

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>

CARL SAGAN

soluk mavi nokta

INSANIN UZAYDAKI GELECEĞİNE BİR BAKIŞ



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

4. BASIM

CARL SAGAN

9 Kasım 1934'te ABD'nin New York kentinde doğdu. Astronomi ve Uzay Bilimleri David Duncan Profesörü ve Cornell Üniversitesi Gezegen Araştırmaları Laboratuvarı'nın Şefiydi. Amerikan uzay programında başlangıcından beri hep önde gelen bir rol oynadı. 1950'lerden itibaren NASA'da uzmanlık ve danışmanlık yaptı, *Apollo* astronotlarına Ay uçuşundan önce talimat verdi ve gezegenlere yönelik *Mariner*, *Viking*, *Voyager* ve *Galileo* seferlerinde araştırmacı olarak yer aldı. Venüs'teki yüksek sıcaklık, Mars'taki mevsim değişikliği ve Titan'ın kırmızımsı sisi gibi sırların çözülmesinde yardımcı oldu.

Dr. Sagan, çalışmalarından ötürü, NASA *Apollo* Başarı Ödülü'nün yanı sıra, NASA'nın Olağanüstü Bilimsel Başarı ve (iki kez) Değerli Kamu Hizmeti madalyalarını aldı. 2709 *Sagan* asteroiti onun adını taşır. Kendisine ayrıca, Amerikan astronotlar Derneği'nin John F. Kennedy Astronot Ödülü, Kaşifler Kulübü 75. Yıl Ödülü, Sovyet Kozmonotlar Federasyonu'nun Konstantin Tsiolkovski Madalyası ve Amerikan Astronomi Derneği'nin Masursky Ödülü verildi. Dr. Sagan ayrıca, Kamuya Yararlılık Madalyası'nın, yani Ulusal Bilimler Akademisi'nin en büyük ödülünün de sahibidir. Dr. Sagan Amerikan Astronomi Derneği Gezegen Bilimleri Bölümünün Yöneticiliğine, Amerikan Jeofizik Birliği'nin Gezegen Bölümünün Başkanlığına ve Amerikan Bilimsel İlerleme Derneği Astronomi Bölümünün Yöneticiliğine seçildi. On iki yıl boyunca *Icarus*'un, yani gezegen araştırmalarına adanmış öncü bir derginin baş editörlüğünü yaptı. Gezegen Derneği'nin, Dünya'nın en büyük uzay meraklıları grubunu oluşturan, 100.000 üyeli bir örgütün kurucularından oldu ve derneğin başkanlığını yaptı.

Cennetin Ejderleri: İnsan Zekâsının Evrimi Üzerine Düşünceler adlı kitabıyla Pulitzer ödülü kazanan Dr. Sagan, bugüne dek İngilizcenin en çok satılan bilimsel kitabı haline gelmiş *Kozmos*'un da aralarında bulunduğu birçok bestseller kitabın yazarıdır. Bundan esinlenen, Emmy ve Peabody ödülleri kazanmış televizyon dizileri altmış ülkede toplam 500 milyon kişi tarafından izlendi. Romanı *Mesaj* bugün önemli bir sinema filmidir. Bilime, edebiyata, eğitime ve çevrenin korunmasına katkılarından ötürü Amerikan okullarından yirmi iki fahri doktorluk ve nükleer savaşın uzun vadeli sonuçları hakkında ve nükleer silahlanma yarışını durdurmaya yönelik çalışmaları nedeniyle birçok ödül aldı. Carl Sagan 20 Aralık 1996'da hayatını kaybetti.

Ayrıntı: 1062
Bilim: 1

Soluk Mavi Nokta
İnsanın Uzaydaki Geleceğine Bir Bakış
Carl Sagan

Kitabın Özgün Adı
Pale Blue Dot
A Vision Of The Human Future In Space

İngilizceden Çeviren
Süha Sertabiboğlu

Yayıma Hazırlayan
Merve Akıncı

Son Okuma
Öykü Badur & Ahmet Batmaz

Bu kitabın Türkçe yayım hakları
Ayrıntı Yayınları'na aittir.

Bu kitabın Türkçe yayım hakları Anatolia Agency aracılığıyla alınmıştır.

© 2016 by Carl Sagan with permission from Democritus Properties, LLC.
All rights reserved including the rights of reproduction in whole
or in part in any form.

Kapak Fotoğrafı

DETLEV VAN RAVENSWAAY / Science Photo Library / Getty Images Turkey

Kapak Tasarımı
Gökçe Alper

Dizgi
Esin Tapan Yetiş

Baskı ve Cilt
Ali Laçin - Barış Matbaa-Mücellit
Davutpaşa Cad. Güven San. Sit. C Blok No. 286
Topkapı/Zeytinburnu - İstanbul - Tel. 0212 567 11 00
Sertifika No: 33160

Birinci Basım: Nisan 2017
İkinci Basım: Mayıs 2017
Üçüncü Basım: Temmuz 2018
Dördüncü Basım: Mart 2019
Baskı Adedi 2000

ISBN 978-975-539-170-9
Sertifika No.: 10704

AYRINTI YAYINLARI

Basım Dağıtım San. ve Tic. A.Ş.
Hobyar Mah. Cemal Nadir Sok. No.: 3 Cağaloğlu – İstanbul
Tel.: (0212) 512 15 00 Faks: (0212) 512 15 11
www.ayrintiyayinlari.com.tr & info@ayrintiyayinlari.com.tr



twitter.com/ayrintiyayinevi



facebook.com/ayrintiyayinevi



instagram.com/ayrintiyayinlari

Carl Sagan
Soluk Mavi Nokta
İnsanın Uzaydaki Geleceğine Bir Bakış





NASA / Corbis via Getty Images Turkey

Voyager'ın Güneş Sistemi Portresi

Dünya'nın "Soluk Mavi Nokta" olarak isimlendirilen dar açılı renkli görüntüsü, güneş sisteminin Voyager 1 tarafından alınan ilk "porte"sinin bir parçasıdır (14 Şubat 1990). Uzay aracı, 6 milyar kilometreden daha da fazla bir uzaklıktan ve tutulum çemberinin yaklaşık 32 derece üzerinden güneş sistemi mozaığının toplamda 60 karesini çekti. Voyager'ın bulunduğu mesafeden Dünya, dar açılı bir kameraya ait resim ögesinin boyutundan bile daha küçük, salt bir ışık noktasıdır. Dünya sadece 0,12 piksel boyutunda bir yarımaydı. Görüntünün Güneş'e çok yakın bir yerden alınmasının sonucu olarak, tesadüftür ki Dünya saçılmış ışık ışınlarının tam ortasında duruyor. Dünya'ya ait bu şişkin görüntü; mor, mavi ve yeşilden oluşan üç renkli filtreye çekildi ve renkli görüntü elde etmek için yeniden birleştirildi. Görüntünün arka planındaki özellikler, büyültmeden kaynaklı yapay dokulardır.

Carl Sagan bu fotoğraftan esinlenerek bu kitabın adını belirlemiştir. Fotoğraf 2001 yılında space.com tarafından en iyi on uzay fotoğrafından biri seçilmiştir. NASA altmış kadar fotoğrafı bir mozaik şekline getirerek "aile fotoğrafı" dediği güneş sistemi resmini oluşturmuştur.

**Diğer bir gezgine,
SAM'E.
Senin kuşağın
Hayal edilmedik mucizeler görsün.**

GÜNEŞ SİSTEMİNİN UZAY ARACIYLA KEŞFİ İLK ÖNEMLİ BAŞARILAR

SOVYETLER BİRLİĞİ / RUSYA

- 1957 Dünyanın ilk yapay uydusu
(*Sputnik 1*)
- 1957 Uzayda ilk hayvan
(*Sputnik 2*)
- 1959 Dünyanın çekiminden kurtulan ilk uzay aracı
(*Luna 1*)
- 1959 Güneş'in ilk yapay gezegeni
(*Luna 1*)
- 1959 Başka bir dünyaya çarpan ilk uzay aracı
(*Luna 2 Ay'a*)
- 1959 Ayın öteki yüzünün ilk görünüşü
(*Luna 3*)
- 1961 Uzayda ilk insan
(*Vostok 1*)
- 1961 Dünyanın yörüngesinde ilk insan
(*Vostok 1*)
- 1961 Başka gezegenlere giden ilk uzay aracı
(*Venera 1 Venüs'e*;
- 1962 *Mars 1 Mars'a*)
- 1963 Uzayda ilk kadın
(*Vostok 6*)
- 1964 İlk çok kişili uzay misyonu
(*Voskhod 1*)
- 1965 İlk uzay "yürüyüş"ü
(*Voskhod 2*)
- 1966 Başka bir gezegenin atmosferine giren ilk uzay aracı
(*Venera 3 Venüs'e*)
- 1966 Başka bir dünyanın yörüngesine giren ilk uzay aracı
(*Luna 10 Ay'a*)
- 1966 Başka bir dünyaya başarılı ilk yumuşak iniş
(*Luna 9 Ay'a*)
- 1970 Başka bir dünyadan örnek getiren ilk robot görevi
(*Luna 16 Ay'a*)
- 1970 Başka bir dünyada ilk tekerlekli araç
(*Luna 17 Ay'a*)
- 1971 Başka bir gezegene ilk yumuşak iniş
(*Mars 3 Mars'a*)
- 1972 Başka bir gezegene bilimsel yönden başarılı ilk iniş
(*Venera 8 Venüs'e*)

- 1980 Yaklaşık bir yıllık ilk insanlı uzay yolculuğu
- 1981 (Mars'a uçuş süresine yakın)
(Soyuz 35)
- 1983 Başka bir gezegenin ilk tam yörüngesel radar haritası
(Venera 15 Venüs'e)
- 1985 Başka bir gezegenin atmosferine konuşlandırılan ilk balon istasyonu
(Vega 1 Venüs'e)
- 1986 Bir kuyruklu yıldızla ilk yakın karşılaşma
(Vega 1, Halley Kuyruklu Yıldızı'yla)
- 1986 Mürettebatı dönüşümlü ilk uzay istasyonu
(Mir)

BİRLEŞİK DEVLETLER

- 1958 Uzayda ilk bilimsel keşif – Van Allen radyasyon kuşağı
(Explorer 1)
- 1959 Dünyanın uzaydan ilk televizyon görüntüleri
(Explorer 6)
- 1962 Gezegenler arası uzayda ilk bilimsel keşif – güneş rüzgârlarının doğrudan gözlemi
(Mariner 2)
- 1962 Bilimsel yönden başarılı ilk gezegenler arası misyon
(Mariner 2 Venüs'e)
- 1962 Uzayda ilk astronomik gözlem istasyonu
(OSO-1)
- 1968 Başka bir dünyanın yörüngesinde ilk insan
(Apollo 8 Ay'a)
- 1969 İnsanların başka bir dünyaya ilk inişi
(Apollo 11 Ay'a)
- 1969 Başka bir dünyadan getirilen ilk örnekler
(Apollo 11 Ay'a)
- 1970 Başka bir dünyada ilk insanlı tekerlekli araç
(Apollo 15 Ay'a)
- 1971 Başka bir gezegenin yörüngesinde ilk uzay aracı
(Mariner 9 Mars'a)
- 1973 Jüpiter'in yanından ilk geçiş
(Pioneer 10)
- 1974 İlk ikili gezegen misyonu
(Mariner 10 Venüs ve Merkür'e)

- 1974 Merkür'ün yanından ilk geçiş
(*Mariner 10*)
- 1976 Başarılı ilk Mars inişı; başka bir gezegende yaşam araştıran
ilk uzay aracı
(*Viking 1*)
- 1977 Satürn'ün yanından ilk geçişler
(*Pioneer 11*)
- 1981 Yeniden kullanılabilir ilk insanlı uzay aracı
(*STS-1*)
- 1980- Geri getirilen, onarılan
1984 ve tekrar uzayda görevlendirilen ilk uydu
(*Solar Maximum Mission*)
- 1985 Bir kuyrukluyıldızla ilk uzak karşılaşma
(*International Cometary Explorer Giacobini-Zimmer*
Kuyrukluyıldızı'yla)
- 1986 Uranüs'ün yanından ilk geçiş
(*Voyager 2*)
- 1989 Neptün'ün yanından ilk geçiş
(*Voyager 2*)
- 1992 Heliopoz'a* ilk ulaşma
(*Voyager*)
- 1992 Ana kuşaktan bir asteroitle ilk karşılaşma
(*Galileo Gaspra* ile)
- 1992 İlk kez bir asteroitin ayının bulunuşu
(*Galileo Ida* ile)

* Güneş'in etki bölgesi heliosferin dış sınırı. (ç.n.)

içindekiler

teşekkür.....	13
gezinler: bir giriş.....	15
1. buradasın.....	23
2. ışık sapmaları.....	29
3. büyük düşüşler.....	38
4. bizim için yaratılmamış bir evren.....	53
5. dünyada akıllı bir yaşam var mı?.....	67
6. voyager'in zaferi.....	78
7. satürn'ün ayları arasında.....	90
8. ilk yeni gezegen.....	102
9. solar sistemin sınırında bir amerikan gemisi.....	112
10. kutsal karanlık.....	127
11. akşam ve sabah yıldızı.....	136
12. karalar eriyor.....	145
13. apollo'nun armağanı.....	157
14. başka dünyaları keşfederek bu dünyayı korumak.....	165
15. harika dünyanın kapıları açık.....	175
16. göğü ölçmek.....	197
17. gezegenler arası rutin şiddet.....	216
18. camarina bataklığı.....	230
19. gezegenleri yeniden yaratmak.....	245
20. karanlık.....	261
21. göge!.....	275
22. samanyolu'nda parmak uçlarında yürümek.....	284
— kaynaklar.....	303
— dizin.....	309

teşekkür

Bu kitaptaki materyallerin çoğu yenidir. Birkaç bölüm, ilk kez, tahminen 80 milyon okuru bulunan Amerikan gazetelerinin Pazar eki *Parade*'de, yani belki de dünyanın en çok okunan dergisinde yayınlanmış makalelerden geliştirilmiştir. Verdikleri cesaret ve editoryal tavsiyelerinden ötürü, Baş editör Walter Anderson ve genel yayın yönetmeni David Currier'e; ve mektuplarıyla, yazdıklarımın nerede net, nerede anlaşılmasız olduğunu ve tezlerimin nasıl algılandığını anlamamda yardımcı olan *Parade* okurlarına çok şey borçluyum. Diğer bölümlerin bazı kısımları *Issues in Science and Technology*, *Discover*, *The Planetary Report*, *Scientific American* ve *Popular Mechanics* dergilerinde yayınlanan makalelerden kaynaklanıyor.

Bu kitap, bazı yönlerini tartışan çok sayıda arkadaş ve meslektaşın yorumları sayesinde büyük ölçüde düzeldi. Bunlar, isimleri liste halinde verilemeyecek kadar çoksa da, hepsine gerçekten minnettarlığımı ifade etmek isterim. Fakat özellikle Norman Augustine, Roger Bonnet, Freeman Dyson, Louis Friedman, Everett Gibson, Daniel Goldin, J. Richard Gott III, Andrei Linde, Jon Lomberg, David Morrison, Roald Sagdeev, Steven Soter, Kap Throne ve Frederick Turner'a elyazmalarının tümü ya da bir kısmı hakkında yorumları için; Seth Kaufmann, Peter Thomas ve Joshua Grinspoon'a, tablo ve grafikler konusunda yardımları için; ve yapıtlarının bazılarını vitrine koymama izin veren, her biri illüstrasyonu ile tanınmış, parlak bir astronomik ressamlar dizisine teşekkür etmek istiyorum. Kathy Hoyt, Al McEwen

ve Larry Soderblom'un cömertliği sayesinde, bazı fevkalade fotomoziakları, boya tabancasıyla yapılmış haritaları ve NASA görüntülerinin, ABD Jeolojik Araştırma kurumunun Astrojeoloji Bilim dalında yapılan diğer redüksiyonlarını gösterebildim.

Ustaca teknik yardımlarından ötürü Andrea Barnett, Laurel Parker, Jennifer Bland, Loren Money, Karen Gobrecht, Deborah Pearlstein ve rahmetli Eleanor York'a; ve yapının bitiminde Harry Evans, Walter Weintz, Ann Godoff, Kathy Rosenbloom, Andy Carpenter, Martha Schwartz ve Alan MacRobert'a müteşekkirim. Bu sayfaların tasarımındaki şıklık büyük ölçüde Beth Tondreau sayesinde.

Uzay siyasetiyle ilgili konularda, Gezegen Derneği yönetim kurulunun diğer üyeleriyle, özellikle de Bruce Murray, Louis Friedman, Norman Augustine, Joe Ryan ve rahmetli Thomas O. Paine ile yaptığım tartışmalardan yararlandım. Solar Sistemin keşfine, dünyadışı yaşam arayışına ve insanların başka dünyalara yönelik uluslararası misyonlarına adanmış bu örgüt bu kitaptaki perspektifin en yakın temsilidir. Kâr amacı gütmeyen bu örgüt, Dünya'nın en büyük uzay meraklıları grubu hakkında daha fazla bilgi almak isteyen okurların temas kuracağı adres:

THE PLANETARY SOCIETY

65 N. Catalina Avenue

Pasadena, CA 91106

Tel.: 1-800-9 WORLDS

1977'den beri yazdığım bütün kitaplar için geçerli olduğu gibi, gerek içerik gerek tarz yönünden eleştirileri ve esasslı katkıları araştıran Ann Druyan'a minnettarlığımı sözcüklerle ifade edemiyorum. Uzayın uçsuz bucaksızlığında ve zamanın sınırsızlığında Annie'yle aynı gezegeni ve çağı paylaşmak benim için hâlâ bir mutluluktur.

gezginler: bir giriş

ama söyle bana, kim bunlar, bu gezginler?...

-RAINER MARIA RILKE, "BEŞİNCİ ELEJİ" (1923)

Bizler başından beri hep gezgindik. Yüzlerce kilometre boyunca her ağaç koruluğunu bilirdik. Meyveler ya da cevizler olgunlaştığı zaman orada olurduk. Hayvan sürülerinin yıllık göçlerini takip ettik. Kurnazlıkla, hileyle, pusuyla ve bedensel gücümüzle saldırarak, birkaçımızın işbirliğiyle, çoğumuzun tek başına avlanarak yapamayacağını başarıp taze etin keyfine vardık. Birbirimize bağımlı hale geldik. Bu işi kendi başımıza yapmanın, bir yere yerleşmek gibi, düşüncesi bile saçma bir şeydi.

Birlikte çalışarak çocuklarımızı aslanlardan ve sırtlanlardan koruduk. Çocuklarımıza gerek duydukları becerileri öğrettik. Ve aletleri. Teknoloji o zaman da, şimdiki gibi, varlığımızı sürdürmenin anahtarıydı.

Kuraklık uzadığında ya da yaz havasında geçip gitmeyen rahatsız edici bir soğuk belirdiğinde bizim grup -bazen bilinmeyen diyarlara doğru- yola çıkardı. Daha iyi bir yer arardık. Ve küçük göçebe topluluğumuzdaki diğerleriyle geçinemediğimiz zaman ayrılır, başka bir yerde daha dost birilerini bulmaya giderdik. Her seferinde yeniden başlayabilirdik.

Türümüz var olduğundan beri geçen zamanın yüzde 99,9'unda bizler avcı ve toplayıcıydık, savanların ve steplerin gezginleriydik. O zamanlar sınır muhafızları, gümrük memurları falan yoktu.

Her yer açıktı. Bizi sınırlayan Dünya ve okyanuslar ve gökyüzü vardı sadece; bir de bazen, huysuz komşular.

Fakat iklim uygun olduğunda, yiyecek bol olduğunda yerimizden ayrılmamaya hazırдық. Maceradan uzak durmaya. Kilo almaya. Kaygısız olmaya. Son on binyıldır –yani uzun tarihimizde bir an kadar kısa bir süredir– göçebe hayatını bıraktık. Bitkileri ve hayvanları evcilleştirdik. Ayağına getirebiliyorsan eğer niçin yiyeceğin peşinde koşasın ki?

Bütün maddi avantajlarına karşın, sabit yaşam bizi huzursuz, tatminsiz bıraktı. Köylerde ve kentlerde yaşayan dört yüz kuşaktan sonra bile unutamadık. Uzayıp giden yollar tatlı tatlı çağırıyor hâlâ, nerdeyse unutulmuş bir çocukluk şarkısı gibi. Uzak yerlere bir romantizmle yatırım yapıyoruz. Bu cazibeyi doğal seleksiyon, varlığımızı sürdürebilmenin esaslı bir ögesi olarak, titizlikle kullanmış sanırım. Uzun yazlar, ılıman kışlar, zengin ürünler, bereketli avlar... bunların hiçbirisi sonsuza dek sürmez. Geleceği tahmin etmek, gücümüzün ötesinde. Felaket getiren olaylar sezdirmeden gelir ve bizi gafil avlar. Bizzat sizin ya da topluluğunuzun, hatta türünüzün hayatı varlığını, pek ifade edemedikleri yahut anlayamadıkları şiddetli bir arzuyla, keşfedilmemiş ülkelerin ve yeni dünyaların cazibesine kapılmış tez canlı birkaç kişiye borçludur belki de.

Herman Melville *Moby Dick*'te, her çağın ve boylamın gezginleri adına konuşur: "Uzaklardaki şeylere karşı hiç bitmez bir arzu yiyip bitiriyor beni. Yasak denizlere açılmak hoşuma gidiyor..."

Eski Yunanlara ve Romalıları göre; bilinen dünya Avrupa'dan, küçültülmüş bir Asya ve Afrika'dan ibaretti ve bunların hepsini aşılma bir Dünya Okyanusu çevreliyordu. Seyyahlar, barbarlar denen aşağı yaratıklar ya da Tanrı denen üstün yaratıklarla karşılaşabiliirdi. Her ormanın bir perisi, her bölgenin efsanevi bir kahramanı vardı. Ama çok fazla Tanrı yoktu, en azından ilk başlarda, belki sadece birkaç düzine vardı. Bunlar dağlarda, yerin altında, denizde ya da yukarda, gökte yaşırdı. İnsanlara mesajlar gönderirler, insanların işlerine karışırlar ve bizlerle çiftleşirlerdi.

Zaman geçip de insanların keşfetme kapasitesi zirvesine varınca sürprizler çıktı: Barbarlar, Yunanlar ve Romalıları kadar zeki olabiliyordu. Afrika ve Asya herkesin sandığından daha

büyüktü. Dünya Okyanusu aşılmaz değildi. Antipotlar' vardı. Üç yeni kıta daha vardı, bunlara eski çağlarda Asyalılar yerleşmiş ve haberi Avrupa'ya hiç ulaşmamıştı. Tanrıları bulmak da hayal kırıklığı yaratacak kadar zordu.

Eski Dünya'dan Yeni Dünya'ya büyük çapta ilk insan göçü son buz çağında, yaklaşık 11.500 yıl önce, büyüyen kutup buzları tabakası okyanusları sığlaştırıp da Sibiryadan Alaska'ya kuru zemin üzerinde yürüyerek geçmenin mümkün olduğu zaman gerçekleşti. Binyıl sonra Tierra del Fuegodan, Güney Amerika'nın en güney ucundaydık. Endonezyalı argonotlar Kolomb'dan çok önce, kürekli kanolarıyla Batı Pasifik'i keşfetti; Borneo'dan gelen insanlar Madagaskar'a yerleşti; Mısırlılar ve Libyalılar Afrika'nın etrafını denizden dolaştı ve Çin'deki Ming Hanedanı'nın okyanus aşan yelkenli teknelerinden oluşan büyük bir filo Hint Okyanusu'nu geçti, Zengibar'da bir üs kurdu, Ümit Burnu'nu dolaştı ve Atlas Okyanusu'na girdi. Avrupa'nın yelkenli gemileri 15. yüzyıldan 17. yüzyıla kadar yeni (her halükârda, Avrupalılar için yeni) kıtalar keşfetti ve gezegenin tüm çevresini denizden dolaştı. 18. ve 19. yüzyıllarda Amerikalı ve Rus kâşifler, gezginler ve yerleşimciler iki dev kıtanın batısına ve doğusuna, yani Pasifik'e doğru yarışa kalktı. Bu keşfetme ve serüven merakının, failleri her ne kadar düşüncesizse de, hayatta kalma yönünden kesin bir değeri vardır. Hiçbir ulusla yahut etnik grupla sınırlı değildir. İnsan türünün tüm üyelerinin ortaklaşa sahip olduğu bir meziyettir bu.

Birkaç milyon yıl önce Doğu Afrika'da ortaya çıktığımızdan beri, gezegenin her tarafını dolanıp durduk. Şimdi her kıtada ve en uzak adalarda, bir kutuptan ötekine, Everest Dağı'ndan Ölüdenize kadar, okyanus diplerinde ve hatta bazen 300 kilometre yüksekte -eski çağların Tanrıları gibi gökte- insanlar var.

Bugünlerde Dünya'nın en azından karasal bölgelerinde keşfedilecek hiçbir yer kalmadığı görülüyor. Kendi başarılarının mağduru kâşifler artık evlerinde oturuyor neredeyse.

1. "Antipotlar olduğu masalına gelince," diye yazmış 5. yüzyılda Aziz Augustine, "yani, güneşin bize kavuştuğu zaman doğduğu yerin, dünyanın öteki tarafında birtakım insanlar, bizimkinin tersine ayaklarıyla yürüyen insanlar olduğu masalına gelince, buna hiçbir surette inanılmaz." Orada sadece okyanus olmayıp, bilinmeyen bir kara parçası olsa bile, "ilk atamız sadece bir çifttir ve bu kadar uzak bölgelerde Adem'in torunlarının yaşadığı düşünülemez."

İnsanlığın durumunu –bazıları gönüllü, çoğu gönülsüz– muazzam kitlesel göçler biçimlendirdi. Bugün, insanlık tarihinin diğer tüm dönemlerindeki insanlardan daha çoğu savaştan, zulümden ve kıtlıktan kaçıyor. Gelecek on yılda Dünya'nın iklimi değişirse çok daha fazla sayıda insanın çevresel sığınmacı durumuna düşmesi muhtemel. Daha iyi yerler bizi hep çağırarak. İnsan dalgaları tüm gezegende kabarıp alçalmaya devam edecek. Ama şimdi koşup gittiğimiz ülkelere çoktan yerleşilmiş. Bizim kötü halimize genellikle pek empatiyle bakmayan başka insanlar var karşımızda.

* * *

LEIB GRUBER 19. yüzyılın sonlarına doğru Orta Avrupa'da, kocaman, çokdilli, kadim Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nun ücra bir kasabasında büyüdü. Babası balık satmaya çalışıyordu. Ama durumları genellikle zordu. Leib'in delikanlıyken bulabildiği tek onurlu iş, insanları Bug Nehri'nden karşıya geçirmekti. Erkek ya da kadın müşteriler Leib'in sırtına binerdi; Leib, işinin gereçleri olan değerli çizmeleriyle nehrin sığ bir yerindeki sulardan yürüyerek geçer ve yolcusunu karşı kıyıya bırakırdı. Sular bazen beline kadar çıkardı. Köprü, feribot falan yoktu. Bu işte atlar kullanılabilirdi fakat onların işe yarayacağı başka yerler vardı. Bu iş Leib'a ve onun gibi birkaç gence kalmıştı. Onların işe yarayacağı başka bir şey yoktu, başka bir iş yoktu. Nehrin kenarında dolanıp dururlar, bağırarak fiyatlarını bildirirler, potansiyel müşterileri, taşıma kabiliyetlerinin üstünlüğüne inandırmaya çalışırlardı. Kendilerini dört ayaklı hayvanlar gibi kiraya verirlerdi. Benim dedem bir yük hayvanıydı.

Leib'in, tüm gençliği boyunca, küçük kasabası Sassow'un yüz kilometreden uzağa gitmeye kalktığını sanmıyorum. Ama sonra, 1904'te birdenbire –bir aile söylencesine göre, bir cinayetten yatmamak için– Yeni Dünya'ya kaçtı. Ardında genç karısını bıraktı. Büyük Alman liman kentleri ona ücra köyünden ne kadar farklı, okyanus nasıl, yeni diyarının azametli gökdelenleri ve bitmek bilmez curcunası ne tuhaf görünmüştü kim bilir? Onun denizası seferi hakkında bir şey bilmiyoruz ama daha sonra, karısı Chaiya'nın –Leib onu getirmek için gereken parayı biriktirdikten sonra, kadının onun yanına gelmek için– yaptığı

yolculuk sırasındaki gemi yolcu listesini bulduk. Kadın, Hamburg'a kayıtlı bir gemi olan Batavia'nın en ucuz sınıfında yolculuk etmişti. Belgede yürek burkan bir şey var: Okuması yazması var mıydı? Hayır. İngilizce konuşabiliyor muydu? Hayır. Ne kadar parası vardı? "Bir dolar" yanıtını verirken ne kadar incindiğini ve utandığını gözümün önüne getirebiliyorum.

Kadın New York'ta gemiden indi, Leib'a yeniden kavuştu, ancak annemi ve teyzemi doğurmaya yetecek kadar yaşadı ve sonra doğum "komplikasyonları"ndan öldü. Amerika'da geçirdiği o birkaç yılda adı bazen Clara şeklinde İngilizleştirilmişti. Çeyrek yüzyıl sonra benim annem doğurduğu ilk çocuğa, oğluna, hiç tanımadığı annesinin adını verdi.

YILDIZLARI GÖZLEYEN uzak atalarımız beş tane yıldızın, "sabit" denen yıldızların yaptığı, vurdumduymaz bir katile halinde doğma ve batma hareketinin dışında bir şey yaptığını fark etti. Bu beşinin tuhaf ve karmaşık bir hareketi vardı. Aylar boyunca yıldızların arasında yavaşça geziniyorlardı sanki. Bazen kavis çiziyorlardı. Bugün onlara Yunanca "gezin" anlamında bir sözcük olan planet/gezegen diyoruz. Benim kanımca, atalarımızın bağlantı kurabildiği bir tuhafılık bu.

Bugün, gezegenlerin yıldız değil, çekim gücüyle Güneş'e bağlı diğer dünyalar olduğunu biliyoruz. Dünya'nın keşfi tamamlandığında bizler onu Güneş'in ya da Samanyolu galaksisini oluşturan diğer yıldızların yörüngesinde dönen sayısız diğerleri gibi bir dünya olarak görmeye başladık. Gezegenimiz ve Solar Sistemimiz yeni bir dünya okyanusuyla -uzayın derinlikleriyle- çevrili. Öncekinden daha aşılabilir değil.

Belki biraz erken. Belki henüz vakti gelmedi. Ama -tarifsiz fırsatlar vaat eden- o yeni dünyalar çağırıyor bizi.

Son birkaç on yılda Birleşik Devletler ve eski Sovyetler Birliği baş döndürücü ve tarihsel bir şey başardı: Merkür'den Satürn'e kadar, atalarımızı şaşırtan ve bilime yönelten bütün o ışık noktalarının yakından incelenmesi. 1962'deki başarılı gezegenler arası uçuşun gerçekleşmesinden beri, makinelerimiz yetmişten fazla yeni dünyanın yanından geçti, yörüngesine girdi yahut üzerine kondu. Gezinlerin arasında gezdik. Yanında Dünya'nın en büyük dağının cüce gibi kaldığı muazzam volkanik tepeler

bulduk; muamma gibi, biri suyun akamayacağı kadar soğuk, ötekiyse sıcak iki gezegende çok eski nehir vadileri; içine bin tane Dünya'nın sığacağı kadar çok miktarda sıvı metalik hidrojen bulunan dev bir gezegen; tamamen erimiş aylar; yüksek plato-ların bile kurşunun erime noktasından sıcak olduğu, atmosferi yakıcı asitlerden oluşan, bulutlarla kaplı bir yer; Solar Sistemin müthiş oluşumunun aslına sadık bir kaydının oyulduğu çok eski yüzeyler; Pluton ötesi derinliklerden gelen mülteci buz dünyalar; gizli çekim düzenleri gösteren, mükemmel bir şekilde biçimlenmiş halka sistemleri ve karmaşık organik moleküller-den oluşan, gezegenimizin çok eski tarihinde yaşamın kökenini sağlamış olanlara benzer bulutlarla çevrili bir dünya. Güneş'in yörüngesinde sessizce dönüyor, bekliyorlar.

Gece göğünde gezen ışıkların doğası hakkında ilk tahminler-de bulunan atalarımızın hayal bile edemediği mucizeleri açığa çıkardık. Gezegenimizin ve kendimizin kökenlerini yokladık. Keşfedilebilecek başka ne varsa keşfederek, aşağı yukarı bizimki gibi dünyaların alternatif kaderleriyle yüz yüze gelerek Dünya'yı daha iyi anlamaya başladık. Bu dünyaların her biri güzel ve öğ-reticidir. Ama şimdiye kadar bildiğimiz kadarıyla, onların her biri ıssız ve çoraktır da. Orada "daha iyi yerler" yok, şimdilik, en azından.

Viking robot misyonu sırasında, 1976 Temmuz'undan başlaya-rak, bir anlamda bir yılını Mars'ta geçirdim. Kaya kütlelerini ve kum çöllerini, öğle vakti bile kırmızı göğü, eski nehir vadilerini, göğe yükselen volkanik dağları, korkunç rüzgâr erozyonunu, katmanlı kutup bölgelerini, patates biçiminde ve karanlık iki ayını inceledim. Ama yaşam yoktu; ne bir cırcırböceği ya da bir ot ne de hatta, bildiğimiz kadarıyla, bir mikrop vardı. Bu dünyalar yaşam tarafından onurlandırılmamış bizimki gibi. Yaşam, üstünlük belirten, nadir bir durum. Onlarca dünyayı araştırıyorsunuz fakat içlerinden sadece birinde yaşamın ortaya çıktığını ve geliştiğini ve devam ettiğini buluyorsunuz.

O güne kadarki tüm yaşamları boyunca bir nehirten daha geniş bir şeyi geçmemiş Leib ve Chaiya terfi edip okyanusları geçtiler. Büyük bir avantajları vardı: Suların öteki tarafında -doğruyu söylemek gerekirse, yabancı geleneklere sahip- fakat onların dilini konuşan ve en azından bazı değerlerini paylaşan birtakım insanlar, hatta yakın akraba oldukları kişiler vardı.

Günümüzde bizler Solar Sistemi geçtik ve yıldızlara dört gemi gönderdik. Neptün Dünya'dan, New York'un Bug Nehri kıyılarından uzaklığının bir milyon katı kadar uzakta. Ama bizi o diğer dünyalarda bekleyen uzak akrabalar, insanlar ve anlaşılabilir o ki, bir yaşam yok. Son göçmenlerden bize gönderilen, bu yeni diyarı tanımamıza yardım edecek bir mektup yok; duygusuz, dakik robot ulakların ışık hızında aktardığı dijital veriler var sadece. Bu yeni dünyaların bizim vatanımıza pek benzemediğini söylüyorlar bize. Ama biz oranın sakinlerini aramaya devam ediyoruz. Elimizde değil. Yaşam, yaşamı arıyor.

Bu geçiş yolculuğuna Dünya'daki hiç kimsenin, içimizden en zenginlerin bile gücü yetmez; yani kafamıza esti diye ya da canımız sıkıldı diye yahut işsizlik yüzünden, yahut askere çağrıldık ya da baskıya uğradık diye, yahut haklı ya da haksız, bir cinayetten suçlandık diye para biriktirip de Mars'a ya da Titan'a gidemeyiz. Bu konuda, özel girişimi motive etmeye yetecek kısa vadeli bir kâr da görünmüyor. Eğer biz insanlar bu dünyalara gideceksek bu ancak bir devletin ya da devletlerden oluşan bir konsorsiyumun bunun kendi yararlarına –yahut insan türünün yararına– olduğuna inanması sayesinde gerçekleşecek. Şu anda, insanları başka dünyalara göndermenin gerektirdiği para için rekabete girerek bizi zorlayan bir sürü sorun var.

Bu kitap işte bunun için: Başka dünyalar, oralarda bizi neler bekliyor, bunlar bize kendimiz hakkında neler söylüyor ve –şu anda türümüzün karşılaştığı çok acil sorunları düşünürsek– gitmenin bir anlamı var mı, yok mu. Önce bu sorunları mı çözmeliyiz? Yoksa bunlar gitmek için bir neden mi?

Bu kitap, insanlığın geleceği konusunda birçok yönden iyimserdir. İlk bölümler ilk bakışta, yetersizliklerimizle çok eğleniyormuş gibi görünebilir. Ama bunlar tezimin geliştirilmesi için önemli bir düşünsel ve mantıksal temel oluşturuyor.

Meselenin birden fazla yönünü göz önüne sermeye çalıştım. Kendi kendimle tartışıyor gibi görüldüğüm yerler olacak. Evet, tartışıyorum. Bir değere birden fazla yönden bakınca, genellikle kendi kendimle tartışırım. Dilerim, nereye vardığım son bölümle netleşir.

Kitabın planı kabaca şöyle: İlk önce, tüm insanlık tarihi boyunca savunulan, dünyamızın ve türümüzün tek ve benzersiz

olduğu ve hatta Evrenin işleyişinin ve amacının merkezinde yer aldığı yolundaki çok yaygın iddiaları gözden geçireceğiz. Solar Sistemde en son araştırma ve keşif yolculuklarının adımlarıyla bir maceraya giriyoruz ve sonra, insanları uzaya göndermek için sık sık öne sürülen nedenleri değerlendiriyoruz. Kitabın son ve en spekülatif bölümünde de, uzaydaki uzun vadeli geleceğimizin sonucu hakkında düşlediklerimin izinden gideceğim.

Soluk Mavi Nokta, bizi hâlâ koordinatlarımızdan, Evrendeki yerimizden yavaşça çekip alan –ve uzanıp giden yolların çağrısı bugün artık susmuşsa da– insanların geleceğinde çok önemli bir ögenin Dünya'nın çok ötelerinde nasıl beklediğinin yeni bir farkındalığı üzerinedir.

1 buradasın

Bütün Dünya sadece bir noktadan ve bizim yaşadığımız yer de bunun küçük bir köşesinden başka bir şey değil.

-Roma İmparatoru Marcus Aurelius
Meditations, 4. Kitap [y. 170]

Gökbilimcilerin bize hep bir ağızdan öğrettiğine göre, bize sonsuz gibi görünen tüm dünya çevresi, Evrenin büyüklüğüyle kıyaslanınca küçük bir nokta sanki.

AMMIANUS MARCELLINUS [y. 330-395]
ROMALI SON BÜYÜK TARİHÇİ,
CHRONICLE OF EVENTS İÇİNDE

Uzay gemisi vatanından çok uzaklara, en uzak gezegenin yörüngesinden öteye ve -gezegenlerin yörüngesini genel olarak sınırlayan bir parkur gibi düşünebileceğimiz hayali bir düzlem olan- ekliptik düzlemin çok yukarılarına çıkmıştı. Uzay gemisi Güneş'ten saatte 40.000 mil hızla uzaklaşıyordu. Ama 1990 Şubat'ının başında, Dünya'dan gelen acil bir mesaj ona yetişti.

İtaat ederek kameralarını artık uzakta kalmış gezegenlere çevirdi. Tarama platformunu gökteki bir noktadan ötekine çevirerek altmış fotoğraf çekti ve kayıt bandına dijital formda depoladı. Sonra Mart, Nisan ve Mayıs'ta bu verileri radyo dalgalarıyla Dünya'ya gönderdi. Her görüntü, gazetelerdeki telefotolarda ya da puantist tablolarındaki noktacıklara benzeyen 640.000 tane tek tek fotoğraf elementinden ("piksel"den) oluşuyordu. Uzay gemisi Dünya'dan 3,7 milyar mil ötedeydi ve öylesine uzaktaydı ki, her bir pikselin bize ışık hızıyla ulaşması 5 ½ saati buluyordu. Görüntüler daha önce de gönderilebilirdi ama Kaliforniya,

İspanya ve Avustralya'daki, Solar Sistemin kıyısından gelen fısıltıları kaydeden büyük radyoteleskopların, uzay denizinde sefer yapan -aralarında, Venüs'e giden Magellan ve Jüpiter'e doğru dolambaçlı bir yol izleyen Galileo'nun da bulunduğu- diğer gemilere karşı sorumlulukları vardı.

Voyager 1'in ekliptik düzlemin bu kadar yukarılarna çıkmasının nedeni 1981'de, Satürn'ün dev ayı Titan'ın yakınından geçmesiydi. Kardeşi *Voyager 2* gemisiyse ekliptik düzlemin içinde başka bir yöne gönderilmiş ve böylece, ünlü Uranüs ve Neptün keşiflerini gerçekleştirmesi mümkün olmuştu. İki *Voyager* robotu dört gezegen ve yaklaşık altmış tane ay keşfetti. Onlar insan mühendisliğinin zaferleridir ve Amerikan uzay programının onurlarından biridir. Zamanımız hakkında diğer birçok şey unutulduğunda tarih kitaplarında yer alacaklar.

*Voyager*ların ancak Satürn karşılaşmasına kadar çalışması garanti kılınmıştı. Satürn'den hemen sonra onlardan vatana doğru son bir bakış almanın iyi bir fikir olacağını düşündüm. Dünya'nın Satürn'den, *Voyager*'ın herhangi bir ayrıntıyı ayırt edemeyeceği kadar küçük görüneceğini biliyordum. Gezeganimiz, *Voyager*'ın görebileceği diğer birçok ışık noktasından, yakın gezegenlerden ve çok uzaklardaki güneşlerden pek ayırt edilemeyecek bir ışık noktasından, tek bir pikselden ibaret kalacaktı. Ama böyle bir görüntü, özellikle dünyamızın sıradanlığını bu şekilde göstermesi nedeniyle, çekmeye değirdi.

Denizciler bin bir güçlükle kıtaların kıyı çizgilerinin krokisini çıkarmıştı. Coğrafyacılar bu bulguları haritalara ve kürelere aktardı. Dünya'nın küçük parçalarının fotoğrafları önce balonlarla ve uçaklarla, sonra kısa menzilli balistik roketlerle ve sonunda da, yörüngede dönen uzay aracıyla -gözkürenizi kocaman bir kürede bir santimin üzerine gelecek şekilde konumlandırabileceğiniz bir perspektif vererek- çekildi. Neredeyse herkes Dünya'nın, hepimizin yerçekimiyle üzerine bir şekilde yapıştığı bir küre olduğunu çoktan öğrenmişse de durumumuzun gerçeği, tüm dünyanın çerçeveyi dolduran o ünlü Apollo fotoğrafına -insanların Ay'a yaptığı son yolculukta Apollo 17 astronotlarınca çekilen fotoğrafa- kadar kafamıza gerçek anlamda girmeye başlamamıştı.

O fotoğraf, çağımızın bir tür ikonu haline geldi. Görüntüde, Amerikalıların ve Avrupalıların hiç düşünmeden dip olarak

kabul ettiği Antarktika var ve sonra bunun üzerinde yukarıya doğru uzanan tüm Afrika: İlk insanların yaşadığı Etiyopya'yı, Tanzanya'yı ve Kenya'yı görüyorsunuz. Sağ üstte Suudi Arabistan ve Avrupalıların Yakındoğu dediğı yer. Tepeden ancak zar zor gözetleyen şeyse, küresel uygarlığımızın büyük kısmının doğduğu Akdeniz. Okyanusun maviliğini, Sahra'nın ve Arabistan çölünün sarı-kırmızısını, ormanların ve çayırların kahverengi-yeşilini fark edebiliyorsunuz.

Ama bu fotoğrafta insanların hiçbir izi yok; Dünya yüzeyine yaptığımız işlemler yok, makinelerimiz, kendimiz yokuz: Bizler çok ufacığz ve devlet gücümüz de Dünya'yla Ay arasındaki bir uzay aracından görünemeyecek kadar zayıf. Bu noktadan bakınca, milliyetçilik takıntımızı destekleyecek hiçbir şey yok. Tüm dünyayı gösteren Apollo fotoğrafları insan çoğunluğuna, astronomların iyi bildiğı bir şeyi aktardı: Dünyalar ölçeğinde -yıldızlardan ya da galaksilerden söz etmeye hiç gerek yok- insanlar önemsizdir, kayalardan ve metallerden oluşmuş, sıradan ve ıssız bir kütlenin üzerindeki ince bir yaşam tabakasıdır.

Dünya'nın başka bir fotoğrafı, yani yüz bin kat daha uzaktan çekilmiş bu fotoğraf da durumumuzun ve koşullarımızın gerçeğini bizlere ifşa etmede devam eden sürece katkıda bulunabilir gibi geldi bana. Klasik antik dönem bilim adamları ve düşünürleri Dünya'nın, etrafını kuşatan uçsuz bucaksız bir Evrende sadece bir noktadan ibaret olduğunu gayet iyi anlamıştı ama bugüne kadar kimse bunu böyle görmemişti. Bu bizim ilk şansımızdı (ve belki, gelecekteki on yıllar için son şansımızdı da).

NASA'nın Voyager Projesini çoğu kişi destekliyordu. Ama Solar Sistemin dışından bakınca Dünya Güneşe çok yakındır, bir alevin büyüüne kapılmış güve gibidir. Kamerayı Güneşe böylesine doğrudan çevirerek, uzay gemisinin vidikon sistemini yakma riskine mi girmek istiyorduk? Bunu -Uranüs ve Neptün'den, eğer uzay gemisi o kadar dayanabilirse tabii- bütün bilimsel görüntüler alınıncaya kadar ertelemek daha iyi olmaz mıydı?

Böylece bekledik ve iyi de oldu; 1981'de Satürn'den 1986'da Uranüse ve her iki uzay aracının Neptün ve Pluton yörüngelerini geçtiğı 1989'a kadar. Sonunda vakit geldi. Fakat ilk önce, yapılması gereken birkaç cihaz ayarı vardı ve biraz daha bekledik. Uzay aracının doğru noktalarda olmasına, cihazların hâlâ çok

iyi çalışmasına ve çekilecek başka görüntü kalmamasına karşın, projedeki birkaç personel buna karşı çıktı. Bilim değil bu, dediler. O zaman, radyo komutlarını düzenleyip *Voyager*'a aktaran teknisyenlerin, para sıkıntısı çeken NASA'dan hemen çıkarıldığını ya da başka işlere aktarıldığını keşfettik. Oysa fotoğraf çekilecekse tam o sırada çekilmeliydi. Son dakikada -daha doğrusu *Voyager 2*'nin Neptün'le karşılaşmasının tam ortasında- zamanın NASA Müdürü Tuğamiral Richard Truly devreye girdi ve bu görüntülerin elde edilmesini sağladı. Uzaybilimciler, NASA'nın Jet Tepki Laboratuvarından (JPL) Candy Hansen ve Arizona Üniversitesi'nden Carolyn Porco komut sekansını düzenlediler ve kamera pozlandırma sürelerini hesapladılar.

Ve işte... gezegenlerin tepesine yerleştirilmiş karelerden bir mozaik ve daha uzak birkaç yıldızdan oluşan bir arka plan. Sadece Dünya'nın değil, Güneş'in bilinen dokuz gezegeninden diğer beşinin de fotoğrafını çekebildik. En içteki Merkür, Güneş'in parıltısında kaybolmuştu ve Mars'la Pluton çok küçük, çok karanlık ve/veya çok uzaktı. Uranüs ve Neptün öylesine karanlıktı ki, onların varlığını kaydetmek uzun pozlandırmalar gerektiriyordu; dolayısıyla, onların görüntüleri uzay aracının hareketinden ötürü bulanıklaştı. Gezegenler, uzun bir yıldızlar arası yolculuktan sonra Solar Sisteme yaklaşan yabancı bir uzay gemisinden böyle görünür.

Bu kadar uzaktan gezegenler ancak -*Voyager*'daki yüksek çözünürlü teleskopla bile- bulanık ya da net ışık noktaları halinde görünüyor. Yeryüzünden çıplak gözle görünen gezegenler gibiler; yıldızların çoğundan daha parlak, ışıklı noktalar yani. Aylar süren bir periyod boyunca Dünya, diğer gezegenler gibi, yıldızların arasında hareket eder halde görünüyordu. Bu noktalardan birine sadece bakmakla, nasıl bir şey olduğunu, üzerinde neler bulunduğunu, geçmişinde neler olduğunu ve bu aşamada, orada kimsenin yaşayıp yaşamadığını anlayamazsınız.

Güneş ışığının uzay aracından yansımaları yüzünden Dünya bir ışık huzmesinin içinde duruyormuş gibi, sanki bu küçük dünyanın özel bir önemi varmış gibi görünüyor. Ama bu sadece bir geometri ve optik rastlantısı. Güneş, ışınlarını her yöne eşit şekilde gönderir. Fotoğraf biraz daha erken ya da biraz daha geç çekilseydi Dünya'nın üzerinde güneş ışığı hüzmesinden kaynaklanan, dikkat çekici bir aydınlık olmayacaktı.

Peki o mavi renk niçin? O renk kısmen denizden, kısmen de gökyüzünden geliyor. Bir bardağın içindeki su şeffafsa da, kırmızı ışığı mavi ışıktan biraz daha fazla absorbe eder. Elinizdeki madde onlarca metre ya da daha fazla uzunluktaysa kırmızı ışık absorbe olur ve uzaya geri yansıyan ışık daha ziyade mavidir. Aynı şekilde, kısa mesafelere bakıldığında hava da tümüyle şeffaf görünür. Ama yine de –Leonardo da Vinci’nin resimlerindeki üstünlük gibi– obje ne kadar uzak olursa o kadar mavi görünür. Niçin? Çünkü hava mavi ışığı, kırmızıya göre çok daha iyi yayar. Yani bu noktanın mavimsi görüntüsü, yoğun ama şeffaf atmosferinden ve sıvı sudan oluşmuş derin okyanuslarından gelir. Peki ya beyazlık? Dünya normal bir günde hemen hemen yarı yarıya, beyaz su bulutlarıyla kaplıdır.

Bizler bu küçük dünyayı çok iyi tanıdığımız için uçuk maviliğini açıklayabiliyoruz. Solar Sistemimizin sınırlarına yeni varan yabancı bir bilimcinin kendine güvenerek okyanuslar, bulutlar ve yoğun bir atmosfer sonucunu çıkarıp çıkaramayacağıysa pek o kadar kesin değıl. Örneğın Neptün mavidir ama daha ziyade başka nedenlerden ötürüdür. Bu noktadan bakınca Dünya herhangi bir önem taşıyormuş gibi görünmeyebilir.

Ama bizler için farklı. Şu noktaya bir daha bakın. İşte bu. İşte vatan. İşte biz. Üzerindeki herkesi seviyorsunuz, herkesi biliyorsunuz, herkes hakkında bir şey duymuşsunuz; her insan, kim olursa olsun, kendi hayatını yaşıyor. Sevinlerimizizin ve acılarımızın toplamı, türümüzün tarihindeki, kendinden emin binlerce din, ideoloji ve ekonomi doktrini, bütün avcı ve toplayıcılar, bütün kahramanlar ve korkaklar, uygarlığın bütün yaratıcıları ve yok edicileri, bütün krallar ve köylüler, bütün genç aşık çiftler, bütün anneler ve babalar, umut dolu çocuklar, mucitler ve kâşifler, bütün ahlak hocaları, bütün yozlaşmış siyasetçiler, bütün “süperstar”lar, bütün “yüce lider”ler, bütün azizler ve günahkârlar orada –bir güneş ışığı hüzmesinde asılı duran o toz zerresinde– yaşıadı.

Dünya, uçsuz bucaksız kozmik arenada çok küçük bir sahne. Bütün o generallerin ve imparatorların, bir noktanın bir kesiminin geçici hâkimleri olabilsinler diye, şan ve zafer içinde döktükleri kandan nehirleri düşünün. Bu pikselin bir köşesinde yaşayanların, başka bir köşede yaşayan ve kendilerinden pek

ayırt edilemeyen kişilere yaptığı, bitmek bilmez gaddarlıkları, aralarındaki yanlış anlayışların ne kadar çok, birbirlerini katletmeye ne kadar istekli, nefretlerinin ne kadar müthiş olduğunu düşünün.

Takındığımız tavırlar, kendimize verdiğimiz hayali önem, Evrende ayrıcalıklı bir konumumuzun olduğu kuruntusu bu soluk ışık noktasıyla sarsıldı. Gezegenimiz, bizi çevreleyen büyük kozmik karanlıkta tek bir zerredir. Tüm bu sonsuzluğun içindeki ücralığımızda, başka bir yerden bizi kendimizden koruyacak bir yardımın geleceği yolunda hiçbir işaret yok.

Dünya şimdilik, yaşam barındırdığı bilinen tek yer. En azından yakın gelecekte, türümüzün göç edebileceği başka bir yer yok. Ziyaret, evet. Yerleşme, henüz hayır. İster beğenin ister beğenmeyin, şimdilik, tutunacağımız yer Dünya'dır.

Astronominin kibir kıran ve karakter oluşturan bir deneyim olduğu söylenirdi. İnsanların kendini beğenmişliğindeki ahmaklığını belki de, küçücük dünyamızın uzaktan beliren bu görüntüsünden daha iyi gösteren bir şey yoktur. Bence, birbirimize karşı daha sevecen davranma ve bu soluk mavi noktayı, bildiğimiz tek vatanımızı koruma ve değerini bilme sorumluluğumuzu vurguluyor.

ışık sapmaları

İnsanlar dünyadan alınıp götürülse geri kalan her şey bir yana
dağılacak sanki, hiçbir hedef yahut amaç olmaksızın...
ve hiçbir sonuca yol açmaksızın.

-FRANCIS BACON, *WISDOM OF THE ANCIENTS* (1619)

Ann Druyan bir deney öneriyor: Bir önceki bölümün soluk mavi noktasına bir daha bakın. Epey uzun bir süre bakın. O noktayı bir süre seyredin ve sonra kendinizi Tanrının, bütün Evreni o toz zerresinde yaşayan 10 milyon kadar türden sadece biri için yarattığına inandırmaya çalışın. Şimdi bir adım daha ileri gidin: Her şeyin, o türün tek bir rengi ya da cinsiyeti yahut etnik ya da dinsel altbölümü için olduğunu düşünün. Bu size tuhaf gelmiyorsa başka bir nokta daha seçin. Orada da farklı bir zeki yaşam biçiminin bulunduğunu düşleyin. Onların kafasında da, her şeyi onlar yararlınsın diye yaratmış bir Tanrı nosyonu var. Onların iddiasını ne kadar ciddiye alırsınız?

“ŞU YILDIZI GÖRÜYOR MUSUN?”

“Şu parlak olanı mı diyorsun” diye soruyor adamın kızı.

“Evet. Biliyor musun, o yıldız belki artık orada değildir. Belki de artık yoktur; patlamıştır ya da buna benzer bir şey olmuştur. Fakat ışığı şu anda hâlâ uzayı geçerek gözlerimize ulaşıyor. Ama biz onu şimdiki haliyle görmüyoruz. Eski haliyle görüyoruz.”

Birçok insan bu basit gerçeikle ilk kez karşılaştığında kafasını karıştıran bir hayret duygusu yaşar. Neden? Bu niçin bu kadar

tuhaf? Bizim küçük dünyamızda ışık, pratikteki bütün sonuçlarıyla, hemen ânında gider. Bir ampul yanıyor, elbette onu fiziksel olarak gördüğümüz, parladığı yerdedir. Elimizi uzatıp ona dokunuruz: Tamam, oradadır ve feci sıcaktır. Flaman bozulursa ışık söner. Ampul kırıldıktan ve duyundan çıkarıldıktan yıllar sonra onu aynı yerde, parlayıp-odayı aydınlatır halde göremeyiz. Bunu düşünmek bile saçma gelir. Ama biz yeteri kadar uzaktaysak, koskoca bir güneş sönse de biz onun parlak ışığını görmeye devam ediyoruz; onun öldüğünü belki de çağlar boyunca, daha doğrusu, çok hızlı giden ama sonsuz hızlı gitmeyen ışığın aradaki muazzam boşluğu geçmesinin alacağı süre boyunca bilemeyeceğiz.

Yıldızlar ve galaksilerle aramızdaki muazzam uzaklık, uzaydaki her şeyi geçmişteki -bazılarını da henüz Dünya var olmadan önceki- haliyle görmemiz demektir. Teleskoplar birer zaman makinesidir. Çok önceleri, eski bir galaksi, çevresindeki karanlığa ışık saçmaya başladığında hiçbir tanık, milyarlarca yıl sonra, çok uzaktaki bir kaya ve metal, buz ve organik molekül yığınlarının bir araya gelip de Dünya denen bir yeri oluşturacağını bilemezdi; ya da yaşamın ortaya çıkacağını ve bir gün o galaktik ışığın birazını yakalayıp da bunun nereden geldiğini çözmeye çalışan, düşünen varlıkların gelişeceğini.

Ve Dünya öldükten sonra, bugünden itibaren 5 milyar yıl sonra, Dünya yanıp kül olduktan ya da hatta Güneş tarafından yutulduktan sonra varolan başka dünyalar ve yıldızlar ve galaksiler olacak; ve onlar da, bir zamanlar Dünya denen bir yer hakkında hiçbir şey bilmeyecek.

NEREDEYSE HİÇBİR ZAMAN peşin hüküm gibi gelmiyor bu. Tersine, gayet yerinde ve doğru geliyor bizim grubumuzun (hangisiyse artık) doğumsal bir rastlantı sayesinde, toplumsal evrende merkezî bir pozisyona sahip olduğu düşüncesi. Bu kendi lehine yaklaşım, Firavun prensleri ve Plantagenet soyundan olduğunu iddia edenler, soyguncu baronların ve Merkez Komitesi bürokratlarının çocukları, sokak çeteleri ve ulusların fatihleri, kendine güvenli çoğunluk, gizli tarikat ve küfredilen azınlık üyeleri için nefes almak kadar doğal görünür. Türümüşe musallat olmuş cinsiyetçilik, ırkçılık, milliyetçilik ve diğer zehirli şovenizmlerle

aynı psişik kaynaklardan beslenir. Bizi hemcinslerimize nazaran apaçık, hatta Tanrı vergisi bir üstünlüğümüz olduğuna inandırmaya çalışanların döktüğü dillere karşı direnmek, olağanüstü güçlü bir karakter gerektirir. Özsaygımız ne kadar tutarsızsa böyle çağrılara karşı savunmasızlığımız o kadar artar.

Bilimciler de insan olduğundan, buna benzer üstünlük iddialarının bilimsel dünya görüşüne sızması şaşırtıcı değil. Aslında, bilim tarihindeki çok önemli tartışmalardan birçoğunun, en azından kısmen, insanların özel olup olmadığı konusunda çekişmeler olduğu görülür. Geçerli varsayım, hemen hemen daima, bizim özel olduğumuzdur. Ama bu önermenin iyice bir sınanmasından sonra, özel olmadığımız -çoğu kez hayal kırıklığı yaratarak- ortaya çıkar.

Atalarımız kapıların dışında yaşardı. Gece göğüne, çoğumuzun sevdiği televizyon programlarına aşına olduğu kadar aşınaydılar. Güneş, Ay, yıldızlar ve gezegenlerin hepsi doğudan doğup batıdan batar, aradaki zamanda da yukarıdaki gökyüzünden geçerlerdi. Gökcisimlerinin hareketi sadece, hürmetkârca baş sallayıp mırıldanmaya yol açan bir oyalanma değildi; günün ve mevsimlerin hangi vakitlerinde olduklarını anlamanın da tek yolu. Avcılar ve toplayıcılar için de tarım yapan insanlar için de, gökyüzünü bilmek bir hayat memmat meselesiydi.

Güneş'in, Ay'ın, gezegenlerin ve yıldızların mükemmel bir şekilde biçimlenmiş kozmik bir saat mekanizmasının parçaları olması ne büyük şans bizim için! Hiçbir arıza yok gibi görünüyor. Onlar oraya bir amaç için, bizim yararlanmamız için konmuş. Başka kim yararlanacak ki onlardan? Başka neye yararlar ki?

Ve göğün ışıkları doğup bizim etrafımızda döndüğüne göre, bizim Evrenin merkezinde olduğumuz gayet açık değil mi? Doğüstü güçlerle dolu olduğu gayet açık bu gökcisimleri, özellikle de ışık ve sıcaklık için bağımlı olduğumuz Güneş, bizim etrafımızda, bir krala yaltaklanan saray maiyeti gibi dönüyor. Biz böyle bir şeyi düşünmesek de, gökyüzünün çok basit bir şekilde incelenmesi bile bizim özel olduğumuzu gösteriyor zaten. Evren insanlar için tasarlanmışa benziyor. Bu durumu içimizde bir gurur ve güven kıpırtısı hissetmeden düşünmek zor. Bütün Evren bizim için yaratılmış! Gerçekten önemli olsak gerek.

Önemimizin göğün her gün gözlenmesiyle desteklenen bu tatmin edici kanıtı, Dünya merkezli gururun -okullarda öğre-

tilen, dile yerleşmiş, büyük edebiyatların ve kutsal metinlerin ayrılmaz parçası- kültürler ötesi bir gerçek haline gelmesine yol açtı. Karşı çıkanlar bazen işkence ve ölümle korkutuldu. İnsanlık tarihinin çok büyük bir bölümünde kimsenin bunu sorgulamaması şaşılacak bir şey değil.

Elbette bu, bizim avcı ve toplayıcı atalarımızın görüşüydü. Antikçağ'ın büyük astronomu Claudius Ptolemaeus (Batlamyus) 2. yüzyılda, Dünya'nın bir küre olduğunu biliyordu, boyutunun yıldızların uzaklığının yanında "bir nokta" olduğunu biliyordu ve "göğün tam ortasında" yer aldığını öğretti. Aristo, Platon, Aziz Augustine, Aziz Thomas Aquinas ve 17. yüzyılın sonuna kadar 3.000 yıl boyunca, bütün kültürlerin neredeyse bütün büyük düşünürleri ve bilimcileri bu kuruntuya katıldı. Bazıları Güneş'in, Ay'ın, yıldızların ve gezegenlerin, göksel cisimlerin astronom kuşakları tarafından çok titiz bir şekilde kaydedilen karmaşık hareketlerini gösteren bu mükemmel derecede şeffaf, kristal gibi küreye -tabii ki merkezinde Dünya'nın bulunduğu büyük küreye- nasıl böyle ustaca tutturulabildiğini bulmakla uğraştılar. Ve başardılar: Dünya merkezli hipotez, daha sonraki birtakım değişkenleriyle, gezegensel hareketlerle ilgili olayları 2. yüzyılda bilindiği şekliyle, 16. yüzyılda da yeterli düzeyde açıklıyordu.

Bundan, Platon'un *Timaeus*'ta savunduğu -Dünya'nın "mükemmelliğinin" insanlar olmadan eksik olacağı yolundaki- daha da büyüklencemci iddiaya geçiş, bilinenlere dayalı küçük bir akıl yürütmeden ibaretti. "İnsan... her şeydir" diye yazmıştı şair ve rahip John Donne 1625'te. "O, dünyanın bir parçası değil, dünyanın kendisidir ve Tanrının görkemine yakın olduğundan, dünyanın var olma nedenidir."

Ve Dünya -kaç tane kral, papa, düşünür, bilimci ve şair ısrarla tersini savunursa savunsun- o bin yıllar boyunca yine de Güneş'in yörüngesinde dönmeye inatla devam etti. Hoşgörüsüz bir Dünya dışı gözlemcinin -"Evren bizim için yaratıldı! Merkezde biz varız! Her şey bize bağlı!" diye heyecanla çene çalığımız- bütün bu süre boyunca tepeden bizim türümüzü seyrettiğini ve böbürlenmelerimizi komik, özentilerimizi acıklı bularak, burasının herhalde geri zekâlılar gezegeni olduğu sonucuna vardığını düşleyebilirsiniz.

Ama böyle bir hüküm çok sert olur. Biz elimizden ne geliyorsa onu yaptık. Her gün karşılaştığımız görüntülerle gizli umutlarımız arasında talihsiz bir örtüşme vardı. Peşin hükümlerimizi doğruluyor gibi görünen kanıtlarla karşılaşınca bunlara ille de eleştirel gözle bakmak eğiliminde değiliz. Tersini gösteren kanıt da çok azdı.

Yüzyıllar boyu, tevazu ve perspektif öğütleyen birkaç itiraz ancak sesi kısılmış bir kontrpuan halinde duyulabildi. Bilimin şafağında, Eski Yunanistan ve Roma'nın atomcu düşünürleri – maddenin atomlardan oluştuğunu ilk kez savunan– Demokritos, Epikuros ve takipçileri (ve bilimi ilk kez halka yayan Lucretius) herkesi şaşırtarak, hepsi de bizimle aynı tür atomlardan oluşan bir sürü dünyayı ve bir sürü yabancı yaşam biçiminin varlığını öne sürdüler. Uzayın ve zamanın sonsuzluğunu dikkatimize sundular. Fakat atomcu fikirler Batı'nın gerek laik gerek dinsel, gerek pagan gerek Hristiyan egemen kriterleri tarafından aşağılandı. Buna karşılık, gökyüzü hiç de bizim dünyamız gibi değildi. Oradakiler değişmez ve "mükemmel"di. Dünya'ysa değişken ve "bozulmuş"tu. Romalı devlet adamı ve düşünür Cicero yaygın görüşü özetliyordu: "Gökyüzünde... şans ya da risk yok, hata yok, hüsrân yok; mutlak bir düzen, kesinlik, hesap ve düzen var."

Felsefe ve din, Tanrıların (ya da Tanrı'nın) bizden çok daha güçlü, ayrıcalıkları konusunda kıskanç ve dayanılmaz kibre karşı adaleti yerine getirmede çok hızlı olduğu uyarısında bulunuyordu. Öte yandan bu disiplinler, Evrenin düzeni konusundaki doktrinlerinin bir kibir ve yanılgı olduğunun farkında bile değildi.

Felsefe ve din sadece kanaatleri – gözlem ve deneyle tersine çevrilebilecek kanaatleri– sanki kesin şeylermiş gibi sunuyordu. Bundan da hiç endişe duymuyorlardı. Derinden inandıkları birtakım inançların yanlış olabileceği hiç düşünülmeyen bir olasılıktı. Doktrinsel tevazu diğerleri tarafından gösterilmeliydi. Kendi doktrinleri hatasız ve yanılmazdı. Oysa alçakgönüllü davranmak için nedenleri bildiklerinden daha fazlaydı.

16. YÜZYILIN ORTASINDA Kopernik'le birlikte, tartışma biçimsel olarak başladı. Merkezinde Dünya'nın değil de Güneş'in bulunduğu bir Evren resminin tehlikeli olacağı anlaşılmıştı. Birçok bilimci, dinsel hiyerarşiye nezaketen hemen bu yeni hipotezin genelgeçer bilgiye ciddi bir tehditte bulunmadığı

güvencesini verdiler. Bir tür bölünmüş beyin taviziyle, Güneş merkezli sistem astronomik bir gerçek değil de, sadece bir hesaplama kolaylığıymış gibi davranıldı; yani, Dünya herkesin bildiği gibi, *aslında* Evrenin merkezindeydi; ama Jüpiter'in gelecek yılki Kasım ayının ikinci Salı'sında nerede olacağını tahmin etmek istediğinizde, merkezde Güneş varmış gibi davranabilirdiniz. O takdirde, hem hesabınızı yapabilir hem de yetkili makamları gücendirmezdiniz.¹

"Bunda bir tehlike yoktur" diye yazıyordu 17. yüzyılın başlarında Vatikan'ın en önde gelen teologu Robert Cardinal Bellarmine,

ve matematikçiler için elverişlidir. Ama Güneş'in gerçekten göğün merkezine yerleşmiş olduğunu ve Dünya'nın Güneş'in etrafında fildir fildir döndüğünü ileri sürmek tehlikeli bir şeydir ve sadece teologları ve düşünürleri kızdırmakla kalmaz, kutsal inancımızı da zedeleyip kutsal metinleri yalancı çıkarır.

"İnanç özgürlüğü tehlikelidir" diye yazıyordu Bellarmine başka bir yerde. "Yanlış yapma özgürlüğünden başka bir şey değildir."

Ayrıca Dünya Güneş'in etrafında dönüyorsa, çevresindeki yıldızların da, bizim perspektifimiz altı ayda bir, Dünya yörüngesinin bir tarafından öteki tarafına kaydığına göre, daha uzak yıldızlardan oluşan bir arka planın önünde hareket etmesi gerekirdi. Böyle bir "yıllık paralaks" bulunmamıştı. Kopernikçiler bunun, yıldızların aşırı uzak -belki de Dünya'nın Güneş'e uzaklığından bir milyon kez uzak- olmasından kaynaklandığını savundular. Belki gelecekteki zamanlarda daha iyi teleskoplar yıllık bir paralaks bulacaktı. Dünya merkeziler bunu yanlış bir hipotezi kurtarmak için harcanan boşuna bir çaba ve gülünç bir şey olarak gördüler.

Galileo ilk astronomi teleskopunu göğe çevirdiğinde rüzgâr tersine dönmeye başladı. Galileo, Jüpiter'in, etrafında dönen aylardan oluşan küçük bir maiyetinin olduğunu, *tıpkı* Kopernik'in Güneş'in etrafındaki gezegenlerin hareketi konusunda vardığı

1. Kopernik'in ünlü kitabı ilk olarak, ölüm döşegindeki gökbilimcinin haberi olmadan konan, teolog Andrew Osiander'in önsözüyle yayımlandı. Osiander'in dinle Kopernikçi astronomiyi bağdaştırma yolunda iyi niyetli bir işi bu sözlerle bitiyordu: "Kimse astronomiden kesinlik diye bir şey beklemesin çünkü astronomi bize kesin hiçbir şey veremez ve birisi kalıp da, *başka bir kullanım için* oluşturulmuş olanı gerçek diye bellerse, bu disiplinden, *girdiği zamankinden* daha büyük bir aptal olarak çıkar." Kesinlik ancak dinde bulunabilirdi.

sonuç gibi, içtekilerin dıştakilerden daha hızlı döndüğünü keşfetti. Merkür ve Venüs'ün (Güneş'in etrafında döndüğünü göstererek) Ay gibi fazlar geçirdiğini buldu. Ayrıca kraterli Ay ve lekeli Güneş de gökyüzünün mükemmelliğine gölge düşürüyordu. Bu da kısmen, Tertullian'ın üç yüz yıl önce, "Aklınız ya da tevazunuz varsa gökyüzünü, kaderi ve evrenin sırlarını kurcalamayı bırakın" derken endişelendiği türden bir sorun oluşturabilirdi.

Galileo'ysa tersine, gözlem ve deneyle doğayı sorgulayabileceğimizi öğretiyordu. Ve diyordu ki, "İlk bakışta inanılmaz görünen olaylar az bir açıklamayla bile, kendilerini gizleyen örtüyü atar, çıplak ve basit bir güzelliikle boy gösterir." Kuşkucuların bile kabul etmesine hazır bu gerçekler Tanrının Evreninin teologların bütün yorumlarından daha güvenli bir şekilde kavranması değil mi? Peki ya bu gerçekler, dinlerini hata yapamaz halde tutanların inancıyla çelişirse? Kilisenin prensleri yaşlı gökbilimciyi, Dünya'nın döndüğü yolundaki mekruh doktrinini öğretmekte diretirse işkenceyle tehdit ettiler. Galileo, hayatının geri kalanında bir tür ev hapsine mahkûm edildi.

Bir iki kuşak sonra Isaac Newton, gözlenen bütün ay ve gezegen hareketlerinin (Solar Sistemin merkezinde Güneş'i düşünmenin şartıyla) basit ve mükemmel bir fizikle, nicelik bakımından açıklanabileceğini -ve tahmin edilebileceğini- gösterince Dünya merkezçilerin kibirli fikirleri daha da yıprandı.

1725'te, James Bradley adında, dikkatli bir İngiliz amatör gökbilimci yıldız paralaksını keşfetmeye çalışırken tesadüfen ışık sapmasını buldu. "Sapma" terimi bence, bu keşfin beklenmedikliğiyle ilgili bir şeyi yansıtıyor. Bir yıl süresince gözlendiğinde, yıldızların gökte küçük elipsler çizdiği bulundu. Ama bütün yıldızların aynı şeyi yaptığı da bulundu. Yıldız paralaksı olamazdı bu çünkü yakın yıldızlarda büyük bir paralaks, uzak yıldızlardaysa fark edilmez bir paralaks olmasını bekliyorduk. Oysa sapma, hareket eden bir otomobile dimdik düşen yağmur damlalarının arabadaki yolculara eğik düşüyormuş gibi görünmesine benzer; araba ne kadar hızlı giderse bu eğiklik o kadar artar. Eğer Dünya Evrenin merkezinde sabit duruyor ve Güneş'in yörüngesinde dönmüyor olsaydı Bradley ışık sapmasını bulamazdı. Dünya'nın Güneş'in etrafında döndüğünün inandırıcı bir tezahürüydü bu. Gökbilimcilerin çoğunu ikna etti ama

bazılarını, Bradley'nin düşüncesine göre, "Anti-Kopernikçiler"i ikna edemedi.

Ama Dünya'nın gerçekten Güneş'in etrafında döndüğü, 1837 yılında yıldızların doğrudan gözlemine kadar çok açık bir şekilde kanıtlanamadı. Uzun süredir tartışılan yıllık paralaks nihayet – daha iyi tezlerle değil, daha iyi cihazlar sayesinde – keşfedilmişti. Bunun ne anlama geldiğini açıklamak ışık sapmasını açıklamaktan çok daha anlaşılır olduğundan bu keşif çok önemliydi. Dünya merkeziliğin tabutuna son çiviye çaktı. Yapmanız gereken tek şey, parmağınıza önce sol gözünüzle, sonra sağ gözünüzle bakmak ve hareket eder gibi göründüğünü görmekten ibarettir. Paralaksı herkes anlayabilir.

19. yüzyılda Dünya merkezci bilimcilerin hepsi ya inancından dönmüş ya da yok olmuştu. Bilimcilerin çoğu bir kez ikna olunca kamuoyu bilinci hızla, bazı ülkelerde sadece üç dört kuşak sonra değişti. Ama tabii ki Galileo ve Newton'un zamanında ve hatta çok sonraları bile, yeni Güneş merkezli Evrene hâlâ itiraz eden, kabul edilmesini, hatta duyulmasını bile engellemeye çalışanlar vardı. En azından gizli kuşkular taşıyan çok kişi vardı.

20. yüzyılın sonlarında, olur da bir itirazla karşılaşırsak meseleyi doğrudan halledebilirdik. Gezegenlerin şeffaf kristal kürelere tutturulduğu Dünya merkezli bir sistemde mi yoksa gezegenlerin belli bir mesafeden, Güneş'in çekim gücüyle kontrol edildiği Güneş merkezli bir sistemde mi yaşadığımızı sınavabilirdik. Örneğin, gezegenleri radarla yokluyoruz. Satürn'ün bir ayından sekip geri gelen bir sinyal aldığımız halde, daha yakındaki, Jüpiter'e bitişik kristal küreden bir radyo yankısı almıyoruz. Uzay aracımız saptanmış hedeflerine tam da Newton çekim kurallarıyla hesaplandığı gibi, hayret uyandıracak bir dakiklikle ulaşıyor. Uzay gemilerimiz, örneğin Mars'a uçtuğunda –binlerce yıl egemen olmuş otoriter görüşlere göre– Venüs'ü ya da Güneş'i merkezi Dünya'nın çevresindeki hürmetkâr hareketleri sırasında ittiren "küreler"i kırarak geçerken, cihazları hiçbir çınlama sesi duymuyor ya da kırık kristal parçaları falan algılamıyor.

Voyager 1 Güneş Sistemini en uzaktaki gezegenin ötesinden taradığında, tıpkı Kopernik ve Galileo'nun dediği gibi, Güneş ortada ve gezegenleri de çevresinde, ortak merkezli yörüngelerinde görünüyor. Dünya, Evrenin merkezinde falan değil,

yörüngede dönen noktalardan sadece biri. Artık sadece tek bir dünyaya hapsolmuş değiliz ve şimdi diğer gezegenlere ulaşabilir, ne türde bir gezegen sisteminde yaşayacağımıza kesin bir şekilde karar verebiliriz.

EVRENİN MERKEZİNDEKİ KONUMUMUZDAN vazgeçmemiz yönündeki diğer birçok fikir, kısmen benzer nedenlerden ötürü dirençle karşılaştı. Bizler yaptıklarımızla değil de, doğuştan, yani sırf insan olduğumuz ve Dünyada doğduğumuz için hak ettiğimiz ayrıcalıklar istiyoruz sanki. Buna antroposentrik – “insan merkezli” – bir kibir diyebiliriz.

Bu kibir, bizlerin Tanrının imajında yaratılmış olduğumuz anlayışıyla zirveye yaklaşır: Tüm Evrenin Yaratıcısı ve Hâkimi tıpkı bana benziyor. Bana, ne tesadüf! Ne kadar münasip ve tatmin edici! MÖ 6. yüzyılda Yunan düşünür Xenophanes bu bakıştaki kendini beğenmişliği fark etmişti:

Etiyopyalılar Tanrılarını siyah ve küçük burunlu yapar; Trakyalıların kendilerinininkinin mavi gözlü ve kırmızı saçlı olduğunu söyler... Evet ve öküzlerin ve atların yahut aslanların elleri olsaydı, elleriyle resim yapabilselerdi, insanlar gibi sanat eserleri üretebilselerdi, atlar Tanrıların biçimini at gibi, öküzler öküz gibi çizerdi...

Bu tür yaklaşımlar bir zamanlar “yörecilik” –yani tanınmamış bir yörenin siyasi hiyerarşisinin ve sosyal alışkanlıklarının birçok farklı gelenek ve kültürden oluşan koskoca bir imparatorluğa yayılması, tanıdık köyün, *bizim* köyün dünyanın merkezi olması yolunda safça bir beklenti– diye tanımlanmıştı. Taşralı hödükler başka nasıl bir şeyin mümkün olabileceğini hemen hemen hiç bilmez. Kendi bölgelerinin önemsizliğini yahut imparatorluğun çeşitliliğini kavrayamazlar. Kendi standartlarını ve geleneklerini gezegenin tümüne rahatlıkla uygularlar. Ama küt diye Viyana’ya, mesela ya da Hamburg’a ya da New York’a düşüverdiler mi, kendi perspektiflerinin ne kadar kısıtlı olduğunu çok acıklı bir şekilde kabul ederler. “Yöresellikten arınmış” hale gelirler.

Modern bilim, bilinmeyene doğru, her durağında bir alçakgönüllülük dersinin beklediği bir yolculuk oldu. Birçok yolcu evinden hiç ayrılmamayı tercih edecektir.

3

büyük düşüşler

[Bir filozof] bütün sırrı bildiğini iddia etmiş... Gökten gelen iki yabancıyı tepeden turnağa süzmüş ve yüzlerine karşı, onların kişiliklerinin, dünyalarının, güneşlerinin ve yıldızlarının sadece insanın yararlanması için yaratıldığını söylemiş. Bu iddia üzerine, bizim iki yabancı kendilerini tutamayıp birbirlerinin üzerine bırakmış ve... karşı konulmaz bir kahkaha nöbetine girmişler.

-VOLTAIRE, MICROMEGAS.

A PHILOSOPHICAL HISTORY (1752)

17. yüzyılda hâlâ Dünya'nın, Evrenin merkezi değilse de, tek "dünya" olduğu yolunda bir umut vardı. Ama Galileo'nun teleskopu, "Ay'da kesinlikle düzgün ve cilalı bir yüzey" olmadığını ve diğer dünyaların da "tıpkı Dünya'nın yüzeyi gibi" bir görünümde olabileceğini gösterdi. Ay ve gezegenler -dağları, kraterleri, atmosferleri, kutuplarındaki buz katmanları, bulutları ve Satürn örneğinde, göz kamaştırıcı, benzeri görülmemiş çevresel halkalarıyla- şüphe götürmez bir şekilde, kendilerinin de Dünya gibi birer gezegen olabileceğini düşündürüyor. Binlerce yıllık felsefi tartışmadan sonra bu konu kesinlikle "dünyaların çokluğu" lehinde çözümlendi. Bu dünyalar bizim gezegenimizden çok farklı olabilirdi. Hiçbiri yaşam için elverişli olmayabilirdi. Ama Dünya hiç de tek değildi.

Büyük Düşüşler, moral bozucu deneyimler, önemsizliğimizin apaçık gösterilmesi, yani bilimin insan gururunda açtığı, Gali-

leo'nun gerçeği araştırmasıyla açılana benzer yaralar dizisinde bir sonraki halka da buydu.

PEKÂLÂ, DİYORDU BAZILARI UMUTLA, Dünya, Evrenin merkezi değilse de, Güneş Evrenin merkezidir. Güneş bizim Güneş'imizdir. Öyleyse Dünya da Evrenin hemen hemen merkezin-dedir. Belki de böylece gururumuzun birazı kurtarılabilirdi. Fakat 19. yüzyılda gözlemsel astronomi Güneş'in, Samanyolu Galaksisi denen, kendi çekimleri bulunan büyük bir yıldızlar topluluğundaki bir yıldızdan başka bir şey olmadığını gösterdi. Güneş'imiz Galaksi'nin merkezinde falan da değil, sönük ve küçük gezegenlerden oluşan maiyetiyle birlikte, sıradan bir spiral dalın ayırt edilmesi zor bir bölgesindedir. Merkez'den otuz bin ışık yılı uzaktayız.

Pekâlâ, bizim Samanyolu'ndan başka galaksi yok. Samanyolu Galaksisi, milyarlarca, belki de yüz milyarlarca galaksiden, ne büyüklüğü, ne parlaklığı ne de yıldızlarının biçimleniş ve dizilişiyle dikkate değer olmayan biridir. Bazı modern derin gök fotoğrafları, Samanyolu'nun ötesinde, Samanyolu'ndaki yıldızlardan daha çok sayıda galaksiyi gösteriyor. Bunların her biri, belki de yüzlerce milyar güneşin bulunduğu birer evren adasıdır. Böyle bir görüntü, tevazu üzerine derin bir vaazdır.

Pekâlâ, öyleyse, en azından bizim Galaksi'miz Evrenin merkezinde. Hayır, bu da yanlış. Evrenin genişlemesi ilk keşfedildiğinde birçok kişi doğal olarak, bu genişlemenin merkezinde Samanyolu'nun yer aldığı ve bütün öteki yıldızların bizden uzaklaştığı düşüncesinin cazibesine kapıldı. Ama şimdi bizler, diğer herhangi bir galaksideki gökbilimcilerin diğer bütün galaksilerin onlardan uzaklaşıyor olduğunu göreceğini kabul ediyoruz; eğer çok dikkatli değillerse, hepsi de kendilerinin Evrenin merkezinde olduğu sonucuna varacaktır. Aslında, genişlemenin bir merkezi yoktur ve Büyük Patlama'nın, en azından normal üçboyutlu uzayda bir başlangıç noktası yoktur.

Pekâlâ, her birinde yüzlerce milyar yıldız bulunan yüzlerce milyar galaksi varsa da başka hiçbir yıldızın gezegenleri yok. Eğer Solar Sistemimizin ötesinde başka gezegen yoksa belki Evrende başka yaşam yoktur. Bu durumda, bizim eşsizliğimiz korunabilir. Gezegenler küçük ve yansıyan güneş ışıklarıyla parlamaları zayıf

olduğundan, onları saptamak zordur. Bu konuda kullanılabilecek teknolojinin nefes kesen bir hızla gelişiyor olmasına karşın, en yakın yıldız olan Alpha Centauri'nin yörüngesinde dönen, Jüpiter gibi dev bir dünya bile hâlâ güçlkle algılanabiliyor. Dünya merkezçiler bizim bilgisizliğimiz sayesinde umutlanıyor.

Bir zamanlar –pek iyi karşılık görmemiş ama yaygın– bir bilimsel hipotez vardı ve buna göre, bizim Solar Sistemimiz eski bir Güneşin başka bir yıldızla çarpışması sonucu oluşmuştu; güneşin malzemesinden oluşan ve çıkan uzantılar yerçekimsel gelgitsel etkileşimle çabucak katılaşıp gezegenlere dönüşmüştü. Uzay büyük ölçüde boş ve yıldızların çarpışma tehlikesi çok ender olduğundan, başka gezegen sistemlerinin çok az –belki de sadece bir tane, yani çok önceleri bizim Solar Sistemimizdeki dünyaların ortak anası olan o yıldızın etrafında– olduğu sonucuna varılmıştı. Böyle bir görüşün ciddiye alınmış olması, başka yıldızların gezegenleri konusunda kanıt yokluğunun, yokluğun, kanıtı olarak kabul edilmesi beni şaşırttı ve düş kırıklığına uğrattı.

Bugün, aşırı yoğun bir yıldızın, yani B1257+12 diye tanımlanan ve daha sonra hakkında daha çok şey söyleyeceğim pulsarın* yörüngesinde en azından üç gezegenin döndüğü konusunda sağlam kanıtlarımız var. Ve Güneş'inki gibi bir kütleyle sahip yıldızların yarısından çoğunun, kariyerlerinin başlangıcında, gezegenlerin meydana geldiği düşünülen gaz ve tozlardan oluşan büyük disklerle çevrelenmiş olduğunu bulduk. Başka gezegen sistemleri, hatta belki de Dünya'ya benzeyen gezegenler artık olağan bir kozmik durum olarak görülüyor. Önümüzdeki birkaç on yılda, yakınımızdaki yüzlerce yıldızın, eğer varsa, en azından büyük gezegenlerinin listesini yapabileceğiz.

Pekâlâ, uzaydaki pozisyonumuz bizim özel rolümüzü göstermiyorsa da, zamandaki pozisyonumuz bunu gösteriyor: Biz Evrende başlangıçtan beri (aşağı yukarı birkaç gün farkla) hep vardık. Yaratıcı bize özel sorumluluklar verdi. Evrenin, üzerinden çok zaman geçmiş olması ve atalarımızın yazıyı bilmemesi yüzünden kolektif belleğimizin geriye doğru silikleştiği zamanın hemen öncesinde başladığını düşünmek eskiden çok makul gibi geliyordu. Genel olarak konuşursak, yüzlerce ya da binlerce yıl

* Aralıklı ve muntazaman radyo dalgaları yayan gökcismi. (ç.n.)

öncesidir bu. Evrenin başlangıcını belirtmek iddiasındaki dinler genellikle –dolaylı yahut açıkça– kabaca böyle bir dönemin başladığı tarihe, Dünya'nın doğum gününe işaret eder.

Örneğin Kutsal Kitap'ın Yaradılış bölümündeki bütün o “babasıydı”ları toplarsak Dünya'ya biçilen yaşı bulursunuz: Aşağı yukarı 6.000 yıl. Evrenin Dünya'yla tam aynı yaşta olduğu söylenir. Yahudi, Hristiyan ve Müslüman köktendincilerin standardı hâlâ budur ve Yahudi takviminde net bir şekilde yansıtılır.

Ama bu kadar genç bir Evren akla tuhaf bir soru getiriyor: 6.000 ışık yılından daha uzak astronomik cisimlerin varlığı ne olacak peki? Işığın bir yıllık yolculuğu bir ışık yılı tutar, 10.000 yıllık yolculuğuysa 10.000 ışık yılıdır, vesaire. Samanyolu Galaksisi'nin merkezine baktığımızda gördüğümüz ışık, kaynağından 30.000 yıl önce çıkmıştır. Bizimki gibi spiral galaksilerin en yakını, Andromeda takımyıldızındaki M31 2 milyon ışık yılı uzaktadır; yani biz onu, ondan çıkan ışığın Dünya'ya kadar süren uzun yolculuğuna başladığı sıradaki –yani 2 milyon yıl önceki– haliyle görüyoruz. Ve 5 milyar ışık yılı mesafedeki çok uzak “quasar”ları* gözlediğimizde onları 5 milyar yıl, yani Dünya'nın oluşmasından önceki haliyle görüyoruz (Onlar bugün büyük olasılıkla çok farklıdır).

Eğer bunlara karşın, böylesi dinsel kitapların değişmez gerçeğini kabul edeceksek bu verilerle nasıl bağdaştıracacağız? Varabileceğimiz olası tek sonuç bence, Tanrının son zamanlarda, Dünya'ya gelen bütün ışık fotonlarını gökbilimci kuşaklarının galaksiler ve quasarlar gibi şeylerin var olduğu yanılgısına kapılacağı kadar tutarlı bir biçime soktuğu ve onları kasten, Evrenin sonsuz ve çok eski olduğu gibi yanlış bir sonuca yönelttiğidir. Bu öylesine haince bir teoloji ki, herhangi bir kimsenin, herhangi bir dinsel kitabın Tanrısal vahyine ne kadar inanırsa inansın bunu ciddi bir şekilde savunabileceğini düşünmek bana hâlâ zor geliyor.

Bunun da ötesinde, saygıdeğer teologların, bu kadar eski bir dünyanın Tanrının Kitabıyla doğrudan çelişeceği ve her hâlükârda, dünyanın eskiliği konusunda bilgilere iman dışında ulaşılamayacağı yolunda, çok emin savlarına karşın,¹ kayaların

* Galaksi dışı ve radyo sinyalleri yayan yıldızlı gökcismi. (ç.n.)

1. Aziz Augustine, *In The City of God*'da diyor ki: “İk insandan beri henüz altı binyıl geçmediğinden... reddedilmekten ziyade alay edilmesi gerekenler, bizi doğ-

radioaktif tarihlemeleri, birçok dünyada bol bol bulunan çarpma kraterleri, yıldızların evrimi ve Evrenin genişlemesi, bunların hepsi bize Evrenimizin çok milyarlarca yıl yaşında olduğu yolunda, çok inandırıcı ve birbirinden bağımsız kanıtlar sunuyor. Dünya, Yahudi-Hıristiyan-Müslüman dinlerindeki harfiyen kabul edicilerin iddia ettiğinden çok daha yaşlı değilse, bu kanıtların aldatıcı ve hain bir Tanrı tarafından üretilmiş olması gerekir. Fakat elbette, Kutsal Kitap'ı ve Kuran'ı birer tarihsel ve ahlaki kılavuz ve büyük bir edebiyat olarak gören ama bu metinlerin doğal dünya hakkındaki perspektiflerinin, yazıldıkları zamanın ilkel bilimini yansıttığını kabul eden birçok dindar için böyle bir sorun ortaya çıkmıyor.

Dünya'nın var olmasından önce çağlar geçip gitti. Dünya yok oluncaya kadar da daha bir sürü çağ geçecek. Dünya'nın ne kadar yaşlı olduğuyla (yaklaşık 4,5 milyar yıl) Evrenin ne kadar yaşlı olduğu (Büyük Patlamadan beri yaklaşık 15 milyar yıl) ayrımı çizilmeli. Evrenin başlangıcıyla bizim çağımızın başlangıcı arasındaki muazzam zaman aralığı toplamın, Dünya'nın var olmasından önceki yaklaşık üçte ikisi. Bazı yıldızlar ve gezegen sistemleri milyarlarca yıl daha genç, bazılarıysa milyarlarca yıl daha yaşlı. Ama Yaradılış'ın 1. bap 1. bendinde, Evrenle Dünya aynı gün yaratılmıştır. Hindu-Budist-Jain diniyse bu iki olayı birbirine katmak eğilimi göstermez.

İnsanlara gelince, biz sonradan gelenleriz. Biz kozmik zamanın son ânında ortaya çıktık. Türümüz sahneye çıkmadan önce Evrenin şimdiye kadarki tarihinin yüzde 99,998'i geçmişti. O uçsuz bucaksız çağlar süresince bizim, gezegenimiz ya da yaşam ya da başka bir şey konusunda herhangi bir özel sorumluluğumuzun olduğu düşünülemez. Biz yoktuk.

Pekâlâ, pozisyonumuz ya da dönemimizle ilgili özel bir şey bulamıyorsak da, belki hareketimizle ilgili özel bir şey vardır. Newton ve diğer bütün büyük klasik fizikçiler Dünya'nın uzaydaki hızının bir "öncelikli koordinat sistemi" oluşturduğunu savunur. Buna

rusu bilinen gerçekten çok farklı ve onun zıddı bir zaman süresine inandırmaya çalışanlar değil mi?... Dinimizin tarihinde hep ilâhi hükümle ayakta kalmış bizlerin, ona karşı olan her şeyin en yanlış olduğundan kuşkusu yoktur." St Augustine, dünyanın o "iğrenç yalanlar" gibi, yüz bin yıl yaşında olduğu eski Mısır geleneğini şiddetle suçluyor. St Thomas Aquinas *Summa Theologica*'da, "Dünyanın yeniliği dünyanın kendisiyle ispatlanamaz," diyor. Onlar bundan çok emindiler.

gerçekten böyle denir. Peşin hükümleri ve öncelikleri tüm yaşamı boyunca şiddetle eleştiren Albert Einstein bu “mutlakçı” fiziği, saygınlığını hızla kaybeden Dünya şovenizminin bir kalıntısı olarak gördü. Ona göre; Doğa yasaları, gözlemcinin hızı ya da koordinat sistemi ne olursa olsun, aynı olmalıdır. Einstein buradan yola çıkarak Özel Görecelik Teorisini geliştirdi. Bunun sonuçları tuhaftır, genel sezgilere terstir ve sağduyuyla büyük ölçüde çelişir ama sadece çok yüksek hızlarda. Dikkatli ve tekrar tekrar gözlemler sonucunda, onun haklı bir ün kazanmış teorisinin Dünya’nın nasıl oluştuğu konusunda çok doğru bir saptama olduğu görülür. Bizim ortak sezgilerimiz yanıltıcı olabilir. Bizim tercihlerimiz önemli değildir. Öncelikli bir koordinat sisteminde yaşıyoruz biz.

Özel göreceliğin sonuçlarından biri, zaman genişlemesidir; gözlemci ışık hızına yaklaşırken zamanın yavaşlamasıdır. Zaman genişlemesinin saatler ve temel parçacıklar –ve belki de bitkilerdeki, hayvanlardaki ve mikrolardaki sirkadiyen ve diğer ritimler– için de geçerli olduğu konusunda birtakım iddialarla karşılaşabilirsiniz ama insanın biyolojik saati için geçerli olduğu konusunda bulamazsınız. Türümüzü, Doğa yasalarına karşı özel bir muafiyet bahşedildi ve Doğa, bunu hak eden ve hak etmeyen madde topluluklarını birbirinden ayırt edebilir olsa gerek diye iddia edildi (Aslında Einstein’ın özel görecelik için verdiği kanıtlar bu türden ayrımlara herhangi bir olanak tanımaz). İnsanların görecelikten istisna olduğu fikri, özel yaratılış inancının yeniden beden bulmuş haline benziyor:

Pekâlâ, bizim pozisyonumuz, çağımız, hareketimiz ve Dünya’mız benzersiz değilse de belki biz benzersiziz. Biz diğer hayvanlardan farklıyız. Biz özel olarak yaratıldık. Evreni Yaratanın özel tahsisi bizde gayet belirgindir. Bu pozisyon, dinsel ve diğer nedenlerle, hırsıyla savunuldu. Fakat 19. yüzyıl ortalarında Charles Darwin, Doğanın işe yarayan kalıtları koruyup işe yaramayanları korumayan acımasızca işleyişine indirgenen doğal süreçlerle, bir türün ötekine nasıl evrilebileceğini gayet inandırıcı bir şekilde gösterdi. “İnsan, kibriyle kendini bir Tanrı’nın müdahalesini hak eden büyük bir eser sanıyor” diye yazmış Darwin not defterine stenomsu bir yazıyla. “Hayvanlardan yaratıldığını düşünmesi için daha alçakgönüllü ve bence daha dürüst olması gerekiyor.”

20. yüzyılın sonlarında, yeni moleküler biyoloji bilimi sayesinde, insanlarla Dünya'daki diğer yaşam biçimleri arasında derin ve yakın bağlantılar itiraz edilemez bir şekilde gösterildi.

KENDİNİ BEĞENMİŞ şovenizmler her çağda, bilimsel tartışmanın yeni bir arenasında mücadele vermek zorunda kalıyor; örneğin bu yüzyılda da, insan cinselliğinin doğasını, bilinçaltının varlığını ve birçok psikiyatrik hastalığın ve karakter "bozukluklarının" moleküler bir kaynaktan geldiğini ortaya çıkarma girişimleri karşısında. Fakat ayrıca da:

Pekâlâ, diğer bazı hayvanlarla yakın akrabaysak da, bizler gerçekten önemli şeylerde, akıl yürütmede, özbilinçte, alet yapmada, etikte, fedakârlıkta, dinde, dilde, karakter soyluluğunda –derece yönünden değil, tür olarak– farklıyız. İnsanların, bütün hayvanlar gibi, onları diğerlerinden ayıran özellikleri varsa da –yoksa bir türü diğerinden nasıl ayırt edebiliriz ki zaten?– insanın eşsizliği abartılmış ve bazen aşırıya kaçılmıştır. Şempanzeler akıl yürütür, özbilinçleri vardır, alet yaparlar, bağlılık gösterirler vesaire. Şempanzelerle insanların aktif genlerinin yüzde 99,6'sı ortaktır. (Ann Druyan'la ben, kitabımız Atalarımızın Gölgesinde'de bunun kanıtlarını gözden geçirdik).

Popüler kültürde benimsenen bunun tam tersi bir konum var ama bu da insan şovenizmi (artı düş gücü eksikliği) kaynaklı: Çocuk hikâyelerinde ve çizgi romanlarda hayvanlar elbise giyer, evlerde yaşar, çatal bıçak kullanır ve konuşur. Üç ayı yataкта yatar. Baykuşla kedi güzel, açık yeşil bir tekneyle denize açılır. Anne dinozorlar yavrularını kucığına alır. Pelikanlar mektup dağıtır. Köpekler araba kullanır. Bir kurtçuk bir hırsız yakalar. Hayvanların insan isimleri vardır. Bebekler, fındıkkıranlar, fincanlar ve çay tabakları dans eder ve fikir yürütür. Tabak, çay kaşığıyla kaçar. Tank Motoru Thomas dizisinde, sevimli bir şekilde çizilmiş antropomorfik lokomotifler ve vagonlar bile görürüz. Canlı ya da cansız, neyi düşünürsek düşünelim insan özellikleri vermek eğilimindeyiz. Başka türlüşünü yapamıyoruz. İmajlar hemen gözümüzün önüne geliveriyor. Çocuklar da bunları çok seviyor belli ki.

"Tehdit eden" bir gökyüzünden, "tedirgin" bir denizden, çizilmeye "direnen" elmaslardan, geçen bir gökcismini "cezbeden"

Dünyadan yahut “uyarılan” bir atomdan söz ettiğimizde de yine bir tür animist dünya görüşüne kapılıyoruz. Somutlaştırıyoruz. Düşüncemizdeki çok eski bir katman, cansız Doğa’ya yaşam, tutku ve sağduyu bahsediyor.

Dünya’nın özbilinçli olduğu düşüncesi son olarak “Gaia” hipotezinin kıyılarında gelişmişti. Ama hem eski Yunanların hem ilk Hristiyanların sıradan bir inancıydı bu. Origen, “dünya ayrıca, kendi doğası gereği, bazı günahlardan sorumlu mudur?” acaba diye düşünüyordu. Birçok antik bilimci yıldızların canlı olduğu kanısındaydı. Origen’in, (Aziz Augustine’nin üstadı) Aziz Ambrose’nin ve hatta, daha nitelikli bir biçimde, Aziz Thomas Aquinas’ın pozisyonu da buydu. Güneş’in doğasıyla ilgili Stoacı felsefi pozisyon MÖ 1. yüzyılda Cicero tarafından dile getirilmişti: “Güneş, canlı yaratıkların bedenindeki ateşe benzediğinden, o da canlı olsa gerektir.”

Son zamanlarda, genel olarak animist yaklaşımların yayıldığı görülüyor. 1954’te yapılan bir Amerikan araştırmasında, insanların yüzde 75’i Güneş’in canlı olmadığını kesin olarak söylemeye hazır; 1989’da görüşülen kişilerdense böyle bir iddiayı hiç düşünmeden destekleyenlerin oranı sadece yüzde 30’du. 1954’te, bir otomobil lastiğinin bir şey hissedip hissetmediği sorulan deneklerin yüzde 90’ı lastiğin duyguları olabileceğini reddederken, 1989’daysa bu oran ancak 73’tü.

Burada, dünyayı anlama yeteneğimizde –bazı durumlarda ciddi– bir yetersizlik teşhis edebiliriz. Karakteristik bir şekilde, ister istemez, kendi doğamızı Doğa’ya yansıtmak zorundayız sanki. Bu durum, dünyanın sürekli çarpık bir şekilde görülmesi sonucunu verebilir olmasına karşın, büyük bir erdem de barındırıyor; kendini yansıtmak, sevmenin, şefkatin temel önkoşuludur.

Tamam, biz belki bir halt değiliz, belki maymunlarla küçük düşürücü bir şekilde akrabayız, fakat en azından, varolanların en iyisiyiz. Tanrı ve melekler bir yana, Evrendeki tek akıllı varlık biziz. Bana mektup yazan biri, “Adım kadar eminim bundan” diyor. “Evrenin başka hiçbir yerinde bilinçli bir yaşam yok. İnsanoglu böylece, hak ettiği, Evrenin merkezindeki konumuna geri dönüyor.” Ama kısmen bilimin ve bilimkurgunun etkisiyle bugün, en azından Birleşik Devletler’de çoğu kişi bu düşünceyi reddediyor; bunun nedenleri esasen, eski Yunan düşünür Chry-

sippus tarafından dile getirilmiştir: “Varolan bir insan için, bütün dünyada kendisinden üstün hiçbir şeyin olmadığını düşünmek delice bir kibirdir.”

Ama yalın gerçek, henüz dünya dışı bir yaşam bulamamış olmamız. Bizler henüz aramanın ilk aşamasındayız. Soru ardına kadar açık. Eğer bir tahminde bulunmam gerekirse –özellikle de uzun bir hüsrancılar dizisinden geçen şovenizmlerimizi düşününce– Evrenin bizden çok daha akıllı, çok daha ileri varlıklarla dolu olduğu tahmininde bulunurum. Ama tabii ki yanılıyor olabilirim. Vardığım bu sonuç olsa olsa, gezegenlerin sayısından, organik maddelerin aynı anda birçok yerde bulunuyor olmasından, evrim için elverişli muazzam zaman ölçeklerinden falan çıkarılan bir olasılık argümanına dayanır. Bilimsel bir ispat değildir. Tüm bilimin en ilgi çeken sorunlarından biridir bu. Kitapta belirtildiği gibi, bizler bununla ciddi bir şekilde uğraşmak için gereken araçları geliştiriyoruz daha.

Peki ya bununla ilgili, kendimizden daha üstün zekâlar yaratıp yaratamayacağımız meselesi? Bilgisayarlar rutin bir şekilde, hiçbir insanın yardım almadan beceremeyeceği matematik problemlerini çözüyor, satrancın dünya şampiyonlarını ve büyük ustalarını yeniyor, İngilizceyi ve diğer dilleri konuşup anlıyor, düzgün öyküler yazıp müzikler besteliyor, hatalarından ders alıyor ve gemileri, uçakları ve uzay araçlarını ustaca kullanıyor. Yetenekleri durmaksızın gelişiyor. Daha küçük, daha hızlı ve daha ucuz hale geliyorlar. Bilimsel ilerlemenin dalgaları her yıl, insanın düşünsel eşsizliğinin bir araya sıkışmış ve kendini korumaya çalışan kazazedelerle dolu adasında kıyıda biraz daha içerilere doğru ilerliyor. Teknolojik gelişmemizin böylesine erken bir aşamasında bile silikondan ve metalden zekâ yaratmada bu kadar ileriye gidebilmişsek, gelecek on yıllarda ve yüzyıllarda neler mümkün olacak? Akıllı makineler daha akıllı makineler üretebilir hale gelince neler olacak?

İNSANLARIN, hak etmedikleri bir ayrıcalıklı pozisyon arayışından asla tamamen vazgeçemeyeceğinin belki de en net belirtisi, fizik ve astronomide Antropik İlke denen şeydir. Buna Antroposentrik İlke demek daha doğru. Çeşitli biçimlerde çıkar karşımıza. “Hafif” Antropik İlke sadece, Doğanın yasaları

de kibre kapılacak kadar kuruntulara olanak veren daha kaç tür evrenin, Doğa yasalarının ve fiziksel sabitelerin olduğunu bilmiyoruz. Evrenin nasıl yaratıldığı –ya da hatta yaratılıp yaratılmadığı– konusunda neredeyse hiçbir şey bilmediğimizden, bu düşünceleri verimli bir şekilde yürütmek zordur.

Voltaire, “Bir şeyler niçin var?” diye soruyordu. Einstein’ın formülasyonuysa, Tanrının Evreni yaratma konusunda bir tercihinin olup olmadığını sormaktı. Fakat eğer Evren sonsuz yaşlıysa –eğer 15 milyar falan yıl önceki Büyük Patlama sonsuz bir kozmik büzölmeler ve genişlemeler dizisinin sadece en son zirvesiyse– o zaman Evren hiçbir zaman yaratılmış değildir ve Evrenin niçin böyle olduğu sorusu anlamsız hale gelir.

Öte yandan, eğer Evrenin sınırlı bir yaşı varsa, Evren niçin böyle? Niçin ona çok daha farklı bir nitelik verilmemiş? Bağlantıları belirleyen meta-yasalar mı var? Bunları keşfetmemiz mümkün mü? Örneğin, düşünülebilir bütün çekim gücü yasalarından hangileri, makroskopik maddelerin varlığını belirleyen, düşünülebilir kuantum fiziği yasalarıyla eşzamanlı bir şekilde birlikte vardır? Bütün yasaların mümkün olduğunu düşünebilir miyiz yoksa bunlar içinde, varoluşa bir şekilde yönlenebilecek olanlar sadece sınırlı sayıda mıdır? Açıkçası, hangi doğa yasalarının “mümkün” olup hangilerinin olmadığını nasıl saptayacağımız konusunda hiçbir ışık yok. Doğa yasalarının hangi korelasyonlarına “izin verilmiş” olduğu konusunda da çok ilkel bir anlayıştan ötesine sahip değiliz.

Örneğin Newton’un evrensel çekim kanunu, iki cismi birbirine doğru çeken karşılıklı çekimsel gücün, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğunu söyler. Dünya’nın merkezine uzaklığınıza iki kat uzaklaşırsanız ağırlığınız dörtte bire düşer; on kez uzaklaşırsanız ağırlığınız normaldekinin ancak yüzde 1’i kadar olur, vesaire. Gezegenlerin Güneş’in etrafında ve ayların da gezegenlerin etrafında o mükemmel şekilde dairesel ve eliptik yörüngeleriyle dönmelerine –ayrıca bizim gezegenler arası uzay araçlarımızın hassas yörüngelerine– olanak veren şey bu ters orantılı kare yasasıdır. İki kütleli merkezlerinin arasındaki uzaklık r ise, çekim kuvvetinin $1/r^2$ şeklinde değişeceğini söyleyebiliriz.

Arma bu üs sayısı farklı olsaydı –çekim yasası $1/r^2$ değil de, mesela $1/r^4$ olsaydı– bu yörüngeler tamamlanmazdı; dönüşlerin

milyarlarcasında, gezegenler ya spiraller çizerek merkeze doğru gidip Güneş'in kızgın derinliklerinde yok olur ya da spiraller çizerek dışa doğru gidip yıldızlar arası boşlukta kaybolurdu. Evren ters orantılı kare yasasına göre değil de ters orantılı dördüncü kuvvet yasasına göre kurulsaydı canlı varlıkların yaşayacağı hiçbir gezegen olmazdı.

Yani bizler niçin, mümkün olabilecek bütün çekim gücü yasalarının arasından, yaşama elverişli bir yasayla yaşayacak kadar şanslıyız? Birincisi, elbette çok "şanslı"yız, çünkü şanslı olmasaydık var olup da bu soruyu soramazdık. Gezegenlerde gelişecek meraklı varlıkların ancak gezegenlerin varlığına olanak veren evrenlerde bulunması bir sır değil. İkincisi, ters orantılı kare yasası milyarlarca yıllık bir kararlılığa elverişli tek yasa değil. $1/r^3$ 'ten daha düşük (örneğin $1/r^{2.99}$ ya da $1/r$) değerli bir çekim gücü yasası bir gezegeni, bir itme gücü verse de, dairesel yörünge civarında tutar. Düşünülebilecek başka doğa yasalarının da yaşamla uyumlu olabilmesi ihtimalini görmezden gelme gibi bir eğilimimiz var.

Ama daha ileri bir nokta da var: Ters orantılı kare çekim gücü yasasıyla yaşıyor olmamız rastgele bir şey değildir. Newton'un teorisi hakkında, daha geniş kapsamlı genel görecelik teorisine göre düşünersek şunu anlarız: Çekim yasası üs sayısının 2 olması, içinde yaşadığımız fiziksel boyut sayısının 3 olmasından ötürüdür. Yani bütün çekim yasaları mümkün ve bir Yaratıcı'nın tercihinə amade değildir. Büyük bir Tanrı'nın kurcalayacağı sonsuz sayıda üçboyutlu evren olsa da, çekim yasası daima ters orantılı kare yasası olmak zorundadır. Newton çekiminin evrenimizin rastlantısal değil, zorunlu bir özelliği olduğunu söyleyebiliriz.

Genel görecelikte yerçekimi, boyutluluktan ve uzayın kavışından ötürüdür. Yerçekiminden söz ettiğimizde, uzay-zamandaki yerel çukurlardan söz ediyoruz. Bu hiçbir surette apaçık bir şey değildir ve hatta sağduyusal anlayışları gücendirir. Ama derinden araştırılırsa, çekim ve kütle düşünceleri birbirinden ayrı konular değil, temeldeki uzay-zaman geometrisinin dallarıdır.

Bunun gibi bir şey genel olarak bütün antropik hipotezler için geçerli olamaz mı diye düşünüyorum. Anlaşılan, yaşamlarımızın bağımlı olduğu yasalar ya da fiziksel sabiteler diğer yasa ve

fiziksel sabitelerin bir sınıfının, belki de çok büyük bir sınıfının üyesi; ama bu diğerlerinin bazıları da bir tür yaşamla uyumlu. Bu diğer evrenlerin olanak verdiği şey üzerinde bir inceleme yapmıyoruz (ya da yapamıyoruz). Bunun da ötesinde, rastgele bir doğa yasası ya da bir fiziksel sabite seçimi, hatta evrenlerin bir yaratıcısı için bile mümkün olmayabilir. Hangi doğa yasalarının ve hangi fiziksel sabitelerin herkese amade olduğu konusundaki bilgimiz en iyimser görüşle eksiktir.

Üstelik, varsayılan o alternatif evrenlerin hiçbirine ulaşamıyoruz. Antropik hipotezlerin sınanabileceği bir deneysel yöntemi-miz yok. Örneğin kuantum mekaniği ya da çekim gücü gibi iyi yapılandırılmış teorilerden, böyle evrenlerin var olduğu sonucu net bir şekilde çıksa da, alternatif bir evrenin var olmadığını öngören teorilerin daha doğru olmadığından emin değiliz. O zaman gelinceye kadar, eğer gelecekse tabii, insanın merkeziliği ya da benzersizliği konusunda bir argüman olarak Antropik Prensibe inanmak için çok erken geliyor bana.

Sonuçta Evren, yaşamın ya da zekânın ortaya çıkmasına olanak sağlamak için *amaçlı bir şekilde* yaratılmış olsa bile, sayısız başka dünyada başka varlıklar var olabilir. Öyleyse, yaşama ve zekâyâ olanak veren birkaç evrenden birinde yaşıyor olmamız antroposentrikler için bir züğürt tesellisi olacak.

Antropik Prensibin oluşturulmasında şaşırtıcı derecede dar bir şey var. Evet, bizim yaşam türümüz için sadece belli yasalar ve sabiteler uygundur. Ama bir kayanın oluşması için de esasen aynı yasalar ve sabiteler gerekli. Peki niçin, bir gün kayaların ortaya çıkması için tasarlanmış bir Evren ile güçlü ve hafif Kayasal İlkelerden konuşmuyoruz? Eğer kayalar felsefe yapabilseydi, Kayasal İlkeler entelektüel cephelere sürülmüş olurdu diye düşünüyorum.

Bugünlerde formüle edilen, tüm Evrenin hiç de özel olmadığı kozmolojik modeller var. Bir zamanlar, Moskova'daki Lebedev Fizik Enstitüsü'nden ve şimdi Stanford Üniversitesi'nden Andrey Linde, güçlü ve zayıf nükleer kuvvetler ve kuantum fiziğiyle ilgili güncel anlayışı yeni bir kozmolojik modelle birleştirdi. Linde, bizim Evrenden çok daha büyük, alışlagelmiş anlayıştaki 15 milyar ışık yılı falan uzaklık ve 15 milyar yaş gibi önemsiz miktarları çok aşan -belki de hem mekânda hem zamanda

sonsuzluğa uzanan- uçsuz bucaksız bir Kozmos düşünüyor. Bu Kozmosta, buradaki gibi, elektrondan bile çok daha küçük yapıların her yerde biçimlendiği, biçim değiştirdiği ve dağıldığı bir tür kuantum falsosu var; buradaki gibi, mutlak bomboş bir uzaydaki dalgalanmalar temel parçacık çiftlerini -örneğin bir elektron ve bir pozitronu- yaratıyor. Kuantum kabarcıklarının köpüğünde çok büyük bir çoğunluk submikroskobik kalıyor. Ama çok küçük bir fraksiyon şişiyor, büyüyor ve saygıdeğer bir evrensilik kazanıyor. Fakat onlar bizden öyle uzak -evrenimizin bilinen ölçeği olan 15 milyar ışık yılından çok daha uzakta- ki, var iseler de hiç ulaşamaz ve bulunamazlar sanki.

Bu öteki evrenlerin çoğu maksimum bir boyuta ulaşıp sonra çöküyor, bir nokta gibi kalacak kadar büzülüyor ve ebediyen kayboluyor. Diğer bazıları kararsız kalabiliyor. Diğer bazıları da sınırsız genişleyebiliyor. Farklı evrenlerde farklı doğa yasaları olacaktır. Bizler, diyor Linde, böyle evrenlerin birinde -fiziğin büyümeye, şişmeye, genişlemeye, galaksilere, yıldızlara, dünyaya, yaşama uygun olduğu bir evrende- yaşıyoruz. Evrenimizin tek olduğunu düşünüyoruz fakat aslında, aynı şekilde geçerli, aynı şekilde bağımsız, aynı şekilde izole, muazzam sayıda -belki de sonsuz sayıda- evrenden biri sadece. Bazılarında yaşam olacak bazılarında olmayacak. Bu bakışla, gözlenebilir Evren ancak, çok daha uçsuz bucaksız, sonsuz eski ve kesinlikle gözlenemez Kozmosun yeni oluşmuş sıradan bir kısmıdır. Eğer böyle bir şey doğruysa, artık sönüp gitmiş olması gereken gururumuzun geriye kalanından, yani tek evrende yaşıyor olmaktan bile yoksun kaldık demektir.³

Belki bir gün, şimdiki kanıtlara karşın, çok farklı doğa yasalarının geçerli olduğu komşu evrenleri gözleyecek bir yol icat edilir ve bizler de başka nelerin mümkün olabildiğini görürüz. Yahut belki de komşu evrenlerin sakinleri bizimkini gözleyebilir. Tabii ki, böylesi şeyler düşünmekle bilgi sınırlarımızı çok aştık. Ama Linde'nin Kozmosu gibi bir şey eğer doğruysa, şaşırtıcı bir şekilde, bizi yeni, sarsıcı bir yöresellikten arınma daha bekliyor.

3. Böyle fikirler karşısında sözcükler yetersiz kalıyor. Almancada Evren için kullanılan bir deyim -kapsayıcılığı gayet mutlak kılan- [*das*] *All sözcüğüdür*. Evrenimizin bir "Çoklu Evren"inde olduğunu söyleyebiliriz, ama ben her şey için "Kozmos", hakkında bir şeyler bilebileceğimiz tek şey için de "Evren" sözcüğünü kullanmayı yeğlerim.

Çok yakın bir zamanda evrenler yaratacak olanağımız yok. Güçlü Antropik Prensibin fikirleri kanıtlanmaya pek uygun değil (ama Linde kozmolojisinin bazı sınırlanabilir nitelikleri var). Dünya dışı yaşam bir yana, kendini beğenmişçesine merkezilik iddiaları artık deneylere kapalı tabyalara çekilmişse, insan şovenizmine karşı bilimsel savaşlar dizisine, en azından büyük ölçüde kazanılmış gözüyle bakılabilir.

UZUN ZAMANDIR VAROLAN ve düşünür Immanuel Kant'ın sözleriyle özetlenen, "insanlar olmazsa... bütün yaratıklar ancak bir yabanilik, beyhude bir şey haline gelir ve hiçbir nihai hedefleri kalmaz" görüşünün bencilce bir budalalık olduğu açığa çıktı. Bir Bayağılık Prensibi bütün varlığımızı etkiliyor sanki. Eldeki kanıtların, insanoğlunun Evrenin merkezi sahnesinde olduğu varsayımıyla böylesine tekrar tekrar ve tümüyle çelişeceğini önceden bilmiyorduk. Ama şimdi tartışmaların çoğu kesin bir şekilde, ne kadar üzücü de olsa, tek bir cümleyle ifade edilebilecek bir pozisyondan yana çözümlendi: Kozmik dramda bize bir öncülük verilmiş değil.

Belki başka birisine verilmiştir. Belki de hiç kimseye verilmemiştir. Her iki durumda da, alçakgönüllü olmak için yeterli nedenimiz var.

4

bizim için yaratılmamış bir evren

İnanç Denizi

Kabarıkçı bir zamanlar ve sarmalardı dünyanın
Parlak, fırfırlı bir kuşağın kıvrımları gibi duran sahillerini.

Ama şimdi duyduğum sadece

Hüznüdür onun, uzun, gittikçe kesilen gümbürtüsü,

Çekiliyor ve geriye kalan sadece nefesi

Gece rüzgârının, uçsuz bucaksız kasvetli kıyıları

Ve çıplak çakılları boyunca dünyanın.

-MATTHEW ARNOLD, "DOVER BEACH" (1867)

"Güneş ne güzel batıyor" deriz ya da "Güneş doğmadan kalktım." Bilimciler ne derse desin, günlük konuşmada onların bulgularını genellikle görmezden geliriz. Dünya'nın döndüğünden değil, Güneş'in doğduğundan ve battığından söz ederiz. Bunu Kopernikçi dille formüle etmeyi deneyelim. "Billy, Dünya'nın Güneş'i yerel ufku altına gizleyecek kadar döndüğü zaman evde ol" der misiniz? Lafınızı bitirinceye kadar Billy çoktan gider. Güneş merkezli anlayışı doğru dürüst aktaracak hoş bir ifade bile bulamadık. Merkezde bizim olduğumuz ve her şeyin bizim etrafımızda döndüğü, dillerimize yerleşmiş; çocuklarımıza

bunu öğretiyoruz. Kopernikçi bir maskenin ardına gizlenen eski kafalı Dünya merkezçileriz biz.¹

1633'te Roma Katolik Kilisesi Galileo'yu, Dünya'nın Güneş'in etrafında döndüğünü öğrettiği için suçladı. Bu meşhur tartışmaya daha yakından bakalım. Galileo, iki hipotezi -Dünya merkezli ve Güneş merkezli evrenleri- karşılaştırdığı kitabının önsözünde şunları yazmıştı:

Göksel fenomenler Kopernik'in hipotezleri desteklenerek incelenirse, sonunda bunun mutlak şekilde galip gelmesi gerektiği görülecektir.

Ve sonra, kitabında bir itirafta bulunuyordu:

[Kopernik ve takipçilerine] hiçbir zaman yeterince hayranlık duymadım; onlar müthiş bir zekâ gücüyle, akıllarına karşı böyle bir şiddet uygulayarak, mantığın söylediğini duyarlı deneyimlerin gayet açıkça gösterdiğine tercih ettiler...

Kilise, Galileo'ya karşı suçlamasında şunları bildirdi:

Dünya'nın evrenin merkezi olmadığı ve hareketsiz olmayıp hatta gündelik bir dönüşle hareket ettiği doktrini saçmadır, hem psikolojik hem dinsel yönden yanlıştır ve en hafif tabirle bir imansızlıktır.

Galileo yanıtlıyor:

Dünyanın hareketleri ve güneşin sabitliği doktrini, Kutsal Kitap'ın birçok yerinde güneşin hareket ettiğinden ve Dünya'nın kımıldamadan durduğundan söz edilmesi nedeniyle suçlanıyor... Dindarca bir tavırla, Kutsal Kitap'ta yalan olamayacağı söylendi. Ama bu metinlerin genellikle çapraşık ve gerçek anlamlarını keşfetmenin zor ve sadece sözcüklerin ifade ettiğinden öte olduğunu kimse inkâr edemeyecektir. Bence, doğal problemlerin tartışılmasına Kutsal Kitap'la değil, deneyler ve kanıtlarla başlamalıyız.

Ama Galileo sözünü geri alırken (22 Haziran 1633) şunları söylemek zorunda kaldı:

Engizisyon Mahkemesi tarafından, Güneş'in evrenin merkezi ve hareketsiz olduğu ve Dünya'nın bunun merkezi olmadığı ve hareket ettiği yolundaki yanlış fikirden tümüyle vazgeçmesi ihtar edilen...

1. İngilizcedeki Kopernikçi benzeri birkaç ifadeden biri, "Evren senin etrafında dönmüyor"; toy narsistlerin ayaklarını yere indirmek amacıyla kullanılan astronomik bir gerçek.

kâfirlikle, yani Güneş'in evrenin merkezi ve hareketsiz olduğunu, Dünya'nın bunun merkezi olmadığını ve hareket ettiğini savunmak ve buna inanmakla suçlanan ben... yürekten bir içtenlik ve hakiki bir imanla tövbe ediyor, bu yanlışları ve kâfirlikleri ve genel olarak bütün yanlışları ve Kutsal Katolik Kilisesi'ne karşı hizipleri lanetliyor ve bunlardan nefret ediyorum.

Kilise'nin, Galileo'nun yapıtını Katolikler için, ölümsüz ruhlarının müthiş bir şekilde cezalandırılacağı tehlikesi nedeniyle okunması yasaklanmış kitaplar listesinden çıkarması 1832'yi buldu.

Papalığın modern bilimden rahatsızlığı Galileo zamanından beri kâh kabarıp kâh alçaldı. Yakın tarihlerde suyun en çok yükseldiği nokta, IX. Pius'un, yani Vatikan Konseyi'ni, kendi ısrarıyla ilk kez ilan edilen, Papa'nın yanılmazlığı doktrini için toplayan Papa'nın 1864 tarihli *Yanlışlar Listesi*'dir. İşte bundan birkaç alıntı:

İlahi vahiy kusursuzdur ve dolayısıyla, insan mantığının ilerlemesine uyum sağlamak için sürekli ve sonsuz bir ilerlemeye tabi değildir... Hiçbir insan, mantığın ışığının gösterdiği yoldan giderek, doğru olduğuna inandığı bir dini kabullenmek ve müdafaa etmekte serbest değildir... Kilise'nin dogmatik olarak, Katolik Kilisesi dininin tek doğru din olduğunu belirtme yetkisi vardır... Günümüzde de, Katolik dininin devletin tek dini olarak kalması, diğer bütün tapınma biçimlerinin reddedilmesi şarttır... Her türlü tapınma tarzına kişisel özgürlük verilmesi ve bunlara bütün görüşlerini ve fikirlerini açıkça ve alenen sergileme konusunda verilen tam yetki, halkın ahlakının ve aklının çok daha kolayca bozulmasına yol açar... Roma Papalığı ilerlemeye, liberalizme ve modern uygarlığa razı gelemeyen ya da bunu kabullenemez ve kabullenmemelidir.

Aferin Kilise'ye, 1992'de, gerçi biraz geç ve gönülsüz de olsa, Galileo'ya karşı suçlamasından vazgeçti. Ama kendisini aykırılığının önemini görmeye hâlâ pek ikna edebilmiş değil. Papa II Jean Paul 1992'deki bir konuşmasında dedi ki:

Galileo davası, Aydınlanma Çağı'nın başlangıcından günümüze kadar, olaylardan yaratılan imajın gerçeklerden çok uzak olduğu bir çeşit "mit" haline geldi. Bu perspektifle Galileo davası, Katolik Kilisesi'nin sözde bilimsel ilerlemeyi reddetmesinin ya da gerçeklerin serbestçe araştırılmasına karşı "dogmatik" gericiliğinin bir sembolü oldu.

Fakat elbette, yaşlı ve hasta Galileo'yu işkence aletlerini incelesin diye Kilise zindanlarına buyur eden Kutsal Engizisyon, böyle bir yorumu kabul etmesinin yanı sıra buna muhtaçtır da. Bu sadece, bilimsel bir temkin ve çekinme, örneğin yıllık paralaks gibi inandırıcı bir kanıt ortaya çıkıncaya kadar bir paradigmadan vazgeçmede gönülsüzlük değildi. İrdeleme ve tartışma korkusuydu. Alternatif görüşleri yasaklamak ve bunu savunanları işkenceyle tehdit etmek, kendi doktrinlerine ve güya korunan cemaat üyelerine karşı bir inançsızlığı gösterir. Tehditler ve Galileo'nun ev hapsi niçin gerekiyordu? Gerçek, kendini, yanlışla yüzleşerek koruyamaz mı?

Ama Papa bunu yapıyor; alıntıya devam edelim:

Zamanın teologlarının dünyanın merkeziliğini savunurken hatası, dünyanın fiziksel yapısı konusunda anlayışımızın bir şekilde, Kutsal Kitap'ın, anlamıyla, kelimesi kelimesine dayatıldığını sanmaktır.

Burada gerçekten epey bir ilerlemede bulunulmuş ama *Kutsal Kitap*'ın her zaman kelimesi kelimesine doğru olmadığını bizzat Papadan duymak aşırı tutucu din taraftarlarını üzecektir.

Peki *Kutsal Kitap*'ın her yeri kelimesi kelimesine doğru değilse, hangi bölümleri Tanrısal vahiyle gelmiştir ve hangileri sadece yanılabilir ve insan eseridir? *Kutsal Kitap*'ta hatalar (ya da zamanın cehaletinin ikrarları) olduğunu kabul ettiğimiz anda Kutsal Kitap artık etik ve ahlak konusunda nasıl yanılmaz bir kılavuz olabilir ki? Tarikatlar ve kişiler artık, Kutsal Kitap'ın istedikleri kısımlarını otantik olarak kabul edip, uygun olmayan ya da külfetli kısımlarını reddedebilir mi? Örneğin cinayete karşı yasaklar bir toplumun işlevi için elzemdir ama cinayete karşı Tanrısal ceza mantıksız bulunursa daha çok insan bu işten yakayı sıyrabileceğini düşünmez mi?

Çoğu kişi, Kopernik ve Galileo'nun yanlış yaptığı ve toplumsal düzeni bozduğu kanısındaydı. Ashında, Kutsal Kitap'ın durağan gerçeğine hangi kaynaktan gelirse gelsin her itiraz böyle sonuçlar verebilirdi. Bilimin insanları nasıl tedirgin etmeye başladığını kolayca görebiliyoruz. Mitleri sürdürenleri eleştirmek yerine, kamuoyunun garazı bunlara karşı şüphe yaratanlara yönelmişti.

ATALARIMIZ BİR ŞEYLERİN KÖKENİNİ kendi deneyimlerinden sonuç çıkararak anlardı. Başka nasıl yapabilirlerdi ki? Yani Evren ya kozmik bir yumurtadan çıkmıştı, ya bir ana Tanrı'yla bir baba Tanrı'nın cinsel birleşmesinden olmuştu ya da Yaratıcı'nın atölyesinin –belki de başarısız kalmış birçok girişimden en sonuncusunun– ürünüydü. Ve Evren bizim gördüğümüzden çok daha büyük ve yazılı ya da sözlü kaynaklarımızdan çok daha eski değildi ve hiçbir yer bildiğimiz yerlerden çok farklı değildi.

Kozmolojilerimizde her şeyi bildik kılma eğilimindeydik. Bütün çabalarımıza karşın pek yaratıcı değildik. Batı'da cennet sakın ve yumuşacık, cehennemse bir volkanın içi gibiydi. Birçok hikâyede, iki diyara da başında Tanruların ve şeytanların yer aldığı hiyerarşiler hükmediyordu. Tektanrıcılar kralların kralından söz ediyordu. Her kültürde, Evrene siyasi sistemimize benzer bir şeyin egemen olduğunu hayal ettik. Bu benzerliği kuşkulu bulan pek çıkmadı.

Sonra bilim geldi ve bizim her şeyin ölçütü olmadığımızı, hayal bile edilemeyen harikalar olduğunu, Evrenin bizim iyi yahut akla yakın bulduğumuz şeylere uymak zorunda olmadığını öğretti bize. Sağduyumuzun kendine has doğası hakkında bir şeyler öğrendik. Bilim, insanın özbilincini daha yüksek bir düzeye çıkardı. Bu, kesinlikle bir ergenliğe geçiş ritüeli, olgunluğa doğru bir adımdır. Kopernik öncesi anlayışlarımızın çocuksuluğu ve narsizmiyle tamamen zıttır.

Peki niçin Evrenin bizim için yaratıldığını düşünmek istiyoruz ki? Bu düşünce neden bu kadar çekici? Niçin böyle bir düşünce besliyoruz? Özsaygımız, bizim için ısmarlama yapılmış bir evrenden aşağısıyla idare edemeyecek kadar zayıf mı?

Elbette, kibrimizi tatmin ediyor. “İnsan neyi arzularsa onun gerçek olduğunu düşünür” diyordu Demostenes. “İnancın ışığı, inandığımız şeyi gördürür bize” diye itiraf ediyordu Aziz Thomas Aquinas coşkuyla. Ama ben başka bir şeyin olabileceği kanısındayım. Primatlar arasında bir tür etnosentrizm vardır. Hangi küçük grupta doğmuşsak ona karşı tutkulu bir sevgi ve bağlılığı borç biliriz. Öteki grupların üyeleri aşağılıktır, dışlanmayı ve düşmanlığı hak ederler. İki grubun da aynı türden ve dışarıdan bakan bir gözlemciye göre neredeyse birbirlerinden ayırt edilemez olması hiçbir şeyi değiştirmez. Şempanzeler, yani

hayvanlar âlemindeki en yakın akrabalarımız arasındaki model kesinlikle budur. Ann Druyan'la ben, dünyaya böyle bir bakışın bugün tehlikeli hale gelmiş olmakla birlikte, birkaç milyon yıl önce evrimsel yönden nasıl muazzam bir anlam taşıyabileceğini tartıştık. İnsanın bugünkü global uygarlığımızın teknolojik becerilerinden ne kadar uzak olması mümkünse o kadar uzak avcı-toplayıcı grupların üyeleri bile kendi küçük gruplarını, hangisi olursa olsun, ciddi bir şekilde, "insan" diye niteler. Diğer herkes farklı bir şey, insandan aşağı bir şeydir.

Dünyaya doğal bakış tarzımız böyleyse, Evrendeki yerimiz hakkında her seferinde böylesine çocukça -dikkatli ve kuşkucu bir incelemeyle ılımlandırılmamış- bir hükümde bulunmamızda şaşacak bir şey yok; neredeyse, daima, grubumuzun ya da durumumuzun merkeziliğinden yanayız biz. Üstelik bunların, onaylanmış bir çıkış yolu bulan peşin hükümlerimiz değil, nesnel gerçekler olduğuna inanmak isteriz.

Yani bir bilimciler sürüsünün bizi durmadan, "Siz sıradansınız, önemsizsiniz, bir ayrıcalığı hak etmiyorsunuz, sizin özel hiçbir şeyiniz yok" diye taciz etmesi pek hoş giden bir şey değil. En sakın insanlar bile bir süre sonra bu büyücü nakaratına ve bunu terennümde diretenlere sinirlenebilir. Bilimciler insanları küçümsemekten neredeyse tuhaf bir memnuniyet duyuyor gibidir sanki. Niçin bizim üstün olduğumuz bir yön bulamıyorlar? Niçin bizim moralimizi yükseltmiyorlar! Niçin yüceltmiyorlar bizi! Böylesi tartışmalar içinde, moral bozucu mantrasıyla bilim, insanların isteklerine karşı soğuk ve uzak, duygusuz, ilgisiz, sorumsuz bir his veriyor.

Ve yine, bizler önemli değilsek, merkezi değilsek, Tanrının gözbebeği değilsek eğer, teolojiye dayanan ahlaki yasalarımızın anlamı nedir? Kozmostaki gerçek halimizin keşfine öylesine uzun süre ve öylesine büyük ölçüde direnildi ki, bu tezlerin birçok izi bazen Dünya merkezicilerin dürtüleriyle hâlâ gözler önüne seriliyor. Örneğin, işte, 1892'de Britanya dergisi *The Spectator*'daki, çok şey ifşa eden, imzasız bir yorum:

Kesindir ki, dünyamızı münasip bir şekilde "önemsiz" konumuna düşüren o, gezegenlerin Güneş merkezli hareketinin keşfi, dünyanın hâkim soylarını bugüne kadar yönlendiren ve

kısıtlayan ahlaki ilkeleri de buna benzer, ama hiç de münasip olmayan bir şekilde, epey bir "önemsiz" konumuna düşürdü. Kuşkusuz ki bu sonuç kısmen de, vahiy almış çeşitli yazarların fiziksel bilgisinin yanılmaz değil, yanlış olduğu yolunda gösterilen kanıtlardan ötürüydü; onların ahlaki ve dinsel öğretilerine karşı güveni de haksız yere sarsan bir kanaattir bu. Ama bu sonuç büyük ölçüde, sadece, sırf insanın kendi hakkında taşıdığı "önemsizlik" hissinden ötürüydü çünkü insan, güneşin, ayın ve yıldızların etrafında döndüğü merkezi bir dünyada değil, evrenin ancak çok uçra bir köşesinde yaşadığını keşfetti. İnsanların kendilerini Tanrının terbiyesine yahut ilgisine konu olamayacak kadar önemsiz hissedebileceğinden ve sık sık da böyle hissettiğinden kuşku duyulamaz. Eğer dünya bir çeşit karınca tümseği gibi ve insanların yaşamı ve ölümü de bir sürü delikten yiyecek ve güneş aramak için girip çıkan yığın yığın karıncanın yaşamı ve ölümü gibi görülürse, insan hayatının görevlerine doğru dürüst hiçbir önem atfedilmeyeceği ve insanların çabalarına, yeni umutlar yerine, derin bir kaderciliğin ve umutsuzluğun yükleneceği son derece kesindir...

En azından şimdilik, ufuklarımız uçsuz bucaksız...; şimdi karşımızdaki sonsuz ufuklara alışmaya ve onlar hakkında kafa yorarken hep yaptığımız gibi dengemizi kaybetmez hale gelinceye kadar, daha geniş ufuklar için özlem prematüredir.

FELSEFEDEN VE DİNDEN istediğimiz nedir gerçekten? Yatıştırıcılık mı? Terapi mi? Teselli mi? Rahatlatan masallar mı yoksa gerçek durumumuzu anlamayı mı istiyoruz? Evren bizim tercihlerimizi desteklemiyor diye bunalıma girmek çocukluk gibi geliyor. Yetişkin insanların böylesi düş kırıklıklarını kâğıda dökmekten utanacağını düşünebilirsiniz. Bunu yapmanın rağbetteki tarzı -gerçekten de amaçsız görünen- Evreni suçlamak yerine, Evreni öğrendiğimiz araçları, yani bilimi suçlamak.

George Bernard Shaw, *Aziz Joan* oyununun önsözünde, kolay inanırlığımızdan yararlanan ve bize yabancı bir dünya görüşünü, korkutucu bir inancı dayatan bir bilim anlayışını betimliyor:

Ortaçağ'da insanlar Dünya'nın düz olduğuna inanırdı ve bunun için en azından, duyularının sağladığı kanıtlar vardı: Biz Dünya'nın yuvarlak olduğuna inanıyoruz ama bunun nedeni, yüzde birimizin bile

böyle tuhaf bir inanca fiziksel bir neden gösterebilmesi değil de, modern bilimin bizi, açıkça görünen hiçbir şeyin gerçek olmadığına ve büyüğü, ihtimal dışı, olağandışı, devasa, mikroskobik, kalpsiz, yahut inafsız her şeyin bilimsel olduğuna inandırmasıdır.

Daha yeni ve çok öğretici bir örnekse, Bryan Appleyard adlı, Britanyalı bir gazetecinin yapıtı, *Understanding the Present: Science and the Soul of Modern Man*. Bu kitap, dünyanın her tarafındaki birçok insanın hissettiği ama söylemekten utandığı şeyleri dile getiriyor. Appleyard'ın açık sözlülüğü çok hoş. Adam gerçek bir inanç sahibi, modern bilimle geleneksel din arasındaki çelişkilerden kurtulmamıza izin vermiyor:

“Bilim bizim dinimizi alıp götürdü” diye yakınıyor. Peki özlemini çektiği din ne tür bir din? “İnsan soyunun tüm sistemin amacı, yüreği, nihai nedeni” olduğu bir din. “Bu din bizim kişiliklerimizi evrensel haritaya kesin bir şekilde koymuştu.”... “Biz sonuçtuk, amaçtık, etrafında büyük göksel kabukların döndüğü mantıksal eksendik.” Appleyard'ın özlediği, “Kozmosun, kurtuluş dramının çevresinde kurulmuş bir makine olduğunun gösterildiği ortodoks Katolikliğin evreni”dir; bununla kastettiği de, bir zamanlar bir kadınla bir erkeğin, tersini buyuran apaçık emirlere karşın bir elmayı yemesi ve bu itaatsizlik eyleminin de Evreni, uzak torunlarının edimsel koşullandırılmasına yarayan bir mekanizmaya dönüştürmesidir.

Buna karşılık, modern bilim “bizi birer kazaymışız gibi sunuyor. Bizim var olma nedenimiz Kozmostur ama biz onun nedeni değiliz. Sonuçta, modern insan hiçbir şey değildir, yaradılıştaki hiçbir rolü yoktur.” Bilim “manen çürütücüdür, eski otoriteleri ve gelenekleri yakıp kül eder. Aslında hiçbir şeyle bir arada olamaz.”... “Bilim, sessizce ve üstü kapalı bir şekilde bize, benliğimizden, gerçek benliğimizden vazgeçmemizi söylüyor.” İfşa ettiği şey “doğanın suskun, yabancı görüntüsü”... “İnsanlar böyle bir ifsaatla yaşayamaz. Geriye kalan tek ahlak, o teselli verici yalanın ahlakıdır.” Ufacık olmanın dayanılmaz yüküyle boğuşmaktan daha kötü bir şey yoktur.

Appleyard'ın hatta bir de IX. Pius'u hatırlatan bir pasajda kınadığı bir durum var: “Modern demokraside bir arada bulunan, birbiriyle çelişen dinsel inançlar sınırlı sayıda bazı genel kuralları kabul etmek zorundadır, ama daha fazlası beklenemez. Bunlar

birbirlerinin ibadethanelerini yakmamalıdır ama birbirlerinin Tanrısını tanımayabilir, hatta aşağılayabilirler. İlerlemenin geçerli ve bilimsel yolu budur.”

Peki alternatif ne? İnatla, var olduğu belirsiz bir dünya kesinlikle varmış gibi yapmak mı? Gerçeklerden ne kadar kopuk olsa da, teselli veren bir inanç sistemini benimsemek mi? Gerçeğin ne olduğunu bilmezsek gerçeklikle nasıl başa çıkabiliriz ki? Pratik nedenlerden ötürü, hayaller diyarında çok uzun süre yaşayamayız. Birbirimizin dinini yasaklamalı ve birbirimizin ibadethanelerini yakmalı mıyız? İnsanlara has binlerce inanç sisteminden hangisinin su götürmez, her yerde geçerli, zorunlu hale gelmesi gerektiğinden nasıl emin olabiliriz?

Bu ahıntılar, Evrenin –büyüklüğü ve görkemi fakat özellikle de soğukluğu– karşısında bir moral bozukluğunu dışa vuruyor. Bilim bize, kendimizi kandırma becerimiz olduğundan, özelliğin serbestçe hüküm sürmemesi gerektiğini öğretti. Appleyard'ın bilime karşı böylesine kuşku duymasının nedenlerinden biri de şu: Bilim gereğinden fazla mantıklı, ölçülü ve kişi dışıymış gibi bir izlenim veriyor. Vardığı sonuçlar doğanın sorgulanmasından çıkmıştır ve bizim isteklerimizi her zaman karşılayacak şekilde tasarlanmamıştır. Appleyard ılımlılıktan yana değil. O, yanılmaz bir doktrinin, muhakemeyi çalıştırmaktan kurtulmanın ve bir inanma fakat sorgulamama yükümlülüğünün hasretini çekiyor. İnsani yanılabilirliği kabul etmiyor. Toplumsal kurumlarımızın da Evrene bakışımızın da hatasını giderecek mekanizmaların kurumsallaşması gereğini kabul etmiyor.

Bir çocuğun, ebeveynleribabası gelmediği zamanki acı dolu feryadıdır bu. Ama çoğu kişi sonunda gerçekle ve kendilerine söyleneni yaptıkları sürece küçüklerin başına bir bela gelmeyeceği konusunda kesin garanti verecek bir ebeveynin acılı yokluğuyla baş edebilir. Sonunda çoğu kişi –özellikle de, doğru düşünmek için gereken araçları varsa– Evrene alışmanın yolunu bulur.

Bilimsel çağda “çocuklarımıza devrettiğimiz tek şey” diye yakınıyor Appleyard, “geldikleri kültür de dahil olmak üzere, nihai ya da kalıcı hiçbir şeyin doğru olmadığı kanaatidir.” Mirasımızın yetersizliği konusunda ne kadar haklı. Ama bu miras temelsiz kesinlikler katarak zenginleştirilebilir mi? Appleyard,

“dindarların, bilimle dinin birbirinden kolayca ayrılabilirlik bağımsız dünyalar olması umudu”nu hor görüyor. Bunun yerine, “şimdiki haliyle bilim, dinle kesinlikle bağdaşmaz” ona göre.

Fakat Appleyard’ın aslında söylemek istediği, bazı dinlerin dünyanın doğası hakkında açıkça yanlış ama tartışmasız beyanlarda bulunmasının artık zor olduğu değil mi? Zamanının birer ürünü olan saygıdeğer dini liderlerin de bizler gibi hata yapabileceğini kabul ediyoruz. Dinler birbirleriyle, bir ibadethaneye girerken şapka mı takacağız yoksa şapkamızı çıkaracak mıyız, yahut inek eti yiyip domuz etinden sakınacak mıyız yoksa bunun tersini mi yapacağız falan gibi küçük meselelerden tutun da, Tanrıların değil tek bir Tanrı’nın ya da birçok Tanrı’nın olup olmadığı gibi çok merkezi konulara varıncaya kadar çelişir.

Bilim çoğumuzu, Nathaniel Hawthorne’un deyişiyle Herman Melville’in haline getirdi: “İnançsızlığı yüzünden ne inanabiliyor ne de rahat edebiliyor.” Ya da Jean-Jacques Rousseau’nun: “Beni ikna edemediler ama tedirgin ettiler. Savundukları şeyler beni ikna etmese de sarstı... İnsanın kendini, inanmayı böylesine çok istediği bir şeye inanmaktan men etmesi zor.” Laik ve dinsel otoriteler tarafından öğretilen inanç sistemleri zayıflatıldıkça, genel olarak otoritelere saygı da muhtemelen erozyona uğruyor. Ders gayet açık: Siyasi liderler de yanlış doktrinleri desteklemekten kaçınmalı. Bilimin bir ayıbı değil, lütuflarından biridir bu.

Fikir çatışmaları elbette rahatsız ediciyse de, dünyaya bakış konusunda uzlaşma bize teselli veriyor ve bizden daha çok şey talep ediyor. Ama tersini gösteren bütün kanıtlara karşın atalarımızın kusursuz olduğunda ısrarlı değilsek eğer, bilginin ilerlemesi onların yaptığı uzlaşmaları söküp sonra yeniden dikmemizi gerektiriyor.

Bazı yönlerden bilim, huşu uyandırmada dini çoktan geride bıraktı. Büyük dinlerden hiçbirinin bilime bakıp da, “Bu bizim düşündüğümüzden daha iyi! Evren bizim peygamberlerimizin söylediğinden çok daha büyük, daha yüce, daha karmaşık, daha güzel. Tanrı bizim düşlediğimizden de daha büyük olsa gerek” sonucuna varmamasına ne demeli? Bunun yerine, “Hayır, hayır! Benim Tanrım küçük bir Tanrı ve ben onun öyle kalmasını istiyorum” diyorlar. Modern bilimin ifşa ettiği Evrenin görkemini vurgulayacak eski ya da yeni bir din, geleneksel inançların pek

ulaşamadığı saygı ve huşu rezervlerini çekebilir. Böyle bir din er ya da geç çıkacaktır.

İKİ YAHUT ÜÇ BİN yıl önce yaşıyor olsaydınız, Evrenin bizim için yaratıldığını iddia etmenin utanılacak bir tarafı yoktu. Bildiğimiz her şeyle tutarlı, hoşla giden bir tezdi bu; içimizdeki en bilgili kişilerin bile hiçbir sınırlama gereği duymaksızın öğreteceği şey buydu. Fakat o zamandan beri çok şeyler bulduk. Bugün böyle bir pozisyonu savunmak, kanıtları kasten görmezden gelmek ve kendini tanımaktan kaçmak anlamına gelir.

Yine de, bu “yöresellikten arınmalar” çoğumuzun içine dert oluyor. Bunlar tam üstün gelemese de –önceki çağların toplumsal yararlılıkla dalgalanan mutlu antroposentrik kesinliğinin tersine– özgüveni erozyona uğrattıyor. Gerçi onca kendini kandırmaya rağmen, hiçbir kanıt olmasa da, bizler bir amaç için var olmayı özlüyoruz. “İnsanın erişebileceği tek su götürmez bilgi” diye yazmıştı Leo Tolstoy, “hayatın anlamsız saçmalığıdır.” Çağımız, kibirlerimizin birbiri ardına çürütülmesiyle biriken yükün ağırlığını çekmede zorlanıyor: Bizler sonradan gelmeleriz. Kozmosun ücra bir yerinde yaşıyoruz. Mikroplardan ve çamurdan geldik. Maymunlarla akrabayız. Düşüncelerimiz ve duygularımız tümüyle kendi kontrolümüzde değil. Başka yerlerde bizden çok daha zeki ve çok farklı varlıklar olabilir. Tüm bunların üstüne bir de gezegenimizi mahvediyoruz ve kendimiz için tehlike haline geliyoruz.

Ayaklarımızın altındaki kapak açılıyor. Kendimizi dipsiz bir kuyuya düşerken buluyoruz. Büyük bir karanlıkta kaybolmuşuz ve bir arama ekibi gönderecek hiç kimse yok. Böylesine hasın bir gerçeğe karşılaşıncı tabii ki gözlerimizi kapatıp evimizde güvenli ve kuytadaymışız, bu düşüş kötü bir rüyadan başka bir şey değilmiş gibi davranmak geliyor içimizden.

Evrendeki yerimiz konusunda görüş birliğimizi yitirdik. Türümüzün uzun vadeli amacı konusunda –belki sadece hayatta kalmak dışında– genel kabul gören bir vizyonumuz yok. Özellikle zor zamanlarda moral kazanmak için çok sıkışıyor, önemli bir şey olmadığımız, umutlarımızın suya düştüğü yolundaki teranelere kulaklarımızı tıkıyor ve kanıtları ne kadar sudan olsa da, özel olduğumuzu duymaya çok daha fazla can atıyoruz.

Tasarlanmış gibi görünen birçok şey var bu Evrende. Bunlarla her karşılaştığımızda rahat bir nefes alırız. Bizler ebediyen, bir Yaratıcı bulmayı yahut en azından, böyle bir sonuca güvenli bir şekilde varmayı umut ediyoruz. Ama bunun yerine tekrar tekrar, doğal işlemlerin -örneğin dünyaların çarpışmasal seleksiyonunun ya da gen havuzlarının doğal seleksiyonunun ya da hatta bir tencerede kaynayan suyun konveksiyon modelinin- kaostan bir düzen çıkarabileceğini ve bizi bir amacın olmadığı yerden amaç çıkarmaya ikna ettiğini görüyoruz. Günlük yaşamda sık sık -yeni yetmelerin yatak odalarında yahut ulusal siyasette- kaosun doğal, düzeninse yukardan dayatılan bir şey olduğunu hissederiz. Evrende bizim genellikle düzenli diye nitelediğimiz basit durumlardan daha derin bir kurallılık varsa da, basit ya da karmaşık bütün o düzenlerin kusursuz bir Tanrı'nın daha sonradan yaptığı müdahalelerin sonucu olmadığı, Büyük Patlama'yla (ya da daha önce) oluşmuş doğa yasalarından kaynaklandığı görülüyor. "Tanrı ayrıntılarda gizlidir" Alman bilgisi Abu Warburg'un vecizesi. Ama bunca inceliğin ve hassasiyetin arasında, yaşamın ve Evrenin ayrıntılarıysa rastgele, eğreti düzenler ve çok kötü bir planlama sergiliyor. Bundan nasıl bir anlam çıkarmalıyız: İnşaatin ilk aşamasında mimar tarafından terk edilmiş bir yapı mı?

Kanıtlar, en azından şimdiye kadar ve doğa yasaları dışında bir Tasarımcı'yı gerektirmiyor. Gizlenen, açığa çıkmaya delice karşı koyan bir Tasarımcı vardır belki. Bazen çok zayıf bir umut gibi geliyor bu.

Yani yaşamlarımızın ve naçiz gezegenimizin önemi sadece bizim kendi aklımız ve cüretimizle belirlenmiş bir şey. Hayatın anlamının muhafızı biziz. Bizimle ilgilenecek, hatalarımızı bağışlayacak, bizi çocukça yanlışlar yapmaktan koruyacak ebeveynleri özlüyoruz. Ama bilgi, cehaletten daha tercih edilir bir şeydir. Sert gerçeğe sarılmak, moral veren bir masaldan çok daha iyidir.

Kozmik bir amacın özlemini çekiyorsak, o halde bize yaraşır bir hedef bulalım kendimize.

5

dünyada akıllı bir yaşam var mı?

uzun bir süre yolculuk ettiler ama bir şey bulamadılar. Sonunda, küçük bir ışık fark ettiler, Dünya'ydı bu... [Ama] bizim ve bu gezegendeki vatandaşlarımızın var olma şerefine nail olduğunu düşündürecek en ufak bir neden bile bulamadılar.

-VOLTAİRE, MICROMEGAS.
A PHILOSOPHICAL HISTORY (1752)

Büyük kentlerin içinde ve çevresinde, doğal dünyanın hemen hemen kaybolduğu yerler var. Caddeleri ve kaldırımları, otomobilleri, park yerlerini, reklam tabelalarını, camdan ve çelikten anıtları fark ediyor ama tek bir ağaç ya da bir ot ya da bir hayvan göremiyorsunuz; insanlar dışında tabii. Bir sürü insan var. Ancak başını kaldırıp da gökdelen kanyonlarının arasından yukarıya bakınca bir yıldız ya da küçük bir mavilik parçasını –orada insanlar var olmadan çok önce bulunanları hatırlatan şeyleri– fark edebiliyorsunuz. Ama büyük kentlerin parlak ışıkları yıldızları söniikleştiriyor ve hatta bazen o mavilik parçası bile endüstriyel teknoloji yüzünden kahverengiye bürünerek kayboluyor.

Böyle bir yerde, her gün işe giderken kendimizden etkilenmek zor değil. Dünyayı kendi yararımız ve konforumuz için nasıl da değiştirmişiz! Ama birkaç yüz kilometre yukarıda yahut aşağıda

insan yok. Dünyanın en yüzeyindeki ince bir yaşam tabakası, ara sıra, cesur bir uzay aracı ve bazı radyo parazitleri dışında, Evren üzerindeki etkimiz sıfır. Hakkımızda hiçbir şey bilmiyor.

YILDIZLAR ARASI BOŞLUĞUN karanlığında geçen uzun bir yolculuktan sonra Güneş sistemine giren yabancı bir kâşifsiniz. Bu sıradan yıldızın gezegenlerini uzaktan inceliyorsunuz... alt tarafı bir avuçlar; kimi gri, kimi mavi, kimi kırmızı, kimi sarı. Bunların ne türde dünyalar olduğunu merak ediyorsunuz; doğal çevreleri statik mi yoksa değişiyor mu özellikle de, yaşam ve zekâ var mı? Dünya hakkında önceden bir bilginiz yok. Varlığını daha yeni keşfettiniz.

Diyelim ki galaktik bir etik var: Bakın ama dokunmayın. Bu dünyaların yanından uçarak geçebilirsiniz; yörüngelerine girebilirsiniz; fakat iniş yapmanız kesinlikle yasak. Bu kısıtlamalar altında, Dünyadaki çevrenin nasıl olduğunu ve birilerinin yaşayıp yaşamadığını bulabilir misiniz?

Yaklaşırken, Dünya'nın tümüyle ilgili ilk izleniminiz beyaz bulutlar, beyaz kutup katmanları, kahverengi kıtalar ve yüzeyin üçte ikisini kaplayan mavimsi bir madde. Bu dünyanın ısıısını, yaydığı kızılötesi radyasyondan ölçünce, çoğu enlemde suyun donma noktasının üzerinde, kutup katmanlarındaysa donma noktasının altında olduğunu buluyorsunuz. Su, Evrende bol bulunan bir maddedir; katı sudan oluşan kutup katmanları da, bulutlar gibi, katı ve sıvı su konusunda mantıklı bir tahmindir.

Ayrıca, o mavi maddenin de muazzam miktarda -kilometrelerce derinlikte- sıvı su olduğu fikri size cazip gelebilir. Ama böyle bir varsayım, en azından bu Güneş sistemi için tuhaf çünkü yüzeyi kaplayan sıvı sudan okyanuslar başka hiçbir yerde yok. Görünen manzaraya ve kimyasal kompozisyonun kendini açığa vuran imzalarını gösteren yakın kızılötesi spektruma baktığınızda tabii ki, kutup katmanlarında su buzunu ve havada da, bulutları açıklayacak kadar su buharını buluyorsunuz; üstelik tam da, eğer okyanuslar gerçekten de sıvı sudan oluşuyorsa, buharlaşma nedeniyle var olması gereken miktarda. Tuhaf hipotez doğrulandı.

Ayrıca spektrometreler bu Dünya'nın havasında beşte bir oranında oksijen, O₂, olduğunu gösteriyor. Güneş sistemindeki

başka hiçbir gezegende buna yakın bir miktarda oksijen yok. Nereden geliyor bütün bunlar? Güneş'ten gelen şiddetli morötesi ışınlar suyu, H_2O 'yu, parçalayıp oksijen ve hidrojene ayırıştırır ve en hafif gaz olan hidrojen uzaya çabucak kaçıp gider. Bu, O_2 için bir kaynak elbette ama bu kadar çok oksijeni açıklamaya pek yetmiyor.

Başka bir olasılık da, Güneş'in muazzam miktarlarda saçtığı normal ışığın Dünyada suyu ayırtırmada kullanılmış olduğu; yaşam olmadan bunu yapmanın bilinen, bunun dışında bir yolu yok. Orada bitkiler –yani görünür ışığı güçlü bir şekilde absorbe eden bir pigmentle renklenmiş yaşam biçimleri– olsa gerek; iki ışık fotonunun enerjisini biriktirerek bir su molekülünün nasıl parçalanacağını bilirler; H 'yi tutup O 'yu salgırlar ve böylece serbest kalan hidrojeni de organik moleküllerin sentezinde kullanırlar. Bitkiler gezegenin büyük kısmına yayılmış olsa gerek. Bütün bunlar bir sürü soruyu getiriyor. İyi bir kuşkucu bilimciyseniz, bu kadar çok O_2 yaşamın kanıtı değildir. Ama şüphelenmek için bir neden olabilir elbette.

Bu kadar çok oksijen varken, atmosferde ozon (O_3) keşfetmek sizin için sürpriz olmuyor çünkü morötesi ışınlar, moleküler oksijenden (O_2) ozon üretir. Sonra ozon da tehlikeli morötesi radyasyonunu absorbe eder. Yani oksijen yaşam sayesinde varsa, yaşamın kendini koruduğu gibi tuhaf bir düşünce de var. Ama bu yaşam sadece fotosentezli bitkilerden ibaret olabilir. Yüksek düzeyli bir zekânın var olduğu anlamına gelmez.

Kıtaları daha yakından incelediğinizde, kabaca iki tür bölge olduğunu buluyorsunuz. Birincisi, birçok dünyada bulunan normal kayaların ve minerallerin spektrumunu veriyor. Ötekisiyse alışılmadık bir şey gösteriyor: Çok muazzam alanları kaplayan, kırmızı ışığı güçlü bir şekilde absorbe eden bir madde. (Güneş elbette, sarıda zirve yaparak, bütün renkleri taşıyan bir ışık halinde parlar.) Bu pigment muhtemelen, eğer normal, görünen ışık suyu parçalamada kullanılıyorsa, havadaki oksijenin açıklanması için tam da gereken öğedir. Onun verdiği, bu kez daha güçlü bir diğer belirtiyse, yaşam; ortalıkta bir böcek yok ama gezegenin yüzeyi yaşamla dolu. Bu pigment aslında klorofil: Mavi ışığı da kırmızı gibi absorbe ediyor ve bitkilerin yeşil olmasından sorumlu. Gördüğünüz şey yoğun bitkilerle dolu bir gezegen.

Yani Dünya, en azından bu Solar Sistemde eşi bulunmayan üç özellik taşıdığını gösteriyor; okyanuslar, oksijen ve yaşam. Bunların birbiriyle ilişkili olduğunu, okyanusların bu bol miktarda yaşamın çıkış yeri, oksijenin de bu yaşamın ürünü olduğunu düşünmemek zor.

Dünya'nın kızılötesi spektrumuna dikkatle baktığınız zaman havada daha küçük bileşenler keşfediyorsunuz. Su buharının yanı sıra karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve Dünya'nın geceleri radyasyonla uzaya geri göndermeye çalıştığı ısıyı tutan diğer gazlar da var. Bu gazlar gezegeni ısıtıyor. Bunlar olmasa Dünya'nın her yeri suyun donma noktasının altında olurdu. Dünyadaki sera etkisini keşfettiniz.

Metanla oksijenin aynı atmosferde birlikte bulunması tuhaf. Kimyanın yasaları gayet net: O_2 'nin fazla olması halinde CH_4 tümüyle H_2O ve CO_2 'ye dönüşür. Bu işlem öylesine etkindir ki, Dünya'nın tüm atmosferinde tek bir molekül metan bile kalmaması gerekir. Oysa her bir milyon molekülden birinin metan olduğunu buluyorsunuz ve bu müthiş bir çelişki. Ne anlama gelebilir?

Bunun olası tek açıklaması şu: Metan, Dünya'nın atmosferine öylesine hızla enjekte ediliyor ki, O_2 ile kimyasal reaksiyonu buna yetişemiyor. Bu kadar metan nereden geliyor peki? Belki de Dünya'nın içindeki derinliklerden dışarı sızıyor ama bu iş kantitatif olarak böyle yürüyebilirmiş gibi görünmüyor ve Mars'ta ve Venüs'te bu kadar çok metan yok. Buna karşı tek alternatif biyolojiktir ve varılan bu sonuç, yaşamın yahut ona benzer bir şeyin kimyasıyla ilgili varsayımlar üretmeksizin, sadece, dayanıksız metanın oksijenli bir atmosferde bulunuyor olmasından çıkarılıyor. Aslında metan, bataklıklardaki bakteriler, pirinç tarımı, bitkilerin yanması, petrol kuyularından gelen doğal gaz ve büyükbaş hayvanların bağırsak gazı gibi kaynaklardan çıkar. Oksijenli bir atmosferde metan, yaşamın bir işaretidir.

Özellikle, değer verdiğimiz şeylerin çoğu gezegenler arası uzaydan fark edilmiyorken ineklerin gizli bağırsak faaliyetinin uzaydan fark edilebilir olması biraz rahatsız edici. Fakat uçarak Dünya'nın yanından geçen yabancı bir bilimci bu noktada bataklıklar, pirinç, yangın, petrol yahut inekler gibi sonuçlar çıkaramaz. Sadece, yaşamın varlığı sonucunu çıkarabilir.

Şimdiye kadar tartıştığımız bütün yaşam belirtileri nispeten küçük yaşam biçimlerinden ötürüdür (ineklerin işkembelerindeki metan oraya yerleşmiş bakteriler tarafından oluşturulur). Uzun aranız Dünya'nın yanından bir milyon yıl önce, yani insanların ve teknolojinin olmadığı dinozorlar çağında geçseydi yine oksijen ve ozon, klorofil pigmenti ve çok miktarda metan görürdünüz. Ama bugün cihazlarınız sadece yaşamın değil, yüksek teknolojinin de işaretlerini -yüz yıl önce bile saptanması mümkün olmayan bir şeyi- buluyor:

Dünya'dan yayılan özel bir tür radyo dalgası saptıyorsunuz. Radyo dalgaları ile de bir yaşam ve zekânın varlığını göstermez. Bunları oluşturan birçok doğal işlem var. Üzerinde yaşam olmadığı görünen başka dünyalardan gelen -gezegenlerin güçlü manyetik alanlarına hapsolmuş elektronların, bu manyetik alanları gezegenler arası manyetik alandan ayıran şok cephesindeki kaotik hareketlerin ve şimşeklerin yarattığı- radyo emisyonları bulmuştunuz zaten. (Radyo "ışıkları" genellikle yüksek notalardan alçak notalara doğru hızla gider, sonra yeniden başlar.) Bu radyo emisyonlarının bazıları sürekli; kimileri tekrarlayan patlamalar halinde gelir kimileri birkaç dakika sürer ve sonra kaybolur.

Ama bu farklı: Dünya'dan gelen radyo gönderiminin bir bölümü, radyo dalgalarının tam da gezegenin iyonosferinden, yani radyo dalgalarını yansıtan ve absorbe eden stratosferin üzerindeki, elektrik yüklü bölgeden dışarı sızmaya başladıkları frekanslarda. Her gönderimde sürekli bir merkezi frekans ve buna ek olarak bir de modüle edilmiş bir sinyal var (açılma ve kapanmalardan oluşan karmaşık bir dizi). Manyetik alanlardaki hiçbir elektron, hiçbir şok dalgası, hiçbir şimşek deşarjı böyle bir şey yaratamaz. Bunun muhtemel tek açıklaması zeki bir yaşam gibi görünüyor. Bu radyo gönderiminin Dünya'daki teknolojiye kaynaklı olduğu konusunda vardığınız sonuç, açılma ve kapanmaların ne anlama geldiği konusunu kapsamıyor; bunun bir mesaj olduğundan emin olmak için bu mesajı çözmek zorunda değilsiniz. (Bu sinyal aslında, farz edelim ABD Deniz Kuvvetleri'nin uzaktaki nükleer silahlı denizaltılarıyla haberleşmesidir.)

Yani, yabancı bir kâşif olarak siz, Dünya'daki türlerden en az birinin radyo teknolojisine ulaştığını anlıyorsunuz. Hangi

türdür bu? Metanı üreten varlıklar mı? Oksijeni yaratanlar mı? Pigmentleri manzaraya yeşil renk verenler mi? Yoksa başka birileri, daha gizli birileri, hızlı bir dalış hareketi yaparak geçen bir uzay aracının fark edemeyeceği birileri mi? Bu teknolojik türü aramak için Dünya'yı çok daha büyük bir kararlılıkla incelemeniz -varlıkların kendilerini değilse de, en azından, yaptıkları şeyleri aramanız- gerekebilir.

İlk önce mütevazı bir teleskopla bakıyorsunuz, yani gözleyebileceğiniz en ince ayrıntı bir yahut iki kilometre çapında. Hiçbir anıtsal mimari, hiçbir tuhaf oluşum, arazide doğal olmayan hiçbir işlem, hiçbir yaşam belirtisi seçemiyorsunuz. Hareket halinde, yoğun bir atmosfer görüyorsunuz. Bol miktardaki su buharlaşıp sonra yağmur halinde düşüyor olsa gerek. Dünya'nın yanındaki Ay'da belirgin olan çok eski çarpma kraterleri burada neredeyse hiç yok. Öyleyse bu dünyada, ömrüne nazaran çok daha kısa zamanda yeni karaların yaratıldığı ve sonra aşınıp gittiği bir dizi süreç olsa gerek. Akan suları düşündürüyor. Daha da net bir şekilde bakınca sıradağlar, nehir vadileri ve gezegenin jeolojik yönden aktif olduğunu gösteren daha birçok belirti buluyorsunuz. Ayrıca, etrafları bitki örtüsüyle çevrili ama kendileri bitkilerden arındırılmış tuhaf yerler de var. Arazide soluk renkli lekeler gibi duruyorlar.

Dünya'yı yaklaşık 100 metrelik çözünürlükle incelediğinizde her şey değişiyor. Gezegenin -bazen nehir kıyılarında yoğunlaşan ya da dağların alçak yamaçlarında yuvalanan, bazen düzlüklerde uzanan ama çöllerde ya da yüksek dağlarda pek rastlanmayan ve okyanuslarda hiç bulunmayan- düz çizgiler, dikdörtgenler, kareler, dairelerle kaplı olduğu ortaya çıkıyor. Bunların düzenliliğini, karmaşıklığını ve dağılımını yaşam ve zekanın varlığı dışında açıklamak zor ama fonksiyonlarını ve amaçlarını daha derin bir şekilde kavramak da pek kolay değil. Belki de sadece, dominant yaşam biçimlerinde toprağını çevreleme ve öklid geometrisi konusunda eşzamanlı bir tutku olduğu sonucuna varacaksınız. Bu çözünürlükte onları göremiyorsunuz ve haklarında çok az şey biliyorsunuz.

Bitkilerden arındırılmış bu lekelerin birçoğunda esasen bir dama tahtası geometrisinin olduğu görülüyor. Gezegenin kentleri bunlar. Arazinin çoğu kısmında ve sadece kentlerde olma-

mak üzere, bir düz çizgi, kare, dikdörtgen ve daire bolluğu var. Kentlerin koyu renkli lekelerinin son derece geometrik olduğu ve buralarda sadece –son derece düzgün sınırları bulunan– az sayıda bitki bölgesinin dokunulmadan bırakıldığı görülüyor. Bazen üçgenler ve hatta kentlerden birinde bir beşgen var.

Bir metre ya da daha iyi çözünürlükte görüntüler aldığınızda, kentlerin içinde birbiriyle kesişen düz çizgilerin ve kentleri diğer kentlerle birleştiren uzun düz çizgilerin uzun, yavaş ve düzgün kafileler halinde birbirlerinin ardı sıra kıbarca giden, aerodinamik biçimli, birkaç metre uzunlukta, çeşitli renklerde varlıklarla dolu olduğunu buluyorsunuz. Çok sabırlılar. Bu varlıklardan oluşan bir akış duruyor ve böylece, dik açılı başka bir akış yoluna devam ediyor. Tercih sırası periyodik olarak değişiyor. Geceleri önlerinde bir çift parlak ışık yanıyor ve böylece nereye gittiklerini görüyorlar. Ayrıcalıklı bazıları, çalışma günleri bittikten sonra küçük evlerin içine girip gece için çekiliyor. Çoğu evsiz ve sokaklarda uyuyor.

Nihayet! Tüm bu teknolojinin kaynağını, gezegendeki dominant yaşam biçimini buldunuz. Kentlerdeki caddeler ve kırsal bölgelerdeki yollar belli ki bunların yararlanması için yapılmış. Dünya'daki yaşamı gerçekten anlamaya başladığınızı düşünebilirsiniz. Ve belki de haklısınız.

Çözünürlük birazcık daha düzelirse, zaman zaman bu dominant organizmalara girip çıkan küçük parazitler keşfedeceksiniz. Ama bunlar epey derin bir rol oynuyor çünkü sabit halde duran dominant bir organizma genellikle, bir parazitin istilasına uğradıktan hemen sonra hareket etmeye başlıyor ve parazitin dışarı atılmasından hemen önce duruyor. Şaşırtıcı bir şey bu. Ama Dünya'daki yaşamı anlamanın kolay olduğunu kimse söyleyemez.

Şimdiye kadar aldığınız bütün görüntüler yansıyan güneş ışığının içinde; yani gezegenin gündüz tarafında. Dünya'nın gece fotoğrafını aldığınızda çok ilginç bir şey açığa çıkıyor: Gezegen aydınlanıyor. Kutup daireleri civarındaki en parlak yer –yaşam tarafından değil, Dünya'nın manyetik alanı tarafından çekilen Güneş elektron ve fotonlarının yarattığı– aurora borealisle aydınlanıyor. Bunun dışında gördüğünüz her şey yaşamdan dolayı. Işıklar gündüz vakti gördüğünüz kıtaların tanınır bir krokiğini

oluşturuyor ve birçoğu, daha önce saptadığınız kentlere tekabül ediyor. Kentler sahil hatlarında yoğunlaşmış. Kıtaların iç taraflarında genellikle daha seyrekler. Dominant organizmalar deniz suyu olmadan yapamıyor herhalde (yahut belki de bir zamanlar, okyanusları geçen gemiler ticaret ve göçmenlik için elzemdi).

Ama bazı ışıklar kentlerden kaynaklı değil. Örneğin Kuzey Afrika'da, Orta Doğu'da ve Sibiryada, nispeten çıplak arazide – anlaşılan o ki, petrol ve doğal gaz kuyularında yanan artıklardan dolayı– çok parlak ışıklar var. Japon Denizi'nde, gündüz vakti ilk baktığınızda üçgen şeklinde, tuhaf bir ışıklı bölge var. Gündüz vakti, açık okyanusa tekabül ediyor. Kent değil burası. Ne olabilir? Aslında Japon kalamar avcıları filosu kalamar sürülerini ölüme çekmek için parlak ışıklar kullanıyor. Diğer günlerde bu ışıklı biçim Pasifik Okyanusu'nun her tarafında dolaşarak av arıyor. Aslında burada keşfettiğiniz şey suşi.

Uzaydan gözleyerek Dünya'daki yaşamdan bazı kırıntıları –geviş getirenlerin gastro-intestinal alışkanlıklarını, Japon mutfağını, 200 kente yetecek ölüm taşıyan göçebe denizaltılarla haberleşme yollarını– uzaydan böylesine kolayca fark edebildiğiniz halde, anıtsal mimarimizin, en büyük mühendislik eserlerimizin, birbirimize yardım etme çabalarımızın böylesine büyük kısmının hemen hemen görünmez olması insanın aklını başına getirecek bir şey gibi geliyor bana. Bir tür ibret bu.

DÜNYA'YI KEŞİF SEFERİNİZİN bu noktaya kadar son derece başarılı olduğu göz önüne alınmalıdır. Çevreyi tanımladınız; yaşamı fark ettiniz; zeki varlıkların belirtilerini buldunuz; hatta kafayı geometriye ve düz çizgilere takmış o dominant türü bile saptamış sayılırsınız. Bu gezegen elbette daha uzun ve ayrıntılı bir incelemeyi hak ediyor. Uzay geminizi şimdi Dünya'nın yörüngesine sokmanızın nedeni de bu.

Aşağıdaki gezegene bakınca yeni muammaları çözüyorsunuz. Dünya'nın her tarafında bacalar havaya karbondioksit ve toksik kimyasal maddeler salıyor. Yollarda gidip gelen dominant varlıklar da öyle. Ama karbondioksit bir sera gazıdır. Siz gözlerken, onun atmosferdeki miktarı durmadan, her yıl artıyor. Aynı şey metan ve diğer sera gazları için de geçerli. Böyle giderse gezegenin ısısı artmaya devam edecek. Spektroskopik incelemeyle,

havaya salınan başka türden moleküller de keşfediyorsunuz; klorofluorokarbonlar. Bunlar sadece sera gazı değil, üstelik koruyucu ozon tabakasını yok etme gibi yıkıcı etkileri de var.

Güney Amerika kıtasının –artık bildiğiniz üzere– muazzam bir yağmur ormanı olan merkezine daha yakından bakıyorsunuz. Her gece binlerce yangın görüyorsunuz. Gündüz vakti bölgeyi dumanla kaplı halde buluyorsunuz. Yıllar boyu, gezegenin her tarafında ormanların giderek azaldığını ve çalılarla dolu çöllerin giderek arttığını fark ediyorsunuz.

Aşağıdaki büyük Madagaskar adasına bakıyorsunuz. Nehirler kahverengiye bürünmüş ve çevredeki okyanusta kocaman bir leke bırakıyor. Sularla denize giden toprak örtüsüdür bu ve öylesine hızla gidiyor ki, birkaç on yıl sonra hiç kalmayacak. Fark ediyorsunuz, gezegenin her tarafındaki nehir ağızlarında aynı şey oluyor.

Ama toprak örtüsünün olmaması tarımın olmaması demektir. Bir yüzyıl sonra ne yiyecekler? Neyi soluyacaklar? Değişen ve daha tehlikeli bir çevreyle nasıl başa çıkacaklar?

Kendi gözkürenizin perspektifinden, bir şeylerin kesinlikle yanlış gittiğini görebiliyorsunuz. Yüzeyi yeniden işlemek için çok büyük çabalar harcamış olan dominant organizmalar –kimse artık bunlar–, bir taraftan da kendi ozon tabakalarını ve kendi ormanlarını yok edip kendi toprak örtülerini erozyona uğrattıyor ve gezegenlerinin ikliminde çok büyük ölçekli, denetimsiz denemeler yapıyorlar. Neler olduğunun farkında değiller mi? Kaderlerinden bihaberler mi? Hepsini hayatta tutan çevre için hep birlikte çalışmıyorlar mı?

Belki de, diyorsunuz, Dünya'da zeki bir yaşam olduğu hipotezini yeniden değerlendirmenin vakti geldi.

BAŞKA BİR YERDE YAŞAM ARAMAK: BİR KALİBRASYON

Dünya'dan yola çıkan uzay aracı –kameralarla, ısıyı ve radyo dalgalarını ölçen aletlerle, bileşim saptayan spektrometrelerle ve daha bir sürü cihazla donanmış halde– şimdiye kadar onlarca gezegenin, ayın, kuyruklu yıldızın ve asteroitin yanından geçti. Solar Sistemin başka hiçbir yerinde yaşam belirtisine rastlayamadık. Ama bizim başka yerlerdeki bir yaşamı, özellikle de bil-

diğımızden farklı türde bir yaşamı belirleyebilme becerimizden kuşku duyabilirsiniz. Su götürmez bir kalibrasyon testini yakın zamana kadar hiç yapmamıştık; yani modern bir gezegenler arası uzay aracıyla Dünya'nın yakınından geçip, kendimizi saptayıp saptayamayacağımızı görmeyi. 8 Aralık 1990'da bu durum tümüyle değişti.

Galileo, dev gezegen Jüpiter'i, aylarını ve halkalarını keşfetmek için tasarlanmış bir NASA uzay aracıdır. Adını da Dünya merkezli iddiaların devrilmesinde çok önemli bir rol oynayan kahraman İtalyan bilimciden alıyor. Jüpiter'in bir dünya olduğunu ilk kez gören ve dört büyük ayını keşfeden odur. Bu uzay aracının Jüpiter'e varması için (bir kez) Venüs'ün ve (iki kez de) Dünya'nın yakınından geçmesi ve bu gezegenlerin yerçekimiyle hızlanması gerekiyordu; aksi takdirde, gideceği yere varabilmesine yeterli bir çekim gücü yoktu. Yörünge tasarımıdaki bu zorunluluk bize ilk kez, Dünya'ya bir yabancının perspektifinden sistematik bir şekilde bakma olanağı verdi.

Galileo Dünya yüzeyinin sadece 960 kilometre yukarısından geçti. Bu bölümde -şekilleri 1 kilometre genişlikten daha küçük ölçekte gösteren fotoğraflar ve Dünya'nın gece görüntülerinin dahil olduğu- bazı istisnalar dışında, tanımlanan tüm uzay aracı verilerinin çoğu aslında *Galileo* tarafından elde edildi. Oksijenli bir atmosferin, suyun, bulutların, okyanusların, kutup buzlarının, yaşamın ve zekânın varlığı sonucunu *Galileo*'yla çıkarabildik. Gezegenleri keşfetmek için geliştirilmiş cihazların ve protokollerin kendi gezegenimizin çevresel sağlığını gözlemede kullanılması -yani NASA'nın şimdi ciddi bir şekilde yaptığı şey- astronot Sally Ride tarafından "Dünya Gezegeni Misyonu" diye tanımlandı.

Galileo'nun Dünya'daki yaşamla ilgili saptamalarının üzerinde benimle birlikte çalışan NASA bilimsel ekibinin diğer üyeleri şunlardı: Cornell Üniversitesi'nden Dr. W. Reid Thompson, JPLden Dr. Robert Carlson, Iowa Üniversitesi'nden Dr. Donald Gurnett ve Colorado Üniversitesi'nden Charles Hord.

Galileo'yla Dünya'daki yaşamı, bunun nasıl bir yaşam olduğu konusunda önceden bir herhangi bir varsayımda bulunmaksızın saptamadaki başarımız, başka gezegenlerde yaşam bulamadığımızda bu negatif sonucun anlamlı olduğu konusunda güvenimizi

arttırıyor. Bu düşünce antroposentrik, Dünya merkezli, yerel midir? Bence değil. Biz sadece kendi biyoloji türümüzü aramıyoruz. Yaygın halde bulunan herhangi bir fotosentez pigmenti, atmosferin geri kalanıyla dengeyi büyük ölçüde bozan herhangi bir gaz, yüzeye verilmiş herhangi birçok geometrik biçim, gece yarı küresinde herhangi bir sürekli ışık gruplaşması, astrofiziksel olmayan herhangi bir radyo emisyon kaynağı yaşamın varlığını gösterecektir. Dünyada tabii ki sadece kendi tipimizdekini bulduk ama başka yerlerde birçok başka tipler de saptanabilecekti. Ama bulamadık. Bu üçüncü gezegen incelemesi, Solar Sistemdeki tüm dünyalar arasında sadece bizimkinin yaşam tarafından onurlandırıldığı konusunda vardığımız çekingen sonucu güçlendiriyor.

Aramaya daha yeni başladık. Belki yaşam Mars'ta ya da Jüpiter'de, Europa ya da Titan'da gizleniyordur. Belki de galaksi, yaşam yönünden bizimki kadar zengin dünyalarla doludur. Belki de böyle keşiflerde bulunmanın eşiğindeyiz. Ama mevcut bilgilere dayanarak konuşursak, şu anda Dünya benzersiz. Henüz başka hiçbir dünyanın, teknik bir uygarlık bir yana, bir mikrop bile barındırdığı bilinmiyor.

6

voyager'in zaferi

Onlar ki gemilerle denizlere açılırlar, büyük sularda işler yaparlar;
Rabbimizin eserlerini ve derin mucizelerini bunlar görürler.
-MEZMURLAR, 107 (y. MÖ 150)

Çocuklarımıza verdiğimiz hayaller geleceği biçimlendirir. Bu hayallerin neler olduğu çok önemli. Bunlar sıklıkla, kendini gerçekleştiren kehanetler haline gelir. Düşler birer haritadır.

Çok korkunç gelecekler rüsetmenin sorumlu bir tavır olduğu kanısında değilim; evet, bunlardan kaçınacaksa mümkün olduklarını bilmek zorundayız. Peki alternatifler nerde? Heves ve ilham veren düşler nerde? Dünyanın, çocuklarımıza vermekten gurur duyacağımız gerçekçi bir haritasına hasret kaldık. İnsan amacının kartografları nerde? Umutlu geleceklerin, kafamıza nişan almış, tetikte bekleyen bir silah değil, insanlığın düzelmesi için bir araç olacak bir teknolojinin hayali nerde?

NASA normal işini yapma sürecinde bize böyle bir hayali veriyor. Ama 1980'lerin sonunda ve 90'ların başında birçok kişi, ABD uzay programını böyle değil de bir felaketler serisi gibi görüyordu: Ana fonksiyonu, kimseyi riske atmadan, daha düşük bir maliyetle de pekâlâ yerleştirebilecek bir haberleşme uydusunu yörüngeye koymak olan bir misyon sırasında can veren yedi

cesur Amerikalı; berbat bir perspektif yoksunluğuyla sürgüne gönderilen bir milyar dolarlık bir teleskop; Jüpiter'e giden ve -Dünya'ya verilerin gönderilmesinde çok önem taşıyan- ana anteni açılmayan bir uzay aracı; tam Mars'ın yörüngesine girecekken kaybolan bir roket. Bazı kişiler, NASA ne zaman birkaç astronotun Dünya çevresinde hiç durmadan dönecek ve başka hiçbir yere gitmeyecek küçük bir kapsülle 200 mil yukarıya gönderilmesini keşif olarak nitelendirse yağ çekiyorlar. Robotlu misyonların parlak başarılarına kıyasla, insanlı görevlerden önemli bilimsel bulguların nadiren çıkması çok dikkat çekici. İnsanlı programların 1970'lerden beri, beceriksizce yapılmış ya da çalışmayan uyduların onarımı ya da pekâlâ insansız bir taşıyıcı roketle gönderilebilecek bir uydunun yerleştirilmesi dışında, maliyetleriyle orantılı bir başarı yaratması mümkün görülmedi. Diğerleriyle NASA'yı uzaya silah yerleştirmek için muhteşem planların maşası gibi gördüler ve Dünya yörüngesindeki bir silahın çoğu durumda gayet kolay bir hedef olduğunu hiç düşünemediler. Ve NASA, yaşlanan, arteriosklerozlu, pipirikli, maceradan korkan bir bürokrasinin birçok semptomunu gösteriyordu. Trend belki de tersine dönmeye başlamıştı.

Ama -çoğu kesinlikle geçerli- bu eleştiriler bizi NASA'nın aynı dönemde kazandığı başarılarla karşı körleştirmemeli: Uranüs ve Neptün sistemlerinin keşfi, Hubble uzay teleskopunun yörüngede onarımı, galaksilerin varlığının Büyük Patlama'yla tutarlı olduğunu gösteren kanıt, asteroitlerin ilk kez yakından gözlenmesi, Venüs'ün bir kutuptan ötekine haritasının çıkarılması, ozon tabakasındaki delinmenin takip edilmesi, yakındaki bir galaksinin merkezinde bir milyar güneşten oluşan bir kütleyle bir kara deliğin varlığının gösterilmesi ve ABD'yle Rusya'nın uzayda ortak girişimlerde bulunması konusunda tarihsel bir uzlaşma.

Uzay programının geniş kapsamlı, ileriye dönük, hatta devrimci birtakım anlamları vardır. Uyduların gezegenle kurduğu bağlantılar küresel ekonomi için çok önemlidir ve televizyon aracılığıyla rutin bir şekilde, küresel bir toplumda yaşadığımız yolunda, çok temel bir gerçeği aktarıyor bize. Meteoroloji uyduları havayı önceden tahmin ederek her yıl kasırgalarda ve hortumlarda canlar kurtarıyor ve milyarlarca dolarlık ürün kayıplarını önüyor. Askeri keşif ve antlaşmaları denetleme amaçlı uydular

ulusları ve küresel uygarlığı daha güvenli kılıyor, on binlerce nükleer silahın bulunduğu bir dünyada, iki taraftaki sınırlı tipleri ve paranoyakları sakinleştiriyorlar; sorunlu ve ne olacağı bilinmez bir gezegende hayatta kalmak için çok gerekli cihazlar bunlar.

Dünya'yı gözleyen uydular, özellikle de çok yakında göreve gönderilecek yeni bir jenerasyon, küresel çevrenin sağlığını kontrol ediyor: Sera ısınmasını, toprak örtüsündeki erozyonu, ozon tabakasındaki deliği, okyanus akıntılarını, asit yağmurlarını, sellerin ve kuraklıkların etkilerini ve henüz keşfedemediğimiz yeni tehlikeleri yani. Doğrudan, gezegensel hijyendir bu.

Şimdi öylesine mükemmel küresel konumlama sistemleri kuruldu ki, bulunduğunuz yer birçok uyduyla nirengi yapılarak saptanıyor. Modern kısa dalga bir radyo boyutunda, küçük bir cihaz sayesinde, bulunduğunuz enlem ve boylamı çok hassas bir şekilde bulabilirsiniz. Düşen hiçbir uçak, siste ya da sıklıkta kalan hiçbir gemi, tanımadığı bir kente giden hiçbir sürücü kaybolmayacak artık.

Dünya yörüngesinden öteleeri gözetleyen astronomik uydular üstün bir netlikle gözlemler yaparak, yakın yıldızların çevresindeki muhtemel gezegenlerin varlığından, Evrenin kökeni ve kaderine varıncaya kadar birçok sorunu inceliyorlar. Gezegensel roketler Solar Sistemimizin öteki dünyalarından oluşan muhteşem dizide yakın mesafeden keşifler yaparak onların kaderini bizimkiyle karşılaştırıyor.

Bu etkinliklerin hepsi geleceğe yönelik, umutlu, heyecan verici ve maliyeti düşük şeylerdir. Bunların hiçbirisi "insanlı" bir uzay uçuşu gerektirmiyor. NASA'nın geleceğiyle yüzleşen ve bu kitapta değinilen anahtar konulardan biri de, insanlı uzay uçuşları için sözde haklı gerekçelerin tutarlı ve doğrulanabilir olup olmadığıdır. Maliyetine değişiyor mu bunlar?

1. Uzaya çeşitli uluslardan kadın astronotlar ve kozmonotlar gitmiş olduğundan, "manned" [yazarın "insanlı" anlamında kullandığı sözcük budur, "erkekli" anlamına da gelir (ç.n.)] tümüyle yanlıştır. Ben, yaygın bir şekilde kullanılan, kendini bilmezcesine cinsiyetçi bir çağda türetilmiş bu terime bir alternatif bulmaya giriştim. Bir süre "crewed" ["mürettebatlı" (ç.n.)] sözcüğünü kullanmaya çalıştım ama konuşma dilinde yanlış anlaşılmaya müsait bir sözcük bu. "Pilotlu" pek olmuyor çünkü ticari uçaklarda bile robot pilotlar var. "Manned and woman" doğru ama kullanışsız. Belki en iyi yol "human" ["insan" (ç.n.)], ki bize insanlı ve robotlu görevler arasında net bir ayırım yapma olanağı veriyor. Ama "human" sözcüğünün de bazen pek uygun olmadığını fark ettim ve üzülerek, "manned" tekrar geri geldi.

Fakat ilk önce, gezegenler arasına gönderilen robotlu uzay araçlarının bahsettiği umutlu bir gelecek hayallerine bakalım.

VOYAGER 1 VE VOYAGER 2, solar sistemi insan türüne açan, gelecek kuşaklar için yola ışık tutan uzay gemileridir. Onların 1977 Ağustos ve Eylül'ünde fırlatılmasından önce bizler solar sistemin gezegenler bölümünün çoğu kısmından neredeyse tümüyle habersizdik. Bunu takip eden on iki yılda bize birçok yeni dünya hakkında ilk ayrıntılı ve yakından bilgileri bunlar sağladı; bu dünyalardan bazıları vaktiyle sadece, yere konuşlandırılmış teleskopların merceklelerinde bulanık diskler, bazıları ancak ışık noktaları olarak biliniyordu ve bazılarının da varlığı bile kuşkuluydu. Bize hâlâ bir sürü veri gönderiyorlar.

Bu uzay araçları bize diğer dünyaların harikaları hakkında, kendi Dünya'mızın benzersizliği ve naçizliği hakkında, başlangıçlar ve sonlar hakkında çok şey öğretti. Solar sistemin –hem genişlik hem de kütle yönünden– çoğuna ulaşmamızı sağladılar. Belki de çok uzak torunlarımızın anavatanı olacak yerleri keşfeden ilk gemilerdir onlar.

Günümüzde ABD fırlatma araçlarının gücü böyle bir uzay aracını sadece roket itiş gücüyle birkaç yılda Jüpiter'e ve ötesine vardırmaya yeterli değil. Fakat akıllıysak (ve şanslıysak) yapabileceğimiz başka bir şey daha var: *Galileo*'nın yıllar sonra yaptığı gibi, bir dünyanın yakınından geçebilir ve onun çekim gücünün bizi bir sonrakine fırlatmasını sağlayabiliriz. Yerçekimi yardımı denir buna. Bize maliyeti neredeyse bir yaratıcılıktan öte bir şey değil. Dönen bir atlıkarıncanın önünüzden geçen bir direğine tutunmak, sizi hızlandırmasını ve başka bir yöne fırlatmasını sağlamak gibi bir şeydir bu. Uzay aracının hızlanması, gezegenin Güneş yörüngesindeki hareketinin yavaşlamasıyla karşılanır. Ama gezegen, uzay aracına kıyasla çok daha kütleli olduğundan, neredeyse hiç yavaşlamaz. *Voyager* uzay araçlarının ikisi de, Jüpiter'in yerçekiminden kaynaklanan, saatte yaklaşık 40.000 millik bir ıttırme hızına ulaştı. Jüpiter de Güneş etrafındaki hareketinde yavaşladı. Ama ne kadar? Bugünden beş milyar yıl sonra, Güneş'imiz kıpkırmızı ışıksın bir dev haline gelince, Jüpiter, *Voyager 20*. yüzyılın sonunda yanından geçmeseydi bulunacağı yerin bir milimetre gerisinde kalacak.

Voyager 2 çok ender görülen, gezegenlerin bir hizaya girme durumundan yararlandı: Yakınından geçtiği Jüpiter onu hızlandırıp Satürn'e, Satürn Uranüs'e, Uranüs Neptün'e ve Neptün de yıldızlara fırlattı. Ama bunu her istediğinizde yapamazsınız: Böyle bir göksel bilardo oyunu için bundan bir önceki fırsat kendini Thomas Jefferson'ın başkanlığı sırasında göstermişti. O zamanlar, kâşifliğin ancak at sırtında, kanolarla ve yelkenli gemilerle yapılan aşamasındaydık. (Buharlı gemiler hemen köşenin ötesindeki, dönüşen yeni teknolojiydi.)

Yeterli maddi kaynak olmadığından, NASA'nın Jet Tepki Laboratuvarı (JPL) ancak Satürn'e kadar hatasız çalışacak bir uzay aracı yapabilir. Bunun ötesinde ne olacağı hiç belli değil. Ama her iki uzay aracı da, mühendislik tasarımındaki deha –ve komutları uzay aracına radyo sinyalleriyle gönderen JPL mühendislerinin uyanık davranma hızının uzay aracının aptallaşmasından daha hızlı olması– sayesinde yola devam edip Uranüs ve Neptün'ü keşfe gitti. Bugünlerde, Güneş'in bilinen en uzak gezegeninin ötesinden keşiflerini gönderiyorlar.

Bizler gelen müthiş haberlere, onları getiren gemilerden ya da gemileri yapan işçilerden daha çok ilgi gösteririz. Bu hep böyle olmuştur. Kristof Kolomb'un yolculuklarıyla büyülenmiş o tarih kitaplarında bile bize Niña, Pinta ve Santa María'yı yapanlar ya da karavela gemisinin kuralları hakkında pek fazla bir şey söylenmez. Bu uzay araçları, bu tasarımcılar, yapımçılar, rotacılar ve kontrolcüler, barışçıl amaçlar için kesin bir şekilde serbest bırakılan bilimin ve mühendisliğin neler başarabileceğinin örneğidir. O bilimciler ve mühendisler mükemmellik ve uluslararası rekabet gücü arayan bir Amerika için rol modelleri olmalı. Pullarımızda yer almalılar.

Uzay araçlarının biri yahut ikisi de, dört dev gezegenin –Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'ün– her birinde gezegenin kendisini, halkalarını ve aylarını inceledi. 1979'da Jüpiter'de, bir insanı öldürebilecek düzeyden bin kat yoğun bir hapsolmuş yüklü parçacık dozuna karşı koydular; böylesine bir radyasyonla kuşatılmışken –bir sürü şaşırtıcı keşfin yanı sıra– en büyük gezegenin halkalarını, Dünya dışındaki ilk aktif yanardağı ve havasız bir dünyada muhtemel bir yeraltı okyanusunu keşfettiler. 1980 ve 1981'de Satürn'de bir buz tipisini atlattılar ve birkaç tane değil binlerce

yeni halka buldular. Nispeten yeni bir geçmiş zamanda gizemli bir şekilde erimiş donuk ayları ve üzerinde organik maddelerden bulutlar yükselen, sıvı hidrokarbonlardan oluşmuş muhtemel bir okyanusun bulunduğu devasa bir dünyayı incelediler.

Voyager 2, 25 Ocak 1986'da Uranüs sistemine girdi ve bir dizi harikayı bildirdi. Karşılaşma sadece birkaç saat sürdü ama sadık bir şekilde Dünya'ya aktarılan veriler, camgöbeği gezegen, onun 15 ayı, kapkara halkaları ve hapsolmuş yüksek enerji yüklü parçacıklardan oluşan kemeri hakkındaki bilgimizde devrim yarattı. *Voyager 2*, 25 Ağustos 1989'da Neptün sistemine girdi ve çok uzakta kalmış Güneş'in yetersiz aydınlığıyla, kaleydoskopik bulut biçimlerini ve şaşılacak derecede seyrek bir havanın rüzgârıyla hareket eden ince organik partiküllerden bulutları bulunan tuhaf bir ayı gözledi. Ve 1992'de, bilinen en dış gezegenin ötesine geçtiklerinde, her iki *Voyager* heliopozun daha da ötesinden -Güneş'ten gelen rüzgârın yerini yıldızlardan gelen rüzgâra bıraktığı yerden- geldiği düşünülen radyo gönderimleri aldı.

Bizler Dünya'yla sınırlı kaldığımızdan, uzaktaki dünyaları görüntüyü çarpıtan bir hava okyanusundan gözlemek zorundayız. O dünyaların gönderdiği morötesi, kızılötesi dalgaların ve radyo dalgalarının çoğu bizim atmosferimize giremiyor. Uzay aracımızın bizim Solar Sistem çalışmalarında niçin devrim yarattığını görmek zor değil: Uzay boşluğunun saf berraklığına çıktık ve oradaki hedeflerimize yaklaşp *Voyager*'la yakınlarından geçtik ya da yörüngelerine girdik yahut yüzeylelerine konduk.

Bu uzay araçları Dünya'ya yaklaşık 100.000 ansiklopedi cildine denk gelen dört trilyon baytlık bilgi gönderdi. *Voyager 1* ve 2'nin Jüpiter sistemiyle karşılaşmalarını *Cosmos*'da anlattım. İleriki sayfalarda Satürn, Uranüs ve Neptün'le karşılaşmalar hakkında da bir şeyler söyleyeceğim.

VOYAGER 2'NİN URANÜS sistemiyle karşılaşmasından he-men önce, görevin tasarımı belirlenen son bir manevra, yani araçtaki jet sevk sisteminin kısa bir süre çalıştırılarak uzay aracının hızla hareket eden ayların arasında önceden saptanmış bir yolu takip edebilmesi için gereken şekilde konumlandırılması vardı. Ama rota düzeltiminin gereksiz olduğu görüldü. Uzay aracı -kavis çizen 5 milyar kilometrelik bir yolculuğun

üzerine bir de- tasarlanmış yörüngesinin 200 kilometresini zaten katetmişti. Bu kabaca, bir iğneyi fırlatıp da 50 kilometre uzaktaki başka bir iğnenin gözünden geçirmekle ya da Washington'da tüfeğinizi ateşleyip de Dallas'taki hedefi tam on ikiden vurmakla eş değerdir.

Gezegensel hazinenin ana damarları radyo dalgalarıyla Dünya'ya gönderildi. Ama Dünya o kadar uzak ki, Neptün'den gelen sinyal gezegenimizdeki radyoteleskopta tutulduğu zaman alınan enerji sadece 10^{-16} wattır (ondalık hane noktasıyla bir arasında on beş sıfır var). Bu zayıf sinyal, bir atom çapında, normal bir okuma lambasının Dünya'nın Ay'a mesafesi kadar bir uzaklıktan verdiği enerjiyle aynı oranda. Bir amipin ayak sesini duymak gibi bir şey.

Bu misyon 1960'ların sonlarında düşünüldü. 1972'de ilk maddi kaynak bulundu. Fakat (Uranüs ve Neptün'le karşılaşmaların da dahil olduğu) son biçimi, gemiler Jüpiter'deki keşiflerini bitirinceye kadar onaylanmadı. İki uzay aracı Dünya'dan, tekrar kullanılması mümkün olmayan Titan/Centaur roket düzeneğiyle fırlatıldı. Yaklaşık bir ton ağırlığındaki Voyager'lerden biri küçük bir evin içi kadardır. Her biri, radyoaktif plutonyumu elektriğe çeviren bir jeneratörden yaklaşık 400 watt (ortalama bir Amerikan evinden epey daha az bir) enerji çeker. (Güneş enerjisine bağlı olsaydı, gemi Güneş'ten giderek uzaklaştığından, kullanılabilecek enerji çabucak azalır. Nükleer enerji olmasaydı Voyager'lar Solar Sistemin dışından, belki biraz Jüpiter'den gönderilenler hariç, hiç veri gönderemezdi.)

Uzay aracının iç kısımlarındaki elektrik akışı, gezegenler arası manyetik alanlarda ölçüm yapan hassas cihazı boğacak bir manyetik güç yaratıyordu. Bu yüzden, manyetometre uzun bir kolun ucuna, rahatsız edici elektrik akımlarından uzağa kondu. Diğer çıkıntılarla birlikte Voyager'a biraz oklu kirpi görüntüsü veriyor bu. Kameralar, kızılötesi ve morötesi spektrometreler ve fotopolarimetre denen bir cihaz, komut verildiğinde dönerek bunları hedefteki gezegene yöneltecek bir tarama platformunun üzerindedir. Uzay aracının Dünya'nın ne tarafta olduğunu bilmesi ve verileri vatana göndermesi için antenin doğru yöne çevrilmesi gerekir. Ayrıca, yanından geçtiği bir gezegeni gerektiği şekilde hedef alabilmesi için Güneş'in ve en azından bir

parlak yıldızın da nerede olduğunu bilmeli ve böylece yerini üç boyutta saptayabilmelidir. Kameraları doğru yöne çeviremezseniz milyarlarca mil öteye fotoğraf gönderebiliyor olmamız bir işe yaramaz.

Her bir uzay aracı hemen hemen bir modern stratejik bombardıman uçağı kadar paraya malolur. Ama Voyager, bombardıman uçaklarının tersine, bir kez fırlatıldıktan sonra onarım için hangara geri dönemez. Bu nedenle, geminin bilgisayarları ve elektronik cihazları gereğinden fazla sayıda tasarlanmıştır. Ana radyo alıcısı da dahil, önemli cihazlardan çoğunun -gerekeceği zaman gelirse göreve çağrılmayı bekleyen- en az bir yedeğı vardır. Voyager'lerden biri bir sorunla karşılaşır, bilgisayarlar beklenmedik durumlar için tasarlanmış, dallara ayrılan bir mantık ağacını kullanarak uygun eylem planını bulmaya çalışır. Eğer işe yaramazsa, geminin radyo dalgalarıyla vatandan yardım ister.

Uzay araçları Dünyadan uzaklaştıkça radyo dalgalarının gidip gelme süresi de artar ve Voyager Neptün'ün uzaklığındayken bu süre on bir saate kadar çıkar. Bu nedenle, acil durum halinde, uzay aracının Dünyadan gelecek komutları beklerken güvenli bir bekleme durumuna nasıl gireceğini bilmesi gerekir. Eski-dikçe, gerek mekanik parçalarında gerek bilgisayar sisteminde gittikçe daha çok hata çıkması beklenir ama şu anda bile, ciddi bir hafıza bozukluğunun, robotik bir alzheimer hastalığının herhangi bir belirtisi yok.

Voyager mükemmel demek değildir bu. Görevi tehlikeye düşüren ciddi aksilikler oldu. Her seferinde -kimileri başlangıçtan beri Voyager programında yer almış- mühendislerden oluşan özel timler, sorunu "halletmek"le görevlendirildi. İşin temelini oluşturan bilim üzerinde çalıştılar ve bozulan alt sistemlerle ilgili daha önceki deneyimlerinden yararlandılar. Fırlatılmamış bir Voyager uzay aracının birebir aynı donanımında deneme yaptılar ya da hatta arıza biçimi hakkında istatistik bir fikir edinebilmek için, bozulan bileşenlerden bol miktarda ürettiler.

1978 Nisan'ında, yani fırlatılmadan yaklaşık sekiz ay sonra ve gemi asteroit kuşağına yaklaşırken, ihmal edilen bir yer komutu -yani bir insan hatası- Voyager 2'ye yüklenmiş bilgisayarın birincil radyo alıcısından yedeğine geçmesine yol açtı. Uzay aracına yerden gelen bir sonraki aktarım sırasında yedek alıcı

Dünyadan gelen sinyale kilitlenmedi. İzleme halkası kondansatörü denen bir parça çalışmıyordu. *Voyager 2* yedi gün hiç temas kurulamaz halde kaldıktan sonra, bilgisayardaki hata önleme programı birdenbire yedek alıcıya kapanma ve birincil alıcıya tekrar açılma komutu verdi. Birincil alıcı -nedenini bugüne kadar kimsenin bilmediği- esrarengiz bir şekilde, birkaç saniye sonra bozuldu. Ondan bir daha hiç ses duyulmadı. Üstüne üstlük, aracın bilgisayarı bu kez budalaca, bozulmuş birincil alıcıyı kullanmada diretti. İnsansal ve robotsal hataların talihsiz bir şekilde birbirine eklenmesi yüzünden uzay aracı şimdi gerçek bir tehlike altındaydı. Kimse *Voyager 2*'nin yedek alıcıya geri dönmesini sağlamanın bir yolunu bulamıyordu. Geri dönse de, yedek alıcı Dünyadan gelen komutları -çalışmayan kondansatör yüzünden- alamıyordu. Her şeyin yitirildiğinden korkan bir sürü proje elemanı vardı.

Ama tüm komutlara karşı bir hafta süren inatçı bir vurdum-duymazlıktan sonra, alıcılar arasında otomatik değişim direktifleri kabul edildi ve ne yapacağı belli olmayan araç bilgisayarında programlandı. O hafta süresince JPL mühendisleri, zarar görmüş yedek alıcının temel emirleri algılamasını sağlayacak, yaratıcı bir komut frekansı kontrol yöntemi tasarladı.

Mühendisler şimdi uzay aracıyla en azından ilkel bir yolla yeniden iletişim kurabiliyordu. Ama ne yazık ki, yedek alıcı şimdi de sersemleşmiş ve uzay aracının çeşitli parçalarının kullandığı enerji çoğalıp azalırken saçılan ısıya aşırı duyarlı hale gelmişti. Takip eden aylarda JPL mühendisleri uzay aracının operasyon şekillerinden çoğunun termal sonuçlarının tümüyle saptanmasını sağlayan testler geliştirip uyguladılar: Dünyadan gelen komutların alınmasını engelleyenler ve mümkün kılanlar nelerdi?

Bu bilgi sayesinde, yedek alıcı sorununun etrafından dolaşmıştı. Alıcı bundan sonra Dünyadan gelen, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün sistemlerinde verilerin nasıl toplanacağı konusundaki bütün komutları aldı. Mühendisler görevi kurtarmıştı. (İşi sağlama almak için, *Voyager 2*'nin bundan sonraki yolculuğunun çoğunda, karşılaşılabilecek gezegenlerden basit bir veri toplama serisi bile daima -uzay aracı vatandan gelen ya-karışlara yine sağır hale gelebilir diye- aracın bilgisayarlarına dışarıdan girerek yapıldı.)

Can sıkıcı diğerk bir hata da 1981 Ağustos'unda, *Voyager 2* (Dünya'dan görüldüğü haliyle) Satürn'ün arkasından çıktıktan hemen sonra yaşandı. Tarama platformu -çok kısa süren yaklaşma sırasında hep halkaların, ayların ve gezegenin arasında bir oraya bir buraya yönelerek- hummalı bir şekilde hareket ediyordu. Platform birdenbire kilitleniverdi. Tarama platformunun takılıp kalması insanı delirten bir tatsızlıktır: Uzay aracının daha önce hiç tanık olunmamış harikaların yanından geçtiğini, onları bir daha yıllarca yahut on yıllarca göremeyeceğinizi biliyorsunuz ama kayıtsız uzay aracı hiçbir şeyi umursamadan, sabit bir şekilde hep uzay boşluğuna bakıyor.

Tarama platformu, dişli takımları bulunan tahrik düzenekleriyle yönlendirilir. Bu yüzden, JPL mühendisleri ilk önce uçuş tahrik düzeneğinin birebir kopyasını bunun taklidi bir görevde çalıştırdı. Bu tahrik düzeneği 348 dönüşten sonra bozuldu; uzay aracındaki tahrik düzeneği 352 dönüşten sonra bozulmuştu. Sorunun bir yağlama hatası olduğu çıktı. Bunu bilmek iyiydi de, bu konuda ne yapılacaktı ki? Açıkçası, *Voyager*'a bir yağdanlık göndermek olanaksızdı.

Mühendisler, acaba çalışmayan tahrik düzeneği bir ısıtıp bir soğutmayla yeniden çalıştırılabilir mi diye düşündü; bunun sonucunda oluşan termal stresler tahrik düzeneğinin parçalarının değişik oranlarda genleşip büzülmesine yol açar ve bu da sistemdeki sıkışmanın çözülmesini sağlayabilirdi. Bu fikri laboratuvarı özel olarak üretilmiş tahrik düzeneklerinde denediler ve çok sevinerek, tarama platformunu uzayda bu yöntemle yeniden çalıştırabileceklerini buldular. Proje personeli ayrıca, tahrik düzeneğinde bir arızaya yol açabilecek başka tür eğilimleri, sorunu halletmeye yetecek kadar erken teşhis edecek yöntemler yarattı. Sonrasında *Voyager 2*'nin tarama platformu mükemmel çalıştı. Uranüs ve Neptün sistemlerinden alınan bütün görüntüler varlığını bu çalışmaya borçludur. Durumu yine mühendisler kurtarmıştı.

Voyager 1 ve 2 sadece Jüpiter ve Satürn sistemlerinin keşfedilmesi için tasarlanmıştı. Yörüngelerinin onları Uranüs ve Neptün'e götürdüğü doğrudur ama bu gezegenler hiçbir zaman *Voyager* keşif gezisinin resmi hedefi olarak saptanmamıştı; uzay araçlarının bu kadar uzun süre dayanacağı düşünülmemişti çünkü.

Bizim dileğimiz esrarengiz dünya Titan'a gitmek olduğundan, *Voyager 1* Satürn'ün yanından, bilinen başka hiçbir dünyayla karşılaşmayacak bir rotaya sapacaktı; Uranüs ve Neptün'e parlak bir başarıyla giden, *Voyager 2*'dir. Bu kadar muazzam uzaklıklarda güneş ışığı giderek sönükleşir ve Dünya'ya aktarılan radyo sinyalleri giderek zayıflar. Bunlar önceden tahmin edilebilen ama yine de JPL mühendislerinin ve bilimcilerinin çözmek zorunda kaldığı çok ciddi sorunlardı.

Uranüs ve Neptün'deki düşük ışık düzeyleri yüzünden, *Voyager*, televizyon kameraları pozlandırma sürelerini uzatmak zorundaydı. Fakat uzay aracı, mesela Uranüs sisteminden, öylesine hızla (saatte yaklaşık 35.000 mil) geçiyordu ki, görüntüler yayılıyor ya da bulanıklaşıyordu. Uzay aracı bunu telafi etmek ve hareketinin yarattığı etkiyi gidermek için, hareket eden bir arabadan bir sokak sahnesinin fotoğrafını çekerken gittiğiniz yönün tersi yönde dönmeniz gibi, pozlandırma süresi boyunca hep dönmek zorundaydı. Kolaymış gibi gelebilir ama değil: Devrimlerin en safını nötralize etmeniz gerekiyor. Sıfır yerçekimindeyken aracın teyp kayıt cihazını sadece açmanız ve kapatmanız bile uzay aracını resmin bulanıklaşmasına yetecek kadar sallayabilir.

Bu sorun, uzay aracının (itici denen) küçük roket motorlarına, yani olağanüstü hassas makinelere komutlar gönderilerek çözüldü. Bu iticiler her veri alma sekansının başlaması ve bitmesi sırasında püskürttükleri birazcık gazla bütün uzay aracını birazcık döndürerek teyp kayıt cihazından kaynaklanan sallantıyı telafi ettiler. Mühendisler Dünya'ya gelen radyo gücünün düşüklüğüyle başa çıkmak için, verileri kaydetmede ve aktarmada kullanılacak yeni ve daha etkili bir yöntem buldular ve Dünya'daki radyoteleskoplar birbirlerine elektronik olarak bağlanarak duyarlılıkları arttırıldı. Görüntüleme sistemi genel olarak Uranüs ve Neptün'de birçok kriter yönünden Satürn ve hatta Jüpiter'den bile daha iyi çalıştı.

Voyager yine de keşfini tamamlayamayabilir. Tabii ki yarın bile, çok önemli bir alt sistemin bozulma riski var ama plutonyumun radyoaktif parçalanmasına dayanan enerji kaynağı bakımından, iki *Voyager* uzay aracı da Dünya'ya kabaca 2015 yılı sonuna kadar veri gönderebilecektir.

Voyager -kısmen robot kısmen insan- zeki bir varlıktır. İnsan aklını çok uzak dünyalara kadar götürüyor. Basit işlerde ve kısa süreli sorunlarda kendi zekâsına dayanıyor; ama daha karmaşık işler ve daha uzun sürecek sorunlar için JPL mühendislerinin kolektif aklına ve deneyimine başvuruyor. Bu trend elbette gelişecektir. *Voyager*'lar 1970'lerin başındaki teknolojiyi taşıyor; uzay araçları bugün böyle bir misyon için tasarlandıysa yapay zekâda, küçültmede, veri işleme hızında, kendi kendini teşhis ve onarımda ve deneyimden öğrenme eğiliminde baş döndürücü ilerlemelerle zenginleşeceklerdir. Ayrıca çok da ucuzlayacaklardır.

Gerek uzayda gerek Dünya'da, insanlar için çok tehlikeli birçok ortamda gelecek, iki *Voyager*'ı yol açan öncülerini izleyen robot-insan ortaklıklarınınındır. Nükleer kazalar, maden felaketleri, denizaltı araştırması ve arkeolojisi, fabrika üretimi, yanardağların içine girme ve ev işlerinde yardım gibi ancak birkaç tanesini sayabileceğimiz potansiyel uygulamalarda, kendi aksaklıklarını teşhis edip onarabilen zeki, hareketli, küçük, dışarıdan komut verilebilir robotlardan oluşan, göreve hazır müfrezelerin varlığı muazzam bir fark yaratabilir. Yakın gelecekte bu grubun çok daha büyümesi muhtemeldir.

Bugün halk arasındaki yaygın inanış, devlet tarafından yapılan her şeyin bir felaket olacağıdır. Fakat iki *Voyager* uzay aracı devlet tarafından (diğer bir umacının, akademinin ortaklığıyla) yapıldı. Bunlar tam zamanında, gereken maliyetle geldiler ve tasarlama sınırları -ve de yapanların en abartılı hayallerini- kat kat aştılar. Bir şeyleri denetim altına almak, tehdit etmek, zarar vermek ya da yok etmek amacını gütmeyen bu güzel makineler bizim doğamızın Solar Sistemde ve ötesinde gezinmeye gönderdiğimiz keşfedici parçasını simgeliyor. Bu tür bir teknoloji ve bunun ortaya serdiği, bütün insanların her yerde serbestçe kullanabileceği hazineler, Birleşik Devletler'in son birkaç on yıldır yaptığı, onunla her konuda hemfikir olanlar kadar siyasetinden büyük ölçüde nefret edenlerin de hayranlığını kazanan birkaç etkinlikten biridir. *Voyager*, fırlatılışından Neptün'le karşılaşmasına kadar, her bir Amerikalıya yılda bir pennyden az bir paraya mal oldu. Gezegenlere yolculuklar bizim -ve bununla sadece Birleşik Devletler'i değil insan türünü kastediyorum- yaptığımız en iyi şeylerden biridir.

7

satürn'ün ayları arasında

Sultanlar gibi otur Satürn'ün ayları arasında.

-HERMAN MELVILLE, *MOBY DICK*, BÖLÜM 107 (1851)

Büyüklik bakımından Ay'la Mars arası bir dünya var; yukarı atmosferin -yakındaki, halkalı gezegenlerin simgesi bir gezegenden akın akın gelen- elektrik yüküyle titreştiği, sürekli kah-verengi, kapalı bir havaya tuhaf bir yanık turuncunun katıldığı ve yaşamın ana maddesinin gökten, aşağıdaki bilinmeyen bir yüzeye yağdığı bir dünya. O kadar uzak ki, Güneş'ten gelen ışıkların oraya varması bir saatten fazla zaman alıyor. Uzak aracıyla varmasıysa yıllar alıyor. Hakkında -büyük okyanuslarının olup olmadığı da dahil- birçok şey hâlâ bir sır. Ama bugün bildiklerimiz, ulaşılabilir bir uzaklıkta, çok uzun zaman önce Dünya'da yaşamın başlamasına yol açmış bazı süreçlerin işlemekte olduğu bir yer olabileceğini kabul etmemize yeterli.

Kendi dünyamızda, maddenin evrimi konusunda çoktandır devam eden -ve bazı yönlerden çok büyük umutlar veren- bir deneme sürmekte. Bilinen en eski fosiller yaklaşık 3,6 milyar yıllık. Yaşamın başlangıcı muhakkak ki bundan epey daha önce gerçekleşmiş olsa gerek. Ama 4,2 ya da 4,3 milyar yıl önce Dünya, oluşumunun son aşamaları sırasında öyle bir yanıp kavrulmuş haldeydi ki henüz yaşam var olamazdı: Çok büyük çarpışmalar

karaları eritiyor, okyanusları buhara çeviriyor ve son çarpışmadan beri birikmiş atmosferi uzaya fırlatıyordu. Yani yaklaşık 4 milyar yıl önce, en eski atalarımızın ortaya çıktığı, epey dar –belki ancak yüz milyon yıl genişliğinde– bir zaman aralığı var. Koşullar bir kez elverdiğinde yaşam hızla ortaya çıkmış. Bir şekilde. İlk canlı şeyler büyük olasılıkla yetenezsiz, bugün yaşayan en adi mikroptan bile çok daha aciz, belki kendilerinin ancak kaba birer kopyasını zar zor üretebilecek varlıklardı. Ama doğal seleksiyon, ilk kez Charles Darwin'in tutarlı bir şekilde tanımladığı anahtar süreç öylesine muazzam güçlü bir araçtır ki, en mütevazı başlangıçlardan biyoloji dünyasının tüm zenginliğini ve güzelliğini çıkarabilir.

O ilk canlı şeyler kendi başlarına var olmak zorunda kalmış –yani yaşamsız bir Dünya'da fizik ve kimyanın yasalarıyla yönlendirilmiş– parçalardan, bölümlerden, yapıtaşlarından ibaretti. Yeryüzündeki yaşamın yapıtaşlarına organik moleküller, yani karbon esaslı moleküller denir. Varlığı mümkün olabilen, hayret uyandıracak kadar çok sayıda organik molekül arasından, yaşamın özünde kullanılanlar çok azdır. En önemli iki sınıf, aminoasitler, yani proteinlerin yapıtaşları ve nükleotid bazlar, yani nükleik asitlerin yapıtaşlarıdır. Bu moleküller yaşamın başlangıcından hemen önce nereden geldi? İki olasılık var: Ya dışardan yahut içerden. O zamanlar Dünya'ya bugüne nazaran çok çok daha fazla kuyrukluyıldızın ve asteroitin çarptığını, bu küçük dünyaların karmaşık organik moleküller yönünden zengin depolar olduğunu ve bu moleküllerden bazılarının çarpışmayla serbest kaldığını biliyoruz. Burada, ithal edilmemiş, yani yerli malları tanımlıyorum: İlkel Dünya'nın havasında ve sularında yaratılmış moleküller.

İlk havanın bileşimi hakkında ne yazık ki pek fazla bir şey bilmiyoruz ve organik moleküllerin yaratılması bazı atmosferlerde diğerlerine nazaran çok daha kolaydır. İlkel Dünya'da pek fazla oksijen olamazdı çünkü oksijen yeşil bitkiler tarafından üretilirdi ve henüz hiç yeşil bitki yoktu. Muhtemelen daha çok hidrojen vardı çünkü hidrojen Evrende bol bulunur ve Dünya'nın yukarı atmosferinden uzaya diğer atomlara nazaran daha kolay kaçar (çünkü çok hafiftir). Olabilecek çeşitli ilk atmosferler düşünebiliyorsak laboratuvarında bunların bir benzerini yapabiliriz; bir

miktar enerji verir, hangi organik moleküllerin hangi miktarlarda üretildiğini görebiliriz. Bu tür deneylerin yıllar boyu çok çekici ve umut verici geldiği görüldü. Fakat ilk koşullar konusunda bilgisizliğimiz bunların anlamlılığını sınırlıyor.

Bize gereken şey, atmosferinde hâlâ o hidrojenden zengin gazların bulunduğu gerçek bir dünya, başka yönlerden Dünya'ya benzer bir gezegen, yaşamın organik yapıtaşlarının günümüzde büyük miktarlarda yaratılmakta olduğu bir dünya, gidip kendi başlangıçlarımızı görebileceğimiz bir dünyadır. Solar Sistemde böyle bir dünya sadece bir tane.¹ Bu dünya, Titan, yani Satürn'ün büyük ayıdır. Çapı yaklaşık 5.150 kilometre, yani Dünya'nın yarısından biraz daha küçük. Satürn'ün çevresini dolaşma süresi bizim 16 günümüz.

Hiçbir dünya diğerinin tam kopyası değil ve Titan en azından bir önemli yönden, ilkel Dünyadan çok farklı: Güneş'ten çok uzak olduğundan yüzeyi aşırı derecede soğuk, suyun donma noktasından çok aşağıda, Celcius sıfırının altında yaklaşık 180°. Yani Dünya, yaşamın başladığı zaman şimdiki gibi büyük ölçüde okyanuslarla kaplı olduğu halde, Titan'da açıkça, sıvı su okyanusu olamaz (Başka maddelerden oluşan okyanuslar, daha sonra göreceğimiz gibi, farklı bir hikâye). Ama düşük ısılar bir avantajdır çünkü Titan'da bir kez senteze uğrayan moleküller birbirinden ayrılmamak eğilimindedir; ısı ne kadar yüksek olursa moleküller o kadar hızlı parçalanır. Titan'da son 4 milyar yıldır gökten kudret helvası gibi yağan moleküller hâlâ orada, büyük ölçüde değişmemiş, derin donuk halde, Dünyadan gelecek kimyacıları bekliyor olabilir.

17. YÜZYILDA teleskopun icadı birçok yeni dünyanın keşfine yol açtı. 1610'da ilk kez Galileo Jüpiter'in dört büyük uydusunu gözledi. Gözlediği şey minyatür bir Solar Sisteme benziyor, küçük aylar Jüpiter'in etrafında, Kopernik'in gezegenlerin Güneş'in etrafında döndüğünü düşündüğü gibi dönüyordu. Dünya merkezçiler için yeni bir darbeydi bu. Kırk beş yıl sonra, ünlü Hollandalı fizikçi Christianus Huygens, Satürn gezegeninin

1. Hiç de olmayabilirdi. İncelenecek böyle bir dünya olduğu için çok şanslıyız. Diğerlerinin hepsinde ya çok fazla hidrojen var, yahut atmosferleri yetersiz ya da hiç yok.

etrafında dönen bir ay keşfetti ve Titan² adını verdi. Bir milyar mil uzakta, yansıyan güneş ışığıyla parlayan bir ışık noktasıydı bu. Keşfedildiği tarihten, yani Avrupalıların uzun ve kıvrıkcak peruklar taktığı günlerden II. Dünya Savaşı'na, yani Amerikan erkeklerinin saçlarını anas gibi kısa kestığı günlere dek Titan hakkında, sarımsı kahverengi tuhaf rengi dışında yeni hemen hemen hiçbir şey keşfedilmedi. Dünya'ya konuşlandırılmış teleskoplar temel konularda bile, gizemli bazı ayrıntıları pek kolay çözemiyordu. 20. yüzyılın başında İspanyol astronom J. Comas Solá bir atmosferin varlığını gösteren zayıf ve dolaylı bir kanıt buldu.

Ben bir şekilde Titan'la büyüdüm. Doktora tezimi Chicago Üniversitesi'nde, Titan'ın bir atmosferinin olduğu konusunda kesin bir keşifte bulunan Gerard P. Kuiper'in yönetiminde yaptım. Kuiper Hollandalıydı ve entelektüel yönden doğrudan Christianus Huygens'in soyundan geliyordu. Kuiper 1914'te, Titan üzerinde spektrometrik bir inceleme yaparken metan gazının karakteristik spektral özelliklerini bulup şaşırmıştı. Teleskopu Titan'a çevirdiğinde metanın imzası vardı.³ Teleskopu başka yöne çevirdiğinde metanın hiçbir izi yoktu. Fakat ayların büyükçe bir atmosfer tutması beklenmezdi ve Dünya'nın Ay'ında kesinlikle bir atmosfer yoktur. Kuiper, Titan'ın, yerçekimi Dünya'nunkinden az olsa da bir atmosfer tutabileceğini fark etti çünkü yukarı atmosferi çok soğuktu. Bu durumda, hareketleri kaçış hızına ulaşan ve uzaya sızmaya yetecek hızda hareket edebilen pek fazla molekül yoktur.

Kuiper'in öğrencilerinden Daniel Harris, Titan'ın kırmızı olduğunu net bir şekilde gösterdi. Bizler belki de Mars'inki gibi paslı bir yüzeye bakıyorduk. Titan hakkında daha çok şey öğrenmek istiyorsanız ondan yansıyan güneş ışığının polarizasyonunu da ölçebilirsiniz. Normal güneş ışığı polarize değildir. Şu anda Cornell Üniversitesi'nde fakülte üyesi olan Joseph Veverka, Harvard Üniversitesi'nde benim yüksek lisans

2. Nedeni, Huygens'in bunun oldukça büyük olduğunu düşünmesi değil, Yunan mitolojisinde Olimpos Tanrılarından önceki kuşaklıkilere -Satürn'e, kardeşlerine ve kuzenlerine- Titanlar denmestiydi.

3. Titan'ın atmosferinde bulunabilir bir oksijen yoktur, yani metanın varlığı kimyasal dengeye -dünyadaki gibi- çok ters değildir ve varlığı kesinlikle bir yaşam belirtisi değildir.

öğrencimdi ve dolayısıyla, tabiri caizse, Kuiper'in torun öğrencisiydi. Kendi doktora çalışmasında, yaklaşık 1970'te, Titan'ın polarizasyonunu ölçtü ve Titan'ın, Güneş'in ve Dünya'nın görece konumları değiştiği ölçüde değiştiğini buldu. Ama bu değişim, örneğin, Ay'ın gösterdiğinden çok farklıydı. Veverka, bu varyasyon karakterinin Titan'daki yaygın bulutların ya da sisin varlığını desteklediği sonucuna vardı. Titan'a teleskopla baktığımızda yüzeyini göremiyorduk. Yüzeyinin nasıl olduğu hakkında hiçbir şey bilmiyorduk. Yüzeyin bulutların ne kadar aşağısında olduğu konusunda bir fikrimiz yoktu.

Yani 1970'lerin başında bizler, Huygens'in ve onun entelektüel soyunun bir mirası olarak, en azından, Titan'ın metandan zengin bir atmosfere sahip ve muhtemelen kırmızımsı bulutlardan bir tülle yahut aerosol bir sisle çevrili olduğunu biliyorduk. Ama hangi tür bulutlar kırmızıdır? 1970'lerin başında, meslektaşım Bishun Khare'yle Cornell'de yaptığımız deneylerde, metandan zengin muhtelif atmosferlere morötesi ışın yahut elektron akımı verdik ve kırmızımsı ya da kahverengimsi katı maddeler yarattık; reaksiyon kaplarımızın içi bu maddeyle kaplıydı. Bence, metandan zengin Titan'da kızıl-kahverengi bulutlar varsa bu bulutlar pekâlâ, bizim laboratuvarıda yaptıklarımızın benzeri olabilirdi. Bu maddeye, Yunanca "çamurlu" anlamına gelen tholin adını verdik. İlk başlarda bunun nelerden oluştuğu konusunda pek fikrimiz yoktu. Başlangıçtaki moleküllerimizin parçalanması ve -karbon, hidrojen, azot gibi- atomların ve molekül parçalarının yeniden birleşmesiyle oluşan organik bir türliydü bu.

"Organik" sözcüğünde, biyolojik kökenle ilgili bir iddia yoktur; yüz yıldan daha eski tarihlere dayanan ve hâlâ geçerli kimyasal kullanımları takip edersek bu sözcük (sadece, karbonmonoksit, yani CO ve karbondioksit, yani CO₂ gibi çok tekil örnekler dışında), karbon atomlarının oluşturduğu moleküllerden başka bir anlama gelmez. Dünya'mızdaki yaşam organik moleküllere dayandığından ve Dünya'da yaşamın ortaya çıkmasından önce bir dönem olduğundan, ilk organizmanın ortaya çıkışından önceki dönemde gezegenimizde organik molekülleri üreten bir süreç olsa gerekir. Bugün Titan'da sanırım belki de buna benzer bir şey oluyor.

Titan'la ilgili anlayışımızda çığır açan olay, 1980 ve 1981'de *Voyager 1* ve *2* uzay araçlarının Satürn sistemine varışydı. Morö-

tesi, kızılötesi ve radyo cihazları atmosferin –gizli yüzeyden uzay tarafındaki kenarına kadar– basıncını ve ısını gösterdi. Bulut tepelerinin ne kadar yüksekte olduğunu öğrendik. Titan'daki havanın bugün Dünya'daki hava gibi, başlıca azottan, yani N_2 'den oluştuğunu bulduk. Diğer önemli bileşense, Kuiper'in bulunduğu gibi metan, CH_4 , yani orada karbon esaslı organik moleküllerin yaratıldığı kaynak materyaldir.

Gaz olarak bulunan çeşitli basit organik moleküller, başlıca, hidrokarbonlar ve nitriller saptandı. Bunların en karmaşığında dört "ağır" (karbon ve/veya azot) atom var. Hidrokarbonlar sadece karbon ve hidrojenle oluşan moleküllerdir ve doğalgaz, petrol ve parafinler olarak bize tanındıktır (Bunlar ayrıca oksijen atomları da içeren, şekerler ve nişasta gibi karbonhidratlardan çok farklıdır). Nitriller, özel bir şekilde bağlanmış bir karbon ve azot atomu bulunan moleküllerdir. En bilinen nitril, HCN, yani hidrojen siyanür insanlar için ölümcül bir gazdır. Ama hidrojen siyanür, Dünya'da yaşamın başlamasına yol açan aşamalara dahildir.

Titan'ın yukarı atmosferinde bu basit organik molekülleri saptamak –sadece milyonda ya da milyarda bir oranında bulunsalar da– baştan çıkarıcı bir şey. İlkel Dünya'nın atmosferi bunun benzeri miydi? Titan'da bugün Dünya'dakinin yaklaşık on katı hava var fakat ilk Dünya'nın atmosferi pekâlâ daha yoğun olabilir.

Üstelik *Voyager*, Satürn'ü çevreleyen, gezegenin manyetik alanına hapsedilmiş enerjik elektronlar ve protonların bulunduğu geniş bir bölge keşfetti. Titan, Satürn'ün etrafındaki yörüngesel hareketi sırasında bu magnetosfere girip çıkıyor. Tıpkı, ilkel Dünya atmosferi tarafından tutulan yüklü parçacıklar (artı Güneş'in morötesi ışınları) gibi, elektron hüzmeleri (artı Güneş'in morötesi ışınları) Titan'ın yukarı havasına düşüyor.

O halde, uygun bir azot ve metan karışımına çok düşük basınçlarda morötesi ışın yahut elektronlar vermek ve hangi daha karmaşık moleküllerin oluşabileceğini bulmak normal bir düşüncedir. Titan'ın yüksek atmosferinde olup bitenleri taklit edebilir miyiz? Cornell'deki laboratuvarımızda –arkadaşım W. Reid Thompson'ın çok önemli bir rol oynadığı çalışmada– Titan'ın organik gazlar üretimini kısmen tekrarladık. Titan'daki en basit

hidrokarbonlar, Güneş'ten gelen morötesi ışınlarla üretiliyor. Ama her şeyden önce, diğer gaz ürünleriyle, yani laboratuvar-da elektronlarla gayet kolayca üretilenlerle, *Voyager*'ın Titan'da keşfettikleri birbirine, hem de tam aynı oranlarda uyuyor. Bire bir uyuyor hem de. Laboratuvar-da bulduğumuz, miktar yönünden ikinci sıradaki gazlar Titan'ın gelecekteki incelemelerinde aranacak. Ürettiğimiz en karmaşık organik gazlarda altı ya da yedi karbon ve/veya azot atomu var. Üretilen bu moleküller tholinleri oluşturuyor.

VOYAGER 1 TİTAN'A VARIRKEN, kötü havaların ardından güzel bir hava bulacağımızı umut ediyorduk. Uzak mesafeden bakınca küçük bir disk gibi görünüyordu; çok yakınına gelince, kameramızın görüş alanı Titan'ın küçük bir bölgesiyle doldu. Diski tararken, siste ve bulutlarda sadece birkaç mil öteyi gösteren bir aralanma bile olsaydı onun gizlenmiş yüzeyinde bir şeyler görecektik. Ama bir aralanma olacağını gösteren hiçbir belirti yoktu. Bu dünya sisler içinde. Dünya'da kimse Titan'ın yüzeyinde neler olduğunu bilmiyor. Ve orada, normal, görünür ışıktaki bir gözlemcinin bakışları sisin içinde yükselir ve Satürn'ü ve muhteşem halkalarını seyrederken eşlik eden güzellikler hakkında bir fikir edinemez.

Voyager sayesinde, Dünya yörüngesindeki *International Ultraviolet Explorer* gözlem istasyonu sayesinde ve Dünya'ya konuşlandırılmış teleskoplar sayesinde, yüzeyi gizleyen turuncu-kahverengi sis partikülleri hakkında biraz bir şeyler biliyoruz: Hangi renkte ışığı absorbe etmeye yatkın olduklarını, hangi renklerin büyük ölçüde geçip gitmesine izin verdiklerini, aralarından geçen ışığı ne kadar saptırdıklarını ve ne kadar büyük olduklarını (Çoğunlukla, sigara dumanındaki partiküllerin büyüklüğündeler). "Optik özellikler" elbette sis partiküllerinin kompozisyonuna bağlıdır.

Khare ve ben, Tennessee'deki Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı'ndan Edward Arakawa'nın işbirliğiyle, Titan tholininin optik özelliklerini ölçtük. Gerçek Titan sisinin tıpatıp aynısı çıkıyor. Mineral yahut organik, diğer aday materyallerin hiçbirisi Titan'ın optik sabitesiyle uyuşmuyor. Yani biz adeta Titan'ın - atmosferinin yükseklerinde oluşan, yavaşça yağan ve yüzeyinde

bol miktarda biriken- sisini şişelediğimizi iddia edebiliriz. Bu madde nelerden oluşuyor?

Karmaşık bir organik katı maddenin tam kompozisyonunu bilmek çok zor. Örneğin, çoktandır devam eden ekonomik teşviklere karşın, kömürün kimyası hâlâ tam anlaşılamamıştır. Ama biz Titan tholini hakkında bazı şeyler bulduk. Dünya'daki yaşamın temel yapıtaşlarından birçoğunu içeriyor. Gerçekten, Titan tholinini suya damlatırsanız çok sayıda aminoasidi, yani proteinlerin temel bileşenlerini; ayrıca nükleotid bazları, yani DNA ve RNA'nın yapıtaşlarını elde edersiniz. Bu şekilde oluşan aminoasitlerden bazıları Dünya'daki canlı şeylerde yaygındır. Diğerleriye tümüyle değişik bir türde. Başka birtakım organik moleküllerden oluşan zengin bir dizi de var ve bunların bazıları yaşamla ilgili, bazıları değil. Geçmiş 4 milyar yıl boyunca muazzam miktarlarda organik molekül Titan'ın atmosferinden çökeliş yüzeyinde birikmiş. Bunların hepsi derin bir şekilde donuksa ve aradan geçen çok uzun sürede değişmemişse, biriken miktar en azından onlarca metre kalınlığında olsa gerektir; azami tahminlerse buna bir kilometre derinlik veriyor.

Ama siz pekâlâ, suyun donma noktası 180°C altında hiçbir aminoasidin oluşmayacağını düşünebilirsiniz. Tholinlerin suya damlaması belki ilkel Dünya'yla ilgili bir şey olabilir ama Titan'la ilgili bir şey olmadığı görülüyor. Ama kuyrukluyıldızlar ve asteroitler ara sıra gelip Titan'ın yüzeyine çarpıyor olsa gerek (Satürn'ün diğer komşu aylarında bol miktarda çarpma krateri görülüyor ve Titan'ın atmosferi de büyük, çok hızlı nesnelerin gelip yüzeyine ulaşmasını önleyecek kadar yoğun değil). Titan'ın yüzeyini hiç görmemiş olmamıza karşın, gezegenbilimciler yine de onun kompozisyonu hakkında bir şeyler biliyor. Titan'ın ortalama yoğunluğu, buzun yoğunluğuyla kayanın yoğunluğu arasında. Bunların ikisini de içeriyor olması akla yakın. Buz ve kaya komşu dünyalarda bol bol var ve bazıları neredeyse tümüyle buzdan oluşuyor. Titan'ın yüzeyi buzsa, yüksek hızla gelen bir kuyrukluyıldızın çarpmasıyla buz geçici bir süre eriyecektir. Thompson'la ben, Titan'ın yüzeyindeki her noktanın bir zamanlar erimiş olma ihtimalinin 50-50'den fazla ve çarpmadan kaynaklanan erime ve sulu çamurun ortalama süresinin hemen hemen bin yıl olduğu tahmininde bulunduk.

Bu bizi çok farklı bir hikâyeye götürür. Dünya'da yaşamın başlangıcı okyanuslarda ve sığ gelgit sularında gerçekleşmiş benziyor. Dünya'daki yaşam başlıca, önemli bir fiziksel ve kimyasal rol oynayan sudan oluşuyor. Gerçekten de, bizim gibi suya tutkun yaratıklar için, susuz bir yaşamı düşünmek zor. Gezegenimizde yaşamın başlaması yüz milyondan az bir zaman almışsa Titan'da bin yılda başlama şansı var mı? Tholinlerin sıvı suya –sadece bin yıllık bir sürede– karışmış olması halinde Titan'ın yüzeyi, yaşamın başlangıcı yönünde, bizim düşündüğümüzün çok daha ilerisine gitmiş olabilir.

TÜM BUNLARA KARŞIN, Titan hakkında bildiklerimiz acınacak kadar az. Bu gerçek, Fransa Toulousé'da yapılan ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından finanse edilen, Titan üzerine bir sempozyumda kafama fena halde dank etti. Titan'da sıvı sudan okyanuslar olanaksızsa da, sıvı hidrokarbonlardan okyanuslar olanaksız değil. Metan (CH_4), yani en bol bulunan hidrokarbondan bulutların yüzeyden çok yüksekte olmadığı tahmin ediliyor. Etan (C_2H_6), yani en çok bulunan ikinci hidrokarbon da yüzeyde, sıcaklığın genellikle donma ve erime noktasının arasında olduğu Dünya yüzeyinde su buharının sıvı hale gelmesine benzer bir şekilde yoğunlaşıyor olsa gerek. Titan'ın ömrü boyunca muazzam sıvı hidrokarbon okyanusları birikmiş olmalı. Bunlar sisin ve bulutların çok aşağısındadır herhalde. Ama bizim bunlara hiç ulaşamayacağımız anlamına gelmez bu; çünkü radyo dalgaları Titan'ın atmosferinden ve havada asılı durup yavaş yavaş yağan ince partiküllerinin arasından rahatlıkla geçer.

Toulousé'da, Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nden Duane O. Muhleman bize, Kaliforniya'nın Mojave Çölü'ndeki radyoteleskoptan bir dizi radyo titreşimi gönderilmesi, bunların Titan'a ulaşması, sisten ve bulutlardan geçerek yüzeyine varması, tekrar uzaya yansımaları ve sonra Dünya'ya geri dönmesi gibi çok zor bir teknik başarıyı anlattı. Burada büyük ölçüde zayıflayan sinyaller New Mexico, Socorro'daki bir dizi radyoteleskop tarafından alınıyordu. Harika. Titan'ın kayalık ya da buzlu bir yüzeyi varsa, yüzeyinden yansıyan radar titreşimi Dünya'dan algılanabilir olmalıdır. Ama Titan hidrokarbon okyanuslarıyla kaplı olsa Muhleman bir şey göremezdi: Sıvı hidrokarbonlar

bu radyo dalgalarına karşı karanlıktır ve Dünya'ya hiçbir yankı dönmez. Aslında Muhlemanın dev radar sistemi, Titan'ın bazı boylamları Dünya'ya doğru döndüğünde bir yansıma görüyor ve diğer boylamlarda görmüyor. Tamam, demek ki Titan'ın okyanusları ve kıtaları var ve sinyalleri Dünya'ya geri yansıtan da bir kıtadır diyebilirsiniz. Fakat eğer Titan bu yönden –(örneğin Avrupa ve Afrika'dan geçen) bazı meridyenleri çoğunlukla kıta ve (örneğin merkez Pasifik'ten geçen) diğer bazıları çoğunlukla okyanus olan– Dünya gibiyse, o zaman başka bir sorunla yüzleşmemiz gerekiyor:

Titan'ın Satürn etrafındaki yörüngesi tam bir daire değildir. Fark edilir bir şekilde basık yahut eliptiktir. Ama Titan'da yaygın okyanuslar varsa, çevresinde döndüğü dev gezegen Satürn Titan'da hatırı sayılır gelgitler yaratacaktır ve sonuçta oluşan gelgitsel sürtünme Titan'ın yörüngesini Solar Sistemin ömründen çok daha kısa bir sürede yuvarlaklaştıracaktır. 1982 tarihli "Titan'ın Denizlerinde Gelgit" adlı bir bilimsel makalede, şimdi Florida Üniversitesi'ndeki Stanley Dermott'la, bu nedenle, Titan'ın ya tümüyle okyanustan ya da tümüyle karadan ibaret bir dünya olması gerektiğini savunduk. Aksi takdirde gelgitsel sürtünme okyanusun sığ olduğu yerlerde vereceği zararı verirdi. Göller ve adalar olabilir ama bundan başka bir şey olamazdı ve aksi takdirde Titan'ın yörüngesi gördüğümüzden çok daha farklı olurdu.

Üç bilimsel tezimiz vardı: Birincisi, bu dünyanın neredeyse tümüyle hidrokarbon okyanuslarıyla kaplı olduğu; diğeri, kıtaların ve okyanusların bir karışımı; üçüncüsüye, seçmemiz gereken ve Titan'da aynı zamanda hem geniş okyanusların hem de geniş kıtaların birlikte bulunamayacağını söyleyen sonuçlar. Yanıtın nasıl çıkacağını görmek ilginç olacaktı.

Size sunduğum şey bir tür bilimsel ilerleme raporudur. Yarın bu gizemleri ve çelişkileri çözecek yeni bir bulgu olabilir. Belki de Muhlemanın radar sonuçlarında bir yanlışlık var ama bu yanlışlığın ne olduğunu görmek zor: Onun sistemi ona, Titan'ı en yakın olduğu zaman, yani Titan'ı görmesi gerektiği zaman gördüğü şeyleri söylüyor. Belki de Dermott'la benim Titan'ın yörüngesinin gelgitsel evrimiyle ilgili hesabımızda bir yanlış vardır ama şimdiye kadar kimse herhangi bir hata bulamadı. Ve

etanın Titan'ın yüzeyinde yoğunlaşmaktan nasıl kaçınabildiğini anlamak zor. Belki de, düşük sıcaklıklara rağmen, milyarlarca yıl boyunca kimyada bir değişiklik olmuştur; belki de gökten gelip çarpan kuyruklu yıldızların ve yanardağların ve diğer tektonik olayların bir araya gelen etkisi kozmik ışınların da yardımıyla sıvı hidrokarbonları katılaştırmış, radyo dalgalarını uzaya geri yansıtan karmaşık bir organik katı cisme dönüştürmüştür. Yahut okyanus yüzeyinde yüzen, radyo dalgalarını yansıtan bir şey var belki de. Ama sıvı hidrokarbonların yoğunluğu çok düşüktür; bilinen her organik katı madde, aşırı derecede köpüklü olmadıkça, Titan'ın denizlerinde taş gibi dibe çöker.

Dermott'la şimdi, acaba Titan'da kıtaları ve okyanusları gözü-müzün önüne getirirken kendi dünyamızdaki deneyimlerimize çok mu takılıp kaldık, çok mu Dünya şovenisti fikirlere kapıldık diye düşünüyoruz. Satürn sistemindeki diğer ayları kaplayan yıpranmış, kraterlerle dolu bir arazi ve bol miktarda çarpma çukurluğu var. Bu dünyaların birinde sıvı hidrokarbonların yavaşça biriktiğini düşünecek olursak küresel okyanuslar değil, birbirinden ayrı ve sıvı hidrokarbonlarla, ağzına kadar olmasa da dolu, büyük kraterler olması gerektiği sonucuna varırız. Bazıları yüz milden fazla çapta, dairesel bir sürü petrol denizi yüzeye dağılmış olsa gerek; fakat uzaktaki Satürn'ün yarattığı, algılanabilir dalgalar ve herkesin düşündüğü gemiler, yüzücüler, sörfçüler ve balık avlayanlar olmayacaktır. Böyle bir durumda gelgitsel sürtünme tahminimizce önemsiz bir şey olsa gerektir ve Titan'ın basık, eliptik yörüngesinin de dairesel hale gelmesine gerek yoktur. Yüzeyin radar ya da yakın kızılötesi görüntülerini almaya başlayınca kadar bunu kesin bir şekilde bilemeyeceğiz. Ama bizim ikilemimizin çözümü herhalde şöyle: Titan büyük dairesel hidrokarbon gölleriyle dolu bir dünyadır ve bunlar bazı boylamlarda diğerlerinden daha çoktur.

Kalın bir tholin çökeltisiyle kaplı, buzlu bir yüzey, orada burada görünen, katlaşmış organik maddelerden en fazla birkaç adanın bulunduğu bir hidrokarbon okyanusu, krater gölleriyle dolu bir dünya ya da henüz düşünemediğimiz, daha anlaşılabilir bir şey mi beklemeliyiz? Bu salt akademik bir soru değil çünkü Titan'a gitmek üzere tasarlanmış gerçek bir uzay aracı var. NASA/ESA ortak girişimiyle, *Cassini* adlı bir uzay aracı -her

şey yolunda giderse- 1997 Ekim'inde fırlatılacak. Uzay gemisi, yerçekimsel yardımlarından yararlanmak için Venüs'ün yanından iki, Dünya'nın ve Jüpiter'in yanından bir kez geçerek, yedi yıllık bir yolculuktan sonra Satürn çevresinde yörüngeye sokulacak. Uzay aracı Titan'a her yaklaştığında ay, radar da dahil, bir dizi cihazla incelenecek. *Cassini* Titan'a çok daha fazla yaklaşacağından, Titan'ın yüzeyinde Muhlemanın Dünya'ya konuşturulmuş öncü sistemiyle saptanamayan birçok ayrıntı çözümlenebilecek. Yüzeyin yakın kızılötesiyle görüntülenmesi de muhtemel. Titan'ın gizli yüzeyinin haritaları 2004 yazında bir gün elimizde olabilir.

Cassini ayrıca, gayet uygun bir şekilde *Huygens* adı verilen bir keşif robotu da taşıyor; ana uzay aracından ayrılıp Titan'ın atmosferine dalacak. Büyük bir paraşüt kullanılacak. Cihazın paketi, organik sisten ve metan bulutlarından yavaşça geçerek alt atmosfere inecek. İnşte -ve yüzeye sağ salım inmeyi başarırsa- bu dünyanın yüzeyinde de organik kimya incelemesi yapacak.

Hiçbir şey garanti değil. Ama misyon teknik yönden uygun, donanım kuruluyor, birçok Avrupalı genç bilimcinin de dahil olduğu etkileyici bir uzmanlar grubu bunun üzerinde yoğun bir şekilde çalışıyor ve sorumlu bütün uluslar projeye bağlılıklarını gösteriyor. Belki sahiden gerçek olacak. Aradaki milyarlarca millik uzayın uçarak geçilmesiyle belki de, çok uzak olmayan bir gelecekte, Titan'ın yaşama giden yolda ne kadar ilerlemiş olduğunun haberi gelecek.

8

ilk yeni gezegen

*yalvarıyorum sana, gezegenlerin sayısı için nedenler
gösterebilme umuduna kapılma, olur mu?
Bu endişe giderildi...*

-JOHANNES KEPLER, *EPITOME OF COPERNICAN
ASTRONOMY*, 4. KİTAP (1621)

Bizler uygarlığı yaratmadan önce atalarımız çoğunlukla açık havada, göğün altında yaşırdı. Bizler yapay ışıkları, atmosfer kirlenmesini ve gece eğlencelerinin modern biçimlerini yaratmadan önce yıldızları seyrederdik. Bunun pratik bazı takvimsel nedenleri vardı muhakkak, ama bundan ötesi de vardı. Bugün bile, en bezgin kent sakini dahi, göz kırpan binlerce yıldızla dolu berrak bir gece göğüyle karşılaşınca hiç beklenmedik bir şekilde etkilenebilir. Benim karşıma çıktığında, bunca yıldan sonra bile hâlâ nefesim kesiliyor.

Her kültürde, gökyüzü ve dinsel etki birbiriyle iç içedir. Açık bir alanda sırtüstü yatıyorum ve gökyüzü kuşatıyor beni. Büyük-
lüğü karşısında güçsüzüm. Öylesine uçsuz bucaksız ve uzakta ki, kendi önemsizliğim elle tutulur hale geliyor. Ama gökyüzünün beni reddettiğini hissetmiyorum. Onun bir parçasıyım ben, ufacık elbette ama bu müthiş muazzamlığın yanında her şey ufacık kalır. Ve yıldızlara, gezegenlere ve hareketlerine yoğunlaşınca,

karşı konulmaz bir makine, saat gibi bir düzen duygusuna, ne kadar kendini beğenmişçesine yüksek amaçlarımız olsa da yanında cüce gibi kalacağımız ve kibrimizi kıracak bir boyutta, mükemmel işleyen bir hassasiyet duygusuna kapılıyorum.

İnsanlık tarihindeki –taş aletlerden, ateşin evcilleştirilmesinden yazılı dile kadar– büyük icatların çoğu tanınmayan iyilikseverler tarafından yapılmıştır. Çok önceleri gerçekleşmiş olaylar konusunda kurumsal belleğimiz zayıf. Gezegenlerin yıldızlardan farklı olduğunu ilk kaydeden atamızın adını bilmiyoruz. O kadın yahut erkek onlarca, hatta belki de yüzlerce binyıl önce yaşamış olsa gerek. Ama sonunda, dünyanın her tarafındaki insanlar gece göğünü süsleyen parlak noktalardan beşinin, sadece bu kadarının, aylarla ölçülen bir periyotta diğerleriyle bitişik düzende gezintiden ayrıldığını ve –sanki neredeyse kendi fikirleri varmış gibi– tuhaf bir şekilde hareket ettiğini fark etti.

Bu gezegenlerin tuhaf görünen hareketini paylaşan Güneş ve Ay’la, gezinen cisimlerin sayısı toplam yediydi. Bu yedili, eski insanlar için önemliydi ve bunlara Tanrıların –eski Tanrıların değil, asıl Tanrıların, baş Tanrıların, öteki Tanrılara (ve ölümlülere) ne yapacaklarını buyuranların– adlarını verdiler. Gezegenlerden birine, parlak ve ağır hareket edenine Babilliler Marduk, İskandinavlar Odin, Yunanlar Zeus ve Romalılar Jüpiter; yani hepsi de Tanrılar kralının adını verdiler. Soluk, hızlı hareket eden ama Güneş’ten hiç uzaklaşmayanına, Romalılar, Tanrıların habercisi Merkür’ün adını verdiler; içlerinde en parlak olanaysa Aşk ve Güzellik Tanrıçası Venüs’ün adı verildi; kan kırmızı renktekine Savaş Tanrısı Mars’ın ve gruptakilerin en ağır ilerleyenineyse Zaman Tanrısı’nın adı Satürn’ün. Atalarımızın elinden gelen en iyi şey bu metaforlar ve göndermelerdi: Çıplak gözden başka bir araçları yoktu, Dünya’yla sınırlıydılar ve onun da bir gezegen olduğunu bilmiyorlardı.¹

1. Son 4.000 yılda, bu yedi göksel cismin tümünün bitişik nizamla yan yana toplandığı bir an vardı. MÖ 1953 yılının 4 Mart’ında, şafaktan az önce, hilal şeklindeki Ay ufuktaydı. Venüs, Merkür, Mars, Satürn ve Jüpiter –günümüzde Perseid göktaşı yağmurunun geldiği noktanın yakınında bulunan– Pegasus takımyıldızındaki büyük dörtgenin yanında, bir gerdanlığın mücevherleri gibi dizilmişti. Gökyüzüne tesadüfen bakanlar bile bu olay karşısında donup kalmış olsa gerek. Neydi bu... Tanrıların bir toplantısı mıydı? Lehigh Üniversitesi’nden gökbilimci David Pankenier’e ve daha sonra da JPL’den Kevin Pang’a göre bu

Sıra haftayı –yani gün, ay ve yılın aksine gerçek bir astronomik önem taşımayan bir zaman periyodunu– tasarımlamaya gelince, ona yedi gün tahsis edilmiş ve her birine gece göğündeki yedi aykırı ışıktan birinin adı verilmiş. Bu eğilimin kalıntılarını kolayca bulabiliriz. İngilizcede Çarşamba [Saturday] Satürn’ün günüdür. Pazar ve Pazartesi [‘Sunday’ ve ‘Mo(o)nday’] yeteri kadar açık. Salı’dan Cuma’ya kadar bütün günlere Kelt/Roma Britanya’sını istila eden Saksonların ve Cermenlerin Tanrılarının adı verilmiş: Örneğin Çarşamba [Wednesday], Odin’in (ya da Wodin’in) günüdür ve hecelediğimizde [“Wedn’s Day”] daha belirgin hale gelir; Salı [Thursday] Thor’un günüdür. Cuma [Friday] Aşk Tanrıçası Freya’nın günüdür. Haftanın son günü Latince kalmış, diğerleri Cermenleşmiş.

Fransızca, İspanyolca ve İtalyanca gibi Latince kökenli bütün dillerde bu eğilim daha da belirgindir çünkü bunların hepsi haftanın günlerinin (sırayla, Pazar’dan [Sunday] başlayarak) Güneş, Ay, Mars, Merkür, Jüpiter, Venüs ve Satürn’ün adını aldığı eski Latineden türemiştir (Güneş’in günü Efendimiz’in günü haline gelmiş). Günleri, tekabül ettikleri astronomik cisimlerin parlaklık sırasına göre –yani Güneş, Ay, Venüs, Jüpiter, Mars, Satürn, Merkür olarak [ve dolayısıyla, Sunday, Monday, Friday, Thursday, Tuesday, Saturday, Wednesday olarak]– adlandırabilirlerdi ama böyle yapmamışlar. Latin dillerinde haftanın günleri Güneş’ten uzaklığa göre düzenlenseydi, bu sıra Pazar [Sunday], Çarşamba [Wednesday], Cuma, [Friday] Pazartesi, [Monday] Salı [Tuesday] ve Cumartesi [Saturday] olurdu. Ama bizler gezegenlere, Tanrılara ve haftanın günlerine ad verdiğimiz zamanlarda kimse gezegenlerin sırasını bilmiyordu. Haftanın günlerinin sıralanması rastgele gibiyse de, herhalde Güneş’in önceliğinin ikrarıdır.

Bu yedi Tanrı, yedi gün ve yedi dünya –yani Güneş, Ay ve gezginci beş gezegen– koleksiyonu dünyanın her yerinde insanların

olay, eski Çin gökbilimcileri için, gezegensel döngülerin başlangıç noktasıydı. Son 4.000 yılda (ya da gelecek bir 4.000 yılda) gezegenlerin Güneş etrafındaki dansının onları Dünya’nın bakış açısıyla böylesine yakın bir şekilde bir araya getirdiği (ya da getireceği) başka bir an yok. Gerçi 5 Mayıs 2000’de bu yedilinin tümü göğün aynı bölümünde görünür olacak; ama bazıları şafak vakti, bazıları alacakaranlıkta ve MÖ 1953 yılının o kış sonu sabahındakinin yaklaşık on katı daha geniş bir alana yayılmış halde görünecekler. Yine de herhalde parti vermek için iyi bir gece.

algılarına girmişti. Yedi sayısı doğaüstü çağrışımlar kazanmaya başladı. Bu dünyaları döndürdüğü düşünülen, Dünya merkezli, yedi kat “gök” şeffaf bir küresel kabuk vardı. En dıştaki –yedinci kat– gök, “sabit” yıldızların bulunduğu düşünülen yerdir. Tanrının dinlenme gününü de katarsak Yedi Yaratma Günü vardır; kafada yedi delik, yedi erdem, yedi büyük günah, Sümer mitolojisinde yedi kötü şeytan, Yunan alfabesinde (her biri birer gezegensel Tanrı’yla yakın ilişkili) yedi sesli harf, Hermetistlere* göre Kaderin Yedi Hâkimi, Maniheizm’in** Yedi Büyük Kitabı, Yedi Ayin, Eski Yunanistan’ın Yedi Bilgesi ve yedi simyasal “madde” (altın, gümüş, demir, cıva [mercury], kurşun, kalay ve bakır; altın yine Güneş’le bağlantılıdır; gümüş, Ay’la, demir, Mars’la vs). Yedinci oğlun yedinci oğluna verilmiş doğaüstü güçler vardır. Yedi “ugurlu” bir sayıdır. “Yeni Ahit’in Vahiy Kitabı”nda bir tomarın yedi mührü açılır, yedi boru sesi duyulur, yedi kâse doldurulur. Aziz Augustine, yedinin mistik önemini pek anlaşılmaz bir şekilde, şu temele dayandırır: Üç, “ilk tek tam sayıdır” (bir ne olacak peki?), “dört ilk çift sayıdır” (iki ne olacak peki?) ve “bunlardan ... yedi teşekkül eder.” Vesaire. Bu bağlantılar günümüzde de varlığını sürdürüyor.

Galileo’nun keşfettiği, Jüpiter’in –pek gezegen sayılmayan– dört uydusunun varlığına bile, yedi sayısının önceliğine ters düştüğü için inanılmadı. Kopernik sisteminin kabulü yaygınlaştıkça Dünya da gezegenler listesine eklendi ve Güneş’le Ay çıkarıldı. Yani sadece altı gezegen (Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter ve Satürn) varmış gibi görülüyordu. Bunların niçin altı tane olması gerektiğini gösteren âlimce akademik tezler icat edildi. Örneğin, altı ilk “mükemmel” sayıydı, bölenlerinin toplamına eşitti (1+2+3). Q.E.D.*** Ve zaten yaradılış günü yedi değil, altı taneydi. İnsanlar yedi gezegenden altı gezegene geçiş yapmanın yollarını buluyordu.

Sayısal mistisizmde becerikli kişiler kendilerini Kopernik sistemine uyarladıkça, isteklerinden vazgeçmemekte kararlı bu düşünce tarzı gezegenlerden aylara sıçradı. Dünya’nın bir ayı

* Simya ve büyüye inananlar. (ç.n.)

** MS 3. ve 5. yüzyıllar arasında rağbet bulan ve Zerdüştlükten esinlenerek hem Tanrıya hem şeytana inanan bir mezhep. (ç.n.)

*** Quod erat demonstrandum (Kesin bir kanıtın sonunda kullanılan ifade). (ç.n.)

vardı; Jüpiter'in dört Galileo uydusu vardı. Bunların toplamı beş ediyordu. Bunun bir eksik olduğu gayet açıktı. (Unutmayın: Altı ilk mükemmel sayıdır.) 1655'te Titan'ı keşfettiğinde Huygens de, daha başka birçokları da bunun sonuncu olduğuna inandırdılar kendilerini: Altı gezegen, altı ay ve her şey yerli yerinde.

Harvard Üniversitesi'nden bilim tarihçisi I. Bernard Cohen, Huygens'in aslında diğer ayları araştırmaktan bu tür tezlerden ötürü, yani bulunacak başka bir şeyin kalmadığı gayet açık olduğu için, vazgeçtiğini söylüyor. On altı yıl sonra, ironik bir şekilde yine Huygens'in eşliğinde, Paris Rasathanesi'nden G. D. Cassini² yedinci bir ay daha keşfetti: Iapetus, Titan'ın dış tarafındaki bir yörüngede dönen, bir yarım küresi siyah öteki beyaz, tuhaf bir dünya. Cassini kısa süre sonra Rhea'yı, yani Titan'ın bir iç tarafındaki Satürn ayını keşfetti.

Burada numeroloji konusunda bu kez patronlara yaranma gibi pratik bir işte kullanılacak yeni bir fırsat vardı. Cassini gezegenlerin sayısı (altı) uyduların sayısını (sekiz) toplayıp on dört buldu. Şimdi, tesadüf ki, Cassini'ye bu rasathaneyi yaptıran ve maaşını ödeyen adam Fransa'nın XIV. Louis'i, yani Güneş Kralı'dı. Astronom bu iki yeni ayı hemen hükümdarına "takdim etti" ve Louis'in "fetihleri"nin Solar Sistemin en uç noktalarına ulaştığını bildirdi. Cassini sonra, tedbirli bir şekilde, başka aylar aramaktan vazgeçti; Cohen onun, yeni bir ayın bu kez Louis'yi –tebaasından kişileri Protestan olma suçundan zindanlara atmakla meşgul, oyalanmaması gereken bir hükümdarı– kızdırmamasından korktuğunu söylüyor. Ama Cassini on iki yıl sonra tekrar aramaya başladı ve –kuşkusuz ki biraz endişeli bir şekilde– iki ay daha buldu. (Bu şekilde devam etmememiz belki de iyi bir şey yoksa Fransa, Louis adında yetmiş küsur Bourbon kralın kahrını çekecekti).

18. YÜZYIL SONUNDA, yeni dünyalar ortaya atılırken bu tür numerolojik düşüncelerin gücü büyük ölçüde yok olmuştu. Yine de 1781'de, teleskopla keşfedilen yeni bir gezegeni duyan insanlar gerçek bir sürpriz yaşadılar. Yeni aylar, özellikle ilk altısından ya da sekizinden sonrası nispeten pek etkileyici değildi. Ama bulunacak yeni *gezegenlerin* olduğu da, insanların bunu

2. Adı, Satürn sistemine gidecek Avrupa-Amerikan misyonuna verilen kişi.

bulmanın yöntemini icat etmesi de hayret verici bulundu ve gerçekten öyleydi. Daha önce bilinmeyen bir gezegen varsa –bu Solar Sistem ve diğerlerinde– daha birçokları var olabilir. Eğer karanlıkta gizlenmiş bir sürü yeni dünya varsa daha nelerin bulunacağını kim bilebilir?

Hatta bu keşfi yapan profesyonel bir gökbilimci değil, William Herschel adında, akrabaları Britanya'ya başka bir İngilizleşmiş Alman'ın, Amerikan yerleşimcilerine hükmeden ve gelecekte zulmedecek hükümdar III. George'un ailesiyle gelmiş bir müzisyendi. Herschel'in isteği, bu gezegene efendisinden ötürü George (daha doğrusu "George'un Yıldızı") adını vermektir fakat Allhtan bu isim tutmadı (Gökbilimciler krallara yağ çekmeye çok hevesli görünüyordu). Bunun yerine, Herschel'in bulduğu gezegene Uranüs adı verildi (İngilizce konuşanlar için, dokuz yaşına gelen her yeni kuşakta yenilenen, bitmez bir neşe kaynağı). Bu gezegene, Yunan mitolojisine göre Satürn'ün babası ve dolayısıyla da Olimpos Tanrılarının dedesi olan, Antikçağ'ların Gökler Tanrısı'nın adı verildi.

Artık Güneş'i ve Ay'ı gezegen olarak görmüyor ve –nispeten önemsiz asteroitleri, kuyruklu yıldızları dikkate almayarak– Uranüs'ü Güneş'ten itibaren yedinci gezegen sayıyoruz (Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün, Pluton). Uranüs, antik dönemdekilerin bilmediği ilk gezegendir. Dıştaki, yani Jüpiter'den sonraki dört gezegenin içindeki, yani Dünya'ya yakın dört gezegenden çok farklı olduğu anlaşıyor. Pluton ayrı bir vaka.

Yıllar geçtikçe ve astronomik cihazların kalitesi yükseldikçe, uzak Uranüs hakkında daha çok şey öğrenmeye başlıyoruz. O sönük güneş ışığını bize yansıtan şey katı bir yüzey değil –tıpkı Titan, Venüs, Jüpiter, Satürn ve Neptün'deki gibi–, atmosfer ve bulutlardır. Uranüs'teki hava hidrojen ve helyumdan, en basit iki gazdan oluşuyor. Metan ve diğer hidrokarbonlar da var. Dünya'ya konuşlandırılmış gözlemcilerin bulutların hemen altında görebildiği şey, muazzam miktarlarda amonyak, hidrojen sülfür ve özellikle de suyun bulunduğu kalın bir atmosferdir.

Jüpiter ve Satürn'ün derinlerinde basınç o kadar yüksektir ki atomlar elektronlara kaynar ve hava metal haline gelir. Atmosferi o kadar yoğun olmayan Uranüs'te aynı şeyin olduğu görülmez

çünkü derinlerdeki basınç daha azdır. Daha da derinde, ancak Uranüs aylarındaki gizli çekiş gücü sayesinde keşfedilmiş ama görüntü olarak hiç ulaşılamayan, üstteki atmosferin ezici ağırlığının altında kayalık bir yüzey var. Dünya'ya benzeyen büyük bir gezegen, muazzam bir hava yorganiyla sarmalanmış halde gizleniyor orada.

Dünya'nın yüzeyindeki sıcaklık, tuttuğu güneş ışığından ötürüdür. Güneş sönerse gezegen hemen donar; sadece Antarktika'daki kadar önemsiz bir soğuğa kadar düşmekle, sadece okyanusları donduracak kadar soğumakla kalmaz, havanın bile çökelerek, oksijen ve azot karlarından on metre kalınlığında bir tabakanın tüm gezegeni kaplamasına yol açacak kadar şiddetli bir soğuk olur. Dünya'nın sıcak içinden sızacak azıcık bir enerji bu karları eritmede yetersiz kalır. Jüpiter, Satürn ve Neptün'de durum farklıdır. Onların içlerinden dışarı taşan, uzak Güneş'ten aldıkları sıcaklığa hemen hemen eşit bir ısı var. Güneş sönerse onlar sadece biraz etkilenir.

Fakat Uranüs başka bir hikâye. Uranüs, Jüpiter ötesi gezegenler arasında bir anomalidir. Uranüs, Dünya gibi: Dışarıya taşan çok az bir iç ısı var. Bunun niçin böyle olduğunu –birçok yönden Neptün'e çok benzeyen– Uranüs'te niçin güçlü bir iç ısı kaynağı bulunmadığını pek anlayabilmiş değiliz. Diğer bazı şeylerin yanı sıra bu nedenle de, bu güçlü dünyaların içlerinin derinlerinde neler cereyan ettiğini bildiğimizi söyleyemeyiz.

Uranüs, Güneş'in etrafında dönerken yana yatar. 1990'larda güney kutbu Güneş tarafından ısıtılıyordu ve Dünya'ya konuşlandırılmış gözlemciler 20. yüzyılın sonunda Uranüs'e baktıklarında gördükleri bu kutuptur. Uranüs'ün Güneş'in etrafında bir tur dönüşü 84 Dünya yılı tutar. Yani 2030'larda kuzey kutbu Güneş'e (ve Dünya'ya) dönük olacak. 2070'lerde güney kutbu yine Güneş'e doğru dönecek. Aradaki dönemlerde, Dünya'ya konuşlandırılmış gökbilimciler daha çok ekvatoryal enlemlere bakacak.

Diğer bütün gezegenler yörüngelerinde çok daha dik bir şekilde dönüyor. Uranüs'ün anormal dönüş tarzının nedeninden kimse pek emin değil; geleceği en parlak varsayım, ona çok erken tarihinde bir zamanlar, milyarlarca yıl önce, çok eksantrik bir yörüngedeki, hemen hemen Dünya büyüklüğünde serseri bir

gezegenin çarpmış olduğu. Böyle bir çarpışma, eğer sahiden gerçekleşmişse Uranüs sisteminde büyük bir kıyamete yol açmış olsa gerek; bildiğimiz kadarıyla, bu çok eski felaketin bizim bulabileceğimiz başka birtakım izleri hâlâ kalmış olabilir. Fakat Uranüs'ün uzaklığı onun sırlarını koruyor sanki.

1977'de, o zamanlar Cornell Üniversitesi'nden James Elliot'ın liderliğindeki bilimcilerden oluşan bir ekip, tesadüfen, Uranüs'ün de Satürn gibi halkalarının olduğunu keşfetti. Bilimciler Hint Okyanusu'nun üzerinde, özel bir NASA uçağıyla –Kuiper Hava Rasathanesi'yle– uçarken Uranüs'ün bir yıldızın önünden geçişine tanık oldular (Bu tür geçişler, yahut onların deyişle okültasyonlar, zaman zaman olur ve nedeni de özellikle Uranüs'ün uzak yıldızlara nazaran yavaş hareketidir). Gözlemciler yıldızın Uranüs ve atmosferinin arkasına girmeden hemen önce birçok kez ve çıktıktan hemen sonra da yine birçok kez göz kırptığını görünce şaşırdılar. Okültasyondan önceki ve sonraki göz kırpmalar tarzları birbirinin aynı olduğundan, bu bulgu (ve daha sonraki birçok çalışma), Uranüs'e gökte bir hedef tahtasının merkezi görüntüsünü veren çok ince, çok karanlık dokuz çevresel halkanın keşfine yol açtı.

Dünyadaki gözlemciler, bu halkaların çevresinde, o sırada bilinen beş ayın eş merkezli yörüngeleri olduğunu anladılar: Miranda, Ariel, Umbriel, Titania ve Oberon. Bunlara Shakespeare'in *Bir Yaz Gecesi Rüyası* ve *Fırtına* ve Alexander Pope'un *Bukleye Tecavüz* şiirindeki karakterlerin adları verilmişti. Bunlardan ikisi bizzat Herschel tarafından bulunmuştu. Beşinden en içteki, yani Miranda, 1948 gibi yakın bir tarihte hocam G. P. Kuiper tarafından keşfedildi.³ Ben o zamanlar, Uranüs'ün yeni bir ayının keşfedilmesinin ne kadar büyük bir başarı olarak karşılandığını hatırlıyorum. Beş ayın tümünden yansıyan yakın kızılötesi ışınlar sonradan, yüzeylerindeki normal su buzunun spektral imzasını gösterdi. Ve bunda şaşacak bir şey yok; Uranüs Güneş'ten o kadar uzaktır ki orası öğle vakti, Dünya'daki günbatımı sonrasında daha parlak değildir. Sıcaklık dondurucudur. Suların donuk olması gerekir.

3. Kuiper'in ona bu adı vermesinin nedeni, *Fırtına*'nın kadın kahramanı Miranda'nın sözleridir: "Ey cesur yeni dünya, bu tür insanlar var içinde" (Prospero'nun buna yanıtı da "Senin için yeni bu" şeklindedir. Aynen öyle. Miranda, Solar Sistemdeki diğer bütün dünyalar gibi, yaklaşık 4-5 milyar yaşındadır).

24 OCAK 1986'DA URANÜS SİSTEMİYLE –yani gezegen, halkaları ve aylarıyla– ilgili anlayışımızda bir devrim başladı. O gün, 8 ½ yıllık bir yolculuktan sonra *Voyager 2* uzay aracı Miranda'nın çok yakınından geçti ve gökte hedefi tam on ikiden vurdu. Sonra Uranüs'ün yerçekimi onu Neptün'e fırlattı. Uzay aracı Uranüs sisteminden 4.300 yakın fotoğraf ve çok zengin veriler gönderdi.

Uranüs'ün yoğun bir radyasyon kuşağıyla, gezegenin manyetik alanına hapsolmuş elektron ve protonlarla çevrili olduğu bulundu. *Voyager* bu radyasyon kuşağının içinden geçerken manyetik alanı ve hapsolmuş yüklü parçacıkları ölçtü. Ayrıca, hızlanan hapsolmuş parçacıkların yarattığı radyo dalgalarının –tınıları, armonileri ve nüansları değişen ama çoğunlukla *fortissimo* tonunda– bir kakafonisini kaydetti. Benzer bir şey Jüpiter'de ve Satürn'de de keşfedilmişti ve daha sonra Neptün'de de –ama daima, her bir dünya için karakteristik bir tema ve kontrpuanla– bulunacaktı.

Dünya'nın manyetik ve coğrafi kutupları birbirine çok yakındır. Uranüs'teyse manyetik eksenle dönme eksenini birbirinden 60 derece farklı. Nedenini henüz kimse anlayamadı; bazıları, bizim Uranüs'ü, Dünya'da da periyodik bir şekilde gerçekleşen, kuzey ve güney manyetik kutuplarının tersine çevrilmesi sırasında yakaladığımızı iddia etti. Diğerleriyse, bunun da gezegeni deviren o güçlü ve çok eski çarpışmanın sonucu olduğunu ileri sürüyor. Ama bilmiyoruz.

Uranüs, Güneş'ten aldığından çok daha fazla morötesi ışın veriyor ve bunu yaratan da muhtemelen magnetosferden dışarı sızan ve gezegenin yukarı atmosferine çarpan yüklü parçacıklardır. Uranüs sisteminin içindeki bir noktadan bakan uzay aracı, Uranüs'ün halkaları önünden geçerken göz kırpan parlak bir yıldız gözledi. Yeni silik toz bantları bulundu. Dünya'nın perspektifinden bakınca, uzay aracı Uranüs'ün arkasından geçiyordu; dolayısıyla vatana aktardığı radyo sinyalleri Uranüs atmosferinin içinden teğetsel bir şekilde –metan bulutlarının altını yoklayarak– geçti. Bazıları bundan havada yüzen, aşırı ısınmış sıvı sudan oluşan, çok geniş ve derin, belki 8.000 kilometre kalınlığında bir okyanus sonucunu çıkardı.

Uranüs karşılaşmasının en muhteşem başarılarından biri de fotoğraflardı. *Voyager*’ların iki televizyon kamerasıyla on yeni ay keşfettik, Uranüs’ün bulutlarının arasında gün uzunluğunu saptadık (yaklaşık 17 saat) ve on iki halkayı inceledik. En ilginç görüntüler Uranüs’ün önceden bilinen beş büyük ayından, özellikle de bunların en küçüğü, yani Kuiper’in Miranda’sından gelenlerdi. Miranda’nın yüzeyi fay vadilerinden, paralel sırtlardan, dik uçurumlardan, alçak dağlardan, çarpma kraterlerinden ve bir zamanlar erimiş haldeki yüzey materyallerinin donmuş akıntılarından bir karmaşa. Güneş’ten bu kadar uzak, küçük, soğuk, buzlu bir dünyada böylesine karmaşa halinde bir arazi beklenmedik bir şey. Belki bu yüzey, Uranüs, Miranda ve Ariel arasındaki çekimsel bir rezonansla, yakındaki gezegenden Miranda’nın içine enerji pompalandığı, çok eski bir dönemde erimiş ve hareketlenmiştir. Yahut belki de biz Uranüs’ü devirdiği düşünülen o çok eski çarpışmanın sonuçlarını görüyoruz. Yahut çok akla yakın bir şekilde, belki de Miranda bir zamanlar yoldan çıkmış bir gezegen yüzünden fena halde tahrip olmuş, parçalanmış, tuzla buz olmuştur ve çarpışmadan kaynaklanan birçok parça hâlâ Miranda’nın eski yörüngesindedir. Kırık parçalar ve kalıntılar birbirlerini çekim güçleriyle çekip yavaşça çarpışarak yeniden kümeleşmiş, tıpkı bugünkü Miranda gibi karman çorman, yamalı, kaba bir dünyaya dönüşmüştür.

Loş Miranda’nın fotoğraflarında bence tekinsiz bir şeyler var. Çünkü ben onun, Uranüs’ün parıltısının yanında neredeyse kaybolmuş, belli belirsiz bir ışık noktasından ibaret olduğu, gökbilimcinin becerisi ve sabrı sayesinde ve büyük zorluklarla keşfedildiği günleri çok iyi hatırlıyorum. Bir insan ömrünün sadece yarısı kadar bir sürede, keşfedilmemiş bir dünya olmaksızın çıkıp, çok eski ve kendine has sırlarının en azından kısmen açığa çıktığı bir hedefe vardı.

9

solar sistemin sınırında bir amerikan gemisi

... Triton Gölü'nün kıyısında...
Sırlardan temizleyeceğim içimi.
-EURİPİDES, İON, (y. MÖ 413)

Voyager 2'nin Solar Sistemdeki büyük turunun son limanı Neptün'dü. Normalde Neptün'ün sondan bir önceki, Pluton'un ise en uç gezegen olduğu düşünülür. Ama Pluton'un basık, eliptik yörüngesi yüzünden Neptün yakın zamanlarda en uç gezegen oldu ve 1999'a kadar öyle kaldı. Güneş'in ısıtan ışınlarından çok uzak olduğundan, yukarı bulutlarının sıcaklığı yaklaşık -240° C'dir. İçinden dışarı taştan ısı olmasa daha da soğuk olurdu. Neptün yıldızlar arası gecenin kenarında kayar. O kadar uzaktır ki, Güneş'in onun göğündeki görüntüsü çok parlak bir yıldızdan pek farklı değildir.

Ne kadar uzak? Öyle uzak ki, Güneş'in etrafındaki tek bir dönüşünü, yani bir Neptün yılını 1846'daki keşfinden beri henüz tamamlayamadı.¹ O kadar uzakta ki çıplak gözle görülemez. O kadar uzakta ki –hiçbir şeyin gidemeyeceği kadar hızlı giden–ışığın Neptün'den Dünya'ya gelmesi beş saatten uzun zaman alır.

1. Güneş'in etrafını dolaşmasının bu kadar uzun sürmesi yörüngesinin çok uzun, 23 milyar mil olmasından ve Güneş'in çekim gücünün –yani Neptün'ü yıldızlar arası uzaya kaçıp gitmekten alıkoyan gücün– bu kadar mesafede nispeten zayıf, Dünya'ninkinin binde birinden az olmasından ötürüdür.

Voyager 2 1989'da Neptün sistemine vardığında kameraları, spektrometreleri, partikül ve saha dedektörleri ve diğer cihazlarıyla gezegeni, aylarını ve halkalarını hummalı bir şekilde inceliyordu. Gezegen, akrabaları Jüpiter, Satürn ve Uranüs gibi bir devdir. Aslında her gezegen Dünya gibidir; ama dört gaz devi çok yoğun ve karmaşık kılıklarla gizleniyor. Jüpiter ve Satürn büyük gaz dünyalarıdır ve kayalardan, buzlardan oluşan katı çekirdekleri nispeten ufaktır. Fakat Uranüs'le Neptün esasen, gözlerden gizleyen yoğun atmosferlerle sarılı kaya ve buz dünyalarıdır.

Neptün, Dünya'nın dört katı büyüklükte. Onun soğuk, sert maviliğine baktığımızda yine –katı bir yüzey değil– sadece bir atmosfer ve bulutlar görüyoruz. Yine, atmosferi çoğunlukla hidrojen ve helyumdan, az bir metandan ve eser miktarda diğer hidrokarbonlardan oluşuyor. Biraz azot da olabilir. Metan kristallerinden oluştuğu görünen parlak bulutlar daha derindeki, kompozisyonu bilinmeyen yoğun bulutların üzerinde süzülüyor. Bulutların hareketinden, sesin yerel hızına yaklaşan, şiddetli rüzgârlar keşfettik. Tuhaf bir şekilde, Jüpiter'deki Büyük Kırmızı Lke'yle hemen hemen aynı enlemde bir Büyük Karanlık Lke bulundu. Mavi renk, Denizler Tanrısı'nın adı verilen bir gezegene yakışıyor.

Bu loş ışıklı, buzlu, fırtınalı uzak dünya –yine– bir halkalar sistemiyle çevrili ve halkaların her biri, yörüngede dönen, büyüklükleri sigara dumanındaki küçücük partiküllerden, küçük birer kamyona kadar değişen sayısız nesneden oluşuyor. Neptün'ün halkaları da diğer Jüpiter ötesi gezegenlerinki gibi geçiciye benziyor; çekim gücü ve radyasyonun onları Solar Sistemin ömründen çok daha kısa bir sürede parçalayacağı tahmin ediliyor. Eğer çabucak yok olacaklarsa biz onları ancak, yakın bir zamanda oluştukları için görüyor olsak gerek. Ama halkalar nasıl oluşuyor?

Neptün sistemindeki en büyük ay Triton adını taşır.² Neptün'ün etrafında dönüşünü tamamlaması için bizim yaklaşık altı

2. Sıvı yakıtlı modern roketlerin mucidi Robert Goddard, gelecekte, yıldızlara gidecek uzay araçlarının Triton'da kurulacağını ve oradan fırlatılacağını düşünmüştü. 1918'de el yazısıyla yazılmış, "Son Göç" adlı bir müsveddeye 1927'de sonradan eklenmiş bir nottu bu. Yayınlanamayacak kadar cüretkâr bulunan bu müsvedde bir arkadaşının kasasında saklanmıştı. Kapağında bir uyarı var: "Bu notlar ancak bir iyimser tarafından sonuna kadar okunmalıdır."

günümüz gerekir ve –Solar Sistemdeki büyük aylar arasında bir tek o– gezegenin döndüğünün tersi yönde döner (Neptün saat yönünde dönüyor dersek o, saatin tersi yönde döner). Triton'da bir şekilde Titan'inkine benzer, azottan zengin bir atmosfer var; ama hava ve sis çok daha seyreltik olduğundan yüzeyini görebiliyoruz. Yüzey manzaraları türlü çeşitli ve harika. Burası bir buzlar dünyası: Azot buzu, metan buzu ve altlarında da muhtemelen daha tanıdık su buzu ve kayalar var. Sıvıların seliyle dolduğu ve sonra tekrar donmuş olduğu görülen çarpma havzaları var (yani bir zamanlar Triton'da göller varmış); çarpma kraterleri, birbirini kesen uzun vadiler, yeni yağmış azot karlarıyla kaplı çok geniş düzlükler, kavun kabuğu gibi buruşuk araziler ve rüzgâr tarafından sürüklenip buzlu yüzeye yığılmışa benzeyen, az çok paralel, uzun, koyu renk çizgiler; oysa Triton'un atmosferi çok seyreltiktir (Dünya'nın atmosfer yoğunluğunun yaklaşık 1/10.000'i) .

Triton'daki bütün kraterler bozulmamış halde; sanki kocaman bir oyma makinesiyle kesilip çıkarılmış gibi. Çökmüş bir duvar ya da yumuşamış bir kabartı yok. Triton'un yüzeyinde hatta, periyodik kar yağışı ve buharlaşmasıyla bile milyarlarca yıldır hiçbir erozyon olmamış gibi görünüyor. Yani Triton'un oluşması sırasında oyulmuş kraterlerin hepsi erken dönemde gerçekleşen küresel bir yeniden kaplanma vakası nedeniyle dolmuş ve örtülmüş olsa gerek. Triton, Neptün'ün yörüngesinde, Neptün'ün dönüş yönünün tersine dönüyor; Dünya ve ayından, Solar Sistemdeki büyük ayların çoğundan farklı bir durum bu. Triton, Neptün'ün oluştuğu dönen diskten meydana gelseydi, Neptün'ün etrafında Neptün'ün döndüğü yönde dönmesi gerekirdi. Yani Triton, Neptün'ün çevresindeki asıl yerel nebuladan oluşmayıp başka bir yerden –belki de Pluton'un çok ötesinden– doğmuş ve tesadüfen Neptün'ün çok yakınından geçerken yerçekimine yakalanmıştır. Bu olay Triton'da muazzam katı kütle gelgitlerine yol açmış, yüzeyi eritmiş ve eski topoğrafiyi tümüyle silmiş olsa gerek.

Bazı yerlerde yüzey yeni yağmış Antarktika karı gibi parlak ve beyaz (ve Solar Sistemin hiçbir yerinde eşi bulunmaz bir kayak macerası sunabilir). Başka bazı yerlerde de pembeden kahverengiye kadar değişen bir renk var. Bunun olası bir açıklaması şu: Yeni yağmış azot, metan ve diğer hidrokarbon karları

Güneş'ten gelen morötesi ışığa ve Triton'un içinden geçtiği, Neptün'ün manyetik alanında hapsolmuş elektronlara maruz kalır. Böyle bir ışıma sonucunda karların (kendi gazları gibi) karmaşık, koyu renkli, kırmızımsı bir organik çökeltiye, buz tholinlerine –yani canlı olmayan ama yine dört milyar yıl önce Dünya'da yaşamın ortaya çıkışına katılmış bazı moleküllerden oluşan bir şeye– dönüşeceğini biliyoruz.

Yerel kışta yüzeyin üzerinde buz ve kar katmanları yükselir (Bizim kışlarımızın uzunluğu Allahtan bunun ancak yüzde 4'ü kadar). Yaz süresince bunlar yavaş yavaş biriken, giderek daha çok kırmızımsı organik moleküllere dönüşür. Yazın buzlar ve karlar buharlaşır; böylece serbest kalan gazlar gezegenin öteki yarısına, kış yarıküresine göçer ve orada yüzeyi yine buz ve karla kaplar. Ama kırmızımsı organik moleküller buharlaşmaz ve taşınmaz; ağır bir tortudur bu ve bir sonraki kışta yeni karlarla kaplanır, bu karlar da ısımaya maruz kalır ve bir sonraki yazda birikinti kalınlaşır. Zaman geçtikçe Triton'un yüzeyinde önemli miktarda organik materyal yığılır ve bu da oradaki nefis renkleri açıklayabilir.

Lekeler herhalde, yüzey altındaki buharlaşmaya hazır karlar baharın ve yazın sıcaklığıyla ısındığında küçük, karanlık kaynak bölgeler halinde başlıyor. Onlar buharlaşırken çıkan gaz, buharlaşmaya pek hazır olmayan karları ve koyu renkli organik maddeleri patlatarak gayzer gibi fışkırıyor. Düşük hızlı hâkim rüzgârlar koyu renkli organik maddeleri taşıırken bunlar seyreltik havada yavaşça çökeliyor, yerde birikiyor ve lekelerin manzarasını yaratıyor. En azından, yakın Triton tarihinin bir yeniden canlandırılmasıdır bu.

Triton'da koyu renkli organik materyallerden tabakaların altında yatan, düz azot karından oluşmuş geniş mevsimsel kutup katmanları olabilir. Azot karlarının yakın zamanlarda ekvatora yağdığı görülüyor. Yağan karlar, gayzerler, rüzgârın savurduğu organik tozlar ve yüksek irtifa sisleri, atmosferi bu kadar seyreltik bir dünyada hiç beklenmeyecek şeyler.

Hava niçin bu kadar seyreltik? Çünkü Triton, Güneş'ten çok uzak. Bu dünyayı bir şekilde buradan alıp Satürn'ün yörüngesine koysanız azot ve metan buzları çabucak buharlaşır, gaz halindeki azot ve metandan oluşan çok daha yoğun bir atmosfer ortaya

çıklar ve radyasyon opak bir tholin sisi yaratır. Titan'a çok benzeyen bir dünya haline gelir. Tersine, Titan'ı tutup Neptün'ün çevresinde bir yörüngeye koysanız neredeyse bütün atmosferi kar ve buz halinde donar, tholin ayrılır ve yerine yenisi gelmez, hava berraklaşır ve yüzey normal ışıktaki görünür hale gelir. Triton'a çok benzeyen bir dünyaya dönüşür.

Bu iki dünya birbirin aynısı değil. Titan'ın iç kısmında Triton'dakinden çok daha fazla buz ve çok daha az kaya var gibi görünüyor. Titan'ın çapı Triton'un yaklaşık iki katı. Ama yine de, Güneş'ten aynı uzaklıkta mesafeye konurlarsa kardeş gibi dururlar. Güneybatı Araştırma Enstitüsü'nden Alan Stern bunların, Solar Sistemin ilk zamanlarında oluşmuş, azottan ve metandan zengin, muazzam bir küçük dünyalar koleksiyonunun iki üyesi olduğunu savunuyor. Henüz bir uzay aracının ziyaret etmediği Pluton da bu grubun diğer bir üyesi gibi görünüyor. Pluton'un ötesinde bir sürü şey keşfedilmeyi bekliyor olabilir. Bu üç dünyanın seyreklik atmosferleri ve buzlu yüzeyleri –başka bir ışık olmasa da kozmik– ışınlarla maruz kalıyor ve azottan zengin organik bileşikler oluşuyor. Yaşamın hammaddesi sadece Titan'da değil, gezegen sistemimizin soğuk, loş ışıklı dış bölgelerinin tümünde var gibi sanki.

İzledikleri yörüngeyle –en azından zaman zaman– Neptün ve Pluton'un ötesine geçen diğer bir küçük nesneler sınıfı keşfedildi. Bazen küçük gezegen yahut asteroit denen bu nesneler daha büyük bir olasılıkla inaktif kuyruklu yıldızlar (kuyrukları yok tabii; Güneş'ten bu kadar uzak olunca buzları kolayca buharlaşmıyor). Ama bildiğimiz o sıradan kuyruklu yıldızlardan çok daha büyükler. Bunlar belki de, Pluton'un yörüngesinden en yakın yıldıza kadarki mesafenin yarısına kadar uzanan uçsuz bucaksız bir küçük dünyalar dizisinin öncü koludur. Bu yeni nesnelerin birer üyesi olabileceği Oort Kuyruklu Yıldız Bulutu'nun en iç kesimine, bunun varlığını ilk kez ortaya atan hocam Gerard Kuiper'den ötürü Kuiper Kuşağı denir. Halley gibi kısa süreli kuyruklu yıldızlar Kuiper Kuşağı'nda belirir, yerçekimsel güçlerden etkilenir, Solar Sistemin iç kısmına doğru kayar, kuyruklarını salarlar ve göklerimizde süslerler.

19. yüzyılda –o zamanlar sadece bir hipotez olan– bu dünya yapıtaşlarına “planetesimaller”* denirdi. Bu sözcükte bence “in-

finitesimaller”** gibi bir hava var: Bir şeyi elde etmek için bunlardan sonsuz sayıda gerekir size. Planetesimallerdeki durum, gerçi bir gezegenin oluşması için bunlardan çok sayıda gerekirse de, *bu kadar* aşırı değildir. Örneğin Dünya büyüklüğünde bir gezegenin oluşması için her biri birer kilometre çapında trilyonlarca kütlenin kaynaşması gerekir. Bir zamanlar Solar Sistemin gezegensel bölümünde bundan çok daha fazla sayıda dünyacık vardı. Bunların çoğu şimdi yok; ya yıldızlar arası uzaya fırlayıp gittiler, ya Güneş’in içine düştüler yahut ayların ve gezegenlerin oluşturulması gibi büyük bir projede harcandılar. Ama Neptün ve Pluton’un ötesindeki uzayda, hiçbir zaman kümeleşip yeni dünyalar oluşturmamış iskartalar, artıklar bekliyor olabilir; 100’er kilometre çapında irice birkaç tanesi ve hayret verici sayıda birer kilometre büyüklüğünde ve daha küçük cisimler Solar Sistemin dış tarafını ta Oort Bulutu’na kadar, karabiber ekilmiş gibi dolduruyor.

Bu anlamda, Neptün ve Pluton’un ötesinde gezegenler *var*; ama bunlar Jüpiter ötesi gezegenler kadar ve hatta Pluton kadar bile büyük değil. Bildiğimiz kadarıyla, Pluton’un ötesindeki karanlıkta daha büyük dünyalar, layıkıyla gezegen diyebileceğimiz dünyalar da gizleniyor olabilir. Ne kadar uzak olurlarsa onları saptama ihtimalimiz o kadar azalıyor. Onlar Neptün’ün hemen ötesinde olamaz tabii; yoksa çekim güçleri Neptün ile Pluton’un, *Pioneer 10* ile *11* ve *Voyager 1* ile *2* uzay araçlarının yörüngelerini hissedilir derecede değiştirdi.

Yeni keşfedilmiş (1992QB ve 1993FW gibi adlar taşıyan) kuyruklyıldızimsı cisimler bu anlamda gezegen değil. Bizim saptama eşiğimiz onları daha henüz kapsayabildiğine göre, Solar Sistemin dışında bunların muhtemelen daha birçoğu henüz keşfedilmeden kalmış olabilir; o kadar uzaktalar ki onları Dünya’dan görmek zor ve onlara ulaşmak da çok uzun bir yolculuk gerektiriyor. Ama Pluton’a ve ötesine gidecek hızlı gemiler üretmek bizim yapabileceğimiz bir şey. Pluton’a ve onun ayı Charon’a bir uzay aracı göndermek ve sonra, yapabilirsek, Kuiper Kuyruklyıldız Kuşağı sakinlerinden birinin yakınından geçmek akla yakın geliyor.

* Bir gezegenin etrafında gözlenen küçük gezegenimsi yapılar. (ç.n.)

** Matematikte, bölünemeyecek kadar küçük şeyler anlamına gelir. (ç.n.)

Uranüs ve Neptün'ün Dünya'msı kaya çekirdeği, önce birleşerek oluşmuş ve sonra, gezegenlerin oluştuğu çok eski nebuladan yerçekimi gücüyle büyük miktarda hidrojen ve helyum gazları çekmiş gibi görünüyor. İlk başta bir dolu fırtınası geçirdiler. Çekim güçleri, kendilerine çok yaklaşan donmuş dünyacıkları ancak gezegenler diyarının ötesine itmeye yetecek kadardı ve böylece Oort Bulutu'na yeni üyeler kattılar. Jüpiter'le Satürn aynı işlemle birer gaz devi haline geldi. Ama çekim güçlerinin yüksek olması yüzünden Oort Bulutu'na yeni üye katmadılar: Onlara yaklaşan buz dünyalar çekim gücüyle Solar Sistemden tamamen atıldı ve yıldızlar arasındaki büyük karanlıkta sonsuza dek dolaşmaya mahkûm oldular.

Yani dört buçuk milyar yıl önce Uranüs ve Neptün dev dünyalar haline gelmeseydi, zaman zaman biz insanlarda merak ve huşu duygusu uyandıran, iç gezegenlerin ve dıştaki ayların yüzeyinde kraterler açan ve zaman zaman Dünya'daki yaşamı tehlikeye sokan o sevgili kuyrukluyıldızlar bilinmeyecek ve birer tehdit olmayacaktı.

ŞİMDİ, NEPTÜN VE PLUTON'UN çok ötesindeki gezegenler, başka yıldızların gezegenleri için kısa bir ara vermenin zamanıdır.

Çevredeki yıldızların birçoğu sıklıkla, yörüngelerinde dönen, yerel yıldızdan yüzlerce astronomik birim (AU) ötelere kadar uzanan ince gaz ve toz diskleriyle çevrilidir (en uç gezegenler, yani Neptün ve Pluton Güneş'ten yaklaşık 40 AU uzakta). Genç güneşimsi yıldızların etrafında disk olma ihtimali yaşlı yıldızlara nazaran çok daha fazla. Bazen diskin ortasında fonograf plaklarındaki gibi bir boşluk var. Bu boşluk, yıldızdan belki 30 ya da 40 AU kadar öteye uzanıyor. Bu durum, örneğin Vega ve Epsilon Eridani yıldızlarını çevreleyen diskler için geçerli. Beta Pictoris'i çevreleyen diskin boşluğu yıldızdan sadece 15 AU kadar öteye uzanıyor. Bu iç, tozsuz bölgelerin orada yeni oluşmuş gezegenler tarafından temizlendiği yolunda sağlam bir olasılık var. Aslında bizim gezegen sistemimizin eski tarihinde de bu süpürüp temizleme işleminin olduğu tahmin ediliyor. Gözlemler geliştikçe, tozlu ve tozsuz bölgelerin konfigürasyonunda doğrudan görülemeyecek kadar küçük ve karanlık gezegenlerin

varlığını gösteren, ifşa edici birtakım ayrıntılar bulabileceğiz belki de. Spektroskopik veriler bu disklerin çalkalandığını ve materyalin merkezdeki yıldızların üzerine doğru yığıldığını düşündürüyor; belki de, görünmeyen gezegenler tarafından yolundan saptırılarak diskin içinde oluşan ve yerel güneşe çok yaklaşınca buharlaşan kuyruklyıldızlardan ötürüdür bu.

Gezegenler ufak olduğundan ve yansıyan ışıkla parladığından, yerel güneşin ışıltısında silik kalma eğilimindedirler. Ama şimdi, yıldızların yakınındaki tam oluşmuş gezegenleri bulma yolunda birçok girişim var: Karanlık bir gezegen, yıldızla Dünya'daki gözlemcinin arasına girdiği zaman yıldızın ışığındaki kısa ve belli belirsiz bir azalmanın saptanmasıyla yapılıyor bu; ya da yıldızın hareketinde, yörüngesinde dönen ve normalde görünmeyen bir eşlikçisinin önce bir tarafa sonra diğer tarafa doğru çekiştirmesinden kaynaklanan belli belirsiz bir duraklamanın algılanmasıyla. Uzay teknikleri çok daha hassas olacak. Yakındaki bir yıldızın çevresinde dönen Jüpiter ötesi bir gezegen, güneşinden yaklaşık bir milyar kez daha soluktur; ama yine de, yere konuşlandırılmış teleskopların, Dünya atmosferindeki titreşmeleri giderebilen yeni bir jenerasyonu çok kısa bir zamanda böylesi gezegenleri sadece birkaç saatlik bir gözlem süresinde saptayacak hale gelebilir. Komşu bir yıldızın dünyaya benzer bir gezegeni bundan yüz kez daha soluktur; ama şimdi, Dünya atmosferinin yukarısındaki, nispeten ucuz bir uzay aracının başka dünyaları saptayabileceği görülüyor. Bu arayışların hiçbirisi henüz sonuca varmadı fakat –eğer bulunabilecek bir şey varsa– en yakın yıldızların çevresindeki, en azından Jüpiter büyüklüğündeki, gezegenleri saptayabilmenin eşiğine geldiğimiz gayet açıktır.

Yakın zamanların en önemli ve şans eseri keşfi, hiç beklenmedik bir teknikle bulunan, 1.300 ışık yılı uzaktaki, tamamen ihtimal dışı bir yıldızın çevresindeki gerçek bir gezegen sistemi: B1257+12 diye tanımlanan pulsar, hızla dönen bir nötron yıldız, inanılmaz derecede yoğun bir güneş, bir süpernova patlamasına maruz kalmış kocaman bir yıldızın geriye kalanıdır. Bu yıldız, şaşırtıcı bir hassasiyetle ölçülen bir hızda, bir turunu 0,0062185319388187 saniyede tamamlayarak fırl fırl dönüyor. Bu pulsarın dönüş hızı 10.000 rpm.

Yoğun manyetik alanında hapsolmuş yüklü parçacıklar, Dünyadan saniyede yaklaşık 160 titreşimle geçen radyo dalgaları yaratıyor. 1991’de, şimdi Pennsylvania Devlet Üniversitesi’ndeki Alexander Wolszczan, parıltı derecesindeki küçük ama fark edilebilir değişiklikleri, tereddütlü bir şekilde –pulsarın gezegenlerin varlığına tepkisinden kaynaklanan küçük bir refleks hareket olarak– yorumladı. 1994’te, bu gezegenler arasında varlığı tahmin edilen karşılıklı çekimsel ilişkiler Wolszczan tarafından, arada geçen yıllar süresinde mikrosaniye düzeyindeki zaman artıkları üzerinde bir çalışmayla doğrulandı. Bunların, nötron yıldızın yüzeyindeki yıldız depremleri (ya da buna benzer bir şey) değil, gerçekten yeni gezegenler olduğunu gösteren kanıtlar artık çok fazla ya da Wolszczan’ın deyişiyle “reddedilemez” miktarda; yeni bir solar sistem “gayet açık bir şekilde teşhis edildi”. Pulsar zamanlama yöntemi, diğer tüm tekniklerin aksine merkeze yakın, dünyamsı gezegenlerin saptanmasını daha uzak Jüpiter ötesi gezegenlere göre nispeten daha kolay kılar.

Dünyadan 2,8 kez daha büyük C Gezegeni bu pulsarın yörüngesinde her 98 günde, 0,47 astronomik birim³ (AU) mesafeden döner; Dünya’nın yaklaşık 3,4 katı büyüklükteki B Gezegeni’nin 0,36 AU mesafeden 67 Dünya günü kadar bir yılı var. Daha küçük bir dünya, A Gezegeni yıldızla daha da yakındır, Dünya’nın yaklaşık 0,015’i büyüklüğünde ve 0,19 AU mesafededir. Kabaca söyleyecek olursak, B Gezegeni aşağı yukarı Merkür’ün Güneş’ten uzaklığı kadar bir mesafede; C Gezegeni, Merkür’le Venüs’ün uzaklıkları arasında bir mesafede; ve ikisinin de iç tarafındaki, kabaca Ay’ın büyüklüğündeki A Gezegeni’yse Merkür’ün Güneş’imizden uzaklığının yaklaşık yarısı mesafede. Bu gezegenlerin daha önceki bir gezegen sisteminin, pulsarı meydana getiren süpernova patlamasından bir şekilde kurtulmuş kalıntıları mı olduğunu yoksa bunların süpernova patlaması sonucu meydana gelen, yıldız çevresindeki yığılma diskinden mi oluştuğunu bilmiyoruz. Ama her halükârda, şimdi bunların diğer dünyalar olduğunu öğrendik.

3. Bu tanıma göre Dünya, yıldızından, yani Güneş’ten 1 AU mesafededir.

B1257+12'nin verdiği enerji, Güneş'in yaklaşık 4,7 katı. Ama Güneş'ten farklı olarak, bunun çoğunluğu görülebilir ışık şeklinde değil, elektrik yüklü parçacıkların şiddetli bir kasırgası şeklinde. Bu parçacıkların gezegenlere çarpıp onları ısıttığını düşünelim. O zaman, 1 AU mesafedeki bir gezegenin bile yüzeyinde suyun normal kaynama noktasının yaklaşık 280 Celsius derece yukarısında, yani Venüs'tekinden daha yüksek bir sıcaklık olacaktır.

Bu karanlık ve kavurucu gezegenler yaşama karşı konuksever görünmüyor. Ama B1257+12'nin daha ötesinde konuksever başkaları var olabilir (B1257+12 sisteminde, daha dışta, daha serin en azından bir gezegenin var olduğu yolunda birtakım izler var). Elbette bu dünyaların bir atmosfer tutup tutmadığını bile bilmiyoruz; belki de atmosferleri varsa bile süpernova patlamasıyla kopup kaçmıştır, eğer tarihleri o kadar eskiye gidiyorsa. Ama biz gerçekten, tanınabilir bir gezegen sistemini saptamış gibiyiz. Gelecek on yıllarda bunlardan, Güneş'imsi normal yıldızların yanı sıra beyaz cücelerin, pulsarların ve yıldızsal evrimin diğer uç hallerinin etrafında dönen daha birçoklarının bilinmesi muhtemeldir.

Sonunda, gezegen sistemlerinin bir listesini çıkaracağız; bunların her birinde Dünya'msı ve Jüpiter ötesi türden ve belki de yeni sınıflardan gezegenler olacak. Bu dünyaları spektroskopiyle ve başka yollardan inceleyeceğiz. Yeni dünyaları ve diğer yaşamları arayacağız.

VOYAGER, DIŞ SOLAR SİSTEMDEKİ hiçbir dünyada, zekâ bir yana, yaşamın hiçbir izini dahi bulamadı. Bol bol organik materyal –yaşamın hammaddesi, yaşamın ipuçları belki– var ama görebildiğimiz kadarıyla yaşam yok. Atmosferlerinde oksijen yok ve Dünya'daki oksijenin içinde bulunan metan gibi, tümüyle bir kimyasal dengenin ürünü gazlar yok. Birçok dünya belli belirsiz bazı renklere bürünmüş ama hiçbirinde, klorofilin Dünya yüzeyinin çoğu kısmına verdiği ayırıcı, keskin absorpsiyon özelliği yok. *Voyager*'ın, çapı bir kilometre kadar küçük ayrıntıları çözebildiği dünya çok az. Bu standartla, bizim kendi teknik uygarlığımız dış Solar Sisteme nakledilmiş olsa da saptanamazdı. Fakat önemli olan düzenli bir biçimlendirme, bir

geometri merakı, küçük dairelere, üçgenlere, dörtgenlere ya da karelere yönelik herhangi bir tutku bulamamış olmamızdır. Gece yarı kürelerinde sürekli yanan ışıklı noktalardan oluşan gruplaşmalar yoktu. Bu dünyalardan hiçbirinin yüzeyine biçim veren teknik bir uygarlığın izi yoktu.

Jüpiter ötesi gezegenler çok bol miktarda radyo dalgaları yayar; bunları yaratan kısmen onların manyetik alanlarında bol bol hapsolmuş ve yayılan yüklü parçacıklar, kısmen şimşekler kısmen de çok sıcak iç kısımlarıdır. Ama bu emisyonların hiçbirinde zeki bir yaşamın karakteri yok yahut alanın uzmanlarına böyle görünüyor.

Elbette bizim düşüncemiz çok dar olabilir. Bir şeyleri kaçırıyor olabiliriz. Örneğin Titan'ın atmosferinde biraz karbondioksit var ve gezegenin azot/metan atmosferinin kimyasal dengesini bozuyor. Sanırım bu CO₂, Titan'ın atmosferine boyuna düşen kuyrukluyıldız patirtisinden kaynaklanmıştır ama belki de değildir. Belki de yüzeyde, bütün o metana karşın esrarengiz bir şekilde CO₂ yaratan bir şey vardır.

Miranda ve Triton'un yüzeyleri bildiğimiz diğer hiçbir şeye benzemiyor. Zikzak desenli uçsuz bucaksız arazi biçimleri ve ciddi gezegen jeologlarının bile bir zamanlar muzipçe "otobanlar" dediği, birbiriyle kesişen düz çizgiler var. Bu arazi biçimlerini faylarla ve çarpışmalarla (zar zor) açıklayabildiğimizi düşünüyoruz ama tabii ki yanılıyor olabiliriz.

Yüzeydeki –bazen Triton'daki gibi nefis renk tonlarına bürünen– organik madde lekeleri, yüklü parçacıkların basit hidrokarbon karlarında kimyasal reaksiyonlar oluşturmalarına, daha karmaşık organik materyaller yaratabilmesine dayandırıldı ve bunların yaşama aracılık etmekle hiçbir ilgisi yok. Ama tabii ki yanılıyor olabiliriz.

Jüpiter ötesi dört gezegenden aldığımız radyo parazitlerinin karmaşık biçimi, patlamalar ve ısıklar genel olarak, plazma fiziği ve termal emisyonla açıklanabilir görünüyor (Birçok ayrıntı henüz pek net anlaşılabilmiş değil). Ama tabii ki yanılıyor olabiliriz.

Onlarca dünyada, *Galileo* uzay aracının Dünya'nın yanından geçerken bulduğu yaşam belirtileri gibi net ve dikkat çekici hiçbir şey bulamadık. Yaşam en son başvurulacak hipotezdir. Bunu,

ancak, gördüğünüz şeyi açıklamanın başka hiçbir yolu olmadığı zaman düşünürsünüz. Bir hükümde bulunmam gerekirse ben, incelediklerimiz arasında, tabii ki kendimizinki hızlı, hızlı bir dünyada yaşam olmadığını söylerim. Ama yanılıyor olabilirim ve benim hükmüm, doğru ya da yanlış, ister istemez bu Solar Sistemle sınırlıdır. Belki yeni bir misyonda farklı bir şey, dikkat çekici bir şey, gezegen biliminin normal araçlarıyla hiç açıklanamayacak bir şey bulacağız; ve biyolojik bir açıklamaya doğru ürkekçe, ihtiyatlı bir şekilde, yavaş yavaş yaklaşıyoruz. Ama şimdilik, böyle bir yola girmemizi gerektiren bir şey yok. Şimdiye kadar, Solar Sistemdeki tek yaşam Dünyadan gelendir. Uranüs ve Neptün sistemlerinde tek yaşam belirtisi *Voyager*'ın kendisiydi.

Başka yıldızların gezegenlerini teşhis ettikçe, kabaca Dünya'nın büyüklüğünde ve kütlesinde başka dünyalar buldukça onları yaşam yönünden gözden geçireceğiz. Hiç düşünmediğimiz bir dünyada bile yoğun oksijenli bir atmosfer bulunabilir. Dünya'da olduğu gibi, kendiliğinden bir yaşam belirtisi olabilir bu. Fark edilir miktarlarda metanla birlikte bir oksijen atmosferi de, modüle radyo emisyonları gibi, hemen hemen kesin bir yaşam belirtisi olacaktır. Bir gün bizimindeki ya da başka bir gezegen sistemindeki gözlemlerimizden çıkan, başka bir yerde yaşam olduğu haberi sabah kahvesi sırasında gelebilir.

VOYAGER UZAY ARAÇLARI yıldızlara doğru gidiyor. Solar Sistemden çıkış yörüngelerinde günde neredeyse bir milyon mil hızla gidiyorlar. Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'ün çekim alanları onları öyle büyük bir hızla fırlattı ki, bir zamanlar onları Güneş'e bağlayan bağları kopardılar.

Solar Sistemi terk ettiler mi? Bunun yanıtı büyük ölçüde, Güneş alanının sınırlarını nasıl tanımladığınıza bağlı. Eğer bu sınır en dış, iri gezegenin yörüngesiye, *Voyager* uzay araçları çoktan çıkıp gitmiş durumda; herhalde keşfedilmemiş başka Neptün'ler yoktur. Eğer en dış gezegeni kastediyorsanız, Neptün ve Pluton'un çok ötesinde –belki Triton gibi– başka gezegenler olabilir; öyleyse, *Voyager 1* ve 2 hâlâ Solar Sistemin içinde. Eğer Solar Sistemin dış sınırını heliopoz –yani gezegenler arası parçacıkların ve manyetik alanların yerini yıldızlar arası karşılıklarının

aldığı yer- olarak tanımlıyorsanız, o zaman *Voyager*’ların ikisi de henüz Solar Sistemin dışına çıkmadı ama gelecek birkaç on yılda çıkabilirler.⁴ Fakat Solar Sistemin kenarı tanımınız, bizim yıldızımızın artık dünyaları kendi yörüngesinde tutamadığı uzaklıksa, o zaman *Voyager*’lar yüzlerce yüzyıl boyu Solar Sistemin dışına çıkmayacak.

Güneş’in çekim gücüyle gökyüzünün her yönünde zayıf bir şekilde tutulan trilyonlarca kuyruklyıldızdan oluşan muazzam bir sürü ya da daha fazlası, Oort Bulutu var. İki uzay aracının Oort Bulutu’ndan geçişinin bitmesi için bir 20.000 yıl falan daha gerekecek. Sonra, nihayet, Solar Sistemle geciken vedalarını tamamlayan, bir zamanlar Güneş’in çekiminden kaynaklanan kösteklerden kurtulan *Voyager*’lar yıldızlar arası uzayın açık denizine açılacak. Misyonlarının İkinci Aşaması ancak o zaman başlayacak.

Radyo vericileri çoktan susmuş uzay araçları –onları yıpratcak neredeyse hiçbir şeyin olmadığı– sakın, soğuk yıldızlar arası karanlıkta çağlar boyu gezecekler. Solar Sistemden bir kez çıktılar mı, bir milyar ya da daha fazla yıl hiç bozulmadan kalarak Samanyolu Galaksisi merkezinin çevresinde dolaşacaklar.

Samanyolu Galaksisi’nde uzaya araç gönderen başka uygarlıkların olup olmadığını bilmiyoruz. Eğer varsa, nerede oldukları bir yana, ne kadar olduklarını da bilmiyoruz. Fakat en azından, uzak bir gelecekte, *Voyager*’lardan birinin yabancı bir araç tarafından durdurularak incelenmesi gibi bir olasılık var.

Buna dayanarak, her bir *Voyager* gezegenlere ve yıldızlara gitmek üzere Dünyadan ayrılırken içlerinde, yansımali bir altın plak kabına konmuş altın bir fonograf plağı ve bu plakta da, diğer bazı şeylerin yanı sıra şunlar vardı: 59 insan dilinde ve bir

4. 1992’de her iki *Voyager*’ın saptadığı radyo sinyallerinin, güçlü solar rüzgâr patlamalarıyla, yıldızlar arasındaki seyrek gazın çarpışmasından kaynaklandığı düşünüldü. Sinyallerin (10 trilyon watt’ı aşan) müthiş gücünden, heliopoza uzaklık tahmin edilebilir: Dünya’nın Güneş’ten uzaklığının yaklaşık 100 katı. *Voyager 1*, Solar Sistemden çıkış hızıyla 2010 yılı civarında heliopozu delip yıldızlar arası boşluğa girebilir. Radyoaktif enerji kaynağı hâlâ çalışıyorsa bu geçişin haberi Dünyada, “evinde kalanlar”a radyoyla gönderilecektir. Bu şok dalgasının heliopozla çarpışmasıyla ortaya çıkan enerji, onu Solar Sistemin en güçlü radyo kaynağı haline getiriyor. Bu durumda, acaba radyoteleskoplarımız başka gezegen sistemlerindeki daha da güçlü şokları saptayabilir mi diye düşünüyorsunuz.

balina dilinde selamlama; bir öpücük sesi, bir bebek ağlaması ve âşık bir genç kadının düşüncelerinin EEG kaydını içeren 12 dakikalık bir ses numunesi; bizim bilimimizi, uygarlığımızı ve bizleri gösteren 116 şifreli görüntü ve 90 dakikalık, Dünya'nın "greatest hit"leri; Doğu'dan ve Batı'dan, klasik ve folk ve içlerinde şunlar var: Bir Navajo gece ilahisi, bir Japon şakuhaçi şarkısı, bir Pigme kızın üyeliğe kabul şarkısı, bir Peru düğün şarkısı, "Akan Dereler" adında, 3.000 yıllık bir *ch'in* bestesi, Bach, Beethoven, Mozart, Stravinsky, Louis Armstrong, Blind Willie Johnson ve Chuck Berry'nin "Johnny B. Goode" şarkısı.

Uzay hemen hemen boş. *Voyager*'lardan birinin başka bir solar sisteme girme şansı yok aslında; ve gökyüzündeki her yıldız eşlik eden gezegenler olsa da yine geçerli bu. Plak kılıflarının üzerindeki, hemen anlaşılabilir olduğuna inandığımız bilimsel hiyeroglifle yazılmış açıklamaların okunması ve plakların içeriğinin anlaşılması ancak uzak bir gelecekte, yabancı varlıklar yıldızlar arası uzayın derinliklerinde *Voyager*'ları bulursa mümkün. Her iki *Voyager* da aslında Samanyolu Galaksisi merkezinin çevresinde sonsuza kadar dolaşacağından, bu plakların bulunması için bol bol zaman var... orada bu bulma eylemini gerçekleştirecek birisi varsa eğer.

Kayıtların ne kadarını anlayacaklarını bilemeyiz. Selamlamalar elbette anlaşılmayacaktır ama niyetleri anlaşılabilir (Merhaba dememenin kabalık olacağını düşündük). Varsayılan yabancılar, başka bir dünyada bizden bağımsız bir şekilde evrimleştiklerine göre, muhakkak ki bizden çok farklı olacak. Mesajımızdan bir şey anlayabileceklerinden emin miyiz gerçekten? Bu tür şeylerde her seferinde heyecana kapılsam da kendimi yatıştırıyorum: *Voyager*'daki kayıtlar her ne kadar anlaşılmaz olsa da, bunu bulacak yabancı geminin bizi değerlendirmek için ayrı bir standardı olacak. Her bir *Voyager*'ın kendisi birer mesaj. Keşif amaçlı niyetleriyle, hedefledikleri yüce amaçlarıyla, zarar verme yönünde hiçbir niyet taşımamalarıyla ve tasarım ve performanslarının parlaklığıyla bu robotlar bizim adımıza güzel bir şekilde konuşuyor.

Ama bizden çok daha ileri bilimciler ve mühendisler olan yabancılar –aksi takdirde, yıldızlar arası uzaydaki bu küçük, sessiz uzay aracını asla bulup geri getiremezlerdi çünkü– belki de bu

altın plaklara kaydedilmiş şeyleri anlamakta zorluk çekmeyecek. Belki de toplumumuzun geçiciliğini, teknolojimizle aklımız arasındaki uyumsuzluğu fark edecekler. *Voyager*'ı fırlattığımız günden beri kendimizi yok mu ettik, diye düşünecekler belki, yoksa devam edip daha büyük şeylere mi eriştik?

Yahut belki de bu kayıtlar hiç bulunmayacak. Belki de beş milyar yıl boyunca kimse bunlara rastlamayacak. Beş milyar yıl çok uzun bir zaman. Beş milyar yılda bütün insanlar ya yok olacak ya da başka varlıklara evrilecek, Dünya'da bizim eserlerimizden hiçbirisi kalmayacak, kıtalar tanınmayacak kadar değişecek ya da yok olacak ve Güneş'in evrimi Dünya'yı ya yakıp kavuracak yahut atomlardan bir anafora dönüştürecek.

Voyager'larsa vatandan uzakta, bu çok ötedeki olaylardan etkilenmeden, artık var olmayan bir dünyanın anılarını taşıyarak uçmaya devam edecek hâlâ.

10 kutsal karanlık

Bütün görsel izlenimler arasında, duygunun
en yakın akrabası gökyüzünün derinlikleridir.
-SAMUEL TAYLOR COLERIDGE, *NOTEBOOKS* (1805)

Bulutsuz bir mayıs sabahının maviliği ya da denizde günbatımının kırmızı ve turuncuları insanları meraka, şiire ya da bilime sevk etti. Dünya'nın neresinde yaşarsak yaşayalım; dilimiz, geleneklerimiz ya da siyasi görüşümüz ne olursa olsun, ortak bir göğü paylaşıyoruz. Çoğumuz o gök mavi rengi *bekliyoruz* ve bir gün doğumunda uyanıp da bulutsuz göğün siyah ya da sarı ya da yeşil olduğunu görürsek haklı olarak şaşkına döneriz (Los Angeles ve Mexico City sakinleri kahverengi, Londra ve Seattle'dakilerse gri bir gökyüzüne alışmıştır; fakat onlar bile yine de gezegensel norm olarak maviyi benimser).

Ama yine de gökyüzünün siyah ya da sarı ve belki de gri olduğu dünyalar *var*. Göğün rengi gezegeni karakterize eder. Beni Solar Sistemde herhangi bir gezegene cup diye atıverin; yerçekimini hissetmeden, yere hiç göz atmadan Güneşe ve göğe çabucak bir bakıvereyim, sanırım nerede olduğumu pekâlâ söyleyebilirim size. Orada burada yün gibi beyaz bulutlarla kesilen o tanıdık mavi tonu bizim dünyamızın imzasıdır. Fransızların *sacre-bleu!* diye bir deyişi vardır ve kabaca "Aman Tanrım!" diye çevrilebilir.¹

1. Bu deyiş aslında, "lanet olsun" ve "amanın" gibi, *Sacre-Dieu!*, yani "Aziz Tanrısı!" deyişini, İkinci Emir gerektiğinde dikkate alınırsa, uluorta söylenmeyecek kadar ağır bir küfür olarak görenlerin kullandığı bir örtmececi.

Kelimesi kelimesine, “kutsal mavi!” demektir. Gerçekten. Eğer gerçek anlamda bir Dünya bayrağı olsaydı rengi bu olurdu.

Kuşlar onun içinde uçar, bulutlar onun içinde süzülür, insanlar hayranlıkla bakıp seyreder, Güneş’in ve yıldızların ışıkları onun ötesinden göz kırpar. Ama nedir o? Nelerden oluşur? Nerde biter? Ondan ne kadar var? Bütün o mavilik nerden geliyor? Eğer o bütün insanlar için olağan bir şeyse, dünyamızı simgeliyorsa, onun hakkında bir şeyler bilmemiz lazım elbette. Gök nedir?

1957 Ağustos’unda bir insanoğlu ilk kez maviliğin üzerine çıktı ve çevresine baktı; emekli bir Hava Kuvvetleri Subayı ve fizikçi David Simons’ın o tarihe kadar en yükseğe çıkan insan olduğu gündü bu. Tek başına, bir balonu 100.000 feet (30 kilometre) yüksekliğe çıkardı ve kalın pencere camlarından bakınca farklı bir gökyüzü gördü. Şimdi Irvine’deki Kaliforniya Tıp Okulu’nda profesör olan Dr. Simons, yukarıda karanlık bir koyu mor renk olduğunu hatırlıyor. Yer üzerindeki mavinin yerini uzayın tam karanlığının aldığı geçiş bölgesine varmıştı.

Simons’ın unutulmuş uçuşundan beri birçok ulustan insan atmosferin üzerine çıktı. Tekrar tekrar ve doğrudan edinilmiş insan (ve robot) deneyimlerine dayanarak, artık uzayda gündüz göğünün siyah olduğu gayet açıktır. Güneş, geminize parlak bir ışık verir. Aşağıyındaki Dünya parlak bir şekilde aydınlatılmıştır. Ama yukarıdaki gökyüzü gece gibi siyahtır.

İşte Yuri Gagarin’in 12 Nisan 1961’de, insan türünün *Vostok 1*’le yaptığı ilk uzay uçuşunda gördüklerine dair unutulmaz betimlemesi:

Gökyüzü simsiyah ve bu siyah gökten fonun önünde yıldızlar bir şekilde daha parlak ve daha belirgin görünüyor. Dünya’nın, ufka baktığınızda gayet iyi görünen, çok karakteristik, çok güzel bir mavi halesi var. Hafif maviden, maviye, koyu maviye ve mora ve sonra da göğün simsiyah rengine doğru yumuşak bir renk geçişi var. Çok hoş bir geçiş bu.

Belli ki, gündüzün ışığıyla aydınlanmış –o mavi– gökyüzü bir şekilde, havayla bağlantılı. Ama kahvaltı masasının karşı tarafına baktığınızda, size eşlik eden kişi (normalde) mavi değil; göğün rengi, az miktarda havanın değil, çok fazla havanın bir özelliği olsa gerek. Uzaydan Dünya’ya dikkatle bakarsanız,

aşağı atmosferin kalınlığında, ince bir mavilik bandıyla çevrili olduğunu görürsünüz; gerçekten aşağı atmosferdir bu. O bandın yukarı tarafında, mavi göğün uzayın siyahlığında silinip kaybolduğunu fark edersiniz. İlk kez Simons'ın girdiği ve ilk kez Gagarin'in yukardan seyrettiği geçiş bölgesidir bu. Rutin bir uzay uçuşunda bu maviliğin dibinden başlarsınız, kalkıştan birkaç dakika sonra bunun içinden tümüyle geçip çıkarsınız ve sonra, çok karmaşık bir yaşam destek sistemi olmadan, tek bir nefeslik hava almanın bile mümkün olmadığı o sonsuz alana girersiniz. İnsan yaşamının varlığı tamamen o mavi göğe bağlıdır. Onu şefkatli ve kutsal saymakta haklıyız.

Maviyi gündüzleri görüyoruz çünkü güneş ışığı çevremizdeki ve yukarımızdaki havadan geçerek geliyor. Bulutsuz bir gecede gökyüzü siyahtır çünkü havadan yansıyarak gelecek yeterince yoğun bir ışık kaynağı yoktur. Hava, nasıl oluyorsa, bize tercihen mavi ışığı yansıtıyor. Nasıl?

Güneş'ten çıkan görünür ışık, farklı dalga boyunda ışıklara tekebül eden birçok renkte –mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu, kırmızı– gelir (Dalga boyu, dalga havada yahut uzayda yol alırken iki tepe noktasının arasındaki mesafedir). En kısa dalga boyları mor ve mavi ışık dalgalarınınkılerdir; en uzunlar da turuncu ve kırmızının. Bizim renk olarak algıladığımız şey gözlerimizin ve beynimizin bu dalga boylarını okuma biçimidir (Işık dalga boylarını görünen renklere değil de, mesela işitilen seslere dönüştürmemiz pekâlâ mümkündü; ama duyularımız bu şekilde evrimleşmiş değil.)

Spektrumdaki bütün o gökkuşağı renkleri güneş ışığındaki gibi birbirine karışınca hemen hemen beyaz görünürler. Bu dalgalar hep birlikte, Güneş'le Dünya arasındaki 93 milyon mil (150 milyon kilometre) mesafeyi sekiz dakikada geçerek gelir. Çoğunlukla azot ve oksijen moleküllerinden oluşan atmosfere çarparlar. Bazı dalgalar hava tarafından uzaya geri yansıtılır. Bazıları, ışık yere varmadan önce sağa sola yansır ve bir gözküresi tarafından algılanabilir (Bazıları da bulutlardan ve yerden tekrar uzaya geri yansıtılır). Işık dalgalarının atmosferde böyle sağa sola yansımaya “saçılma” denir.

Ama hava molekülleri bütün ışık dalgalarını tamamen eşit şekilde saçmaz. Moleküllerin büyüklüğünden çok daha uzun

dalga boyları daha az saçılır; moleküllerin üzerinden taşarlar ve varlıklarından pek etkilenmezler. Moleküllerin büyüklüğüne yakın dalga boyları daha çok saçılır. Dalgalar da kendileri kadar büyük engelleri hiçe saymada zorlanır (İskele kazıklarına çarpıp saçılan deniz dalgalarında ya da bir banyo küvetinde, musluktan damlayan sudan kaynaklanan ve plastik bir ördeğe çarpan dalgalarda görebilirsiniz bunu). Daha kısa, yani mor ve mavi ışıktaki saptadığımız dalga boyları, daha uzun –yani turuncu ve kırmızı ışıktaki saptadığımız– dalga boylarına göre daha fazla saçılır. Bulutsuz bir günde başımızı kaldırıp da mavi göğe hayranlıkla baktığımızda, güneş ışığındaki kısa dalgaların öncelikli saçılımına tanık oluyoruz. Buna, bu durumun ilk tutarlı açıklamasını yapmış olan İngiliz fizikçinin adıyla Rayleigh saçılımı denir. Sigara dumanı da yine bu nedenle mavidir: Oluştugu partiküller hemen hemen mavi ışığın dalga boyu büyüklüğündedir.

Peki günbatımı neden kırmızı? Günbatımının kırmızısı, hava maviyi saçıp yok ettikten sonra güneş ışığından geriye kalandır. Atmosfer, katı Dünya'nın çevresine yerçekimiyle bağlı duran ince bir gaz kabuksa da, güneş ışığı günbatımında (ya da gün doğumunda), öğleye nazaran havada daha yatık ve daha uzun bir yol katetmek zorundadır. Mor ve mavi dalgalar havada katettikleri, Güneş'in tepede olduğu zamana göre bu kez daha uzun yol süresince daha da çok saçıldıklarından, Güneşe doğru baktığımızda gördüğümüz, geriye kalan, yani güneş ışığının pek saçılıp dağılmayan dalgaları, özellikle de turuncular ve kırmızılardır. Mavi bir gökyüzü kırmızı bir günbatımı yaratıyor (Öğle vakti Güneş'in sarımsı görünmesinin nedeni, kısmen öteki renklere göre birazcık daha fazla sarı ışık vermesi ve kısmen de, Güneş tam tepedeyken bile Dünya atmosferinin güneş ışınlarındaki mavi ışığı saçarak ayırmasıdır).

Bazen bilimcilerin hiç romantik olmadığı, her şeyin nedenini düşünme tutkularının dünyayı güzellik ve gizemden yoksun bıraktığı söylenir. Ama dünyanın gerçekte nasıl işlediğini –beyaz ışığın renklere ayrıştığını, rengin bizim ışığın dalga boyunu algılamamız olduğunu, şeffaf havanın ışığı yansıttığını, bunu yaparken de dalgalar arasında bir ayrım yaptığını ve göğün, günbatımının kırmızı olmasıyla aynı nedenden mavi olduğunu– anlamak heyecan verici değil mi? Günbatımı hakkında birazcık şey bilmek onun romantizmine zarar vermez.

En basit moleküller aşağı yukarı aynı büyüklükte (kabaca, bir santimetrenin yüz milyonda biri kadar) olduğundan, Dünya göğünün maviliği havanın nelerden oluştuğuna –hava ışığı *absorbe* etmediği sürece– pek fazla bağlı değildir. Oksijen ve azot molekülleri görünür ışığı absorbe etmez; ışığı sadece şu ya da bu yöne sektirirler. Ama diğer moleküller ışığı yutabilir. Otomotiv motorlarında ve sanayi yangınlarında ortaya çıkan azot oksitleri, smogların o kasvetli kahverengisinin kaynaklarından biridir. Oksijen ve azottan oluşan azot oksitleri ışığı absorbe eder. Absorbsiyon da, saçılma gibi, göğe renk verebilir.

BAŞKA DÜNYALAR, BAŞKA GÖKLER: Merkür, Dünya'nın Ay'ı ve diğer gezegenlerin çoğu uydusu küçük dünyalardır; zayıf yerçekimlerinden ötürü tutamadıkları atmosferleri uzaya sızarak kaçar. Bu durumda, uzayın neredeyse vakum boşluğu gezegenin yüzeyine ulaşır. Güneş ışığı bunların yüzeyine hiçbir engelle karşılaşmadan, katettiği yol boyunca hiç saçılmadan yahut absorbe edilmeden çarpar. Bu dünyaların göğü öğle vakti bile siyahtır. Buna şimdiye kadar sadece 12 insan, *Apollo 11, 12* ve *14-17*'nin Ay'a iniş mürettebatı doğrudan tanık oldu.

Solar Sistemdeki, bu yazı yazıldığı sırada bilinen, uyduların tam listesi bir tablo halinde sunuluyor (Bunların yaklaşık yarısı *Voyager* tarafından keşfedildi). Bir atmosfere sahip olacak kadar büyük olan, Satürn'ün Titan'ı ve belki de Neptün'ün Triton'u dışında hepsinin göğü siyahtır. Ve bütün asteroitler de öyle.

Venüs'te Dünya'nın yaklaşık 90 katı hava var. Bu hava, buradaki gibi başlıca oksijen ve azot değil, karbondioksittir. Ama karbondioksit de görünür ışığı absorbe etmez. Venüs'te bulutlar olmasaydı Venüs'ün yüzeyinden gökyüzü nasıl görünürdü? Engelleyen o kadar çok atmosfer olunca sadece mor ve mavi dalgalar değil, diğer bütün renkler de –yeşil, sarı, turuncu, kırmızı– saçılır. Ama hava öylesine yoğundur ki, mavi ışık yere kadar pek varamaz; daha yukarılardaki art arda sekmeler yüzünden saçılarak uzaya geri döner. Dolayısıyla, yere varan ışık güçlü bir şekilde kırmızıya dönmüş olsa gerektir; gökyüzünün her tarafında bir Dünya günbatımı gibi sanki. Ayrıca yüksek bulutlardaki kükürt göğe sarı renk verecektir. İniş yapan Sovyet *Venera* araçlarının aldığı görüntüler, Venüs'te göklerin bir çeşit sarı-turuncu olduğunu doğruluyor.

**ÜÇÜNCÜ MİLENYUMUN ALTMIŞ İKİ DÜNYASI:
GEZEĞENLERİN (VE BİR ASTEROİTİN)
BİLİNEREN AYLARININ, GEZEĞENLERİNE
UZAKLIK SIRASINA GÖRE LİSTESİ**

DÜNYA, 1	MARS, 2	IDA, 1	JÜPİTER, 16	SATÜRN, 18	URANÜS, 15	NEPTÜN, 8	PLUTON, 1
Ay	Phobos Deimos	Datcyl	Metis Adrastea Amalthea Thebe Io Europa Ganymede Callisto Leda Himalia Lysithea Elara Ananke Carne Pasiphae Sinope	Pan Atlas Prometheus Pandora Epimetheus Janus Mimas Encedalus Tethys Telesto Calypso Dione Helene Rhea Titan Hyperion Iapetus Phoebe	Cordelia Ophelia Bianca Cressida Desdemona Juliet Portia Rosalind Belinda Puck Miranda Ariel Umbriel Titania Oberon	Naiad Thalassa Despina Galatea Larissa Proteus Triton Nereid	Charon

Mars farklı bir hikâye. Dünya'dan küçük bir gezegendir ve atmosferi çok daha seyreltiktir. Mars'ın yüzeyindeki basınç aslında yaklaşık olarak, Dünya stratosferinin, Simons'ın çıktığı yüksekliğindeki kadar. Yani Mars'ın göğünün siyah ya da mor-siyah olmasını bekleyebiliriz. Mars yüzeyinden gelen ilk renkli görüntü 1976 Temmuz'unda, iniş yapan Amerikan *Viking 1* aracı -Kızıl Gezegen'e başarılı bir şekilde inen ilk uzay aracı- tarafından alındı. Dijital veriler Mars'tan Dünya'ya radyo dalgalarıyla gayet aslına sadık bir şekilde gönderildi ve renkli görüntü bilgisayar tarafından bir araya getirildi. Basına verilen ilk görüntüde Mars göğü, bütün bilimcileri şaşırtacak ama başka kimseyi şaşırtmayacak şekilde, rahat, Dünya'mızdaki gibi bir mavi renkteydi; atmosferi bu kadar yetersiz bir gezegen için olanaksız bir şeydi bu. Bir yanlışlık olmuştu.

Renkli televizyonunuzdaki resim, her biri farklı bir ışık renginde -yani kırmızı, yeşil ve mavi- üç monokrom görüntünün karışımıdır. Bu renk birleştirme yöntemini, birbirinden ayrı kırmızı, yeşil ve mavi ışık hüzmeleri vererek (sarılar da dahil) tam renkli bir görüntü yaratan video projeksiyon sistemlerinde görebilirsiniz. Televizyonunuzun doğru rengi elde etmesi için bu üç monokrom görüntüyü doğru bir şekilde karıştırması ya

da dengelemesi gerekir. Örneğin mavinin gücünü artırırsanız görüntü çok mavi görünür. Uzaydan gelen her görüntüde buna benzer bir renk dengesi gerekir. Bazen bu dengeyi belirleme yetkisi büyük ölçüde, bilgisayar analizcilerine bırakılır. *Viking*'in bilgisayar analizcileri gezegen astronomu değildi ve yaptıkları da Mars'tan gelen bu ilk renkli fotoğraftaki renkleri, "doğru" görüntü elde edilinceye kadar karıştırmaktı. Bizler Dünyada gördüklerimizle öylesine koşullanmışız ki, "doğru" tabii ki, mavi bir gökyüzü demek. Fotoğrafın rengi hemen –uzay aracına sırf bu amaçla konmuş renk ayarlama standartları kullanılarak– düzeltildi ve ortaya çıkan renk karışımında görünen gök hiç de mavi değildi; daha ziyade koyu sarıyla pembe arası bir şeydi. Mavi de değil, ancak mor-siyahtı.

Mars göğünün gerçek rengi budur. Mars yüzeyinin çoğu çöldür ve kırmızıdır çünkü kumlar paslıdır. Zaman zaman, yüzeydeki ince partikülleri atmosferin yukarılarına kadar çıkaran şiddetli toz fırtınaları vardır. Bunların yere yağması uzun bir zaman alır ve gökyüzü tümüyle temizlenmeden daima yeni bir toz fırtınası daha çıkar. Neredeyse her Mars yılında küresel ya da hemen hemen küresel toz fırtınaları olur. Havada daima paslı partiküller asılı kaldığından, Mars'ta doğmuş ve orada yaşayan gelecek insan kuşakları bu somon rengini bizim vatanımızın mavi rengi gibi doğal ve tanıdık sayacaklar. Belki deson büyük toz fırtınasının üzerinden ne kadar zaman geçtiğini gündüz göğüne baktıklarında hemen anlayabilecekler.

Solar Sistemin dış gezegenleri –Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün– farklı bir türdedir. Başlıca hidrojen ve helyumdan oluşan dev atmosferlere sahip kocaman dünyalardır bunlar. Katı yüzeyleri öyle derinlerdedir ki hiçbir güneş ışığı sızamaz. Orada, aşağıda gökyüzü siyahtır ve bir gün doğumu umudu hiç, hem de hiç yoktur. Sürekli yıldızsız geceler bazen belki bir yıldırımla aydınlanır. Ama güneş ışığının eriştiği, atmosferin daha yukarılarında bekleyen çok daha güzel bir görüntü var.

Jüpiter'de, (su değil de) amonyak buzu parçalarından oluşan ve yükseklerle kadar çıkan bir sis tabakasının üzerinde gökyüzü hemen hemen siyahtır. Daha aşağıda, mavi gök bölgesinde çok renkli bulutlar var; sarı-kahverenginin ve bilinmeyen kompozisyonların çeşitli tonlarındalar (Aday materyaller arasında

sülfür, fosfor ve karmaşık organik moleküller var). Daha da aşağıda gökyüzü kırmızı-kahverengi görünecektir; yalnız oradaki bulutlar değişik kalınlıktadır ve ince olduklarında bir parça mavilik görebilirsiniz. Daha da derine inince yavaş yavaş, sürekli bir geceye geri döneriz. Benzer şeyler Satürn'de de geçerli fakat oradaki renkler çok daha yumuşaktır.

Uranüs'te ve özellikle Neptün'de –bazıları biraz daha beyaz– bulutların hızlı rüzgârlarla sürüklendiği, esrareniz ve haşin bir mavi renk var. Güneş ışığı, başlıca hidrojen ve helyumdan oluşan ama metandan da zengin, nispeten berrak bir atmosfere ulaşır. İçinde uzun bir yol katedilen metan sarı ve özellikle de kırmızı ışığı absorbe edip yeşil ve maviyi geçirir. Seyrek bir hidrokarbon sisi mavinin birazını yok eder. Göğün yeşilimsi görüldüğü bir derinlik olabilir.

Alışıl gelmiş akıl, Uranüs ve Neptün'deki mavi renklerden, metanın yaptığı absorpsiyonla birlikte, güneş ışığının derin atmosferdeki Rayleigh saçılmasının sorumlu olduğunu savunuyor. Ama *Voyager*'dan alınan verilerin JPL'den Kevin Baines tarafından yapılan analizi bu nedenlerin yetersiz olduğunu gösteriyor gibi. Açıkça çok derinlerde –belki de varsayılan hidrojen sülfid bulutlarının çevresinde– bol bol mavi madde var. Bugüne kadar kimse bunun ne olduğunu bulamadı. Mavi materyaller doğada çok ender bulunur. Bilimde hep olduğu gibi, eski muammalar ancak yerlerine yenilerinin gelişyle yok olur. Er ya da geç bunun da cevabını bulacağız.

GÖĞÜ SİYAH OLMAYAN her dünyanın bir atmosferi vardır. Yüzeyde duruyorsanız ve bakılacak yeterince yoğun bir atmosfer varsa, muhtemelen bunun içinde *uçmanın* da bir yolu vardır. Biz şimdilik, başka dünyaların çeşitli renklerdeki göklerinde uçacak araçlarımızı gönderiyoruz. Bir gün kendimiz de gideceğiz.

Venüs ve Mars'ın atmosferinde paraşüt kullanıldı, Jüpiter ve Titan'da da kullanılması planlanıyor. 1985'te iki Sovyet-Fransız balonu Venüs'ün sarı göğünde yol aldı. Yaklaşık 4 metre genişliğindeki *Vega* 9 balonu 13 metre aşağıya bir alet kutusu sarkıttı. Balon gece yarı küresinde şişti, yüzeyin yaklaşık 54 kilometre yukarısında süzüldü ve bataryaları bitinceye kadar, yaklaşık iki Dünya günü boyunca veriler aktardı. Bu sürede Venüs'ün yü-

zeyinde, çok aşağı düzeyde 11.600 kilometre yol katetti. Vega 2 balonu da hemen hemen bunun aynısı bir profile sahipti. Ayrıca, Venüs'ün atmosferi aerobraking –yani yoğun havanın sürtünmesiyle Magellan uzay aracının yörüngesini değiştirmek– için kullanıldı; gelecekte, Mars'a giden uzay araçlarını yörüngede dönen ve iniş yapan araçlara çevirmek için kullanılacak anahtar bir teknolojidir bu.

1998'de başlatılması programlanan ve Rusya'nın öncülüğündeki bir Mars misyonunda –devasa bir denizanasına, Portekiz savaşçısı denen denizanasına benzeyen– çok büyük bir Fransız sıcak hava balonu var. Dondurucu soğuk alacakaranlıklarda Mars'ın yüzeyine çökecek, ertesi gün güneş ışıklarıyla ısınınca yükselecek şekilde tasarlandı. Rüzgârlar o kadar hızlı ki, her şey yolunda giderse her gün hoplaya zıplaya kilometrelerce yol katederek kuzey kutbuna ve ötesine gidecek. Sabah erken vakitte, yere yakinken çok yüksek çözünürlüklü görüntüler ve başka veriler alacak. Balonun, Pasadena, Kaliforniya'da kurulmuş özel bir üyelik örgütü olan Gezegen Derneği tarafından düşünülp tasarlanmış, stabilitesi için gerekli bir aletsel rehber ipi var.

Mars'taki yüzey basıncı Dünya'nın yaklaşık 100.000 feet yüksekliğindeki kadar olduğundan, orada uçak uçurabileceğimizi biliyoruz. Örneğin U-2 ya da SR-71 *Blackbird* böyle düşük basınçlara rutin bir şekilde çıkıyor. Mars için, kanat genişliği daha da büyük hava araçları tasarlandı.

Uçma hayaliyle uzay yolculuğu hayali birbirinin ikizidir, benzer kişiler tarafından düşünür, akraba teknolojilere bağımlıdır ve hemen hemen art arda gelişirler. Dünya'da uçuşun bazı pratik ve ekonomik sınırlarına varılınca başka dünyaların çok renkli göklerinde uçmak olanağı doğuyor.

SOLAR SİSTEMDEKİ –Venüs'ün sülfür renkli ve Mars'ın paslı göklerinden Uranüs'ün turkuazına ve Neptün'ün hipnotik ve esrarengiz mavisine kadar– her gezegenin bulutlarına ve göğüne dayanan renk kombinasyonları belirlemek artık hemen hemen mümkün. *Sacré-jaune*, *sacré-rouge*, *sacré-vert* (Kutsal Sarı, Kutsal Kırmızı, Kutsal Yeşil). Belki de bunlar bir gün Solar Sistem'deki uzak insan karakollarının bayraklarını süsleyecek, yeni öncüler Güneş'ten çıkıp yıldızlara gittiklerinde ve kâşifler uzayın sonsuz karanlığıyla kuşatıldığında. *Sacré-noir* (Kutsal Siyah).

11

akşam ve sabah yıldızı

Başka bir dünya bu
İnsanların dünyası değil.

-LI BAI, "DAĞLARDA SORU VE YANIT"
(ÇİN, TANG HANEDANI, y. 730)

Alacakaranlıkta parıldayarak, batı ufkunda batan Güneş'i kovalarken görürsünüz onu. Her gece onu birden görüveren insanlar bir dilekte bulunmaya alışmıştır. Bu dilek bazen tutar.

Yahut onu doğuda, şafaktan önce, doğan Güneş'ten kaçarken görebilirsiniz. Gökyüzünde Güneş ve Ay hariç her şeyden daha parlak bu her iki tezahürüyle, akşam ve sabah yıldızı diye bilinir. Atalarımız onun bir dünya, Güneş'ten çok uzak olmayan çünkü onun etrafında Dünya'nınkinin iç tarafındaki yörüngede dönen dünya olduğunu bilmiyordu. Günbatımından hemen önce ya da gün doğumundan hemen sonra, bazen onu beyaz, pamuk gibi bir bulutun yanında görür ve sonra kıyaslayarak, Venüs'ün soluk limon sarısı bir renkte olduğunu keşfederiz.

Bir teleskopun –hatta büyük bir teleskopun, hatta dünyanın en büyük optik teleskopunun– okülerinden baksanız da hiçbir ayrıntısını seçemezsiniz. Aylarca, bir özelliği bulunmayan bir diskin, Ay gibi metodik birtakım fazlardan geçtiğini görürsünüz: Hilal Venüs, tam Venüs, dışbükey Venüs, yeni Venüs. Kıtaları yahut okyanusları gösteren en ufak bir iz yoktur.

Venüs'ü teleskopla gören ilk gökbilimcilerden bazıları, bulutlarla sarılı bir dünyayı gözlediklerini hemen fark etti. Şimdi biliyoruz ki, bu bulutlar az bir miktar elementsel kükürdün sarı renk verdiği konsantre sülfürik asit damlacıklarıdır. Yerden yüksektedirler. Normal, görünür ışıktaki bakıldığında bu gezegenin yüzeyinin, yani bulutların tepesinden 50 kilometre falan aşağısının nasıl olduğu konusunda hiçbir iz yoktur ve yüzyıllar boyu elimizde kaba tahminlerden başka bir şey yoktu.

Çok daha ince bir şekilde bakabilirsek, bulutlarda birtakım aralanmaların olabileceğini ve bunların, normalde gözlerimizden gizlenen esrarengiz yüzeyin her gün küçük birer parçasını açık edeceğini düşünebilirdiniz. O zaman tahmin dönemi biterdi. Dünyanın ortalama yarısı bulutlarla kaplıdır. Venüs'ün keşfinin ilk günlerinde, Venüs'ün yüzde 100 kapalı olması için hiçbir neden göremiyorduk. Eğer bulutla kaplanma oranı sadece yüzde 90 ya da hatta yüzde 99 bile olsaydı, kısa süreli berrak bölgeler bize çok şey söyleyebilirdi.

1960 ve 1961'de *Mariner 1* ve 2, yani Venüs'e gitmek için tasarlanan ilk Amerikan uzay araçları, hazırlanıyordu. Benim gibi, bu gemilerde video kameraların olacağını ve böylece Dünya'ya radyo görüntüleri göndereceğini düşünenler vardı. Bu teknoloji birkaç yıl sonra, Ay'ın fotoğraflarını çeken *Ranger 7, 8* ve *9*'da kullanıldı; bunlar Ay'a çarparak iniş yapmak üzere gidiyorlardı ve sonuncusu tam isabetle Alphonsus kraterini buldu. Ama Venüs misyonunda zaman kısıydı ve kameralar ağırdı. Kameraların gerçek anlamda bilimsel cihazlar olmadığını, daha ziyade fırsatçı, gürültüye yol açan, insanları kafakola almaya yarayan şeyler olduğunu, doğru ve isabetli hiçbir bilimsel soruya yanıt getirmediklerini savunanlar vardı. Şahsen ben, bulutlarda aralanmalar olup olmadığının da böyle sorulardan biri olduğunu düşünüyordum. Kameraların bizim sormayı bile akıl edemeyeceğimiz soruların yanıtını verebileceğini savundum. Her şeyden önce, parayı veren kamuoyuna robotik misyonların heyecanını göstermenin tek yolunun görüntüler olduğunu savundum. Ama yine de araçlara kamera konmadı ve daha sonraki misyonlar da, bu gezegen konusundaki düşüncüyü en azından kısmen haklı çıkardı: Venüs'ün yakın uçuşlarda çekilen yüksek çözünürlüklü fotoğraflarında bile, görünür ışıktaki, Venüs'ün bulutlarında

Titan'ın bulutlarından fazla bir aralanma olmadığı anlaşılıyor.¹ Bu dünyalar sürekli kapalı.

Morötesinde birtakım ayrıntılar var fakat ana bulut örtüsünün çok yukarılarında, yüksek irtifalı bulut örtüsünün geçici bölgeleri sayesinde var. Yüksek bulutlar gezegenin çevresinde, gezegenin kendi dönüş hızından çok daha hızlı hareket ediyor; süper rotasyon. Yüzeyi morötesiyle görme şansımız daha da az.

Venüs atmosferinin Dünya'daki havadan çok daha yoğun olduğu –bildiğimiz üzere, yüzeydeki basıncın buradakinin doksan katı olduğu– netleşince bundan hemen, bulutlarda bir aralanma *olsaydı* da bizim o yüzeyi normal, görülebilir ışıktaki görmemizin mümkün olamayacağı sonucu çıktı. O yoğun atmosferde çetin bir yol katederek yüzeye varabilen azıcık bir güneş ışığı geri yansılır, tamam; ama fotonlar aşağı havadaki moleküllerden tekrar tekrar saçılma sonucu öylesine darmadağın olur ki, yüzey biçimlerinin hiçbir görüntüsü tutulamaz. Bir kutup kar fırtınasındaki “beyaz körlük” gibi bir şey olur bu. Ama bu etki, yani şiddetli Rayleigh saçılımı dalga boylarının artmasıyla hızla azalır; yakın kızılötesiyle hesaplama kolaydır; bulutlarda birtakım aralanmalar varsa; yahut oradaki bulutlar şeffafsa yüzeyi görebilirdiniz.

Böylece, 1970'te Jim Pollack, Dave Morrison ve ben, Venüs'ü yakın kızılötesiyle gözlemeye çalışmak için Teksas Üniversitesi'nin McDonald Gözlemevi'ne gittik. Emülsiyonlarımızı “hipersensitif” hale getirdik; bizim eski tarz² cam fotoğraf plaklarımız amonyakla muamele edildi ve teleskoplarda Venüs'ten gelen ışığa maruz kalmadan önce bazen ısıtıldı ya da kısa bir süre aydınlatıldı. McDonald Gözlemevi'nin depoları bir süre amonyak kokuyordu. Bir sürü fotoğraf çektik. Hiçbirinde bir ayrıntı görünmüyordu. Sonunda ya kızılötesine yeteri kadar

1. Titandaki görüntülemeye, aerosollerden oluşan ana katmanın üzerindeki sislerde bir dizi aralanmalar açığa çıktı. Yani Venüs, Solar Sistemde normal, görünür ışıktaki çalışan uzay aracı kameralarının önemli hiçbir şey *keşfedemediği* tek dünya olarak ortaya çıkıyor. Ne mutlu ki, gittiğimiz neredeyse her dünyadan görüntüler aldık. (NASA'nın 1985'te Jacobini-Zimmer KuyrukluYıldızı'nın kuyruğundan geçen International Cometary Explorer'ı, sadece, yüklü parçacıklara ve manyetik alanlara tahsis edildiği için, kör bir uçuş yaptı.)

2. Bugün birçok teleskop görüntüsü yük bağlaşıp aygıtlar ve diyot grupları gibi elektronik düzeneklerle elde ediliyor ve bilgisayar tarafından işleniyor; 1970'lerde gökbilimcilerin elinde bu teknolojilerin hiçbiri yoktu.

girmediğimiz ya da Venüs'teki bulutların opak ve yakın kızılötesiyle geçilemez olduğu kararına vardık.

Yirmi yıldan fazla bir süre sonra Venüs'ün yakınından geçen *Galileo* uzay aracı, onu bizim o kaba cam emülsiyonlarla ulaşabildiğimizden daha yüksek çözünürlükte hassasiyette ve biraz daha kızılötesinde dalga boylarıyla inceledi. *Galileo* büyük sıradağların fotoğrafını çekti. Gerçi onların varlığını zaten biliyorduk; daha önce, çok daha güçlü bir teknik kullanılmıştı: Radar. Radyo dalgaları Venüs'ün bulutlarından ve yoğun atmosferinden kolayca geçiyor, yüzeye çarpıp yansıyor, Dünya'ya geri dönüyor ve toplanarak bir görüntü oluşturmada kullanılıyor. İlk çalışmalar başlıca, JPL'nin Mojave Çölü'ndeki Goldstone İzleme İstasyonu'nda bulunan Amerikan yere konuşlandırılmış radarıyla ve Cornell Üniversitesi tarafından işletilen, Porto Riko'daki Arecibo Gözlemevi'nde yapılmıştı.

Sonra ABD'nin *Pioneer 12*, Sovyetler'in *Venera 15* ve *16* ve ABD'nin *Magellan* misyonlarıyla Venüs'ün yörüngesine radar teleskopları yerleştirildi ve bir kutbundan ötekine kadar haritası çıkarıldı. Her uzay aracı yüzeye bir radar sinyali gönderiyor ve sonra geri yansırken yakalıyordu. Her yüzey parçasının ne kadar yansıtıcı olduğuna ve sinyalin geri dönüşünün ne kadar (dağlardan daha kısa, vadilerden daha uzun) zaman aldığına dayanarak, bütün yüzeyin ayrıntılı bir haritası yavaş yavaş ve titizlikle oluşturuldu.

Bu şekilde açığa çıkan gezegenin, bir sonraki bölümde anlatılacak benzersiz bir tarzda, akan lavlarla (ve çok daha az bir oranda da rüzgârlarla) biçimlendiği anlaşıyor. Venüs'ün bulutları ve atmosferi artık bizim için şeffaf hale gelmişti ve başka bir gezegen, Dünya'dan gönderilen kahraman robot kâşifler tarafından ziyaret edildi. Venüs'teki deneyimimizi şimdi başka bir yerde, özellikle de, yine geçit vermez bulutların muamma gibi bir yüzeyi gizlediği ve radarın bize, aşağıda neler olabileceğinin işaretlerini vermeye başladığı Titan'da kullanıyoruz.

VENÜS UZUN ZAMANDIR BİZİM kardeş dünyamız olarak düşünülmüştü. Dünya'ya en yakın gezegendir. Dünya'yla hemen hemen eşit bir kütlesi, boyutu, yoğunluğu ve yerçekimsel gücü var. Güneş'e Dünya'dan biraz daha yakın ama parlak bulutları

bizim bulutlarımızdan daha çok güneş ışığını uzaya geri yansıtıyor. İlk tahminde pekâlâ, o tamamen aralıksız bulutların altındaki Venüs'ün epey Dünya gibi olduğunu düşünebilirsiniz. İlk bilimsel tahminlerde, Dünya'nın Karbon Çağı'ndaki gibi dev amfibiyenlerle dolu kokuşmuş bataklıklar, bir dünya çölü, küresel bir petrol denizi ve orasında burasında kireçtaşı kaplı adaların bulunduğu sodalı bir okyanus vardı. Bazı bilimsel verilere dayanıyor olsalar da –ilki yüzyılın başlarından, ikincisi 1930'lardan ve son ikisi de 1950'lerin ortalarından kalma– bu Venüs “modelleri” eldeki çok yetersiz verilerle pek sınırlı kalmayan romantik bilimkurgulardan öte şeyler değildi.

Sonra, 1956'da Cornell H. Mayer ve arkadaşları tarafından *The Astrophysical Journal*'da bir rapor yayımlandı. Washington D. C.'de, Deniz Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı'nın çatısında, kısmen, gizli araştırmalar için kurulan, yeni tamamlanmış bir radyoteleskopu Venüs'e yöneltmişler ve Dünya'ya gelen radyo dalgası akışını ölçmüşlerdi. Radar değildi bu; Venüs'ten yansıyan radyo dalgaları yoktu. Venüs'ün kendi başına uzaya saldırdığı radyo dalgalarının dinlenmesiydi. Venüs, uzak yıldızların ve galaksilerin oluşturduğu arka plandan çok daha parlak çıkmıştı. Bu tek başına pek şaşırtıcı bir şey değildi. Mutlak sıfırdan (-273°C) daha sıcak her nesne, radyo bölgesini de kapsayan tüm elektromanyetik spektrumda radyasyon yayar. Örneğin siz, yaklaşık 35°C 'lik bir etkide ya da “parlaklık” sıcaklığında radyo dalgaları çıkarıyorsunuz ve sizden daha soğuk bir çevredeyseniz hassas bir radyoteleskop sizin her yöne yolladığınız hafif radyo dalgalarını saptayabilir. Hepimiz birer soğuk statik elektrik kaynağıyız.

Mayer'in keşfinde şaşırtıcı olansa, Venüs'ün parlaklık sıcaklığının 300°C 'den fazla, yani Dünya'nın yüzey sıcaklığından ya da Venüs bulutlarının kızılötesiyle ölçülmüş sıcaklığından çok daha yüksek olduğuydu. Venüs'teki bazı yerler suyun normal kaynama noktasından en az 200° daha sıcak görünüyordu. Ne anlama geliyordu bu?

Hemen bir açıklamalar seli geldi. Ben, yüksek radyo parlaklık sıcaklığının sıcak bir yüzeyi gösteren doğrudan bir belirti olduğunu ve yüksek sıcaklığın yoğun bir karbondioksit/su buharı sera etkisinden kaynaklandığını, bu durumda güneş ışıklarının

bulutlardan geçip yüzeyi ısıttığını ama yüzeyin bu ışınları karbondioksit ve su buharının yüksek kızılötesi opaklığı yüzünden uzaya geri yansıtmakta müthiş zorlandığını savundum. Karbondioksit, kızılötesinde bir dizi dalga boyunu absorbe eder ama CO₂ absorpsiyon bantlarının arasında, yüzeyin uzaya ısı salarak kolayca soğuyabildiği “pencereler” vardır. Öte yandan su buharı, karbondioksitin opaklığında aralanan pencerelere kısmen tekabül eden kızılötesi frekansları absorbe eder. Bu iki gaz birlikte, bana öyle geliyor ki, çok az bir su buharı olsa bile, neredeyse bütün kızılötesi emisyonunu pekâlâ absorbe edebirdi; birinin tahtaları ötekinin aralıklarını tesadüfen kapatacak konumda yerleştirilmiş iki tahta çit gibi bir şeydi bu.

Çok farklı bir açıklama kategorisi daha vardı ve buna göre, Venüs’ün yüksek parlaklık ısısının zeminle bir ilgisi yoktu. Yüzey yine de ılımlı, ılıman, yaşamla uyumlu olabilirdi. Bu radyo dalgalarını uzaya, Venüs’ün atmosferindeki ya da çevreleyen magnetosferdeki bir bölgenin gönderdiği savunuluyordu. Venüs bulutlarındaki su damlacıklarının arasındaki elektrikdeşarjları öne sürülüyordu. İyonlarla elektronların alacakaranlıkta ve şafak vakti yukarı atmosferde yeniden birleştiği bir akkordeşarj ortaya atıldı. Serbest elektronların karşılıklı hızlanması (“serbest-serbest emisyon”) nedeniyle radyo dalgalarının çıktığı çok yoğun bir iyonosferi savunanlar vardı. (Bu fikrin yandaşlarından biri hatta, bunun için gereken yüksek iyonizasyonun, Venüs’te Dünya’dakinin yaklaşık 10.000 katı –belki de orada yakın zamandaki bir nükleer savaşın ürünü– bir radyoaktiviteden kaynaklandığını bile iddia etti.) Ve Jüpiter’in magnetosferinden gelen radyasyon keşfedilmişken, bu radyo emisyonunun varsayılan bir yüksek yoğunluklu Venüs manyetik alanında hapsolmuş muazzam bir yüklü parçacıklar bulutundan geldiğinin iddia edilmesi doğaldı.

1960’ların ortalarında, birçoğu Jim Pollack’ın³ işbirliğiyle yayımladığım bir dizi makalede, birbiriyle çelişen bu “yüksek bir sıcak emisyon bölgesi” ve “soğuk bir yüzey” modelleri eleştirel

3. James B. Pollack gezegenbilimin her alanına önemli katkılarda bulundu. Benim ilk lisansüstü öğrencimdi ve sonrasında da hep çalışma arkadaşlarımdan biri oldu. NASA’nın Ames Araştırma Merkezi’ni gezegen araştırmalarında ve gezegenbilimcilerin doktora sonrası eğitiminde dünya liderlerinden biri haline getirdi. Nezaketi de bilimsel hünerleri gibi olağanüstüydü. 1994’te, yeteneğinin zirvesindeyken öldü.

bir analize tabi tutuldu. O zamanlar iki önemli yeni ipucumuz vardı: Radyo spektrumu ve *Mariner 2*'nin sağladığı, radyo emisyonunun Venüs diskinin merkezinde, kenarından daha şiddetli olduğunu gösteren bir kanıt. 1967'de, alternatif modelleri güvenli bir şekilde dışlayabildik ve Venüs yüzeyinin 400°C'yi geçen, kavurucu ve Dünya'dakinden çok farklı bir sıcaklıkta olduğu sonucuna varabildik. Ama bu tartışma çıkarsamalıydı ve birçok ara aşamaları vardı. Daha doğrudan bir ölçümün eksikliğini duyuyorduk.

1967 Ekim'inde -*Sputnik 1*'in onuncu yıl dönümü kutlanırken- Sovyet *Venera 4* uzay aracı Venüs bulutlarının içine bir giriş kapsülü bıraktı. Bu kapsül, sıcak yukarı atmosferden veriler gönderdi ama yüzeye sağ salım varamadı. Bir gün sonra Birleşik Devletler'in uzay aracı *Mariner 5*, Venüs'ün yanından geçti ve Dünya'ya gönderdiği radyo sinyalleri atmosferin gittikçe daha derinlerinden sekerek geçti. Sinyallerin güç kaybetme oranı atmosfer sıcaklığı konusunda bilgi sağladı. İki uzay aracının verdiği veriler arasında (sonradan giderilen) bazı çelişkiler görülmesine karşın, bunların ikisi de Venüs yüzeyinin çok sıcak olduğunu net bir şekilde gösteriyordu.

O zamandan beri bir dizi Sovyet *Venera* uzay aracı ve *Pioneer 12* misyonundan bir grup Amerikan uzay aracı ya derin atmosfere girdi ya da yüzeye iniş yaptı ve yüzeyin ve yüzey yakınının sıcaklığını -özellikle dışarıya bir termometre uzatarak- doğrudan ölçtü. Sıcaklıklar yaklaşık 470°C çıktı. Dünya'daki radyoteleskopların hesap hataları ve yüzey yayıcılığı gibi faktörler de hesaba katılırsa, eski radyo gözlemleriyle uzay araçlarının yeni ve doğrudan ölçümleri birbiriyle gayet uyumlu çıkıyor.

Yüzeye iniş yapan ilk Sovyet araçları bir şekilde bizimki gibi bir atmosfer için tasarlanmıştı. Yüksek basınç yüzünden, bir bilek güreşi şampiyonunun kavradığı metal bir içecek kutusu yahut II. Dünya Savaşı'nda Tonga Çukuru'ndaki bir denizaltı gibi ezildiler. Sonrasında, Sovyet Venüs giriş kapsülleri modern denizaltılar gibi güçlü bir şekilde takviye edildi ve yakıcı yüzeye başarılı inişler yaptılar. Atmosferin ne kadar derin ve bulutların ne kadar yoğun olduğu netleşince Sovyet tasarımcılar yüzeyin zifiri karanlık olabileceğini düşünmeye başlamıştı. *Venera 9* ve *10* projektörlerle donatıldı. Ama bunların gereksiz olduğu

ortaya çıktı. Bulutların üzerine düşen yüzde birkaç oranında güneş ışığı yüzeye varmayı başarır ve Venüs hemen hemen, Dünya'nın bulutlu bir günü kadar aydınlıktır.

Venüs yüzeyinin çok sıcak olduğu fikrine karşı direnç, sanırım, en yakın gezegenin yaşama, gelecekteki keşiflere ve hatta belki de, uzun vadede, insan yerleşimine karşı konuksever olduğu sanısından vazgeçmeye gönülsüzlüğümüze bağlanabilir. Orada Karbon Devri'ne has bataklıkların, küresel bir petrolün ya da sodalı okyanusların da olmadığı anlaşıyor. Bunların yerine Venüs boğucu, kasvetli bir cehennem. Bazı çöller var ama çoğunlukla donmuş lav denizlerinden oluşan bir dünya. Umutlarımız boşa çıktı. Bu gezegenin çağrısı artık, uzay aracı keşfinin ilk günlerinden, neredeyse her şeyin muhtemel olduğu ve Venüs'le ilgili en romantik tahminlerimizin bile, o zamanlar bilebildiğimiz şeylere karşın, gerçek çıkabileceği günlerden daha suskun şimdi.

VENÜS'LE İLGİLİ BUGÜNKÜ anlayışımıza katkıda bulunan birçok uzay gemisi var. Fakat öncü misyon *Mariner 2*'ydi. *Mariner 1*'in fırlatılması başarısız oldu ve -bacağı kırılan yarış atları gibi- yok edilmesi gerekti. *Mariner 2* güzel çalıştı ve Venüs'ün iklimi hakkında ilk anahtar radyo verilerini sağladı. Bulutların özellikleri konusunda kızılötesi gözlemler yaptı. Dünya'dan Venüs'e giderken güneş rüzgârlarını, yani Güneş'ten dışarıya doğru fışkıran, karşısına çıkan bütün gezegenlerin magnetosferlerini dolduran, kuyruklu yıldızların kuyruklarını geriye uçuran ve uzak heliopozu oluşturan yüklü parçacık akıntılarını keşfetti ve ölçümlendi. *Mariner 2* başarılı ilk gezegensel uzay roketi, gezegensel keşifler çağını açan ilk gemiydi.

Hâlâ Güneş'in yörüngesindedir ve her birkaç yüz günde bir hâlâ, az ya da çok teğetsel bir şekilde Venüs'ün yörüngesine yaklaşıyor. Bu ne zaman gerçekleşse Venüs yakında olmuyor. Ama yeterince uzun bir zaman beklersek Venüs bir gün yakına gelecek ve *Mariner 2* bu gezegenin çekim gücüyle hızlanarak çok farklı bir yörüngeye girecek. Sonunda *Mariner 2*, geçmiş çağlardan bir planetesimal gibi, başka bir gezegen tarafından süpürülerek ya Güneş'in içine düşecek ya da Solar Sistemden atılacak.

O zamana kadar, gezegensel keşiflerin bu müjdecisi, bu küçücük yapay gezegen Güneş'in etrafında sessizce dönmeye devam edecek. Bu biraz, Kolomb'un sancak gemisi *Santa María*, hayalet mürettebatıyla hâlâ Cádiz ve Hispaniola arasında düzenli Atlantik aşırı seferlerini yapıyormuş gibi bir şey sanki. *Mariner 2* gezegenler arası uzayın vakumunda birçok jenerasyon için mükemmel durumda kalacak.

Benim Akşam ve Sabah Yıldızı için tuttuğum dilek şu: 21. yüzyılın sonunda, dış Solar Sisteme doğru, yerçekimi yardımıyla düzenli seferini yapan büyük bir gemi bu çok eski, terk edilmiş aracı durdurup deposuna yüklesin ve böylece, ilk uzay teknolojisiyle ilgili bir müzede sergilensin; Mars'ta belki, yahut Europa'da yahut İapetus'ta.

12

karalar eriyor

Thera'yla Therasia'nın orta mesafesinde denizden ateşler
fışkırdı ve dört gün devam etti, öyle ki bütün deniz kaynadı,
alev alev yandı ve yangınların ardından, sanki manivelalarla
kaldırılıyormuş gibi yavaş yavaş yükselen bir ada çıktı...
Patlamanın durmasından sonra, oraya çıkma cesaretini
ilk gösterenler denizcilikte üstün zamanlarındaki
Rodoslulardı ve adaya bir tapınak yaptılar.

-STRABON, COĞRAFYA (y. MÖ. 7)

Dünya'nın her tarafında, dikkat çekici ve alışılmamış özelliklere sahip bir dağ bulabilirsiniz. Çocuklar bile tanıyabilir onu: Tepesi kesik ya da köşeli görünür. Zirveye tırmanır yahut üzerinden uçarsanız dağın tepesinde bir oyuk ya da krater olduğunu keşfedersiniz. Bu tür dağların bazılarında krater küçüktür; diğerlerindeyse, neredeyse dağın kendisi kadar büyüktür. Bazen kraterler suyla doludur. Bazen de daha şaşırtıcı bir sıvıyla: Ayaklarınızın ucuna basarak kıyıya gidersiniz ve sarımsı kırmızı bir sıvıdan oluşan parıldayan kocaman göller ve ateş fışkıran ağızlar görürsünüz. Dağın tepesindeki bu oyuklara "calderon" sözcüğünden ötürü kaldera denir ve bunların bulunduğu dağlar da tabii ki -Romalıların Ateş Tanrısı Vulcan'dan ötürü- volkan olarak bilinir. Dünya'da keşfedilmiş belki 600 aktif volkan var. Okyanusların altında da henüz bulunmamışlar var.

Tipik bir volkanik dağ oldukça güvenli görünür. Çeperlerinde boy atmış doğal bitkiler vardır. Yamaçlarını teraslanmış tarlalar

süsler. Eteklerinde küçük köyler ve tapınaklar yuvalanmıştır. Ama dağ yine de, yüzyıllarca süren bir bitkinliğin ardından, hiçbir uyarı gelmeksizin patlayabilir. Kocaman kayalardan bir bombardıman, küllerden bir sağanak yağar göklerden. Erimiş kayalardan dereler yamaçlarından akarak iner. Dünya'nın her yerinde insanlar aktif bir volkan, esir edilmiş, dışarı çıkmak için çırpınan bir dev ya da bir şeytan gibi düşlemiştir.

Aziz Helen ve Pinatubo dağlarının patlamaları yakın zamanlarda hatırlanan olaylardır ama bu tür örnekler tüm tarihte bulunabilir. 1902'de Pelée Dağı'nın yamaçlarını kızgın, alev alev bir volkanik bulut kapladı ve Karayip adası Martinik'teki Aziz Pierre kentinde yaşayan 35.000 insan öldü. 1985'te Nevado del Ruiz volkanının patlamasıyla çıkan muazzam çamur selleri 25.000'den fazla Kolombiyalı'nın ölümüne yol açtı. 1. yüzyılda Vezüv Dağı'nın patlaması sonucu, Pompei ve Herculaneum'da yaşayan talihsizler küle gömüldü ve volkanın nasıl faaliyet gösterdiğini daha iyi görmek için yamaca tırmanan cesur doğabilimci Baba Plinius öldü (Plinius bu yolda ölen son kişi değildi: 1979'la 1993 arasında, çeşitli volkanik patlamalar yüzünden on beş yanardağbilimci öldü). Akdeniz'deki (Thera da denen) Santorini Adası aslında, şu anda denizin altında kalmış bir volkanik çıkıntının suyun üzerindeki tek kısmıdır.¹ Bazı tarihçilerin kanısınca, MÖ 1623'te Santorini volkanının patlaması, yakındaki Girit Adası'nda kurulu büyük Minos uygarlığının yok olmasına katkıda bulunmuş ve erken klasik uygarlıkların güç dengesini değiştirmiş olabilir. Bu felaket, Platon'un ifadesiyle, bir uygarlığın "talihsiz tek bir gün ve gecede" yok olduğu Atlantis efsanesinin kaynağı olabilir. O zamanlar, bir Tanrı'nın öfkelenişini düşünmek insanlara kolay gelmiş olsa gerek.

Volkanlara doğal olarak, korku ve huşuyla bakılırdı. İzlanda'daki Hekla Dağı'nın patladığını seyreden Ortaçağ Hristiyanları, köpüren yumuşak lavların zirvenin üzerinde havada durduğunu görünce, cehenneme girmek için bekleyen lanetlilerin ruhlarını gördüklerini düşündüler. "Korkulu feryatlar, ağlayışlar ve diş gıcırdatmalar", "hazin haykırışlar ve yüksek sesli

1. Bu bölümün epigrafında Strabon tarafından anlatılanlar, MÖ 197 yılında bu adanın yakınındaki bir denizaltı volkanının patlaması ve hızla yeni bir adanın oluşmasıdır.

iniltiler” bildirilmişti hürmetkâr bir ifadeyle. Hekla kalderasının içindeki alev alev yanan kırmızı göller ve sülfürümsü gazlar, yeraltı dünyasından anlık gerçek bir görüntü ve cehennem (ve simetrik olarak, karşılığı olan cennet) inançlarının doğrulanması gibi düşünöldü.

Aslında volkan, insanların yaşadığı ince yüzey tabakasından çok daha büyük ve çok daha düşman bir yeraltı âleminin açıldığı gediktir. Volkandan fışkıran lavlar sıvı kayadır; kayalar erime noktasına genellikle yaklaşık 1.000°C’de varır. Lavlar Dünya’daki bir delikten dışarı çıkar, soğuyup katılaşıarak volkanik dağın yamaçlarını oluşturur ve yeniden biçimlendirirler.

Dünya’nın volkanik yönden en aktif yerleri daha ziyade, okyanus tabanındaki –birbirinden ayrılan ya da birbirinin altına giren– iki büyük okyanus yerkabuğu tabakasının birleşim yerindeki dağ sıraları ve adaların bulunduğu kemerlerdir. Deniz tabanında, robot ve insanlı batiskaf araçlarla gözlemeye yeni başladığımız bir sürü depremin ve abisal duman ve sıcak su çıkışlarının eşlik ettiği uzun volkanik patlama bölgeleri var.

Lav fışkırması, Dünya’nın içinin aşırı sıcak olduğu anlamına geliyor olsa gerek. Gerçekten de, sismik kanıtlar yüzeyin birkaç yüz kilometre derininde bile, Dünya’nın neredeyse bütün kütlelerinin en azından hafifçe erimiş olduğunu gösteriyor. Dünya’nın içinin sıcak olmasının nedeni kısmen, oradaki uranyum gibi radyoaktif elementlerin parçalanırken ısı vermesidir; ve kısmen de Dünya’nın, oluşumu sırasında, yani birçok küçük dünyanın karşılıklı çekim güçleriyle bir araya gelip Dünya’yı meydana getirdiği ve demirin dibe akarak gezegenimizin çekirdeğini oluşturduğu sırada aldığı ilk sıcaklığının bir bölümünü koruyor olmasıdır.

Erimiş kaya ya da magma, onu kuşatan daha ağır ve katı kayalardaki çatlaklarda yükselir. Tesadüfen, uygun bir kanal bulunduğu yüzeye doğru fışkıran, akkor halde, kırmızı, fokurdayan, koyu kıvamlı sıvılarla dolu muazzam büyüklükte yeraltı mağaraları düşünebiliriz. Kaldera zirvesinden dışarı fışkırdığında lav denen magma gerçekten yeraltından çıkıyor. Lanetlilerin ruhları şimdiye kadar saptanmaktan kaçtı.

Volkan, art arda taşmalarla oluşumu tamamlandıktan ve artık kalderaya lavlar püskürmez olduktan sonra tıpkı diğer dağlar

gibi olur; yağmurlarla ve rüzgârın getirdiği kırıntılarla ve son olarak da, Dünya yüzeyindeki kıtasal tabakaların hareketiyle yavaş yavaş aşınır. “Bir dağ kaç yıl varlığını koruyabilir yağmurlarla denize gidene kadar?” diye soruyor Bob Dylan “Blowing in the Wind” şarkısında. Yanıtı, hangi gezegenden söz ediyor olduğumuza bağlı. Dünya için bu, tipik olarak yaklaşık on milyon yıldır. Yani, volkanik olan yahut olmayan dağlar aynı zaman ölçeğinde oluşmuş olsa gerek; yoksa Dünya’da her yer Kansas gibi düz olurdu.²

Volkanik patlamalarla stratosfere çok büyük miktarda maddeler –başlıca, küçük sülfürik asit damlacıkları– püskürebilir. Bunlar orada bir iki yıl güneş ışıklarını uzaya geri yansıtır ve Dünya’yı soğuturlar. Bu olay yakın zamanda Filipinler’deki Pinatubo yanardağında ve Endonezya’daki Tambora yanardağının 1815-16’da, feci kıtlıklarla dolu “yazsız bir yıl”a yol açan patlamasında yaşandı. 177 yılında Yeni Zelanda, Taupo’daki bir volkanik patlama, dünyanın öbür ucundaki Akdeniz’in iklimini soğuttu ve Grönland’daki buz katmanına küçük partiküllerin düşmesine neden oldu. MÖ 4803’te Oregon’daki Mazama Dağı’nın (bugün Krater Gölü denen bir kaldera bırakan) patlaması tüm kuzey yarıkürede birtakım iklimsel sonuçlara yol açtı. Volkanik patlamaların iklim üzerinde etkisi konusundaki çalışmaların araştırma seyri sonunda bizi nükleer kışın keşfine götürdü. Bu çalışmalar gelecekteki iklimsel değişikliklerin tahmininde kullandığımız bilgisayar modelleri için önemli testler sağlıyor. Yukarı havaya salınan volkanik partiküller ayrıca, ozon tabakasının daha da incelmeyeceğine yol açan bir nedendir.

Yani Dünya’nın ıssız ve bilinmeyen bir yerindeki büyük bir volkanik patlama, küresel ölçekte çevre değişikliğine yol açabilir. Yanardağlar hem kökenleri hem de sonuçlarıyla, Dünya’nın iç metabolizmasındaki küçük geçirme ve hapsîrilmelere karşı ne kadar savunmasız olduğumuzu ve bu yeraltı ısı motorunun nasıl çalıştığını anlamamız için ne kadar önemli olduğunu hatırlatıyor bize.

2. Gezegenimiz, dağları ve denizaltı çukurlarıyla bile şaşılacak kadar düz. Dünya bir bilardo topu kadar olsaydı, en büyük çıkıntılarının boyutu milimetrenin onda birinden az –yani neredeyse görülemeyecek ya da hissedilemeyecek kadar küçük– olurdu.

DÜNYA'NIN -VE AY'IN, MARS'IN VE VENÜS'ÜN- oluşumunun son aşamasında, çarpan küçük gezegenlerin küresel magma okyanusları yarattığı düşünülüyor. Daha önceki topoğrafyayı erimiş kayalardan seller bastı. Akan kızgın sıvı magmadan oluşan devasa seller, kilometrelerce yükseklikteki gelgit dalgaları gezegenin içinden fışkırıp yüzeyine yayılarak, önlerine çıkan her şeyi, dağları, kanalları, kraterleri, hatta belki de çok daha eskiden kalmış, daha sakin zamanların kanıtlarını gömdü. Jeolojik yol sayacı sıfırlandı. Yüzey jeolojisinin ulaşılabilir tüm kayıtları son küresel magma seliyle başlıyor. Soğuyup katılaşmadan önce lav okyanusları belki yüzlerce ya da hatta binlerce kilometre derinliğindeydi. Milyarlarca yıl sonra, günümüzde, böyle bir dünyanın yüzeyi sakin, pasif halde ve halihazırda bir volkanik faaliyet belirtisi vermiyor olabilir. Ya da tüm yüzeyin sıvı kayalardan bir selle kaplandığı bir dönemi hatırlatan -Dünya'daki gibi- küçük ölçekli fakat aktif birkaç uyarı olabilir.

Gezegensel jeolojinin ilk zamanlarında elimizdeki tek veri, yere konuşlandırılmış teleskopların gözlemleri idi. Yarım yüzyıl boyunca, Ay'daki kraterlerin çarpma yüzünden mi yoksa volkanlar yüzünden mi olduğu konusunda hararetli bir tartışma sürdü. Zirvelerinde kalderalar olan birkaç alçak tümsek bulundu; hemen hemen kesinlikle ay yanardağlarıydı bunlar. Ama çanak ya da tava biçiminde ve dağların tepesinde değil düz zeminde bulunan büyük kraterler başka bir hikâyeydi. Bazı jeologlar onlarla Dünya'daki çok aşınmış volkanlar arasında benzerlikler görüyordu. Bazılarıysa görmüyordu. En iyi karşıtsav, Ay'ın yanından geçen asteroitlerin ve kuyruklu yıldızların varlığını biliyor olmamızdı; zaman zaman ona çarpıyor ve çarpmalar, kraterleri yaratıyor olsa gerekti. Ay'ın tarihi boyunca çok sayıda böyle krater açılmış olmalıydı. Gördüğümüz bu kraterler çarpmadan ötürü değilse, o zaman çarpma kraterleri neredeydi? Bugün bizler Ay'daki kraterlerin doğrudan laboratuvar tetkikleri sonucunda, bunların neredeyse tümüyle çarpma kaynaklı olduğunu biliyoruz. Ama bugün neredeyse ölü bu küçük dünya 4 milyar yıl önce, şimdi çoktan yok olmuş iç ısısından kaynaklanan ilkel volkanik faaliyetlerin etkisiyle fokurduyor ve çalkalanıyordu.

1971 Kasım'ında NASA'nın *Mariner 9* uzay aracı Mars'a vardığında gezegeni küresel bir toz fırtınasıyla tamamen gizlenmiş halde buldu. Neredeyse, görülebilecek tek şekil kırmızımsı karanlıktan yükselen dört dairesel lekeydi. Ama bunlarda bir tuhaflık görünüyordu: Tepelerinde birer delik vardı. Fırtına yatışınca, toz bulutundan dışarı çıkan, her birinin tepesinde büyük birer zirve kalderası bulunan dört tane kocaman volkanik dağı şaşmaz bir şekilde görebiliyorduk.

Fırtına bitince bu volkanların gerçek boyutu netleşti. Haklı olarak, Yunan Tanrılarının vatanından ötürü Olympus Mons ya da Mt. Olympus adı verilen en büyüklerinin yüksekliği 25 kilometreden fazladır ve Dünya'daki sadece en büyük volkan değil, her türden en büyük dağ, yani Tibet platosunun üzerinde 9 kilometre yüksekte duran Everest bile cüce gibi kalır. Mars'ta 20 büyük volkan var ama hiçbiri Hawaii'deki, Dünya'nın en büyük volkanı Mauna Loa'nın 100 katı hacme sahip Olympus Mons kadar iri değil.

Volkanların yamaçlarındaki (çarpan küçük asteroitlerin oluşturduğu ve zirve kalderalarından hemen ayırt edilen) birikmiş çarpma kraterlerini sayarak volkanların yaşı konusunda bir tahminde bulunulabilir. Mars'taki bazı volkanların birkaç milyar yıllık olduğu anlaşılıyorsa da, hiçbiri Mars'ın ilk başlangıcına, yani yaklaşık 4,5 milyar yıl geriye gitmiyor. Olympus Mons'un da dahil olduğu bazıları nispeten genç, belki ancak birkaç yüz milyon yıllık. Mars'ın erken tarihinde belki de bugünkünden çok daha yoğun bir atmosfer oluşmasına yol açan muazzam volkanik patlamalar olduğu belli. Mars'a o zaman gitseydik orası nasıl görünenecekti?

Mars'taki (örneğin Cerberus'taki) bazı volkanik akıntılar 200 milyon yıl gibi yakın bir zamanda oluşmuş. Sanırım hatta –gerçi olumlu yahut olumsuz bir kanıt yoksa da– Solar Sistemde bildiğimiz kesinkes en büyük volkan olan Olympus Mons'un tekrar aktif hale gelmesi bile mümkün. Sabırlı bir tür olan yanardağ uzmanları kuşkusuz ki bu olayı sevinçle karşılayacaktır.

1990-93'te *Magellan* uzay aracı Venüs'ün arazi biçimleriyle ilgili şaşırtıcı radar verileri gönderdi. Kartograflar hemen hemen bütün gezegenin yaklaşık 100 metre, yani bir Amerikan futbol stadının iki kale çizgisi arası mesafe ölçeğinde ince ayrıntılı

haritalarını çıkardı. *Magellan*'ın radyo dalgalarıyla gönderdiği veri, diğer tüm gezegensel misyonların toplamından fazladır. Okyanus tabanının çoğu (belki ABD ve Sovyet deniz kuvvetleri tarafından elde edilen hâlâ gizli veriler dışında) keşfedilmemiş halde kaldığından, Venüs'ün topoğrafisi hakkında, Dünya da dahil diğer bütün gezegenlerinkinden daha çok şey biliyoruz belki de. Venüs'ün jeolojisi çoğunlukla, Dünya'da ya da başka hiçbir yerde gördüklerimize benzemiyor. Gezegen jeologları bu arazi biçimlerine isimler verdi ama bunların nasıl oluştuğunu tam olarak anlamış olduğumuz anlamına gelmiyor bu.

Venüs'ün yüzey sıcaklığı neredeyse 470°C olduğundan, oradaki kayalar erime noktasına Dünya yüzeyindekine nazaran çok daha yakındır. Kayalar Venüs'ün Dünya'ya nazaran çok daha sığ derinliklerinde yumuşamaya ve sıvılaşmaya başlar. Venüs'teki birçok jeolojik biçimin plastik ve deforme olmuş gibi görünmesinin nedeni büyük olasılıkla budur.

Gezegen volkanik düzlükler ve yüksek platolarla kaplı. Jeolojik yapılar arasında volkanik koniler, muhtemel volkan kabukları ve kalderalar var. Birçok yerde lavların muazzam bir sel halinde fışkırmış olduğunu görebiliyoruz. Düzlüklerdeki, boyutları 200 kilometreyi geçen bazı biçimlere gırgırimsı bir şekilde “keneler” ve “arachnoidler” adı verildi (ki bu da kabaca, “örümceksi şeyler” olarak çevrilebilir); çünkü bunlar eşmerkezli halkalarla çevrili dairesel çöküntülerdir ve uzun, ince yüzey çatlakları merkezden dışarıya doğru radyal bir şekilde uzanıyor. Tuhaf, yassı “yufka kubbeler” –Dünya'da bilinmeyen bir jeolojik biçim ama muhtemelen bir tür volkan– herhalde, her yöne doğru üniform bir şekilde, yavaş yavaş akan kalın, koyu kıvamlı bir lav tarafından oluşturulmuş. Daha düzensiz lav akışının birçok örnekleri var. “Coronae” denen tuhaf halka yapıların çapı bazen 2.000 kilometreye çıkabiliyor. Boğucu sıcak Venüs'teki lav akıntıları zengin bir jeolojik gizemler menüsü sunuyor.

En beklenmedik ve tuhaf biçimler, menderesleri ve at nallarıyla tıpkı Dünya'daki nehir vadilerine benzeyen kıvrımlı kanallar. En uzunları Dünya'nın en büyük nehirlerinden uzun. Ama Venüs, suyun sıvı halde bulunamayacağı kadar sıcak. Ve küçük çarpma kraterlerinin yokluğundan, çok büyük bir sera etkisi sürdüren atmosferin şimdiki yüzey var olduğundan beri hep böylesine

yoğun olduğu sonucunu çıkarabiliriz (Eğer daha seyreltik ol-
saydı, orta büyüklükteki asteroitler atmosfere girince yanmaz
ve bu gezegenin yüzeyine çarpıp kraterler oyacak kadar sağlam
kalırdı). Tepeden aşağı akan lavlar kıvrımlı kanallar açar (bazen
de yeraltında kanal açarlar ve sonunda kanalın tavanı çöker).
Ama lavlar Venüs'ün sıcaklığında bile ısı kaybeder, soğur, yavaş-
lar, kıvrımları koyulaşır ve durur. Magma donup katılaştır. Lav
kanallarındaki lavların katılaşıncaya kadar gidebileceği mesafe,
uzun Venüs kanallarının onda biri kadar bile değil. Bazı gezegen
jeologları, Venüs'te oluşan seyreltik, su gibi, viskozitesi düşük,
özel bir lav olması gerektiği kanısında. Ama bu, başka verilerle
desteklenmeyen bir tahmindir ve cehaletimizin bir itirafıdır.

Yoğun atmosfer yavaş hareket eder; ama çok yoğun oldu-
ğundan, ince partikülleri çok iyi kaldırıp taşır. Venüs'te rüzgâr
çizgileri var ve bunlar genellikle, hâkim rüzgârların kum ve
toz yığınlarını sürüklediği çarpma kraterlerinden başlıyor ve
böylece, yüzeye kazınmış bir tür fırlıdak görüntüsü veriyor.
Orada burada, kum tepeleriyle dolu bölgeler ve rüzgâr erozyo-
nuyla araziye oyulmuş volkanik biçimlerin bulunduğu sahalar
görüyoruz. Bu rüzgâr işlemleri, sanki deniz dibindeymiş gibi
yavaş yavaş gerçekleşir. Venüs yüzeyinde rüzgârlar zayıftır. İnce
partiküllerden bir bulutun kaldırılması için sadece hafif bir esinti
gerekir belki fakat o boğucu cehennemde hafif bir esintiyle bile
karşılaşmak zordur.

Venüs'te çok çarpma krateri var ama sayıları Ay'daki ya da
Mars'takiler gibi değil. Tuhaf bir şekilde, çapı birkaç kilomet-
reden küçük krater yok. Bunun nedeni anlaşılabilir: Yoğun
Venüs atmosferine giren küçük asteroitler ve kuyrukluysıldızlar
yüzeye çarpmadan parçalanıyor. Krater boyutundaki bu sınır,
Venüs atmosferinin şimdiki yoğunluğuna gayet uygun düşüyor.
Magellan'ın gönderdiği görüntülerdeki bazı düzensiz lekelerin,
bir krater oyuğuna yol açmadan yoğun havada parçalanan
çarpıcıların kalıntısı olduğu düşünülebilir.

Dikkat çekici bir şekilde, çarpma kraterlerinin çoğu bozul-
madan kalmış ve iyi korunmuş; ancak yüzde çok az bir oranı
sonradan gelen lav akıntılarıyla sarılmış. *Magellan*'ın gösterdiği
gibi, Venüs'ün yüzeyi çok genç. O kadar az çarpma krateri var
ki –kesinlikle 4,5 milyar yaşındaki bu gezegende– yaklaşık 500

milyondan³ daha yaşlı her şey yok olmuş olsa gerek. Gördüklerimizi açıklamaya yeterli, akla yakın tek bir aşındırıcı etken var: Yanardağ faaliyeti. Gezegenin tümündeki kraterler, dağlar ve diğer bütün jeolojik şekiller bir zamanlar gezegenin içinden fışkıran, uzaklara kadar akan ve donan lav denizlerinin altında kalmış.

Katılaşmış magmayla kaplı böylesine genç bir yüzeyi inceledikten sonra, geriye kalmış aktif volkanlar var mı diye merak edebilirsiniz. Böyle bir şey kesin olarak bulunamadı fakat etrafında taze lavlar görülen ve gerçekten hâlâ çalkalanıyor ve geçiriyor olabilen birkaç tane var; örneğin Maat Mons. Yukarı atmosferdeki sülfür bileşiklerinin miktarında zamanla değişiklikler olduğunu gösteren kanıtlar var; sanki yüzeydeki volkanlar bu materyalleri aralıklarla atmosfere salıyormuş gibi. Volkanlar sakinleşince sülfür bileşikleri havadan yere yağıp gidiyor. Ayrıca, Venüs'teki dağ tepelerinde, bazen Dünya'daki aktif yanardağlarda olduğu gibi şimşek çaktığı yolunda, tartışmalı kanıtlar var. Ama Venüs'te devam eden bir yanardağ faaliyetinin olup olmadığını bilmiyoruz. Gelecekteki misyonların meselesidir bu.

Bazı bilimciler, 500 milyon yıl öncesine kadar Venüs yüzeyinde neredeyse hiçbir karasal şekil olmadığı kanısında. Gezegenin içinden hiç durmaksızın fışkıran, erimiş kayalardan nehirler ve okyanuslar, oluşabilmiş bütün kabartıların arasını doldurup üzerini örtüyordu. Bulutların arasından o çok eski zamanlara bir dalış yapsaydınız yüzey hemen hemen üniform ve herhangi bir biçimden yoksun görünürdü. Geceleri her yer erimiş lavın akkor sıcağından ötürü cehennem gibi parıldıyor olurdu. Bu manzaradaki, yaklaşık 500 milyon yıl öncesine kadar yüzeye muazzam miktarlarda magma çıkaran, Venüs'ün içsel ısı motoru şimdi stop etmiş halde. Gezegenin ısı motoru durmuş sonunda.

Bu kez jeofizikçi Donald Turcotte'ye ait, heyecan verici başka bir teorik modele göre, Venüs'te Dünya'daki gibi plaka tektoniği vardır ama bir durup bir başlamaktadır. Şu anda, diyor Turcotte, plaka tektoniği durmuştur; "kıtalar" yüzeyde hareket etmiyor,

3. Venüs yüzeyinin *Magellan* radar görüntüleme sistemiyle saptanan yaşı, Immanuel Velikovsky'nin tezinin tabutuna bir çivi daha çakıyor; Velikovsky yaklaşık 1950'de, medyadan şaşırtıcı bir alkış aldığı tezinde, Jüpiter'in 3.500 yıl önce dev bir "kuyruklu yıldız" tükürdüğünü, bunun Dünya'yı birçok kez sıyrıp geçtiğini, birçok halkların çok eski kitaplarında kaydedilmiş (Yeşu'nun emriyle kılmildamadan duran Güneş gibi) çeşitli olaylara yol açtığını ve sonra Venüs gezegenine dönüştüğünü öne sürdü. Bu fikirleri hâlâ ciddiye alanlar var.

birbiriyle çarpışmıyor, o yüzden dağ sıraları yükselip sonra da gezegenin derinlerine gömülmüyor. Ama yüzlerce milyon yıllık bir durgunluktan sonra plaka tektoniği daima patlak verir, yüzey şekilleri lav selinin altında kalır, dağların oluşumuyla tahrip olur, gömülür ya da silinir. Bu tür hadiselerin sonuncusu yaklaşık 500 milyon yıl önce bitti, diyor Turcotte ve o zamandan beri her şey sakin. Ama “coronae”lerin varlığı, Venüs’ün yüzeyinde –jeolojik olarak yakın gelecek diye nitelenen zaman ölçeklerinde– büyük değişimlerin yeniden patlak vereceğini gösteriyor olabilir.

MARS’TAKİ BÜYÜK VOLKANLARDAN yahut Venüs’ün magma sellerinin altında kalmış yüzeyinden daha da beklenmedik olan, *Voyager 1* uzay aracı 1979 Mart’ında Io’yla, yani Jüpiter’in dört büyük Galileo ayından en içtekiyle karşılaştığı zaman bizi bekleyen şeydi. Orada, kesinlikle volkanların denizine gömülmüş tuhaf, küçük, çok renkli bir dünya bulduk. Biz hayretle gözlerken sekiz aktif baca göğe gazlar ve ince partiküller püskürtüyordu. En büyüğünden, yani bugün –Hawaii Volkan Tanrıçası’ndan ötürü– Pelé adı verileninden uzaya 250 kilometrelik, yani Io’nun yüzeyinden, bazı astronotların Dünya’nın yukarısında çıkabildiğinden daha yükseğe çıkan bir materyal fıskiyesi uzanıyordu. *Voyager 2*, Io’ya vardığında yani dört ay sonra, Pelé durmuş ama diğer altı baca hâlâ aktifti, en azından bir yeni baca daha keşfedilmiş ve Surt adında başka bir kalderanın rengi dramatik bir şekilde değişmişti.

Io’nun renkleri, her ne kadar NASA’nın rengi geliştirilmiş görüntülerinde biraz abartılmışsa da, Solar Sistemin hiçbir yerindekilere benzemez. Bunun bugünlerde rağbet gören açıklaması, Io volkanlarının Dünya, Ay, Venüs ve Mars’taki gibi erimiş kayaların fışkırmasıyla değil, kükürtdioksit ve erimiş kükürdün fışkırmasıyla faaliyet gösterdiğidir. Yüzey, erimiş kükürttten volkanik dağlar, volkanik kalderalar, menfezler ve göllerle kaplı. Io’nun yüzeyinde ve yakınındaki uzayda kükürdün çeşitli formları ve bileşikleri saptandı; volkanlar kükürdün bir miktarını tümüyle Io’dan dışarıya püskürtüyor.⁴ Bu bulgular

4. Io’nun volkanları ayrıca Jüpiter’i çevreleyen, halkalı çörek şeklindeki hayale-timsi maddeleri oluşturan oksijen ve kükürt gibi elektrik yüklü atomların bereketli bir kaynağıdır.

bazı kişilere, zayıf bulduğu noktalardan dışarı çıkarak sığ bir volkanik dağ oluşturan, tepeden aşağı süzülen ve donan, son rengi de fişkırtma sırasındaki ısıyla belirlenen, sıvı kükürtten bir yeraltı denizi fikrini verdi.

Ay'da ya da Mars'ta bir milyar yıldır pek değişmemiş birçok yer bulabilirsiniz. Io'daysa bir yüzyılda yüzeyin çoğu bölümü yeni volkanik akıntılarla yeniden sel altında kalmış, dolmuş ya da süpürülüp götürülmüş olsa gerek. Öyleyse, Io'nun haritaları hızla geçersiz olacak ve Io kartografisi gelişen bir endüstri kolu haline gelecek.

Tüm bunlar *Voyager* gözlemlerinden biraz çabucak çıkarılan sonuçlar gibi görünüyor. Yüzeyin süregelen volkanik akıntılarla kaplanma hızı, 50 ya da 100 yılda büyük değişimler demektir ve ne mutlu ki, sinanabilecek bir tahmindir bu. Io'nun *Voyager*'dan alınan görüntüleri, 50 yıl önce, yere konuşlandırılmış teleskoplarla çekilen çok daha kötü görüntülerle ve 13 yıl sonra Hubble Uzay Teleskopu'yla çekilenlerle karşılaştırılabilir. Şaşırtıcı sonuçsa, Io'daki büyük yüzey işaretlerinin pek değişmemiş olduğu. Belli ki bazı şeyleri kavrayamıyoruz.

VOLKAN BİR ANLAMDA, bir gezegenin dışarıya taşan içini, sonunda soğuyarak iyileşen bir yarayı simgeler ve bunun yerini yeni tepeler alır. Farklı dünyaların farklı içleri vardır. Io'da sıvı kükürt yanardağların keşfi sanki biraz, eski bir tanıdığın, bir yeri kesildiğinde kanının yeşil aktığını görmek gibi bir şey. Böyle farklılıkların mümkün olabileceğinden hiç haberiniz yoktu. Adam size çok normal görünüyordu.

Bizler elbette başka dünyalarda volkanik faaliyetin yeni belirtilerini bulmayı çok istiyoruz. Europa'da, yani Jüpiter'in Galileo aylarının ikincisi ve Io'nun komşusunda hiç yanardağ yok; fakat erimiş buzun –yani sıvı suyun– birbiriyle kesişen muazzam sayıda, koyu renkli çizgilerden yüzeye fişkırdıktan sonra donduğu görülüyor. Ve daha da ötede, Satürn'ün aylarının arasında, sıvı suyun içeriden dışarı fişkırdığını ve çarpma kraterlerini silip yok ettiğini gösteren işaretler var. Ama yine de, gerek Jüpiter gerek Satürn sistemlerinde, bir buz volkanı olduğu makul gelebilecek hiçbir şey görmedik. Triton'da azot ya da metan volkanlarını gözlemiş olabiliriz.

Başka dünyaların volkanları heyecan verici bir manzara sunuyor bize. Merak duygumuzu, Kozmosun güzelliği ve çeşitliliği karşısında coşkumuzu arttırıyorlar. Ama bu egzotik volkanlar başka bir işe daha yarıyor: Kendi dünyamızın volkanlarını öğrenmemize yardımcı oluyorlar; ve belki de bir gün, onların patlamasını önceden bilmemize de yardımcı olacaklar. Fiziksel parametrelerin farklı olduğu diğer durumlarda neler olup bittiğini anlayamazsak, bizi en çok ilgilendiren durumla ilgili anlayışımız ne kadar derin olabilir ki? Bütün vakaları kapsayan genel bir yanardağ faaliyeti teorisi olmalı. Jeolojik yönden sakın Mars'ta muazzam büyüklükte volkanik tepelere rastladığımızda; Venüs yüzeyinin daha dün magma selleriyle silinip süpürüldüğünü keşfettiğimizde; Dünya'daki gibi radyoaktif parçalanmanın ısı yüzünden değil yakın dünyalardan kaynaklanan çekimsel gelgitler yüzünden erimiş bir dünya bulduğumuzda; silikatlı yanardağlar yerine kükürtlü yanardağları gözlediğimizde; ve dış gezegenlerin aylarında, acaba sulu mu, amonyaklı mı, azotlu mu yoksa metanlı yanardağları mı gözlüyoruz diye düşünmeye başladığımızda, başka nelerin mümkün olduğunu öğreniyoruz.

13 apollo'nun armağanı

Ardına kadar açık cennetin kapıları;
Çıkıyorum dışarı...

-CH'U TZ'U (CH'U YUAN'A ATFEDİLMİŞ),
"DOKUZ ŞARKI" V. ŞARKI,
"YAŞAMLARIN BÜYÜK EFENDİSİ"
(ÇİN, y. MÖ 3. YÜZYIL)

Bunaltıcı bir temmuz gecesi. Koltukta uyuyakalmışsınız. Birden sarsılarak uyanıyor, nerede olduğunuzu şaşıırıyorsunuz. Televizyon açık ama sesi açık değil. Gördüğünüz şeyi anlamak için çaba harcıyorsunuz. Tulumlu ve kasklı, hayalet gibi iki figür zifiri karanlık bir göğün altında yavaşça dans ediyor. Tuhaf küçük sıçrama hareketleri yaparak, zar zor fark edilen toz bulutlarının arasında yukarıya doğru fırlıyorlar. Ama yanlış bir şey var. Aşağı düşmeleri çok zaman alıyor. Ağırlık yüklü olduklarından, uçuyor gibiler sanki; biraz. Gözlerinizi ovuşturuyorsunuz ama rüya gibi görüntü kaybolmuyor.

20 Temmuz 1969'da *Apollo 11*'in Ay'a inişiyle ilgili bütün olaylarda benim en canlı hatırladığım şey, bunların gerçekdışı niteliğidir. Neil Armstrong ve Buzz Aldrin gri, tozlu Ay yüzeyinde sallana sallana yürürler, üstlerindeki gökte Dünya kocaman görünürken Michael Collins, şimdi Ay'ın ayı halinde,

yukarılarındaki yörüngede dönerek tek başına nöbetteydi. Evet, hayranlık uyandıracak bir teknolojik başarı ve Birleşik Devletler için bir zaferdi. Evet, astronotlar ölüme meydan okurcasına bir cesaret gösterdi. Evet, Armstrong'un ayak basarken söylediği gibi, insan türü için büyük bir adımdı bu. Ama Misyon Kontrol Merkezi'yle Sükûnet Denizi arasındaki, özellikle sıradan ve rutin sohbetlerle dolu yan konuşmaları kapatıp o siyah beyaz televizyon ekranına baksaydınız, biz insanların girdiği mitler ve efsaneler diyarını göürdünüz bir an.

Ay'ı ilk günlerimizden beri biliyorduk. Atalarımız ağaçlardan savanlara indiğinde, dik yürümesini öğrendiğimizde, ilk taş aletleri yaptığımızda, ateşi evcilleştirdiğimizde, tarımı bulduğumuzda ve kentler kurduğumuzda ve Dünya'yı boyunduruk altına almaya giriştiğimizde hep oradaydı. Folklor ve popüler şarkılar Ay'la aşk arasında gizemli bir ilişkiyi ilan ediyor. Otuz günlük "ay" sözcüğü de, haftanın ikinci günü [Monday] de adını Ay'dan alır. Onun -hilalden dolunaya, hilale ve yeniaya- büyü-yüp küçülmesi herkesçe, ölümün ve yeniden doğuşun göksel bir simgesi gibi görülür. "Menstrüasyon" sözcüğünün (Latince *mensis* = otuz günlük ay, "ölçme" sözcüğünden) hatırlattığı gibi, kadınların hemen hemen eşit periyottaki yumurtlama döngüsüyle ilişkilidir. Ay ışığında uyuyanlar delirir; bu ilişki İngilizcenin "lunatic" sözcüğünde korunmuştur. Eski bir İran hikâyesinde, bilgeliğiyle tanınan bir vezire Güneş'in mi Ay'ın mı daha yararlı olduğunu sorarlar. "Ay" diye yanıtlar, "çünkü Güneş zaten ışığının çıktığı gündüz vakti parlar." Ay özellikle, açık havada yaşadığımız zamanlarda yaşamımızın -tuhaf bir şekilde soyut olsa da- çok önemli bir varlığıydı.

Ay bir ulaşılmazlık metaforuydu. "Ay'ı isteseydin bari" denirdi. Ya da, "Bu yaptığın Ay'a gitmek gibi bir şey." Tarihimizin çoğunda onun ne olduğunu bilmiyorduk. Bir ruh mu? Tanrı mı? Bir şey mi? Uzaklardaki büyük bir şeye değil de daha ziyade, yakındaki küçük bir şeye -gökte, başımızın biraz yukarısında duran, belki bir tabak büyüklüğünde bir şeye- benziyordu. Eski Yunan filozofları (çizgisel ve açısız boyut arasında umutsuzca bir kafa karışıklığını itiraf ederek) "Ay'ın boyutu tam anlamıyla görüldüğü kadardır" önermesini tartışmıştı. Ay'da yürümek herkese saçma bir düşünce gibi gelirdi; göğe bir şekilde, bir

merdivenle ya da dev bir kuşun sırtında çıkıp, Ay'ı tutup Dünya'ya indirmeyi düşlemek daha bir akla yakındı. Bunu denemeye kalkan kahramanlarla ilgili bir sürü mitolojik hikâye varsa da hiçbirini başaramamıştı.

Ay'ın çeyrek milyon mil uzakta bir yer olduğu fikri ancak birkaç yüzyıl önce geniş bir geçerlilik kazandı. Ve bu kısacık sürede bizler Ay'ın doğasını anlamanın ilk aşamalarından, üzerinde yürümeye ve keyifle araç sürmeye geçtik. Nesnelerin uzayda nasıl hareket edeceğini hesapladık; havanın oksijenini sıvılaştırdık; büyük roketleri, telemetriyi, güvenilir elektronığı, ataletli güdümü ve daha birçok şeyi yarattık. Sonra da göğe açıldık.

Ben *Apollo* programına katılacak kadar şanslıydım ama bütün bunların bir Hollywood film stüdyosunda hazırlanmış sahte görüntüler olduğunu düşünenleri suçlamıyorum. Roma İmparatorluğu'nun son döneminde pagan düşünürler, Hristiyanlık öğretisindeki İsa'nın bedeninin göğe yükselip cennete çıkmasına ve ölümlerin bedensel diriliş vaadine –yerçekiminin bütün “dünyevi bedenleri” aşağıya çekeceği gerekçesiyle– saldırmışlardı. Aziz Augustine cevabı yapıştırdı: “İnsanların becerisi bir yolunu bulup, suda batan metalden suda yüzen tekneler yapmaya yetiyorsa... gizli bir faaliyet tarzı bulunan Tanrı'nın bu dünyevi kütleleri” Dünya'ya bağlayan zincirlerden “kurtarmayı tabii ki daha da kolayca başarması” çok daha inandırıcı değil mi? İnsanların bir gün böyle bir “faaliyet tarzı”nı keşfedeceği hiç akla gelmeyecek bir şeydi. Beş yüzyıl sonra kendimizi zincirlerden kurtardık.

Bu başarı bir huşu ve merak karışımına yol açtı. Bazı kişiler Babil Kulesi hikâyesini hatırladı. Aralarında katı Müslümanların da bulunduğu bazıları, Ay'a ayak basmanın arsızlık ve kâfirlik olduğu kanısındaydı. Çoğu kişiye bunu tarihte bir dönüm noktası olarak karşıladı.

Ay artık ulaşılmaz değil. O 1969 Temmuz gününden başlayarak, hepsi Amerikalı on iki insan o gevrek, kraterli, çok yaşlı gri lavların üzerinde “ay yürüyüşü” dedikleri o tuhaf zıplama hareketlerini yaptılar. Ama 1972'den sonra hiçbir ulustan hiç kimse bir daha buna kalkışmadı. Gerçekten de, *Apollo*'nun muhteşem zafer günlerinden beri hiçbirimiz, alçak Dünya yörüngesi dışında *hiçbir yere* gitmedik; yeni yürüyen bir çocuğun annesinden uzağa doğru, deneme kabilinden birkaç adım atması

ve sonra, nefes nefese, annesinin eteğinin dibine, güvenliğe geri dönmesi gibi sanki.

Bir zamanlar Solar Sisteme uçtuk. Birkaç yıl. Sonra alelacele geri döndük. Neden? Ne oldu? *Apollo* ne içindi gerçekten?

John Kennedy'nin 25 Mayıs 1961'de, Kongre'nin ortak toplantısında verdiği "Acil Ulusal Gereksinimler" üzerine mesajın -Apollo programını başlatan konuşmanın- ufku ve yürekliliği beni şaşkına çevirmişti. Kullandığımız roketler henüz bir insanı bilinmeyen bir dünyaya -henüz hazırlık kabilinden, hatta robotlarla bile keşfedilmemiş bir dünyaya- gönderecek ve sağ salim geri getirecek şekilde tasarlanmış değildi ve gereken alışımlar henüz bulunmuş değildi, navigasyon ve kenetlenme projeleri henüz yaratılmış değildi ve bunları bir on yıl geçmeden başarsaydık. Bu cüretli bildiri dile getirildiğinde daha hiçbir Amerikalı henüz Dünya yörüngesine bile çıkmamıştı.

Henüz yeni doktora yapmış biri olarak ben, bunun tamamen bilimle ilgili bir şey olduğunu düşündüm. Ama Başkan, Ay'ın kökenini keşfetmekten ya da oradan örnekler getirip incelemekten falan söz etmiyordu. İlgilendiği tek şey, oraya birisini göndermek ve geri getirmektir. Bir tür *jestti* bu. Kennedy'nin bilimsel danışmanı Jerome Wiesner daha sonra bana, Başkan'la bir anlaşmaya vardıklarını söyledi: Kennedy, *Apollo*'nun bilim amaçlı olduğunu *savunmazsa*, o, yani Wiesner bunu destekleyecekti. Peki, amacı bilim *değilse* neydi?

Apollo programı aslında siyasidir; başkaları böyle söyledi bana. Bu daha bir ümit verici gibi geliyor. Sovyetler Birliği uzayın keşfinde önde olsaydı, Birleşik Devletler bu konuda yeterli bir "ulusal enerji" göstermeseydi tarafsız ülkeler Sovyetler Birliği'ne yönelmek eğilimine girecekti. Ben bunu anlayamıyordum. Birleşik Devletler aslında teknolojinin her alanında -dünya ekonomisinde, askerlikte ve hatta gerektiğinde ahlaki liderlikte- Sovyetler Birliği'nden ileriye; fakat Endonezya, Yuri Gagarin dünyanın yörüngesine çıkmakta John Glenn'i geçti diye mi komünist olacaktı yani? Uzay teknolojisini bu kadar özel kılan neydi? Birden anladım.

İnsanları Dünya'nın yörüngesine ya da robotları Güneş'in yörüngesinde dönmeye göndermek roketler, yani büyük, güvenilir, güçlü roketler gerektiriyordu. Aynı roketler nükleer savaşta da

kullanılabilir. Bir insanı Ay'a nakleden teknoloji, nükleer savaş başlıklarını dünyanın öbür ucuna götürebilir. Bir astronomu ve bir teleskopu Dünya yörüngesine yerleştiren teknoloji bir lazer "savaş istasyonu" da kurabilir. Daha o zamanlarda bile, gerek Doğu'daki gerek Batı'daki askersel çevrelerde uzayın yeni "üstünlük alanı" olduğu, uzaya "hâkim olan" ülkenin Dünya'ya "hâkim olacağı" yolunda fantastik sözler ediliyordu. Stratejik füzeler Dünya'da zaten deneniyordu tabii ki. Fakat aptal bir savaş başlığı taşıyan balistik bir füzeyi Pasifik Okyanusu'nun ortasındaki bir hedef bölgeye fırlatmak pek şan şeref getirmez. Oysa insanları uzaya göndermek dünyanın ilgisini ve hayal gücünü ele geçirir.

Sadece bu nedenden ötürü, astronotları göndermek için para harcamazsınız ama roket gücünü göstermenin tüm yolları arasında en etkilisi budur. Ulusal bir erkeklik gösterisiydi bu; destekçilerinin biçimi bu hususun, kimsenin açık açık anlatmasına gerek kalmadan hemen anlaşılmasını sağlıyordu. İletişim bilinçaltından bilinçaltına, daha yüksek düşünsel yetenekler neler olup bittiği konusunda hiçbir belirti yakalamadan aktarılıyordu sanki.

Bugün –uzay bilimine ayrılacak her dolar için mücadele veren– arkadaşlarım, *Apollo*'nun muhteşem günlerinde ve hemen öncesinde "uzay" için para sağlamanın ne kadar kolay olduğunu unutmuştur belki. Birçok örnek arasından, 1958'de, *Sputnik 1*'den sadece birkaç ay sonra Temsilciler Meclisi Savunma Ödenekleri Alt Komisyonu'nda geçen şu konuşmalara bir bakın. Hava Kuvvetleri Müsteşar Yardımcısı Richard E. Horner tanıklık ediyor; muhatabıysa Milletvekili Daniel J. Flood (Pennsylvanialı Demokrat):

HORNER: Askerî açıdan, Ay'a bir insan göndermek niçin isteniyor? Kısım, klasik bakış açısıyla, Ay orada duruyor. Kısım de, SSCB'nin oraya birisini daha önce göndermesinden ve orada olduğunu tahmin bile edemediğimiz avantajları ele geçirmesinden korkuyor olabiliriz...

FLOOD: Size, gerekli olduğunu söylediğiniz paranın tamamını, bu kadar çok olduğuna hiç aldırmadan versek, Hava Kuvvetleri'nde sizler Noel'e kadar bir şeyle, herhangi bir şeyle Ay'a ulaşabilir misiniz?

HORNER: Kanımca, kesinlikle ulaşıyoruz. Böyle bir taahhütte daima belli miktarda bir risk vardır ama bunu başarabileceğimiz kanısındayız; evet efendim.

FLOOD: Hava Kuvvetleri'nde ya da Savunma Bakanlığı'nda herhangi birinden size, bu gece yarısından itibaren, Sam Amca'ya bir Noel hediyesi olarak o peynir topağından bir parça kesmeye başlamanız için gereken paranın, donanımın ve personelin verilmesini istediniz mi? İstediniz mi bunu?

HORNER: Böyle bir programı Savunma Bakanlığı bürosuna teslim ettik. Halen inceleniyor.

FLOOD: Ben, bunun onlara şu dakikada verilmesinden yanayım Bay Başkan, kendi ekleyeceklerimizle birlikte ve kent merkezindeki birinin bunu talep etmeye karar vermesini beklemeden. Bu adam söylediğinde ciddiye ve ne söylediğini biliyorsa –ki bence öyle– bu komisyon bugün artık beş dakika bile beklememeli. Ona istediği bütün parayı, bütün donanımı ve bütün personeli, başkaları ne derse desin ve ne isterse istesin verelim ve ona, git bir dağın tepesine çık ve sorgusuz sualsiz yap bunu diyelim.

Başkan Kennedy Apollo programını kesin olarak açıkladığında Savunma Bakanlığı'nın yürütmekte olduğu birçok uzay projesi vardı; askerî personeli uzaya gönderme yöntemleri, onları Dünya'nın çevresine aktaracak araçlar, yörüngedeki platformların üzerinde başka ulusların uydularını ve balistik füzelerini vurmaya amaçlayan robot silahlar. *Apollo* bu programların yerini aldı. Bunlar hiçbir zaman operasyonel duruma ulaşamadı. O zaman bu, Apollo'nun başka bir amaca –ABD-Sovyet uzay rekabetini askersel alandan sivil alana kaydırmaya– hizmet etmesi olarak açıklanabilir. Kennedy'nin *Apollo*'yu uzaydaki silahlanma yarışında yedek kuvvet olarak düşündüğüne inananlar vardı. Belki de.

Bence, tarihteki o anın en ironik simgesi, *Apollo 11*'in aya götürdüğü, Başkan Richard M. Nixon'ın imzasını taşıyan plakettir. Üzerinde şöyle yazıyordu: “Tüm insanlık adına, barış için geldik.” Birleşik Devletler, Güneydoğu Asya'daki küçük ulusların üzerine 7 ½ megaton konvansiyonel patlayıcı atarken

kendi kendimizi insanlığımızdan ötürü kutluyorduk: Cansız bir kayanın üzerindeki kimseye zarar vermeyecektik. O plaket hâlâ orada, Sükûnet Denizi'nin havasız ıssızlığında, *Apollo 11*'in Ay Modülü'nün tabanına tutturulmuş halde duruyor. Eğer kimse dokunmazsa, bugünden itibaren bir milyon yıl okunabilecek.

Apollo 11'in ardından altı misyon daha geldi ve biri hariç hepsi Ay yüzeyine başarılı bir şekilde indi. *Apollo 17*, bir bilimciyi taşıyan ilk araçtı. Adam oraya varır varmaz program iptal edildi. Ay'a inen ilk bilimci ve son insan aynı kişiydi. Program 1969'un o Temmuz gecesi artık amacına varmıştı. Sonraki altı misyon sadece ilk momentin sonucuydu.

Apollo aslında bilim için değildi. Hatta aslında uzay için de değildi. *Apollo* –sık sık, dünya “liderliği” ve ulusal “prestij” gibi örtmecelerle ifade edilen– ideolojik çatışma ve nükleer savaş içindi. Ama yine de uzay bilimi yönünden iyi bir şey başarıldı. Bizler şimdi Ay'ın bileşimi, yaşı, tarihi ve Ay'daki arazi biçimlerinin kökeni hakkında daha çok şey biliyoruz. Ay'ın nereden geldiğini anlamada ilerleme sağladık. Bazılarımız Ay'ın krater istatistiğini, yaşamın başladığı zamanlardaki Dünya'yı daha iyi anlamak için kullandı. Ama bunların hepsinden önemlisi, *Apollo*, tüm Solar Sisteme gönderilen, ustaca tasarlanmış robot uzay araçlarının, bu öncü keşfin onlarca dünyadaki uygulamalarının üzerinde bir kalkan, bir şemsiye oldu. *Apollo*'nun soyundan gelenler artık gezegensel sınırlara ulaştı.

Apollo –ve dolayısıyla onun hizmet ettiği siyasi amaç– olmasaydı Amerika'nın tüm Solar Sistemdeki tarihî önemde araştırma ve keşifleri gerçekleşir miydi, kuşkuluyum. *Apollo*'nun armağanlarının arasında *Mariner*'lar, *Viking*'ler, *Pioneer*'lar, *Voyager*'lar ve *Galileo* var. *Magellan* ve *Cassini* ise daha ileri torunlar. Aynı şey Sovyetler'in –*Luna 9*, *Mars 3*, *Venera 8* gibi– robot uzay araçlarının başka dünyalara ilk yumuşak inişlerini içeren, Solar Sistemdeki keşiflerinin öncü girişimleri için de geçerlidir.

Apollo, dünyanın düş gücünü yakalayarak ona bir güven, enerji ve geniş bir ufuk kazandırdı. Amacının bir parçası da buydu. Teknolojiye karşı bir iyimserlik, geleceğe karşı bir heves aşıladı. Ay'a gidebiliyorsak, diye soruyordu birçok insan, daha neleri yapabiliriz? Birleşik Devletler'in siyasetine ve yaptıklarına karşı olanlar bile –bizim hakkımızda en kötüsünü düşünenler

bile- *Apollo* programının dehasını ve kahramanlığını kabul etti. Birleşik Devletler *Apollo*'yla yüceliğe dokundu.

Büyük bir yolculuğa çıkmak için çantanızı hazırlarken sizi nelerin beklediğini hiçbir zaman bilemezsiniz. *Apollo*'nun astro-notları Ay'a giderken ve oradan dönerken kendi gezegenlerinin fotoğraflarını çektiler. Doğal olarak, yapılması gereken bir şeydi ama çoğu kişinin tahmin edemediği sonuçlara yol açtı. Dünya sakinleri ilk kez kendi dünyalarını yukardan gördü; tüm Dünya'yı, renkli Dünya'yı, uzayın sonsuz karanlığında dönen enfes bir beyaz ve mavi top halindeki Dünya'yı. O görüntüler bizim uyuklayan gezegensel bilincimizin uyanmasına yardımcı oldu. Hepimizin aynı naçiz gezegeni paylaştığımızın su götürmez kanıtlarını gösterdi. Bunlar neyin önemli neyin önemsiz olduğunu hatırlattı bize. *Voyager*'ın soluk mavi noktasının habercileriydiler.

O perspektifin son anda, tıpkı teknolojimiz gibi, dünyamızın yaşanılabilirliğini tehdit ettiğini düşünebilirdik. *Apollo* programı için ilk başta hangi nedenle seferber olmuşsak olalım, Soğuk Savaş milliyetçiliğiyle ve ölüm makineleriyle ne kadar kirlenmiş olursa olsun, Dünya'nın bütünlüğünün ve naçizliğinin kaçınılmaz bir şekilde kabulü onun net ve aydınlık getirisi, *Apollo*'nun son armağanıdır. Ölümcül bir rekabet halinde başlayan şey, varlığımızı sürdürebilmemiz için temel önkoşulun küresel işbirliği olduğunu görmemize yardımcı oldu.

Yolculuk genişliyor.

Yeniden yola koyulmanın zamanıdır.

14

başka dünyaları keşfederek bu dünyayı korumak

Gezegener gelişimlerinin farklı aşamalarında, dünyamızda faaliyet gösteren biçimlendirici güçlerin aynısına maruz kalırlar ve dolayısıyla, oralarda bizim geçmişimizdeki ve belki de geleceğimizdeki aynısı jeolojik biçimlenmeler ve belki de yaşamlar vardır; ama bunun ötesinde, bu güçler bazı durumlarda dünyadakinden tümüyle farklı koşullarda etkili olur ve dolayısıyla da, insanların bugüne kadar bildiğinden farklı biçimler geliştirmiş olsa gerektir.

Bu gibi materyallerin karşılaştırmalı bilimler açısından değeri tartışma gerektirmeyecek kadar açıktır.

-ROBERT H. GODDARD, NOTEBOOK (1907)

Hayatımda ilk kez ufku kavisli bir çizgi halinde gördüm.

Koyu mavi ışıktan, ince bir çizgiyle –atmosferimizle– vurgulanmıştı. Belli ki bu, bana hayatımda birçok kez söylendiği gibi bir hava “okyanus”u değildi.

Onun narin görüntüsünden dehşete kapıldım.

-ULF MERBOLD, ALMAN UZAY MEKİĞİ ASTRONOTU (1988)

Dünyaya yörüngesel yüksekliklerden baktığınızda, kapkara bir boşluğa gömülmüş güzel, narin bir dünya görürsünüz. Ama bir uzay aracının lombarından Dünya’nın bir parçasını gözlemek, onu kapkara bir arka fonun önünde ya da –daha doğrusu– siz

uzayda, bir uzay aracıyla kısıtlanmaksızın süzülürken tümüyle görüş alanızdan geçip gittiği sırada görmek kadar heyecan verici bir şey değildir. Bu deneyimi yaşayan ilk insan 18 Mart 1965'te *Voskhod 2*'den çıkıp ilk uzay "yürüyüşü"nü yapan Aleksey Leonov'du: "Dünya'ya baktım" diye hatırlıyor, "ve aklımdan geçen ilk düşünce, 'Dünya, her şeyden önce, yuvarlakmış' oldu. Bir bakışla Cebelitarık'tan Hazar Denizi'ne kadar görebiliyordum... Kendimi -kanatlı ve uçabilen- bir kuş gibi hissettim."

Dünya'ya *Apollo* astronotları gibi daha uzaktan bakarsanız görünür boyutları küçülür ve küçük bir coğrafyadan başka bir şey kalmaz. Onun kendi başınlığından etkilenirsiniz. Ara sıra bir hidrojen atomu ayrılır; bir kuyrukluyıldız tozunun patırtısı gelir. Güneş'in derinlerindeki müthiş ve sessiz termonükleer motorda yaratılan ışık Güneş'ten her tarafa doğru saçılır ve Dünya bunun, biraz aydınlık ve gösterişsiz amaçlarımız için ısı sağlamaya yetecek kadarını tutar. Bunun dışında, bu küçük dünya kendi başıdır.

Ay yüzeyinden onu belki de bir hilal şeklinde görürsünüz ve bu kez kıtaları bile belirsizdir. Ve en dış gezegenlerden bakınca da soluk bir ışık noktasından başka bir şey değildir.

Dünya yörüngesinden bakınca ufkun yumuşak mavi kavisinden -Dünya'nın teğetsel bir şekilde görünen ince atmosferinden- etkilenirsiniz. Yerel çevresel sorun diye bir şeyin niçin olmadığını artık anlayabilirsiniz. Moleküller aptaldır. Endüstriyel zehirler, sera gazları ve koruyucu ozon tabakasına zarar veren maddeler kara cahilliklerinden ötürü sınırlara saygı göstermez. Ulusal egemenlik kavramından habersizdirler. Ve böylece, teknolojimizin neredeyse efsanevi gücünden (ve kısa vadeli düşünmenin yaygınlığından) ötürü kendimiz için -kıtasal ve gezegensel ölçekte- bir tehlike yaratmaya başladık. Kısacası, bu sorunlar çözülecekse birçok ulusun yıllar boyu birbiriyle uyumlu bir şekilde davranmasını gerektirecek.

Ben yine -milliyetçi rekabetlerin ve nefretlerin kazanında yaratılmış- uzay uçuşunun çarpıcı bir uluslararası görüşü beraberinde getirmesindeki ironiden ötürü şaşkınım. Dünya'yı yörüngesinden kısa bir süre seyretseniz bile çok derinlere dek işlemiş milliyetçilikler aşınmaya başlar. Bir eriğin üzerindeki akarların hırgürü gibi gelir bunlar size.

Bizler tek bir dünyaya yapışıp kalmışsak tek bir vakayla sınırlıyız; başka nelerin mümkün olabileceğini bilmiyoruz. Dolayısıyla, bizim perspektifimiz –sadece El-Fayyum’daki mezar resimlerinden haberdar bir sanatsever, sadece büyük azıları bilen bir diş hekimi, sadece Neo-Platonculuk üzerinde çalışmış bir düşünür, sadece Çince öğrenmiş bir dilbilimci ya da kütle çekimi hakkındaki bilgisi sadece Dünya’da yere düşen cisimlerle sınırlı bir fizikçi gibi– yetersiz, kavrayışımız dar, öngörü yeteneklerimiz kısıtlıdır. Bunun tersine, başka dünyaları keşfettiğimizde, vaktiyle bize bir gezegenin olabileceği tek tarzmış gibi görünen şeyin muazzam bir olasılıklar spektrumunun ortalarında bir nokta olduğu meydana çıkar. O diğer dünyalara baktığımızda, bizde bir şeyin çok fazla, başka bir şeyin de çok az olduğu zaman başımıza neler geleceğini anlamaya başlarız. Bir gezegenin nasıl bozulabileceğini öğreniriz. Uzay uçuşlarının öncülerinden Robert Goddard’ın öngördüğü gibi, karşılaştırmalı gezegenbilim denen yeni bir anlayış kazanırız.

Başka dünyaların keşfi yanardağların, depremlemlerin ve iklimin incelenmesinde gözümüzü açtı. Bir gün bunun biyoloji için de büyük çıkarımları olabilir çünkü Dünya’daki tüm yaşam ortak bir biyokimyasal master plan üzerine kurulu. Dünya dışı tek bir organizmanın –bir bakteri gibi basit bir şeyin bile– keşfi canlı şeylerle ilgili anlayışımızda devrime yol açacak. Ama başka dünyaların keşfiyle bu dünyayı korumanın arasındaki bağlantının en belirgin olduğu konu, Dünya ikliminin ve teknolojimizin artık bu iklim için yarattığı, giderek büyüyen tehlikenin incelenmesidir. Başka dünyalar, Dünya’da yapılmaması gereken aptallıklar konusunda yaşamsal içgörüler veriyor bize.

Hepsi de küresel ölçekte etkili üç potansiyel felaket daha yeni bulundu: Ozon tabakasının yok olması, sera ısınması ve nükleer kış. Bu üçünün bulunmasının da gezegenlerin keşfiyle güçlü bağlar taşıdığı görülüyor.

(1) Pratikte çeşitli kullanımları olan –sadece birkaçını sayarsak, buzdolaplarında ve klima cihazlarında çalıştırıcı sıvı, deodorantlarda ve diğer ürünlerde itici gaz, fast foodlarda hafif köpüksü ambalaj ve mikroelektronikte temizleyici olarak işe yarayan– inert bir maddenin Dünya’daki yaşam için tehlike yaratabileceğinin bulunması rahatsız edici bir şeydi. Kimin aklına gelirdi ki?

Söz konusu moleküllere kloroflorokarbonlar (CFC'ler) denir. Bunlar kimyasal olarak aşırı inerttir ve bunun anlamı, hiçbir şeyden etkilenmez olmalarıdır; ta ki kendilerini ozon tabakasında buluncaya kadar; orada Güneş'ten gelen morötesi ışınlarla parçalanırlar. Böylece serbest kalan klor atomları koruyucu ozona saldırıp yok eder ve yere daha çok morötesi ışının ulaşmasına yol açar. Morötesi yoğunluğundaki bu artış sadece cilt kanserlerini ve kataraktları değil, insan bağışıklık sisteminin zayıflamasını ve hepsinden tehlikelisi, tarıma ve Dünya'daki yaşamın en çok bağımlı olduğu, besin zincirinin en altındaki fotosentezci organizmalara muhtemel zararları da kapsayan korkunç bir potansiyel sonuçlar zincirini başlatır.

CFC'lerin ozon tabakası için tehlike yarattığını kim buldu? Ortak sorumluluğu yerine getiren, ana üretici DuPont Şirketi miydi? Bizi koruyan, Çevre Koruma Örgütü müydü? Bizi savunan, Savunma Bakanlığı mıydı? Hayır; bunu yapan, iki fildişi kule, yani başka bir şey üzerinde çalışan beyaz yakalı üniversite bilimcileriydi: Irvine'deki Kaliforniya Üniversitesi'nden Sherwood Rowland ve Mario Molina. Sarmaşık Birliği'nden* bir üniversite bile değil. Kimse onlardan çevreye yönelik tehlikeleri araştırmalarını istememişti. Çok önemli bir araştırma yürütüyorlardı. Kendi düşüncelerinin peşinde koşan bilimcilerdi. Her okul öğrencisi onların adını bilmeli.

Rowland ve Molina ilk hesaplarında, kısmen NASA desteğiyle ölçülen, klor ve diğer halojenleri de kapsayan kimyasal reaksiyon hız sabitesini kullandılar. Niçin NASA? Çünkü Venüs'ün atmosferinde klor ve flor molekülleri vardır ve gezegensel aeronomlar orada neler olduğunu anlamak istiyordu.

Harvard'da, Michael McElroy'un önderliğinde bir grup hemen CFC'lerin ozon tabakasının yok olmasındaki rolünü doğrulayan teorik bir çalışma yaptı. Tüm bu halojen kimyasal kinetiğinin ayırma sistemleri nasıl oluyordu da bilgisayarlarında işleme hazır haldeydi? Çünkü Venüs atmosferinin klor ve flor kimyası üzerinde çalışıyorlardı. Venüs, Dünya'nın ozon tabakasının tehlikede olduğunun keşfedilmesine ve doğrulanmasına yardımcı oldu. İki gezegenin atmosferik fotokimyası arasında hiç beklenmedik bir bağlantı bulundu. Dünya'daki herkes için önemli bir sonuç

* Amerika'nın en iyi sekiz üniversitesinin oluşturduğu birlik. (ç.n.)

pekâlâ, hiç para etmez, soyut, hiçbir pratik değeri yokmuş gibi görülebilecek bir çalışmadan, yani başka bir dünyanın yukarı atmosferindeki eser miktarda bileşenlerin kimyası üzerine bir araştırmadan çıktı.

Ayrıca Mars'la da bir bağlantı var. *Viking*'le, Mars yüzeyinin yaşamsız görüldüğünü ve dikkat çekici bir şekilde, en basit organik moleküllerden bile yoksun olduğunu bulduk. Ama yakındaki asteroit kuşağından gelen, organik yönden zengin meteoritlerin çarpması nedeniyle orada organik moleküllerin olması gerekirdi. Bu yoksunluk büyük ölçüde Mars'ta ozonun yokluğuna bağlanıyor. *Viking* tarafından yapılan mikrobiyolojik deneylerde, Dünya'dan getirilen ve Mars'ın yüzeyindeki tozun üzerine serpilerek organik maddelerin çabucak oksitlendiği ve tahrip olduğu bulundu. Tozun içindeki, bu tahribatı yapan maddeler –mikropları oksitleyip öldürdüğü için antiseptik olarak kullandığımız– hidrojen peroksit gibi moleküllerdir. Güneş'ten gelen morötesi ışınlar Mars'ın yüzeyine bir ozon tabakası tarafından engellenmeden çarpar; orada bir organik madde olsa, gerek bizzat morötesi gerek onun oksidasyon ürünleri tarafından çabucak tahrip edilir. Yani Mars toprağının en üst tabakalarının antiseptik olmasının nedeni kısmen, Mars'ta gezegensel boyutlarda bir ozon boşluğudur; ozon tabakamızı harıl harıl inceltene delene bizler için başlıbaşına çok yararlı bir ibret hikâyesi.

(2) Küresel ısınmanın büyük ölçüde, fosil yakıtların yakılmasıyla çıkan karbondioksitten –fakat ayrıca da (azot oksitler, metan, CFC'lere benzer diğer moleküller gibi), kızılötesini absorbe eden diğer gazların oluşmasından– kaynaklanan sera etkisindeki artışın sonucu olacağı öngörüldü.

Farz edelim ki, elimizde Dünya ikliminin üçboyutlu bir genel sirkülasyon bilgisayar modeli var. Programlayanlar bu programın atmosferdeki bileşenlerden biri çoğalırsa ya da bir diğeri azalırsa Dünya'nın nasıl olacağını önceden tahmin edebileceğini savunuyor. Model, halihazırdaki iklimi “tahmin etmede” gayet iyi. Ama rahatsız edici bir endişe var: Bu model doğru çıkacak şekilde “ayarlanmış”; yani fiziğin birincil ilkeleri değil, doğru yanıtı almak için birtakım ayarlanabilir parametreler seçilmiş. Tamamen bir dalavere değil elbette fakat aynı bilgisayar modelini çok farklı iklimsel rejimlere –örneğin şiddetli bir küresel

ısınmaya– uygularsak o zaman bu ayar uygun olmayabilir. Bu model bugünün iklimi için belki geçerlidir ama diğer iklimler için verileri değerlendirmeye dayalı bir tahminde bulunamaz.

Bu programı sınamanın bir yolu, başka gezegenlerin çok farklı iklimlerine uygulamaktır. Mars'taki atmosferin yapısını ve oradaki iklimi, havayı bilebilir mi? Peki ya Venüs'tekini? Bu program bu test vakalarını başaramasaydı kendi gezegenimiz için yaptığı tahminlere de güvenmemekte haklı olurduk. Ama bugün kullanılan iklim modelleri fiziğin birincil ilkelerini kullanarak Venüs ve Mars'ın iklimini tahmin etmede gerçekten çok başarılı.

Dünyada, yukarıya doğru hareket eden muazzam erimiş lav akıntıları olduğu biliniyor ve derin örtünün arasından ısıyla yukarıya yükselen ve çok büyük, donmuş bazalt düzlükleri yaratan süper bacalar olduğu düşünülüyor. Yaklaşık yüz milyon yıl önce çok olağanüstü bir örnek vuku buldu ve atmosferin varolan karbondioksit içeriğini belki de on kat arttırarak önemli boyutta bir küresel ısınmayı başlattı. Bu bacaların dünya tarihi boyunca epizodik bir şekilde gerçekleştiği düşünülüyor. Mantı tabakasında buna benzer yukarı doğru akıntıların Mars ve Venüs'te de olduğu görülüyor. Dünya yüzeyinde ve ikliminde büyük bir değişimin birdenbire ve hiç haber vermeden, ayaklarımızın yüzlerce kilometre altından nasıl geliverebileceğini bilmek istememizin esaslı pratik nedenleri var.

Küresel ısınma konusunda son zamanların en önemli çalışmalarından biri James Hansen ve arkadaşları tarafından, NASA'nın New York City'deki tesislerinden birinde, Goddard Uzay Bilimleri Enstitüsü'nde yapıldı. Hansen ana bilgisayar iklim modellerinden birini geliştirdi ve sera gazları artmaya devam ederse iklimimizde neler olacağını tahmin etmede kullandı. Bu modelleri Dünya'nın çok eski iklimlerinde sınamanın öncülüğünü yapmıştı (İlginçtir, son buz çağındaki karbondioksit ve metan artışı sıcaklığın yükselmesiyle çok dikkat çekici bir şekilde ilişkili). Hansen bu yüzyıldan ve bir önceki yüzyıldan çok geniş çapta iklim verisi toplayarak küresel sıcaklıkta gerçekten nelerin vuku bulduğunu gördü ve sonra bunu, bilgisayar modellerinin nelerin vuku bulması gerektiği konusundaki tahminleriyle karşılaştırdı. Bu ikisi, ölçümlerdeki ve hesaplardaki hata payları dahilinde uyuşuyordu. Hansen, Beyaz Saray Yönetim ve Bütçe

Bürosu'nun siyasi amaçla çıkardığı, belirsizlikleri abartma ve tehlikeleri küçük gösterme yolundaki bir emre karşı (Reagan yıllarıydı) Kongre'de cesurca tanıklık yaptı. Filipinler'deki Pinatubo yanardağının patlamasıyla ilgili hesapları ve bunun sonucunda Dünya sıcaklığının (yaklaşık yarım derece Celsius) düşeceği yolundaki tahmini tastamam doğruydu. Hansen, tüm dünya hükümetlerinin küresel ısınmanın ciddiye alınması gereken bir şey olduğuna ikna edilmesinde büyük bir etken oldu.

Hansen'in öncelikle sera etkisiyle ilgilenmesine yol açan neydi? Onun (1967'de, Iowa Üniversitesi'nde yaptığı) doktora tezi Venüs üzerineydi. Venüs'ün yüksek radyo parlaklığının çok sıcak bir yüzeyden kaynaklandığını, sera gazlarının sıcaklığı tuttuğunu doğruluyor ama birincil enerji kaynağının, güneş ışığından ziyade, içeriden gelen ısı olduğunu öne sürüyordu. 1978'de Venüs'e giden *Pioneer 12* misyonunda atmosfere giriş kapsülleri bırakıldı; bunlar normal sera etkisinin –yani yüzeyin Güneş tarafından ısıtılması ve sıcaklığın hava örtüsüyle tutulmasının– etkin neden olduğunu doğrudan gösterdiler. Ama Hansen'i sera etkisi üzerinde düşünmeye sevk eden, Venüs'tür.

Radyo astronomlar, biliyorsunuz, Venüs'ü şiddetli bir radyo dalgası kaynağı olarak görür. Radyo emisyonunun başka açıklamaları geçersiz kalıyor. Yüzeyin tuhaf bir şekilde sıcak olması gerektiği sonucunu çıkarıyorsunuz. Bu yüksek sıcaklığın nereden gelip de kaçınılmaz bir şekilde sera etkisinin şu ya da bu türüne yol açtığını anlamaya çalışıyorsunuz. Onlarca yıl sonra, bu çalışmanın sizi küresel uygarlığımıza yönelik, beklenmeyen bir tehlikeyi fark etmenize ve önceden görmenize yardımcı olduğunu görüyorsunuz. İlk önce başka dünyaların atmosferlerinin muammasını çözmeye çalışan bilimcilerin bu dünyayla ilgili önemli ve son derece işe yarayan keşiflerde bulunduğu daha birçok örnek biliyorum. Başka gezegenler Dünya'daki öğrenciler için harika bir talim sahasıdır. Onlara gereken şey sadece, bilgide hem genişlik hem derinliktir ve böylece hayal gücüne meydan okuyabilirler.

Karbondioksitin yaratacağı sera ısınmasından kuşku duyanlar Venüs'teki muazzam boyutlu sera etkisini görüp ibret alabilir. Venüs'teki sera etkisinin çok fazla kömür yakan, yakıtı verimi düşük arabalar kullanan ve ormanlarını kesen düşüncesiz

Venüslülerden kaynaklandığını savunan yok. Benim amacım başka. Yüzeyi, tenekenin ya da kurşunun eriyeceği kadar sıcak hale gelmiş gezegensel bir komşumuzun, başka bakımlardan Dünya'ya benzeyen bir gezegenin iklim tarihi –özellikle de, Dünya'daki artan sera etkisinin kendi kendine düzeleceğini, bunun için endişelenmemiz gerekmediğini ya da (bunu kendilerine muhafazakâr diyen bazı grupların yayınlarında görebilirsiniz) sera etkisinin bir “aldatmaca” olduğunu söyleyenler için– üzerinde düşünmeye değer.

(3) Nükleer kış, küresel bir termonükleer savaşın ardından geleceği tahmin edilen –başlıca, kentlerin ve petrol tesislerinin yanması sonucu atmosfere salınan küçük duman partiküllerinden ötürü– Dünya'nın kararması ve soğumasıdır. Ne kadar ağır bir nükleer kış olabileceği konusunda şiddetli bir bilimsel tartışma çıktı. Çeşitli görüşler bugün bir noktada birleşmiştir. Tüm üçboyutlu genel sirkülasyon bilgisayar modelleri, dünya çapında bir termonükleer savaş sonucunda küresel sıcaklığın Pleistosen buz çağındakinden daha soğuk olacağı tahmininde bulunuyor. Bunun gezegensel uygarlığımız yönünden sonuçları –özellikle tarımın çökmesi yüzünden– çok vahim. Birleşik Devletler, Sovyetler Birliği, Britanya, Fransa ve Çin'in sivil ve askerî otoriteleri 60.000'in çok üzerinde nükleer silahı biriktirmeye karar verirken nükleer savaşın bu sonucunu bir şekilde görmezden geldiler. Gerçi böyle konularda kesin konuşmak zorsa da, nükleer kışın, nükleer silah sahibi ülkelerin, özellikle de Sovyetler Birliği'nin nükleer savaşın abesliğine ikna olmasında yapıcı bir rol oynadığı savunulabilir (elbette başka nedenler de vardı).

Nükleer kış ilk kez 1982/83'te, içlerinden biri olmaktan gurur duyduğum beş bilimciden oluşan bir grup tarafından tahmin edildi ve adlandırıldı. Bu ekibe (Richard P. Turco, Owen B. Toon, Thomas Ackerman, James Pollack ve benim adlarımızdan ötürü) TTAPS baş harfleri verildi. Beş TTAPS bilimcisinin ikisi gezegenbilimciydi ve diğer üçü de gezegenbilim konusunda birçok makale yazmıştı. Nükleer kışla ilgili ilk düşünce yine Mars'a yönelik *Mariner 9* misyonu sırasında geldi; orada küresel bir toz fırtınası vardı ve gezegenin yüzeyini göremiyorduk; uzay aracındaki kızılötesi spektrometre, yukarı atmosferin olması

gerektiğinden daha sıcak, yüzeyinse daha soğuk olduğunu buldu. Jim Pollack'la ben oturup, bunun nasıl olabileceğini tahmin etmeye çalıştık. Daha sonraki on iki yılda, bu araştırma çizgisi Mars'taki toz fırtınalarından Dünyadaki volkanik aerosollere, oradan dinozorların muhtemelen çarpma tozlarından ötürü yok oluşlarına ve sonunda da nükleer kışa kadar gitti. Bilimin sizi nereye götüreceğini asla bilemezsiniz.

GEZEGBİLİM, UZAKTA beliren bu çevresel felaketlerin keşfedilmesinde ve bertaraf edilme girişimlerinde müthiş ölçüde yararlı olduğu kanıtlanan, geniş bir disiplinler arası görüş açısı geliştiriyor. Başka dünyalar üzerinde deneyim kazanırsanız, gezegensel çevrelerin kırılabilirliği ve başka, son derece farklı çevrelerin olabilirliği konusunda bir perspektif ediniyorsunuz. Henüz keşfedilmemiş potansiyel küresel felaketler de pekâlâ olabilir. Eğer varsa, bunların anlaşılmasında gezegenbilimcilerin çok önemli bir rol oynayacağına bahse girerim.

Matematiğin, teknolojinin ve bilimin bütün alanları içinde en çok uluslararası işbirliğiyle yapılanı (araştırma makalelerinde iki ya da daha çok ülkeden ortak yazarlara çok sık rastlanmasının gösterdiği gibi), “Dünya ve uzay bilimleri” denen alandır. Bu dünyayı ve başka dünyaları incelemek, doğası gereği, yerellikten uzak olma, milliyetçi olmama, şovenist olmama eğilimi gösterir. İnsanların bu alanlara enternasyonalist oldukları için girdiği çok enderdir. Neredeyse daima başka nedenlerle girerler ve sonra o harika çalışmanın, kendilerinininkini tamamlayan çalışmanın başka ülkelerden araştırmacılar tarafından yapıldığını keşfederler; ya da bir sorunu çözmeniz için, ülkenizde bulunmayan bir veriye yahut (örneğin güney yarımküresi göğüne erişim gibi) bir perspektife gereksinim duyduğunuzu keşfedersiniz. Ve böyle bir işbirliğini –gezegenin farklı bölgelerinden insanların sizinle ortak ilgi alanlarındaki mesai arkadaşlarınız, karşılıklı anlaşılır bir bilimsel dille çalışan insanlar haline gelişini– bir kez yaşadınız mı, bunun diğer, bilim dışı konularda da yaşanacağını düşünmemek zordur. Ben şahsen, Dünya ve uzay bilimlerinin bu yönünü dünya siyasetinde iyileştirici ve birleştirici bir güç olarak görüyorum; ama yararlı olsa da olmasa da, kaçınılmaz bir şey bu.

Eldeki kanıtlara baktığım zaman, gezegensel araştırmalar burada, Dünya'daki bizler için en işe yarar ve acil yararlardan biri gibi geliyor bana. Başka dünyalar keşfetmenin umudu bizi heyecanlandırmıyorsa, içimizde bir nanogram olsun maceracılık ruhu yoksa, bizi kendimizden, en dar anlamıyla kendimizden başka bir şey ilgilendirmiyorsa bile, gezegensel keşifler yine de şahane bir yatırım oluşturacaktır.

15

harika dünyanın kapıları açık

Harika dünyanın bent kapakları birden açılıverdi.
-HERMAN MELVILLE, *MOBY DICK*, BÖLÜM 1 (1851)

Zamanı geliyor, belki de eli kulağında; insanların uzaya açılma macerasının bir sonraki adımı için çalışacak bir ülke –daha büyük olasılıkla da bir ülkeler konsorsiyumu– çıkacak. Belki de bürokrasileri savuşturarak ve halihazırdaki teknolojilerden verimli bir şekilde yararlanarak gerçekleştirilecek bu. Belki de, dangalak gibi kocaman kimyasal füzelerin ötesine geçen yeni teknolojiler gerektirecek. Bu yeni gemilerin mürettebatı yeni dünyalara ayak basacak. Oralarda bir yerde ilk bebek doğacak. Yerden uzakta yaşamının ilk adımları atılacak. Yolumuza düzüleceğiz. Ve gelecek hatırlanacak.

DAVETKÂR VE MUHTEŞEM Mars, komşu dünya, bir astronotun ya da kozmonotun güvenli bir şekilde inebileceği en yakın gezegendir. Mars, bazen bir New England Ekim'i kadar ılık olsa da dondurucu bir yerdir ve öylesine soğuktur ki, seyreltik karbondioksit atmosferinin bir kısmı kış kutbunda kuru buz halinde donar.

Yüzeyini küçük bir teleskopla bile görebileceğimiz en yakın gezegendir. Tüm Solar Sistemde Dünya'ya en çok benzeyen

gezegendir. Yanından geçip gitmeler sayılmazsa, Mars'a yönelik, tümüyle başarılı sadece iki misyon var: 1971'de *Mariner 9* ve 1976'da *Viking 1* ve 2. Bunların açığa çıkardığı şeyler, New York'tan San Francisco'ya kadar uzunlukta, derin bir çöküntü vadisi; muazzam volkanik dağlar, en büyükleri Mars yüzeyinin ortalama yüksekliğinin 24.000 kilometre yukarısına çıkıyor, Everest tepesinin neredeyse üç katı yükseklikte; kutup buzlarının içinde ve arasında, atılmış poker fişlerinden bir yığına benzeyen ve muhtemelen, geçmiş iklimsel değişimlerin bir kaydı olan çapraşık bir tabakalı yapı; rüzgârla sürüklenen tozların yüzeyde resmettiği, Mars'ın geçmiş on yıllar ve yüzyıllardaki hızlı rüzgârlarının haritalarını sunan parlak ve karanlık lekeler; tüm küreyi saran muazzam toz fırtınaları; ve bilmece gibi yüzey şekilleri.

Özellikle, kraterlerle dolu güney yaylalarında, milyarlarca yıl eskilere kadar giden kıvrımlı kanallardan ve vadilerden oluşan yüzlerce ağ bulundu. Bunlar –günümüzün seyreltik ve dondurucu atmosferinin altında bulduğumuzdan çok farklı ve– daha önceki, daha mülayim ve Dünya'ya benzeyen koşulların hüküm sürdüğü bir çağı düşündürüyor. Bu çok eskiden kalma kanalların bazıları yağın yağmurlarla, bazıları yeraltında açılan tünel tavanlarının çökmesiyle ve bazıları da yeraltından fışkıran büyük akıntılarla açılmışa benziyor. Nehirler binlerce kilometre çapındaki, bugün toz gibi kupkuru muazzam çarpma çanaklarına akıp içlerini dolduruyordu. Bugün Dünya'daki bütün şelalelerin yanında cüce gibi kaldığı şelaleler eski Mars'ın göllerine dökülüyordu. Yüzlerce metre, hatta belki de bir kilometre derinliğinde kocaman okyanuslar bugün zorlukla fark edilen kıyılara yavaşça çarpıyordu belki de. *Bu*, incelenecek bir dünya olurdu. Dört milyar yıl geç kaldık.¹

Aynı dönemde Dünya'da ilk mikroorganizmalar ortaya çıktı ve gelişti. Dünya'daki yaşam, en temel kimyasal nedenlerden ötürü, sıvı suyla sıkı sıkıya bağlıdır. Bizzat biz insanların dörtte üçü sudan *oluşuyor*. Çok eski zamanlarda Dünya'nın göğünden yağın ve havasında ve denizlerinde oluşan organik moleküllerin aynıları eski Mars'ta da birikmiş olsa gerek. Yaşamın ilk

1. Gerçi, Alba Patera denen yükseltilerin yamaçları gibi birkaç yerde nispeten çok genç, dallanmış vadi ağları var. Bir şekilde, en son bir milyar yıl içinde bile Mars çöllerinin orasında burasında zaman zaman sıvı su akmış gibi görünüyor.

Dünya'nın sularında bu kadar çabucak oluşması ama nedense ilk Mars'ın sularında engellenmesi ve önlenmesi akla yatkın mı? Yoksa Mars'ın suları bir zamanlar –yüzen, yavrulayan, evrimleşen– yaşamla dolu olabilir mi? Hangi tuhaf yaratıklar yüzüyordu bir zamanlar orada?

O uzak zamanlarda nasıl bir dram olduysa, yaklaşık 3,8 milyar yıl önce her şey kötü gitmeye başladı. Eski kraterlerdeki erozyonun o zamanlar belirgin bir biçimde yavaşlamaya başladığını görüyoruz. Atmosfer seyrelince, nehirler artık akamaz olunca, okyanuslar kurumaya başlayınca, sıcaklık dibe vurunca, yaşam geriye kalan, buna uyum sağlayan, belki de buzlarla kaplı göllerin dibinde bir araya sıkışmış birkaç hayvana kadar geriledi, sonunda bunlar da yok oldu ve –belki de Dünya'daki yaşamdan çok farklı ilkelere göre oluşmuş– egzotik organizmaların cesetleri ve fosil kalıntıları derin donuk halde, belki uzak bir gelecekte Mars'a ulaşacak araştırmacıları bekliyor.

METEORİTLER BAŞKA DÜNYALARIN DÜNYA'DA bulunan parçalarıdır. Bunların çoğu, Güneş'in etrafında, Mars'la Jüpiter arasındaki yörüngelerde dönen sayısız asteroitin çarpışmasından kaynaklanır. Fakat az bir miktarı da, büyük bir meteoritin bir gezegene yahut asteroite yüksek hızla çarpması, bir krater oyması ve kazılmış yüzey materyalini uzaya fırlatmasıyla oluşur. Fırlatılan kayaların çok küçük bir bölümü milyonlarca yıl sonra başka bir dünyanın yoluna çıkabilir.

Antarktika'nın ıssız düzlüklerindeki buz orada burada meteoritlerle beneklenmiştir ve bunlar düşük ısılar sayesinde korunarak, yakın zamana kadar, insanların müdahalesiyle bozulmaktan kurtulmuştur. Bunların SNC ("snick" diye okunur) meteoritleri² denen birkaçında, ilk bakışta neredeyse inanılmayacak gibi gelen bir görüntü var: İçlerinin derinlerinde bunların mineral ve camsı yapıları Dünya atmosferinin kirletici etkisine karşı kitlenip korunmuş, içlerinde bir miktar gaz kapalı kalmıştır. Gaz analiz edildiğinde, Mars'taki havanın aynısı kimyasal bileşimde ve izotopsal oranlarında çıkıyor. Biz Mars'ın havasını sadece spektroskopsal sonuçlardan değil, Mars yüzeyine inen *Viking*

2. "Shergotty-Nakhla-Chassigny"nin kısaltılmışı. Bu kısaltmanın niçin kullanıldığını görebiliyorsunuz.

araçlarının yaptığı doğrudan ölçümlerden de biliyoruz. SNC meteoritleri, neredeyse herkesi şaşırtacak şekilde, Mars'tan gelmiş.

Aslında bunlar önce erimiş, sonra yeniden donmuş kayalar. Bütün SNC meteoritlerinin radyoaktif tarihlemesi, ana kayalarının 180 milyonla 1,3 milyar yıl önce lavdan katılmış olduğunu gösteriyor. Sonra uzaydan gelen cisimlerin çarpmasıyla gezegenden atılmışlar. Dünya'yla Mars arasındaki gezegenler arası yolculuk sırasında kozmik ışınlarla ne kadar süre maruz kalmış olduklarından, ne kadar eski olduklarını –yani Mars'tan ne kadar zaman önce atıldıklarını– bulabiliyoruz. Bu anlamda, 10 milyonla 700.000 yıl arasında bir yaşta. Mars tarihinin en son yüzde 0,1'lik bölümünü örnekliyorlar.

İçerdikleri bazı mineraller, bir zamanlar suyun, ılık ve sıvı suyun içinde oldukları yolunda kesin bir kanıt oluşturuyor. Bu hidrotermal mineraller bir şekilde, yakın zamanlarda belki de Mars'ın her yerinde sıvı su bulunduğunu gösteriyor. Bu su belki de iç ısının yeraltı buzlarını eritmesiyle ortaya çıkmıştır. Ama nasıl olmuşsa olsun, acaba yaşam tümüyle yok olmadı mı, acaba bir şekilde, kısa süreli yeraltı göllerinde ya da hatta yüzey altındaki kaya damarlarını nemlendiren ince su tabakalarında tutunarak günümüze kadar gelmeyi başardı mı diye düşünmek gayet doğal.

NASA'nın Johnson Uzay Uçuş Merkezi'nden jeokimyacılar Everett Gibson ve Hal Karlsson, SNC meteoritlerinden tek bir damla su aldılar. Bu sudaki oksijen ve hidrojen atomlarının izotopsal oranları Dünya'dakinden kesinlikle farklı. Ben, başka bir dünyadan gelen bu suyu gelecekteki keşifler ve yerleşimler için cesaret verici bir şey olarak görüyorum.

Mars'ın, jeokimyacıların bilimsel ilgilerine göre seçilmiş bölgelerinden alınmış ve içlerinde hiçbir zaman erimemiş toprak ve kayaların da bulunduğu çok sayıda numune Dünya'ya getirilse daha neler bulabileceğimizi düşünün. Gezici küçük robot araçlarla bunu başarmaya çok yakınız.

Yüzey altındaki materyallerin bir dünyadan ötekine taşınması umut verici bir soru uyandırıyor: Dört milyar yıl önce, ikisi de ılık, ikisi de sulu iki komşu gezegen vardı. Bu gezegenlerin oluşumunun son aşamalarında, uzaydan gelen cisimlerin çarpması bugünkünden çok daha sıklıkla gerçekleşiyordu. Her dünyadan

numuneler uzaya fırlatılıyordu. Bu dönemde bunların en az birinde yaşam olduğundan eminiz. Fırlatılan molozların bir kısmının çarpma, fırlatılma ve başka bir dünya tarafından tutulma işlemlerinin tümü boyunca soğuk kaldığını biliyoruz. Öyleyse, Dünya'daki ilk organizmalardan bazıları 4 milyar yıl önce Mars'a sağ salim aktarılıp o gezegende yaşamı başlatmış olabilir mi? Yahut daha da kurgusalı, Dünya'daki yaşam Mars'tan böyle bir transferle doğmuş olabilir mi? İki gezegen yüzlerce milyon yıl boyunca düzenli bir şekilde, canlıları değiş tokuş etmiş olabilir mi? Bu düşünce sınıranabilir. Eğer Mars'ta yaşam keşfedersek ve bunun Dünya'dakine çok benzer olduğunu bulursak –ve ayrıca bunun bizim keşif gezilerimiz sırasında bizzat yol açtığımız mikrobik bulaşmadan kaynaklanmadığından eminsek– yaşamın çok zaman önce gezegenler arası uzaydan aktarıldığı tezinin ciddiye alınması gerekecektir.

BİR ZAMANLAR, MARS'TA zengin bir yaşam olduğu sanılıyordu. İnatçı ve kuşkucu gökbilimci Simon Newcomb bile (bu yüzyılın ilk on yıllarında birçok baskı yapmış, çocukluğunun astronomi kitabı *Astronomy for Everybody*'sinde) şu sonuca varıyordu: “Mars gezegeninde yaşam var gibi görünüyor. Birkaç yıl önce böyle bir ifade çoğunluk tarafından fantastik sayılırdı. Şimdi çoğunluk tarafından kabul ediliyor.” Ama, “zeki bir insan yaşamı” değil, diye ekliyordu hemen, yeşil bitkiler. Nitekim, bizler şimdi Mars'a gittik ve bitkileri aradık hayvanların, mikrop-
ların ve zeki varlıkların yanı sıra. Başka yaşam biçimleri yoksa da, bugün Dünya'nın çöllerindeki gibi, Dünya'nın neredeyse tüm tarihindeki gibi zengin bir mikrobik yaşamı düşleyebiliriz.

Viking'deki “yaşam arama” deneyleri sadece, düşünülebilen biyolojilerden oluşan bir altkümeyi arayacak şekilde tasarlanmıştı: Bizim bildiğimiz türde bir yaşamı bulmaya yönlendirilmişlerdi. Dünya'da bile yaşam bulamayacak araçlar göndermek aptallık olurdu. Bunlar son derece duyarlıydı ve Dünya'nın en umutsuz, en kuru çöllerinde ve çorak arazilerinde bile mikrop bulabilirlerdi.

Deneylerden birinde, Dünya'dan getirilen organik maddelerin varlığında, Mars toprağıyla Mars atmosferi arasında alınıp verilen gazlar ölçüldü. İkincisinde, radyoaktif bir izleyiciyle

işaretlenmiş çok çeşitli organik besin maddesi getirildi ve bunda amaç, Mars toprağında bu besinleri yiyen ve okside ederek radyoaktif karbondioksit döndüren böceklerin olup olmadığını görmektir. Üçüncü deneyde Mars toprağına radyoaktif karbondioksit (ve karbonmonoksit) verildi ve amaç, bunlardan birinin Mars'taki mikroplar tarafından alınıp alınmadığını görmektir. Bu üç deneyin her biri başlangıçta, sanırım bütün bilimcilerin katıldığı bir şaşkınlığa yol açarak, ilk bakışta pozitif gibi görünen sonuçlar verdi. Gaz alışverişi oldu; organik maddeler oksitlendi; karbondioksit toprakla birleşti.

Ama temkinli olmayı gerektiren nedenler vardı. Bu heyecan verici sonuçların, genel olarak, Mars'ta yaşam olduğunu gösteren sağlam kanıtlar olmadığı düşünülüyor: Mars'taki mikropların farz edilen metabolik işlemleri *Viking* iniş araçlarının içindeki çok çeşitli koşullarda gerçekleşti: Islak (Dünya'dan getirilen sıvı suyla) ve kuru, aydınlıkta ve karanlıkta, soğukta (donma noktasının ancak birkaç derece yukarısında) ve sıcakta (neredeyse suyun normalde kaynama derecesinde). Birçok mikrobiyolog, Mars'taki mikropların bu kadar değişik koşullarda böylesine faaliyet gösterebilir olmasını imkânsız buluyor. Kuşkuyla yol açan diğer bir güçlü nedense, Mars toprağında organik kimyasal maddelerin arandığı dördüncü deneyin, duyarlılığına karşın, değişmez bir şekilde hep olumsuz sonuçlar vermesi. Bizler Mars'taki yaşamın, Dünya'daki yaşam gibi, karbon esaslı moleküller çevresinde organize olmasını bekliyoruz. Böyle moleküllerin hiç bulunmaması eksobiyologlar arasındaki iyimserler için üzücüydü.

Yaşam arama deneylerinin görünürde pozitif sonuçları şimdi genellikle, toprağı oksitleyen, (daha önceki bölümde tartışıldığı gibi) sonuçta morötesi güneş ışığından türeyen kimyasal maddelere bağlanıyor. *Viking* bilimcilerinin arasında hâlâ, acaba Mars toprağına çok seyrek bir şekilde yayılmış –ve bu yüzden organik kimyaları bulunamayan ama metabolik işlemleri bulunabilen– aşırı derecede dayanıklı ve yetenekli organizmalar olabilir mi diye düşünen bir avuç insan var. Bu bilimciler Mars toprağında morötesinden kaynaklanan oksitleyicilerin varlığını yadsımıyorlar ama *Viking* yaşam arama deney sonuçlarına sadece oksitleyicilerle tam bir açıklama getirilemediğini vurguluyorlar.

SNC meteoritlerindeki organik maddeler üzerine bazı çekimser iddialarda bulunuldu ama buna karşılık bunlar da meteoritlere bizim dünyamıza geldikten sonra bulaşmış şeyler gibi görünüyor. Şimdiye kadar, gökten gelen bu kayalarda Marslı mikroplar bulunduğu yolunda bir iddia yok.

Belki de, bu konu kamuoyunun ilgisini çektiğinden, NASA ve çoğu *Viking* bilimcisi biyolojik hipotezin peşini bırakmamaya çok dikkat ettiler. Şimdi bile, eldeki eski verilerin üzerinden geçerek, pek mikrop barındırmayan Antarktika'yı ve diğer toprakları *Viking* tipi cihazlarla inceleyerek, oksitleyicilerin Mars toprağındaki rolünü taklit eden bir laboratuvar çalışması yaparak ve gelecekte Mars'a incek araçlarla yapılacak ve bu konulara – yeni yaşam arayışlarını dışlamadan– açıklık getirecek deneyler tasarlayarak çok daha fazla şey yapılabilir.

Eğer rüzgârların küçük partikülleri küresel ölçüde taşımasıyla dikkat çeken bir gezegende, birbirinden 5.000 kilometre uzak iki bölgede yapılan duyarlı, çeşit çeşit deneylerde yaşamın kesinkes bir imzası gerçekten saptanamamışsa bu, Mars'ın en azından şimdilik, yaşamsız bir gezegen olabileceğini gösterir. Fakat eğer Mars'ta *yaşam yoksa* neredeyse aynı yaşta ve aynı ilk koşullardan geçmiş, aynı Solar Sistemde birbiriyle yan yana gelişmiş iki gezegen var karşımızda; birinde yaşam evrimleşip çoğalıyor fakat ötekinde böyle olmuyor. Niçin?

Mars'taki erken yaşamın kimyasal ya da fosil kalıntıları –yüzeyin altında, bugün yüzeyi kavuran morötesi radyasyondan ve bunun oksidasyon ürünlerinden güvenli bir şekilde korunmuş halde– belki hâlâ bulunabilir. Başka bir gezegendeki yaşamın anahtar kanıtları, belki toprak kaymasıyla açığa çıkmış bir kaya yüzeyinde ya da çok eski bir nehrin kıyılarında ya da kuru bir gölün yatağında ya da kutupta, buz katmanlı bir arazide bizi bekliyordur.

Mars'ın yüzeyinde bulunmamasına karşın, bu gezegenin iki ay'ı, yani Phobos ve Deimos, Solar Sistemin erken tarihine kadar gerilere giden karmaşık organik materyallerden yana zengin gibi görünüyor. Sovyet *Phobos 2* uzay aracı, Phobos'tan su buharı salındığını gösteren kanıtlar buldu; bu ayın radyoaktiviteyle ısınan buzlu bir içi var sanki. Mars'ın ayları çok zaman önce, Solar Sistemin başka bir yerinden çekilip alınmış olabilir; bunlar

muhtemelen, Solar Sistemin en eski günlerinden beri değişmeden kalmış maddelerin en yakında bulunabilen örnekleri arasındadır. Phobos ve Deimos çok küçük, ikisi de kabaca 10 kilometre çapında; uyguladıkları çekim gücü hemen hemen ihmal edilebilir düzeyde. Yani onlarla randevulaşmak, iniş yapmak, onları incelemek, Mars'ı inceleme operasyonlarında bir üs olarak kullanmak ve sonra vatana dönmek nispeten kolay.

Mars bizi –kendi başına fakat ayrıca da bizim kendi gezegenimizin çevresel koşullarını aydınlatması yönünden önemli–bilimsel bilgilerin bir deposu olarak çağırıyor. Bilimsel muammaların biraz rastgele bir bölümünden söz edecek olursak; Mars'ın iç kısmı ve oluşumunun başlangıç biçimi, tabaka tektoniği olmayan bir dünyadaki volkanların niteliği, Dünyada hayal bile edilemeyecek kum fırtınaları yaşanan bir gezegende arazi biçimlerinin şekillenışı, buzullar ve kutupsal arazi biçimleri, gezegensel atmosferlerin kaçıışı ve ayların başka bir yerden çekilip getirilişi gibi, çözülmeyi bekleyen sırlar var. Eğer bir zamanlar Mars'ta bol miktarda sıvı su ve yumuşak bir iklim var idiyse, ters giden neydi? Dünya'ya benzer bir gezegen nasıl oldu da böyle kavrulmuş, soğuk ve nispeten havasız hale geldi? Kendi gezegenimiz hakkında bilmemiz gereken bir şey mi var orada?

Biz insanlar daha önceleri de bu yoldaydık. Çok eski çağların araştırmacıları Mars'ın çağrısını anlıyordu. Ama salt bilimsel keşifler bir insanın bizzat varlığını gerektirmiyor. Akıllı robotları göndermemiz daima mümkün. Onlar çok daha ucuzdur, karşılık vermezler, onları çok daha tehlikeli yerlere gönderebilirsiniz ve misyonun başarısız olma riski karşımızda daima dururken, hiçbir yaşam tehlikeye sokulmamış olur.

“BENİ GÖRDÜNÜZ MÜ?” diye yazıyor süt kartonunun arkasında. “*Mars Observer*, 6' x 4,5' x 3', 2.500 kg. Son olarak 8/21/93'te, Mars'ın 627.000 kilometresinden duyuldu.”

“M. O. vatani arıyor” 1993 Ağustos'unun sonunda Jet Tepki Laboratuvarı'nın Misyon Operasyonları Tesisi'nin önüne asılmış bir pankarttaki hüznü mesajdı. Birleşik Devletler'in *Mars Observer* uzay aracının, Mars'ın yörüngesine girmeden hemen önce bozulması büyük bir düş kırıklığı yarattı. 26 yıldır, Amerika'nın Ay'a ya da gezegenlere giden bir uzay aracında fırlatılma sonrası

yaşanan ilk misyon arızasıydı bu. Birçok bilimci ve mühendis, meslek hayatlarının on yılını M. O'ya adamıştı. ABD'nin 17 yıldır -1976'da, *Viking*'in iki uydusu ve yüzeye konan iki aracından beri- Mars'a yönelik ilk misyonuydu. Üstelik gerçek anlamda ilk Soğuk Savaş sonrası uzay aracıydı: Araştırma ekiplerinin birçoğunda Rus bilimciler vardı ve *Mars Observer*, Rusların o zamanlar programlanmış *Mars '94* misyonunun ve ayrıca *Mars '96* için kararlaştırılmış cüretli bir tekerlekli araç ve balon misyonunun iniş araçları için önemli bir radyo aktarım bağlantısı görevi yapacaktı.

Mars Observer'a yüklenmiş bilimsel cihazlar gezegenin jeokimya haritasını çıkaracak ve iniş yerleri konusunda verilecek kararlara rehberlik ederek, gelecekteki misyonlara yol gösterecekti. Erken Mars tarihinde gerçekleştiği görülen büyük iklim değişikliklerine yeni bir ışık düşürebilirdi. Mars yüzeyindeki bazı yerlerin fotoğrafını iki metreden daha küçük detaylarla çekecekti. Elbette, *Mars Observer* hangi harikaları keşfedecekti bilmiyoruz. Ama bir dünyayı yeni cihazlarla ve müthiş incelmış detaylarla her incelediğimizde baş döndürücü bir keşifler dizisi çıkar gelir; tıpkı Galileo'nun göğe teleskopu ilk çevirdiğinde modern astronomi çağını açtığı zamanki gibi.

Araştırma Komisyonu'na göre, arızanın nedeni muhtemelen basınçlanma sırasında yakıt tankının çatlaması, gazların ve sıvıların dışarıya fışkırması ve hasarlı uzay aracının kontrolden çıkarak kendi başına dönmesiydi. Belki önlenebilir bir şeydi. Belki de talihsiz bir kazaydı. Ama bu konuyu perspektif içinde tutmak için, Birleşik Devletler ve eski Sovyetler Birliği'nin giriştiği, Ay'a ve gezegenlere yönelik misyonların tümüne bir bakalım:

İlk başlarda, geçmiş performansımız yetersizdi. Uzay araçları fırlatma sırasında patlıyor, hedeflerini bulamıyor yahut oraya vardığında da fonksiyonlarını yerine getiremiyordu. Zaman geçtikçe biz insanlar gezegenler arası uçuşta ustalaştık. Bir öğrenme eğrisi vardı. Yan yana dizilmiş değerler (NASA'nın misyon başarıları tanımlarına ve NASA verilerine dayanan) bu eğrileri gösteriyor. Çok iyi öğrenmişiz. Uzay araçlarını uçuş sırasında onarma konusunda halihazırdaki becerimizin en iyi göstergesi, daha önce anlatılan *Voyager* misyonlarıdır.

Kümülatif ABD misyon başarı oranının yüzde 50'ye ancak, Ay'a ya da gezegenlere otuz beşinci fırlatılıştaki çıkabildiğini görüyoruz. Rusların bu noktaya varması yaklaşık ellinci fırlatılışı bulmuş. Sakat başlangıçlarla, son zamanlardaki daha iyi performansların ortalamasını alınca, hem Birleşik Devletler'in hem de Rusya'nın yaklaşık yüzde 80'lik bir kümülatif fırlatma başarı oranına sahip olduğunu buluyoruz. Ama kümülatif misyon başarı oranı hâlâ, ABD için yüzde 70'in, SSCB/Rusya içinse yüzde 60'ın altında. Buna eşdeğer bir biçimde, Ay'a ve gezegenlere yönelik misyonlar da ortalama yüzde 30 ya da 40 oranında başarısız olmuş.

Başka dünyalara yönelik misyonlar daha başından beri hep en son teknolojiyle yapıldı. Bugün de böyle olmaya devam ediyor. Gereğinden fazla alt sistem kullanılarak dizayn ediliyor ve kendini adanmış ve deneyimli mühendisler tarafından çalıştırılıyorlar ama kusursuz değiller. Şaşırtıcı olansa, bizim bu işi bu kadar kötü yapmamız değil, bu kadar iyi başarmamız.

Mars Observer başarısızlığının beceriksizlikten mi kaynaklandığını yoksa sadece bir istatistik mi olduğunu bilmiyoruz. Ama başka dünyaları keşfederken, misyon hataları yönünden düzgün bir geçmiş ummak zorundayız. Bir robot uzay aracı kaybedildiğinde hiçbir insanın hayatı tehlikeye girmiyor. Bu başarı oranını önemli ölçüde yükseltebilsek bile, çok daha pahalıya patlayacak. En iyisi, daha çok riske girip daha çok uzay aracı göndermek.

Azaltılamaz riskleri bildiğimiz halde niçin bugünlerde her misyon için sadece bir uzay aracı gönderiyoruz? 1962'de Venüs'e gönderilmesi amaçlanan *Mariner 1* Atlas Okyanusu'na düştü; onun hemen hemen aynısı *Mariner 2*, insan türünün ilk başarılı gezegensel misyonu oldu. *Mariner 3* başarısız oldu ve ikizi *Mariner 4* 1964'te Mars'ın ilk yakın plan fotoğraflarını çeken uzay aracı oldu. Ya da 1971'de Mars'a yönelik ikili *Mariner 8/Mariner 9* fırlatma misyonlarını düşünelim. *Mariner 8* gezegenin haritasını çıkaracaktı. *Mariner 9*, yüzey işaretlerindeki mevsimsel ve kalıcı değişiklikler muamması üzerinde çalışacaktı. Bunun dışında, uzay araçları birbirinin aynısıydı. *Mariner 8* okyanusa düştü. *Mariner 9* Mars'a uçtu ve insan tarihinde, başka bir gezegenin yörüngesine giren ilk uzay aracı oldu. Volkanları, kutuplardaki katmanlı bölgeleri, eski nehir vadilerini ve yüzey değişimlerinin

rüzgâra bağlı doğasını keşfetti. “Kanallar”ın yanlış olduğunu gösterdi. Gezegenin bir kutuptan ötekine haritasını çıkardı ve Mars’ın bugün bildiğimiz bütün önemli jeolojik özelliklerini gözler önüne serdi. Mars’ın ayları Phobos ve Deimos’u hedef alarak, küçük dünyalar sınıfının tüm üyelerinin ilk yakın plan gözlemlerini sağladı. Sadece *Mariner 8*’i fırlatsaydık bu girişim tam anlamıyla bir başarısızlık olacaktı. İkili fırlatma sayesinde parlak ve tarihsel bir başarı oldu.

Ayrıca, iki *Viking*, iki *Voyager*, iki *Vega* ve birçok *Venera* çifti var. Peki niçin sadece bir *Mars Observer* gönderildi? Standart yanıt, pahalılığı. Ama bu kadar pahalı olmasının nedeni kısmen, gezegensel misyonlar için neredeyse saçma bir şekilde pahalı bir taşıyıcı olan –bu vakada da, iki tane *M. O.* gönderimi için çok daha fazla pahalıya çıkacak– mekikle gönderilmesinin planlanmasıdır. Mekikle ilgili birçok gecikmenin ve maliyet artışının ardından NASA fikrini değiştirdi ve *Mars Observer*’ı bir *Titan* roketiyle fırlatmaya karar verdi. Bu durum fazladan iki yıllık bir gecikmeye yol açtı ve uzay aracını yeni fırlatma aracına uyduracak bir adaptörü gerektirdi. Eğer NASA böyle giderek daha pahalılaştan mekik gibi bir işe girişmeye niyet etmeseydi uzay aracını birkaç yıl daha önce ve belki de bir yerine iki tanesini fırlatacaktık.

Ama fırlatmalar ister tek ister çift olsun, uzaya açılan uluslar, robot kâşiflerin Mars’a geri dönme zamanının geldiğine kesin bir şekilde karar verdi. Misyon dizaynları değişti; alana yeni uluslar girdi; eski uluslar artık kaynak bulamayacaklarını gördü. Maddi kaynağı zaten sağlanmış programlar bile her zaman güvende olamıyor. Ama şimdiki planlarda müthiş çabaları ve derin bir adanmışlığı gösteren bir şeyler var.

Ben bu kitabı yazarken Birleşik Devletler, Rusya, Fransa, Almanya, Japonya, Avusturya, Finlandiya, İtalya, Kanada, Avrupa Uzay Ajansı ve diğer kuruluşlar arasında, Mars’ta koordine robot keşiflerinin amaçlandığı bir planın girişimleri var. 1996’yla 2003 arasındaki yedi yılda –çoğu nispeten ufak ve ucuz– yirmi beş kadar uzay aracından bir filo Dünya’dan Mars’a gönderilecek. Bunların arasında, Mars’ın çabucak yanından geçip gidecek araç olmayacak; bunların hepsi yörüngeye girme ve inişi kapsayan uzun süreli misyonlar. Birleşik Devletler *Mars Observer*’da kay-

bettiği bütün bilimsel cihazlarını yeniden gönderecek. Rus uzay aracı yirmi kadar ülkenin katıldığı gayet iddialı deneylere ev sahipliği yapacak. Haberleşme uyduları Mars'ın her yerindeki deney istasyonlarının verilerini Dünya'ya aktarma olanağı sağlayacak. Yörüngeden inen deliciler Mars toprağında cayırdayarak delikler açacak ve yeraltından veriler aktaracak. Cihazlarla donatılmış balonlar ve tekerlekli araçlar Mars'ın kumlarında gezecek. Ağırlığı bir kiloyu geçmeyecek bazı mikrorobotlar var. İniş yerleri planlanıyor ve koordine ediliyor. Cihazların ayarları karşılıklı olacak. Veriler serbestçe alınıp verilecek. Gelecek yıllarda Mars'ın ve sırlarının Dünya gezegeni sakinleri için giderek daha bilinir şeyler haline geleceğini düşünmek için her türlü neden var.

DÜNYA'DAKİ KOMUTA MERKEZİNDE, özel bir odada, başınızda kask ve ellerinizde eldiven var. Başınızı sola çeviriyorsunuz, Mars'taki robot tekerlekli aracın kameraları sola dönüyor. Kameraların gösterdiklerini çok yüksek bir netlik ve renkte görüyorsunuz. Öne doğru bir adım atıyorsunuz, tekerlekli araç ileriye doğru yürüyor. Topraktaki parlak bir şeyi almak için elinizi uzatıyorsunuz, robot kol da aynı şeyi yapıyor. Mars kumları parmaklarınızın arasından akıyor. Bu çok uzakta gerçekleşen teknolojinin tek zorluğu, tüm bunların sıkıcı bir ağır çekimle yapılma zorunluluğu: Bir komutun uydularla Dünya'dan Mars'a gönderilmesi ve verilerin Mars'tan Dünya'ya geri gönderilmesi yarım saat ya da daha fazla zaman gerektirebilir. Fakat alışabileceğimiz bir şey bu. Eğer Mars'ı keşfetmenin bedeli buysa, keşfetme sabırsızlığımızı dizginlemeyi öğrenebiliriz. Tekerlekli araç rutin olarak karşılaşılabilecek beklenmedik durumların üstesinden gelebilecek becerikliliğe kavuşturulabilir. Araç daha zorlu bir şeyle karşılaşırse tamamen durur, kendini güvenli bir duruma sokar ve radyo sinyalleriyle, çok sabırlı kontrolörüne yönetimi devralmasını bildirir.

Tekerleklerle yürüyen, her biri küçük birer bilimsel laboratuvar olan akıllı robotların güvenli ama cansız yerlere iniş yaptığını ve Mars'taki bir sürü mucizeyi yakın plandan görmek için gezindiğini gözünüzün önüne getirin. Belki de bir robot her gün kendi ufkuna kadar gidecek; her sabah, bir gün önce ancak çok uzak-

lardaki bir tümsek halindeki bir şeyi yakın plandan göreceğiz. Bir Mars arazisinden geçişin uzatılmış hali haber programlarında ve okullarda gösterilecek. İnsanlar neler bulunacağı konusunda tahminler yürütecek. Başka bir dünyadan gelen, yeni topraklar ve yeni bilimsel bulgular konusunda ifşaatların yer aldığı gece haberleri Dünya'daki herkesi bu maceraya katacak.

Sonra Mars'ın asıl gerçekliği var: Mars'tan gönderilen, modern bir bilgisayarda toplanan veriler sizin kaskınıza, eldivenlerinize ve çizmelerinize aktarılıyor. Dünya'daki boş bir odada yürüyorsunuz ama size göre Mars'tasınız: Pembe gökler, kocaman kayalarla dolu yerler, muazzam bir volkanın uzakta karaltı gibi görüldüğü bir ufka doğru uzanıp giden kum tepeleri; kumun çizmelerinizin altında çıkardığı gıcırdama sesini duyuyorsunuz, taşları ters çeviriyorsunuz, bir çukur açıyorsunuz, seyreltik havadan numune alıyorsunuz, bir köşeyi dönüyorsunuz ve yüz yüze geldiğiniz şey... Mars'ta yapacağımız yeni keşifler; Mars'taki her şeyin tam kopyaları ve yaşadığınız kentteki bir sanal gerçeklik salonunun güvenli ortamında yaşadığınız bütün deneyimler. Mars'ı keşfetme nedenimiz bu değil, ama gerçek gerçekliğin sanal gerçeklik haline dönüştürülebilmesi için robot kâşiflere gereksinim duyacağımız kesin.

Özellikle, robotlara ve yapay zekâya yapılan yatırımlara devam edilirken, insanları Mars'a göndermek salt bilimle haklı gösterilemez. Ve sanal Mars'ı yaşayacak insan sayısı, Mars'a gönderilmesi mümkün olabilecek gerçek insanlardan çok daha fazladır. Bu işi robotlarla pekâlâ yapabiliriz. Eğer oraya insan göndereceksek bilimden ve keşiften daha geçerli nedenler gerek.

1980'lerde, sanırım Mars'a yönelik insanlı misyonlar için mantıklı bir haklı neden görüyordum. Birleşik Devletler ve Sovyetler Birliği'nin, yani küresel uygarlığımızı riske sokan iki Soğuk Savaş rakibinin, dünyanın tüm insanlarına umut verecek, basiretli, yüksek teknoloji bir girişimde bir araya gelmesini düşünüyordum. Kafamda, itici gücün rekabet değil işbirliği olduğu, uzay yolculuğunda lider iki ülkenin birlikte, insanlık tarihinde büyük bir ilerlemenin –sonunda başka bir gezegene yerleşmenin– temelini attığı, tersine bir Apollo programı vardı.

Bu sembolizm bu kadar mümkün görünüyordu. Kıyamet silahlarını bir kıtadan ötekine taşıyabilen teknoloji, başka bir

gezegene ilk insan yolculuğunu mümkün kılacaktı. Uygun mitolojik gücün seçimiydi bu: Savaş Tanrısı'na atfedilen deliliğe değil de, onun adının verildiği gezegene sarılmak.

Sovyet bilimcilerinin ve mühendislerinin böyle bir ortak projeye ilgilenmesini başardık. O zamanlar, Moskova'daki Sovyet Bilimler Akademisi'nin Uzay Araştırmaları Enstitüsü direktörü Roald Sagdeev zaten, bu fikir yaygın hale gelmeden çok öncesinden beri, Sovyetler'in Venüs, Mars ve Halley Kuyruklu Yıldızı'na yönelik robotlu misyonlarında uluslararası bir işbirliğine gitmesi konusunda yoğun bir şekilde ilgileniyordu. Sovyet Mir Uzay İstasyonu'nun ve *Saturn V* sınıfı fırlatma aracı *Energiya*'nın ortak kullanımının tasarlanıyor olması, işbirliğini bu donanımları üreten Sovyet kuruluşları için cazip hale getirdi; aksi takdirde, bu malların üretimini sürdürmede zorlanacaklardı. Soğuk Savaş'ın sona ermesine yardımcı olmanın birinci planda geldiği bir dizi tartışmanın sonunda, o zamanki Sovyet lideri Mihail S. Gorbaçov ikna oldu. 1987 Aralık ayındaki Washington zirvesi sırasında –iki ülkenin ilişkilerindeki değişimi simgeleyecek en önemli ortak etkinliğin ne olduğu sorulan– Bay Gorbaçov hiç tereddüt etmeden, “Mars’a birlikte gidelim” yanıtını verdi.

Ama Reagan yönetimi bununla ilgilenmedi. Sovyetler'le işbirliği yapmak, Sovyetlerin bazı teknolojilerinin Amerika'ninkilerden ileri olduğunu kabul etmek, Amerika'nın bazı teknolojilerini Sovyetler için erişilebilir kılmak, karşılıklı güven yaratmak, silah üreticilerine bir alternatif oluşturmak... bunlar yönetimin hoşuna giden şeyler değildi. Teklif reddedildi. Mars'ın daha beklemesi gerekiyordu.

Sadece birkaç yıl içinde zaman değişiverdi. Soğuk Savaş bitti. Sovyetler Birliği yok artık. İki ülkenin birlikte çalışmasından sağlanacak yarar, gücünün birazını kaybetti. Başka ülkeler –özellikle Japonya ve Avrupa Uzay Ajansı'nın kurucu üyeleri– gezegenler arası gezgin haline geldi. Ülkelerin özel ödenek bütçesine bir sürü haklı ve acil talepler girdi.

Fakat *Energiya* ağır yük füzesi hâlâ bir misyonu bekliyor. Yük beygiri *Proton* roketi hazır halde. *Mir* Uzay İstasyonu –neredeyse sürekli mürettebatıyla– hâlâ, her bir buçuk saatte bir Dünya'nın etrafında dönüyor. Ülkenin içindeki karışıklıklara rağmen Rus uzay programı gayretli bir şekilde devam ediyor. Rusya'yla Ame-

rika arasında uzaydaki işbirliği hızlanıyor. Bir Rus kozmonotu, Sergey Krikalev 1994'te *Discovery* mekiğiyle uçtu (normal, bir haftalık mekik misyonu süresince; Krikalev daha önce 464 gün *Mir* Uzay İstasyonu'nda kalmıştı). ABD astronotları *Mir*'i ziyaret edecek. Aralarında, Mars toprağındaki organik molekülleri yok ettiği düşünülen oksitleyicileri inceleyecek cihazın da bulunduğu Amerikan cihazları Mars'a Rus uzay araçlarıyla götürülecek. *Mars Observer*, Rusların Mars misyonundaki iniş araçları için bir aktarma istasyonu görevi yapacak şekilde tasarlanmıştı. Ruslar, bir süre sonra fırlatılacak, çok yük taşıyan *Proton* roketiyle gerçekleştirilecek, Mars'a yönelik bir misyona bir ABD uydusunu da katmayı teklif ettiler.

Amerika ve Rusya'nın uzay bilimi ve teknolojisindeki yetenekleri birleşiyor; birbirlerine kenetleniyorlar. Her biri diğerinin zayıf olduğu konuda güçlü. Göklerde bir evlilik bu; ama tamamina erdirilmesi şaşırtıcı derecede zor olan bir evlilik.

2 Eylül 1993'te Washington'da Başkan Yardımcısı Al Gore ve Başbakan Viktor Çernomidrin arasında, derinlerde işbirliği yapma konusunda bir anlaşma imzalandı. Clinton yönetimi NASA'dan (Reagan yıllarında *Freedom* adı verilmiş) ABD uzay istasyonunun *Mir*'le aynı yörüngede olacak ve kenetlenebilecek şekilde yeniden dizayn edilmesini istedi; Japon ve Avrupa modülleri de eklenecek ve Kanadalı bir robot kol olacak. Bu tasarımlar gelişerek şimdi, *Alpha* Uzay İstasyonu denen ve uza-ya araç gönderen neredeyse bütün ulusları kapsayan bir şeye dönüştü (Çin bunun en dikkat çekici istisnası).

ABD'nin uzayda işbirliği ve nakit para katkısı karşılığında, Rusya gerçekten diğer uluslara balistik füze parçaları satışını durdurmayı ve stratejik silah teknolojisi ihracatı üzerinde genel bir sıkı denetimi kabul etti. Bu şekilde, uzay yine, Soğuk Savaş'ın en kızıştığı günlerdeki gibi, ulusal stratejik siyasetin bir aracı haline gelmiş oluyor.

Ama bu yeni eğilim Amerikan hava ve uzay endüstrisinin bir bölümünü ve Kongre'nin önemli bazı üyelerini fena halde rahatsız etti. Uluslararası rekabet olmazsa böyle hırslı çabaları motive edebilir miyiz? İşbirliği yapılarak kullanılan her Rus fırlatma aracı, Amerikan havacılık ve uzay endüstrisine verilen desteğin azalması anlamına gelmiyor mu? Amerikalılar, Ruslarla

girişilen ortak projelerde istikrarlı bir desteğe ve çalışmaların devamlılığına güvenebilir mi? (Ruslar da Amerikalılar hakkını da benzer sorular soruyor elbette.) Fakat işbirliği programları uzun vadede para tasarrufu sağlıyor, gezegenimizin her tarafına yayılmış olağanüstü bilimsel ve mühendislik yeteneklerinden yararlanıyor ve küresel geleceğimiz konusunda ilham veriyor. Ulusal bağlılıklarda dalgalanmalar olabilir. İleriye doğru adım attığımız gibi gerilememiz de muhtemeldir. Ama genel eğilim net görünüyor.

Artan sıkıntılara karşın, iki eski hasmın uzay programları birleşmeye başladı. Şimdi, ekvatora 51° eğimle ve birkaç yüz mil yukarıda monte edilmiş –sadece bir ulusa değil Dünya gezegenine ait– bir dünya uzay istasyonunu öngörmek mümkün artık. Keşfedilmemiş son gezegene, Pluton’a hızlı bir uzay aracının gönderileceği, “Ateş ve Buz” adlı dramatik bir ortak misyon hakkında konuşuluyor; fakat oraya varabilmek için, Güneş’ten gelecek bir kütle çekim yardımı kullanılacak ve bu işlem sırasında da küçük bazı roketler gerçekten Güneş’in atmosferine girecek. Ve Mars’ın bilimsel keşfi için bir Dünya Konsorsiyumu’nun eşliğinde gibiyiz. Böyle projeler son derece, sanki ya hep birlikte yapılacak ya da hiç yapılamayacakmış gibi geliyor.

İNSANLARIN MARS’A GİTMEYE yeltenmesi için geçerli, maliyeti uygun, herkes tarafından desteklenebilir nedenlerin olup olmadığı, sonuca bağlanmamış bir sorudur. Elbette bir görüş birliği yok. Bu konu bir sonraki bölümde işlenecek.

Benim öne süreceğim, sonunda, Mars uzaklığındaki dünyalara insan göndermeyeceksek bir uzay istasyonu –yani Dünya yörüngesinde sürekli (yahut aralıklı bir şekilde) gidilecek bir insan karakolu– için en birinci gerekçemizi kaybedeceğimizdir. Uzay istasyonu bilim yapmak için en elverişli platform değil; Dünya’yı incelemek yahut uzayı gözlemek ya da yerçekimsiz ortamdan yararlanmak için de değil (astronotların varlığı her şeyi berbat eder çünkü). Askerî keşif konusunda da, robotlu uzay araçlarının yanına bile yaklaşamaz. İkna edici ekonomik yahut üretimsel uygulamaları da yoktur. Robotlu uzay araçlarına kıyasla pahalıdır. Ve tabii ki, insan hayatını kaybetme riski de

taşır. Bir uzay istasyonunu kurmak yahut ikmalde bulunmak için her mekik fırlatılışında tahminen yüzde 1 yahut 2 oranında felaketle sonlanacak bir hata riski var. Daha önceki gerek sivil gerek askerî uzay faaliyetleri yüzünden, Dünya'nın alçak yörüngesi hızlı hareket eden –ve eninde sonunda bir uzay istasyonuyla çarpışacak– bir sürü ıvır zıvırla doldu (ama şimdiye kadar *Mir*'de böyle bir tehlikeden ötürü bir aksaklık yok). Uzay istasyonu ayrıca, Ay'ın insanlar tarafından keşfi için de gereksiz. Apollo oraya hiçbir uzay istasyonu falan olmadan gayet iyi gitti. *Saturn V* yahut *Energiya* türü füzelerle, yörüngede dönen bir uzay istasyonunda gezegenler arası araçlar monte etmek zorunda kalmadan, Dünya'ya yakın asteroitlere ya da hatta Mars'a bile gitmek mümkün olabilir.

Uzay istasyonu ilham verme ve eğitim amaçlarına hizmet edebilir ve tabii ki, uzaya araç gönderen ülkelerin –özellikle de Birleşik Devletler ve Rusya'nın– arasındaki ilişkilerin pekiştirilmesine yardımcı olabilir. Ama bir uzay istasyonunun tek önemli fonksiyonu, benim görebildiğim kadarıyla, uzayda uzun süre bulunmayla ilgilidir. İnsanlar yerçekimsiz ortamda nasıl davranıyor? Sıfır yerçekiminde kanın kimyasında gerçekleşen progresif değişiklikleri ve yılda tahminen yüzde 6 kemik kaybını nasıl önleyebiliriz? (Eğer yolcular sıfır yerçekiminde gidecekse, Mars'a yönelik üç ya da dört yıl sürecek bir misyonda bu sorun katlanarak artar.)

Bunlar pek DNA yahut evrimsel süreç gibi temel biyolojinin sorunları değil; daha ziyade, uygulamalı insan biyolojisi konularına giriyor. Bunların yanıtlarını bilmek ancak uzayda çok uzak ve varması çok zaman alacak bir yere gitmeye niyetliyse önemlidir. Bir uzay istasyonunun tek somut ve mantıklı hedefi, Dünya'ya yakın asteroitlere, Mars'a ve ötesine nihai insanlı misyonlardır. NASA'nın tarihsel olarak bu gerçeği açıkça dile getirmekten sakınmasının nedeni, muhtemelen, Kongre üyelerinin ellerini nefretle kaldırmasından, uzay istasyonunu çok pahalıya patlayacak büyük sorunların başlangıcı olarak suçlamasından ve ülkenin Mars'a insan göndermeye hazır olmadığını ilan etmelerinden korkmasıdır. NASA gerçekte bu yüzden, uzay istasyonunun aslında ne işe yaradığı konusunda sessizliğini korudu. Ve üstelik böyle bir uzay istasyonumuz varsa bile kalkıp

Mars'a gitmemizi gerektirecek hiçbir şey yok. Uzak istasyonunu yararlı bilgileri biriktirme ve geliştirmede kullanabilir ve bunu istediğimiz kadar sürdürebiliriz; böylece, zamanı geldiğinde, gezegenlere gitmeye hazır hale geldiğimizde bunu güvenli bir şekilde yapabilecek altyapıya ve deneyime sahip oluruz.

Mars Observer başarısızlığı ve 1986'da *Challenger* uzay mekiğinin bir faciayla kaybedilmesi yüzünden, gelecekte Mars'a ya da başka bir yere yapılacak insanlı yolculuklarda azaltılamaz bir felaket riski bulunduğunu hiç unutmadık. Ay'a inmenin başılamadığı ve Dünya'ya sağ salım dönüşün zorlukla gerçekleştirilebildiği *Apollo 13* misyonu ne kadar şanslı olduğumuzu gayet açıkça gösteriyor. Yüz yıldan fazla bir süredir uğraşılıyor olduğumuz halde tamamen güvenli otomobiller ya da trenler yapamadık. Ateşi evcilleştirmemizden yüz binlerce yıl sonra bile dünyanın her kentinde, söndürülmesi gereken bir alevi görecekları ârı bekleyen birer itfaiye teşkilatı var. Kolomb, Yeni Dünya'ya yaptığı dört seferinde, 1492'de yola çıkan küçük filosunun üçte biri dahil bir sürü gemisini orada burada kaybetti.

Eğer insan göndereceksek bunun çok önemli bir nedeni olmalı ve can kaybımızın neredeyse kesin olduğu konusunda gerçekçi bir anlayışa sahip olunmalı. Astronotlar ve kozmonotlar daima bunun bilincindeydi. Ama yine de hiç gönüllü kılığı çekilmedi ve çekilmeyecek.

Peki niçin Mars? Niçin tekrar Ay'a gitmiyoruz? Ay bize yakın ve oraya nasıl insan gönderileceğini bildiğimizi gösterdik. Benim düşüncem, Ay'ın yakın olmakla birlikte, bir çıkmaz değilse bile anayoldan uzun bir sapma olduğudur. Oraya zaten gittik. Hatta gezegenin bir kısmını geri getirdik. İnsanlar Ay taşlarını gördü ve bence esasen haklı nedenlerden ötürü Ay'dan bıktılar. Orası durgun, havasız, susuz, göğü karanlık, ölü bir dünya. En ilginç görüntüsü belki de kraterli yüzeyi; gerek Ay'da gerekse Dünya'da felakete yol açmış çok eski çarpmaların bir kaydı yani.

Mars'ta bunun tersine hava var, toz fırtınaları var, Mars'ın kendi ayları, volkanları, kutuplarında buz katmanları, tuhaf arazi biçimleri, çok eski nehir vadileri ve bir zamanlar Dünya gibi bir gezegende yaşanmış çok büyük iklimsel değişimleri gösteren kanıtlar var. Geçmişteki ya da hatta belki günümüzdeki bir yaşamı bulma yönünde bir umut var orada; gelecekteki bir

yaşam –yani Dünya’dan nakledilecek, Dünya dışında yaşayacak insanlar– için en uygun gezegen orası. Ay için bunların hiçbiri geçerli değil. Mars’ın da kendine has, okunabilir bir krater tarihi var. Daha kolay erişilebilir olan, Ay değil de Mars olsaydı insanlı uzay uçuşlarından vazgeçmezdik.

Ay, Mars’a gidiş için özellikle makbul bir deneme alanı yahut yol istasyonu da değil. Ay’la Mars’ın çevresel koşulları çok farklı ve Ay’ın Mars’tan uzaklığı Dünya’ninki kadar. Mars’ın keşfinde kullanılacak cihazlar Dünya’nın yörüngesinde ya da Dünya’ya yakın asteroitlerde ya da bizzat Dünya’da –örneğin Antarktika’da– en azından eşit ölçüde yeterli bir şekilde denenebilir.

Japonya, Birleşik Devletler’in ve diğer ülkelerin uzayda işbirliğine dayalı büyük projeleri planlama ve uygulamada kararlılıkları konusunda kuşkucu davranmak eğilimindeydi. Japonya’nın uzaya çıkan diğer ülkelerin hepsinden daha çok tek başına devam etme eğilimi göstermesinin en azından bir nedeni budur. Japonya Ay ve Gezegen Derneği hükümetteki, üniversitelerdeki ve büyük endüstrilerdeki uzay meraklılarını temsil eden bir örgüttür. Ben bu kitabı yazarken bu dernek tümüyle robotların çalışacağı bir Ay üssü kurmayı ve sürdürmeyi önerdi. Bunun yaklaşık 30 yıl süreceği ve yılda (halihazırdaki ABD sivil uzay bütçesinin yüzde 7’sine tekabül eden) yaklaşık bir milyar Amerikan dolarına mal olacağı söyleniyor. İnsanlar ancak üs tamamen hazır olunca gidecek. Dünya’dan radyoyla gönderilen emirlerle çalışacak robot inşaat ekiplerinin kullanılmasıyla maliyetin onda birine düşeceği söyleniyor. Gelen haberlere göre, bu planın tek sorunu, Japonya’daki diğer bilimcilerin boyuna “Bu ne işe yarayacak” diye sormaları. Her ülke için iyi bir soru bu.

Mars’a yönelik ilk insanlı misyon şu anda herhalde hiçbir ülkenin tek başına üstesinden gelemeyeceği kadar pahalı. Üstelik böyle tarihsel bir adımın insan türünün sadece küçük bir kesiminin temsilcileri tarafından atılması da pek uygun olmaz. Ama Birleşik Devletler, Rusya, Japonya, Avrupa Uzay Ajansı –ve belki de Çin gibi diğer ülkeler– arasında ortaklaşa bir girişim çok uzak olmayan bir gelecekte mümkün olabilir. Uluslararası uzay istasyonu bizim uzayda büyük mühendislik projelerinde birlikte çalışma yeteneğimizi sınayacak.

Bir kilogram ağırlığında bir şeyi sadece alçak Dünya yörün-
gesine göndermenin maliyeti bile bugün yaklaşık bir kilogram
altının fiyatı kadar. Elbette ki, henüz Mars'ın eski kıyı şeritlerin-
den öteye gidemememizin önemli nedenlerinden biri bu. Bizi
uzaya ilk götüren araçlar çok aşamalı kimyasal roketlerdir ve
o zamandan beri hep onları kullanıyoruz. Onları geliştirmeye,
daha emniyetli, daha güvenilir, daha basit, daha ucuz hale ge-
tirmeye çalıştık. Ama böyle bir şey olmadı, yahut en azından,
çoğu kişinin umduğu kadar çabuk olmadı.

Belki daha iyi bir yol vardır: Belki de, taşıdığı yükleri doğrudan
yörüngeye götürebilen tek aşamalı roketler; belki de uçakların
toplarından atılan ya da roketleriyle fırlatılan birçok küçük parça;
belki süpersonik ramjetler. Belki de henüz düşünemediğimiz
çok daha iyi bir şey vardır. Gideceğimiz dünyanın havasından
ve toprağından geri dönüş yolculuğunu sağlayacak bir itici güç
üretebilirsek yolculuğun zorluğu büyük ölçüde aşılabacaktır.

Uzaya çıkıp da gezegenlere gitmeye kalktığımızda roketler,
kütle çekimsel yardımla bile, büyük yükleri taşımada pek de
en iyi araç değil. Bugün, ilk birkaç roketi ateşliyor, sonra uçuş
ortasında düzeltimler yapıyor ve yolun geri kalan kısmını ya-
kıtatsız gidiyoruz. Fakat az ve düzenli bir hızlanmayla yürüyen,
ümit verici iyon ve nükleer/elektrikli sevk gücü sistemleri var.
Yahut ilk kez Rus uzay öncüsü Konstantin Tsiolkovski'nin dü-
şündüğü güneş yelkenlerini –güneş ışığını ve güneş rüzgârlarını
tutacak, çok büyük ama çok ince film tabakalarını, dünyalar
arasındaki boşlukta gidip gelecek kilometrelerce genişlikte bir
karavelayı– kullanabiliriz. Özellikle, Mars'a ve ötesine yapılacak
yolculuklarda böylesi yöntemler roketlerden çok daha iyidir.

Çoğu teknolojiye olduğu gibi, bir şey ancak iş görüyorsa,
türünün ilkiyse, onu düzeltme, geliştirme, ondan yararlanma
yönünde doğal bir eğilim vardır. Çok zamana kalmadan, ne
kadar kusurlu olursa olsun, ilk teknolojiye dayalı öylesine bir
kurumsal yatırım yapılmış olur ki, daha iyi bir şeye geçmek
çok zordur. NASA'nın alternatif sevk gücü teknolojilerini takip
edecek neredeyse hiç kaynağı yok. Bu paranın yakın vadedeki
misyonlardan, yani somut sonuçlar verebilecek ve NASA'nın
başarı sicilini yükseltecek misyonlardan, aktarılması gerekiyor.
Alternatif teknolojilere para harcamak gelecekte bir on ya da

yirmi yıl kazandırır. Bizse gelecekteki bir on ya da yirmi yılla pek ilgilenmek eğiliminde değiliz. Başlangıçtaki başarının, nihai başarısızlığın tohumlarını ekme tarzlarından biridir bu; ve bazen biyolojik evrimde gerçekleşenlere de çok benziyor. Fakat eninde sonunda bir ülke –belki de ancak iş gören bir teknolojiye muazzam yatırımlar yapmamış bir ülke– işe yarar alternatifleri geliştirecek.

Ama bunun öncesinde de, eğer işbirliği yolunu seçersek, gezegenler arası bir uzay aracının Dünya'nın yörüngesinde monte edileceği gün –belki de yeni yüzyılın ve yeni binyılın ilk on yıllarında– gelecek; akşam haberlerinde herkesin gözlerinin önünde bir işlemlerle. Havada sivrisinekler gibi duran astronotlar ve kozmonotlar prefabrik parçaları yönlendirerek birleştiriyor. Denenen ve hazır hale gelen gemi sonunda uluslararası mürettebatını alıyor ve iticilerini çalıştırarak kaçış hızına ulaşıyor. Mars'a gidiş ve dönüş yolculuğunun tümü boyunca mürettebat üyelerinin hayatı birbirlerine bağlıdır; Dünya'daki gerçek koşullarımızın bir mikrokozmosu yani. İnsanlı mürettebatla yapılacak ilk gezegenler arası misyon belki de Mars'ın sadece yakınından bir geçiş ya da yörüngesine giriş olacak. Daha öncesinde robot araçlar aerobrakingle, paraşütlerle ve retroroketlerle Mars yüzeyine yumuşak iniş yapıp örnekler toplayarak Dünya'ya geri getirmiş ve gelecekteki keşifler için ikmal yapmış olacak. Ama, güçlü ve mantıklı nedenlerimiz olsa da olmasa da, ben eminim ki –önce kendi kendimizi yok etmezsek eğer– biz insanların Mars'a ayak basacağı gün gelecek. Mesele sadece bunun ne zaman olacağında.

27 Ocak 1967'de Washington ve Moskova'da imzalanmış ciddi bir anlaşmaya göre, hiçbir ülke başka bir gezegenin bir bölümünde ya da tümünde hak iddia edemez. Ama yine de bazı kişiler –Kolomb'un çok iyi anlayacağı tarihsel nedenlerle– Mars'a önce kimin ayak basacağıyla çok ilgili. Bu durum bizi gerçekten endişelendiriyorsa, Mars'ın hafif yerçekimine konarlarken mürettebat üyelerinin ayaklarının birbirine bağlı olmasını ayarlayabiliriz.

Mürettebat, kısmen yaşam ararken kısmen de Mars'ın ve Dünya'nın geçmişini ve geleceğini anlamaya çalışırken yeni ve daha önce bir köşede kalmış örnekler bulacak. Daha son-

raki keşifler için kayalardan, havadan ve yeraltındaki donmuş katmanlardan –içmek, solumak, makinelerini çalıştırmak için ve dönüş yolculuğunda kullanılacak itici güce gerekli yakıt ve oksidan olarak– su, oksijen ve hidrojen çıkarmak amacıyla deneyler yapacaklar. Mars’taki materyalleri, sonunda Mars’ta üsler ve yerleşimler üretmek amacıyla deneyecekler.

Ve keşfetmeye gidecekler. Mars’ta ilk insan keşiflerini düşlerken hep, vadilerden oluşmuş ağların birinde gezinen, tekerlekli, cip gibi küçük bir araç ve ellerinde jeolog çekiçleri, kameraları ve analitik cihazları hazır halde mürettebat geliyor gözümün önüne. Geçmiş çağlardan kalma kayaları, çok eski felaketlerin izlerini, iklim değişikliğinin ipuçlarını, tuhaf kimyasal maddeleri, fosilleri yahut –en heyecanlı ve beklenmedik olanı– canlı bir şeyleri arıyorlar. Yaptıkları keşifler Dünya televizyonlarına ışık hızıyla gönderiliyor. Sizler de yatakta çocuklarla yan yana yatarak Mars’ın eski nehir yataklarını keşfediyorsunuz.

16 göğü ölçmek

Göğü kim ölçebilir ki dostum?

-GILGAMIŞ DESTANI
(SÜMER, MÖ 3. BİNYIL)

“Ne” diye soruyorum bazen hayretler içinde kendi kendime: Atalarımız Doğu Afrika’dan Novaya Zemlya’ya ve Ayers Rock’tan Patagonya’ya kadar yürümüş, taş mızrak uçlarıyla fil avlamış, üstü açık kayıklarla 7.000 yıl önce kutup denizlerini geçmiş, rüzgârdan başka hiçbir itici güç olmadan Dünya’yı dolaşmış, uzaya açıldıktan on yıl sonra Ay’da yürümüş... bizse Mars’a yolculuktan mı korkuyoruz? Ama sonra, Dünya’da insanların çektiği, önlenebilir acıları hatırlıyor, birkaç doların susuzluktan ölen bir çocuğun hayatını kurtarabileceğini, Mars’a yapılacak bir yolculuğun parasıyla kaç tane çocuğu kurtarabileceğimizi düşünüyorum... ve o an için fikrimi değiştiriyorum. Gitmek mi yakışık almaz yoksa gitmemek mi? Yoksa koyduğum ikilem yanlış mı? Hem Dünya’da herkesin yaşamını daha iyi kılmak *hem de* gezegenlere ve yıldızlara ulaşmak mümkün değil mi?

60’lı ve 70’li yıllarda büyük bir hamle yaptık. O zamanlar benim de düşündüğüm gibi, yüzyıl bitmeden türümüz Mars’a gidecek, diye düşünebilirdiniz. Ama bunun yerine kabuğumuza çekildik. Robotlar sayılmazsa, gezegenlerden ve yıldızlardan vazgeçtik. Kendi kendime hep soruyorum: Bu bir cesaretsizlik mi yoksa bir olgunluk alameti mi?

Belki de, makul bir şekilde umut edebileceğimiz en fazla bu kadardır. Bir bakıma, bunun mümkün olması bile hayret verici bir şey. Birer haftalık seferlerle Ay'a on iki insan gönderdik. Ve tüm Solar Sistemde, hem de ta Neptün'e kadar hazırlık keşifleri –bol miktarda verilerle dönen ama kısa vadeli, sıradan, kazanç getirecek bir şey bulamayan misyonlar– yapma olanağı bulduk. Gerçi bunlar insanlara moral verdi. Evrendeki yerimiz konusunda aydınlattı bizi. Ay'a gitme yarışının ve gezegensel programların olmadığı tarihsel zayıtlar geliyor hemen aklıma.

Fakat öte yandan, sayesinde bugün tüm Jüpiter ötesi gezegenlerin ve onlarca ayın, kuyruklu yıldızın ve asteroidin atmosferine giren robot araçlara sahip olduğumuz, çok daha ciddi bir keşif aşkını düşünmek de mümkün; Mars'a yerleştirilen bir otomatik bilimsel istasyonlar ağı her gün bulgularını bildirecek ve bir sürü dünyadan örnekler Dünya laboratuvarlarında incelenecek, jeolojilerini, kimyalarını ve belki de hatta biyolojilerini ifşa edecekler. Dünya'ya yakın asteroidlerde, Ay'da ve Mars'ta insan ileri karakolları kurulabilir artık.

Olası birçok tarihsel yol vardı. Özel zayıtlarımız bizi, gerçi birçok yönlerden kahramancaysa da, mütevazı ve ilkel bir dizi keşfe götürdü. Ama bunlar, olabilir olanın –ve bir gün olabileceğin– çok aşağısında kalır.

“TÜRÜMÜZÜN KADERİ, Yaşamın Prometheusvari yeşil kıvılcımını steril boşluğa taşımak ve orada, canlı maddelerden bir ateşi tutuşturmaktır” diye yazıyor Birinci Milenyum Vakfı denen bir şeyin broşüründe. Yılda 120 dolar karşılığında, “zamanı geldiğinde uzay kolonilerinde yurttaşlık” vaat ediyor. Daha fazla katkıda bulunan “bağışçılar” ayrıca, “yıldızlara yayılmış bir uygarlığın ölümsüz minnettarlığını” kazanacaklar “ve isimleri Ay'a dikilecek taştan bir anıta yazılacak”. İnsanların uzaya çıkmasına yönelik heyecanlı sürecin aşırı bir ucunu simgeliyor bu. Daha ziyade Kongre'de temsil edilen diğer aşırı uça, niçin uzaya çıkalım, özellikle de, robotlarla değil de insanlarla, diye soruyor. Apollo programı, bir zamanlar sosyal eleştirmen Amitai Etzioni'nin deyişiyle bir “moondoggle”* idi; Soğuk Savaş'ın

* “Boondoggle=gereksiz iş” sözcüğünün “Moon=Ay” sözcüğüyle birleştirilmesine dayalı bir kelime oyunu. (ç.n.)

bitmesiyle, bu eğilim yandaşlarının insanlı bir uzay programı konusunda ne gerekçeleri varsa hiçbirisi yok artık. Bu siyaset seçenekleri yelpazesinin neresinde yer almalıyız?

Birleşik Devletler, Sovyetler Birliği'ni Ay'da geçtiği günden beri, insanların uzaya çıkması konusunda tutarlı, herkesçe anlaşılır bir gerekçe kalmamış görünüyor. Başkanlar ve Kongre komisyonları insanlı uzay programları konusunda ne yapacaklarını düşünüp duruyor. Ne için yapılacak bu? Böyle bir şeye niçin gerek duyalım ki? Fakat astronotların kahramanlığı ve Ay'a inişleri –haklı nedenlerle– dünyanın hayranlığını kazandı. İnsanlı uzay uçuşlarından vazgeçmek, diyor siyasi liderler kendi kendine, Amerika'nın o büyüleyici başarısını reddetmek olur. Hangi Başkan, hangi Kongre Amerikan uzay programına son vermenin sorumluluğunu taşımak ister ki? Ve eski Sovyetler Birliği'nde de buna benzer bir itiraz duyuldu: Hâlâ dünya lideri olduğumuz tek yüksek teknolojidenden vaz mı geçeceğiz, diye soruyorlar. Konstantin Tsiolkovski, Sergey Korolev ve Yuri Gagarin'in mirasına ihanet mi edeceğiz?

Bürokrasinin ilk kuralı, kendi kalıcılığını garantilemektir. NASA kendi başına bırakılır da yukardan net direktifler gelmezse, yavaş yavaş, çıkarlarını, işlerini ve ek ödeneklerini koruyacak bir programla yetinir. Kongre'nin belirleyici bir rol oynadığı, herkesin kendi bölgesine imtiyaz sağlama siyaseti, misyonların ve uzun vadeli hedeflerin tasarlanması ve uygulamaya konması konusunda giderek daha etkili hale geldi. Bürokrasi kemikleşti. NASA yolunu kaybetti.

20 Temmuz 1989'da, *Apollo 11*'in Ay'a inişinin on ikinci yıl dönümünde Başkan George Bush ABD uzay programı konusunda uzun vadeli bir yönerge açıkladı. Uzay Keşif İnisiyatifi (SEI) adlı bu yönergede, bir ABD uzay istasyonunun, insanların tekrar Ay'a gitmesinin ve ilk kez Mars'a inmesinin de bulunduğu bir dizi hedef öngörülüyordu. Daha sonraki bir demecinde Bay Bush, o gezegene ilk kez ayak basılacağı tarih olarak 2019'u belirledi.

Fakat Uzay Keşif İnisiyatifi yine de, yukardan gelen kesin direktiflere rağmen suya düştü. Emredildikten altı yıl sonra bile, bunu yerine getirmekle görevli bir NASA bürosu yoktu. Kongre'de –normalde pekâlâ kabul edilebilecek– küçük ve ekonomik robot misyonları bile, SEI'yle gizliden bağlantıları var kuşkusuyla iptal edildi. Yanlış giden neydi?

Sorunlardan biri zaman ölçeğiydi. SEI gelecekte (Başkanların ortalama bir buçuk seçim dönemi görev yapacağını düşünürsek) beş kadar Başkanın görev süresini kapsayacak kadar uzun vadeliydi. Bu durum bir Başkanın kendisinden sonra gelenleri görevlendirmeye kalkışmasını kolaylaştırıyor ama böyle bir görevlendirmeye ne kadar güvenilebileceği konusunda ciddi kuşklar bırakıyor. SEI, Apollo programının –başladığı zamanlar, Başkan Kennedy ya da yakın siyasi mirasçısı hâlâ görevdeyse zafere ulaşacağı tahmin edilen Apollo programının– büyük ölçüde tersiydi.

İkincisi, yakın zamanda birkaç astronotu Dünya'dan 200 mil yükseğe sağ salım çıkarmada büyük bir güçlük yaşayan NA-SA'nın, astronotları bir yıl sürecek kavisli bir rotayla 100 milyon mil uzağa götürdükten sonra sağ geri getirip getiremeyeceği konusunda birtakım endişeler vardı.

Üçüncüsü, bu program sadece milliyetçi düşüncelerle tasarlanmıştı. Dizaynının da uygulanmasının da temelinde diğer ülkelerle bir işbirliği yoktu. Uzaydan bizzat sorumlu Başkan Yardımcısı Dan Quayle, uzay istasyonunu Birleşik Devletler'in "dünyanın tek süper gücü" olduğunu gösteren bir şey olarak savundu. Ama Sovyetler Birliği'nin, Birleşik Devletler'den on yıl ilerde ve faaliyet halinde bir uzay istasyonu olduğundan, Bay Quayle'nin tezini savunmak zordu.

Son olarak, pratik siyaset açısından, paranın nereden geleceği sorusu vardı. Mars'a ilk insanları götürmenin maliyeti konusunda 500 milyar dolara kadar çıkan farklı tahminlerde bulunuluyordu.

Elbette, tasarlanmış bir misyon olmadan maliyeti tahmin etmek olanaksız. Ve misyonun tasarlanması da mürettebatın boyutu gibi şeylere bağlı; Güneş kaynaklı ve kozmik radyasyon ya da yerçekimsizlik tehlikelerini azaltmak için atacağınız adımların büyüklüğüne; yahut uzay aracına binecek erkek ve kadınların yaşamına yönelik başka hangi riskleri kabul etmeye hazır olduğunuza. Eğer mürettebatın her üyesinin önemli bir uzmanlığı varsa, bunlardan biri hastalanırsa ne olacak? Mürettebat ne kadar kalabalık olursa güvenilir yedekler de o kadar çok olur. Tam zamanlı bir ağız cerrahı göndermeyeceğiniz hemen hemen kesindir ama bir kanal tedavisi gerekirse ve en yakın diş

hekiminden 100 milyon mil uzaktaysanız ne olacak? Ya da bu iş Dünya'daki bir endodontist tarafından, uzaktan müdahale yoluyla yapılabilir mi?

Wernher von Braun, diğer herkesten daha ziyade, bizi gerçekten uzaya çıkaran Nazi-Amerikan mühendistir. Onun 1952 tarihli *Das Marsprojekt* adlı kitabında ilk Mars misyonu, 10 gezegenler arası uzay aracıyla, 70 kişilik mürettebat ve 3 “iniş teknesi”yle düşünülmişti. Onun düşüncesinde en birincil şey bolluktu. En büyük lojistik gereksinim, diye yazıyor, “küçük bir askerî operasyonun sınırlı bir savaş alanından öteye uzanması için gerektirir.” Von Braun’un amacı, “tek bir uzay roketi ve gözü pek gezegenler arası maceracılar tarafından oluşan küçük bir ekip teorisini kesinlikle yok etmek”ti ve dayanak olarak da Kolomb’un, yokluğunda “tarihin onun İspanya sahillerine bir daha asla geri dönemeyeceğini gösterdiği” üç gemisini gösteriyordu. Modern Mars misyonu tasarımları bu öğüdü duymazdan geldi. Bunlar von Braun’unki kadar hırslı değil ve tipik olarak, üçle sekiz arası astronotu bulunan bir iki uzay aracını ve bir iki robot kargo gemisini öngörüyor. Tek roket ve küçük bir maceracılar ekibi hâlâ bizimle.

Misyon tasarımı ve maliyetini etkileyen diğer belirsizlikler de, Dünya’da gönderilen ikmal malzemelerini önceden oraya yerleştirip, insanları ancak ikmaller güvenli bir şekilde indikten sonra mı göndereceğiniz; Mars materyallerini, soluyacak oksijen, içecek su ve geri dönecek roket yakıtı üretmek için kullanıp kullanmayacağınız; iniş yaparken, seyreltik Mars havasından aerobraking yapmak için yararlanıp yararlanmayacağınız; ekipmanı ihtiyatlı olsun diye ne ölçüde bol tutulacağınız; kapalı ekolojik sistemi ne dereceye kadar kullanacağınız ya da sadece, Dünya’da getireceğiniz yiyecek, su ve atık bertaraf olanaklarına mı bağımlı kalacağınız; mürettebatın Mars arazisini keşfetmede kullanacağı tekerlekli araçların tasarımı; ve daha sonraki yolculuklarda Dünya dışında yaşayabilme kapasitemizi sınavacak ne kadar ekipman götürmek istediğiniz.

Bu soruların yanıtı kesinleşinceye kadar, programın maliyeti konusunda bir rakamı benimsemek abestir. Öte yandan, SEI’nin aşırı pahalı olacağı da aynı şekilde belliydi. Tüm bu nedenlerden ötürü, program umutsuz bir girişimdi. Ölü doğmuştu. Bush

yönetiminden de, SEİ'yi sürdürmek için siyasi sermaye harcama yolunda etkili bir girişim gelmedi.

Ders bence gayet açık: Mars'a insan göndermek –teknoloji kapasitemizin tamamen içinde olmasına karşın– nispeten yakın bir gelecekte mümkün olmayabilir. Hükümetler sadece bilim ya da sadece keşif için bu kadar muazzam miktarda parayı harcamaz. Bunun için başka bir amaç gerekiyor onlara ve bunun gerçekten siyasi bir anlamının olması gerekiyor.

Şimdilik oraya gitmek mümkün olmayabilir ama mümkün olduğunda, misyonun bence daha başlangıçtan beri uluslararası, maliyetlerin ve sorumlulukların eşit şekilde paylaşılmış olması ve birçok ülkenin yetenek ve deneyiminden yararlanılması gerekir; maliyet makul olmalıdır; onaylanmasıyla fırlatma sırasında geçecek süre, pratikteki siyasi zaman ölçülerine uygun olmalıdır; ve ilgili uzay kuruluşları, insan mürettebatlı öncü keşif misyonlarını güvenli, zamanında ve bütçeye uygun bir şekilde bir araya getirme konusunda becerilerini göstermelidir. Böyle bir misyonun 100 milyar dolardan daha düşük maliyetli ve kabulünden fırlatılışına kadar sürenin 15 yıldan az olacağını düşünmek mümkün olabilseydi belki fizibil olurdu (Maliyet yönünden bu, halen uzaya araç gönderen ülkelerin yıllık sivil uzay bütçelerinin ancak bir bölümüne tekabül eder). Aerobrakingle ve geri dönüş için gereken yakıtın ve oksijenin Mars havasından üretilmesiyle şimdi yavaş yavaş artık, böyle bir bütçe ve böyle bir zaman ölçeği gerçekçi olabilirmiş gibi gelmeye başlıyor.

Daha ucuz ve daha çabuk bir misyon, ister istemez, uzay araçındaki astronot ve kozmonotların yaşamı konusunda kabullenmemiz gereken daha büyük bir risk demektir. Ama bu konuda sayısız örneklerden birinin, Ortaçağ Japonya'sı samuraylarının gösterdiği gibi, büyük bir dava olarak algılanan konularda son derece tehlikeli misyonlar için daima birbiriyle yarışan gönüllüler çıkar. Böylesine büyük çaplı bir şey, daha önce hiç yapılmamış bir şey yapmaya giriştiğimizde hiçbir bütçe, hiçbir zaman çizelgesi tam anlamıyla güvenilir bir şey olamaz. Ne kadar bol zaman istersek maliyet o kadar artar ve oraya varmak o kadar uzun sürer. Siyasi fizibiliteyle misyon başarısı arasındaki en doğru uzlaşmayı bulmak ustalık gerektirebilir.

MARS'A GİTMEK İÇİN, bazılarımızın çocukluğundan beri bunu düşünüyor olması ya da bunu insan türü için çok bariz, uzun vadeli bir keşif hedefi olarak görüyor olmamız yetmez. Harcanacak bu kadar çok paradan söz ediyorsak, bu harcamayı haklı göstermemiz gerekir.

Şimdi, büyük harcamalar olmadan halledilemeyecek başka meseleler –çok bariz, acil ulusal ihtiyaçlar– var; öte yandan, özel federal ödenek fena halde daraltıldı. Kimyasal ve radyo-aktif zehirlerin bertaraf edilmesi, enerji verimliliği, fosil yakıt alternatifleri, teknolojik yeniliklerin hızında azalma, kentsel altyapının çökmesi, AIDS salgını, kanserlerden, evsizlerden, kötü beslenmeden, çocuk ölümlerinden, eğitimden, istihdam meselesinden, sağlık hizmetlerinden oluşan bir cadı kazanı... can sıkıcı derecede uzun bir liste var. Bunlar ihmal edilirse ulusun refahı tehlikeye girecek. Uzaya araç gönderen bütün ülkeler benzer bir ikilemle karşı karşıya.

Bu sorunların her birini çözmek neredeyse milyarlarca dolara ya da daha fazlasına mal olabilir. Altyapıyı düzeltmek trilyonlarca dolar tutacak. Fosil yakıtlara dayalı ekonomiye alternatifler getirmek, eğer becerebilirsek, açıkça, dünya çapında multitrilyon dolarlarca yatırım demektir. Bu projeler, bize bazen söylendiğine göre, ödeme gücümüzün üzerinde. Öyleyse Mars'a gitmeye gücümüz nasıl yetecek?

ABD federal bütçesindeki (yahut uzaya araç gönderen diğer ülkelerin bütçelerindeki) özel ödenek yüzde 20 daha çok olsaydı Mars'a insan gönderilmesini savunma konusunda herhalde bu kadar çelişki hissetmezdim. Eğer yüzde 20 daha az olsaydı, en iflah olmaz uzay meraklısının bile böyle bir misyon için ısrar edeceğini sanmıyorum. Ülke ekonomisinin, Mars'a insan göndermenin vicdansızlık olacağı kadar darboğazda olduğu bir nokta olabilir elbette. Mesele, çizgiyi nereden çekeceğimiz. Açıkçası böyle bir çizgi vardır ve bu tartışmalara taraf olan herkes bu çizginin nereden çekileceğini, uzay için gereken toplam ulusal ürünlerden hangi bölümünün çok fazla geleceğini tahmin etmek zorundadır. Ben “savunma” konusunda da aynı şeyin yapılmasını istiyorum.

Kamuoyu yoklamaları birçok Amerikalının, NASA bütçesine savunma bütçesiyle hemen hemen aynı gözle baktığını gös-

teriyor. Aslında, insanlı ve robotlu misyonlar ve havacılık da dahil olmak üzere, NASA bütçesinin tamamı ABD savunma bütçesinin yaklaşık yüzde 5'i kadardır. Savunma için ne kadar harcama yapmak ülkeyi aslında zayıflatır? Ve NASA tamamen ortadan kaldırılrsa bile, ülkemizin sorunlarını çözmek için gereken olanağı bulabilecek miyiz?

15. YÜZYILDA Kolomb'un ve Seyrüseferci Henry'nin* öne sürdüklerine benzer, cezbeden bir kazanç olsaydı insanlı uzay uçuşları –üstelik Mars'taki keşifler de– çok daha kolayca destek bulurdu.¹ Bu konuda bazı tezler ortaya çıktı. Dünya'ya yakın uzaydaki kuvvetli vakum ya da düşük yerçekimi ya da şiddetli radyasyon içeren ortamdan ticari kazanç için yararlanılabileceği söylendi. Bu türden bütün önerilerin şu soruya karşılık vermesi gerekir: Geliştirme yatırımları için, uzay programına dökülene yakın bir para temin edilse bunun benzeri ya da daha iyi ürünler burada, Dünya'da üretilebilir mi? Böyle bir teknolojiye yatırım yapmaya gönüllü –bizzat roketleri ve uzay araçlarını yapan kuruluşlar hariç– ne kadar az şirket olduğu düşünülürse, en azından şimdilik pek fazla bir umut görünmüyor.

Ender bulunan materyallerin başka yerden elde edilebilme düşüncesi, nakliye bedelinin yüksek olması yüzünden tavsiyor. Bildiğimiz kadarıyla Titan'da petrol okyanusları olabilir fakat onu Dünya'ya taşımak pahalıya gelecektir. Bazı asteroitlerde platin grubu metaller çok bol olabilir. Bu asteroitleri Dünya'nın yörüngesine getirebilseydik, belki bunlardan uygun bir şekilde maden çıkarabilirdik. Ama böyle bir şey, bu kitabın daha sonraki bir bölümünde anlatacağım üzere, en azından tahmin edilebilir bir gelecekte tehlikeli bir tedbirsizlik olur gibi görünüyor.

* Portekiz ordusuna Afrika'da yol gösteren ve imparatorluğun genişlemesini sağlayan Portekiz prensi. (ç.n.)

1. Ama bu iş Ortaçağ'da bile kolay olmadı. Portekizli tarihçi Gomes Eanes de Zurara, Prens Seyrüseferci Henry'yle ilgili şu değerlendirmeyi yazıyor: "Lord Infante'ye [Seyrüseferci Henry'nin diğer adı (ç.n.)] öyle geliyor ki, kendisi ya da başka bir lord o bilgileri elde etmek için çaba harcamasaydı ne bir denizci ne de bir tüccar böyle bir şeye kalkışırdı çünkü hiçbirinin, emin ve kesin bir kazanç umudunun olmadığı bir yere yelken açma zahmetine katlanmayacağı gayet açıktır."

Robert Heinlein, *The Man Who Sold the Moon* adlı klasik bilimkurgu romanında, kâr dürtüsünün uzay yolculuğunda anahtar rol oynayacağını düşünüyordu. Soğuk Savaş'ın Ay'ı satacağını tahmin edememişti. Ama dürüst bir kâr düşüncesini bulmanın zor olduğunu kabul ediyordu. Dolayısıyla Heinlein, Ay'ın yüzeyine tuz eker gibi elmasların serpileceği ve sonra araştırmacıların nefesleri kesilerek bunları keşfedeceği ve elmasa hücumun başlayacağı bir dalavere düşledi. O günden sonra biz de Ay'dan örnekler getirdik ama orada ticari yönden ilgi çekecek elmaslar olduğunu gösteren en ufak bir iz yok.

Bununla birlikte, Tokyo Üniversitesi'nden Kiyoshi Kuramoto ve Takafumi Matsui, Dünya, Venüs ve Mars'ın merkezindeki demir çekirdeklerin nasıl oluştuğunu araştırdılar ve Mars'ın (kabukla çekirdek arasındaki) manto tabakasının karbondan zengin –Ay ya da Venüs ya da Dünya'nıkinden daha zengin– olması gerektiğini buldular. 300 kilometreden daha fazla derinlikte, basıncın karbonu elmasa dönüştürmesi gerekir. Mars'ın tüm tarihi boyunca jeolojik yönden aktif olduğunu biliyoruz. Çok derinlerdeki materyaller zaman zaman yüzeye çıkar ve bunun gerçekleştiği yer sadece büyük volkanlar değildir. Yani başka dünyalarda –Ay'da değil de Mars'ta– elmas bulunmasının bir gerekçesi var gibi görünüyor. Ne kadar miktarda, hangi kalitede ve boyutta ve hangi bölgelerde olduğunuysa henüz bilmiyoruz.

Bir uzay aracının yüksek karatlı muhteşem elmaslarla dolu halde geri dönmesiyle elmasın (ayrıca de Beers ve General Electric şirketlerinin hisse senetlerinin de) değer kaybedeceği kuşkusuz. Fakat elmasın süs eşyası olarak ve sanayide kullanımından ötürü, belki de fiyatının daha aşağı düşmeyeceği bir altsınır vardır. Muhtemelen, ilgili endüstriler Mars'ın erken keşfini teşvik edecek bir neden bulabilir.

Mars'taki elmasların Mars'ın keşfi için gereken parayı sağlaması, olsa olsa çok zor bir işse de, başka dünyalarda ender ve değerli maddelerin keşfedilebileceğini gösteren bir örnek. Ama böyle beklenmedik durumlara bel bağlamak budalalık olur. Başka dünyalara yönelik misyonları haklı gösterecek şeyler arıyorsak başka nedenler bulmamız gerekecek.

KÂRLARLA VE MALİYETLERLE, hatta düşürülmüş maliyetlerle ilgili tartışmaların ötesinde, eğer varsa yararları da

anlatmalıyız. Mars'a yönelik insanlı misyonları savunanlar oradaki bu misyonların uzun vadede, buradaki sorunlardan birini gidermesinin mümkün olup olmadığı konusuna değinmelidir. Şimdi bir dizi standart gerekçeye bakalım ve bunları geçerli mi geçersiz mi bulacağınızı, yoksa kararsız mı kalacağınızı görelim:

Mars'a yönelik insanlı misyonlar, şimdiki ve geçmişteki yaşamın araştırılması da dahil olmak üzere, gezegenimiz hakkında bilgimizi çok ilginç bir şekilde geliştirir. Bu programın, robotlu misyonların halen yapmaya başladığı gibi, kendi gezegenimizin çevresel koşullarıyla ilgili anlayışımıza bir açıklık getirmesi muhtemeldir. Uygarlığımızın tarihi, en önemli pratik ilerlemelerin basit bilgilerin peşinden giderek sağlanacağını gösteriyor. Kamuoyu yoklamaları, "uzayın keşfi" için en çok rağbet gören nedenin "bilginin artması" olduğunu söylüyor. Ama bu amaca ulaşmak için insanların uzaya çıkması şart mı? Büyük bir ulusal öncelik tanınan ve yüksek bir yapay zekâyla donatılan robotlu misyonlar sormak istediğimiz bütün soruları, astronotlar kadar –ve belki de yüzde 10 kadar bir maliyetle– tümüyle yanıtlayabilir gibi geliyor bana.

Bundan yayılacak "yan ürünler" in –aksi takdirde ortaya çıkmayacak muazzam teknolojik yararların– bizim uluslararası rekabet gücümüzü arttıracığı ve ülke ekonomisini düzeltereği öne sürüldü. Ama bir zamanlar söylenmiş ironik bir söz var: Apollo astronotlarını Ay'a göndermek için (o zamanki parayla) 80 milyar harca, yanında bedava bir teflon tava verelim. Açıkçası, biz teflon tavaların peşindeyse parayı doğrudan yatırıp, 80 milyar doların neredeyse tamamını kurtarabiliriz.

Bu tartışma başka yönlerden de aldatıcıdır ve bunlardan biri de DuPont'un Teflon teknolojisinin Apollo'dan çok daha eski olması. Aynı şey, kalp pili, tükenmez kalem, Velcro ve Apollo programının diğer sözde yan ürünleri için de geçerli (Bir zamanlar, kalp pilinin mucidiyle konuşma fırsatını bulmuştum ve adamcağız, NASA'nın onun cihazını kendine mal etmesi diye algıladığı haksızlığı anlatırken az kalsın kalp krizi geçirecekti). Acilen gereksinim duyduğumuz teknolojiler varsa parayı harcayıp bunları geliştirelim. Bunu yapmak için Mars'a gitmeye gerek var mı?

Tabii ki, NASA'nın geliştirilmesini gerektirdiği bu kadar çok yeni teknolojinin, dünyada yararlı bazı buluşların genel ekono-

miye sızması mümkün değil. Örneğin, Tang yerine geçen, toz haline getirilmiş portakal suyu, insanlı uzay programının yan ürünlerinden biriydi ve yan ürünler, birkaçını saymak gerekirse, kablosuz cihazlar, implante kalp defibrilatörü, sıvı soğutmalı giysiler ve dijital görüntüleme halinde ortaya çıktı. Ama bunlar Mars'a yapılacak insanlı yolculukları ya da NASA'nın varlığını haklı göstermeye pek yeterli değil.

Reagan dönemindeki Yıldız Savaşları'nın getirdiği gerileme günlerinde bizim yan ürün makinesinin hırladığını ve pofurda-
dığını görüyoruz. Dünya yörüngesinde dönen savaş istasyonlarındaki hidrojen bombasına dayalı X ışını lazerler mükemmel bir lazer cerrahisi sağlayacak, dediler bize. Ama lazer cerrahisine gereksinim duyuyorsak, eğer bu birincil bir ulusal öncelikse, onu geliştirmek için elbette kaynak ayıralım. Yeter ki Yıldız Savaşları bu işe karışmasın. Yan ürün gerekçeleri, bu programın kendi ayakları üzerinde duramayacağını, satıldığı asıl amaçla haklı gösterilemeyeceğinin kabulünü yansıtıyor.

Bir zamanlar, ekonometri modellerine dayanarak, NASA'ya yatırılan her doların ABD ekonomisine bir sürü dolar pompalayacağı düşünülüyordu. Bu çarpan etkisi NASA için, diğer devlet kuruluşlarının çoğundan daha fazla geçerlilik kazanırsa uzay programı için maddi ve sosyal yönden güçlü bir haklılık nedeni sağlayacaktı. NASA destekçileri bu teze başvurmaktan çekinmedi. Ama Kongre Bütçe Bürosu'nun 1994'teki bir incelemesinde bunun yanlış olduğu bulundu. NASA'nın harcamalarından ABD ekonomisinin bazı üretim sektörleri –özellikle de havacılık ve uzay endüstrisi– yararlanıyorsa da öncelikli bir çarpan etkisi yok. Aynı şekilde, NASA harcamaları elbette bazı iş ve kazanç alanlarını yaratıyor yahut koruyorsa da, bu konuda diğer devlet kuruluşlarının çoğundan daha etkili değil.

Sonra da eğitim konusu, yani zaman zaman Beyaz Saray'da çok cazip olduğu görülmüş bir tez var. Bilimsel doktoralar *Apollo 11* zamanı civarında bir yerde, belki hatta Apollo programının başlamasından sonraki uygun bir gecikme evresinde zirve yaptı. Neden-sonuç ilişkisi, mantıksız olmamasına karşın, pek ortaya çıkmıyor. Ama ne olmuş ki? Eğer eğitimi düzeltmeyi düşünüyorsak bunun en iyi yolu Mars'a gitmek mi? Öğretmenlerin eğitimine ve maaşlarına, okul laboratuvarlarına ve kütüphane-

lerine, dezavantajlı öğrenciler için burslara, araştırma tesislerine ve lisansüstü burslarına harcanacak 100 milyon dolarla neler yapabileceğimizi bir düşünün. Bilim eğitimi teşvik etmek için en iyi yolun Mars'a gitmek olduğu doğru mu gerçekten?

Diğer bir tez de, Mars'a yönelik insanlı misyonların askeri sanayi sektörünü meşgul ederek, onun hatırı sayılır siyasi gücünü dış tehditleri abartma ve savunma harcamalarını pompalama yönünde kullanma dürtüsünü bertaraf edeceğidir. Bu madalyonun öteki yüzü de, Mars'a gitmekle, ileride doğabilecek beklenmedik askeri durumlarda önem kazanabilecek teknolojik kapasiteye destek sağlayacağımızdır. Elbette, bu kişilerden sivil ekonomiye doğrudan yararlı bir şeyler yapmalarını isteyebiliriz. Ama 1970'lerde Grumman otobüslerinde ve Boeing/Vertol yolcu trenlerinde gördüğümüz gibi, havacılık ve uzay endüstrisi sivil ekonomide rekabet gücüne sahip üretim yapmada ciddi zorluklar yaşıyor. Elbette, bir tank yılda 1.000 mil yol yapabilir ama bir otobüs 1.000 mili bir haftada yapar, yani temel tasarımlarının farklı olması gerekir. Ama Savunma Bakanlığı, en azından güvenilirlikle ilgili konularda pek iddialı gibi görünmüyor.

Uzayda işbirliği, daha önce de söylediğim gibi, uluslararası işbirliğinin –örneğin stratejik silahların yeni ülkelere yayılmasını yavaşlatan– bir aracı haline geliyor. Soğuk Savaş'ın bitmesinden ötürü kullanımdan kaldırılan füzeler kazançlı bir şekilde, Dünya yörüngesine, Ay'a, gezegenlere, asteroitlere ve kuyruklu yıldızlara yönelik misyonlarda kullanılabilir. Ama tüm bunlar Mars'a yönelik insanlı misyonlar olmadan da başarılabilir.

Ortaya atılan başka gerekçeler de var. Dünya'nın enerji sorununa nihai çözümün Ay'da açık madenler kurmak, Güneş rüzgârlarıyla nakledilen helyum-3'ü Dünya'ya getirmek ve füzyon reaktörlerinde kullanmak olduğu savunuldu. Hangi füzyon reaktörlerinde? Böyle bir şey mümkünse ve maliyeti uygun olsa bile, ancak 50 ya da 100 yıl sonraki bir teknoloji bu. Enerji sorununuzun biraz daha aceleci bir hızla çözülmesi gerekiyor.

Daha da tuhafıysa, dünya nüfus krizini çözmek için insanları uzaya göndermemiz gerektiği tezi. Ama her gün, ölen insanlardan 250.000 daha fazlası doğuyor ve bu da dünya nüfusunu şimdiki düzeyinde tutabilmek için her gün 250.000 insanı uzaya göndermemiz gerekecek demektir. Bizim şimdiki kapasitemizin ötesinde görünüyor bu.

BÖYLE BİR LİSTEYİ gözden geçiriyor ve federal bütçeden diğer acil talepleri de hatırımdan çıkarmadan, artıları ve eksileri toplamaya çalışıyorum. Bence bu tartışma şimdiye kadar şu soruya indirgendi: Her biri tek tek yetersiz, çok sayıda gerekçenin toplamı yeterli bir gerekçe oluşturabilir mi?

Benim sözde gerekçeler listemdeki maddelerden hiçbirinin, elbette kısa vadede, açıkça 500 milyon ya da hatta 100 milyon dolar edeceğini sanmıyorum. Öte yandan, bunların çoğunun bir değeri var ve elimde her biri 20'şer milyar dolar eden beş madde olursa toplamı 100 milyar dolar edebilir. Eğer maliyetleri düşürme konusunda aklımızı kullanabilir ve gerçek uluslararası ortaklıklar kurabilirsek bu gerekçeler daha cazip hale gelecektir.

Bu konuda ulus çapında bir tartışma yaratılincaya, Mars'a insanlı misyonların mantığı ve maliyet/kazanç oranı konusunda daha iyi bir fikir buluncaya kadar ne yapmalıyız? Benim önerim, kendini bizzat kendi değerinden ya da diğer amaçlarla ilişkisinden ötürü haklı gösterecek fakat aynı zamanda daha sonra gitmeye karar verirsek Mars'a yönelik insanlı misyonlara katkıda bulunacak araştırma ve geliştirme projelerini takip etmemizdir. Böyle bir ajandada şunlar olabilir:

- ABD'li astronotların Rus uzay istasyonu *Mir*'de, giderek artan ve bir yılla iki yıl arası bir süreyi, yani Mars'a uçuş süresini hedefleyen ortak uçuşlara katılması.
- Uluslararası uzay istasyonunun, birincil işlevi uzaysal çevrenin insanlar üzerinde uzun süreli etkisini incelemek olacak şekilde düzenlenmesi.
- Uluslararası uzay istasyonunda diğer hayvanlar ve sonra da insanlar için, dönen yahut iple bağlı bir "yapay yerçekimi" modülünün vakit geçirmeden kurulması.
- Güneş'le ilgili çalışmaların arttırılması ve bunların, Güneş'in yörüngesine dağıtılmış bir dizi halinde dönerek, Güneş'in faaliyetlerini gözleyen ve astronotlara tehlikeli "solar alevler" –Güneş'in tacından kütleli elektron ve proton fışkırmaları– konusunda mümkün olan en erken uyarıyı gönderecek robot uzay araçlarını da içermesi.
- *Energiya* ve *Proton* roket teknolojisinin gerek ABD'ye ait gerek uluslararası uzay programları için ABD/Rusya or-

taklığıyla ve çok taraflı bir şekilde geliştirilmesi. Birleşik Devletler'in bir Sovyet füzesine öncelikle bağımlı olması mümkün değilse de, *Energiya*'da kabaca, Apollo astro-notlarını Ay'a gönderen *Saturn V*'in taşıma gücü vardır. Birleşik Devletler *Saturn V* montaj bandını ölüme terk etti ve diriltilmesi kolay değil. *Proton*, şu anda hizmette olan en güvenilir büyük füzedir. Rusya bu teknolojiyi nakit para karşılığında satmaya hazır.

- NASDA (Japon Uzay Ajansı) ve Tokyo Üniversitesi, Avrupa Uzay Ajansı ve Rus Uzay Ajansı'nın yanı sıra Kanada ve diğer ülkelerle ortak projeler. Bunlar çoğu durumda eşit ortaklıklar olmalı ve Birleşik Devletler iplerin kendi elinde olmasında diretmemeli. Böylesi programlar Mars'ın robotlarla keşfi konusunda zaten yürüyor. İnsanlı sefer için bu tür faaliyetlerin birincisi tabii ki uluslararası uzay istasyonudur. Sonuç olarak, alçak Dünya yörüngesinde gezegensel misyonların ortak taklitlerini düzenleyebildik. Bu programların birincil amaçlarından biri, işbirliğiyle teknik bir mükemmelliğe varma geleneği yaratmak olmalıdır.
- Mars'ın keşfinde ve ilk uluslararası numune getirme misyonunun tamamlanmasında kullanılacak tekerlekli araçların, balonların ve hava araçlarının –en ileri robot ve yapay zekâ yöntemleri kullanılarak– teknolojik yönden geliştirilmesi. Mars'tan numuneleri getirecek robot uzay aracı Dünya'ya yakın asteroitlerde ve Ay'da denenebilir. Ay'ın dikkatlice seçilmiş bölgelerinden getirilen numunelerin yaşları belirlenebilir ve bunlar Dünya'nın erken tarihini anlamamıza esaslı bir katkıda bulunabilir.
- Mars'taki materyallerden yakıt ve oksitleyici üretecek teknolojilerin daha da geliştirilmesi. Robert Zubrin ve Martin Marietta Kuruluşu'ndaki diğer arkadaşları tarafından tasarlanan prototip bir cihaza dayalı bir tahmine göre, kilolarca Mars toprağı mütevazı ve güvenilir bir Delta fırlatma aracı kullanılarak Dünya'ya otomatik bir şekilde (nispeten) bedavaya getirilebilir.
- Mars'a uzun süreli yolculukların taklidi Dünya'da yapılarak, olası sosyal ve psikolojik sorunlara yoğunlaşılması.

- Bizi Mars'a çabuk götürecek, sürekli itiş sevki gibi yeni teknolojilerin gayretle takip edilmesi; eğer radyasyon ya da yerekimsizlik tehlikeleri bir yıl (ya da daha uzun) uzay yolculuğunu çok riskli duruma getirirse bu çok önemli hale gelebilir.
- İnsanlı keşif yolculuğu için, zaman  leği yönünden Ay'dan daha ortalarda yer alan, ondan üstün hedefler oluşturalabilecek, Dünya'ya yakın asteroitlerin yoğun bir şekilde incelenmesi.
- NASA ve diğer uzay ajanslarının bilime –uzay keşiflerinin ardındaki temel bilimlari ve halen elimizdeki verilerin adamakıllı bir analizini de kapsayacak şekilde– büyük bir ağırlık vermesi.

Bu tavsiyeler Mars'a yönelik insanlı bir misyonun toplam maliyetini ve halihazırdaki uzay bütçelerini –bir on yıla falan yayılır ve diğer ülkelerle ortaklaşa uygulanırsa– biraz arttırır. Ama bunlar yerine getirilirse, maliyetleri doğru tahmin etmemize ve tehlikeleri ve yararları daha sağlıklı değerlendirmemize yardımcı olur. Mars'a yönelik insanlı keşif seferlerine doğru çok enerjik bir şekilde, herhangi bir misyon donanımına peşinen bağlanmaksızın ilerlememizi sağlar. Gelecek birkaç on yılda başka bir dünyaya insan g nderemeyeceğimizden emin olsak bile, bu tavsiyelerin çoğunu, belki de hepsini haklı gösterecek başka nedenler de var. Ve Mars'a insanlı yolculukların fizibilitesini arttıracak başarıları duyuran düzenli bir davul sesi –en azından çoğu kişinin kafasında– gelecekle ilgili, herkeste yaygın karamsarlıkla savaşacaktır.

BAşKA BİR şEY DAHA VAR. O kadar somut olmayan ama birçoğunu cazip ve güçlü bulduğumu rahatça kabul ettiğim bir dizi tez var. Uzay yolculukları bizim –en azından çoğumuzun– içinde, derinlerdeki bir şeye hitap ediyor. Ortaya çıkan kozmik bir perspektif, Evrendeki yerimiz konusunda daha gelişmiş bir anlayış, kendimize bakışımızı etkileyen, görünürlüğü son derece yüksek bir program, gezegensel çevremizin savunmasızlığını ve ortak tehlikeyi ve Dünya'daki bütün ülkelerin ve halkların sorumluluğunu  ne çıkarabilir. Ve Mars'a yönelik insanlı mis-

yonlar aramızdaki gezginlere, özellikle de gençlere macerası bol, umutlu beklentiler sunacaktır. Dolaylı keşiflerin bile toplumsal bir yararı var.

Uzay programının geleceği konusunda –üniversitelilere, iş insanlarından ve askerlerden oluşan gruplara, meslek örgütlerine– konuşma yaptığım her seferinde dinleyicilerin, pratik sorunlarla ilgili, dünya gerçeklerinden kaynaklanan siyasi ve ekonomik engeller karşısında benden çok daha sabırsız olduğunu görüyorum. Engel olan şeyleri silip atmak, muhteşem Vostok ve Apollo günlerini yeniden yakalamak, kalınan yerden devam etmek ve başka dünyalara bir kez daha ayak basmak istiyorlar. Daha önce başardık; tekrar başarabiliriz diyorlar. Ama bu konuşmalara katılanlar zaten seçkin uzay meraklıları, diyerek uyarıyorum kendimi.

1969'da Amerikan halkının yarısından azı Apollo programının harcanan paraya değdiği kanısındaydı. Fakat Ay'a inişin yirmi beşinci yıl dönümünde bu oran üçte ikiye yükselmmişti. Bazı sorunlarına karşın, NASA, Amerikalıların yüzde 63'ü tarafından, mükemmele varacak kadar iyi bir iş yapmış olarak değerlendiriliyordu. CBS News'ün bir anketine göre, Amerikalıların yüzde 55'i, maliyetine hiç bakmaksızın "Birleşik Devletler'in Mars'ı keşif için astronotlar göndermesi"ni tercih ediyordu. Bu rakam genç yetişkinler arasında yüzde 68'di. Sanırım, etkili sözcük "keşif"tir.

Astronot ve kozmonotların, ne tür insani kusurları olsa da ve insanlı uzay programı ölmeye yüz tutsa da (Hubble Uzay Teleskopu'nun onarılması misyonunun belki tersine çevrilmesine yardımcı olabileceği bir eğilimdir bu), birçok çevrede hâlâ türümüzün kahramanları gibi görülmesi hiç rastlantı değil. Bilimci bir arkadaşım bana geçenlerde, Yeni Gine Dağları'nda, Batı uygarlığıyla pek temasa geçmemiş bir mağara devri kültürüne yaptığı ziyareti anlattı. Kol saatinden, yumuşak içeceklerden ve dondurulmuş yiyeceklerden haberleri yoktu. Fakat *Apollo 11*'i biliyorlardı. İnsanların Ay'da yürüdüğünü biliyorlardı. Armstrong'un, Aldrin'in ve Collins'in adlarını biliyorlardı. O günlerde Ay'a kimin gittiğini merak ediyorlardı.

Geleceğe yönelik ve siyasi güçlüklerine karşın, uzak bir zamanda başarılabilir projeler bize bir geleceğin olacağını sürekli

hatırlatan şeyler. Başka dünyalarda bir köprübaşı kazanmak kulaklarımıza, birer İskoç ya da Sırp ya da Tongalıdan öte bir şey olduğumuzu, insan olduğumuzu fısıldıyor.

Uzay keşif yolculukları insanların aklına bilimsel fikirleri, bilimsel düşünceyi ve bilimsel söz dağarcığını yerleştiriyor. Düşünsel sorgulamanın genel düzeyini yükseltiyor. Bugün artık, daha önce yaşamış hiç kimsenin anlamadığı bir şeyi kavramış olduğumuz düşüncesi –özellikle işin içindeki bilimcilerde yoğun olan ama hemen hemen herkeste hissedilen o coşku– toplumda yayılıyor, duvarlardan yansıyor ve bize geri dönüyor. Diğer alanlardaki, daha önce hiç çözülmemiş sorunların üzerine gitme cesareti veriyor bize. Toplumdaki genel iyimserlik hissini çoğaltıyor. Şimdiye kadar çaresi bulunamamış toplumsal sorunları çözmek için acilen gereksinim duyduğumuz eleştirel düşünme tarzına geçerlilik kazandırıyor. Yeni bir bilimci kuşağına gayret veriyor. Medyada bilim daha çok yer aldıkça –özellikle de, sonuçlar ve çıkarsamalar kadar, yöntemler de tanımlanıyorsa– inanıyorum ki toplum daha sağlıklı olacak. İnsanlar, dünyanın her yerinde, öğrenmeye aç.

BEN ÇOCUKKEN en heyecanlı rüyalarım –bir makinenin içinde değil, tamamen kendi başıma– uçmaktı. Önce sekiyor ya da sıçırıyor ve sonra yavaş yavaş yükseliyordum. Yere geri dönmek daha uzun zaman alacak hale geliyordu. Kısa bir süre sonra öylesine yüksek bir çizgiye varıyordum ki, artık hiç geri dönemez hale geliyordum. Bir gökdelenin sivri kulesinin yanındaki bir nişe bir gargoyl gibi konuyor ya da bir buluta yavaşça tünüyordum. En azından belki yüz kez çeşitli varyasyonlarını gördüğüm bu rüyada uçmayı başarmak belli bir düşünme tarzını gerektiriyordu. Bunu sözcüklerle tanımlaması zor ama nasıl bir şey olduğunu bugün bile hatırlıyorum. Kafanızda ve karın boşluğunuzda bir şeyler yapıyorsunuz ve sonra kendinizi sırf irade gücüyle yukarı kaldırılıyorsunuz ve bacaklarınız sağa sola sallanıp duruyor. Ve süzülüp gidiyorsunuz.

Birçok insanın, belki de çoğu kişinin, belki de herkesin buna benzer rüyalar gördüğünü biliyorum. Belki de 10 milyon yıl ya da daha öncesine, atalarımızın çok eskiden ormanlarda bir daldan ötekine ustaca atladığı zamana dek gerilere gidiyordur

bu. Ben, uçmanın Leonardo da Vinci ve Wright Kardeşler gibi birçok öncüsünü heveslendiren o kuşlar gibi süzülerek uçmayı istiyordum. Uzak uçuşundaki cazibenin bir parçası belki de budur.

Bir dünyanın yörüngesinde dönerken ya da gezegenler arası yolculukta kesinlikle ağırlıksızsınız. Uzak aracının döşemesini hafifçe ittirerek tavana kadar çıkabilirsiniz. Taklalar atarak uzak aracının uzun eksenini boyunca gidebilirsiniz. İnsanlar ağırlıksızlığı neşeyle yaşar; hemen hemen her astronot ya da kozmonot böyle anlatır bunu. Fakat uzak araçları hâlâ çok küçük olduğundan ve uzak “yürüyüşleri” çok aşırı bir ihtiyatla yapıldığından, şimdiye kadar hiçbir insan tadını çıkarabilmiş değil bu harikanın ve mutluluğun: Kendinizi neredeyse hissedilmeyecek kadar az bir itirmeyle, sizi götüren hiçbir makine olmadan, hiçbir yere bağlanmadan göğün yükseklerine, gezegenler arası boşluğun karanlığına doğru sevk etmenin. Dünya’nın canlı bir uydusu ya da Güneş’in bir insan gezegeni haline geliyorsunuz.

Gezegenlerin keşfi, bir milyon yıl önce Doğu Afrika’nın savanlarındaki avcı-toplayıcı günlerimizden beri bizi bırakmayan o büyük macera ve gezinti ve arayış eğilimimizi tatmin ediyor. Şansımıza –dediğim gibi, bunun gerçekleşmediği yığın yığın tarihsel zayıflarımız geliyor hemen aklımıza– çağımızda buna yeniden başlayabilecek güçteyiz.

Başka dünyaları keşfetmede askerî gelenekte en iyi şeyleri simgeleyen cesaret, planlama, birlikte çalışma ve kahramanlık nitelikleri kullanılır. Bir Apollo uzak aracının gece fırlatılışının başka bir dünyaya yönelik olması bir şeyi değiştirmez. Sonucu kaçınılmaz kılar. F-14’lerin bir geminin uçuş güvertesinden havalanışına tanık olun bir kez; zarif bir şekilde sağa sola sallanıyorlar, son yakıcılar alev saçıyor ve heyecanlandıran bir şey var yahut en azından beni heyecanlandırıyor. Ve uçak gemisindeki özel kuvvetlerin potansiyel kötüye kullanımları konusunda ne kadar çok şey bilsem de, bunlar bu duygunun derinliğini pek etkileyemiyor. Benim başka bir parçama hitap ediyor. Bu parçam karşılıklı suçlamalar ya da siyaset falan istemiyor. Uçmak istiyor sadece.

“Bende... sadece, daha önce birisinin gidebildiğinden öteye gitme değil” diye yazıyor 18. yüzyılın Pasifik kâşifi Kaptan James

Cook, “insanoğlunun gidebileceği en uzağa kadar gitme tutkusu vardı.” İki yüzyıl sonra Yuri Romanenko, o zamanlar tarihin en uzun uzay uçuşundan sonra Dünya’ya geri dönerken, “Kozmos bir mıknatıs” dedi, “oraya bir kez çıktınız mı, tekrar gitmekten başka bir şey düşünemezsiniz.”

Teknoloji meraklısı olmayan Jean-Jacques Rousseau bile şunları hissediyordu:

Yıldızlar çok yukarıımızda; onlara yaklaşmamızı ve erişilebilecek mesafeye getirmemizi sağlayacak, bir sürü muazzam merdivene benzer ön bilgiler, cihazlar ve makineler gerekli bize.

“Uzay yolculuğunun gelecekteki, şimdi büyük ölçüde, temelsiz fantezilere bırakılmış olanakları” diye yazmış filozof Bertrand Russell 1959’da:

ilginçliğinden bir şey kaybetmeden daha ciddi bir şekilde ele alınabilir ve gençlerin en maceraperestlerine bile, savaşı bir dünyanın maceracı ve tehlikeli şereften arınmış bir dünya olması gerektiğini gösterebilir.² Bu türden bir yarışta sınır yoktur. Her zafer sadece bir sonrakinin başlangıcıdır ve akılcı umuda hiçbir sınır konamaz.

Uzun vadede, Mars’a ve diğer dünyalara gitmemizin nedeni –daha önce söz edilen “pratik” gerekçelerden ziyade– bunlar olabilir. Bu arada, Mars’a doğru atabileceğimiz en önemli adım, Dünya’da önemli bir ilerleme sağlamaktır. Küresel uygarlığımızın bugün karşılaştığı toplumsal, ekonomik ve siyasi sorunlarda yapılacak mütevazı ilerlemeler bile, başka hedefler için gereken maddi yahut insansal muazzam kaynakları serbest bırakabilir.

Dünya’da yapılacak bir yığın ev ödevimiz var ve bu konuda kararlılığımız tam olmalı. Ama biz –temel biyolojik nedenlerden ötürü– bir sınıra gerek duyan bir türüz. İnsanlık uzanıp da yeni bir köşeyi döndüğü her seferinde, onu yüzyıllarca ileriye götürecek bir üretim enerjisiyle sarsılır.

Komşu kapıda yeni bir dünya var. Ve biz oraya nasıl varacağımızı biliyoruz.

2. Russell’in deyimi dikkate değer: “Maceracı ve tehlikeli şeref”. İnsanlı uzay uçuşlarını risksiz hale getirebilsek bile –ki böyle bir şeyi beceremeyiz elbette– bu durum amaca zarar verebilir. Tehlike, şerefın ayrılmaz bir parçasıdır.

17

gezegenler arası rutin şiddet

dünya'nın ve diğer tüm cisimlerin
doğru yerlerinde durması ve
buralardan ancak şiddet yoluyla
uzaklaştırılması bir doğa yasasıdır.

-ARİSTO (384-222) *FİZİK*

Satürn'de tuhaf bir şeyler vardı. 1610'da, Galileo dünyanın ilk astronomik teleskopunu –o zamanlar en uzak dünya olarak bilinen– bu gezegeni görmek için kullandığında, iki yanında birer uzantı buldu. Onları “sap”a benzetti. Diğer gökbilimciler bunlara “kulp” dedi. Kozmosta birçok mucize vardır ama testi gibi kulplu bir gezegen can sıkıcıdır. Galileo bu tuhaf meseleyi çözmeden mezara gitti.

Yıllar geçtikçe, gözlemciler bu kulpların... evet, büyüyüp küçüldüğünü buldu. Sonunda, Galileo'nun keşfettiği şeyin Satürn'ü tam ekvatorunun hizasında çevreleyen ama hiçbir yerine değmeyen, aşırı derecede ince bir halka olduğu anlaşıldı. Bazı yıllarda bu halka, Dünya'nın ve Satürn'ün yörüngesel konumlarının değişmesinden ötürü tam kenardan görünüyor ve çok inceliğinden ötürü kaybolmuş gibi geliyordu. Diğer yıllarda daha cepheden görünüyor ve “kulp”lar büyüyordu. Ama Satürn'ün etrafında bir halka olması ne anlama geliyordu ki? Ortasında

gezegenin sığacağı büyüklükte bir delik açılmış ince, düz, katı bir plak olması? Nereden geliyordu *bu*?

Bu sorgulama hattı bizi hemen dünyaları sarsan çarpışmalara, türümüz için çok farklı iki tehlikeye ve varlığımızın devamı için oraya, gezegenlerin arasına gitmemiz gerektiği yolunda –daha önce anlatılanların da ötesinde– bir düşünceye götürecektir.

Bugün bizler Satürn’ün (vurgulu bir şekilde çoğul) halkalarının, her biri kendi yörüngesinde dönen, her biri Satürn’e bu dev gezegenin çekim gücüyle bağlı küçük buz dünyalardan oluşan muazzam bir sürü olduğunu biliyoruz. Bu dünyacıklar ince toz partiküllerinden evlere kadar değişen boyutlarda. Hiçbiri, yakın geçişlerde bile, fotoğraflanacak kadar büyük değil. Nefis bir ince, eşmerkezli daireler dizisi halinde sıralanmış ve fonograf plağındaki (aslında tabii ki bir spiral oluşturan) çukurlara benzer bir şey olan bu halkalar, gerçek görkemleriyle ilk kez 1980/81’de, iki *Voyager*’ın yakın geçişleri sayesinde açığa çıkarıldılar. Yüzyılımızda, Satürn’ün Art Deco halkaları geleceğin bir ikonu haline geldi.

1960’ların sonundaki bilimsel bir toplantıda benden, gezegen bilimlerinin önemli problemlerini özetlemem istendi. Birincisi, dedim, bütün gezegenler içinde niçin bir tek Satürn’ün halkaları var problemidir. *Voyager*’ın keşfettiğine göre, bu bir problem falan değil. Aslında, Solar Sistemimizdeki dört dev gezegenin –Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün’ün– *hepsinin* halkaları var. Fakat o zamanlar kimse bunu bilmiyordu.

Her halka sisteminin kendine has özellikleri var. Jüpiter’in ki seyrek ve genellikle karanlık, çok küçük partiküllerden ibarettir. Satürn’ün parlak halkaları genellikle donmuş sudan oluşur; kimileri çarpık, bir oluşup bir kaybolan karanlık, tekerlek parmaklığı gibi tuhaf izleri bulunan, birbirinden ayrı binlerce halka vardır burada. Uranüs’ün karanlık halkaları element halindeki karbondan ve organik moleküllerden –odunkömürü ya da baca isisi gibi bir şeyden– oluşmuş benziliyor; Uranüs’ün dokuz ana halkası var ve bunların bazıları bazen bir genişleyip bir büzülerek, “nefes alıyormuş” gibi görünüyor. Neptün’ün halkaları hepsinden daha seyrek ve yoğunluğu öylesine düşük ki, Dünya’dan gözlemlendiğinde sadece kavisler ve tamamlanmamış çemberler halinde görünür. Bazı halkalar, biri

gezegene halkadan biraz daha yakın, öteki biraz daha uzak iki çoban ayın çekim gücü sayesinde sürdürülüyor gibi. Her halka sistemi kendine has, haliyle müthiş bir güzelliği sergiliyor.

Halkalar nasıl oluşur? Olasılıklardan biri gelgitler: Serseri bir dünya bir gezegenin yakınından geçerse, mütecaviz yıldızın gezegene yakın tarafı gezegene doğru, uzak tarafına nazaran daha büyük bir kütle çekimiyle çekilir; yeterince yaklaşırsa, iç kohezyonu da yeterince zayıfsa gerçekten parçalanabilir. Bazen bunun, Jüpiter'in ya da Güneş'in çok yakınından geçen kuyruklu yıldızların başına geldiğini görüyoruz. *Voyager*'ın dış Solar Sistem keşfinden çıkan diğer olasılıksa şu: Halkalar, dünyalar çarpıştığı ve aylar parçalanıp darmadağın olduğu zaman oluşur. Her iki mekanizma da rol oynamış olabilir.

Gezegenler arasındaki boşlukta, her biri Güneş'in yörüngesinde dönen serseri dünyacıklardan oluşan tuhaf bir koleksiyon var. Bunların birkaçı bir il ya da hatta bir ülke büyüklüğünde; çoğunun yüzölçümüyse bir köyün ya da bir kasabanınki kadar. Küçükler büyüklerden daha çoktur ve bunların boyutu toz partiküllerine kadar iner. Bazıları çok uzun, basık elips şeklinde bir yol izler ve bu yüzden de, periyodik olarak bir ya da daha fazla gezegenin yörüngesinden geçerler.

Bazen, talihsiz bir şekilde, yol üzerinde bir dünya belirir. Çarpışma yüzünden hem mütecaviz yıldız hem de çarpılan ay (yahut en azından çarpışma noktasının çevresindeki bölge) kırılarak dağılabilir. Ortaya çıkan –aydan dışarı fırlayan ama gezegenin kütle çekiminden kurtulacak kadar hızlı hareket etmeyen– molozlar bir süre yeni bir halka oluşturabilir. Bunlar, çarpışan kütleler nelerden oluşuyorsa onlardan, ama genellikle de, serseri mütecaviz yıldızdan ziyade hedef aydan oluşurlar. Çarpışan dünyalar buzluysa, sonuç, buz parçacıklarından halkalar olacaktır; eğer organik moleküllerden oluşmuşsa sonuç, organik partiküllerden halkalar olacaktır (ve bunlar radyasyonla yavaş yavaş karbona dönüşür). Satürn'ün halkalarındaki kütlenin tümü, tek bir buzlu ayın çarpışmayla tamamen ufalanmasının sonucundan başka bir şey değil. Diğer üç dev gezegenin halka sistemleri de aynı şekilde, küçük ayların parçalanmasıyla açıklanabilir.

Parçalanmış bir ay, gezegenine çok yakın değilse, yavaş yavaş yeniden bir araya gelir (yahut en azından önemli bir bölümü

birleşir). Büyük ya da küçük parçalar hemen hemen ayın çarpışmadan önceki yörüngesinde yeniden, gelişigüzel bir araya gelir. Eskiden çekirdeğin bir parçası bu kez yüzeyde yer alır ya da bunun tersi olur. Sonuç olarak ortaya çıkan karman çorman yüzeyler çok tuhaf görünebilir. Miranda, yani Uranüs'ün aylarından biri, şaşırtıcı şekilde karmakarışık görünüyor ve böyle bir kökeni olabilir.

Amerikalı gezegen jeologu Eugene Shoemaker, dış Solar Sistemdeki birçok ayın yok olup yeniden biçimlendiğini ve her birinde bunun sadece bir kez değil, Güneş'in ve gezegenlerin yıldızlar arası gaz ve tozların yoğunlaşmasıyla oluştuğu zamandan beri geçen 4,5 milyar yıl boyunca birçok kez gerçekleştiğini öne sürüyor. *Voyager*'ların dış Solar Sistemdeki keşfinden çıkan görüntüsünde, durağan ve yalnız nöbetleri sırasında uzaydan gelen mütecaviz yıldızlar tarafından rastgele zamanlarda rahatsız edilmiş dünyalar var; dünyaları parçalayan çarpışmalar; ve molozlardan yeniden biçimlenen, küllerinden oluşan Anka gibi yeniden oluşan aylar.

Ama bir gezegenin çok yakınındaki bir ay eğer ufalanmışsa yeniden biçimlenemez; yakındaki gezegenin kütleçekim gelgitleri buna engel olur. Ortaya çıkan, bir zamanlar bir halka sistemine yayılmış kalıntılar –en azından bir insan ömrünün standartlarına göre– çok uzun yaşayabilir. Bugün dev gezegenlerin yörüngesinde dönen küçük, önemsiz ayların birçoğu belki de bir gün, çiçek açar gibi, muazzam büyüklükte ve güzel halkalar haline gelecek.

Bu düşünceler Solar Sistemde beliren birtakım uydularla destekleniyor. Phobos'ta, yani Mars'ın iç ayında Stickney adlı büyük bir krater var; Mimas'ta, yani Satürn'ün iç aylarından birinde de Herschel adlı büyük bir krater var. Bu kraterler –bizim Ay'ımızdaki ve aslında tüm Solar Sistemdekiler gibi– çarpışmayla yaratılmıştır. Mütecaviz bir yıldız daha büyük bir dünyaya çarpar ve çarpma noktasında müthiş bir patlamaya yol açar. Çanak şeklinde bir krater oyulur ve daha küçük olan çarpan nesne tahrip olur. Stickney ve Herschel kraterlerini açan mütecaviz yıldızlar biraz daha büyük olsaydı, enerjileri Phobos ve Mimas'ı paramparça etmeye yeterdi. Bu aylar kozmik yıkım güllésinden zar zor kurtulmuş. Diğer birçoklarıysa kurtulamamış.

Herhangi bir dünyanın darbe yediği her seferinde bir mütecaviz yıldız eksilir; Solar Sistem ölçeğinde bir çarpışan arabalar yarışı, yıpratma savaşı gibi bir şey yani. Bu çarpışmaların çok oluşması, serseri dünyacıkların büyük ölçüde tükendiği anlamına gelir. Güneş'in etrafında dairesel yörüngelerde dönenlerin, başka dünyaların yörüngesiyle kesişmeyenlerin başka bir gezegene çarpması mümkün olmayacaktır. Çok elipsvari yörüngeler izleyenler, başka gezegenlerin yörüngesinden geçenler er ya da geç çarpışacak ya da kıl payı sıyrılırlarsa, kütle çekim güçleriyle Solar Sistemden atılacaklardır.

Gezegenler neredeyse kesinlikle, Güneş'in çevresindeki büyük ve yassı bir gaz ve toz bulutundan –bugün, yakınlardaki genç yıldızların etrafında gözlenebilen türden bir buluttan– yoğunlaşan dünyacıkların bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Yani Solar Sistemin erken tarihinde, çarpışmalar her şeyi silip süpürmeden önce, bugün gördüğümüzden çok daha fazla dünyacık olsa gerekir.

Aslında, bunu gösteren net kanıtlar kendi arka bahçemizde var: Bizim uzay bölgemizdeki mütecaviz dünyacıkları sayarsak, bunların Ay'a ne kadar sıklıkla çarpacağını tahmin edebiliriz. Mütecaviz yıldız nüfusunun hiçbir zaman bugünkünden daha düşük olmadığı gibi çok mütevazı bir varsayımda bulunalım. O zaman, Ay'da kaç tane krater olması gerektiğini hesaplayabiliriz. Ama bulduğumuz rakam Ay'ın harap olmuş dağlık arazilerinde gördüğümüz sayıdan çok daha az çıkıyor. Ay'daki kraterlerin beklenmedik derecede çokluğu Solar Sistemin, çarpışacak yörüngelerde yol alan dünyalarla çalkalanarak korkunç bir partiyi yaşadığı daha eski bir çağdan söz ediyor bize. Akla yakın geliyor çünkü onlar –yıldızlar arası tozdan ortaya çıkmış– çok daha küçük dünyacıkların bir araya gelmesinden oluşmuş. Dört milyar yıl önce Ay'daki çarpımlar bugünkünden yüzlerce kez daha sık oluşuyordu; ve 4,5 milyar yıl önce, gezegenler henüz tamamlanmamışken, çarpışmalar bizim sakinleşmiş çağımızdan bir milyar kez daha sıklıkla gerçekleşiyordu belki de.

Bu kaos, bugün gezegenleri süsleyenlerden çok daha göz alıcı halka sistemleriyle yatışmış olabilir. Dünya, Mars ve diğer küçük gezegenler, o zamanlar küçük ayları var idiyse halkalarla süslenmiş olabilir.

Bizim kendi Ay'ımızın kökeni hakkında, (*Apollo* misyonlarıyla getirilen numunelerin gösterdiği) kimyasına dayanarak yapılan en tatmin edici açıklama, yaklaşık 4,5 milyar yıl önce, Mars büyüklüğünde bir gezegen Dünya'ya çarptığı zaman oluştuğudur. Gezegenimizin kayalık mantosu toza ve sıcak gazlara dönüşüp uzaya fışkırdı. Dünya'nın yörüngesindeki bazı döküntüler sonra yavaş yavaş –atom atom, kaya kaya– yeniden bir araya geldi. Çarpan bu bilinmeyen gezegen biraz daha büyük olsaydı Dünya'nın yok olması sonucunu doğururdu. Belki de Solar Sistemde bir zamanlar başka dünyalar –hatta belki de üzerinde yaşamın uyandığı dünyalar– vardı, şeytani bir dünyacığın çarpmasıyla tamamen yok oldular ve biz bugün bunların izini bile bulamıyoruz.

Ortaya çıkan ilk Solar Sistem görüntüsü, Dünya'yı oluşturacak şekilde gelişen görkemli bir olaylar dizisine benzemiyor. Tersine, sanki gezegenimiz inanılmaz bir şiddetin ortasında sırf şans eseri bir tesadüfle oluşmuş ve sağlam kalmışa benziyor.¹ Dünyamız, usta bir zanaatkâr tarafından şekil verilmiş gibi görünmüyor. Burada da, bizim için yaratılmış bir Evrenin hiçbir belirtisi yok.

DÜNYACIKLARIN AZALAN malzemesi günümüzde değişik şekillerde adlandırılıyor: Asteroitler, kuyruklu yıldızlar, küçük aylar. Ama bunlar keyfi kategoriler; gerçek dünyacıklar bu insan yapımı sınıflamayı bozabilir. Bazı asteroitler (bu sözcük “yıldızimsı” anlamına gelir ki hiç öyle değiller) kaya, bazıları metalik, başka bazılarıysa organik maddeden yana zengin. Hiçbirinin çapı 1.000 kilometreden daha büyük değil. Bunlara çoğunlukla, Mars ve Jüpiter yörüngelerinin arasındaki bir kuşakta rastlanır. Gökbilimciler bir zamanlar, “ana kuşak” asteroitlerin yok olmuş bir dünyanın kalıntıları olduğu kanısındaydı ama, daha önce de değindiğim gibi, bugünlerde başka bir düşünce daha çok rağbet görüyor: Solar Sistem bir zamanlar asteroitimsi dünyalarla doluydu ve bunların bazılarında gezegenler oluştu. Sadece Jüpiter'in yakınındaki asteroit kuşağında, bu en iri gezegenin kütleçekim gelgitleri çevredeki döküntülerin birleşip yeni bir

1. Öyle olmasaydı, bugün belki de Güneşe biraz daha yakın ya da daha uzak, başka ve çok farklı varlıkların *kendi* kökenlerini yeniden kurmaya çalıştığı, başka bir gezegen olurdu.

dünya haline gelmesini engelledi. Asteroitler, bir zamanlar var olan bir dünyayı temsil etmek yerine hiçbir zaman var olmamaya mahkûm bir dünyanın yapıtaşları gibi sanki.

Büyüklüğü sadece bir kilometreden ibaret belki milyarlarca asteroit vardır ama yine de gezegenler arası boşluğun muazzam hacminde bunlar bile dış Solar Sisteme yolculuk yapan bir uzay aracı için ciddi bir tehlike yaratamayacak kadar azdır. İlk ana kuşak asteroitler Gasptra ve Ida'nın fotoğrafları sırasıyla 1991 ve 1993'te *Galileo* uzay gemisi tarafından, Jüpiter'e yaptığı dolambaçlı yolculuk sırasında çekildi.

Ana kuşak asteroitler çoğunlukla yerlerinde kalır. Onları araştırmak için, *Galileo*'nun yaptığı gibi, gidip onları ziyaret etmemiz gerekir. Öte yandan kuyrukluysıldızlar, Halley Kuyrukluysıldızı'nın çok yakın tarihlerde, 1910 ve 1986'da yaptığı gibi, zaman zaman gelip bizi ziyaret eder. Kuyrukluysıldızlar çoğunlukla buzdan ve daha küçük miktarda da kayalardan ve organik maddelerden oluşur. Çok ısınan su buharlaşarak, Güneş rüzgârlarıyla ve güneş ışığının baskısıyla dışarıya doğru fırlatılan uzun ve güzel bir kuyruk oluşturur. Güneş'in yanından birçok kez geçtikten sonra buz tümüyle buharlaşır ve geriye bazen, kayadan ve organik maddelerden oluşan ölü bir dünya kalır. Bazen de, geriye kalan parçacıklar, onları bir arada tutan buz gidince kuyrukluysıldızın yörüngesine yayılarak, Güneş'in etrafında dönen kalıntılar haline gelir.

Kuyrukluysıldız döküntülerinden kum tanesi büyüklüğünde bir parça bile yüksek hızla Dünya'nın atmosferine girdiğinde yanarak, Dünya'dan bakanların ara sıra görünen bir meteor ya da "yıldız kayması" dediği, anlık bir ışık çizgisi yaratır. Parçalanmış kuyrukluysıldızlardan bazılarının Dünya'nıninkiyle kesişen yörüngeleri vardır. Yani Dünya, Güneş'in etrafında düzenli seferi sırasında her yıl, yörüngede dönen kuyrukluysıldız kalıntısı kuşaklarının da içine dalar. O zamanlarda bir meteor yağmuruna ya da hatta bir meteor fırtınasına tanık olabiliriz; göklerde bir kuyrukluysıldızın gövde parçalarıyla ısıllı ısıllı yanar. Örneğin her yıl 12 Ağustos'ta ya da civarındaki bir gün görünen Perseid meteorları, Swift-Tuttle adlı ölmüş bir kuyrukluysıldızdan kaynaklanır. Ama bir meteor yağmurunun güzelliği bizi aldatmamalı: Bu parıldayan ziyaretçilerle bizim

gece göğümüz arasındaki bağlantı, dünyaların yok oluşuyla ilgili bir olaydır.

Zaman zaman az miktarda gaz salarak ya da hatta geçici bir kuyruk oluşturarak, kuyrukluyıldızlıkla asteroitlik arasında geçiş formundaymış gibi görünen birkaç asteroit vardır. Gezegenlerin etrafında dönen bazı küçük aylar muhtemelen yakalanmış asteroitler ya da kuyrukluyıldızlardır; Mars'ın ayları ve Jüpiter'in dış uyduları bu kategoriden olabilir.

Yerçekimi, çok çıkıntı yapan her şeyi düzleştirip küçültür. Ama dağları ve diğer çıkıntıları kendi ağırlığıyla çökerterek gezegeni yuvarlaklaştırmaya yeterli yerçekimi ancak büyük kütlelerde vardır. Ve gerçekten, küçük dünyacıkların biçimlerini gözlersek bunların hemen hemen daima yumrulu, düzensiz, patates şeklinde olduğunu buluruz.

BAZI GÖKBİLİMCİLERİN uygun zaman fikrine göre, soğuk, aysız bir gecede şafak vaktine kadar bekleyerek gökyüzünün fotoğrafını çekmek gerekir; bir önceki yıl... ve daha da önceki yıl çektikleri aynı göğün fotoğrafını yani. Eğer son seferinde doğru yapmışlarsa siz, bunu niçin tekrar yapıyorsunuz peki diye sorabilirsiniz. Yanıtı: Gökyüzü değişir. Her yıl, Dünya'ya yaklaşan ve bu kendini adanmış gözlemciler tarafından görülecek, hiç bilinmedik, daha önce hiç görülmemiş dünyacıklar olabilir.

25 Mart 1993'te, Kaliforniya, Mount Palomar'ın zaman zaman bulutlu bir gecesinden alınmış fotoğraf ürününe bakan asteroit ve kuyrukluyıldız avcısı bir grup, filmlerinde belli belirsiz, uzun bir leke keşfetti. Gökteki çok parlak bir cismin, Jüpiter gezegeninin yakınındaydı. Carolyn ve Eugene Shoemaker ve David Levy bunun üzerine, buna başka gözlemcilerin de bakmasını istedi. Bu leke hayret verici bir şey çıktı: Jüpiter'in yörüngesinde, birbirinin ardında bir ipe dizilmiş inciler gibi dönen yirmi kadar küçük, parlak cisim. Bunlara toplu halde, Shoemaker-Levy 9 KuyrukluYıldızı adı verildi (bu çalışma arkadaşları dokuzuncu kez birlikte, periyodik bir kuyrukluyıldız keşfediyordu).

Ama bu cisimlere bir kuyrukluyıldız demek kafa karıştırıcıdır. Bunlar bir sürü halindeydi ve muhtemelen de, o zamana dek keşfedilmemiş tek bir kuyrukluyıldızın parçalanmış kalıntılarıydı. Bu kuyrukluyıldız 4 milyar yıldır Güneş'in yörüngesinde

sessizce dönerken, sonunda Jüpiter'in çok yakınından geçmiş ve birkaç on yıl önce Solar Sistemin en büyük gezegeninin çekimine yakalanmıştı. 7 Temmuz 1992'de de Jüpiter'in çekimsel gelgitleriyle parçalandı.

Böyle bir kuyrukluyıldızın iç tarafa bakan kısmının Jüpiter'e doğru, dışa bakan kısmından biraz daha güçlü bir şekilde çekileceğini çünkü içteki kısmın Jüpiter'e dıştaki kısımdan daha yakın olduğunu kabul edersiniz. Çekim gücündeki fark elbette küçüktür. Ayaklarımız Dünya'nın merkezine başımızdan biraz daha yakındır ama bu yüzden Dünya'nın yerçekimiyle parçalanmayız. Böyle bir parçalanma gerçekleştiğine göre, ilk kuyrukluyıldızı bir arada tutan güçler çok zayıf olsa gerek. Parçalanmadan önce, sanıyoruz gevşek bir şekilde bir araya gelmiş, belki 10 kilometre çapında bir buz, kaya ve organik madde kütlesi vardı.

Bu parçalanmış kuyrukluyıldızın yörüngesi o zaman çok hassas bir şekilde belirlendi. Bütün kuyrukluyıldız parçaları 1994'ün 16 ve 22 Temmuz'u arasında birbiri ardına Jüpiter'le çarpıştı. En büyük parçalar birkaç kilometre çapında gibiydi. Jüpiter'le çarpışmaları görülmeye değermişti.

Bu çoklu etkilerin Jüpiter'in atmosferinde ve bulutlarında neye yol açacağını kimse önceden bilemezdi. Toz haleleriyle çevrili kuyrukluyıldız parçaları belki de görüldüğünden çok daha küçüktü. Ya da birbirine pek kaynaşmamış, gevşek bir şekilde bir araya gelmiş cisimlerdi; bütün parçaları uzayda hemen hemen aynı yörüngelerde birlikte yol alan bir yığın çakıl gibi. Bu olasılıklardan hangisi doğru olursa olsun, Jüpiter bu kuyrukluyıldızları hiçbir iz bırakmadan yutabilirdi. Diğer gökbilimciler, kuyrukluyıldız parçaları atmosfere dalarken en azından parlak ateş topları ve dev duman bulutlarının çıkacağı kanısındaydı. Diğer bazıları da, Jüpiter'e girişte Shoemaker-Levy 9 Kuyrukluyıldızı'nın parçalarına eşlik eden, ince partiküllerden oluşmuş yoğun bulutun ya Jüpiter'in magnetosferini bozacağını ya da yeni bir halka oluşturacağını öne sürüyordu.

Bu boyutta bir kuyrukluyıldızın Jüpiter'e çarpması tahminen ancak bin yılda bir gerçekleşir. Bir ömrün değil, on iki ömrün astronomik olayıdır. Teleskopun icadından beri bu ölçekte bir şey olmamıştı. Böylece, 1994 Temmuz'unun ortasında, güzel bir şekilde koordine olmuş uluslararası bilimsel çabalar sonu-

cu, Dünya'nın her tarafındaki ve uzaydaki teleskoplar Jüpiter'e döndü.

Gökbilimcilerin hazırlanmak için bir yılı vardı. Jüpiter'in etrafındaki yörüngelerinde dönen parçaların izlediği yollar tahmin edildi. Hepsinin Jüpiter'e çarpacağı bulundu. Zamanlama tahminleri dakikti. Hesaplamalar üzücü bir şekilde, bütün çarpmaların Jüpiter'in gece tarafında, yani Dünya'dan görünmeyen (ama dış Solar Sistemdeki *Galileo* ve *Voyager* uzay araçlarının görebileceği) tarafta gerçekleşeceğini gösteriyordu. Ama ne mutlu ki, bütün çarpmalar Jüpiter şafağından sadece birkaç dakika önce, çarpma yeri Jüpiter'in dönüşüyle Dünya'nın görüş alanına girmeden hemen önce gerçekleşecekti.

İlk parçanın, A Parçasının belirlenen çarpma ânı geldi ve geçti. Yere konuşlandırılmış teleskoplardan gelen bir haber yoktu. Gezegen bilimciler Hubble Uzay Teleskopu'ndan Baltimore'daki Uzay Teleskop Bilim Enstitüsü'ne aktarılan verileri gösteren bir televizyon monitörüne giderek artan bir hüznle bakakalmıştı. Normal dışı hiçbir şey yoktu. Mekik astronotları, meyvesineği, balık ve semender üretmekten biraz zaman ayırıp dürbünlerle Jüpiter'e baktılar. Hiçbir şey görmediklerini bildiriyorlardı. Binyılın çarpması tam bir fiyasko manzarasına bürünmeye başlamıştı.

Sonra Kanarya Adaları, La Palma'daki yere konuşlandırılmış bir optik teleskoptan bir haber geldi, bunun peşinden de Japonya'daki bir radyoteleskoptan gelen bildirimler; Şili'deki Güney Avrupa Gözlemevi'nden; ve Chicago Üniversitesi'nin Güney Kutbu'nun buz gibi ve bomboş düzlüklerindeki bir cihazından. Baltimore'daki televizyon monitörünün etrafına dolmuş genç bilimciler –onlar da CNN kameralarıyla gözleniyordu– tam da Jüpiter'in doğru yerinde bir şeyler görmeye başlamıştı. Donup kalmanın şaşkınlığa, sonra da sevince dönüşmesini gözlüyordunuz. Tezahürat yapıyorlar, çılgık atıyorlar, havalara sıcıyorlardı. Oda sevinçle doldu. Şampanya patlattılar. Burada bir grup genç Amerikalı bilimci vardı –ekip lideri Heidi Hammel'in dahil olduğu yaklaşık üçte biri kadındı– ve dünyanın dört bir yanındaki yeniyetmelerin, bilimci olmanın eğlenceli bir şey olabileceğini, bunun iyi bir işhatta bir manevi tatmin aracı olabileceğini düşündüğünü gözünüzün önüne getirebiliyordunuz.

Dünya'nın bazı yerlerindeki gözlemciler parçaların çoğunda ateş topunun öylesine hızla ve yükseğe fırladığını fark ettiler ki, altındaki çarpma bölgesi hâlâ Jüpiter'in karanlığında olduğu halde görülebildi. Duman sütunları yükseldi ve sonra mantar gibi yassılaştı. Çarpma noktasından yayılan ses ve kütle çekimi dalgaları ve en büyük parçalarda Dünya büyüklüğüne ulaşan birer leke görüyorduk.

Jüpiter'e saniyede 60 kilometre hızla çarpan büyük parçaların kinetik enerjisi, kısmen şok dalgalarına kısmen de ısıya dönüştü. Ateş topunun içindeki sıcaklığın binlerce derece olduğu tahmin ediliyordu. Bazı ateş topları ve duman sütunları Jüpiter'in geri kalanının tümünden çok daha parlaktı.

Çarpmadan sonra kalan koyu renkli lekeler nedendir? Jüpiter'in -yere konuşlandırılmış gözlemcilerin normalde göremediği bölgesindeki- yukarıya fışkırarak dışarıya yayılan derin bulutlarından gelen maddeler olabilir. Nitekim parçaların bu kadar derinlere girişi görülüyor. Ya da lekelerden sorumlu moleküller öncelikle kuyrukluyıldız parçalarındakiler olabilir. Bizler -hepsi de Halley Kuyrukluyıldızı'na yönelik- *Vega 1* ve *2* Sovyet misyonlarından ve Avrupa Uzay Ajansı'nın *Giotto* misyonundan, kuyrukluyıldızların dörtte bire kadar çıkan bir oranda, karmaşık organik moleküllerden oluşabildiğini biliyoruz. Halley Kuyrukluyıldızı'nın çekirdeğinin simsiyah olmasının nedeni bunlardır. Eğer kuyrukluyıldızdaki organik maddelerin bir kısmı çarpışmalar sırasında yok olmamışsa lekenin sorumlusu bunlar olabilir. Ya da son olarak bu leke, çarpan kuyrukluyıldız parçalarından çıkan değil de, yarattıkları şok dalgaları nedeniyle Jüpiter atmosferinden sentez edilen organik maddelerden ötürü olabilir.

Shoemaker-Levy 9 Kuyrukluyıldızı parçalarının Jüpiter'e çarpışına yedi kıtada tanık olundu. Amatör gökbilimciler bile küçük teleskoplarla duman sütunlarını ve sonrasında Jüpiter bulutlarındaki renk değişimini gördü. Tıpkı sportif olayların hem sahadaki televizyon kameralarıyla hem de tepedeki, yukarıdan yönlendirilen bir kamerayla her açıdan gözlemlenmesi gibi, Solar Sistemin her tarafında görevlendirilmiş, farklı gözlemsel uzmanlıkta altı NASA uzay aracı da bu yeni mucizeyi kaydetti: Üçü de Dünya yörüngesindeki *Hubble Uzay Teleskopu*, *International*

Ultraviolet Explorer ve *Extreme Ultraviolet Explorer*; Güneş'in güney kutbuyla ilgili araştırmasına ara veren Ulysses; Jüpiter'le randevusuna giden Galileo; ve Neptün'ün çok ötesinde, yıldızlara doğru giden *Voyager 2*. Veriler birikip değerlendirildikçe, kuyruklu yıldızlarla, Jüpiter'le ve dünyaların şiddetli çarpışmalarıyla ilgili bilgilerimizin tümü esaslı bir şekilde artacak.

Birçok bilimci –fakat özellikle de Carolyn ve Eugene Shoemaker ve David Levy– için, kuyruklu yıldız parçalarının, birbiri ardına, Jüpiter'e ölüm dalışlarını yapmalarında dokunaklı bir şey vardı. Onlar 16 ay boyunca bir anlamda bu kuyruklu yıldızla yaşadılar; bölünmesini ve toz bulutlarıyla sarılmış, saklambaç oynayan ve yörüngelerine yayılan parçalarını gözlediler. Bir şekilde, her parçanın kendi kişiliği vardı. Şimdi hepsi yok olmuş, Solar Sistemin en büyük gezegeninin yukarı atmosferindeki birtakım moleküllere ve atomlara dönüşerek eriyip gitmişti. Bir şekilde, neredeyse yasını tutuyoruz onların. Fakat ateşli ölümlerinden de çok şey öğreniyoruz. Güneş'in dünyalardan oluşan uçsuz bucaksız hazinesinde bunlardan yüzlerce trilyon daha olduğunu bilmek içimizi biraz rahatlatıyor belki.

YOLLARI DÜNYA'NIN YAKININDAN geçen, bilinen yaklaşık 200 asteroit var. Bunlara, gayet uygun bir şekilde, "Dünya'ya yakın" asteroitler deniyor. Bunların ayrıntılı görüntülerinden (ana kuşaktaki akrabaları gibi), şiddetli bir çarpışma tarihinin ürünleri oldukları hemen belli oluyor. Birçokları belki de bir zamanlar daha büyük dünyacıkların kırık parçaları ya da kalıntıları.

Dünya'ya yakın asteroitler, birkaç istisna dışında, ancak birkaç kilometre ya da daha küçük çaptadır ve Güneş'in etrafında dolaşmaları birle birkaç yıl arası sürer. Bunların yaklaşık yüzde 20'si er ya da geç Dünya'ya çarpacak ve yıkıcı sonuçlara yol açacaktır (Fakat astronomide "er ya da geç" terimi milyarlarca yılı kapsayabilir). Cicero'nun, mutlak bir şekilde düzenli ve kurallı gökyüzünde "şans ya da talihsizlik eseri hiçbir şey" bulunamaz sözü tam bir yanılgıdır. Shoemaker-Levy 9 Kuyruklu Yıldızı'nın Jüpiter'le çarpışmasının bize hatırlattığı gibi, bugün bile, Solar Sistemin erken tarihindeki gibi büyük ölçekte değilse de, rutin bir gezegenler arası şiddet var.

Dünya'ya yakın asteroitlerin çoğu, ana kuşak asteroitler gibi kayalık. Birkaçı daha ziyade metallere oluşuyor ve böyle bir asteroiti Dünya yörüngesine getirip sonra da –birkaç yüz mil yüksekliğinde yüksek ayarlı altından bir dağdan– sistematik bir şekilde maden çıkarılarak muazzam kazançlar sağlanabileceği öne sürüldü. Böyle dünyaların sadece birindeki platin grubu metallerin trilyonlarca dolar değerinde olduğu tahmin edilmişti; gerçi böyle maddelerin çok bol bulunur hale gelmesiyle birim fiyat da dikkat çekici bir şekilde düşecektir. Elverişli asteroitlerden metal ve minerallerin çıkarılma yöntemleri, örneğin Arizona Üniversitesi'nden gezegenbilimci John Lewis tarafından araştırılıyor.

Dünya'ya yakın asteroitlerden bazıları, anlaşılan, Solar Sistemin en eski çağlarından beri korunmuş organik maddelerden yana zengindir. Jet Tepki Laboratuvarı'ndan Steven Ostro bunların bazılarının çift, yani kontak halinde iki kütle olduğunu buldu. Belki de daha büyük bir dünya, Jüpiter gibi bir gezegenin güçlü kütle çekimsel gelgitlerinden geçerken ikiye bölünmüştür; daha bir ilginç olasılıksa, benzer yörüngelerdeki iki dünyanın yan yana geçerken hafifçe çarpışmış ve birbirlerine yapışmış olmaları. Bu işlem, gezegenlerin ve Dünya'nın oluşumunda bir anahtar olabilir. En azından bir asteroitin (*Galileo*'nun görüntülediği gibi *Ida*'nın) kendi küçük ayı var. İki asteroitin temas halinde olduğu ve birbirinin etrafında dönen iki asteroitin benzer kökenlerden geldiği tahmininde bulunabiliriz.

Bazen, bir asteroitin “çarpmasına ramak kaldığını” duyarız. Ama biraz daha dikkatli okuduğumuzda, Dünya'ya en yaklaştığı mesafenin yüz binlerce ya da milyonlarca kilometre olduğu anlaşılır. Bunun bir önemi yoktur, çok uzaktır, Ay'dan bile daha uzaktır hatta. Elimizde, çapı bir kilometreden epey küçükleri de dahil olmak üzere, Dünya'ya yakın tüm asteroitlerin bir envanteri olsaydı yörüngelerinin geleceğe dönük hesabını yapabilir ve hangilerinin potansiyel tehlike olduğunu tahmin edebilirdik. Bunlardan, çapı bir kilometreden büyük olan tahminen 2.000 tane var ve bunların ancak yüzde birkaçını gerçekten gözlemleyebiliyoruz. Çapı 100 metreden büyük olan belki 200.000 tane vardır.

Dünya'ya yakın asteroitlerin bazı şeyleri çağrıştıran mitolojik adları var: Orpheus, Hathor, Icarus, Adonis, Apollo, Cerberus,

Khufu, Amor, Tantalus, Aten, Midas, Ra-Shalom, Phaethon, Toutatis, Quetzalcoatl. Birkaçının keşifsel potansiyeli var; örneğin Nereus. Dünya'ya yakın asteroitlere iniş yapmak ve geri dönmek Ay'dan çok daha kolaydır. Yaklaşık bir kilometre çapında, küçük bir dünya olan Nereus en kolaylardan biri.² Sahiden yeni bir dünyanın gerçek bir keşfi olacak bu.

Çoğu eski Sovyetler Birliği'nden bazı insanlar, Nereus'a gidip gelmek için gereken zamandan daha uzun süre uzayda kaldı. Oraya varacak roket teknolojisi zaten var. Mars'a gitmekten, hatta birçok yönden, tekrar Ay'a gitmekten çok daha küçük bir adım bu. Ama bir şeyler ters giderse sadece birkaç gün içinde vatana sağ salım dönemeyiz. Bu yönden, onun zorluk düzeyi Mars'a yolculukla Ay'a yolculuğun arasında bir yerde.

Gelecekte Nereus'a yönelik muhtemel birçok misyondan birinde Dünya'dan oraya varmak 10 ay sürüyor, orada 30 gün geçiriliyor ve sonra vatana geri dönmek için sadece 3 hafta gerekiyor. Nereus'u robotlarla –ya da yapabilirsek– insanlarla ziyaret edebiliriz. Bu küçük dünyanın biçimini, yapısını, içini, tarihini, organik kimyasını, kozmik evrimini ve kuyrukluyıldızlarla muhtemel bağlarını araştırabiliriz. Dünya'da konuşlandırılmış laboratuvarlarda hiç acele etmeden incelenmek üzere numuneler getirebiliriz. Orada ticari yönden gerçekten değerli kaynakların –metallerin ya da minerallerin– olup olmadığını araştırabiliriz. Bir gün Mars'a insan göndereceksek, Dünya'ya yakın asteroitler –bir yandan neredeyse hiç bilinmeyen küçük bir dünyayı incelerken, bir yandan da ekipmanımızı ve keşif protokollerimizi sınavacağımız– elverişli ve doğru bir ara hedef sağlıyor. Kozmik okyanusa tekrar girmeye hazırsak, ayaklarımızı yeniden ıslatmanın bir yoludur bu.

2. 1991JW asteroitinin yörüngesi Dünya'nınkinin çok benzeri ve varması 4660 Nereus'tan da kolay. Fakat onun yörüngesi, Dünya'ninkine, doğal bir cisim olmayacak kadar çok benziyor. O belki de *Saturn V Apollo* roketinin kayıp üst parçasıdır.

18

camarina bataklığı

[B]ir şeyleri düzeltmek için çok geç artık.

Evren bitmiş; yapının çatısı konmuş ve yongalar
bir milyon yıl öncesine götürülüp atılmış.

-HERMAN MELVILLE, *MOBY DICK*, BÖLÜM 2 (1851)

Camarina, güney Sicilya'da, MÖ 598'de Syracuse'den gelen koloniciler tarafından kurulmuş bir kentti. Bir yahut iki kuşak sonra –bazılarının dediğine göre– yakınındaki bir bataklıktan kaynaklanan salgın bir hastalık tehlikesiyle karşılaştı. (Eski çağlarda, hastalıklarla ilgili mikrop teorisi elbette çoğunluk tarafından kabul edilmiş değilse de bu yönde belirtiler vardı; örneğin MÖ 1. yüzyılda Marcus Varro, kentlerin kesinlikle bataklıkların yakınına yapılmamasını öğütlemiş: “Çünkü orada yaşayan, gözle görülmeyen, havada dolaşan ve ağız ve burundan vücuda girerek ciddi hastalıklara yol açan bazı küçük yaratıklar vardır.”) Camarina'ya yönelik tehlike büyüktü. Bataklığı kurutmak için planlar yapıldı. Ama başvurdukları kehanet böyle bir hareketi yasakladı ve bunun yerine sabretmeyi öğütledi. Ama hayatlar tehlikedeydi, kehanete boş verildi ve bataklık kurutuldu. Hastalık birdenbire kesildi. Ama bataklığın, kenti –şimdi aralarında akrabaları Syracuselilerin de bulunduğu– düşmanlarından koruduğu anlaşıldığında artık çok geçti. 2.300 yıl sonra Amerika'da olduğu gibi, koloniciler anavatanla bozuşmuştu. MÖ 552'de bir Syracuse ordusu eskiden bataklığın bulunduğu kuru araziden geçti, bütün erkekleri, kadınları ve çocukları

kılıçtan geçirdi ve kenti yerle bir etti. Camarina bataklığı, bir tehlikeyi yok edip de bir diğerini, daha kötüsünü davet etmenin darbimeseli haline geldi.

KRETASE-ÜÇÜNCÜ DÖNEM ÇARPIŞMASI (ya da çarpışmaları; birden fazla kez olabilir) asteroitlerden ve kuyruklu yıldızlardan gelecek tehlikeleri gösteriyor. Art arda gelen ve tüm dünyayı yakan bir yangınla bitkiler kavruldu; stratosferik bir toz bulutu gökyüzünü öylesine kararttı ki, sağ kalan bitkiler fotosentezle yaşamını sürdürmede zorlandı; tüm dünyada dondurucu soğuklar, şiddetli kostik asit yağmurları, ozon tabakasında büyük ölçüde tahribatlar ve Dünya bu saldırılardan aldığı yaraları iyileştirdikten sonra da, bunlara son veren uzun bir sera ısınması yaşandı (çünkü asıl darbeyle, anlaşılan, derindeki bir çökelti karbonat tabakası buharlaşmış, muazzam miktarda karbondioksit havaya salınmıştı). Tek bir felaket değil, felaketler zinciriydi, birbirine bağlı bir dehşetler serisiydi. Bir felaketten ötürü zayıf düşen organizmalar bir sonrakiyle yok oldu. Uygarlığımızın, şiddeti bundan epey daha az bir çarpışmadan sonra bile varlığını koruyup koruyamayacağı hiç belli değil.

Küçük asteroitler büyüklerden çok daha fazla olduğundan, Dünya'yla sıradan çarpışmaları küçük arkadaşlar yapacak. Ama süreyi ne kadar uzun tutarsanız o ölçüde daha yıkıcı bir çarpma bekleyebilirsiniz. Ortalama olarak, Dünya'ya her birkaç yılda bir, yaklaşık 70 metre çapında bir cisim çarpıyor; bunun sonucunda çıkan enerji, bugüne dek patlamış en büyük nükleer bombaninkine eşittir. Her 10.000 yılda bir, bize ciddi bölgesel iklim sonuçları yaratabilecek, 200 metrelik bir cisim çarpıyor. Her milyon yılda bir de, çapı 2 kilometreden büyük bir kütlenin çarpışı gerçekleşiyor ve yaklaşık bir milyon megaton TNT'nin -küresel bir faciaya ve (benzeri görülmemiş önlemler alınmazsa) insan türünün önemli bir kısmının ölümüne yol açacak bir patlamanın- eşdeğeridir bu. Bir milyon megaton TNT, gezegendeki bütün nükleer silahların eşzamanlı patlatılmasıyla yaratılacak etkinin 100 katı güçtedir. Yüz milyon falan yılda bir de, bunun bile yanında cüce gibi kalacağı, Kretase-Üçüncü Dönem vakası gibi bir şeyin olacağına, 10 kilometre çapında ya da daha büyük bir dünyanın çarpacağına bahse girebilirsiniz. Dünya'ya yakın,

büyük bir asteroitin potansiyel yıkıcı enerjisinin yanında, insan türünün sahip olabileceği her şey cüce gibi kalır.

İlk kez, Amerikalı gezegenbilimci Christopher Chyba ve arkadaşlarının gösterdiği gibi, birkaç on metre çapında küçük asteroitler ya da kuyruklu yıldızlar atmosferimize girince parçalanarak yanar. Bunlar oldukça sık gelir ama ciddi bir zarar vermez. Dünya'yı gizli nükleer patlamaları saptamak amacıyla gözleyen özel uydulardan alınan, gizliliği kaldırılmış Savunma Bakanlığı verilerinden, bunların Dünya atmosferine ne kadar sıklıkla girdiği konusunda bir fikir edinilebilir. Anlaşılan, son 20 yılda yüzlerce dünyacık (ve en azından bir tane daha büyük kütle) çarpmış. Bir zarar vermemişler. Ama, çarpan küçük bir kuyruklu yıldız yahut asteroitle, atmosferik bir nükleer patlamayı birbirinden ayırt edebildiğimizden çok emin olmamız lazım.

Uygarlığı tehdit edecek çarpmalar için yüzlerce metre çapında ya da daha büyük kütleler gerekir (100 metre kabaca, bir futbol sahasının uzunluğudur). Bunlar 200.000 yılda bir falan gelir. Uygarlığımız ancak 10.000 yıllık, yani bu türden çarpmaların sonuncusuyla ilgili kurumsal bir belleğimizin olması gerekmiyor. Yok da.

Shoemaker-Levy 9 Kuyruklu Yıldızı, 1994 Temmuz'unda Jüpiter'de dizi halinde şiddetli patlamalarıyla bize, böyle çarpmaların günümüzde de gerçekten olabileceğini –ve birkaç kilometre çapında bir kütleinin çarpmasıyla Dünya genişliğinde bir alana molozlar saçılabilceğini– hatırlatıyor. Bir kötülük alameti bu.

Shoemaker-Levy çarpmasının olduğu hafta hemen, ABD Temsilciler Meclisi Bilim ve Uzay Komisyonu, NASA'nın dünyaya yaklaşan, "çapı bir kilometreden büyük bütün kuyruklu yıldızların ve asteroitlerin" yörüngesel özelliklerini tanımak ve belirlemek amacıyla, "Savunma Bakanlığı ve diğer ülkelerin uzay ajanslarıyla koordine olması"nı gerektiren bir yasa taslağı hazırladı. Bu çalışma 2005 yılına kadar tamamlanacak. Böyle bir araştırma programı birçok gezegenbilimci tarafından savunuluyordu. Ama bunun pratiğe geçirilmesi bir kuyruklu yıldızın yarattığı ölüm korkusunu gerektirdi.

Tüm süreye yayılınca, asteroit çarpmasının tehlikeleri çok endişe verici görünmüyor. Ama büyük bir çarpma gerçekleşirse, benzeri görülmemiş bir insani felaket olur. Böyle bir çarpma-

nın yeni doğmuş bir bebeğin ömrü boyunca gerçekleşmesi iki binde bir falan gibi bir olasılık. Kaza olasılığı iki binde bir olsaydı çoğumuz uçağa binmezdik. (Aslında, ticari uçuşlarda bu olasılık iki milyonda bir. Öyle olduğu halde birçok kişi bu ihtimali bile endişelenmeye, hatta sigorta yaptırmaya yetecek kadar yüksek buluyor.) Hayatlarımız tehlikede olduğu zaman genellikle, davranışımızı bu ihtimali daha lehimize bir hale getirecek şekilde değiştiririz. Böyle bir eğilimi göstermeyenler artık bizimle değil.

Eğer zorunluluk vakti bir gün gelirse, belki de bu dünyacıklara ulaşmaya ve yörüngelerini değiştirmeye çalışmalıyız. Melville'e rağmen, bazı yaratı kırıntıları hâlâ kalmıştır ve birtakım iyileştirmelerin yapılması gerektiği gayet açık. Paralel ama bağlantıları zayıf çizgilerde ilerleyen ve yukarda söz edilen senaryoların farkında olan gezegenbilim topluluğuyla ABD ve Rusya nükleer silah laboratuvarları şu soruların peşinde: Dünya'ya yakın tüm büyükçe uzay cisimlerini nasıl gözlemeli, fiziksel ve kimyasal niteliklerini nasıl tanımlamalı, hangilerinin gelecekte Dünya'ya çarpabilecek bir yörüngede olduğunu nasıl tahmin etmeli ve son olarak da, bir çarpmayı, gerçekleşmeden önce nasıl önlemeli?

Rus uzay uçuşlarının öncüsü Konstantin Tsiolkovski yüz yıl önce, boyut yönünden, gözlemlenen büyük asteroitlerle asteroit parçaları, yani zaman zaman Dünya'ya düşen o meteoritler arasında kalan bazı cisimler olması gerektiğini savunuyordu. Gezegenler arası boşluktaki küçük asteroitlerde yaşamak üzerine yazılar yazdı. Aklında herhangi bir askerî uygulama yoktu. Ama 1980'lerin başında, ABD silah şirketlerinden bazı kişiler Sovyetlerin Dünya'ya yakın asteroitleri ilk vuruş silahı olarak kullanabileceğini öne sürdü; bu sözde planın adı "İvan'ın Çekici"ydi. Karşı önlemler gerekiyordu. Fakat öte yandan, Birleşik Devletler'in küçük dünyaları kendi silahı olarak kullanmayı öğrenmesinin belki de fena bir fikir olmadığı öne sürüldü. Savunma Bakanlığı'nın Balistik Füze Savunma Kuruluşu, 1980'lerin Yıldız Savaşları bürosunun ardılı, Ay'ın yörüngesine girecek ve Dünya'ya yakın Geographos asteroitinin yakınından geçecek *Clementine* adlı yenilikçi bir uzay aracı fırlattı (Bu uzay aracı 1994 Mayıs'ında, Ay'ın dikkate değer bir keşfini tamamladıktan sonra, Geographos'a varamadan bozuldu).

İlkede, büyük roket motorlarıyla ya da top mermisi darbe-leriyle, yahut asteroiti dev yansıtıcı panellerle donatıp güneş ışığıyla ya da Dünya'dan gönderilen güçlü lazerlerle itebilirsiniz. Ama şu anda mevcut teknolojiyle sadece iki yol var. Birincisi, patlama gücü yüksek bir ya da daha çok nükleer silahla asteroit ya da kuyrukluyıldız patlatılarak, Dünya'nın atmosferine girince dağılıp ufalanacak parçalara bölünebilir. Mütecaviz dünyacıyı bir arada tutan güçler zayıfsa belki de sadece yüzlerce megaton yetecektir. Termonükleer bir silahın patlama gücü konusunda teorik bir üst sınır olmadığından, silah laboratuvarında daha büyük bombalar yapmayı sadece korkutucu bir tehdit olarak değil, nükleer silahlara Dünya'yı kurtaracaklar kortejinde bir yer ayarlayarak, belalı çevrecilerin sesini kesmenin de bir yolu olarak görecektir kişiler çıkacak herhalde.

Daha ciddi bir şekilde tartışılan öteki yaklaşımsa, silah sanayisini beslemenin daha az dramatik ama yine de etkili bir yolu; serseri bir dünyacığın yörüngesini, yakınında nükleer bir silah patlatarak değiştirme planı. Genellikle bir asteroiti Dünya'dan başka bir tarafa yöneltmek için onun Güneş'e en yakın noktasında patlamalar düzenlenir.¹ Her biri, istenen yönde hafif bir itme sağlayan, patlama gücü düşük nükleer silahlardan bir sağanak orta büyüklükte bir asteroiti sadece birkaç haftalık bir sürede saptırmaya yeterlidir. Bu yöntem ayrıca, birdenbire fark edilen ve Dünya'ya kısa zamanda çarpacak bir yörüngedeki, uzun periyotlu bir kuyrukluyıldızla başa çıkmanın da bir yolunu, dileriz sağlar: Kuyrukluyıldızın yolu küçük bir asteroitle kesilir. (Söylemeye gerek yok; bu göksel bilardo oyunu, bir asteroiti elimizin altında aylarca ya da yıllarca, bilinen, uslu bir yörüngede gütmekten de daha zor ve kuşkuludur ve dolayısıyla da hatta, yakın bir gelecekte uygulanabilirliği daha azdır.)

1. Hem Birleşik Devletler'in hem de Rusya'nın bağlı kaldığı Uzay Antlaşması "uzayda" kitlesel imha silahlarını yasaklıyor. Asteroit saptırma teknolojisiye sadece böyle bir silahtan –hem de bugüne dek icat edilmiş en güçlü kitlesel imha silahından– oluşuyor. Asteroit saptırma teknolojisinin geliştirilmesine ilgi duyanlar bu antlaşmanın revizyondan geçirilmesini isteyecektir. Ama hiçbir revizyon yapılmasa bile, Dünya'ya çarpacak bir yörüngede, büyük bir asteroitin keşfedilmesi halinde herhalde hiç kimse uluslararası diplomasinin kurallarıyla uğraşmaz. Fakat uzayda bu silahlar üzerindeki yasaklarda bir gevşemenin de, savaş başlıklarının uzaya saldırgan amaçlarla yerleştirilmesi konusunda daha az titiz davranmamıza yol açması gibi bir tehlike var.

Belli bir mesafeden bir nükleer patlamanın bir asteroite ne yapacağını bilmiyoruz. Bunun yanıtı asteroitten asteroite değişebilir. Bazı küçük dünyaları bir arada tutan güç yüksek olabilir; diğer bazılarıysa, birbirlerini çeken bir çakıl yığınının pek farklı değildir. Bir patlamayla, diyelim ki 10 kilometrelik bir asteroit yüzlerce, birer kilometrelik parçalara bölünürse bunların en az birinin Dünya'ya çarpma olasılığı muhtemelen artar ve doğacak sonuçların felaketsel karakteri azalmayabilir. Öte yandan, patlamayla asteroit parçalanıp, çapı yüz metre ya da daha küçük cisimlerden bir sürü haline gelirse, bunların hepsi Dünya'nın atmosferine girince dev birer meteorit gibi dağılıp gidebilir. Bu durum küçük çarpma hasarlarına yol açacaktır. Asteroit tamamen ufalanıp ince toz haline gelse bile, bunun yaratacağı, yüksek irtifadaki bir toz tabakası güneş ışığını engelleyecek ve iklimi değiştirecek kadar opak olabilir. Henüz bilmiyoruz.

Tehdit oluşturacak asteroit ya da kuyruklu yıldızlarla başa çıkmak için, nükleer silahla donatılmış onlarca ya da yüzlerce füzenin hazırda bekletilmesi görüşü dile getirildi. Bu durum, gerçi böyle bir özel uygulamada yersizse de, gayet tanıdık geliyor bize; sadece düşman değişik. Ayrıca çok da tehlikeli geliyor.

JPL'den Steven Orso ve benim öne sürdüğümüz sorun, tehlike yaratan bir dünyacığın kesin olarak Dünya'ya çarpmayacak şekilde saptırabiliyorsanız, zararsız bir dünyacığın da kesin olarak Dünya'ya çarpacak şekilde saptırabileceğinizdir. Varsayalım ki, 100 metreden büyük –her biri, Dünya'ya çarptığında ciddi sonuçlara yol açabilecek kadar büyük– Dünya'ya yakın, muhtemel 300.000 asteroitin, yörüngeleriyle birlikte tam bir envanteri var. Sonra, yörüngeleri nükleer savaş füzeleriyle değiştirilebilecek ve çabucak Dünya'yla çarpışacak hale gelecek muazzam sayıda, zararsız asteroitin de bir listesi olduğu ortaya çıkar.

Diyelim ki dikkatimizi bir kilometre çapında ya da daha büyük –yani küresel bir felakete yol açması en muhtemel olan– Dünya'ya yakın 2.000 kadar asteroitle sınırladık. Günümüzde bu cisimlerin ancak yaklaşık 100 tanesini kataloglamışken, bunlardan birini kolayca Dünya'ya doğru saptırılacak ve yörüngesi değiştirilecek bir zamanda yakalamak yaklaşık yüz yılı bulacaktır. Şimdiye kadar, sanırım henüz adlandırılmamış,²

2. Ne ad verelim bu dünyacığa? Ona Yunanca Kader ya da Gazap yahut İntikam

sadece 1991OA denen yalnızca bir asteroit bulduk. Yaklaşık bir kilometre çapındaki bu asteroit 2070 yılında Dünya'nın yörüngesine 4,5 milyon kilometre mesafeye –Ay'ın uzaklığının sadece on beş katı mesafeye– gelecek. 1991OA'yı Dünya'ya çarpacak şekilde saptırmak için sadece 60 megaton TNT eşdeğerinin –yani şu anda bulunan nükleer savaş başlıklarından az sayıda bir miktarının– doğru şekilde patlatılması gerekir.

Şimdi, günümüzden birkaç on yıl sonra, Dünya'ya yakın bütün bu asteroitlerin listesinin çıkarıldığını ve yörüngelerinin saptandığını düşünelim. O zaman, JPL'den Alan Harris, Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'ndan Greg Canavan, Ostro ve benim gösterdiğimiz gibi, uygun bir cisim seçmek, yörüngesini değiştirmek ve Dünya'ya çarparak dehşet verici bir sonuç yaratmasını sağlamak sadece bir yıl alabilir.

Gereken teknolojinin –büyük optik teleskopların, duyarlı dedektörlerin, birkaç tonluk yükü taşıyacak ve yakın uzayda dakik bir randevuya uyacak roket itici sistemlerinin ve termonükleer silahların– hepsi bugün var. Hepsinde birtakım iyileşmeler güvenli bir şekilde beklenebilir, belki sonuncusu hariç. Dikkatli olmazsak, gelecek birkaç on yılda birçok ülke bu yetenekleri kazanabilir. Nasıl bir dünya yaratmış olacağız o zaman?

Yeni teknolojilerin tehlikelerini küçük gösterme gibi bir eğilimimiz var. Çernobil faciasından bir yıl önce, Sovyet nükleer enerji bakan yardımcılarının birine Sovyet reaktörlerinin güvenliği soruldu ve adam özellikle güvenli bir alan olarak Çernobil'i seçti. Bir felaketin ortaya çıkabileceği sürenin ortalaması, diye tahminde bulundu kendine güvenli bir şekilde, yüz bin yıldır. Ama bir yıla kalmadan... yıkım. *Challenger* faciasından bir yıl önce NASA üstlenicileri de buna benzer güvenceler vermişti: Mekikte felaketle sonuçlanacak bir hatanın olması için, diye tahminde bulundular, on bin yıl gerekir. Ama bir yıl sonra... büyük bir acı.

Kloroflorokarbonlar (CFC'ler) özellikle –sızmaları halinde hastalığa ve bazen ölümlere yol açan amonyak ve diğer soğutucuların yerini alacak– tümüyle güvenli bir soğutucu olarak geliştirildi. Kimyasal yönden inert, (normal yoğunlukta) zehirsiz,

adını vermek uygun gelmiyor çünkü bunun Dünya'ya çarpıp çarpmaması tamamen bizim elimizde. Kendi haline bırakırsak çarpmaz. Akıllıca ve hassas bir şekilde ittirirsek çarpar. Ona belki de "Sekiz Top" adını vermeliyiz.

kokusuz, tatsız, alerjiye yol açmayan, tutuşmayan CFC'ler iyi tanımlanmış bir sorun için parlak bir teknik çözümü simgeliyordu. Bunlar soğutucuların ve klimaların dışında birçok alanda da kullanım buldu. Ama daha önce de anlattığım gibi, CFC'leri geliştiren kimyacılar önemli bir gerçeği gözden kaçırdı; moleküllerin, inertlikleri sayesinde stratosferin yüksek yerlerine kadar çıkacağını ve orada güneş ışığıyla parçalanarak klor atomlarını serbest bırakacağını ve sonra da bunun koruyucu ozon tabakasına saldıracağını yani. Birkaç bilimcinin çalışması sayesinde bu tehlike zamanında fark edilip önlenildi. Biz insanlar şimdi CFC'lerin üretimini hemem hemen durdurduk. Tehlikeden gerçekten kurtulup kurtulamadığımızı yaklaşık bir yüzyıl geçmeden tam anlamıyla bilemeyeceğiz; CFC'lerin verdiği tüm zararın tamamlanması bu kadar süre tutuyor. Eski Camarinalılar gibi hatalar yapıyoruz.³ Kâhinlerin uyarılarını sık sık duymazdan gelmekle yetinmiyoruz sadece; karakteristik bir şekilde onlara hiç danışmıyoruz bile.

Asteroitleri Dünya yörüngesine getirme fikri bazı uzaybilimcilere ve uzun vadeli planlamacılara cazip geldi. Bu dünyaların minerallerini ve değerli metallerini çıkarmayı yahut orada, uzay altyapısında kullanılacak, götürmek için Dünya'nın yerçekimine karşı mücadele zorunluluğu yaratmayan kaynaklar sağlamayı öngörüyorlar. Bu amaca varmanın nasıl başarılacağı ve yararlarının neler olacağı konusunda makaleler yayımlandı. Modern tartışmalarda asteroit, Dünya'nın yörüngesine ilk olarak onu Dünya atmosferinden geçirerek ve bu sayede frenleyerek, yani hataya çok yakın bir manevrayla yerleştiriliyor. Yakın bir gelecekte bence bu girişimin, özellikle de çapı onlarca metreden büyük, metalik dünyacıklarda çok olağanüstü tehlikeli ve delice bir şey olduğunu görebileceğiz. Yönlendirmede, ittirmede ya da misyon tasarımındaki hataların çok şiddetli ve feci sonuçlara yol açabileceği bir işlemdir bu.

Bu söz edilenler dikkatsizlik örnekleridir. Ama başka türlü bir tehlike daha var: Zaman zaman, şu ya da bu icat elbette

3. Elbette, yeni bulduğumuz, harap edici güçte teknolojilerin getirdiği çok çeşitli diğer sorunlar da var. Ama çoğu vakada bunlar Camarinalılarınki gibi felaketler değil; aşağı tükürsen sakal yukarı tükürsen bıyık. Buna karşılık bunlar akıl ve zamanlama ikilemleri; örneğin, mümkün olan birçok alternatif arasından yanlış bir soğutucu ya da soğutma fiziği seçimi.

kötüye kullanılmayacak, denir bize. Aklı başında hiç kimse bu kadar düşüncesiz değildir. “Ancak bir deli...” tezidir bu. Böyle bir şeyi her duyduğumda (ve bu tür tartışmalarda sık sık ortaya çıkar bu), o delinin aslında var olduğunu hatırlarım. Bunlar bazen, modern endüstri toplumlarında siyasal iktidarın en yüksek düzeylerine ulaşır. Hitler ve Stalin’in, yani sadece insan ailesinin geri kalanı için değil, kendi halkları için de çok ciddi tehlikeler yaratmış zorbaların yüzyılıdır bu. Hitler 1945 kışı ve baharında Almanya’nın –hatta “insanların hayatta kalmak için ihtiyaç duyduğu temel şeylerin” – yok edilmesini emretti çünkü sağ kalan Almanlar ona “ihanet” etmişti ve her halükârda, ölmüş olanlardan “aşağı”ydılar. Hitler’in elinde nükleer silah olsaydı, müttefiklerin, varsa bile nükleer silahlarla karşı saldırıda bulunma tehlikesinin onu caydırması mümkün değildi. Bu durum onu teşvik edebilirdi.

Uyarlığı tehdit eden teknolojiler biz insanlara emanet edilebilir mi? Gelecek yüzyılda insan nüfusunun çoğunun bir çarpma ile ölme riski hemen hemen binde birse de, asteroit sapıtma teknolojisinin başka bir yüzyılda yanlış ellere –Hitler ya da Stalin gibi, herkesi öldürmeye meraklı, insan düşmanı bir sosyopatın, şehvetle “büyüklik” ve “şan şeref” isteyen bir megalomanın, intikam peşinde koşan bir etnik şiddet kurbanının, olağanüstü aşırı testosteron zehirlenmesine uğramış birinin, kıyamet gününü hızlandırmak isteyen dinsel bir fanatiğin ya da sadece, denetim ve güvenlik işlemlerini beceremeyen ya da yeterince dikkatli olmayan teknisyenlerin eline– düşmesi daha muhtemel değil mi? Bu tür insanlar var. Riskler yararlardan daha fazla, tedavi hastalıktan daha kötü sanki. Dünya’nın arasından geçtiği, Dünya’ya yakın asteroitler bulutu çağımızın Camarina bataklığı olabilir.

Bunların hepsi tamamen ihtimal dışı, diye düşünmek kolay, tam bir huzursuzluk fantezisi bu. Aklı başında kafalar elbet üstün gelecek. Savaş başlıklarının hazırlanmasına ve fırlatılmasına, uzay seferine, savaş başlıklarının patlatılmasına, her bir patlamanın ne kadar yörüngesel sarsıntı yarattığının kontrolüne, asteroitin güdülererek Dünya’ya çarpacak bir yörüngeye sokulmasına vesaire ne kadar çok insanın katılacağını düşünün. Hitler geri çekilen Nazi birliklerinin Paris’i yakmasını ve bizzat

Almanya'nın harabeye çevrilmesini emretse de, emirlerinin yerine getirilmemiş olması dikkate değer bir şey değil mi? Saptırma misyonunun başarısı yönünden önemli biri elbette tehlikeyi fark edecektir. Projenin iğrenç bir düşman ülkeyi yok etmek üzere tasarlandığı yolunda bir güvene bile muhtemelen kimse kapılmaz çünkü çarpışmanın sonuçları gezegen boyutundadır (ve her halükârda, sizin asteroitinizin dev kraterini bunu özellikle hak eden bir ülkede açmasını garantilemek çok zordur).

Ama şimdi, düşman birlikler tarafından işgal edilmemiş, gelişen ve kendinden emin bir totaliter ülke düşünün. Emirlerle sorgusuz sualsiz itaat edildiği bir gelenek düşünün. Operasyona katılanlara göstermelik bir hikâye uydurulduğunu düşünün: Asteroit, Dünya'ya çarpmak üzeredir ve görevleri onu saptırmaktır; fakat insanları gereksiz yere korkutmamak için operasyon gizli yapılmalıdır. Sıkı bir emir-komuta hiyerarşisiyle, bilginin bölümlere ayrılmasıyla, genel gizlilikle ve göstermelik bir hikâyeyle, askerî bir ortamda, kıyamet yaratacak emirlere itaat edilmeyeceğine güvenilebilir miyiz? Gelecek on yıllarda ve yüzyıllarda ve binyıllarda böyle bir şeyin olmayacağından gerçekten emin miyiz? Ne kadar eminiz?

Her teknolojinin iyi ya da kötü kullanılabileceğini söylemenin bir anlamı yok. Bu elbette doğru; ama "kötü" yeterince kıyametsel ölçekte bir başarıya ulaşabiliyorsa, hangi teknolojilerin geliştirilebileceği konusunda sınırlar koymalıyız. (Bu sınırı bir şekilde her zaman koyuyoruz çünkü bütün teknolojilerin geliştirilmesine gücümüz yetmiyor. Bazıları tercih ediliyor, bazıları edilmiyor.) Yahut ülkeler topluluğu tarafından, deliler ve diktatörler ve fanatizmler için bazı kısıtlamalar konabilmelidir.

Asteroitleri ve kuyruklu yıldızları izlemek akıllıcadır, iyi bir bilimdir ve çok pahalı değildir. Ama zayıflıklarımızı bildiğimiz halde, küçük dünyaları saptırma teknolojisini geliştirmeyi nasıl oluyor da hâlâ aklımızdan bile geçirebiliyoruz? Güvenlik için, bu teknolojiye sahip ülkelerden her birinin bir diğeri için kötü kullanımına karşı denetim ve denge sağlamasını mı hayal edeceğiz? O eski nükleer dehşet dengesine benzer bir şey değil bu. Küresel bir felaket yaratmaya niyetli ve acele etmezse rakibinin onu alt edeceğini bilen bir deliyi pek caydıramaz. Ülkeler topluluğunun, zekice tasarlanmış, gizli bir asteroit saptırmasını

bu konuda bir şeyler yapılabilecek bir zamanda fark edebileceğinden nasıl emin olabiliriz? Böyle bir teknoloji geliştirilmişse, bu riskle orantılı bir güvenliği sağlayabilecek uluslararası bir tedbir düşünülebilir mi?

Kendimizi sadece gözetlemeyle sınırlasak bile bir risk var. Bir jenerasyonda, 100 metre çapında ya da daha büyük 30.000 cismin yörüngesini tanımladığımızı ve bu bilginin elbette halka duyurulduğunu düşünün. Dünya'ya yakın uzayın siyah renginin üzerinde asteroitlerin ve kuyrukluyıldızların yörüngelerini, tepemizde sallanan 30.000 –yani optimum berrak bir atmosfer koşullarında çıplak gözle görülebilecek yıldız sayısının on katı– Demokles'in kılıcını gösteren haritalar yayınlanacak. Böyle bir bilgiye sahip bir kamuoyunun gerginliği, bundan habersiz olduğumuz bugünkü çağımızdakinden çok daha büyük olabilir. Var olmayan tehlikeleri bile savuşturacak yöntemlerin geliştirilmesi için dayanılmaz bir kamuoyu baskısı olabilir ve bu da saptırma teknolojisinin kötüye kullanılma tehlikesini arttıracaktır. Bu nedenle, asteroit keşfi ve gözetlemesi gelecekteki siyasetin sadece nötr bir aracı değil, daha ziyade bir tür bubi tuzağıdır. Bence öngörülebilecek tek çözüm, doğru bir yörünge tahmini, gerçekçi bir tehlike değerlendirmesi ve etkili bir kamuoyu eğitiminin kombinasyonudur; böylece, en azından demokrasilerde, bilgi sahibi yurttaşlar kendi kararlarını kendileri verebilir. Bu görev NASA'ya düşer.

Dünya'ya yakın asteroitlere ve yörüngelerini değiştirme yöntemlerine ciddi gözle bakılmalı. Savunma Bakanlığı'ndaki ve silah laboratuvarlarındaki görevlilerin asteroitleri oraya buraya ittirmeyi planlamada gerçekten büyük tehlikeler olabileceğini idrak etmeye başladığını gösteren birtakım işaretler var. Sivil ve asker bilimciler bu konuyu tartışmak için bir araya geldi. Birçok kişi asteroit tehlikesini ilk kez duyduğunda bunu Cesur Cıvıv* türünden bir masal sanır; yeni gelmiş Kaz Lucy büyük bir heyecan içinde, gökyüzünün çöktüğü yolunda, çok acil bir haberi aktarıyor. Bizzat tanık olmadığımız bir felaketin olabileceği ihtimalini reddetme eğilimi uzun vadede büyük bir aptallıktır. Ama bu vakada sağduyulu bir müttelik olabilir.

* Başına bir palamut düşünce gökyüzünün çöktüğünü sanan bir çizgi film karakteri. (ç.n.)

BU ARADA BİZ YİNE DE saptırma ikilemiyle yüzleşmeliyiz. Bu teknolojiyi geliştirip kullanırsak canımıza okuyabilir. Bunu yapmazsak bir asteroit ya da kuyruklu yıldız canımıza okuyabilir. Bu ikilemin çözümü, bence, bu iki tehlikenin muhtemel zaman ölçeğinin çok farklı olmasına dayanıyor; birincinin zaman ölçeği kısa, ikincinin uzun.

Ben, Dünya'ya yakın asteroitlerle gelecekteki ilişkimizin şöyle bir şey olacağını düşünmek istiyorum: Dünya'da konuşlandırılmış gözlemcilerinde bütün büyük asteroitleri keşfediyoruz, yörüngelerinin haritasını çıkarıp gözlüyoruz, rotasyon oranlarını ve bileşimlerini saptıyoruz. Bilimciler tehlikeleri açıklarken özenli davranıyor; ne abartıyor ne de olabilecekleri gizliyorlar. Seçilmiş birkaç gökcisminde robot uzay araçları gönderiyoruz, araçlar onların yörüngelerine giriyor, üzerlerine konuyor ve yüzey numunelerini Dünya'daki laboratuvarlara getiriyor. Son olarak insanları gönderiyoruz (Düşük yerçekimi nedeniyle, durdukları yerden göğe sıçrayarak on kilometre ya da daha uzun mesafeli uzun atlama yapabilirler ve bir beyzbol topunu fırlatarak asteroitin yörüngesine sokabilirler). Tehlikeleri tam anlamıyla biliyor, dünyaları değiştirecek teknolojilerin kötüye kullanıma potansiyeli çok daha az hale gelinceye kadar yörünge değiştirme girişiminde bulunmuyoruz. Bu epey bir zaman alabilir.

Eğer dünyaları oraya buraya sevk etme teknolojisini çok hızlı geliştirirsek kendimizi yok edebiliriz; eğer çok yavaş kalırsak kendimiz muhakkak yok olacağız. Dünya siyasi örgütlerine bu kadar ciddi bir sorunla başa çıkma konusunda güvenilebilmesi için, güvenilirliklerinin epey bir yol katetmesi gerekecek. Öte yandan, kabul edilebilir bir ulusal çözüm var gibi görünmüyor. Yeminli (ya da potansiyel) düşman bir ülkenin elinde dünyayı yok edecek bir olanak varken, ülkemizin elinde bunun aynısı bir güç olsa da olmasa da kim kendini rahat hissedebilir ki? Gezegenler arası çarpışma tehlikesinin varlığı herkes tarafından anlaşılırsa bu durum türümüzü bir araya getirmeye yarar. Biz insanlar ortak bir tehlikeyle karşılaşınca zaman zaman, çoğu kişinin olanaksız diye düşündüğü yüksekliklere çıktık; aramızdaki farkları, en azından tehlike geçinceye kadar bir kenara bıraktık.

Ama *bu* tehlike hiçbir zaman geçmeyecek. Kütle çekimleriyle dalgalanan asteroitlerin yörüngeleri yavaş yavaş değişiyor; hiçbir

belirti vermeden, Pluton ötesi karanlıktan yeni kuyruklu yıldızlar çıkıp yalpalayarak bize doğru geliyor. Bunlarla başa çıkmanın bizi tehlikeye sokmayacak bir yolunu bulmaya her zaman ihtiyaç olacak. Bizi –biri doğal, öteki insan eseri– iki tehlikeyle karşı karşıya bırakan, Dünya’ya yakın küçük asteroitler, etkili uluslarötesi kurumlar yaratılması ve insan türünün birleştirilmesi için yeni ve güçlü bir motivasyon sağlıyor. Bunun tatmin edici bir alternatifini bulmak zor.

Bizler zaten, her zamanki gergin, iki adım ileri bir adım geri tarzımızla, birleşmeye doğru gidiyoruz. Ulaşım ve iletişim teknolojilerinden, karşılıklı bağımlı dünya ekonomisinden ve küresel çevre krizinden kaynaklanan güçlü etkiler var. Çarpma tehlikesi bunun hızını arttırıyor sadece.

Sonunda, tedbirli bir şekilde, Dünya için kazara bir felakete yol açabilecek asteroitlere yönelik hiçbir şeye kalkışmamaya titizlikle dikkat ederek, çapı 100 metreden küçük, metalik olmayan dünyaların yörüngesini nasıl değiştireceğimizi öğrenmeye başlayacağımızı düşünüyorum. Küçük patlamalarla başlayacağız ve yavaş yavaş ilerleyeceğiz. Bileşimleri ve dirençleri farklı, çeşitli asteroitlerin ve kuyruklu yıldızların yörüngelerini değiştirmede deneyim kazanacağız. Hangilerinin itilip kakılabileceğini, hangilerine bunun yapılamayacağını saptamaya çalışacağız. Belki 22. yüzyılda, küçük dünyaları Solar Sistemde nükleer patlamalar kullanmadan, nükleer füzyon makineleri ya da bunların eşdeğerleriyle hareket ettireceğiz (bir sonraki bölüme bakınız). Değerli ve sanayide kullanılacak metallerden oluşan küçük asteroitleri Dünya yörüngesine yerleştireceğiz. Yavaş yavaş, tahmin edilebilir bir gelecekte Dünya’ya çarpabilecek büyük bir asteroiti ya da kuyruklu yıldızı saptıracak bir savunma teknolojisi geliştirirken, çok titizce bir dikkatle, bunun kötüye kullanımına karşı da güvenlik katmanları oluşturacağız.

Saptırma teknolojisi, kötüye kullanımının tehlikesi kısa zamanda bir çarpma tehlikesinden çok daha büyük olduğundan –kesinlikle onlarca yıl, belki de yüzlerce yıl– bekleyebilir ve bizler önleyici tedbirler alabilir, siyasi kurumları yeniden oluşturabiliriz. Kartlarımızı doğru oynar ve şanssızlığa uğramazsak, burada yaptığımız ilerlemeyle orada yapacağımız şeye yetişebiliriz. Bu ikisi birbirine her halükârda sıkı sıkıya bağlı.

Asteroit tehlikesi bizi bir şeyler yapmaya zorluyor. Sonuçta, iç Solar Sistemin tümünde güçlü bir insan varlığı yaratmak zorundayız. Bu kadar önemli bir konuda sadece robotlu savuşturma yöntemleriyle yetinebileceğimizi sanmıyorum. Bunu güvenli bir şekilde yapabilmek için de siyasi ve uluslararası sistemlerimizde değişiklikler yapmalıyız. Vardığım bu sonuç geleceğimiz hakkında epey kuşkuluydu da, biraz daha sağlıklı ve insan kuruluşlarının aşırılıklarına karşı güvenli gibi geliyor bana.

Uzun vadede, profesyonel gezgincilerin torunları olmasak da, keşif tutkularından hiç esinlenmemiş olsak da, bazılarımız yine de Dünya'dan –sırf hepimizin varlığının devamını sağlamak için– gitmek zorunda. Ve bizler oraya gittiğimizde de üslere, altyapılara gereksinim duyacağız. Bazılarımızın başka dünyalardaki yapay çevrelerde yaşamasına çok fazla bir zaman kalmadı. İnsanların uzayda kalıcı varlığını destekleyen, Mars'a yönelik misyonlarla ilgili tartışmamızda atlanmış iki eksik tezdten birincisidir bu.

ÖTEKİ GEZEĞEN SİSTEMLERİ de kendi çarpma tehlikelerini yaşıyor olsalar gerek; çünkü asteroitlerin ve kuyrukluyıldızların kalıntıları olduğu küçük ilk dünyalar oradaki gezegenlerle aynı maddedendi. Gezegenler oluştuktan sonra bu planetesimallerin birçoğu artık olarak kalır. Dünya'ya yönelik, uygarlığı tehdit edecek çarpmalar arasındaki ortalama süre belki 200.000 yıl, yani bizim uygarlığımızın yaşının yirmi katı. Eğer varsa, dünya dışı uygarlıkların yaşama süresi, gezegenin fiziksel ve kimyasal nitelikleri ve biyosferi, uygarlığın biyolojik ve sosyal yapısı ve tabii ki çarpışma sıklığı gibi faktörlere bağlı olarak çok farklı olabilir. Atmosfer basıncı yüksek gezegenler büyükçe çarpıcılara karşı korunacaktır ama basınç da, sera ısınması ve diğer bazı sonuçlar yaşamı olanaksız kılmadan önce çok yüksek olamaz. Eğer yerçekimi Dünya'nınkinden çok daha azsa çarpıcıların vuracağı darbenin enerjisi daha az olacak ve tehlikesi azalacaktır ama bu tehlike, atmosferin uzaya kaçmayacağı dereceye kadar azalamaz.

Diğer gezegen sistemlerindeki çarpma sıklığı belli değil. Bizim sistemimizde, potansiyel çarpıcıları Dünya'nınkiyle kesişen yörüngelere gönderen, küçük cisimlerden oluşmuş iki büyük topluluk var. Kaynak toplulukların varlığı da çarpma sıklığını

sürdüren mekanizmalar da dünyaların dağılım biçimine bağlıdır. Örneğin bizim Oort Bulutu, Uranüs ve Neptün çevresinden kütlele çekimle fırlatılan buzlu dünyacıklardan oluşmuşa benziyor. Uranüs ve Neptün'ün oynadığı rolü oynayacak gezegenlerin olmadığı, ama bunun dışında bizimkinin aynısı sistemlerde Oort Bulutları belki çok daha az kalabalık olurdu. Açık ve küresel yıldız kümelerindeki yıldızlar, çift ya da çoklu sistemlerdeki yıldızlar, Galaksi'nin merkezine daha yakın yıldızlar, yıldızlar arası boşlukta Dev Moleküler Bulutlarla daha sık karşılaşan yıldızlar, bunların hepsinin Dünya benzeri gezegenleri daha yüksek çarpma akımlarına maruz kalıyor olabilir. Washington'daki Carnegie Enstitüsü'nden George Wetherill'in yaptığı bir tahmine göre, Jüpiter gezegeni hiç oluşmasaydı Dünya'ya gelen kuyruklu yıldız akımı yüzlerce ya da binlerce kez daha fazla olabilirdi. Jüpiter gibi gezegenlerin olmadığı sistemlerde kuyruklu yıldızlara karşı kütle çekim kalkanı zayıftır ve uygarlığı tehdit eden çarpmalar çok daha sıktır.

Gezegenler arası cisimlerin akımındaki artış bir dereceye kadar, evrimin hızını arttırabilir; Kretase-Üçüncü Dönem çarpışmasının dinozorları yeryüzünden silmesinden sonra memelilerin gelişmesi ve çeşitlenmesi gibi. Ama burada bir azalan verimler noktası olsa gerekir: Açıkçası, bazı akımlar herhangi bir uygarlığın varlığını sürdüremeyeceği kadar şiddetlidir.

Bu tartışma serisinin sonuçlarından biri, Galaksi'nin tüm gezegenlerinde birtakım uygarlıklar normal bir şekilde doğuyorsa da, bunların içinde hem uzun ömürlü hem de teknolojiye yoksun olanların çok az olacağıdır. Asteroitlerden ve kuyruklu yıldızlardan kaynaklanan tehlikeler elbette Galaksi'nin her tarafındaki yerleşimsiz gezegenler için geçerli olduğuna göre, her yerdeki, eğer varsa akıllı varlıklar anavatan dünyalarını siyasi yönden birleştirecek, gezegenlerinden ayrılacak ve yakınlarındaki küçük dünyaları oraya buraya hareket ettireceklerdir. Nihai seçimleri, bizim gibi, ya uzay uçuşu ya da yok olmaktır.

19 gezegenleri yeniden yaratmak

Kim inkâr edebilir insanın, cihazları ve göksel materyali
bulabilse göğü de bir şekilde yaratabileceğini?
-MARSILIO FICINO, "THE SOUL OF MAN" (Y. 1474)

II. Dünya Savaşı'nın ortalarında Jack Williamson adında genç bir Amerikalı yazar, insanların yaşadığı bir Solar Sistem düşledi. 22. yüzyılda, diye düşündü, Venüs'e Çin,¹ Japonya ve Endonezya; Mars'a Almanya ve Jüpiter'in aylarına Rusya yerleşecekti. İngilizce, yani Williamson'un yazdığı dili konuşanlar asteroitlerle –ve tabii ki Dünya'yla– sınırlı kalacaktı.

1942 Temmuz'unda *Astounding Science Fiction*'da yayımlanan öykünün adı "Çarpışma Yörüngesi"ydi ve Will Stewart takma adıyla yazılmıştı. Konusu, yaşam barındırmayan bir asteroitin, üzerinde yerleşimciler bulunan bir asteroitle çok yakında çarpışacak olmasına ve küçük dünyaların yörüngesini değiştirmenin bir yolunun aranmasına dayalıydı. Gerçi Dünya'daki hiç kimse tehlikede değilse de, asteroit çarpmalarının, gazetelerdeki çizgi

1. Gerçek dünyada, Çinli uzay görevlileri yüzyılın sonunda iki kişilik bir astro-not kapsülünü yörüngeye göndermeyi düşünüyor. Modifiye bir *Long March 2E* roketiyle gönderilecek ve Gobi Çölü'nden fırlatılacak. Çin ekonomisi –daha 1990'ların ortalarında dikkat çeken hızlı büyümesi şöyle dursun– ılımlı bir büyüme hızı sergilese bile, Çin 21. yüzyılın ortalarında ya da daha erken bir zamanda dünyanın önde gelen uzay güçlerinden biri olabilir.

romanlar sayılmazsa, ilk kez insanlara yönelik bir tehdit olarak görülmesiydi belki de bu (Dünya'ya çarpan *kuyrukluyıldızlar* ana tehlike haline gelmişti).

1940'ların başlarında Mars ve Venüs'ün çevresel koşulları pek bilinmiyor, insanların karmaşık yaşam destek sistemlerine gerek olmadan oralarda yaşayabileceği düşünülüyordu. Fakat asteroitler başka bir meseleydi. Asteroitlerin küçük, susuz, havasız dünyalar olduğu o zaman bile gayet iyi biliniyordu. Oralara özellikle de çok sayıda insan yerleşecekse bu küçük dünyalar bir şekilde düzeltilmeliydi.

Williamson "Çarpışma Yörüngesi"nde, böylesine çorak ve kısırları karakolları ılımlı hale getirebilen bir grup "uzay mühendisi"ni betimler. Williamson, sözlüğe yeni bir sözcük kazandırarak, başkalaşım geçirip Dünya'ya benzer bir gezene dönüştürme işlemine "terraformasyon" adını verir. Bir asteroitteki düşük yerçekiminin, orada oluşturulan yahut oraya nakledilen bir atmosferin çabucak uzaya kaçması demek olduğunu bilir. Bu yüzden, onun en önemli terraformasyon teknolojisi "paragravite" yani atmosferi yoğun tutacak yapay bir yerçekimidir.

Bugün hemen hemen bildiğimiz kadarıyla, paragravite fiziksel yönden olanaksız bir şey. Ama Konstantin Tsiolkovski'nin önerdiği gibi, asteroitlerin yüzeyinde kubbe biçiminde, saydam konutlar ya da Britanyalı bilimci J.D. Bernal'in 1920'lerde tasarladığı gibi, asteroitlerin *içinde* kurulacak köyler düşleyebiliriz. Asteroitler ufak ve yerçekimleri düşük olduğundan, çok büyük yeraltı yapıları bile nispeten kolay olabilir. Asteroitin bir tarafından öteki tarafına kadar uzanan, engelsiz bir tünel kazılırsa bir ucundan dalıp 45 dakika falan sonra diğer ucundan çıkar, bir aşağı bir yukarı sallanarak bu dünyanın tüm çapı boyunca sonsuz bir şekilde gidersiniz. Doğru, yani karbonsu bir asteroitin içinde taştan, metalden ve plastikten yapılar için gereken materyali ve bol bol suyu –yani kapalı bir yüzey altı ekolojik sistem, bir yeraltı bahçesi oluşturmak için ihtiyaç duyabileceğiniz her şeyi– bulabilirsiniz. Bunun yaşama geçirilmesi bugün sahip olduklarımızın ötesinde, önemli bir adımı gerektirecektir ama böyle bir tasarıdaki –"paragravite" hariç– hiçbir şey olanaksız görünmüyor. Bütün öğeler günümüz teknolojisinde bulunabilir. Eğer yeterli bir neden varsa,

aramızdan önemli sayıda kişi 22. yüzyılda asteroitlerin üzerinde (yahut içinde) yaşayabilir.

Elbette sadece yaşamlarını sürdürmek için değil, Bernal'in öne sürdüğü gibi, asteroitsel vatanlarını hareket ettirmek için de enerjiye gereksinim duyacaklar (Bir yahut iki yüzyıl sonra, asteroit yörüngelerinin patlamayla değiştirilmesinden daha yumuşak bir yönteme geçiş çok büyük bir adım gibi gelmiyor). Kimyasal yolla bağlanmış sudan oksijenli bir atmosfer yaratılmışsa, organik maddeler tıpkı bugün Dünyada fosil yakıtların yakıldığı gibi yakılarak enerji üretilebilir. Güneş enerjisi de düşünülebilir fakat ana kuşak asteroitlerde güneş ışığının gücü Dünyadakinin ancak yüzde 10'u kadardır. Ama yine de, kimse-nin yaşamadığı asteroitlerin yüzeyini kaplayacak ve güneş ışığını elektriğe dönüştürecek muazzam genişlikte güneş paneli sahaları düşleyebiliriz. Fotovoltaik teknoloji Dünya yörüngesindeki uzay araçlarında rutin bir şekilde kullanılıyor ve bugün Dünya yüzeyinde kullanımı da giderek artıyor. Ama bu torunların evlerini ısıtmaya ve aydınlatmaya yeterli gelebilirse de, asteroit yörüngelerini değiştirmek için elverişli gibi görünmüyor.

Williamson bu nedenle antimadde kullanmayı öneriyor. Antimadde tıpkı normal madde gibidir fakat önemli bir farkı var. Hidrojeni düşünün: Normal bir hidrojen atomu, içte pozitif yüklü bir proton ve dışta negatif yüklü bir elektrondan oluşur. Bir antihidrojen atomuysa içte negatif yüklü bir proton ve dışta pozitif yüklü (pozitron da denen) bir elektrondan oluşur. Protonların, yüklerinin işareti ne olursa olsun, kütlesi aynıdır; ve elektronların da *kendi* yükleri ne olursa olsun kütlesi aynıdır. Zıt yüklü parçacıklar birbirini çeker. Bir hidrojen atomu da, bir antihidrojen atomu da stabildir çünkü her ikisinde de pozitif ve negatif elektrik yükleri tam dengededir.

Anti madde, bilimkurgu yazarlarının ya da teorik fizikçilerin zorlama tefekkürlerinden çıkma, varsayımsal bir kurgu falan değil. Antimadde diye bir şey var. Fizikçiler onu nükleer hızlandırıcılarda yapıyor; yüksek enerjili kozmik ışınlarda bulunabilir. Peki niçin onun hakkında daha çok şey duymuyoruz? Niçin kimse bize çıkarıp da bir parça antimadde göstermedi? Çünkü madde ve antimadde temasa geçirilirse birbirlerini şiddetli bir şekilde yok eder ve yoğun bir gama ışını patlaması halinde

kaybolurlar. Bir şeyin maddeden mi yoksa antimaddeden mi oluştuğunu sadece bakarak anlayamayız. Örneğin hidrojenle antihidrojenin spektroskopik özellikleri birbirinin aynısıdır.

Albert Einstein, niçin sadece maddeyi görüyoruz da antimaddeyi görmüyoruz sorusuna “Madde kazandı” yanıtını vermişti; ve bununla kastettiği de, Evrenin en azından bizim kesimimizde, çok önceleri, neredeyse bütün maddeler ve antimaddeler etkileşime girip de birbirini yok ettikten sonra, normal madde dediğimiz şeyin bir kısmının kalmış olduğudur.² Bugün, gama ışını astronomisi ve diğer yöntemlerden anlayabildiğimiz kadarıyla, Evren neredeyse tümüyle maddeden oluşmuştur. Burada oyalanmamız gerekmeyen çok derin kozmoloji dergileri bunun nedeniyle meşgul. Ama başlangıçta, maddenin antimaddeye karşı bir milyarda sadece bir parçacık farkla bir üstünlüğü var idiyse, bu bile bugün gördüğümüz evreni açıklamaya yeter.

Williamson, 22. yüzyılda insanların asteroitleri, maddeyle antimaddenin birbirini kontrollü bir şekilde karşılıklı yok etmesiyle hareket ettireceğini düşledi. Sonuç olarak çıkan gama ışınlarının tümü, paralelleştirilirse güçlü bir roket egzozu oluşturur. Antimadde (Mars’la Jüpiter yörüngelerinin arasındaki) ana asteroit kuşağında bulunabilirdi çünkü Williamson’a göre asteroit kuşağının *varlığının* açıklaması buydu. Onun ileri sürdüğüne göre, çok uzak geçmişte, uzayın derinliklerinden mütecaviz bir antimadde dünyacık Solar Sisteme gelip çarptı ve o zamanlar Dünya gibi bir gezegen olan, Güneş’ten itibaren beşinci gezegeni yok etti. Bu güçlü çarpışmanın parçaları asteroitlerdir ve bunlardan bazıları hâlâ antimaddedir. Bir anti-asteroiti yönlendirebilirseniz –Williamson bunun gayet nazik bir iş olabileceğini kabul ediyor– dünyaları istediğiniz gibi hareket ettirirsiniz.

O zamanlar Williamson’un düşünceleri çok fütüristikti ama hiç de budalaca değildi. “Çarpışma Yörüngesi”nin bir bölümü hayali diye nitelenebilir. Ne var ki bugün, Solar Sistemde önemli miktarda antimadde bulunmadığına ve asteroit kuşağının,

2. Bunun tersi olsaydı, bizler ve Evrenin bu bölümündeki diğer her şey antimaddeden oluşacaktı. Biz de tabii ki ona madde diyecektik; ve o diğer tür materyalden, yani elektrik yükü ters bir şeyden oluşan dünyalar ve yaşam düşüncesini saçma sapan bir uydurma gibi görecektik.

Dünya'ya benzer bir gezegenin parçaları değil, Dünya gibi bir gezegen oluşturmaları (Jüpiter'in kütleli çekim gelgitleri yüzünden) engellenmiş muazzam bir küçük cisimler sürüsü olduğuna inanmak için yeterli nedenlerimiz var.

Bununla birlikte, bugün nükleer hızlandırıcılarda (çok) küçük miktarlarda antimadde yaratabiliyoruz ve 22. yüzyılda herhalde çok daha fazla miktarlarda üretebileceğiz. Maddenin *tümünü* yüzde 100 verimlilikle, $E = MC^2$, enerjiye çevirmek çok verimli olduğundan, belki antimadde makineler de o zaman pratik bir teknoloji olacak ve Williamson'u haklı çıkaracak. Aksi takdirde asteroitleri yeniden biçimlendirmek, aydınlatmak, ısıtmak ve hareket ettirmek için hangi enerji kaynaklarının bulunacağını gerçekçi bir şekilde düşünebiliriz ki?

Güneş, protonları birbiriyle sıkıştırıp helyum çekirdeklerine dönüştürerek parlıyor. Bu işlem sırasında enerji salınıyorsa da bundaki verimlilik, madde ve antimaddenin yok olmasındaki- nin yüzde 1'inden azdır. Ama proton-proton reaksiyonu bile, kendimiz için yakın bir gelecekte gerçekçi bir şekilde düşünebileceğimizin çok ötesinde bir şey. Gereken sıcaklık çok yüksek. Ama protonları birbiriyle sıkıştırmak yerine hidrojenin daha ağır türlerini kullanabiliriz. Termonükleer silahlarda bunu halen yapıyoruz. Döteryum, bir nötrona nükleer enerjiyle bağlanmış bir protondur; trityum, iki nötrona nükleer enerjiyle bağlanmış bir protondur. Başka bir yüzyılda, döteryumla trityumun ve döteryumla helyumun kontrollü füzyonunu içeren, kullanılabilir enerji projelerimizin olması muhtemel görünüyor. Döteryum ve trityum (Dünya'daki ve başka gezegenlerdeki) suda çok az miktarda bileşenler olarak var. Füzyon için gereken helyum türü, yani (çekirdeği iki proton ve bir nötrondan oluşan) 3He milyarlarca yıldır, güneş rüzgârlarıyla asteroitlerin yüzeyine nakledilmiştir. Bu işlemler Güneş'teki proton-proton reaksiyonu kadar verimli değildir ama sadece birkaç metre boyuttaki bir buz tabakasından, küçük bir kente bir yıl yetecek enerjiyi sağlayabilir.

Füzyon reaktörleri, küresel ısınma sorununu çözme, hatta önemli ölçüde hafifletmede birincil bir rol oynama yolunda çok yavaş ilerliyor sanki. Ama 22. yüzyılda bunlar yaygın hale gelecek. Füzyon roket motorlarıyla asteroitleri ve kuyruklu yıldızları iç Solar Sistemde hareket ettirmek, örneğin bir ana kuşak

asteroitini getirip Dünya yörüngesine yerleştirmek mümkün olacak. 10 kilometre çapında bir gezegen, Satürn'den, diyelim ki Mars'a, bir kilometre çapındaki buzlu bir kuyrukluysıldızın içindeki hidrojenin nükleer şekilde yanmasıyla taşınabilecek (Yine, bugünkünden çok daha büyük bir siyasi stabilite ve güvenliğin olduğu bir çağı farz ediyorum).

BİR AN İÇİN, dünyaları yeniden düzenlemenin etiği hakkında ya da bunu felakete varan sonuçlara yol açmaksızın becerebilme yeteneğimiz hakkında taşıyabileceğiniz kuşkuları bir kenara bırakın. Dünyacıların içini oymak, onları insan yerleşimine uygun şekilde yeniden biçimlendirmek ve Solar Sistemde bir yerden başka bir yere götürmek bir iki yüzyıl sonra bizim için mümkün olacak gibi görünüyor. Belki o zamana kadar, yeterli uluslararası güvenlik garantilerine de kavuşacağız. Peki ya sadece asteroidlerin ya da kuyrukluysıldızların değil, gezegenlerin de yüzey çevrelerinin değiştirilmesi? Mars'ta yaşayabilir miyiz?

Mars'ta yuva kurmak isteseydik, en azından ilke olarak, bunu yapabileceğimizi görmek zor değil: Bol bol güneş ışığı var. Kayalarda, yeraltında ve kutup buzlarında bol bol su var. Atmosfer çoğunlukla karbondioksitten oluşuyor. Kendi kendine yeterli yerleşimlerde –herhalde kubbe biçiminde, kapalı yerlerde– ürün yetiştirebilmemiz, sudan oksijen üretebilmemiz, atıkları geri dönüştürebilmemiz muhtemel görünüyor.

İlk başta, Dünya'dan sağlanan malzemelere bağımlı olacağız ama zamanla bunların giderek daha çoğunu kendimiz üreteceğiz. Giderek kendi kendimize daha yeterli hale geleceğiz. Kubbeli konutlar, normal camdan yapılsa bile, görünebilir güneş ışığını geçirecek ve Güneş'in morötesi ışınlarını süzecek. Bu konutlardan, oksijen maskeleri ve koruyucu giysilerle –fakat uzay kıyafetleri gibi hantal ve ağır olmayan şeylerle– çıkabilecek ve keşfetmeye ya da yeni kubbeli köyler veya çiftlikler yapmaya gideceğiz.

Amerika'nın öncü göçmenler deneyimini çok çağrıştırıyor sanki fakat en azından bir büyük farkı var: İlk aşamalarda büyük miktarda devlet yardımı şart. Gereken teknoloji, benim yüz yıl önceki dedemle büyükannem gibi yoksul ailelerin Mars'a gidişlerini kendi başlarına ödeyemeyeceği kadar pahalı. İlk Mars

öncüleri devletler tarafından gönderilecek ve çok uzmanlaşmış becerileri olacak. Ama bir iki kuşak sonra, çocuklar ve torunlar orada doğduğunda –ve özellikle de kendi kendine yeterliliğe ulaşıldığında– bu durum değişmeye başlayacak. Mars'ta doğan çocuklara bu yeni çevrede hayatta kalmak için gerekli teknoloji konusunda özel bir eğitim verilecek. Yerleşimciler eskisinden daha az kahraman ve müstesna hale gelecek. İnsanların güç ve kusurlarının tümü kendini göstermeye başlayacak. Yavaş yavaş, özellikle de Dünya'dan Mars'a gitmenin zorluğu yüzünden, benzersiz bir Mars kültürü –onları yaşadıkları çevreye bağlayan farklı tutkular ve korkular, farklı teknolojiler, farklı sosyal sorunlar, farklı çözümler– ve tüm insanlık tarihi boyunca, buna benzer durumlarda hep ortaya çıkan, ana dünyaya karşı kültürel ve siyasi bir yabancılık hissi doğmaya başlayacak.

Büyük gemiler Dünya'dan çok önemli teknolojileri, yeni yerleşimci aileleri, kıt kaynakları getirecek. Mars hakkında sınırlı bilgilerimize dayanarak, onların ana dünyaya boş mu döneceklerini –yoksa sadece Mars'ta bulunan bir şeyi, Dünya'da çok değerli sayılan bir şeyi mi götüreceklerini– bilmek zor. Mars yüzeyinden alınan numunelerin bilimsel incelemesi ilk başta çoğunlukla Dünya'da yapılacak. Ama zamanla, Mars (ve ayları Phobos ve Deimos) üzerine bilimsel çalışmalar Mars'ta yapılacak.

Sonunda –insan nakillerinin diğer her biçiminde olduğu gibi– gezegenler arası yolculuk sıradan olanaklara sahip insanlar için de mümkün hale gelecek: Kendi araştırma projelerini takip eden bilimciler, Dünya'dan bıkan yerleşimciler, hatta maceracı turistler için. Ve tabii ki kâşifler de olacak.

Eğer Mars'ın çevresel koşullarını Dünya'ya çok daha benzer kılmanın mümkün olacağı zaman gelirse –yani koruyucu kıyafetlerden, oksijen maskelerinden ve kubbeli çiftliklerden ve kentlerden vazgeçilebilirse– Mars'ın çekiciliği ve ulaşılabilirliği kat kat artacak. Aynı şey tabii ki, insanların gezegensel çevreyi dışarıda tutmak için karmaşık tertibatlar olmadan yaşayabileceği şekilde değiştirilebilen başka herhangi bir dünya için de geçerli olacak. Benimsediğimiz vatanımızda, ölümle aramızdaki tek şey sağlam bir kubbe yahut uzay kıyafeti olmadığında kendimizi çok daha rahat hissederiz. (Ama belki de tehlikeleri abartıyorum. Hollanda'nın alçak topraklarında yaşayan insanlar en azından,

Kuzey Avrupa'nın diğer sakinleri kadar uyumlu ve kaygısız görünüyor; fakat onlarla deniz arasında siper duvarlarından başka bir şey yok.)

Bu sorunun tahmine dayalı niteliğini ve bilgimizin sınırlılığını kabul edersek, gezegenlerin terraformasyonunu düşlemek yine de mümkün müdür?

İnsanların şu anda bir gezegenin çevresel koşullarını adanmaklı bir şekilde değiştirebileceğini görmek için kendi dünyamızdan başka bir yere bakmamıza gerek yok. Ozon tabakasındaki delinme, artan sera etkisinden ötürü küresel ısınma ve nükleer savaştan ötürü küresel soğuma, bunların hepsi halihazırdaki teknolojinin dünyamızın çevresel koşullarını büyük ölçüde değiştirebilme tarzları ve hepsi de, başka bir şey yaparken istemeden ortaya çıkan sonuçlar. Eğer gezegenimizin çevresel koşullarını değiştirmek *isteseydik*, çok daha büyük değişiklikler yaratmayı tam anlamıyla becerirdik. Teknolojimiz daha güçlendikçe daha da adanmaklı değişimleri gerçekleştirebilir hale geleceğiz.

Ama tıpkı (arabaların paralel park ettiği) bir park yerinden çıkmanın girmekten daha kolay olduğu gibi, bir gezegenin çevresel koşullarını bozmak, onu dar bir aralıkta kalması gereken ısıya, basınca, bileşime vesaire getirmekten kolaydır. Issız ve yaşamaya elverişsiz dünyaların ne kadar çok olduğunu ve –çok dar sınırlar içinde– yeşil ve ılıman sadece bir dünyanın var olduğunu biliyoruz. Solar Sistemde uzay araçlarıyla keşif çağının daha başında çıkan en önemli sonuçlardan biridir bu. Dünya'yı, yahut atmosferi bulunan bir gezegeni, değiştirirken pozitif geri dönüşler konusunda çok dikkatli olmalıyız çünkü birazcık dürttüğümüzde çevresel koşullar başını alıp gider; biraz soğutma, belki Mars'taki gibi kontrolden çıkmış bir buzullanmaya ya da biraz ısıtma, Venüs'teki gibi kontrolden çıkmış bir sera etkisine yol açar. Bilgimizin bu amaç için yeterli olduğu hiç de net değil.

Bildiğim kadarıyla, bilimsel literatürde gezegenlerin terraformasyonu konusunda ilk öneri, benim 1961'de yazdığım, Venüs üzerine bir makaledeydi. O zamanlar ben Venüs'te karbondioksit/su buharı sera etkisinin yarattığı, suyun normal kaynama derecesinin çok üzerinde bir yüzey sıcaklığı olduğundan gayet emindim. Venüs'ün yüksek bulutlarını, atmosferdeki CO₂, N₂ ve H₂O'yu alarak organik moleküllere dönüştürecek, genetiği

değiştirilmiş mikroorganizmalarla tohumlamayı düşledim. CO₂ atmosferden alındıkça sera etkisi azalacak ve yüzey soğuyacaktı. Atmosferdeki mikroplar zemine taşınacak, orada serbest kalacaklar ve böylece su buharı atmosfere geri dönecekti; ama CO₂'den çıkan karbon yüksek sıcaklık nedeniyle, geri dönüşsüz bir şekilde grafitte ya da karbonun gaz haline gelmeyen başka bir biçimine dönüşecekti. Sonunda sıcaklık kaynama noktasının altına düşecek ve Venüs'ün yer yer su birikintileri ve ılık su gölleriyle bezeli yüzeyi yaşama elverişli hale gelecekti.

Bu fikir, bilimle bilimkurgunun sürekli dansında –bilimin kurguyu kurgunun da yeni bir bilimci kuşağını tahrik ettiği, her iki tarza da yarar sağlayan bir süreçte– birtakım bilimkurgu yazarları tarafından hemen kapıldı. Ama dansın bir sonraki aşaması olarak şimdi, Venüs'ü özel fotosentez mikroorganizmalarıyla tohumlamanın bir işe yaramayacağı kesin. 1961'den bugüne dek, Venüs bulutlarının, genetik mühendisliğini epey zorlaştıran yoğun bir sülfürik asit solüsyonundan oluştuğunu keşfettik. Ama bu kendi başına ölümcül bir kusur değil (Yaşamlarını konsantre sülfürik asit solüsyonunda sürdüren mikroorganizmalar var). Ölümcül kusur şu: 1961'de ben, Venüs yüzeyindeki atmosfer basıncının birkaç “bar” yani Dünya yüzeyindeki hava basıncının birkaç katı olduğunu düşünmüştüm. Bugün bunun 90 bar olduğunu biliyoruz, yani bu plan işleseydi sonuç yüzlerce metre grafit tozunun altına gömülmüş bir yüzey ve 65 barlık, neredeyse saf moleküler oksijenden bir atmosfer olacaktı. İlk önce atmosfer basıncıyla mı ezileceğimiz yoksa o kadar oksijenin içinde kendiliğinden alev mi alacağımız belli değil. Gerçi bu kadar çok oksijenin oluşturulmasından çok önce grafit kendiliğinden yanıp tekrar CO₂'ye dönüşerek işleme kısa devre yaptırır. Böyle bir plan olsa olsa Venüs'ün terraformasyonunu ancak kısmen götürebilir.

22. yüzyılın başlarında nispeten ucuz ağır yük araçlarımızın olacağını ve böylece, başka dünyalara büyük miktarda yük götürebileceğimizi varsayalım; bol miktarda ve güçlü füzyon reaktörlerinin ve çok gelişmiş bir genetik mühendisliğinin olacağını. Halihazırdaki trendleri düşünürsek, bu varsayımların üçü de muhtemeldir. Gezegenlere terraformasyon yapabilir miyiz?³

3. Doğu New Mexico Üniversitesi'nde İngilizce Emeritus Profesör Williamson,

NASA'nın Ames Araştırma Merkezi'nden James Pollack ve ben bu sorunu inceledik. Bulduklarımızın bir özeti şöyle:

VENÜS: Venüs'ün sorunu açıkça oradaki çok büyük sera etkisidir. Sera etkisini neredeyse sıfıra kadar azaltabilsek iklim ılıklaşabilir. Ama 90 barlık bir CO₂ atmosferi çok baskıcı bir yoğunlukta. Posta pulu kadar bir yüzeyin üzerindeki hava, birbirinin sırtına binmiş altı tane profesyonel futbolcu kadar ağırlık yapıyor. Bütün bunları gidermek için bir şeyler yapmak gerekecek.

Venüs'ün asteroitler ve kuyruklu yıldızlar tarafından bombardıman altında kaldığını düşünün. Her çarpma ile atmosferin bir kısmı uçup gidecek. Fakat atmosferin neredeyse tamamını uçurup göndermek –en azından Solar Sistemin gezegensel bölümünde– varolan asteroit ve kuyruklu yıldızlardan daha büyüklerinin kullanılmasını gerektirecek. Bu kadar çok sayıda potansiyel çarpıcı olsa da, hepsini Venüs'le çarpıştırabilirsek de (çarpma riski sorununu aşırı zorlayan bir yaklaşımdır bu), neler kaybedeceğimizi düşünün. Onlarda ne mucizeler, işe yarayacak ne bilgiler olduğunu kim bilebilir? Ayrıca Venüs'ün muhteşem yüzey jeolojisinin –daha henüz anlamaya başladığımız ve bize Dünya hakkında çok şeyler öğretebilecek o yapının– çoğunu yok edeceğiz. Bu, kaba kuvvetle terraformasyonun bir örneğidir. Bir gün bunları yapmaya gücümüz yetse de (ki bundan çok kuşkuluyum), böylesi yöntemlerden tamamen uzak durmamız gerektiğini savunuyorum. Bize daha şık, daha zekice, başka dünyaların çevresel koşullarına daha saygılı bir şey gerekli. Mikrobik bir yaklaşım bu niteliklerin bazılarını taşıyabilir fakat işimize yaramıyor gördüğümüz gibi.

Koyu renkli bir asteroitin un ufak olduğunu ve tozlarının Venüs'ün yukarı atmosferine yayıldığını ya da yüzeyden böyle tozlar kaldırdığını düşleyebiliriz. Bu, nükleer kışın ya da Kre-tase-Üçüncü Dönem çarpmasından sonraki iklimin fiziksel

85 yaşında bana yazdığı mektubunda, kendisinin ilk kez başka dünyaların terraformasyonunu öne sürmesinden beri, “şimdiki bilimin ne kadar ilerlemiş olduğunu görüncə hayrete” düştüğünü söylemişti. Bir gün terraformasyonu mümkün kılacak teknolojiyi biriktiriyoruz ama şimdilik elimizde, genel anlamda Williamson'un orijinal fikirleri kadar, çığır açıcı olmayan önerilerden başka bir şey yok.

eşdeğeri olacaktır. Yere ulaşan güneş ışıkları yeteri kadar azaltılırsa yüzey sıcaklığının düşmesi gerekir. Ama bu durum elbette Venüs'ü derin bir karanlığa gömer ve gündüzün ışık düzeyi belki de ancak Dünya'nın aylı bir gecesindeki kadar parlak olur. Baskı yapan, 90 barlık ezici atmosfer olduğu gibi kalır. Yayılan tozlar her birkaç yılda bir çökeleceğinden, aynı sürede yerdeki tabaka da yenilenecektir. Böyle bir yaklaşım belki kısa keşif misyonları için makbul olsa da, yaratılacak çevre Venüs'te kendi kendine yeterli bir insan topluluğu için çok sert olur gibi geliyor.

Venüs'ün yörüngesinde dönerek yüzeyi soğutacak dev bir güneş siperliği kullanabiliriz; ama bu müthiş pahalıya mal olmasının yanı sıra, toz tabakasının yaratacağı sakıncaların da birçoğunu birlikte getirir. Öte yandan, sıcaklık yeterince düşürülebilirse atmosferdeki CO₂ yere yağar. Venüs'te geçici bir süre CO₂ okyanusları olacaktır. Bu okyanusların üzeri, yeniden buharlaşmalarını önlemek için –örneğin dış Solar Sistemden getirilen büyük bir buzlu ayın eritilmesiyle elde edilen su okyanuslarıyla– örtülürse CO₂ muhtemelen izole olacaktır ve Venüs sulu (ya da hafifçe köpüren sodalı) bir gezegene dönüşebilir. CO₂'i karbonat kayalarına çevirecek yöntemler de önerilmiştir.

Yani Venüs'ün terraformasyonu için bütün öneriler yine de kaba kuvvete dayanan, şık olmayan ve saçma bir şekilde pahalı şeyler. Amaçlanan gezegensel başkalaşım, biz makul ve sorumlu bulsak da, çok uzun bir zaman bizim gücümüzün ötesinde olabilir. Jack Williamson'un düşlediği, Venüs'e Asyalıların yerleşmesi projesi başka bir yere yönlendirilmek zorunda kalabilir.

MARS: Mars konusunda bunun tam tersi bir sorunuz var. Orada *yeterli* sera etkisi yok. Bu gezegen donmuş bir çöl. Ama Mars'ta 4 milyar yıl önce –Güneş'in bugünkü kadar parlak olmadığı zamanlarda– bol bol nehir, göl ve belki de okyanusun var olduğunu görünce, acaba Mars'ın ikliminde doğadan kaynaklanan bir kararsızlık, çok hassas bir tetiğe bağlı bir şey var da, bir kez serbest bırakılırsa gezegeni kendiliğinden eski ılıman haline döndürebilir mi diye düşünüyorsunuz (Böyle bir şey yapmanın, geçmişle ilgili çok önemli verilerin bulunduğu Mars arazi biçimlerini –özellikle de katmanlı kutup bölgesini– yok edeceğini baştan belirtelim).

Dünya'dan ve Venüs'ten çok iyi bildiğimiz gibi, karbondioksit bir sera gazıdır. Mars'ta karbonat mineralleri ve kutup örtülerinden birinde kuru buz bulduk. Bunlar CO₂ gazına dönüştürülebilir. Ama Mars'ta rahat bir sıcaklık sağlamaya yeterli bir sera etkisi yaratabilmek için gezegenin tüm yüzeyini kazmak ve kilometrelerce derinliği işlemek gerekecek. Bunun pratikte getireceği –füzyon enerjisinin kullanıldığı ya da kullanılmadığı– göz korkutucu mühendislik engelleri ve insanların gezegende önceden kurduğu her türlü, kendi kendine yeterli, kapalı ekolojik sistemler yönünden elverişsizlik bir yana, böyle bir iş ayrıca, benzersiz bir bilimsel kaynağın ve veritabanının, yani Mars yüzeyinin sorumsuzca tahrip edilmesini de kapsar.

Peki ya diğer sera gazları? Bunun yerine, kloroflorokarbonları (CFC'leri ya da HCFC'leri) Dünya'da üretip Mars'a götürebiliriz. Bildiğimiz kadarıyla bunlar Solar Sistemin başka hiçbir yerinde bulunmayan yapay maddelerdir. Mars'ı ısıtmaya yetecek kadar CFC'yi Dünya'da üretmeyi rahatlıkla düşünebiliriz çünkü Dünya'da şu an mevcut teknolojimizle bunları birkaç on yılda, gezegenimizin küresel ısınmasına *istemedi* katkıda bulunmaya yetecek kadar üretmeyi becerdik. Ama Mars'a nakletmek pahalıya gelecek: *Saturn V* –yahut *Energiya*– sınıfı roketler dahi kullanılsa, yüz yıl boyunca her gün en azından bir füze fırlatılması gerekecek. Ama bunlar belki de Mars'taki florür içeren minerallerden üretilebilir.

Üstelik ciddi bir sakınca var: Çok miktarda CFC, Dünya'da olduğu gibi Mars'ta da bir ozon tabakasının oluşumunu engelleyecektir. CFC'ler Mars'ın sıcaklığını ılıman bir düzeye getirebilir ama Güneş'ten gelen morötesi tehlikenin aşırı ciddi bir şekilde devam etmesini de garantiler. Güneşin morötesi ışınları belki CFC'lerin yukarısına dikkatle titre edilmiş miktarlarda enjekte edilen, toz haline getirilmiş asteroit ya da yüzey kalıntılarından bir atmosfer tabakasıyla emilebilir. Ama bu kez, her biri kendine has, geniş kapsamlı birer teknolojik çözüm gerektiren ve gittikçe yayılan yan etkilerle mücadele edilmesini gerektiren, tedirgin edici bir durumda kalırız.

Mars'ı ısıtmak için muhtemel üçüncü gaz amonyaktır (NH₃). Sadece küçük bir miktar amonyak bile Mars yüzeyini ısıtıp suyun donma noktasının üzerine çıkarmaya yeter. İlke olarak bu, Mars

atmosferindeki N_2 'yi, Dünya'daki bazı mikroplar gibi NH_3 'e dönüştürecek ama bunu Mars'ın koşullarında yapacak, özel olarak değiştirilmiş mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilebilir. Yahut aynı dönüşüm özel fabrikalarda yapılabilir. Bunun yerine, gereken azot Mars'a Solar Sistemin başka bir yerinden getirilebilir (N_2 hem Dünya hem de Titan atmosferlerinin ana bileşenidir). Morötesi ışınlar amonyağı yaklaşık 30 yılda tekrar N_2 'ye dönüştürür ve NH_3 'ün sürekli yeniden tedariki gerekecektir.

Mars'ta CO_2 , CFC ve NH_3 sera etkilerinin tedbirli bir kombinasyonu ile yüzey sıcaklığı suyun donma noktasına, Mars'ın terraformasyonunun ikinci aşamasının başlaması için yetecek kadar yaklaştırılabilir gibi geliyor: Havadaki önemli miktarda su buharının basıncıyla yükselen sıcaklık, genetiği değiştirilmiş bitkiler tarafından yaygın bir şekilde üretilen O_2 ve yüzeydeki çevresel koşulların ince ayarı. Mikroplar, daha büyük bitkiler ve hayvanlar Mars'a yerleştirilerek, tüm çevresel koşullar insan yerleşimcilerin korunmadan dolaşmasına elverişli hale getirilebilir.

Mars'ın terraformasyonu açıkça, Venüs'ün terraformasyonundan çok daha kolay. Ama yine de, şimdiki standartlarla çok pahalı ve çevresel yönden yıkıcı. Fakat haklı gösterecek yeterli neden varsa, Mars'ın terraformasyonu belki 22. yüzyılda başlayabilir.

JÜPİTER'İN VE SATÜRN'ÜN AYLARI: Jüpiter ötesi gezegenlerin uydularının terraformasyonu farklı derecelerde zorluklar gösteriyor. Belki düşünmesi en kolay olanı Titan'dır. Hali hazırda, Dünya'nınki gibi başlıca N_2 'den oluşan bir atmosferi var ve Dünya'nın atmosfer basıncına Venüs'ünkinden de Mars'ınkinden de daha yakın. Üstelik NH_3 ve H_2O gibi önemli sera gazları yüzeyinde neredeyse kesinlikle donmuş halde duruyor. Titan'ın şimdiki sıcaklığında donmayacak ilk sera gazlarının üretilmesi artı yüzeyin nükleer füzyonla doğrudan ısıtılması, bir gün Titan'ın terraformasyonu için anahtar ilk adımlar olabilir gibi görünüyor.

BAŞKA DÜNYALARI TERRAFORMASYONA UĞRATMAK için zorunlu bir neden varsa, bu çok büyük mühendislik projeleri

sözünü ettiğimiz zaman ölçeğinde fizibil hale gelebilir; asteroidler için kesinlikle Mars, Titan ve dış gezegenlerin diğer ayları için belki mümkün olacak ama Venüs için herhalde mümkün olmayacaktır. Pollack'la ben, Solar Sistemdeki diğer dünyaları insanların barınması –orada gözlemevleri, araştırma üsleri, topluluklar ve konutlar kurması– için elverişli duruma getirme fikrini şiddetle cazip bulan kişiler olduğumu varsayıyorduk. Öncü göçmenlik tarihinden ötürü bu, Birleşik Devletler'de özellikle gayet doğal ve cazip bir fikir olabilir.

Başka dünyaların çevresel koşullarının büyük ölçüde değiştirilmesi, her halükârda, ancak biz o dünyalar hakkında bugün sahip olduğumuzdan çok daha iyi bir anlayışa kavuştuğumuz zaman ustaca ve sorumlu bir şekilde yapılabilir. Terraformasyonun savunucuları öncelikle, başka dünyaların uzun vadeli ve adamakıllı bir bilimsel incelemesinin savunucuları haline gelmelidir.

Terraformasyonun zorluklarını gerçekten anladığımızda belki de bunun maliyetinin ya da çevresel bedellerinin çok korkunç olduğu ortaya çıkacak ve hedeflerimizi başka dünyalarda kubbeli ya da yeraltındaki kentlerle ya da yerel, kapalı ekolojik sistemlerle, Biyosfer II'nin büyük ölçüde iyileştirilmiş versiyonlarıyla sınırlı tutacağız. Belki de başka dünyaların yüzeyini Dünya'nınkine yakın bir şeye çevirme hayalimizden vazgeçeceğiz. Yahut belki de terraformasyonun henüz aklımızdan bile geçmeyen çok daha şık, ucuz ve çevre yönünden sorumlu yolları vardır.

Ama bu konuyu ciddi bir şekilde takip edersek bazı soruların sorulması gerekir: Bir terraformasyon planının masraflara karşı bir yarar dengesi gerektirdiği düşünülürse, bu yüzden, çok önemli bilimsel verilerin değerlendirilmeden yok edilmeyeceğinden ne kadar emin olabiliriz? Gezegenel mühendisliğin istenen sonucu yaratabileceğine güvenilmesi için bize, söz konusu gezegen hakkında ne kadar bir bilgi ve anlayış gerekir? İnsanların siyasi kurumlarının ömrü bu kadar kısayken, insanların mühendislikle değiştirilmiş bir dünyanın sürdürülmesi ve yenilenmesi görevine uzun süre bağlı kalacağını garanti edebilir miyiz? Bir dünyada muhtemelen de olsa yaşayanlar –belki de sadece mikroorganizmalar– varsa, biz insanların orayı değiştirmeye hakkı var mı? Solar Sistemdeki dünyaları –belki de bugün

cahillığımız yüzünden öngöremediğimiz kullanım tarzlarını bulabilecek- gelecek kuşaklar için, şimdiki bakir haliyle koruma sorumluluğumuz nedir? Bu sorular belki de tek bir son soruyla özetlenebilir: Başka dünyalar, *bu* dünyayı böylesine berbat eden bize emanet edilebilir mi?

Başka dünyaları sonuçta terraformasyona uğratabilecek tekniklerden bazılarının bu dünyaya verdiğimiz zararı düzeltmek için uygulanması gayet akla yakındır. İnsan türünün terraformasyonu ciddi bir şekilde düşünmeye ne zaman hazır hale geldiğini gösterecek yararlı bir ölçüt, kendi dünyamızı nispeten ivedi durumlar yönünden düzelttiğimiz zamandır. Bunu, anlayışımızın ve bağlılığımızın derinliği konusunda bir test gibi düşünebiliriz. Solar Sistemde mühendisliğin ilk adımı, Dünya'nın yaşanılabilirliğini güvenceye almaktır.

O zaman asteroitlere, kuyruklu yıldızlara, Mars'a, dış Solar Sistemin aylarına ve bunların ötesine yayılmaya hazır hale geleceğiz. Jack Williamson'un, bunun 22. yüzyılda gerçekleşmeye başlayacağı kehaneti pek isabetsiz olmayabilir.

TORUNLARIMIZIN BAŞKA BİR DÜNYADA yaşayıp çalışacağı ve hatta kendi rahatları için bunların bazılarını oraya buraya hareket ettireceği düşüncesi çok saçma bir bilimkurgu gibi geliyor. Gerçekçi ol, diye öğüt veriyor kafamın içinde bir ses. Ama gerçekçi bir şey bu. Teknolojinin zirvesindeyiz, olanaksızla rutin arasındaki orta noktada bir yerlerdeyiz. Bu konuda çelişkiye düşmek çok kolay. Bu arada kendimize korkunç bir şey yapmazsak eğer, gelecek yüzyıllardan birinde terraformasyon, bugün insanlarca işletilen bir uzay istasyonundan daha olanaksız gelmeyebilir.

Başka dünyalarda yaşamanın bizi mutlaka değiştireceği kanısındayım. Başka bir yerde doğmuş ve büyümüş torunlarımız doğal olarak, Dünya'ya karşı nasıl bir yakınlık duygusu sürdürüyor olsalar da, doğdukları dünyalara öncelikli bir sadakat borcu hissetmeye başlayacak. Fiziksel gereksinimleri, bu gereksinimleri karşılama yöntemleri, teknolojileri ve sosyal yapıları tümüyle farklı olmak zorunda.

Bir ot Dünya'da sıradan bir şey ama Mars'ta bir mucize gibi görülecek. Mars'taki torunlarımız bir parça yeşilliğin değerini

bilecek. Ve bir ot bile paha biçilmez bir şeyse insanın değeri nedir? Amerikan devrimcisi Tom Paine, çağdaşlarını betimlerken düşüncelerini şu satırlarla dile getiriyordu:

El değmemiş bir toprağı işlemenin ister istemez yol açtığı gereksinimler, onların arasında, uzun süredir devletlerin kavgaları ve entrikalarıyla taciz edilmiş halkların değer vermeyi çoktan unuttuğu bir toplumsal durum yarattı. Böylesi bir durumda insan, olması gerektiği kişi haline gelir. Kendi türünden olanları... akrabaları gibi görür.

Uzaya giden ve bir dizi çorak ve ıssız dünyayı kendi gözleriyle gören torunlarımız için, yaşama büyük değer vermek doğal bir şey olacak. Türümüzün Dünya'daki ayrıcalıklı sahipliğinden bir şeyler öğrenerek bu dersleri başka dünyalara uygulamak –gelecek kuşakları atalarının çekmek zorunda kaldığı, önlenabilir sorunlardan korumak ve bizlerin uzayda sonu belirsiz gelişimimize başladığımızda yaşadıklarımızdan ve yaptığımız hatalardan ders almak– isteyebilirler.

20 karanlık

Çok uzaklarda, gün ışığının gözlerinden
gizlenen seyirciler var gökte.
-EURİPİDES, *BAKKHALAR* (Y. MÖ 406)

Çocukken karanlıktan korkarız. Her türlü şey çıkabilir oradan. Bilinmeyen şeyler bizi tedirgin eder. Fakat ironik bir şey; karanlıkta yaşamak kaderimiz. Bilimin bu beklenmedik buluşu ancak yaklaşık üç yüzyıllık. Dünyadan hangi yönde isterseniz uzaklaşın –ilk önce parlak bir mavilikten ve Güneş’in giderek solduğu daha uzun bir süreden sonra– karanlıkla kuşatılırsınız; orada burada soluk ve uzak yıldızlardan başka bir şey yoktur.

Büyüdükten sonra da, karanlık bizi korkutan gücünü korur. Ve o karanlıkta başka kimlerin yaşıyor olabileceğini pek fazla araştırmamamız gerektiğini söyleyenler vardır. Bilmemek daha iyidir derler.

Samanyolu Galaksisi’nde 400 milyar yıldız var. Bu muazzam sayının içinde bizim sıradan Güneş’imiz, üzerinde yaşam bulunan bir gezegene sahip tek yıldız olabilir mi? Belki. Belki de yaşamın ya da zekânın ortaya çıkışı son derece ihtimal dışıdır. Yahut belki de uygarlıklar her zaman doğuyor fakat ellerinden gelir gelmez kendilerini yok ediyorlardır.

Yahut orada burada, gökyüzüne karabiber ekilmiş gibi, başka yıldızların yörüngesinde belki bizimkine benzeyen dünyalar vardır ve üzerlerinde de başka varlıklar bizim gibi göğe bakıp

o karanlıkta başka kimler yaşıyor diye merak ediyordur. Acaba Samanyolu Galaksisi, Dünya'daki bizler kulak vermeye ilk kez karar verdiğimiz o kritik anda çok dikkatli olduğumuz halde, yaşamla ve zekâyla –diğer dünyalara seslenen dünyalarla– dalgalanıyor muydu?

Türümüz, karanlığın ötesinden iletişim kurmanın, muazzam uzaklıkları yenmenin yolunu keşfetti. Hiçbir iletişim yolu bundan daha hızlı yahut ucuz olamaz ya da daha uzağa erişemez. Bunun adı radyo.

Yabancı bir uygarlık, kendi gezegeninde ya da bizimkinde gerçekleşen milyarlarca yıllık bir biyolojik gelişimden sonra, bizimkiyle teknolojik yönden bitişik düzende olamaz. İnsanlar yirmi bin yıldan uzun bir zamandır var ama radyomuz sadece yaklaşık bir yüzyıldır var. Bizden geri yabancı uygarlıklar varsa, muhtemelen radyoya sahip olamayacak kadar gerideler. Ve bizden ileridelerse de, muhtemelen bizden çok ilerideler. Dünyamızda sadece son birkaç yüzyıldaki teknik ilerlemeleri düşünün. Bizim için teknolojik olarak zor yahut olanaksız bir şey, bize büyü gibi gelen bir şey onlar için önemsiz derecede kolay olabilir. Kendileri gibilerle iletişim kurmak için başka, çok ileri yöntemleri kullanıyor olabilirler ama yeni doğan uygarlıklara erişmenin bir yolu olarak radyoyu da biliyorlardır. Bizler bugün, aktarma ve alma amacıyla kullanılan kendi teknoloji düzeyimizden öte bir şey olmadan da galaksinin çoğu kısmıyla iletişim kurabiliriz. Fakat onlar çok daha iyisini yapabiliyor olabilir.

Eğer varlarsa.

Ama karanlıktan korkumuz ayağa kalkıyor. Yabancı varlıklar düşüncesi tedirgin ediyor bizi. Birtakım itirazlar uyduruyoruz:

“Çok pahalı bir şey bu.” Ama teknolojik ifadenin en moderniyse söylesek, maliyeti yılda bir taarruz helikopterinden azdır.

“Onların ne dediğini hiç anlayamayız.” Ama mesaj radyoyla aktarıldığından, bizde de onlarda da ortak bir radyo fiziği, radyo astronomisi ve radyo teknolojisi olsa gerek. Doğa yasaları her yerde aynıdır; yani her iki tarafta da bilim varsa, bilim çok farklı varlıklar arasında bile bir iletişim olanağı ve dili sağlar. Mesajı çözmek, böyle bir mesaj alacak kadar şanslıysak eğer, elde etmekten çok daha kolay olabilir.

“Bilimimizin ilkel olduğunu öğrenmek moralimizi bozar.” Ama Dünya dışı varlıklar olsa da olmasa da, bugünkü bilimimizin en azından bir kısmı, gelecek birkaç yüzyılın standartlarıyla ilkel olarak görülecek (Bugünkü siyasetimiz, etiğimiz, ekonomimiz ve dinimiz de). Bilimin baş amaçlarından biri de bugünkü bilimimizin ötesine geçmektir. Akli başında öğrenciler normalde, bir ders kitabının sayfalarını çevirip de, yazarın ilerideki bazı konuları bildiğini ama kendilerinin bilmediğini görünce bundan umutsuzluk krizine girmez. Öğrenciler genellikle biraz çaba harcar, yeni bilgiler öğrenir ve eski bir insan geleneğine uyarak, sayfaları çevirmeye devam ederler.

“Tarih boyunca, ileri uygarlıklar kendilerinden birazcık geri kalmış uygarlıkları yok etmiştir.” Elbette. Ama kötü niyetli yabancılar, eğer varlarsa, bizim varlığımızı bizim uzayı dinlememizden ötürü keşfetmeyecektir. Arama programları sadece alır; bir şey göndermez.¹

MESELE ŞİMDİLİK tartışmalı. Biz şimdi, uzayın derinliklerindeki muhtemel diğer uygarlıklardan gelecek radyo sinyallerini daha önce hiç görülmemiş bir ölçüde dinliyoruz. Karanlığı sorgulayan ilk bilimci kuşağı yaşıyor bugün. Kontak kurulmadan önceki son kuşak da olabilir pekâlâ; ve şu an da bizim, karanlıktan bize birisinin seslendiğini keşfetmemizden önceki son an olabilir.

Bu araştırmaya Dünya Dışı Zekâ Araştırması [Search for Extraterrestrial Intelligence] (SETI) deniyor. Ne kadar ilerlediğimizi anlatayım.

İlk SETI programı 1960'ta West Virginia, Greenbank'taki Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi'nde Frank Drake tarafından uygulandı. Drake, Güneş türünden iki yakın yıldız iki hafta

1. Hayret verici bir şekilde, *New York Times* köşe yazarları da dahil birçok kişi, Dünya dışı varlıkların bizim yerimizi bir kez öğrendiler mi buraya gelip bizi yiyeceğinden endişeleniyor. Varsayılan yabancılarla bizim aramızda var olması gereken derin biyolojik farklılıkları bir kenara bırakın; bizlerin nefis bir yıldızlar arası gastronomik lezzet oluşturduğumuzu düşünün. Bizlerden çok sayıda kişi alınıp niçin yabancı restoranlara götürülmesin? Ama nakliye masrafı muazzam. Sadece birkaç insanı çalıp, aminoasitlerimizin ya da lezzetimizin kaynağı neyse onun kimyasal bileşenlerini bulup, aynı besin ürününü sıfırdan sentez etmek daha kolay olmaz mı?

boyunca belli bir frekansla dinledi (“Yakın” göreceli bir terim: En yakını 12 ışık yılı –70 trilyon mil– uzakta).

Drake neredeyse radyoteleskopu doğrultup da sistemi açtığı anda çok kuvvetli bir sinyal aldı. Yabancı varlıklardan bir mesaj mıydı bu? Sonra sinyal gitti. Sinyal kaybolursa onu inceleyemezsiniz. Dünya’nın dönüşünden ötürü, sinyalin gökyüzüyle birlikte hareket edip etmediğini göremezsiniz. Eğer tekrarlanabilir değilse ondan neredeyse hiçbir şey öğrenemezsiniz; dünya kaynaklı bir radyo paraziti de yahut amplifikatörünüzün ya da detektörünüzün bir hatası da olabilir... yahut yabancı bir sinyal de. Tekrarlanamayan bir verinin, bildiren bilimci ne kadar saygın olursa olsun, pek değeri yoktur.

Haftalar sonra aynı sinyal tekrar alındı. Bir savaş uçağının izin verilmemiş bir frekanstan yaptığı yayın olduğu çıktı. Drake olumsuz sonuç bildirdi. Ama bilimde olumsuz sonuç hatayla hiç de aynı şey değildir. Drake’in büyük başarısı, modern teknolojinin başka yıldızların gezegenlerindeki varsayılan uygarlıklardan gelecek sinyalleri dinlemeye tümüyle yeterli olduğunu göstermekti.

O günden beri birtakım girişimler oldu ve bunlar genellikle diğer radyoteleskop gözlem programlarından ayrılmış ve neredeyse hiçbir zaman birkaç ayı geçmeyen sürelerdeydi. Ohio State’te, Arecibo, Portoriko’da, Fransa’da, Rusya’da ve başka bazı yerlerde başka yanlış alarmlar vardı ama dünya bilimsel toplumunun yeterli görebileceği bir şey yoktu.

Bu arada, saptama teknolojisi ucuzluyordu; duyarlılık durmadan artıyordu; SETI’nin bilimsel saygınlığı artmaya devam etti; ve hatta NASA ve Kongre bile onu desteklemekten biraz daha az korkar hale geldi. Farklı ve birbirini tamamlayan araştırma stratejileri mümkün ve gerekli. Eğilim bu şekilde sürerse, sonunda, geniş kapsamlı bir SETI girişi için gerekli teknolojinin özel organizasyonlar (ya da varlıklı kişiler) için erişilebilir hale geleceği ve eninde sonunda devletin önemli bir programı desteklemeye istekli olacağı yıllar öncesinden belliydi. 30 yıllık çalışmadan sonra, bazılarıımıza göre bu biraz geç kalmış bir şeydi. Ama sonunda zamanı gelmişti.

O ZAMANLAR JPL’NİN yöneticisi Bruce Murray’le birlikte 1980’de kurduğumuz, kâr amacı gütmeyen bir üyeler örgütü olan Gezegen Derneği, gezegen keşiflerine ve Dünya dışı yaşam araştırmalarına adanmıştır. Harvard Üniversitesi’nden bir fizikçi, Paul Horowitz SETI için önemli birtakım buluşlar yapmıştı ve bunları deneme konusunda çok heyecanlıydı. Onun buna başlamasını sağlayacak parayı bulabilsek, programı üyelerimizden gelen bağışlarla desteklemeye devam edebileceğimiz kanısındaydık.

1983’te Ann Druyan’la ben, film yapımcısı Steven Spielberg’e, bunun onun desteklemesi için ideal bir proje olduğunu söyledik. Hollywood geleneğini yıkarak, Dünya dışı varlıkların düşman ve tehlikeli olmayabileceği görüşünü taşıyan iki tane müthiş başarılı film yapmıştı. Spielberg kabul etti. Gezegen Derneği’ne verdiği ilk destekle META Projesi başladı.

META, “Büyük Dünya Dışı Deneme Kanalı”nın [“Megachannel Extra Terrestrial Assay”] baş harfleridir. Drake’in ilk sistemindeki tek frekans 8,4 milyona yükseldi. Ama her kanalın, ayarladığımız her “istasyon”un son derece dar bir frekans aralığı var. Yıldızlar ve galaksiler arasında, böyle kesin radyo “hatları” yarattığı bilinen bir işlem yok. Bu kadar dar bir kanala isabet eden bir şey saptarsak, bizce bu, zekânın ve teknolojinin bir işareti olmalı.

Üstelik Dünya dönüyor ve bunun anlamı da, uzaktaki bir radyo kaynağının, yıldızların doğuşu ve batışı gibi, ölçülebilir bir hareketinin olduğudur. Bir arabanın istikrarlı çalan korna sesinin geçip giderken alçalması gibi, otantik bir dünya dışı radyo kaynağı da Dünya’nın dönüşünden ötürü frekans yönünden düzenli bir sapma gösterecektir. Bunun tersine, Dünya yüzeyindeki bir radyo frekansı kaynağıysa META alıcısıyla aynı hızda dönecektir. META’nın dinleme frekansları Dünya’nın dönüşünü kompanse etmek için sürekli değişir ve böylece gökyüzünden gelen dar bantlı sinyaller daima aynı kanalda kalacaktır. Ama buradan, yani Dünya’dan kaynaklanan bir radyo parazitiyse komşu kanallara geçerek kendini belli eder.

Harvard, Massachusetts’teki radyoteleskop 26 metre çapında. Dünya her gün teleskopu göğün altında döndürdükçe, dolunaydan dar bir yıldız şeridi taranarak incelenir. Ertesi gün

bu, yanındaki bir alan olur. Bir yıl süresince, kuzey göğünün tamamı ve güneyin de bir bölümü gözlenir. Bunun benzeri, yine sponsorluğunu Gezegen Derneği'nin yaptığı bir sistem, Arjantin, Buenos Aires'in hemen dışında operasyon halindedir ve güney göğünü inceler. Böylece, iki META sistemi birlikte tüm gökyüzünü araştırır.

Dönüp duran Dünya'ya yerçekimiyle yapışmış haldeki radyoteleskop herhangi bir yıldızla yaklaşık iki dakika bakar. Sonra yanındakine geçer. 8,4 milyon kanal çok gibi geliyor fakat unutmayın ki her kanal çok dar. Hepsinin toplamı, mevcut radyo spektrumunun 100.000'inde ancak küçük bir bölüm oluşturuyor. Yani biz her gözlem yılında 8,4 milyon kanalımızı radyo spektrumunda, bizim hakkımızda hiçbir şey bilmeyen yabancı bir uygarlığın yine de bizim onları dinlediğimiz sonucuna varabileceği bir frekansa yakın bir yere park etmek zorundayız.

Hidrojen bugüne kadar Evrendeki en bol atom türüdür. Bulutlarda dağılmıştır ve tüm yıldızlar arası boşlukta yaygın gazdır. Enerji aldığı anda bunun bir kısmını tam 1420,405751768 megahertz frekansında radyo dalgaları çıkararak yayar. (Bir hertzin anlamı bir dalganın, alıcı cihazınıza bir saniyede gelen tepe ve çukurlarının sayısıdır. Yani 1.420 megahertz, alıcınıza bir saniyede giren 1,420 *trilyon* dalga demektir. Işığın dalga boyu, ışık hızının dalga frekansına bölünmesi olduğundan, 1.420 megahertz 21 santimetre dalga boyuna tekabül eder.) Galaksinin her yerindeki astronomlar Evreni 1.420 megahertzde inceleyecektir ve başka astronomların da, ne kadar farklı bakarlarsa baksınlar, aynıısını yapacağını tahmin edebilirler.

Bu sanki birisinin size evinizdeki radyo frekans bandında sadece bir istasyonun olduğunu ama frekans bandını kimse-nin bilmediğini söylemesi gibi bir şey. Ah evet, bir şey daha var: Radyonuzun, bir düğmeyi çevirerek ince markörünün yerini değiştirdiğiniz frekans kadranı Dünya'nın Ay'a mesafesi büyüklüğünde. Bu muazzam radyo spektrumunun tamamını düğmeyi sabırla çevirerek sistematik bir şekilde aramak çok zaman alıcı bir şey olacak. Sizin meseleniz, kadranı başından itibaren doğru bir şekilde ayarlamak, doğru frekansı seçmektir. Dünya dışı varlıkların bize hangi frekanslardan yayın yaptığını –“sihirli” frekansları– doğru tahmin edebilirsiniz çok zaman

harcamaktan ve sıkıntıdan kurtulabilirsiniz. Bizim ilk önce, Drake gibi 1.420 megahertze, yani hidrojenin “sihirli” frekansına yakın frekansları dinlememizin nedeni budur.

Horowitz’le ben, META Projesiyle beş yıllık tam zamanlı aramanın ve iki yıllık izlemenin ayrıntılı sonuçlarını yayımladık. Yabancı varlıklardan gelen bir sinyal bulduğumuzu bildiremiyoruz. Ama şaşırtıcı bir şey, ara sıra, sakın anlarda tüylerimi diken diken eden bir şey bulduk:

Elbette, arka planda Dünya’dan –radyo ve televizyon istasyonlarından, uçaklardan, cep telefonlarından, yakındaki ve uzaktaki uzay araçlarından– gelen bir radyo gürültüsü düzeyi var. Ayrıca, bütün radyo alıcılarında olduğu gibi, süre ne kadar uzun olursa, elektronikte yalancı bir sinyal yaratacak kadar güçlü, rastgele bir dalgalanmanın belirme olasılığı o kadar artar. Yani biz arka plandan çok daha yüksek sesli olmayan her şeyi yok sayıyoruz.

Tek bir kanalda kalan, kısa bantlı, güçlü sinyallere çok ciddi yaklaşıyoruz. Böyle bir şey verilere girdiğinde, META, insan operatörlere hemen otomatik olarak, bu sinyallere dikkat etmelerini bildirir. Beş yıl süresince, erişilebilir tüm gökyüzünü inceleyerek, çeşitli frekanslarda 60 trilyon kadar gözlem yaptık. Elemeden geçen onlarca sinyal oldu. Bunlar daha ileri bir incelemeye tabi tutuldu ve hemen hemen hepsi –örneğin sinyal algılama mikroişlemcilerini inceleyen hata dedektörlerinin bulduğu bir hata nedeniyle– reddedildi.

Geriye kalan –gökyüzünün üç araştırmasından sonra en güçlü aday sinyaller– 11 “vaka”dır. Bunlar bizim, yabancılardan gelen gerçek bir sinyal olma kriterlerimizin biri hariç hepsini karşılıyor. Fakat eksik kalan kriter son derece önemli: Doğrulanabilirlik. Bunların hiçbirini tekrar bulamadık. Gökyüzünün o bölgesine üç dakika sonra tekrar bakıyor ama hiçbir şey bulamıyoruz. Ertesi gün tekrar bakıyoruz: Hiçbir şey yok. Bir yıl ya da yedi yıl sonra araştırıyoruz ama yine hiçbir şey yok.

Yabancı uygarlıklardan aldığımız her sinyalin, biz dinlemeye başladıktan birkaç dakika sonra kapanması ve bir daha hiç tekrarlanmaması muhtemel bir şey gibi gelmiyor. (Bizim kulak kesildiğimizi nasıl bilebilirler ki?) Ama büyük olasılıkla bu, göz kırpan parıldamanın sonucu. Yıldızlar, türbülanslı hava katmanlarının yıldızla bizim aramızdaki görüş çizgisinden geçmesi

yüzünden göz kırpar. Bazen bu hava katmanları bir mercek gibi etki yapar ve bir yıldızdan gelen ışık ışınlarını birbirine biraz yaklaştırarak onun bir an daha parlak görünmesine yol açar. Aynı şekilde, astronomik radyo kaynakları da –yıldızların arasındaki hemen hemen vakum boşlukta bulunan elektrik yüklü (yahut “iyonize”) gaz bulutları yüzünden– göz kırparabilir. Bunu pulsarlarda rutin bir şekilde gözlemliyoruz.

Bizim Dünya'dan algılayabileceğimiz gücün biraz altında bir radyo sinyali düşünün. Bu sinyal bazen tesadüfen yoğunlaşacak, güçlenecek ve radyoteleskoplarımızın algılama alanına girecek. İlginç olan, yıldızlar arası gazın fiziğinden kaynaklandığını tahmin ettiğimiz bu parıldamaların ömrünün birkaç dakikadan ibaret ve bu sinyali tekrar alma şansının çok az olması. Aslında, sabit bir şekilde, göğün o koordinatlarını hedef alıp aylarca gözlememiz gerekir.

Bu sinyallerden hiçbirinin tekrarlanmamasına karşın, bunlarla ilgili, aklıma her geldiğinde belkemiğimden aşağı buz gibi bir hissin inmesine yol açan bir şey daha var: En iyi 11 sinyal adayından 8'i Samanyolu Galaksisi'nin düzleminde ya da yakınında. En güçlü beşi Cassiopeia, Monoceros, Hydra ve ikisi Sagittarius* takımyıldızlarında, hemen hemen galaksinin merkezine yakın bir yönde. Samanyolu Galaksisi gaz, toz ve yıldızlardan oluşan yassı, tekerlek gibi bir topluluktur. Onu gece göğünde bir uçtan ötekine, yaygın bir ışık bandı halinde görmemizin nedeni yassılığıdır. Galaksimizdeki neredeyse bütün yıldızların olduğu yer orasıdır. Bizim aday sinyaller gerçekten de Dünya'dan gelen parazitler ya da saptayıcı elektronikteki saptanamamış hatalarsa, bizim onları bilhassa Samanyolu'nu hedef alırken görmemiz gerekmez.

Ama belki de özellikle şanssız ve yanıltıcı bir istatistik eğilimle karşı karşıyayız. Galaksi düzlemiyle bu bağıntının sadece rastlantıdan kaynaklanma olasılığı yüzde 0,5'den az. Duvar boyutunda bir gökyüzü haritası düşünün; en tepede Kuzey Yıldızı'ndan, en dipte Dünya'nın güney kutbunun baktığı soluk yıldızlara kadar kapsıyor. Samanyolu Galaksisi'nin düzensiz sınırları bu duvar haritasının bir ucundan ötekine yılan gibi kıvrılarak uzanıyor. Şimdi farz edin ki gözleriniz bağlı ve sizden

* Yay burcu. (ç.n.)

(birçok kısmı, Massachusetts'ten erişilemeyen, yasak bölge ilan edilmiş güney göğünü içeren) haritaya rastgele beş dart atmanız isteniyor. Beş tane dartın beşini de tesadüfen, en güçlü beş META sinyali kadar Samanyolu bölgesinin merkezine yakın yerlere isabet ettirmeniz için 200'den daha fazla kez atmanız gerekecektir. Ama tekrarlanabilen sinyaller yoksa, gerçekten Dünya dışı bir uygarlık bulduğumuz sonucuna varabilmemizin de bir yolu yok.

Yahut belki de bulduğumuz vakalar yeni bir tür astrofiziksel fenomenden, şimdiye kadar kimsenin aklına gelmeyen, uygarlıkların falan değil, Samanyolu düzlemindeki yıldızların ya da gaz bulutlarının (ya da herhangi bir şeyin) kafa karıştırıcı bir şekilde, dar frekans bantlarında güçlü sinyaller çıkarmasına yol açan bir şeyden kaynaklanıyor.

Ama bir an için kendimizi serbest bırakıp mantıksız kurgularda bulunalım. Elemeyi geçen *bütün* vakalarımızın gerçekten, diğer uygarlıkların radyo sinyal vericilerinden kaynaklandığını düşünelim. O zaman –göğün her bir parçasını gözlemek için ne kadar az zaman harcadığımızdan yola çıkarak– tüm Samanyolu Galaksisi'nde kaç tane böyle verici olduğunu tahmin edebiliriz: Bunun yanıtı bir milyona yakındır. Tüm uzaya rastgele dağıtılsa, bunların en yakınları birkaç yüz ışık yılı mesafede, yani bizim TV ya da radar sinyallerimizi alamayacakları kadar uzak olacak. Dünya'da teknik bir uygarlığın doğduğunu birkaç yüzyıl daha bilemeyecekler. Galaksi yaşamla ve zekâyla dopdolu ama hepsi –eğer muazzam sayıdaki bilinmeyen yıldız sistemlerini keşfetmeyi iş edinmemişlerse– son zamanlarda burada olan bitenlerden tümüyle habersiz olacak. Bugünden birkaç yüzyıl sonra, onlar bizi duyunca her şey çok ilginç hale gelebilir. Çok şükür ki, buna hazırlanmak için daha epey jenerasyonumuz olacak.

Öte yandan, eğer aday sinyallerimizin *hiçbiri* otantik bir yabancı radyo vericisi değilse, en azından, bizim sihirli frekanslarımızda ve bizim duyacağımız kadar güçlü yayın yapan uygarlıkların çok az olduğu, belki de hiç olmadığı sonucuna varmak zorunda kalacağız:

Bizim gibi bir uygarlık düşünelim ama bunlar bulabildikleri tüm enerjiyi (yaklaşık 10 trilyon wattı) bizim sihirli frekansları-

mızdan birinde ve uzayın her yönünde bir radyo sinyali yaymak için harcıyor olsun. Bu durumda, META sonuçlarından, 25 ışık yılı –yani Güneş gibi belki ondan fazla yıldız kapsayan bir hacimde– böyle bir uygarlık olmadığı sonucu çıkacak. Bu çok dar bir sınır değil. Bunun tersine, o uygarlık doğrudan bizim uzaydaki konumumuza doğru ve Arecibo Gözlemevi'ndekinden daha gelişmiş olmayan bir anten kullanarak yayın yapıyor olsa, o zaman eğer META hiçbir şey bulamamışsa bundan çıkacak sonuç, Samanyolu Galaksisi'nin hiçbir yerinde –400 milyar yıldızın hiçbirinde– böyle bir uygarlığın olmadığıdır. Fakat onların istiyor olduğunu farz etsek bile, bizim yönümüzde yayın yapmaları gerektiğini nerden bilecekler?

Şimdi bunun tersi bir teknolojik aşırı ucu, bunun 10 trilyon katı bir enerji düzeyinde (10^{26} watt, yani Güneş gibi bir yıldızın ürettiği tüm enerji kadar) bir enerjiyle, her yönde ve bol bol yayın yapan çok ileri bir uygarlığı düşünelim. O zaman, eğer META sonuçları olumsuzsa, sadece Samanyolu Galaksisi'nde değil, 70 milyon ışık yılı mesafede de –yani bizimkine benzer en yakın galaksi olan M31'de, M33'te ya da Fornax sisteminde ya da M81'de ya da Girdap Nebula'da ya da Centaurus A'da ya da Virgo galaksiler yığınınnda, yahut en yakın Seyfert galaksilerinde; çevredeki binlerce galakside bulunan yüz trilyon yıldızın hiçbirinde– böyle bir uygarlığın olmadığı sonucuna varabiliriz. Kalbine saplı bir kazık olsa da olmasa da, Dünya merkezli kibir yeniden kıpırdanıyor.

Elbette, bu kadar çok enerjiyi yıldızlar arası (ve galaksiler arası) iletişim için harcamak zekânın değil aptallığın bir işaretidir. Belki de her geleni çağırmama konusunda esaslı nedenleri vardır. Yahut belki de bizim gibi gerikalmış uygarlıklarla ilgilenmiyorlardır. Ama yine de, yüz trilyon yıldızda, bu güçte ve bu frekansta yayın yapan bir tanecik uygarlık bile yok mu? META sonuçları negatifse öğretici bir sınır çizmiş oluyoruz; ama bu sınır çok ileri uygarlıkların miktarı konusunda mı yoksa bunların iletişim stratejileri konusunda mı, bunu bilmemizin bir yolu yok. META hiçbir şey bulamamış olsa da, geniş bir orta alan –bizden ileri ve sihirli frekanslarda her yöne yayın yapan bir sürü uygarlığa– açık kalacaktır. Henüz onlardan bir ses duymadık.

NASA, 12 EKİM 1992'DE –Amerika'nın Kristof Kolomb tarafından hayırlı ya da hayırsız bir şekilde "keşfinin" 500. yıldönümünde– *kendine ait* yeni SETI programını başlattı. Mojave Çölü'ndeki bir radyoteleskopta –META'nın yaptığı gibi hangi yıldızların daha muhtemel olduğu yolunda bir tahminde bulunmadan, frekans kapsamı büyük ölçüde genişletilerek– tüm gökyüzünü sistematik olarak taramayı amaçlayan bir araştırma başlatıldı. Arecibo Gözlemevi'nde, umut vaat eden yakın yıldız sistemlerine yoğunlaşan daha da duyarlı bir NASA çalışması başladı. NASA araştırmaları tam faal olduğunda META'dan çok daha sönük sinyalleri saptayabilir ve META'nın arayamadığı türden sinyalleri arayabilirdi.

META deneyimi, parazitlerden ve Dünya kaynaklı radyo yayınlarından oluşan bir arka plan çalılığını gösteriyor. Emin olmanın anahtarı, sinyallerin –özellikle diğer bağımsız radyoteleskoplarla– hızlı bir şekilde yeniden gözlenmesi ve doğrulanmasıdır. Horowitz'le ben NASA'daki bilimcilere bizim kısa süren ve esrarengiz vakalarımızın koordinatlarını verdik. Herhalde bizim sonuçlarımızı doğrulayabilecek ve açıklığa kavuşturabileceklerdi. NASA programı da, yeni fikirler uyandıran ve gençleri heyecanlandıran yeni bir teknoloji geliştiriyordu. Çoğu kişinin gözünde bu iş yılda 10 milyon dolar harcamaya fazlasıyla değerdı. Ama Kongre, bu konuda yetkiyi verdikten neredeyse tam bir yıl sonra NASA'nın SETI programının fişini çekti. Çok pahalıya geliyor, dediler. Soğuk Savaş sonrası ABD savunma bütçesi neredeyse 30.000 kat arttı.

NASA SETI programına en çok karşı çıkan kişinin –Nevada Senatörü Richard Bryan'ın– baş tezi şudur [22 Eylül 1993 tarihli *Kongre Kayıtları*'ndan]:

NASA SETI programı şimdiye kadar hiçbir şey bulamadı. Aslında, onlarca yıllık SETI araştırmalarının tamamında, Dünya dışı yaşamın hiçbir doğrulanabilir işareti bulunamadı.

NASA'nın halihazırdaki SETI versiyonunda bile, katılan birçok bilimcinin, [öngörülebilir bir] gelecekte somut sonuçlar görmemizin muhtemel olduğu garantisini vermek isteyeceğini sanmıyorum...

Bilimsel araştırma, başarıyı garanti etse de çok nadiren eder –ve ben bunu anlıyorum– ve böyle bir araştırmanın tüm yararları genellikle sürecin çok sonlarına kadar bilinemez. Ve ben bunu da kabul ediyorum.

Ama SETI meselesinde başarı şansı öylesine uzak ve programın muhtemel yararları öylesine sınırlı ki, vergi mükelleflerinin 12 milyon dolarını bu işe harcamayı haklı gösterecek pek bir şey yok.

Ama Dünya dışı zekâyı bulmadan, bulacağımızı nasıl “garanti” edebiliriz ki? Öte yandan, başarı şansının “uzak” olduğunu nerden biliyoruz? Ve Dünya dışı bir zekâ bulursak bunun yararlarının “çok sınırlı” olması gerçekten muhtemel midir? Bütün büyük araştırma girişimlerinde olduğu gibi, ne bulacağımızı bilemeyiz ve bulma olasılığımızı da bilemeyiz. Eğer bilseydik zaten aramamıza gerek kalmazdı.

SETI, net belirlenmiş bir maliyet/yarar oranı isteyenleri rahatsız eden araştırma programlarından biri. SETI’nin bir şey bulup bulamayacağı, bulmasının ne kadar zaman alacağı ve ne kadara mal olacağı; bunların hiçbiri bilinmiyor. Yararları muazzam olabilir fakat aslında bundan da emin olamayız. Ulusal servetin büyük bir kısmını böyle girişimlere harcamak aptallık olur elbette; fakat uygarlıkların çapı, büyük sorunları çözme çabasına *biraz* ilgi gösterip göstermemeleriyle ölçülemez mi diye düşünüyorum.

Bu tersliklere karşın Kaliforniya, Palo Alto’daki SETI Enstitüsü’nde bir araya gelen adanmış bir bilimci ve mühendis grubu, devlet desteği olsa da olmasa da devam etmeye karar verdi. NASA onlara, parası zaten ödenmiş ekipmanı kullanma izni verdi; elektronik endüstrisinin liderleri birkaç milyon dolar bağış yaptı; bu işe uygun en azından bir radyoteleskop kullanıma hazır; ve tüm SETI programlarının bu en büyüğünün ilk aşamaları yolunda gidiyor. Eğer bu program, arka plandaki gürültü bataklığına saplanmadan yararlı bir gökyüzü araştırmasının mümkün olduğunu –ve özellikle de, META deneyiminden ötürü kuvvetle muhtemel olan, açıklanamayan aday sinyallerin varlığını– gösterebilirse belki Kongre fikrini değiştirip projeye kaynak ayıracaktır.

Bu arada Paul Horowitz –META’dan farklı, NASA’nın yaptığından farklı– BETA adında yeni bir program ortaya attı. BETA’nın karşılığı “*Milyar kanallı Dünya Dışı Deneme*” [*“Billion-channel ExtraTerrestrial Assay”*]. Dar bant duyarlılığı ve geniş frekans kapsam alanıyla, sinyallerin saptanırken doğrulanmasına yarayan akıllı bir yöntemi birleştiriyor. Gezegen Derneği ek bir destek bulabilirse –daha önceki NASA programından çok daha ucuz– bu sistem çok yakında başlayacak.

META’YLA BULDUKLARIMIZIN, o karanlıktaki, uçsuz bucaksız Samanyolu Galaksisi’ne dağılmış diğer uygarlıklardan gelen yayınlar olduğuna inanmak istiyor muyum? Kesinlikle. Bu mesele üzerinde onlarca yıl kafa yorduktan ve çalıştıktan sonra tabii ki istiyorum. Böyle bir keşif benim için heyecan verici olur. Her şeyi değiştirir. Milyarlarca yıldır bizden bağımsız bir şekilde evrimleşmiş, Evreni belki de bizden çok farklı, muhtemelen daha zekice gören, elbette insan olmayan başka varlıklardan haber almış olacağız. Bizim bilmediğimiz ne kadar şeyi biliyorlar acaba?

Sinyal olmaması, bize seslenen hiç kimsenin olmaması bence kasvetli bir manzara. “Tam sessizlik” diyor farklı bir bağlamda Jean-Jacques Rousseau, “melankoli yaratır; bir ölüm görüntüsüdür.” Ama ben Henry David Thoreau gibi düşünüyorum: “Niçin kendimi yalnız hissedeyim ki? Gezegenimiz Samanyolu Galaksisi’nde değil mi?”

Bu tür varlıkların gerçekten var olduğunun ve evrimsel süreçler gereğince, bizden çok farklı olmaları gerektiğinin anlaşılmasından çıkacak çok çarpıcı bir sonuç var: Burada, Dünya’daki bizleri birbirimizden ayıran farklar, bizden biriyle onlardan biri arasındaki farklarla karşılaştırıldığında saçma kalır. Belki uzak bir mesele ama Dünya dışı bir zekânın keşfi, kavgalı ve bölünmüş gezegenimizi birleştirmede bir rol oynayabilir. Türümüz için, Büyük Düşüşlerin sonuncusu, bir ergenliğe geçiş töreni ve çok eskiden beri süren, Evrendeki yerimizi bulma arayışında dönüştürücü bir vaka olacaktır.

Kendimizi SETI’ye fena halde kaptırmamız yüzünden, yeterli bir kanıt bile olmadan, olması gerektiğini düşündüğümüz şeye inanma zaafını gösterebiliriz; ama bir aşırılık ve budalalık olur

bu. Kuşkuçuluğumuzdan ancak kaya gibi sağlam kanıtlar karşısında vazgeçmeliyiz. Bilim, belirsizliğe karşı tolerans gerektirir. Bilmediğimiz yerde inancımızı frenleriz. Belirsizliğin yarattığı her türlü rahatsızlık daha yüksek bir amaca hizmet eder: Bizi daha iyi kanıtlar toplamaya iter. Bilimle diğer birçok şey arasındaki fark bu yaklaşımdır. Bilim ucuz heyecanlar türünden pek bir şey sunmaz. Kanıtların standartları katıdır. Ama takip edildiği zaman uzağı, büyük bir karanlıkta bile aydınlığı görmemizi sağlayabilirler.

21 göğes!

Göğün basamakları onun için aşağıya kadar inmiş basıp
göğes çıksın diye. Ey Tanrılar, kralı kollarınızla tutun
altından; kaldırın, çıkarın onu göğes.
Göğes! Göğes!
-ÖLÜ BİR FİRAVUN İÇİN İLAHİ (MISIR, y. MÖ 2600)

Benim dedemle büyükannem çocukken elektrik ışığı, otomobil, uçak ve radyo, insanı şaşkına çeviren teknolojik ilerlemeler, çağın mucizeleriydi. Onlar hakkında çok acayip hikâyeler duyabilirdiniz ama Avusturya-Macaristan'da Bug Nehri'nin kıyısındaki o küçük köyde bunların tek bir örneğini bile göremezdiniz. Fakat aynı dönemde, son yüzyılın bitiminde, çok daha büyük başka buluşları çok önceden gören iki adam vardı: Teorisyen Konstantin Tsiolkovski adında, kimsenin bilmediği Kaluga adlı bir Rus kasabasında neredeyse sağır bir öğretmen ve mühendis Robert Goddard, Massachusetts'te, yine kimsenin bilmediği bir Amerikan kolejinde bir profesör. Gezegenlere ve yıldızlara gitmek için roket kullanmayı düşlediler. Bunun temelindeki fiziği ve birçok ayrıntısını adım adım geliştirdiler. Makineleri yavaş yavaş şekillendi. Sonunda düşlerinin bulaşıcı olduğu görüldü.

Onların zamanında bu fikre pek iyi gözle bakılmaz hatta gizli bir deliliğin belirtisi gibi görüldü. Goddard başka dünyalara yolculuktan söz etmenin bile kendisiyle alay edilmesine yol açtığını gördü ve yıldızlara uçma konusunda uzun vadeli tasavvurlarını yayımlamaya ve hatta alenen tartışmaya bile kalkışmadı.

Yeniyetmeyken ikisi de, peşlerini hiç bırakmayan, gözlerinin önünde bir an canlanıveren uzay uçuşu hayalleri görürlerdi. “Hâlâ, makinemle yıldızlara uçtuğum rüyalar görüyorum” diye yazmıştı Tsiolkovski orta yaşlarda. “Yıllarca en ufak bir umut ışığının, hiçbir yardımın olmadığı çok elverişsiz koşullarda tümüyle kendi başına çalışmak zor bir şey.” Çağdaşlarının birçoğu onu gerçekten deli sanıyordu. Fiziği Tsiolkovski’den ve Goddard’dan daha iyi bilenler –*New York Times*’taki, *Apollo 11*’den bir gün öncesine kadar geri alınmayan, dışlayıcı bir başyazı da dahil olmak üzere– roketlerin vakumda çalışamayacağında, insanların Ay’a ve gezegenlere hiçbir zaman ulaşamayacağında diretiyordu.

Bir kuşak sonra, Tsiolkovski ve Goddard’dan esinlenen Wernher von Braun, uzayın kıyısına ulaşan ilk roketi V-2’yi yaptı. Ama 20. yüzyılda çok bol bulunan ironilerden biri; von Braun bunu Naziler için yapıyordu; ayrım gözetmeden sivil insanları katledecek bir alet, Hitler için bir “intikam silahı” olarak ve roket fabrikaları köle işçilerle doluydu, insanlar her roketin yapımında tarifsiz acılar yaşıyordu ve von Braun da bir SS subayı olmuştu. Ay’ı hedefliyorken Londra’yı vurduğum diye espri yapıyordu kendini bilmezce.

Daha da sonraki kuşakta bizler Tsiolkovski ve Goddard’ın çalışmalarını geliştirip, von Braun’un teknolojik dehasını sürdürerek uzaya çıktık, Dünya’nın çevresinde sessizce dolaştık ve Ay’ın yaşlı, ıssız yüzeyinde yürüdük. Giderek daha becerili ve otonom hale gelen makinelerimiz Solar Sistemin her tarafına yayılıyor, yeni dünyaları keşfedip yakından inceliyor, yaşam arıyor ve bu gezegenleri Dünya’yla karşılaştırıyor.

Uzun astronomik perspektiften bakınca –bu kitabı okuduğunuz yılda birkaç yüzyıl bir araya gelmiş gibi tanımlayabileceğimiz– “bugün”de gerçekten çığır açan bir şeyler olmasının nedenlerinden biri budur. Ve ikinci bir neden daha var: Gezegeneğimizin tarihinde, bir türün, kendi istemli eylemleriyle kendisi –ve muazzam sayıda diğerleri– için bir tehlike haline geldiği ilk andır bu. Hangi yollardan olduğunu yeniden sayayım:

- Yüz binlerce yıldır fosil yakıtlar yakıyoruz. 1960’larda pek çoğumuz o kadar çok odun, kömür, petrol ve doğal gaz yakıyorduk ki bilimciler sera etkisinin artmasından en-

dişelenmeye başladı; küresel ısınma tehlikesi kamuoyu bilincine yavaş yavaş girmeye başladı.

- 1920'lerde ve 1930'larda CFC'ler bulundu; 1974'te bunların koruyucu ozon tabakasına zarar verdiği keşfedildi. On beş yıl sonra, bunların üretimine karşı dünya çapında bir yasak yürürlüğe konuyordu.
- Nükleer silahlar 1945'te bulundu. Termonükleer bir savaşın küresel sonuçlarının idrak edilmesi 1983'ü buldu. 1992'de büyük sayıda savaş başlığı sökülüyordu.
- İlk asteroit 1801'de keşfedildi. 1980'lerin başında onları oraya buraya hareket ettirme konusunda az çok ciddi öneriler ortaya atıldı. Bunun hemen ardından, asteroit saptırma teknolojisinin potansiyel tehlikelerinin anlaşılması geldi.
- Biyolojik savaş yüzyıllardır var fakat onun moleküler biyolojiyle ölümcül birleşmesi daha yeni gerçekleşti.
- Biz insanlar türlerin yok oluşunu Kretase Dönemi'nin bitiminden beri görülmemiş ölçüde hızlandırdık. Ama bu yok oluşun büyüklüğü ancak son on yılda ortaya çıktı ve Dünyadaki yaşamların birbirine bağlılığından habersizliğimizle, kendi geleceğimizi de tehlikeye atma olasılığımız arttı.

Bu listedeki tarihlere bakın ve günümüzde geliştirilmekte olan bir dizi yeni teknolojiyi düşünün. Kendi elimizden çıkma, bazıları belki daha da ciddi diğer tehlikelerin henüz keşfedilmemiş olması muhtemel değil mi?

Kendi kendini kutsayan şovenizmlerin, saygınlığını yitirmiş, kirlenmiş bir sahada hâlâ direniyor gibi görünen sadece bir tanesi, özel olduğumuz yolunda sadece tek bir his var: Kendi eylemlerimizden yahut eylemsizliklerimizden ve teknolojilerimizin kötü kullanımı yüzünden, en azından Dünya için olağanüstü bir anda yaşıyoruz; ilk kez bir tür kendini yeryüzünden silebilecek hale geldi. Ama şunu diyebiliriz: Aynı zamanda da, bir türün ilk kez gezegenlere ve yıldızlara yolculuk yapabilecek hale gelişidir bu. Aynı teknolojinin yarattığı iki süreç –gezegenin 4,5 milyar yıllık tarihindeki birkaç yüzyıl– birbiriyle kesişiyor. Dünya'ya geçmişte (ya da gelecekte) rastgele bir anda, bir şekilde indiriliverseydiniz bu kritik âna rastlama şansınız 10 milyonda birden az olurdu. Gelecek üzerinde gücümüz şimdilik yüksek.

Birçok dünyada ortaya çıkan, bildik bir gelişme de olabilir bu; yeni biçimlenmiş bir gezegen, yıldızının etrafında sakin sakin dönüyor; yavaş yavaş yaşam oluşuyor; oluşan kaleydoskopik bir yaratıklar dizisi evrimleşiyor; hayatta kalma yönünden, en azından bir noktaya kadar muazzam bir değer taşıyan zekâ ortaya çıkıyor; ve sonra teknoloji icat olunuyor. Birden doğa yasaları diye bir şeyin olduğunu, bu yasaların deneylerle açığa çıkarılabileceğini ve bu yasalar hakkında bilginin, yaşamları kurtarmak için de yok etmek için de, her ikisi için de daha önce hiç görülmemiş boyutlarda kullanılabileceğini anlaşıyorlar. Bilimin müthiş güçler vereceğini fark ediyorlar. Dünya değiştiren tertibatlar yaratıyorlar çabucak. Bazı gezegensel uygarlıklar bu yolun geleceğini görüyor, neyin yapıp neyin yapılmaması gerektiği konusunda sınırlar koyuyor ve tehlikeli dönemleri güvenli bir şekilde atlatıyorlar. Diğerleri bu kadar şanslı ya da sağduyulu olamıyor, yok oluyorlar.

Uzun vadede her gezegensel toplum uzaydan gelen çarpma tehlikesine maruz kalacağından, varlığını sürdüren her toplum uzay yolculuğu yapar hale gelmek zorunda; keşifsel ya da romantik heveslerden değil, akla gelebilecek en pratik nedenden ötürü: Hayatta kalmak için. Ve siz yüzyıllardır ya da binyıllardır uzaya çıkmış, küçük dünyaları oraya buraya hareket ettirmiş ve mühendisliğe tabi tutmuşsanız türünüz beşiğinden kopmuştur. Eğer varlarsa, diğer uygarlıkların birçoğu sonunda anavatanından uzakta maceralara girişecektir.¹

ÖZELLİKLE TEHLİKELERİN NİTELİĞİYLE herhangi bir şekilde ilgilenmeden, durumumuzun ne kadar riskli olduğunu

1. Yeniyetmelik dönemini sağ salım atlatmış bir gezegensel uygarlık, yeni doğmuş *kendi* teknolojileriyle çabalayan başka uygarlıkları teşvik etmek isteyebilir mi? Onlar belki de var olduklarının haberini, kendi kendini yok etmekten kaçınmanın mümkün olduğunu gösteren zafer kazanmış bir duyuruyu yayınlamak için özel çabalar harcıyordur. Yahut ilk başta çok temkinli davranıyor olabilirler mi? Kendi ellerinden çıkma felaketlerden kaçınmış olduklarından, belki de ötelerde, karanlıktaki bilinmeyen, büyüyen, *Lebensraum* arayan ya da potansiyel rekabetleri bastırmak için kölecilik peşinde koşan bir uygarlığa kendilerinin var olduğunu bildirmekten korkuyorlardır. Bu bizim, komşu yıldız sistemlerini tedbirli bir şekilde araştırmamız için bir neden olabilir.

Belki de başka bir nedenden ötürü sessizdirler: İleri bir uygarlığın var olduğunu yayın yoluyla bildirmek, yeni doğan uygarlıkları geleceklerini korumak için ellerinden gelen çabayı harcamaktan vazgeçmeye teşvik edebilir; bunun yerine, karanlıktan birisinin gelip onları kendilerinden kurtaracağını umut edebilirler.

hesaplamak için önerilen bir yöntem var. J. Richard Gott III, Princeton Üniversitesi'nde bir astrofizikçidir. Genelleştirilmiş bir Kopernik Prensibini, yani benim başka bir yerde Sıradanlık Prensibi diye tanımladığım bir şeyi benimsememizi istiyor. Olasılıklar bizim aslında olağanüstü bir zamanda yaşamadığımız yolunda. Şimdiye dek kimse pek olağanüstü bir zamanda yaşamamış. Bizlerin doğup ömürlerimizin sonuna kadar yaşama ve türümüzün (yahut uygarlığımızın veya ulusumuzun) uzun ömrünün bir yerlerinde ölme ihtimalimiz yüksek. Gott, neredeyse kesinlikle, diyor, ilk ya da son zamanlarda yaşamıyoruz. Eğer türünüz çok gençse bundan çıkan sonuç, uzun sürmesinin muhtemel olmadığıdır; çünkü uzun *sürecekse*, siz (ve bugün yaşayan diğer herkes), oransal olarak konuşursak, başlangıcın bu kadar yakınında yaşıyor olmakla, olağanüstü bir halde *olursunuz*.

Öyleyse, türümüzün öngörülen ömrü ne kadar? Gott, yüzde 97,5 güvenilirlik düzeyiyle, insanların 8 milyon yıldan fazla kalmayacağı sonucuna varıyor. Bu onun üst sınırıdır ve aşağı yukarı birçok memeli türünün de ortalama ömrü kadardır. Bu durumda, teknolojinin bir zararı da yararı da yoktur. Ama Gott'un aynı güvenilirlik iddiasındaki alt sınırı sadece 12 yıl. İnsanların, şu anda yaşayan bebekler yeniyetme çağına gelinceye kadar varlığını sürdürmesi konusunda bire karşı 40 olasılık bile vermiyor size. Gündelik yaşamda bizler bu kadar büyük bir riske girmemek için çok büyük çaba harcar, örneğin düşme ihtimali 40'ta bir olan bir uçağa binmeyiz. Hastaların yüzde 95'inin kurtulacağı bir cerrahi operasyonu, ancak hastalığımız yüzünden ölme riski yüzde 5'ten fazlaysa kabul ederiz. Türümüzün varlığını bir 12 yıl daha sürdürmesi konusunda bire karşı sadece 40'luk bir ihtimal, eğer gerçekse, çok büyük endişeye yol açacak bir durum olur. Eğer Gott haklıysa, hiçbir zaman yıldızlara gidemeyecek olmamız bir yana, bir daha başka bir gezegene ayak basacak kadar bir süre bile var olmama riskimiz de epey fazla.

Bence bu tezde tuhaf, buharımsı bir nitelik var. Türümüz hakkında, kaç yaşında olduğu dışında hiçbir şey bilmeden, güvenilirlik düzeyinin yüksek olduğunu iddia ederek, geleceğiyle ilgili bir sürü tahminde bulunuyoruz. Nasıl? Galip gelenlerle devam ediyoruz. Var olanların var olmaya devam etmesi muhtemel. Yeni gelenler yok olabilir. Sadece, bu konuyu araştırdığımız anın hiçbir özelliğinin olmadığı yolunda, gayet akla yakın bir

varsayım var. Öyleyse bu tez niçin tatmin edici değil? Sırf ima ettiği şeyler karşısında affladığımız için mi?

Sıradanlık Prensibi gibi bir şeyin çok geniş bir kullanılabilirliği olsa gerek. Ama bizler her şeyin sıradan olduğunu düşünecek kadar cahil değiliz. Zamanımızda özel bir şey var; sadece, herhangi bir dönemde yaşayanların kuşkusuz ki hissedeceği zamansal şovenizm değil de, yukarıda dile getirildiği gibi, kesinlikle benzersiz ve türümüzün geleceğiyle ilgili olasılıklara sıkı sıkıya bağlı bir şey bu: Üs sayılar oranıyla gelişen teknolojimiz ilk kez (a) kendi kendini yok etme uçurumuna geldi fakat aynı zamanda da ilk kez (b) başka bir yere, Dünya'nın dışında bir yere giderek, yok oluşu geciktirebilir ya da savuşturabilir hale geldik.

Bu iki olanak grubu, yani (a) ve (b), içinde bulunduğumuz zamanı, birbirleriyle doğrudan çelişen –(a)'nın Gott'un tezini güçlendirdiği, (b)'nin ise zayıflattığı– iki farklı yoldan olağanüstü hale getiriyor. Yıkıcı yeni teknolojilerin insanların yok oluşunu, yeni uzay uçuşlarının geciktirebileceğinden daha fazla hızlandırıp hızlandırmayacağı konusunda nasıl bir kehanette bulunacağımı bilmiyorum. Ama kendimizi yok edecek olanakları daha önce hiç bulmadığımızdan ve başka dünyalara yerleşmek için gerekli teknolojiyi daha önce hiç geliştirmediklerimizden, özellikle de Gott'un tezi bağlamında, zamanımızın olağanüstülüğüne güçlü bir neden oluşturulabilir. Eğer bu tez doğruysa, gelecekteki ömür konusunda böylesi tahminlerde yanılma payını önemli ölçüde arttırır. En kötüsü daha kötü, en iyisi daha iyi: Kısa süreli tahminimiz Gott'un hesapladığından daha da kasvetli ve –kısa sürede yok olmazsak eğer– uzun süreli şansımız onun hesabından daha da umut verici.

Ama bunların birincisinin umutsuzluğa yol açıcılığı, ikincisinin gönül rahatlığı yaratıcılığından daha fazla değil. Hiçbir şey, bizi, kaderimiz acımasızca karşımıza çıktığında dehşet içinde cıkcıklayan pasif bir seyirci olmaya zorlayamaz. Kaderimizi pek ensesinden yakalayamasak da, belki hedefini şaşırabilir ya da yatıştırabilir, yahut ondan kurtulabiliriz.

Elbette gezegenimizin yaşanabilirliğini korumamız gerekiyor; yüzyıllarca ya da bin yıllarca sürecek, acelesiz bir zaman ölçeğinde değil, acilen, on yıllarla ya da hatta yıllarla sınırlı bir zaman ölçeğinde hem de. Bu, hükümetlerde, endüstride, etikte ve dinde değişiklikler gerektirecek. Daha önce böyle bir şeyi,

hem de küresel boyutta hiç yapmadık. Bizim için çok zor olabilir. Tehlikeli teknolojiler çok yaygın olabilir. Doğru yoldan sapmalar her tarafa yayılmış olabilir. Bir sürü lider, uzun vade yerine kısa vadeye yoğunlaşmış olabilir. Birbirine düşman etnik grupların, ulus-devletlerin ve ideolojilerin çokluğu doğru bir küresel değişikliğin uygulanmasına engel olabilir. Gerçek tehlikelerin ne olduğunu bile algılayamayacak kadar akılsız olabiliriz ya da bunlar hakkında duyduklarımızın çoğu, temelden değişimleri en aza indirmede çıkarı olanlar tarafından belirlenmiş olabilir.

Ama biz insanların, neredeyse herkesin olanaksız sandığı uzun süreli toplumsal değişimlerin gerçekleştirildiği bir tarihi de var. En eski günlerimizden beri, sadece kendi yararımız için değil, çocuklarımız ve torunlarımız için de çalıştık. Benim dedemle büyükanmem ve annemle babam benim için böyle yaptı. Bizler sık sık, farklılıklarımıza karşın, endemik nefretlerimize karşın, ortak bir düşmana karşı bir araya geldik. Bugünlerde, karşımızdaki tehlikeleri fark etmeye bir on yıl öncesinden bile çok daha büyük istek görüyoruz. Yeni fark edilen tehlikeler hepimizi eşit şekilde tehdit ediyor. Bu durumun Dünya'da nasıl sonuçlar vereceğini kimse bilemez.

AY, ESKİ ÇİN MİTOLOJİSİNDE ölümsüzlük ağacının yetiştiği yerd. Ölümsüzlük değilse de, uzun ömürlülük ağacı öyle görünüyor ki gerçekten de başka dünyalarda yetişiyor. Gezegenlere gidersek, birçok dünyada kendine yeterli insan toplulukları olursa türümüz felaketten korunacaktır. Bir gezegendeki morötesi ışınları absorbe eden kalkanın delinmesi, tersine, başka birindeki kalkana özel bir önem verilmesini sağlayan bir uyarı olur. Bir gezegende felaket yaratan bir çarpma, muhtemelen diğer hepsinin dokunulmaz hale gelmesini sağlayacaktır. Ne kadar çoğumuz Dünya'nın dışında olursak, yaşadığımız dünyaların birbirinden farkı ne kadar büyük olursa, gezegen mühendisliği ne kadar çeşitlenirse, toplumsal standartlar ve değerlerin yayıldığı yelpaze ne kadar geniş olursa, insan türü o kadar güvende olacaktır.

Eğer siz yerçekimi Dünya'nın yüzde 1'i kadar ve ana kapılardan bakınca siyah bir gökyüzünün görüldüğü bir gezegenin yeraltında yaşayarak büyümüşseniz algılarınız, ilgileriniz, önyargılarınız ve yatkınlıklarınız anavatan gezegenin yüzeyinde yaşayan

birinden çok farklı olacaktır. Mars'ın yüzeyinde ya da Venüs'te ya da Titan'da, terraformasyonun dertleriyle yaşıyorsanız da öyle. Bu strateji –yani her biri kendi kendine çoğalabilen, güçleri ve kaygıları bir şekilde farklı ama hepsinde yerel bir kıvanç görülen birçok küçük gruba bölünme– Dünya'daki yaşamın evrimleşmesinde ve özellikle de bizim kendi atalarımız tarafından yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Aslında, biz insanların niçin böyle olduğumuzu anlamamanın anahtarı olabilir bu.² İnsanların uzayda sürekli varlığının eksik kalmış gerekçelerinin ikincisi budur: Sadece öngörebildiğimiz değil, öngöremediğimiz felaketlerden de kurtulma şansımızı arttırmak. Gott ayrıca, güçlüklerin üstesinden gelmede bize en büyük şansı başka dünyalarda insan toplulukları kurmanın sağlayabileceğini de savunuyor.

Bu sigorta poliçesi, Dünya'da yaptıklarımızın ölçeğiyle çok pahalı değildir. Hatta bugün uzaya yolculuk yapan ülkelerin (her halükârda askerî bütçelerin ve marjinal ya da hatta saçma diye nitelenebilecek diğer keyfi harcamaların yanında çok ufak kalan) uzay bütçelerini iki katına çıkarmalarını bile gerektirmez. Çok kısa bir süre sonra insanları Dünya'ya yakın asteroitlere yerleştirebilir ve Mars'ta üsler kurabiliriz. Bunu bugünkü teknolojimizle bile bir insan ömründen kısa bir sürede yapmayı becerebiliriz. Ve teknolojiler hızla gelişecektir. Uzaya açılmada daha da ustalaşacağız.

İnsanları başka dünyalara gönderme konusunda ciddi bir girişimin yıllık bazda maliyeti nispeten öylesine düşük ki, Dünya'nın acil sosyal gündemleriyle ciddi bir şekilde rekabet etmesi mümkün değil. Bu yola girersek, başka dünyalardan gelen görüntü akışları Dünya'ya ışık hızında yağıyor olacak. Sanal gerçeklik bu macerayı Dünya'da kalan milyonlar için erişilebilir kılacak. Vekâleten katılım daha önceki bütün arama ve keşiflerden çok daha gerçek hale gelecek. Ve ne kadar çok kültüre ve halka ilham ve heyecan verirse, o kadar daha büyük olasılıkla gerçekleşecek.

Ama biz hangi hakla kendi kendimize, başka dünyalara yerleşecek, oraları değiştirecek ve fethedecek miyiz diye soruyoruz ki? Solar Sistemde yaşayan başka birileri varsa önemli bir sorun

2. Bkz. *Shadows of Forgotten Ancestors: A Search for Who We Are*, Carl Sagan ve Ann Druyan (New York: Random House, 1992) [*Atalarımızın Gölgesinde: İnsanın Doğa İçindeki Yeri Üzerine*, Çev. Ayça Türkan, Say Yay., 2015].

olacaktır bu. Ama bu sistemde bizden başka kimse yoksa oraya yerleşme hakkımız yok mu?

Elbette, keşiflerimiz ve barınak inşaatlarımız gezegensel çevreye ve bu çevrenin içerdiği bilimsel verilere karşı saygının ışığında gerçekleşmeli. Temel bir sakınımdır bu. Keşif ve yerleşim elbette adil ve uluslar üstü bir şekilde, insan türünün tüm temsilcilerinin katılımıyla yapılmalı. Geçmişteki kolonyal tarihimiz bu yönden pek cesaret verici değil; ama bu kez bizi harekete geçiren şey, 15. ve 16. yüzyılın Avrupalı kâşifleri gibi altın ya da baharat ya da köleler ya da kâfirleri Tek Doğru İman'a döndürme şevki değil. Aslında, tüm ülkelerin insanlı uzay programlarında böylesine kesik kesik ilerlemeler, bunca bir başlayıp bir duruşlar yaşamamızın baş nedenlerinden biri de budur.

Bu kitabın başlarında hep yöreselliklerden yakınmama karşın, burada kendimi pişmanlık duymayan bir insan şovenisti halinde buluyorum. Bu Solar Sistemde bizden başka bir yaşam olsaydı, insanların geliyor olması yüzünden çok yakın bir tehlike altında olurdu. Böyle bir durumda ben, türümüzün başka birtakım dünyalara yerleştirilerek korunmasının, diğer herkes için yaratacağımız tehlikeyle en azından kısmen dengeleneceğine bile ikna olabildim. Fakat, en azından şimdiye kadar bildiğimiz kadarıyla, bu sistemde bizden başka bir yaşam, tek bir mikrop bile yok. Dünya yaşamı var sadece.

Bu durumda, Dünya yaşamının yararı için ben, kısıtlılıklarımızı çok iyi bilerek, Solar Sistem hakkındaki bilgimizi muazzam boyutta arttıralım ve sonra da başka dünyalara yerleşmeye başlayalım diye ısrar ediyorum.

Eksik kalan pratik tezler şunlar: Dünya'yı facia yaratacak, kaçınılmaz çarpmalardan korumak ve bizi yaşatan çevreye yönelik, bilinen ya da bilinmeyen daha birçok tehlikeye karşı bütün yumurtaları aynı sepete koymamak. Bu tezler olmazsa, insanları Mars'a ve başka bir yere gönderme konusunda güçlü bir iddia yetersiz kalabilir. Ama bunlarla –ve bilimi, eğitimi, perspektifi ve umudu da kapsayan destekleyici tezlerle– sanırım güçlü bir iddia yaratmak mümkün. Uzun vadede varlığımızın devamı söz konusuysa, başka dünyalara gitme cesaretini göstermek türümüze karşı temel bir sorumluluğumuzdur.

Bizler yelkenleri rüzgârsız kalmış denizciler, bir esintinin kıpırtısını hissediyoruz.

22

samanyolu'nda parmak uçlarında yürümek

Siper olan yıldızların üstüne yemin ederim ki (büyük bir yemindir, eğer biliyorsanız)...

-KURAN, 56. SURE (7. YÜZYIL)

Elbette tuhaf bir şey artık dünyada yaşamayacak olmak,
Öğrenmeye zor vakit bulunan âdetlerden vazgeçmek...

-RAINER MARIA RILKE, "İLK AĞIT" (1923)

Gökleri ölçme, gökyüzüne çıkma, başka dünyaları bizim amacımıza göre değiştirme beklentisi –ne kadar iyi niyetli olursak olalım– uyarı flamalarının sallanmasına yol açıyor: İnsanların kibirli gururlara kapılmaya yatkınlığını hatırlıyoruz; elimize güçlü yeni teknolojiler geçtiğinde yanılabilirliğimizi ve kapıldığımız yanlış hükümleri düşünüyoruz. Babil Kulesi'nin, "tepesi göğe erecek" bir yapının hikâyesi geliyor aklımıza ve Tanrının bizim türümüz için, "hiçbir şey onları yapmayı düşündükleri her şeyi yapmaktan zaptedemeyecek" olmasından korktuğu.

Başka dünyalar için Tanrısal bir iddiada bulunan 15. Mezmur'a rastlıyoruz: "Gökler Efendimiz'indir ama Dünya'yı insanların çocuklarına verdi o." Ya da Platon'un, Babil'in Yunan analogunu –Otys ve Ephialtes masalını– yeniden anlatışına. Onlar, "göğü

ölçmeye kalkışan” ölümlülerdi. Tanrıların bir tercih yapması gerekiyordu. Ne oldum delisi insanları öldürmeli “ve soylarını yıldırımlarla yok etmeli” miydiler? Bir taraftan da “bu, insanların” Tanrılara “sunduğu kurbanların ve tapınmalarının sonu olacaktı” ve Tanrılar bunları çok istiyordu. “Fakat öte yandan da Tanrılar [böyle bir] küstahlığa son verilmemesine katlanamazdı.”

Fakat uzun vadede, bir alternatifimiz yoksa, tercihlerimiz ya çok dünya ya da hiçbiriyse, bize başka türden mitler, cesaret veren mitler gerekiyor. Bunlar var. Hinduizmden Gnostik Hristiyanlığa ve Mormon doktrinine kadar birçok din –belki kâfirlik gibi görünse de– insanların hedefinin birer Tanrı *haline gelmek* olduğunu söyler. Ya da Yahudilerin Talmud’undan Yaradılış Kitabı’nın dışında bırakılmış bir hikâyeyi düşünelim (Elma, Bilgi Ağacı, Masumiyetin Yitişi ve Cennetten Kovulma hikâyesiyle kuşkulu bir uyum içinde). Bahçede Tanrı, Havva’yla Âdem’e, kendisinin Evreni kasten bitmemiş halde bıraktığını söyler. Sayısız kuşaklar boyunca insanların sorumluluğu, bu “muhteşem” deneyde Tanrı’ya katılmak, “Yaratıyı tamamlamak”tır.

Böyle bir sorumluluk, özellikle bizim gibi böylesine zayıf ve kusurlu bir tür, tarihi böylesine kahrırlı bir tür için ağır bir yük. “Tamamlamak” gibi erişilmez bir şeye, bugün sahip olduğlarımızın muazzam miktarda daha fazlası olmadan girilemez. Ama belki de, varlığımız söz konusuysa kendimizi bu yüce ve zorlu göreve kalkışabilecek halde göreceğiz.

ROBERT GODDARD, ÖNCEKİ BÖLÜMDE geçen tezlerin hiçbirini pek kullanmıyorsa da, onun önsezisi, “soyun devamını sağlamak için yıldızlar arası uzaya sefere çıkılmalı”ydı. Konstantin Tsiolkovski de benzer bir hükümde bulunuyor:

Dünya’nın bir sürü adası gibi, sayısız gezegen var... İnsanlar bunların birinde bulunuyor. Ama niçin ötekilerden ve sayısız güneşin gücünden yararlanmasınlar? ... Güneş’in enerjisi tükenince onu bırakmak ve yeni yanmış, hâlâ parlaklığının zirvesinde yeni bir yıldız aramak akla yakın olacaktır.

Bu, diyor Tsiolkovski, “fethedilecek yeni dünyalar arayan maceracı ruhlar tarafından” daha önce, Güneş’in ölmesinden çok önce yapılabilir.

Ama ben tüm bu tartışmaları yeniden düşününce tedirgin oluyorum. Bu biraz fazla Buck Rogers'vari* değil mi? Gelecekteki teknolojiye saçma bir güven gerektirmiyor mu? İnsanların yanılabilirliği konusunda uyarılarımı görmezden gelmiyor mu? Elbette bu, kısa vadede, teknolojik yönden gelişmemiş ülkelerin aleyhine bir durum. Bu tuzaklardan kaçınmayı mümkün kılan pratik alternatifler yok mu?

Bizim kendi kendine çıkan bütün çevresel sorunlarımız, bütün kitlesel imha silahlarımız bilimin ve teknolojinin ürünleri. Yani, bilimden ve teknolojiden vazgeçelim diyebilirsiniz. Bu aletlerin elimizi yakacak kadar sıcak olduğunu kabul edelim. Ne kadar düşüncesiz yahut uzak görüşten yoksun olsak da, çevreyi küresel ya da hatta yerel ölçekte değiştirmeye gücümüzün yetmeyeceği daha basit bir toplum yaratalım. Yeni bilgilere karşı katı bir denetimin olduğu minimal, tarım yoğunluklu bir teknolojiye geri dönelim. Otoriter bir teokrasi, bu denetimi gerçekleştirmede denenmiş ve başarılı olmuş bir yoldur.

Ama böyle bir dünya kültürü kısa vadede değilse de –teknolojik gelişimin hızı yüzünden– uzun vadede tutarsızdır. İnsanların kendini geliştirme, imrenme ve rekabet eğilimleri yüzeyin altında daima nabız gibi vuracak; kısa vadeli, yerel avantaj fırsatları er ya da geç kullanılacak. Düşünce ve eylem üzerinde sert baskılar olmazsa çabucak bugün olduğumuz yere geri döneriz. Bu kadar denetim altında bir toplumda, bu denetimi yapan elitlere büyük yetkilerin verilmesi gerekir ve bu da çirkin suistimalleri ve sonunda isyanları getirir. Bizler teknolojinin sunduğu zenginlikleri, rahatlığı ve hayat kurtaran ilaçları bir kez gördükten sonra, insan yaratıcılığını ve açgözlülüğünü bastırmak çok zor. Ve küresel uygarlığın mümkün olsa bile böyle bir şekilde terk edilmesi, kendi kendine doğacak teknolojik felaketler sorununu muhtemelen çözebilirse de, bizi sonunda asteroitlerin ve kuyruklu yıldızların çarpmasına karşı savunmasız bırakacaktır.

Ya da çok daha geriye, toprağın doğal ürünleriyle yaşayacağımız ve tarımı bile bırakacağımız avcı-toplayıcı topluma geri dönmeyi düşünebilirsiniz. O zaman kargı, deşme sopası, ok, yay ve ateşten ibaret bir teknoloji yeterli olacak. Ama toprak en

* İlk kez 1928'de Philip Francis Nowlan tarafından yaratılmış bir bilimkurgu kahramanı. (ç.n.)

fazla birkaç on milyon avcı-toplayıcıyı besleyebilir. Kaçınmaya çalıştığımız faciaları harekete geçirmeden, bu kadar düşük bir nüfus düzeyine nasıl inebiliriz ki? Üstelik biz artık avcı-toplayıcı tarzı yaşamayı pek bilmiyoruz: Onların kültürünü, becerilerini, aletlerini unuttuk. Onların neredeyse hepsini öldürdük ve onları destekleyecek çevrenin çoğunu yok ettik. Bu işe büyük bir öncelik versek de, içimizdeki küçük bir kalıntı grup hariç, geri dönemeyiz. Ve yine, geri dönebilsek bile, kaçınılmaz bir şekilde gelecek çarpma faciası karşısında çaresiz kalacağız.

Alternatifler amansızdan daha kötü sanki: Yararsızlar. Karşıma çıkan tehlikelerin çoğu bilim ve teknolojiden kaynaklanıyor; ama daha da temel nedeni, gerektiği kadar akıllı hale gelmeden güçlü hale gelmemiz. Teknolojinin elimize verdiği dünya değiştirici güçler şimdi, daha önce hiç gerekmediği kadar büyük ölçüde tedbirli olmamızı ve dikkat göstermemizi gerektiriyor.

Bilim iki türlü yol açar elbette; ürünleri hem iyiye hem de kötüye kullanılabilir. Ama bilimden geriye dönüş yoktur. Teknolojik tehlikeler konusunda erken uyarılar da bilimden geldi. Çözümler bizden sadece teknolojik bir düzeltimden daha fazla şey isteyebilir pekâlâ. Birçok kişinin bilimsel yönden kültürlü hale gelmesi gerekebilir. Kurumları ve davranışları değiştirmek zorunda kalabiliriz. Ama sorunlarımız, nereden kaynaklanıyor olursa olsun, bilim dışında çözülemez. Bizi tehdit eden teknolojiler de bu tehditlerden kurtuluş yolları da hep aynı kaynaktan çıkıyor. Başa baş yarışıyorlar.

Bunun aksine, farklı dünyalara dağılmış insan toplumlarıyla geleceğimiz çok daha tatminkâr olacak. Portföyümüz çeşitlenecek. Yumurtalarımız, neredeyse kelimenin tam anlamıyla, birçok sepette olacak. Her toplum kendi dünyasının üstünlüklerinden, gezegensel mühendisliğinden, sosyal âdetlerinden, kalıtsal yeteneklerinden gurur duyma eğilimi gösterecek. İster istemez, kültürel farklılıklara değer verilecek ve bunlar abartılacak. Bu farklılıklar varlığın devamını korumanın bir aracı işlevini görecek.

Dünyada kalmış olanlar temkine, yeni bilgilerden korkmaya ve gaddarca sosyal denetimler kurmaya çok önem vermeye mecbur olsalar da, Dünya dışı yerleşimlerin, kendi başlarının çaresine daha iyi bakabilir hale geldikten sonra teknolojik iler-

lemeyi, açık fikirliliği ve macerayı teşvik etmek için her türlü nedenleri olacak. Başka dünyalarda kendi kendine yeterli ilk birkaç toplum kurulduktan sonra Dünyalılar da kendi sınırlamalarını gevşetip rahatlayabilir. Uzaydaki insanlar Dünya'dakilere, serseri yörüngelerdeki asteroit ya da kuyruklu yıldızların ender ama felakete yol açacak çarpmalarına karşı gerçek anlamda bir koruma sağlayacak. Uzaydaki insanlar elbette, bu nedenden ötürü, Dünya'dakilerle çıkacak ciddi bir tartışmada üstün durumda olacak.

Böyle bir zamanın beklentileri, bilim ve teknolojiadaki ilerlemelerin artık asimptotik bir limite yaklaştığı yolundaki tahminlerle çok etkileyici bir tezat oluşturacak; yani sanatın, edebiyatın ve müziğin bizim türümüzün zaman zaman ulaştığı yüksekliklere, varıp da geçmek şöyle dursun, asla yaklaşamayacağı ve Dünya'daki siyasi yaşamın, Hegel'e göre "tarihin sonu" diye tanımlanan, kaya gibi sağlam bir liberal demokrat dünya devleti halinde sonuçlanmak üzere olduğu savıyla. Uzaya böyle bir yayılma ayrıca, yakın tarihteki, birbirinden farklı fakat aynı şekilde görülebilen -otoritecilik, sansürcülük, etnik nefret ve meraka ve öğrenmeye karşı derin bir kuşku gibi- eğilimlerle de tezat oluşturur. Buna karşılık ben, bazı yanlışlar ayıklandıktan sonra, Solar Sisteme yerleşmenin bilimde ve teknolojiye, kültürel gelişimde ve göklerdeki geniş kapsamlı denemelerde, yönetimde ve toplumsal örgütlenmelerde ucu açık bir göz kamaştırıcı ilerlemeler çağının alameti olacağı kanısındayım. Solar Sistemin keşfi ve başka dünyalara yerleşim birçok yönden, tarihin sonundan ziyade başlangıcını oluşturacak.

EN AZINDAN biz insanlar için, geleceğimizi görmek olanaksız, yüzyıllar sonrasınıysa kesinkes olanaksızdır. Bugüne dek hiç kimse bunu tutarlı ve tam bir şekilde yapamadı. Elbette ben de böyle bir şey yapabileceğimi düşünmüyorum. Bu kitapta bu noktaya yaklaşabildiğim kadar, korka korka yaklaştım çünkü bizler teknolojimizin getirdiği, benzeri gerçekten hiç görülmemiş tehlikeleri daha yeni tanıyoruz. Bu tehlikelerde bence, bazılarını kısaca sergilemeye çalıştığım, kimi zaman apaçık çıkarımlar var. Ayrıca, daha az apaçık, çok daha uzun vadeli çıkarımlar da var ama bunlardan o kadar bile emin değilim. Ama her şeye karşın, bunları da dikkatinize sunmak istiyorum.

Torunlarımız Dünya'ya yakın asteroitlere ve Mars'a ve dış Solar Sistemin aylarına ve Kuiper KuyrukluYıldız Kuşağı'na yerleşseler bile, durum yine de tümüyle güvenli olmayacak. Uzun vadede, Güneş müthiş X ışını ve morötesi patlamaları yaratabilir; Solar Sistem, yakınında pusuda bekleyen muazzam yıldızlar arası bulutlardan birine girecek ve gezegenler kararıp soğuyacak; Oort Bulutu'ndan gürleyerek gelen öldürücü bir kuyrukluYıldız sağanağı komşu birçok dünyadaki uygarlıkları tehdit edecek; yakınlardaki bir yıldızın bir süpernova haline gelmeye başladığını fark edeceğiz. Gerçekten uzun vadede –dev bir kırmızı yıldız olma yolundaki– Güneş gittikçe daha büyüyecek ve daha parlayacak, Dünya'nın havası ve suyu uzaya kaçmaya başlayacak, toprak kömürleşecek, okyanuslar buharlaşacak ve kaynayacak, kayalar buhara dönecek ve gezegenimiz hatta belki de yutulup Güneş'in içini boylayacak.

Bizim için yaratılmış falan olmayan Solar Sistem, sonunda bizim için çok tehlikeli hale gelecek. Solar Sistem son zamanlarda ne kadar güvenilir olursa olsun, tüm yumurtalarımızı tek bir yıldızsal sepete koymak çok riskli olabilir. Uzun vadede, Tsiolkovski ve Goddard'ın çok önceden fark ettiği gibi, Solar Sistemden ayrılmamız gerekecek.

Bunlar bizim için geçerliyse niçin başkaları için geçerli değil, diye sorabilirsiniz pekâlâ. Ve başkaları için geçerli ise, onlar niçin burada değil? Buna verilebilecek birçok yanıt var ve bunlardan biri –gerçi kanıtları acınacak kadar zayıf olsa da– onların buraya *gelmiş* olduğu iddiası. Yahut belki de orada başka kimse yoktur çünkü yıldızlar arası uçuşu başaramadan, hemen hemen istisnasız bir şekilde yok olmuşlardır; belki de 400 milyar güneşin bulunduğu bir galaksideki ilk teknik uygarlık bizimkidir.

Daha muhtemel bir açıklama, bence, uzayın uçsuz bucaksız ve yıldızların birbirinden çok uzak olması gibi basit bir gerçektir çıkar. Bizimkinden çok daha eski ve daha ileri –anavatan dünyalarından etrafa yayılıp yeni dünyalar yaratan ve sonra başka yıldızlara doğru devam eden– uygarlıklar olsa bile, UCLA'dan William I. Newman'ın yaptığı ve benim yaptığım hesaplara göre, buraya gelmeleri mümkün değil. Henüz. Ve ışık hızı sınırlı olduğundan, Güneş'in bir gezegeninde teknik bir uygarlığın doğmuş olduğunu bildiren TV ve radar haberi onlara ulaşmamıştır. Henüz.

İyimser tahminler doğru çıksa ve her bir milyon yıldızdan birinde hemen hemen teknolojik bir uygarlık varsa ve üstelik bunlar Samanyolu Galaksisi'ne rastgele dağılmış olsa –bu koşulları kabul etsek de–; bu durumda, hatırlayalım, bunların en yakını birkaç yüz ışık yılı mesafede olacak: En yakını belki 100 ışık yılı, daha muhtemelen de 1.000 ışık yılı uzak olacak ve tabii ki belki de, ne kadar uzak bir yana, hiçbir yerde olmayacak. Farz edelim ki, başka bir yıldızın bir gezegenindeki en yakın uygarlık, mesela 200 ışık yılı mesafede olsun. O zaman, bugünden 150 yıl falan sonra bizim II. Dünya Savaşı sonrası zayıf televizyon ve radar yayılımımızı almaya başlayacaklar. Ne yapacaklar bununla? Bu sinyal geçen her yıl daha yüksek, daha ilginç, belki de daha uyarıcı hale gelecek. Sonunda belki karşılık verecekler; bir radyo mesajı göndererek ya da ziyarete gelerek. Her iki durumda da, karşılıkları muhtemelen ışık hızının sınırlı değeriyle sınırlı olacak. Bu müthiş belirsiz rakamlarla, bizim yüzyıl ortasında uzayın derinliklerine bilmeden gönderdiğimiz çağrının yanıtı yaklaşık 2350 yılından önce gelmeyecek. Eğer onlar daha da uzaktalarsa elbette bu daha da çok zaman alacak; ve çok daha uzaktalarsa çok daha fazlası. Burada, yabancı bir uygarlıktan alacağımız ilk mesajın, (bir arama bülteninin değil) bize gönderilen bir mesajın, bizler çoktan Solar Sistemimizdeki birçok başka dünyaya yerleşmiş olduğumuz ve daha ötesine gitmeye hazırlandığımız bir zamanda gelmesi gibi ilginç bir olasılık ortaya çıkıyor.

Ama böyle bir mesaj gelse de gelmese de, dışarıya açılmak, başka solar sistemler aramak için nedenlerimiz olacak. Ya da bazıılarımızı –galaksinin bu ne olacağı bilinmez ve şiddetle dolu bölgesinden daha güvenli yerlerde– yıldızlar arası uzayda, yıldızların oluşturduğu tehlikelerden uzak, kendi kendine yeterli yerleşim yerlerinde tecrit etmek için gideceğiz. Gelecekteki böyle bir dünya, bence, doğal olarak büyük bir yıldızlar arası yolculuk hedefi olmasa da, yavaş yavaş ilerlemelerle gelişecektir:

Bazı topluluklar güvenlik için –başka topluluklardan, başka etik kurallardan, başka teknolojik zorunluluklardan etkilenmek-sizin– insanlığın geri kalanıyla bağlarını koparmak isteyebilir. Kuyruklyıldızların ve asteroitlerin pozisyonlarının rutin bir şekilde değiştirildiği bir zamanda, insanları küçük bir dünyaya yerleştirip sonra onlarla ilişkimizi kesebilir durumda olacağız.

Bu dünyanın dışarıya yayılması hızlandıkça, birbirinin ardı sıra gelen kuşaklar için Dünya sönecek ve parlak bir yıldız olmaktan, görünmez bir soluk nokta olmaya doğru gidecek; Güneş daha donuk görünmeye başlayacak ve sonunda, diğer binlercesinin arasında kaybolan, belli belirsiz bir sarı ışık noktasından öte bir şey olmayacak. Yolcular yıldızlar arası geceye doğru gidecek. Böylesi topluluklardan bazıları, eski anavatan dünyalarıyla belki sadece zaman zaman bir radyo ve lazer trafiğiyle yetinecektir. Sağ kalma şanslarının üstünlüğünden memnun ve bulaşmaya karşı dikkatli diğerleriye kaybolmaya çalışabilir. Belki de sonunda onlarla tüm temas kopacak, varlıkları bile unutulacak.

Ama büyükçe bir asteroitin ya da kuyruklu yıldızın kaynakları da sınırlıdır ve sonunda başka yerlerde yeni kaynakların –özellikle içecek suyun, solunabilir bir oksijen atmosferinin ve füzyon reaktörlerini çalıştıracak hidrojenin– aranması gerekecektir. Yani uzun vadede bu topluluklar dünyadan dünyaya ve hiçbirine kalıcı bir bağlılık hissetmeden göçmek zorunda. Buna “öncülük” ya da “yerleşimcilik” diyebiliriz. Pek sempatik bakmayan bir gözlemciyse, bunu, küçük dünyaların kaynaklarını birbiri ardına sömürüp kurutmak diye tanımlayabilir. Fakat Oort Kuyruklu Yıldız Bulutu’nda bir trilyon küçük dünya var.

Biliyoruz ki, Güneş’ten uzak, mütevazı bir üvey ana dünyada küçük nüfuslar halinde yaşarken her yiyecek kısıntısı ve her damla su, ileri görüşlü bir teknolojinin kusursuz bir operasyonuna bağlıdır; ama bu koşullar bizim halen alıştıklarımızdan tamamıyla farklı değil. Yeri kazıp kaynakları çıkarmak ve geçip giden kaynaklara yavaşça sokulmak çok tuhaf bir şekilde tanıdık bir şey, unutulmuş bir çocukluk anısı gibi: Birkaç önemli farkla, avcı-toplayıcı atalarımızın stratejisi bu. Bizler, insanların Dünya’da bulunma süresinin yüzde 99,9’unda böyle bir hayat yaşadık. Çağımıza kadar kalmış son avcı-toplayıcıların şimdiki küresel uygarlık tarafından yutulup gitmeden hemen önceki haline bakarsak, belki de nispeten mutluyduk. Bizi yaratan yaşam türüdür o. Yani kısa, ancak kısmen başarılı bir yerleşiklik deneyiminden sonra yine gezgin haline gelebiliriz; bu kez o ilk seferkinden daha teknolojik bir şekilde tabii; fakat o ilk zamanda bile teknolojimiz, yani taştan aletler ve ateş bizi yok olmaktan koruyan tek siperimizdi.

Eğer güvenlik tecritte ve uzaktaysa bazı torunlarımız sonunda Oort Bulutu'nun dış kuyruklu yıldızlarına göçecek. Her biri birbirinden, hemen hemen Dünya'nın Mars'tan uzaklığı kadar mesafede bir trilyon kuyruklu yıldız çekirdeğiyle, yapılacak çok iş olacak orada.¹

Güneş'in Oort Bulutu'nun dış kenarı belki de en yakın yıldız mesafenin ortasıdır. Diğer her yıldızın bir Oort Bulutu yoktur ama birçoğunun muhtemelen vardır. Güneş, yakınındaki yıldızların yanından geçerken bizim Oort Bulutu başka kuyruklu yıldız bulutlarıyla karşılaşacak ve kısmen içlerinden geçecektir birbiriyle iç içe giren ama çarpışmayan iki sivrisinek sürüsü gibi. O zaman, başka bir yıldızın kuyruklu yıldızına yerleşmek, bizimkinin bir kuyruklu yıldızına yerleşmekten çok daha zor olmayacak. Mavi noktanın çocukları başka bir solar sistemin sınırlarından, zengin (ve çok aydınlık) gezegenleri simgeleyen hareketli ışık noktalarını özlemle seyredebilir. İnsanların okyanuslara ve üzerinde kıpırdaşan güneş ışığına duyduğu çok eski bir sevdayı hisseden bazı topluluklar yeni bir güneşin parlak, ılık ve şefkatli gezegenlerine doğru uzun seferlere çıkabilir.

Diğer topluluklar bu stratejiyi bir zayıflık gibi görebilir. Gezegenler doğal felaketlerle iç içedir. Gezegenlerde daha önceden varolan bir yaşam ve zekâ olabilir. Başka varlıkların gezegenleri bulması kolaydır. En iyisi karanlıkta kalmaktır. En iyisi, kendimizi birçok küçük ve bilinmeyen dünyalara bölerek dağılmaktır. En iyisi gizli kalmaktır.

ARAÇLARIMIZI VE KENDİMİZİ anavatandan uzağa, gezegenlerden uzağa gönderebildiğimizde –Evren tiyatrosuna gerçekten girdiğimizde– daha önce karşılaştığımız hiçbir şeye benzemeyen fenomenlerle karşılaşmamız kaçınılmazdır. İşte muhtemel üç örnek:

Birincisi: 550 astronomik ünite (AU) öteden –Jüpiter'in Güneş'ten uzaklığının yaklaşık on katı mesafeden ve dolayısıyla Oort

1. Herhangi bir acelemiz yoksa da, o zamana kadar bizler belki de küçük dünyaları bugünkü uzay araçlarından daha hızlı hareket eder hale getirebileceğiz. Öyleyse, torunlarımız sonunda bir gün –çok eski bir 20. yüzyılda fırlatılmış– iki *Voyager* uzay aracını Oort Bulutu'ndan çıkmadan, yıldızlar arası uzaya açılmadan önce ele geçirecekler. Belki bu çok eskiden terk edilmiş gemileri geri kazanacaklar. Yahut belki de süzülüp gitmeye devam etsinler diye bırakacaklar.

Bulutu'ndan hareketle çok daha kolay ulaşılabilir bir yerden-başlarsak, olağandışı bir şey var orada. Sıradan bir mercecek çok uzak görüntüleri nasıl odaklarsa, kütle çekimi de öyle yapar (Uzak yıldızlar ve galaksilerin kütleçekim mercekleme şimdi keşfediliyor). Güneş'ten beş yüz elli AU uzaklık -ışık hızının yüzde 1'i hızla yolculuk yapabilirsek sadece bir yıllık mesafe- bu odaklanmanın başladığı yerdir (ama solar tacın, yani Güneş'i çevreleyen iyonize gaz halinin etkileri hesaba katılırsa, odaklama belki epey daha uzaktır). Orada, uzak radyo sinyalleri muazzam artmış, yükselmiş fısıltılardır. Uzak görüntülerin büyütülmesi bize (çok sıradan bir radyoteleskopla bile) en yakın yıldızın uzaklığındaki bir kara parçasını ve en yakın spiral galaksi mesafesindeki bir iç solar sistemi çözümleme olanağı sağlayacak. Uygun bir odak uzaklığındaki ve merkezinde Güneş'in bulunduğu hayali bir küresel kabukta gezinmekte serbestseniz, Evreni müthiş bir büyütmeyle incelemekte, daha önce görülmemiş bir netlikte gözlemekte; eğer varsa, uzak uygarlıkların radyo sinyallerine kulak misafiri olmakta ve Evrenin tarihindeki en eski olaylara göz atmakta serbest olursunuz. Buna karşılık, mercek başka türlü de, yani bizim çok küçük bir sinyalizimizi yükseltmede kullanılarak, müthiş uzaklıklardan duyulmasını sağlayabilir. Bizi yüzlerce ve binlerce AU ötesine çeken nedenler var. Diğer uygarlıkların, yıldızlarının kütleçekimine ve yarıçapına bağlı olarak, kimi bizimkine biraz daha yakın kimi daha uzak kendi kütle çekimsel odaklama bölgeleri olacaktır. Kütle çekimsel mercekleme, uygarlıkları kendi solar sistemlerinin gezegensel kısımlarının ötesindeki bölgeleri araştırmaya teşvik eden ortak bir neden işlevi görebilir.

İkincisi: Bir dakikanızı ayırıp kahverengi cüceleri, yani Jüpiter'den epey büyük, ama Güneş'ten daha küçük, çok düşük ısıli hipotetik yıldızları düşünün. Kahverengi cücelerin olup olmadığını kimse bilmiyor. Yakın yıldızları kütle çekimsel mercek olarak kullanıp daha uzaktakilerin var olup olmadığını araştıran bazı uzmanlar, kahverengi cücelerle ilgili kanıtlar bulduklarını iddia ediyorlar. Tüm gökyüzünün şimdiye kadar bu tekniklerle incelenen küçük bir kısmından, muazzam sayıda kahverengi cücenin varlığı sonucu çıkıyor. Diğerleriyse buna katılmıyor. 1950'lerde, Harvard'lı gökbilimci Harlow Shapley kahverengi cücelerde -Shapley bunlara "Liliput yıldızları diyordu- yaşa-

yanlar olduğunu iddia etmişti. Bunların yüzeyini Cambridge'in bir haziran günü kadar ılık olarak resmetti. Bunlar, insanların yaşayabileceği ve araştırma yapabileceği yıldızlar olacaktı.

Üçüncüsü: Cambridge Üniversitesi'nden fizikçiler B. J. Carr ve Stephen Hawking, Evrenin en erken dönemlerinde madde- nin yoğunluğundaki dalgalanmaların çok çeşitli küçük kara delikler yaratmış olabileceğini gösterdiler. İlk kara deliklerin –eğer varsa– uzaya radyasyon yayarak sona ermesi gerekir; kuantum mekaniği yasalarının bir sonucudur bu. Kara delik ne kadar büyük olursa o kadar hızlı yok olur. Yok oluşun son aşamalarındaki bir ilk kara deliğin bugün hemen hemen bir dağ kadar olması gerekir. Daha küçüklerin hepsi yok olmuştur. İlk kara deliklerin –varlığı bir yana– miktarı da Büyük Patlama'dan sonraki ilk anlarda nelerin vuku bulduğuna bağlı olduğundan, bunlardan birinin bulunabileceğinden kimse emin olamaz; yakınımızda bunlardan birinin bulunduğuyorsa kesinlikle emin olamayız. Hawking radyasyonunun bir bileşeni olan kısa gama ışını nabızlarının bugüne kadar bulunamaması yüzünden, bunların sayısı konusunda çok belirleyici üst sınırlar konamadı.

Ayrı bir çalışmada, Caltech'ten G.E. Brown ve Cornell'den öncü nükleer fizikçi Hans Bethe, galaksinin her tarafına dağılmış halde, yıldızların evrimi sırasında yaratılmış yaklaşık bir milyar ilk olmayan kara delik bulunduğunu öne sürdüler. Eğer öyleyse, bunların en yakını sadece 10 ya da 20 ışık yılı uzakta olabilir.

Eğer ulaşılabilir bir yerde kara delikler varsa –bunlar ister birer dağ ister birer yıldız kadar büyük olsun– korkunç bir yeni enerji kaynağının yanı sıra, öncelikle inceleyeceğimiz hayret verici bir fizik olacak. Ben kesinlikle, kahverengi cücelerin yahut ilk kara deliklerin birkaç ışık yılı mesafede ya da herhangi bir yerde bulunmasının muhtemel olduğunu iddia etmiyorum. Ama yıldızlar arası uzaya çıktığımızda, bazıları dönüştürücü pratik uygulamaları getiren yepyeni mucize ve heyecan kategorileriyle karşılaşmamız kaçınılmazdır.

Tezlerimin dizisi nerede bitecek bilmiyorum. Zaman geçtikçe, kozmik hayvanat bahçesinin cazip sakinleri bizi giderek daha çok ötelere çekecek ve gittikçe daha beklenmedik ve ölümcül felaketler olsa gerek. Olasılıklar kümülatif. Ama zaman ilerledikçe, teknolojik tür de gittikçe daha büyük güçlere sahip olacak ve

bugün hayal edebildiğimiz her şeyin çok ötesine geçecek. Belki, çok becerikli olursak (şanslı demek bence yeterli gelmeyecek), sonunda anavatanından uzaklara yayılacak, uçsuz bucaksız Samanyolu Galaksisi'nin yıldızsal takımadalarının arasında sefer edeceğiz. Başka birilerine rastlarsak –ya da daha büyük olasılıkla onlar bize rastlarsa– uyumlu bir ilişkiye gireceğiz. Uzaya açılan diğer uygarlıklar muhtemelen bizden çok daha ileri olduğundan, geçimsiz insanların yıldızlar arası uzayda çok uzun süre kalabilmesi mümkün değil.

Sonunda, geleceğimiz Voltaire'in bütün insanlar için düşlediği gibi olabilir:

Bazen bir güneş ışınının yardımıyla bazen de bir kuyruklu yıldızdan yararlanarak bir küreden ötekine süzülüyorlardı daldan dala sıçrayan bir kuş gibi. Samanyolu'nda çok kısa bir sürede posta gönderiyorlardı...

Bizler bugün bile, genç yıldızların etrafında muazzam sayıda gaz ve toz diski –Solar Sistemimizde 4,5 milyar yıl önce Dünya'nın ve diğer gezegenlerin oluştuğu strüktürleri– keşfediyoruz. İnce toz taneciklerinin dünyalara yavaş yavaş nasıl dönüştüğünü, Dünya benzeri kocaman gezegenlerin çeşitli şeylerin birleşmesiyle nasıl büyüdüğünü ve sonra hızla hidrojen ve helyum tutarak gaz devlerin gizli çekirdeği haline geldiklerini ve küçük karasal gezegenlerin nasıl nispeten atmosfersiz kaldığını anlamaya başlıyoruz. Dünyaların tarihlerini yeniden oluşturuyoruz; ilk Solar Sistemin çok soğuk eteklerinde nasıl, çoğunlukla buzların ve organik maddelerin, genç Güneş'in ısıttığı iç bölgelerdeyse çoğunlukla kayaların ve metallerin bir araya geldiğini. İlk çarpışmaların dünyaların ezilmesindeki, yüzeylerinde ve içlerinde muazzam kraterler ve çanaklar oyulmasındaki, fırlatılmalarındaki, ayların oluşmasındaki ve yok edilmesindeki, halkaların yaratılmasındaki, belki de koskocaman okyanusların göklerde taşınmasındaki ve sonra, organik maddelerden bir kaplamanın dünyaların yaratılışındaki zarif bir son dokunuş olarak konmasındaki rolünü fark etmeye başladık. Bu bilgiyi başka sistemlere uygulamaya başlıyoruz.

Gelecek birkaç on yılda, yakın yıldızların çevresindeki diğer birçok olgun gezegen sisteminin düzenini ve bileşimini gerçekten

inceleme şansımız olacak. Sistemimizin hangi yönlerinin kural, hangilerinin istisna olduğunu öğrenmeye başlayacağız. Jüpiter gibi, Neptün gibi gezegenler mi yoksa Dünya gibi gezegenler mi; hangisi daha yaygın? Yoksa diğer sistemlerin hepsinde hem Jüpiterler ve Neptünler hem de Dünyalar mı var? Şu anda bilmediğimiz başka hangi dünya kategorileri var? Bütün solar sistemler muazzam birer küresel kuyruklu yıldız bulutuyla mı sarılmış? Gökteki yıldızların çoğu bizimki gibi tek başına bir güneş değil, ortak yörüngeli yıldızlardan oluşan ikili ya da çoklu sistemlerdir. Bu sistemlerde gezegenler var mı? Varsa nasıllar? Gezegen sistemleri bugün düşündüğümüz gibi, güneşlerin oluşumundan kaynaklanan rutin bir sonuçsa, başka yerlerde çok farklı yollardan mı geçerek oluşular? Bizimkinden milyarlarca yıl daha önce gelişmiş eski gezegen sistemleri neye benziyor? Gelecek birkaç yüzyılda diğer sistemler hakkında bilgimiz giderek çok kapsamlı hale gelecek. Hangilerinin ziyaret edileceğini, hangilerinin tohumlanacağını ve hangilerine yerleşileceğini öğrenmeye başlayacağız.

Yolculuğumuzun orta noktasına kadar sürekli 1 g –bizim *terra* firmada rahat ettiğimiz değerde– hızlandığımızı, sonra da hedefimize varıncaya kadar sürekli 1 g yavaşladığımızı düşünün. O zaman Mars’a varmak bir gün, Pluton’a varmak bir buçuk hafta, Oort Bulutu’na varmak bir yıl ve en yakın yıldızlara varmaksa birkaç yıl sürer.

Ulaşımındaki son ilerlemelerimize dayanarak yapılacak en mütevazı bir tahmin bile, yolculukta sadece birkaç yüzyıl sonra ışık hızına yaklaşacağımızı gösteriyor. Belki de umutsuzca iyimser bir şey bu. Belki de bunun olması binlerce ya da daha fazla yılı gerektirecek. Fakat öncesinde kendimizi yok etmezsek, bize *Voyager*’ın avcı-toplayıcı atalarımıza tuhaf geldiği kadar tuhaf gelecek yeni teknolojiler icat edeceğiz. Bugün bile, ışık hızına yaklaşan bir uzay gemisi yapmanın –kullanışsız, fahiş derecede pahalı, randımsız olacağı belli– yollarını düşünebiliyoruz. Zamanla tasarımlar daha şık, daha düşük maliyetli, daha randımanlı hale gelecek. Kuyruklu yıldızdan kuyruklu yıldıza sıçrama gerekliliğinin üstesinden geleceğimiz gün gelecek. Işık yılları boyunca süzölmeye ve Aziz Augustine’in eski Yunan ve Roma Tanrıları için dediği gibi, gökte koloniler kurmaya başlayacağız.

Bu torunlar, bir gezegen üzerinde yaşayan herkesten ayrılan onlarca ya da yüzlerce kuşak olabilir. Onların kültürleri farklı, teknolojileri çok ileri olacak, dilleri değişecek, yapay zekâyla ilişkileri çok daha yakın ve belki görüntüleri bile, ilk kez 20. yüzyılın sonunda uzay denizine çekinerek açılan, neredeyse mitolojik atalarından belirgin bir şekilde değişik olacak. Fakat en azından büyük ölçüde insan olacaklar; ileri teknolojiler kullanacaklar; tarihsel kayıtları olacak. Augustine'in, Lut'un karısı hakkında verdiği, "kurtulan hiç kimse geride bıraktığı şeye bir özlem duymamalı" hükmüne karşın, Dünya'yı tamamen unutmayacaklar.

Ama biz buna daha hiç hazır değiliz diye düşünebilirsiniz. Voltaire'in *Memnon*'unda dediği gibi, "bizim karalardan ve sudan oluşan küçük küremiz yüz bin milyonlarca² dünyanın tımarhanesidir." Daha kendi gezegensel vatanımızı bile düzene sokamayan, düşmanlıklar ve nefretlerle bölünmüş, çevremizi yağmalayan, birbirimizi gerek bilinçli bir şekilde gerek öfke ve dikkatsizlik yüzünden öldüren, üstelik yakın zamana kadar, Evrenin sadece kendisi için yaratıldığına inanmış bir tür olan bizler... biz mi uzaya çıkacağız, dünyaları hareket ettireceğiz, gezegenleri yeniden düzenleyeceğiz, komşu yıldız sistemlerine yayılacağız?

Oralarda olacak kişilerin, bugünkü alışkanlıklarımız ve toplumsal düzenimizle tam anlamıyla biz olacağını düşünemiyorum. Eğer akıllanmadan, sadece güçlenmeye devam edersek kesinlikle kendimizi yok edeceğiz. O uzak zamanda sadece var olabilmek için bile kurumlarımızı ve kendimizi değiştirmiş olmamız gerekiyor. İnsanların uzak geleceğini tahmin etmeye nasıl cesaret edebilirim ki? Bence bu sadece bir doğal seleksiyon meselesidir. Bugünkünden birazcık bile daha şiddetle dolu, basiretsiz, cahil ve bencil hale gelirsek, hemen hemen kesinlikle hiçbir geleceğimiz olmayacak.

Eğer gençseniz, yakın asteroitlere ve Mars'a sizin ömrünüzde ayak basmamız muhtemel. Jüpiter ötesi gezegenlerin aylarına ve Kuiper KuyrukluYıldız Kuşağı'na yayılmak için daha birçok jenerasyonun geçmesi gerekecek. Oort Bulutu daha da çok

2. Samanyolu Galaksisi'ndeki yıldızların yörüngesinde dönen gezegenlerin sayısı konusunda modern tahminlere takdire değer bir şekilde yaklaşan bir sayı.

uzun zaman gerektirecek. En yakın gezegen sistemlerine bile yerleşmeye hazır hale geldiğimizde değişmiş olacağız. Sadece bu kadar çok jenerasyonun geçmesi bile bizi değiştirecek. Yaşayacağımız farklı koşullar bizi değiştirecek. Protezler ve genetik mühendisliği bizi değiştirecek. Zorunluluk bizi değiştirecek. Uyum sağlayabilen bir türüz biz.

Alpha Centauri'ye ve diğer yakın yıldızlara ulaşanlar biz olmayacağız. Bize çok benzeyen ama güçlerimizin daha çoğunu, zayıflıklarımızın daha azını taşıyan bir tür; ilk geliştiği koşullara daha benzer koşullara geri dönmüş, kendine daha güvenli, sağduyulu, yetenekli ve basiretli –bizi, belki de bizden çok daha eski, çok daha güçlü ve çok farklı varlıklarla dolu bir Evrende temsil etmesini isteyeceğimiz– bir tür olacak.

Yıldızları birbirinden ayıran muazzam uzaklıklar çok şükür ki var. Varlıklar ve dünyalar arasında karantina var. Bu karantina sadece, bir yıldızdan ötekine güvenli bir şekilde yolculuk edilecek kadar kendini bilen ve sağduyuya sahip olanlar için kalkar.

MUAZZAM ZAMAN ÖLÇEKLERİNDE, yüz milyonlarca ya da yüz milyarlarca yılda galaksilerin merkezi patlar. Uzayın derinliklerine saçılmış “aktif çekirdek”li galaksiler, quasarlar, biçimi çarpımlarla bozulmuş, spiral kolları kopmuş galaksiler, radyasyonla kavrulmuş ya da kara delikler tarafından yutulmuş yıldız sistemleri görüyoruz; ve bundan da, bu kadar büyük zaman ölçeklerinde yıldızlar arası uzayın bile, galaksilerin bile güvenli olmayabileceği sonucunu çıkarıyoruz.

Samanyolu Galaksisi'ni çevreleyen ve komşu spiral galaksiyle (Andromeda takımyıldızının içinde, yine yüz milyarlarca yıldız içeren M31'le) mesafenin belki yarısına kadar uzanan, koyu renkli maddeden bir hale var. Bu koyu maddenin ne olduğunu ya da nasıl bir düzende olduğunu bilmiyoruz; ama bunun bir kısmı,³ tek bir yıldızla bağlanmamış dünyalarda olabilir. Eğer öyleyse, çok uzak gelecekteki torunlarımız düşünilemeyecek kadar uzun bir zaman sonrasında, galaksiler arasındaki boşlukta

3. Bunun büyük kısmı, bizim bildiğimiz protonlar ve nötronlardan da, antimaddeden de oluşmayan “nonbaryonik” madde halinde olabilir. Evren kütlelerinin yüzde 90'ından fazlası, Dünya'da bilinmeyen bu koyu renkli, tipik ve tamamen esrarengiz şeyden oluşmuşa benziyor. Belki bir gün onun ne olduğunu anlamakla kalmayıp onu kullanmanın da yolunu bulacağız.

yerleşme ve parmak uçlarında yürürcesine diğer galaksilere gitme fırsatını bulacak.

Ama galaksimize yerleşmenin zaman ölçeğinde, çok geç kalmamışsak eğer şunu sormalıyız: Bizi dışarılara sevk eden bu güvenlik arayışı ne kadar kalıcıdır? Bir gün, türümüzün elindeki zamandan ve başarılarımızdan memnun olacak ve kendi isteği-mizle kozmik aşamaya geçecek miyiz? Bugünden milyonlarca yıl sonra –belki de daha kısa zamanda– kendimizi başka bir şey haline getireceğiz. İsteyerek bir şey yapmasak bile, doğal mutasyon ve seleksiyon işlemleri böylesine bir zaman ölçeğin-de bizi ya yok edecek ya da (diğer memelilere bakarak hükme varabilirsek eğer) başka bir türe evrimleştirecek. Bir memeli türünün tipik ömür süresi boyunca, ışık hızına yakın bir hızda gidebilsek ve kendimizi başka hiçbir şeye adamasak bile, bence Samanyolu Galaksisi’nin tek bir bölümünü bile keşfedemeyiz. Üstelik bunlardan çok fazla var. Ve bunların ötesinde yüz milyar galaksi daha var. Bugünkü motivasyonlarımız, kozmolojik şöyle dursun, jeolojik zaman ölçeklerinde bile –biz kendimiz de başkalaştığımız halde– değişmeden kalacak mı? Bu kadar uzak çağlarda, tutkularımız için, salt sınırsız sayıda dünyaya yerleşmekten çok daha büyük ve daha değerli çıkış yolları keşfedebiliriz.

Bazı bilimciler, belki de bir gün yeni yaşam biçimleri yaratacağımızı, düşüncelerle bağlantı kuracağımızı, yıldızlarda koloniler oluşturacağımızı, galaksilere yeniden biçim vereceğimizi ya da komşu bir uzay hacminde Evrenin genişlemesini önleyeceğimizi düşledi. Fizikçi Andrei Linde, 1993’te *Nuclear Physics* dergisindeki bir makalesinde –muhtemelen, şaka yaparcasına– izole, dışa kapalı, genişleyen evrenlerin yaratılacağı laboratuvar deneylerinin (ne de laboratuvar olur hani) sonunda mümkün olabileceğini söylüyor. “Yine de” diye yazdı bana, “[bu iddianın] sadece bir şaka mı yoksa başka bir şey mi olduğunu ben de bilmiyorum.” Uzak gelecek için böyle bir projeler listesi varken, bir zamanlar Tanrısal –ya da daha cesaret veren o diğer metafor da Yaratıyı tamamlamak– diye tanımlanan güçleri sahiplenme yolunda hiç bitmeyen bir insan hırsını tanımada zorluk çekmeyeceğiz.

SAYFALARDIR, NEREDEYSE SINIRSIZ hayallerin çarpıcı sarhoşluğu yüzünden, akla yakın hipotezler diyarını terk ettik. Kendi çağımıza dönmenin vakti geldi.

Radio dalgalarının bir laboratuvar mucizesi olmasından bile önce doğmuş dedem neredeyse, ilk yapay uydunun uzaydan bize biplediğini görecektik kadar yaşadı. Uçak diye bir şeyin ortaya çıkmasından önce doğmuş ve yaşlılığında yıldızlara dört geminin gönderildiğini görmüş insanlar var. Biz insanlar bütün başarısızlıklarımıza, kısıtlılıklarımıza ve yanılabilirliklerimize karşın büyük şeyler yaratabiliyoruz. Aynı şey bilimimiz ve teknolojimizin bazı sahaları için, sanatımız, müziğimiz, edebiyatımız, fedakârlığımız ve sevecenliğimiz için ve hatta, ender bazı durumlarda, devlet idaremiz için de geçerli. Günümüzde hayal bile edilemeyen hangi yeni mucizeleri yaratacağız bir sonraki kuşakta? Ve bir sonrakinde? Ne kadar uzaklara gitmiş olacak göçebe türümüz bir sonraki yüzyılın sonunda? Ve bir sonraki bin yılın sonunda?

İki milyar yıl önce atalarımız mikrolardı; yarım milyar yıl önce balıklar; yüz milyon yıl önce fareye benzer bir şey; on milyon yıl önce, ağaçta yaşayan maymunlar; ve bir milyon yıl önce de ateşi evcilleştirmenin yolunu bulmaya çalışan ön insanlar. Evrim silsilemizde değişimin egemenliği dikkati çekiyor. Günümüzde bu tempo hızlanıyor.

Dünya'ya yakın bir asteroite ilk kez gittiğimiz zaman, türümüzün sonsuza dek bağlanacağı bir yaşam ortamına gireceğiz. Erkek ve kadınların Mars'a ilk yolculuğu bizi çok gezegenli bir türe dönüştürecek anahtar adımdır. Bu vakalar, amfibik atalarımızın karaya çıkması ve primat atalarımızın ağaçlardan inmesi kadar önemli.

Karada sürekli bir yer kazanılınca kadar, akciğerleri gelişmemiş ve yüzgeçleri yürümeye birazcık adapte olmuş balıkların büyük kısmı ölmüş olsa gerek. Ormanlar yavaş yavaş uzakta kalırken, bizim dik duran maymunsu atalarımız savanlarda kol gezen yırtıcılardan kaçmak için yine sık sık ağaçlara tırmanıyordu. Geçişler sancılıydı, milyonlarca yıl aldı ve içindekiler tarafından fark edilmiyordu. Bizim vakamızdaysa değişim sadece birkaç kuşağı kapsıyor ve sadece bir avuç insanın hayatına mal oluyor. Tempo öylesine hızlı ki, olan biteni kavramada hâlâ zorlanıyoruz.

Dünya dışında ilk çocuklar doğduğunda, asteroitlerde, kuyruklu yıldızlarda, aylarda ve gezegenlerde üslerimiz ve barınaklarımız olduğunda, yurdumuzdan uzakta yaşamaya ve başka dünyalarda yeni kuşaklar yetiştirmeye başladığımızda insan tarihinde bir şeyler ebediyen değişmiş olacak. Ama başka dünyalarda yaşamak bu dünyanın bırakılması anlamına gelmez, amfibilerin evrimi nasıl balıkların sonu anlamına gelmiyorsa. Çünkü çok uzun bir zaman, bizim ancak küçük bir kısmımız dışarıda olacak.

“Modern Batı toplumunda” diye yazıyor sosyal bilimci Charles Lindholm,

geleneklerin erozyonu ve herkesçe benimsenmiş bir dinsel inancın çöküşü bizi bir *telostan* [varmaya çabalayacağımız bir hedeften], kutsanmış bir insanlık potansiyeli nosyonundan yoksun bıraktı. Kutsal bir tasarısı kalmayan bizlerin, artık Tanrısal hale gelemeyecek, zayıf ve yanılabılır bir insanlığın, gizemini yitirmiş bir imgesinden başka bir şeyimiz yok.

Ben, zayıflığımızı ve yanılabılirliliğimizi hiç aklımızdan çıkarmamanın sağlıklı –daha doğrusu, gerekli– bir şey olduğu kanısındayım. “Tanrısal” olmaya imrenenlerden endişeleniyorum. Fakat uzun süreli bir hedefe ve kutsal tasarıya gelince, karşımızda böyle bir şey var. Türümüzün varlığının devamı bile buna bağlı. Benliğimizin hapishanesine kapatılmış ve kitlenmişsek, işte kurtulacak bir geçit; değerli bir şey, kendimizden muazzam derecede büyük bir şey, insanlığın yararına çok önemli bir eylem. İnsanların başka dünyalara yerleştirilmesi devletleri ve etnik grupları birleştirecek, kuşakları birbirine bağlayacak ve hem becerikli hem de akıllı olmamızı gerektirecek. Doğamızı özgürleştirecek ve kısmen başlangıcımıza geri döndürecek bizi. Bu yeni *telosa* bugün bile ulaşabiliriz.

Öncü psikolog William James, din için, “Evrende kendini evinde hissetme duygusu” diyordu. Bu kitabın ilk bölümlerinde anlattığım gibi, bizim eğilimimiz, “ev gibilik” anlayışımızı tüm Evreni kucaklayacak şekilde değiştirmek yerine, Evren sanki evimizin nasıl olmasını istiyorsak öyleymiş gibi yapmak oldu. James’in tanımlamasıyla düşünersek, kastettiğimiz şey gerçek Evrense, o zaman bizim henüz gerçek bir dinimiz yok. Başka

bir zamanda, Büyük Düşüşlerin acısını çoktan geride bıraktığımız, başka dünyalara alıştığımız ve dünyaların da bize alıştığı, yıldızlara doğru yayıldığımız zaman olacak bir şey bu.

Kozmos, pratikteki tüm amaçlar için, sonsuza dek uzanıyor. Kısa bir yerleşiklik faslından sonra, eski göçebe yaşam tarzına geri döneceğiz. Solar Sisteme ve ötesindeki birçok dünyaya güvenli bir şekilde dağılmış uzak torunlarımız ortak miraslarıyla, anavatan gezegene duydukları saygıyla ve Evrende başka hangi yaşamlar olursa olsun, tüm Evrendeki tek insanın sadece Dünyalılar olduğunu bilmeleri sayesinde birleşecekler.

Başlarını kaldırıp bakacak ve göklerinde mavi noktayı bulmaya çalışacaklar. Onu bütün ücretliğine ve naçizliğine rağmen sevecekler hem de. Vaktiyle tüm potansiyelimizin geldiği kaynağın ne kadar savunmasız olduğuna, çocukluğumuzun ne kadar tehlikeli geçtiğine, kökenimizin ne kadar mütevazı olduğuna, yolumuzu buluncaya kadar ne çok nehirden geçtiğimize şaşacaklar.

kaynaklar

(Daha fazlasını okumak için birkaç alıntı ve öneri)

GENEL OLARAK GEZEĞEN ARAŞTIRMALARI

- J. Kelly Beatty ve Andrew Chaiken, editör, *The New Solar System*, üçüncü basım (Cambridge: Cambridge University Press, 1990).
- Eric Chaisson ve Steve McMillan, *Astronomy Today* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1993).
- Esther C. Goddard, editör, *The Papers of Robert H. Goddard* (New York: McGraw-Hill, 1970) (üç cilt).
- Ronald Greeley, *Planetary Landscapes*, ikinci basım (New York: Chapman and Hall, 1994).
- William J. Kaufmann III, *Universe*, dördüncü basım (New York: W. H. Freeman, 1993).
- Harry Y. McSween, Jr., *Stardust to Planets* (New York: Aziz Martin's, 1994).
- Ron Miller ve William K. Hartmann, *The Grand Tour: A Traveler's Guide to the Solar System*, gözden geçirilmiş basım (New York: Workman, 1993).
- David Morrison, *Exploring Planetary Worlds* (New York: Scientific American Books, 1993).
- Bruce C. Murray, *Journey to the Planets* (New York: W.W. Norton, 1989).
- Jay M. Pasachoff, *Astronomy: From Earth to the Universe* (New York: Saunders, 1993).

Carl Sagan, *Cosmos* (New York: Random House, 1980) [Kozmos, Çev. Reşit Aşçıoğlu, Altın Kitaplar, 2007].

Konstantin Tsiolkovsky, *The Call of the Cosmos* (Moscow: Foreign Languages Publishing House, 1960) (İngilizce çeviri).

BÖLÜM 3, BÜYÜK DÜŞÜŞLER

John D. Barrow ve Frank J. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle* (New York: Oxford University Press, 1986).

A. Linde, *Particle Physics and Inflationary Cosmology* (Harwood Academy Publishers, 1991).

B. Stewart, "Science or Animism?," *Creation /Evolution*, Cilt 12, No: 1 (1992), s. 18-19.

Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory* (New York: Vintage Books, 1994) [Bir Ötesi Olamayan Kuram Düşleri, Çev. R. Ömür Akyüz, Evrim Yay., 2008].

BÖLÜM 4, BİZİM İÇİN YARATILMAMIŞ BİR EVREN

Brian Appleyard, *Understanding the Present: Science and the Soul of Modern Man* (Londra: Picador/Pan Books Ltd., 1992).

Alıntılanan pasajların alındığı sayfalar, sırasıyla: 232, 27, 32, 19, 19, 27, 9, xiv, 137, 112-113, 206, 10, 239, 8, 8.

J. B. Bury, *History of the Papacy in the 19th Century* (New York: Schocken, 1964). Burada, diğer birçok kaynak gibi, 1864 tarihli *Syllabus* "pozitif" formunda kaleme alınmış; (örn., suçlanmış hatalardan oluşan bir listedeki gibi, ("Tanrısal vahiy kusurludur") yerine ("Tanrısal vahiy kusursuzdur").

BÖLÜM 5, DÜNYADA AKILLI BİR YAŞAM VAR MI?

Carl Sagan, W. R. Thompson, Robert Carlsson, Donald Gurnett ve Charles Hord, "A Search for Life on Earth from the *Galileo* Spacecraft," *Nature*, cit 365 (1993), s. 715-721.

BÖLÜM 7, SATÜRN AYLARININ ARASINDA

Carl Sagan, W. Reid Thompson ve Bishun N. Khare, "Titan: A Laboratory for Prebiological Organic Chemistry," *Accounts of Chemical Research*, Cilt 25 (1992), s. 286-292.

J. William Schopf, *Major Events in the History of Life* (Boston: Jones and Bartlett, 1992).

BÖLÜM 8, İLK YENİ GEZEĞEN

Bernard Cohen, "G. D. Cassini and the Number of the Planets," *Nature, Experiment and the Sciences* içinde, editörler Trevor Levere ve W. R. Shea, (Dordrecht: Kluwer, 1990).

BÖLÜM 9, SOLAR SİSTEMİN SINIRINDA BİR AMERİKAN GEMİSİ

Murmurs of Earth, Voyager yıldızlar arası CD-ROM kaydı, sunuş: Carl Sagan ve Ann Druyan (Los Angeles: Warner New Media, 1992), WNM 14022.

Alexander Wolszczan, "Confirmation of Earth-Mass Planets Orbiting the Millisecond Pulsar PSR B1257+12," *Science*, Cilt 264 (1994), s. 538-542.

BÖLÜM 12, KARALAR ERİYOR

Peter Cattermole, *Venus: The Geological Survey* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994).

Peter Francis, *Volcanoes: A Planetary Perspective* (Oxford: Oxford University Press, 1993).

BÖLÜM 13, APOLLO'NUN ARMAĞANI

Andrew Chaikin, *A Man on the Moon* (New York: Viking, 1994).

Michael Collins, *Liftoff* (New York: Grove Press, 1988).

Daniel Deudney, "Forging Missiles into Spaceships," *World Policy Journal*, Cilt 2, No: 2 (İlkbahar 1985), s. 271-303.

Harry Hurt, *For All Mankind* (New York: Atlantic Monthly Press, 1988).

Richard S. Lewis, *The Voyages of Apollo: The Exploration of the Moon* (New York: Quadrangle, 1974).

Walter A. McDougall, *The Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age* (New York: Basic Books, 1985).

Alan Shepherd, Deke Slayton ve ark., *Moonshot* (Atlanta: Hyperion, 1994).

Don E. Wilhelms, *To a Rocky Moon: A Geologist's History or Lunar Exploration* (Tucson: University of Arizona Press, 1993).

BÖLÜM 14, BAŞKA DÜNYALARI KEŞFEDEREK BU DÜNYAYI KORUMAK

Kevin W. Kelley, editör, *The Home Planet* (Reading, MA: Addison-Wesley, 1988).

Carl Sagan ve Richard Turco, *A Path Where No Man Thought: Nuclear Winter and the End of the Arms Race* (New York: Random House, 1990).

Richard Turco, *Earth Under Siege: Air Pollution and Global Change* (New York: Oxford University Press, 1997).

BÖLÜM 15, HARİKA DÜNYANIN KAPILARI AÇIK

Victor R. Baker, *The Channels of Mars* (Austin: University of Texas Press, 1982).

Michael H. Carr, *The Surface of Mars* (New Haven: Yale University Press, 1981).

H. H. Kieffer, B. M. Jakosky, C. W. Snyder ve M. S. Matthews, editörler, *Mars* (Tucson: University of Arizona Press, 1992).

John Noble Wilford, *Mars Beckons: The Mysteries, the Challenges, the Expectations of Our Next Great Adventure in Space* (New York: Knopf, 1990).

BÖLÜM 18, CAMARINA BATAKLIĞI

Clark R. Chapman ve David Morrison, "Impacts on the Earth by Asteroids and Comets: Assessing the Hazard," *Nature*, Cilt 367 (1994), s. 3340.

A. W. Harris, G. Canavan, C. Sagan ve S. J. Ostro, "The Deflection Dilemma: Use vs Misuse of Technologies for Avoiding Interplanetary Collision Hazards," *Hazards Due to Asteroids and Comets* içinde, T. Gehrels, editör (Tucson: University of Arizona Press, 1994).

John S. Lewis ve Ruth A. Lewis, *Space Resources: Breaking the Bonds of Earth* (New York: Columbia University Press, 1987).

C. Sagan ve S. J. Ostro, "Long-Range Consequences of Interplanetary Collision Hazards," *Issues in Science and Technology* (Yaz 1994), s. 67-72.

BÖLÜM 19, GEZEĞENLERİ YENİDEN YARATMAK

J. D. Bernal, *The World, the Flesh, and the Devil* (Bloomington, IN: Indiana University Press, 1969; ilk basım, 1929).

James B. Pollack ve Carl Sagan, "Planetary Engineering," J. Lewis and M. Matthews, editörler, *Near-Earth Resources* (Tucson: University of Arizona Press, 1992) içinde.

BÖLÜM 20, KARANLIK

Frank Drake ve Dava Sobel, *Is Anyone Out There?* (New York: Delacorte, 1992).

Paul Horowitz ve Carl Sagan, "Project META: A Five-Year All-Sky Narrowband Radio Search for Extraterrestrial Intelligence," *Astrophysical Journal*, Cilt 415 (1992), s. 218-235.

Thomas R. McDonough, *The Search for Extraterrestrial Intelligence* (New York: John Wiley and Sons, 1987).

Carl Sagan, *Contact: A Novel* (New York: Simon and Schuster, 1985) [*Mesaj*, Çev. Mehmet Harancı, Say Yay., 2012].

BÖLÜM 21, GÖĞE!

J. Richard Gott III, "Implications of the Copernican Principle for Our Future Prospects," *Nature*, Cilt 263 (1993), s. 315-319.

BÖLÜM 22, SAMANYOLUNDA PARMAK UÇLARINDA YÜRÜMEK

I. A. Crawford, "Interstellar Travel: A Review for Astronomers," *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, Cilt 31 (1990), s. 377.

I. A. Crawford, "Space, World Government, and 'The End of History'" *Journal of the British Interplanetary Society*, Cilt 46 (1993), s. 415-420.

Ben R. Finney ve Eric M. Jones, editörler, *Interstellar Migration and the Human Experience* (Berkeley: University of California Press, 1985).

Francis Fukuyama, *The End of History and the Last Man* (New York: The Free Press, 1992) [*Tarihin Sonu ve Son İnsan*, Çev. Zülfü Dicleli, Profil Kitap, 1999].

Charles Lindholm, *Charisma* (Oxford: Blackwell, 1990). Bir telos gereksinimi konusundaki yorum bu kitapta.

Eugene F. Mallove and Gregory L. Matloff, *The Starflight Handbook* (New York: John Wiley and Sons, 1989).

Carl Sagan ve Ann Druyan, *Comet* (New York: Random House, 1985).

dizin

A

Ackerman, Thomas 172
Aldrin, Edwin E. Jr. ("Buzz")
157, 212
Almanya 185, 238, 239, 245
Alpha Uzay İstasyonu 189
Ambrose, Saint 45
amfibiler 301
aminoasitler 91, 97
amonyak (NH₃) 107, 133,
138, 236, 256
Antarktika 25, 108, 114, 177,
181, 193
antimadde 247, 248, 249
Antipotlar 17
Antropik İlke 46
Apollo 24, 25, 131, 157, 159,
160, 161, 162, 163, 164, 166,
187, 191, 192, 198, 199, 200,
206, 207, 212, 214, 221, 276
Appleyard, Bryan 60, 61, 62,
304
Arakawa, Edward 96
Ariel 109, 111, 132

Ariel (Uranüs'ün ayı) 109,
111, 132
Aristo 32
Arnold, Matthew 53
Armstrong, Neil A., 125, 157,
158, 212
asteroitler 97, 131, 152, 221,
222, 223, 227, 228, 229, 231,
232, 238, 242, 246, 254, 258
Astounding Science Fiction
245
astronomi 34, 39, 179, 183
astronotlar 80, 158, 195, 206,
212
Astrophysical Journal, 307
Atlantis efsanesi 146
atmosfer basıncı 243, 253, 257
atmosferler 91
Avrupa Uzay Ajansı 98, 185,
188, 193, 210, 226
Avusturya 18, 185, 275
aurora borealis 73
Ay 9, 24, 25, 31, 32, 35, 38, 72,
84, 90, 93, 94, 103, 104, 105,

- 107, 120, 131, 132, 136, 137, 149, 152, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 166, 182, 183, 184, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 205, 206, 208, 210, 211, 212, 219, 220, 221, 228, 229, 233, 236, 266, 276
- aylar 20, 92, 106, 114, 218, 219, 221, 223
- azot oksitler 169
- B**
- Babil Kulesi 159, 284
- Bacon, Sir Francis 29
- Baines, Kevin 134
- Bakhhalar* (Euripides) 261
- balıklar 300
- Balistik Füze Savunma Organizasyonu 233
- Bellarmino, Robert Cardinal 34
- Bernal, J. D. 246, 247, 306
- Bethe, Hans A. 294
- bilgi 14, 51, 63, 65, 66, 83, 86, 142, 240, 258
- bilgisayarlar 85
- bilim 25, 31, 37, 45, 57, 58, 59, 60, 62, 64, 85, 106, 140, 160, 163, 173, 190, 202, 205, 213, 233, 247, 253, 259, 262, 286, 287, 288
- Billion-channel ExtraTerrestrial Assay (BETA) 273
- Birleşik Devletler 19, 45, 89, 142, 158, 160, 162, 163, 164, 172, 182, 183, 184, 185, 187, 191, 193, 199, 200, 210, 212, 233, 234, 258
- bitkiler 69, 91, 145, 179, 231, 257
- biyoloji 44, 77, 91, 167
- biyolojik savaş 277
- Biyosfer II 258
- Boeing/Vertol banliyö trenleri 208
- Bradley, James 35, 36
- Braun, Wernher von 201, 276
- Brown, G. E. 294
- Bryan, Richard H. 60, 271
- bulutlar 27, 68, 83, 94, 113, 128, 131, 134, 137, 138
- Bush, George 199, 201
- Büyük Patlama 39, 42, 48, 64, 66, 79, 294
- C-Ç**
- Camarina bataklığı 231, 238
- Canavan, Greg 236, 306
- Candide* (Voltaire) 47
- Carlsson, Robert 304
- Carr, B. J. 294, 306
- Cassini, Gian Domenico 106
- Çarpışma Yörüngesi 245, 246, 248
- Çernomidrin, Viktor S. 189
- Challenger uzay mekiği 192
- Chrysippus 45
- Chyba, Christopher 232
- Ch'u Tz'u 157
- Cicero, Marcus Tullius 33, 45, 227
- City of God* (Augustine) 41
- Clinton yönetimi 189
- Cohen, I. Bernard 106, 305
- Coleridge, Samuel Taylor 127
- Collins, Michael 157, 212, 305

Comas Solá, José 93
Cook, James 215
Cornell Üniversitesi 76, 93,
109, 139
Çin 17, 104, 172, 189, 193,
245

D
dağlar 145, 147, 148, 153, 154,
176
Darwin, Charles R. 43, 91
Deimos 132, 181, 182, 185,
251
Delta fırlatma aracı 210
demokrasi 60, 240
Demokritos 33
Dermott, Stanley 99, 100
din 27, 33, 55, 56, 60, 62, 63,
285, 301
dinozorlar 44, 71
Doğa yasaları 43, 47, 262
Done, John 32
Drake 263, 264, 265, 267, 307
Drake, Frank 263, 264, 265,
267, 307
Druyan, Ann 14, 29, 44, 58,
265, 282, 305, 307
Dünya 14, 16-45, 47, 48, 52,
53, 54, 55, 58, 59, 64, 67-77,
79-101, 103-110, 112, 113,
114, 115, 117-133, 135-143,
145-151, 153, 154, 156-180,
182, 185-198, 200, 201, 204,
205, 207, 208, 210, 211, 214,
215, 216, 217, 220-229, 231,
232-273, 276, 277, 278, 280,
281-285, 287-292, 295, 296,
297, 298, 300, 301
Dylan, Bob 148

E
eğitim 191, 207, 251
Einstein, Albert 43, 48, 248
Elliot, James 109
elmas 205
Endüstri Devrimi 65
etnosentrizm 57
Etzioni, Amitai 198
Everest Dağı 17
Evren 31, 32, 33, 41, 48, 49,
50, 51, 54, 57, 59, 62, 65, 68,
230, 248, 292, 298, 301
evrenler 52
Extreme Ultraviolet Explorer
227

F
felsefe 50
Finlandiya 185
fizik 46, 91, 294
Flood, Daniel J. 161
fosiller 90
fossil yakıtlar 276
Fransa 98, 106, 172, 185, 264

G
Gagarin, Yuri A. 128, 129,
160, 199
galaksiler 30, 41, 265, 270,
298
Galileo uzay aracı 139
genetik mühendisliği 298
gezegenbilim 167, 172
Gezegen Derneği 14, 135,
193, 265, 266, 273
gezegenler 9, 19, 26, 38, 40,
48, 49, 70, 71, 76, 81, 84, 87,
105, 108, 117, 118, 119, 120,

- 121, 122, 123, 125, 144, 171, 178, 179, 183, 188, 191, 195, 201, 214, 216, 217, 220, 221, 222, 227, 243, 244, 251, 289, 296
- Gibson, Everett 13, 178
- Girit 146
- Glenn, John 160
- Goddard, Robert H. 113, 167, 170, 275, 276, 289, 303
- Goddard Uzay Bilimleri Enstitüsü 170
- Goldstone İzleme İstasyonu 139
- Gorbaçov, Mihail S. 188
- Gore, Albert A., Jr. 189
- Gott, J. Richard III 13, 279, 280, 282, 307
- gökler 107, 187, 222
- Gurnett, Donald 76, 304
- Güney Amerika 17, 75
- H**
- Hammel, Heidi 225
- Hansen, Candy 26, 170, 171
- Hansen, James 26, 170, 171
- Harris, Alan 93, 236, 306
- Harris, Daniel 93, 236, 306
- havacılık ve uzay endüstrisi 207, 208
- Hawking, Stephen 294
- Hawthorne, Nathaniel 62
- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich 288
- Heinlein, Robert A. 205
- Hekla Dağı 146
- heliopoz 123
- helyum 118, 208, 249, 295
- Herschel, William 107, 109, 219
- hidrojen 20, 69, 91, 92, 94, 95, 107, 113, 118, 133, 134, 166, 169, 178, 196, 207, 247, 295
- Hitler, Adolf 238, 276
- Hollanda 251
- Hord, Charles 76, 304
- Horowitz, Paul 265, 267, 271, 273, 307
- Hubble Uzay Teleskopu 155, 212, 225, 226
- Huygens, Christianus 92, 93, 94, 101, 106
- I-İ**
- Iapetus 106, 132, 144
- International Cometary Explorers 10, 138
- International Ultraviolet Explorers 96, 226
- ışık yılı 39, 41, 50, 64, 119, 264, 269, 270, 290, 294
- iklim 16, 148, 167, 170, 172, 182, 183, 196, 231, 254
- insanlar 17, 18, 20, 21, 25, 31, 32, 37, 52, 58, 59, 64, 65, 67, 89, 95, 103, 106, 109, 126, 128, 136, 146, 173, 182, 183, 191, 193, 209, 229, 237, 238, 241, 251, 276, 277, 288, 295, 300
- İtalya 185
- İvan'ın Çekici 233
- J**
- James, William 35, 109, 141, 170, 172, 215, 254, 301, 307

Japon Denizi 74
Japonya 185, 188, 193, 202, 225, 245
Jet Tepki Laboratuvarı (JPL) 82
Jüpiter 9, 24, 34, 36, 40, 76, 77, 79, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 92, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 113, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 133, 134, 141, 153, 154, 155, 177, 198, 217, 218, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 232, 244, 245, 248, 249, 257, 292, 293, 296, 297
Jüpiter ötesi gezegenler 108, 117, 122

K
kalderalar 149, 151, 154
kamuoyu 36, 240, 277
Kanada 185, 210
Kant, Immanuel 52
kara delikler 294, 298
karbon 91, 94, 95, 96, 180, 253
karbondioksit 70, 74, 94, 122, 131, 140, 141, 170, 175, 180, 231, 252, 256
Karlsson, Hal 178
karşılaştırmalı gezegenbilim 167
Kennedy, John F. 1, 160, 162, 200
kentler 158
Kepler, Johannes 64
Khare, Bishun N. 94, 96, 304
klorofil 69, 71
kloroflorokarbonlar 168
Kolomb, Kristof 17, 82, 144,

192, 195, 201, 204, 271
Kopernik, Nicolaus 33, 34, 36, 54, 56, 57, 92, 105, 279
Korolev, Sergey 199
kozmooloji 248
Kozmos (Sagan) 51, 83, 215, 302, 304
Krater Gölü 148
kraterler 100, 114, 118, 145, 149, 152, 153, 219, 295
Krikalev, Sergey 189
Kuiper, Gerard P. 93, 94, 95, 109, 111, 116, 118, 289, 297
Kuramoto, Kiyoshi 205
Kutsal Kitap 54, 56
küresel ısınma 249, 252, 277
kütleli çekim gelgitleri 219, 221, 249

L
lazer cerrahisi 207
Leonardo da Vinci 27, 214
Leonov, Aleksey 166
Levy, David 223, 224, 226, 227, 232
Lewis, John 228, 305, 306, 307
Linde, Andrey 13, 50, 51, 52, 299, 304
Lindholm, Charles 301, 307
Lucretius 33

M
Madagaskar 17, 75
madde 27, 43, 65, 68, 69, 97, 100, 105, 122, 134, 169, 209, 224, 247, 248, 249, 298
magma 147, 149, 153, 154, 156

Marcus Aurelius 23
Mars 8, 9, 10, 20, 21, 26, 36,
70, 77, 79, 90, 93, 103, 104,
105, 107, 132-135, 144, 150,
152, 154, 155, 156, 163, 169,
170, 172, 173, 175-212, 215,
219, 220, 221, 223, 229, 243,
245, 246, 248, 250, 251, 252,
255-259, 282, 283, 289, 292,
296, 297, 300, 306
Matsui, Takafumi 205
Mayer, Cornell H. 140
Mazama Dağı 148
McDonald Gözlemevi 138
McElroy, Michael 168
Melville, Herman 16, 62, 233
Merkür 9, 19, 26, 35, 103, 104,
105, 107, 120, 131
metan (CH₄) 70
META Projesi 265
meteoritler 233
milliyetçilik 25, 30
moleküler biyoloji 44
moleküller 75, 91, 92, 95, 96,
115, 131, 134, 169, 180, 226
Molina, Mario 168
Morrison, David 13, 138, 303,
306
Muhleman, Duane O. 98, 99,
101
Murray, Bruce 14, 265, 303

N

Neptün 10, 21, 24, 25, 26, 27,
79, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88,
89, 107, 108, 110, 112, 113,
114, 115, 116, 117, 118, 123,
131, 133, 134, 135, 198, 217,

227, 244, 296

Newcomb, Simon 179
Newman, William I. 289
Newton, Sir Isaac 35, 36, 42,
47, 48, 49, 65
New York Times 263, 276
Nixon, Richard 162
Nuclear Physics 299
numeroloji 106
nükleer kış 167, 172
nükleer savaş 161, 163, 235,
236
nükleotid bazlar 91

O-Ö

Oberon (Uranüs'ün ayı) 109,
132
okyanuslar 16, 27, 68, 70, 92,
98, 99, 100, 153, 176, 177,
289
Origen 45
Ortaçağ 59, 146, 202, 204
Osiander, Andrew 34
Ostro, Steven J. 228, 236, 306

P

Paine, Tom 14, 260
Pang, Kevin 103
“paragravite” 246
Phobos 2 uzay aracı 181
Pius IX 55
“planetesimaller” 117
Platon 32, 146, 284
Pluton 20, 26, 107, 112, 114,
116, 117, 118, 123, 190, 242,
296
Pope, Alexander 109
Porco, Carolyn 26

- Q-R
- quasarlar 41, 298
- Quayle, Dan 200
- radio dalgaları 40, 98, 120, 122, 140, 266
- Rayleigh saçılımı 130, 138
- Ride, Sally 76
- roketler 80, 160, 190, 194, 256
- Roma Katolik Kilisesi 54
- Romanenko, Yuri 215
- Rousseau, Jean-Jacques 62, 215, 273
- Rowland, Sherwood 168
- Russell, Bertrand 215
- Rusya 79, 135, 184, 185, 188, 189, 191, 193, 209, 210, 233, 234, 245, 264
- rüzgârlar 113, 115
- S-Ş
- Sagdeev, Roald 13, 188
- Samanyolu Galaksisi 39, 41, 124, 125, 261, 262, 268, 269, 270, 273, 290, 295, 297, 298, 299
- Santorini Adası 146
- Satürn 10, 19, 24, 25, 36, 38, 82, 83, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 115, 118, 123, 131, 133, 134, 155, 216, 217, 218, 219, 250
- sera etkisi 151, 171, 253, 255, 256
- sera gazları 74, 166, 170, 256, 257
- Seyrüseferci Henry 204
- Shakespeare, William 109
- Shapley, Harlow 293
- Shaw, George Bernard 59
- Shoemaker, Carolyn 219, 223, 224, 226, 227, 232
- Simons, David 128, 129, 132
- Sıradanlık Prensibi 279, 280
- SNC meteoritleri 178
- Solar Sistem 83, 107, 135, 218, 220, 221, 245, 283, 289
- Son Göç 113
- Spectator 58
- Spielberg, Steven 265
- Stalin, Josef V. 238
- Stern, Alan 116
- Stewart, Will 245, 304
- Strabon 146
- Su 68, 70, 76
- sülfür 131, 134, 135, 153
- sülfürik asit 137, 148, 253
- T
- Talmud 285
- Tanrı 29, 31, 45, 62, 66, 127, 158, 285
- Tanrılar 103, 285
- tarım 31, 65, 286
- Teflon 206
- Teksas Üniversitesi 138
- teleskoplar 34, 88, 93, 96, 225
- “terraformasyon” 246
- Tertullian 35
- tholin 94, 100, 116
- Thomas Aquinas, Aziz 32, 42, 45, 57
- Thompson, W. Reid 76, 95, 97, 304
- Thoreau, Henry David 273

Tokyo Üniversitesi 205, 210

Tolstoy, Leo 63

Toon, O. Brian 172

trityum 249

Truly, Richard 26

Tsiolkovski, Konstantin E.

194, 199, 233, 246, 275, 276,
285, 289

Turco, Richard 172, 306

Turcotte, Donald 153, 154

U-Ü

Ulusal Radyo, Astronomi
Gözlemevi 263

Uranüs 10, 24, 25, 26, 79, 82,
83, 84, 86, 87, 88, 107, 108,
109, 110, 111, 113, 118, 123,
133, 134, 135, 217, 219, 244

uydular 79, 80

uygarlık 77, 262, 269, 270,
278, 289, 290, 291

uzay 8, 9, 10, 14, 24, 25, 26,
46, 48, 49, 64, 68, 72, 75, 76,
78-89, 94, 95, 100, 101, 110,
113, 116, 117, 119, 122-125,
128, 129, 132, 133, 135, 137,
138, 139, 142, 143, 144, 150,
154, 161, 162, 163, 165, 166,
172, 173, 181-195, 198, 199,
200-205, 207, 208-212, 214,
215, 220, 222, 225, 226, 232,
233, 237, 238, 241, 244-247,
250, 251, 252, 259, 267, 276,
278, 280, 282, 283, 292, 296,
297, 299

Uzay Antlaşması 234

uzayın keşfi 206

V

Varro, Marcus Terentius 230

Venüs 8, 9, 24, 35, 36, 70, 76,
79, 101, 103, 104, 105, 107,
120, 121, 131, 134-143, 150-
154, 156, 168, 170, 171, 184,
188, 205, 245, 246, 252-258,
282

Veverka, Joseph 93, 94

volkanlar 149, 153, 154, 156,
205

W

Warburg, Aby 66

Wetherill, George 244

Wiesner, Jerome 160

Williamson, Jack 245-249,
253, 254, 255, 259

Wolszczan, Alexander 120,
305

Wright, Orville ve Wilbur 214

Y

yapay zekâ 210

yaşam 10, 14, 16, 20, 21, 25,
28, 29, 33, 38, 39, 42, 44-47,
50, 51, 52, 67-73, 75, 76, 77,
90, 91, 93, 94, 98, 121, 122,
123, 129, 167, 176, 177, 178-
182, 193, 195, 245, 246, 248,
261, 265, 276, 278, 283, 291,
292, 299, 300, 302

Yeni Gine 212

yıldızlar 26, 30, 31, 39, 42, 47,
49, 97, 112, 116, 117, 118,
123, 124, 125, 128, 152, 219-
222, 232, 242, 244, 246, 254,
263, 266, 268, 270, 285, 289,

290, 291, 292, 293, 294, 295,
298, 305
Yönetim ve Bütçe Bürosu 170

Z

Zubrin, Robert 210
Zurara, Gomes Eanes de 204



Carl Sagan, keskin bakışını Evren'in muhteşem gizemine atmış ve dahası bu keskin bakışı dünya genelinde milyonlarca okurun rahatlıkla anlayacağı bir açıklıkla dile getirmişti.

Soluk Mavi Nokta işte bu taçlanmış çalışmanın adıdır. İnsan ırkı nihayet radikal anlamda yeni bir sınır bölgesine, yani uzayın sınırına gelip dayandığında, gelecek kuşaklar çağımıza geçip gitmiş bir zaman olarak bakacaklardır. *Soluk Mavi Nokta*'da Carl Sagan, kozmostaki bu muhteşem yeni tarihimizin izini sürüyor ve güneş sistemimizden çıkıp galaksilerin ötesindeki mesafelere yol alırken, bize daha önce bir karaltı gibi görünen bu yeni geleceği anlatıyor. Carl Sagan, başka dünyaların keşfinin ve bu dünyalara olası yerleşimlerin ne bir fantezi ne de bir lüks olmadığı konusunda ısrarcı, elbette insan ırkının hayatta kalması için gerekli olan koşulların da farkında olarak sürdürülen bir ısrar bu...

"müthiş ilham verici"

People



"Çok güzel ve dokunaklı... Duygu ve zekâyla desteklenmiş jargonsuz bir dil... Sagan'ın iyimser hayalı... her bölümde parlıyor."

Time

"Giderek genişleyen uzay yolculuğuna ve keşfine somut ve şiirsel bir bakış... Tipik Sagan tarzıyla, savunduğu şeyleri muhteşem ve güzel kılıyor."

The San Diego Union-Tribune

"Büyüleyici... [Sagan] evrenin müthiş zenginliğine gerçekten iman etmiş biriydi ve her birimizi birer havari haline getirecek."

Entertainment Weekly

"Güncel mucizelerle gelecekteki büyük meseleler arasında çok hararetli bir bağlantı kuruyor... Anlaşılması zor doğanın açıklığa kavuşturulması ve bilimsel araştırmanın büyüleyiciliği konusunda bundan üstün kitap yok günümüzde."

Scientific American

"[*Soluk Mavi Nokta*'da] Galileo, Einstein gibilerin söylev verdiği bir salon havası var."

Air & Space

"Tutkulu, belagatli... [Sagan] düş gücümüzü ateşliyor ve bilimi müthiş bir drama dönüştürüyor."

Booklist

"Belagatli, coşkulu... Türümüzün bu uçsuz bucaksız âleme açılma cesaretini göstermesi ve bir uzay uygarlığı kurması gerektiği yolunda çok inandırıcı bir tez oluşturuyor."

Kirkus Reviews

