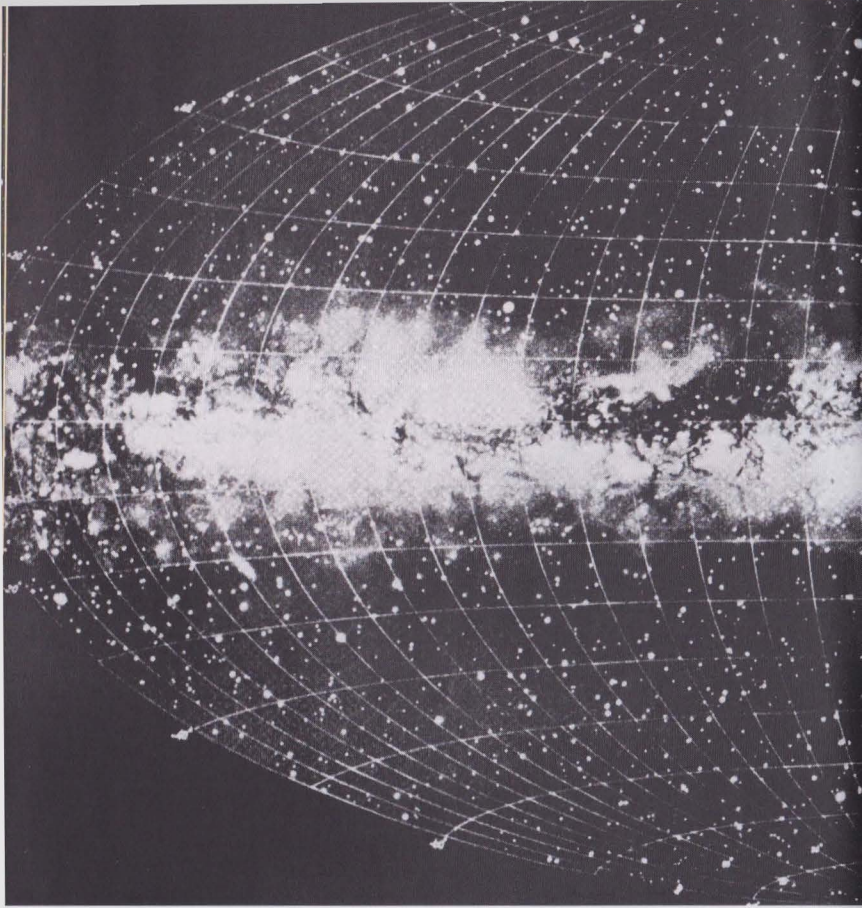




Dünya'nın büyüklüğü

9

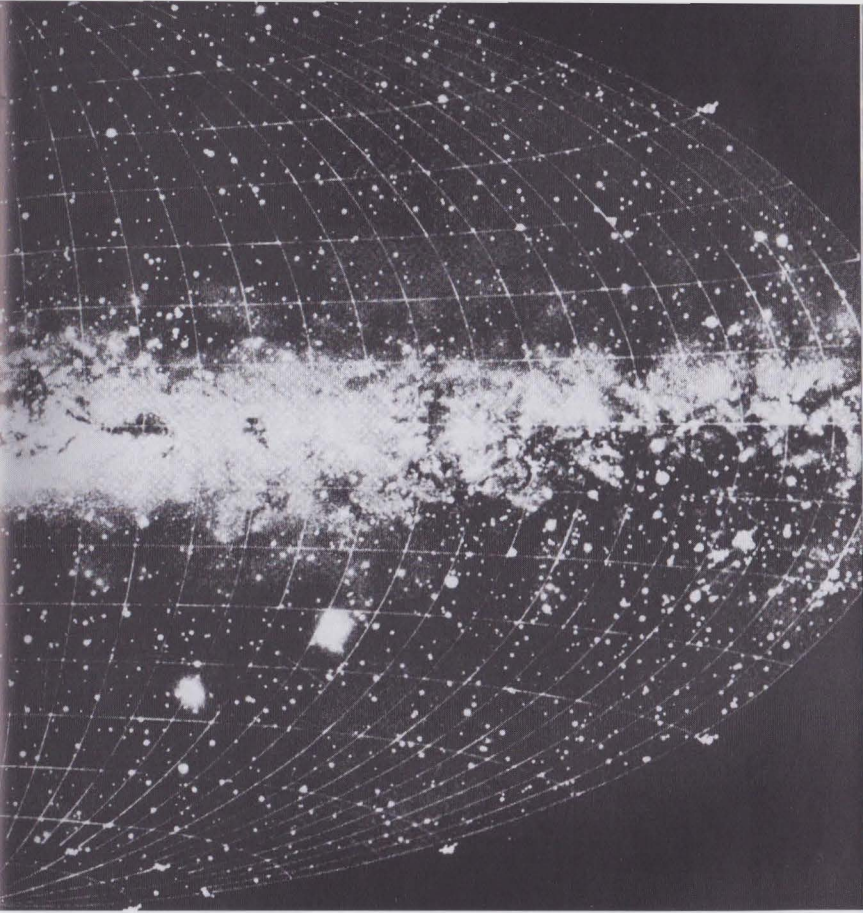
Güneş'in yüzeyinde özellikle güçlü bir patlamanın fotoğrafı. Bize göre sola ve aşağıya doğru patlayan kor halindeki gaz kütleleri bu görüntüye göre 340 bin kilometre kadar bir uzaklığa ulaşmışlar. Bu mesafe Dünya'nın Ay'a olan mesafesinden biraz daha fazla. Öte yandan Dünyamız bu görüntüyü ölçü olarak aldığımızda yarım santimlik çapıyla, resmin neresine koyarsanız koyun, ancak "işte şurada" uyarısıyla fark edilebilecek bir "büyüklükte" olacaktır.



10

Samanyolumuzun panoraması. Daha 18. yüzyılda ünlü Alman düşünürü Kant, Samanyolumuzun dıştan bakıldığında, bir mercek gibi görünmesi gerektiğini düşünmüştü.

Köngisberg'li ünlü düşünür, yaptığı akıl yürütmelerle, o günlerde de bilinen o çok sayıda sarmal biçimli galaksilerden biri olması gerektiğini, ancak perspektife bağlı nedenlerle gökte bir şerit gibi (bize) göründüğünü ileri sürmüştü. Bugün, galaksimizin, aralarında



Güneşimizin de bulunduğu 100 milyar yıldızdan oluştuğu, hiçbir kuşkuyla yer vermeyecek şekilde, karmaşık yöntemlerle ispatlanmıştır. Gökteki Samanyolu şeridi izlenimi, gerçekten de, bizim, sistemin içinde yer alışımızdan kaynaklanmaktadır. Samanyolumuzun bize görünüşü bir "sarmal nebula'nın" içten görünüşünden başka bir şey değildir.

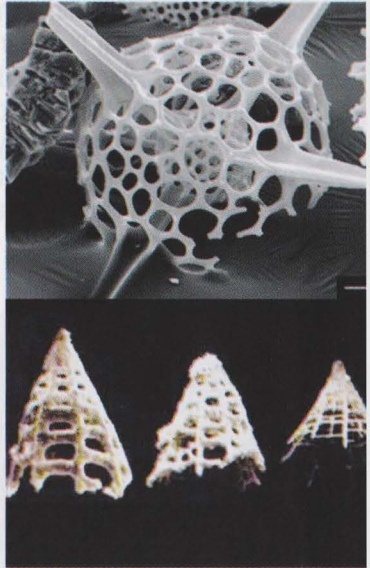


13

Çeşitli alanlarda bulunmuş tektitler. Erimiş, camsı bir kütleden oluşan bu taşlar yaklaşık 3-4 santimlik bir çapa sahiptirler ve yeryüzünün belli başlı yerlerinde büyük miktarda karşımıza çıkmaktadırlar. Bilinen dört bölgenin hiçbirinde daha önceki bir yanardağ faaliyetinin belirtileriyle karşılaşamayan jeofizikçilere, bu taşlar büyük baş ağrısı yaratmışlardır. Son yıllarda birbirine eklenen kanıtların oluşturduğu zincir, bu "döküm damlacıklarının" da Dünya'nın uzaydaki dev kayalarla o çok uzak geçmişteki çarpışmalarının artıkları olduğunu göstermiştir. Bu keşfin böylesine önemli oluşunun nedenlerinden biri, bu çarpışmaların oluşturduğu sıranın çok ilginç bir bağlamlar dizisi oluşturup hayatın yeryüzünde izlediği yönü belirlemiş olduğu kanısını güçlendirmiştir.

14

500 kez büyütülmüş radiolari iskeleti. Biçimsel farklılıklarıyla sayısız türe ve alt türe ayrılan bu tekhücrelinin fosilleşmiş iskeletinin incelenmesi, geçen yüzyılın ikinci yarısında, Dünya tarihinde manyetik alan hareketlerinin yeryüzündeki hayata tayan edici etkiler yapmış olduğunu göstermektedir.





15

Yaklaşık 500 milyon yıl önce yeryüzünde var olmuş salyangoz benzeri bir deniz hayvancığının, ammonit familyasının taşlaşmış kalıntısı. Bu türden bulgular daha birkaç onyıl öncesine kadar astronomları şaşkınlığa düşürüp duruyordu; çünkü Güneş en az 500 milyon yıldan beri aynı yoğunlukla faaliyet gösteriyor demekti bu. Biliminsanları ise, geçen yüzyılın başlarında Güneş'e bu kadar "uzun" bir ömür biçemiyorlardı. Ancak atom çekirdeği reaksiyonu keşfedilir edilmez, Güneş'in yaşı da bir anda birkaç milyar yıl arttı.



16

Nördling yarığı. 15 milyon yıl önce, dev bir meteorun çarpmasıyla meydana geldi. Üzerine Almanya'daki Nördling kasabası kurulmuştur.



HOIMAR
V. DITFURTH

BİZ BU EVRENİN ÇOCUKLARI

Varoluşumuzun Romanı

Ditfurth, bu 3. kitapta, 20. yüzyılın sonundaki evrene ilişkin standart bilgi ve verilerle, her türlü metafizikten uzak, gene de kendi içinde bütünlüklü, kapalı, algılanmaz ve düşünme alışkanlığımızın sınırlarını genişleten bir yapıt oluşturuyor. İngilizceye, İspanyolcaya, İtalyancaya, İsveççeye, Polonya diline ve Felemenkçeye çevrilen metin, evrene ilişkin çok sayıda bilgiyi değerlendiren yepyeni bir astronomi, dolayısıyla kozmos tablosu sunuyor. Ditfurth, evvelki yüzyılın ve geçen yüzyılın başlarında benimsenmiş olan bir evren tablosunun, bu sonsuz büyüklükteki evrenin milyarlarca galaksisinden birinin (Samanyolumuzun) kenarına rastlayan bir Güneş sisteminin hayata elverişli 3. sıradaki gezegeniyle birlikte, orada unutulmuş ve terk edilmiş, yapayalnız dolanıp durduğu anlayışına dayalı tablonun yanlıcılığını gözle önüne seriyor. Bir "uzay gemisine" benzettiği Dünya'nın ve gezegenleriyle birlikte Güneş sisteminin, hayata düşman, yaşamaya izin vermeyen, soğuk ve ürpertici bir kozmosun karanlığında sahipsiz olmadığını biliyoruz artık. Bu kitap, evrende en uzak ile en yakın, en büyük ile en küçük arasında kopmaz bir ilişki ve bağ olduğunu, "dış uzayın" ve ötesinin burada hayatın var olması ve sürmesi için vazgeçilmez katkılar sağduğunu gösteren bir başarıdır.



ISBN 978-9944-130-96-5



9 789944 130965

08.34.Y.0298.099



**Cumhuriyet
Kitapları**