

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>

KARA DELİKTEN GELEN ÖLÜM

NEIL
DEGRASSE TYSON



KARA DELİKTE GELEN ÖLÜM NEIL deGRASSE TYSON

I. Baskı: Ekim 2017

Yayınevi Sertifika No: 26518

ISBN: 978-605-66489-8-4

Orijinal Adı: *Death by Black Hole: And Other Cosmic Quandaries*

Genel Yayın Yönetmeni: Selahattin Yolgiden

Çeviren: Hatice Oluk

Kapak Tasarım: Öznur Erman

Mizanpaj: Cebirail Okcu

Copyright © 2007 Neil deGrasse Tyson

Bu kitabın Türkçe yayın hakları Akcalı Ajans aracılığıyla alınmıştır.

Baskı-Cilt: Ezgi Matbaacılık

Matbaa Sertifika No: 12142

www.geoturka.com

facebook.com/Geoturka

twitter.com/GEOTURKA

GEOTURKA Araştırma İletişim Hizmetleri Yayımcılık Ltd. Şti.
Oruç Reis Mah. Tekstil Kent Cad. Tekstil Kent Koza Plaza No: 12 Blok
Kat:30 No: 115/A Esenler / İstanbul / TÜRKİYE

© Geoturka 2017

KARA DELİKTEN GELEN ÖLÜM

Neil deGrasse Tyson

Çeviren: Hatice Oluk



Neil deGrasse Tyson için söylenenler

“Tyson çok çeşitli konularla ilgileniyor. Bunu yaparken sizi güldürüyor, düşündürüyor en önemlisi insan olma hissinizi canlandırıyor.”

—*Entertainment Weekly*

“Övgü toplamış bir astrofizikçi olmak kolay değildir. İnsanları güldürebilmek de kolay değildir. Normalde bu iki özelliğin bir arada bulunması ise gerçekten zordur fakat Neil bunu başarmış.”

—Jon Stewart, *The Daily Show*

“Karanlık maddeden zombilerin dünyasına kadar uzanan konulara getirdiği açıklamalarıyla doğa kanunlarına karşı ilgisi açıkça anlaşılan Tyson, tam bir süper star.”

—Parade

“Kozmosu Neil deGrasse Tyson’dan daha iyi açıklayacak birini bulmak neredeyse imkânsız. —Dennis Overbye, *New York Times*
“[Tyson] kafasında binlerce fikir uçuşan biri.”

—Lisa de Moraes, *Washington Post*

“Neil deGrasse Tyson belki de bilimin yaşayan en iyi sözcüsü.”

—Matt Blum, *Wired*

“Tyson... Bilimi tüm özgüveniyle yükselten biri.”

—People

“Carl Sagan ile bir araya geldiklerinde eşine az rastlanır bir zekâ ve iletişim gücüyle karşılaşıyorsunuz.”

—Seth MacFarlane, Family Guy’ın yaratıcısı

İÇİNDEKİLER

Önsöz	11
Teşekkür	13
Giriş: Bilimin Başlangıcı.....	15

BÖLÜM 1: BİLGİNİN DOĞASI

Evrende Bilinebileni Bilme Problemi

1. Duyularımızla Başlarsak.....	25
2. Cennet mi, Dünya mı?.....	31
3. Görmek İnanmak Değildir	38
4. Bilgi Tuzağı	48
5. Çubukla Bilim Yapmak.....	60

BÖLÜM 2: DOĞA BİLGİSİ

Kozmosun İçeriğini Keşfetmenin Zorlukları

6. Güneş'in Merkezinden Yolculuk	71
7. Gezegen Yürüyüşü	76
8. Güneş Sistemi'nin Serserileri.....	86
9. Lagrange'ın Beş Noktası.....	95
10. Antimaddeyle İlgili Hususlar	101

BÖLÜM 3: DOĞANIN YOL VE ARAÇLARI

Doğa Sorgulayan Bir Zihne Kendini Nasıl Sunar?

11. Sabit Olmanın Önemi	109
12. Hız Limitleri	116
13. Öfkeden Deliye Dönen Toplar	123
14. Yoğunluk Üzerine	130
15. Gökkuşağı Üzerinde	138
16. Kozmik Pencereleler	145
17. Kozmosun Renkleri	153
18. Kozmik Plazma	160
19. Ateş ve Buz	166

BÖLÜM 4: HAYATIN ANLAMI

Buraya Nasıl Geldiğimizi Bilmenin İyi ve Kötü Yönleri

20. Tozdan Toza	175
21. Yıldızları Şekillendirmek	181
22. Bulutlara Uçmak	187
23. Goldilocks ve Üç Gezegen	195
24. Su, Su	202
25. Yaşayan Uzay	210
26. Evrendeki Hayat	218
27. Radyo Balonları	226

BÖLÜM 5: EVREN KÖTÜYE GİTTİĞİNDE

Kozmos Elindeki Tüm İmkânları Kullanarak Bizi Yok Etmek İster

28. Güneş Sistemi'ndeki Kaos	235
29. Çekimlere Kapılmak	241

30. Dünya'nın Sonu.....	251
31. Galaksi Motorları	256
32. Bol Şanslar	263
33. Kara Delikten Gelen Ölüm	270

BÖLÜM 6: BİLİM VE KÜLTÜR

Kozmik Keşifler ve Halk Tepkisi Arasındaki İlişki

34. İnsanların Söyledikleri.....	279
35. Sayılardan Korkmak.....	287
36. Şaşkınlık Üzerine	292
37. Bilim Sahilindeki Ayak İzleri.....	298
38. Karanlık Olsa	308
39. Hollywood Geceleri	315

BÖLÜM 7: BİLİM VE TANRI

Çarpışmayı Bilmenin Yolları

40. Başlangıç.....	327
41. Kutsal Savaşlar	337
42. Cehaletin Boyutu	343
Referanslar	353

“Sanıyorum evren
tahmin ettiğimiz tek tuhaflık değil,
tahmin edebileceğimizden çok daha öte bir tuhaflık.”
—J. B. S. HALDANE, *Mümkün Dünyalar* (1927)

ÖNSÖZ

E vrenin nesneler, kuramlar ve olgulardan oluşan bir bütünden ziyade, bir çizgisi ve ana fikri olan bir hikâyeye ve çok çeşitli başrollerin karmaşık ilişkilerinden oluştuğunu anladım. Bu yüzden kozmos hakkında yazarken okurları bir tiyatro sahnesine götürüyormuş gibi hissetmek, onlara sahnenin arkasını göstermek, sahnenin tasarımına daha yakından bakmalarını sağlamak, senaryonun nasıl yazıldığını göstermek ve hikâyenin nereye gideceğini anlatmak oldukça doğal. Amacım, her zaman evrenin nasıl çalıştığına dair öngörüler ortaya koymak olmuştur. Bu amaç, yalnızca evrenin gerçeklerini ortaya koymaktan biraz daha zordur. Tiyatronun başrolünde olan zaman, tiyatro süresince çeşitli hâller alır. Kozmos istediğinde gülümser ya da kaşlarını çatabilir. Hatta zaman, kozmos istediğinde korkunç bir karaktere de dönüşebilir. Bu yüzden bu kitap, okurları evren hakkında aydınlatırken, onları biraz korkutacak. Kitaptaki her bir bölüm *Natural History* dergisinde “Evren” başlığı altında 1995’ten 2005 yılına kadar süren 11 yıllık bir süreçte yayımlanmıştı. *Kara Delikten Gelen Ölüm*, bu dergideki en iyi yazıların bir araya gelmelerinden oluşuyor. Bilimsel eğilimleri yansıtıp devamlılığı sağlamak için bu yazılar üzerinde birtakım değişiklikler yapıldı.

Bu kitabı siz okurlara günlük hayatın rutininden biraz da olsa sıyrılabilmeniz için sunuyorum.

Neil deGrasse Tyson, New York

TEŞEKKÜR

Evrenle ilgili uzmanlık alanım, yıldızlar, yıldız evreni ve galaksilerin yapısıyla ilgili. Bu yüzden, bu kitaptaki çeşitli konuları çalışma arkadaşlarımdan dikkatli gözlemleri ve geri bildirimleri sayesinde yazabildim. Güneş Sistemi'yle ilgili konularda yardımlarından dolayı Rick Binzel'a teşekkür borçluyum. Kendisi üniversiteden sınıf arkadaşım ve MIT'de gezegen bilimleri hocası. Güneş Sistemi'yle ilgili yazarken, yazdıklarımı kontrol etmesi için kendisine çok kez telefon ettim.

Bu rolü üstlenen diğer meslektaşlarım Princeton Üniversitesi astrofizik hocalarından Bruce Draine, Michael Strauss ve David Spergel'e kozmokimya, galaksiler ve kozmoloji hakkındaki paylaşımlarından ötürü teşekkürü borç bilirim. Onların yardımları sayesinde kozmik alanlarla ilgili daha derin araştırmalar yapmam mümkün oldu. Çalışma arkadaşlarım arasında bu kitaptaki yazıları yakından inceleyen ve daha önce İngiltere'de eğitim almış, Princeton Üniversitesi'nden Robert Lupton da var. Kendisinin her şey hakkında bilgisi olduğunu düşünüyorum. Bu kitaptaki yazıların çoğu, kendisinin hem bilimsel, hem de yazınsal süzgecinden geçerek gelişti. Yazılarıma katkı sağlayan bir diğer arkadaşım Steven Soter. Yazıları ilk olarak onun kontrolünden geçti. *Natural History* dergisindeki editörüm ve beni Ulusal Halk Radyosu'nda dinledikten sonra, 1995 yılında dergide köşe

yazısı yazmamı isteyen Ellen Goldensohn'a teşekkür ederim. Şimdiki editörüm Avis Lang, Ellen'in çabalarını devam ettirerek düşündüklerimi yazabilmemi ve yazdıklarımın düşündüklerimle aynı anlama geldiğine emin olmamı sağlıyor. İkisine de beni daha iyi bir yazar yapabilmek adına harcadıkları zaman için teşekkür ederim. Yazılarımın içeriğini geliştirmemi sağlayan Philippe Branford, Bobby Fogel, Ed Jenkins, Annrae Jonas, Betsy Lerner, Morde Cai, Mark Mac-Low, Steve Napear, Michael Richmond, Bruce Stutz, Frank Summers ve Ryan Wyatt'a teşekkür ederim. Bu kitabın genelini oluştururken bana yardım ederek ilk adımı atan Hayden gönüllüsü Kyrie Bohin-Tinch'e teşekkür ederim. *Natural History* dergisinin baş editörü Peter Brown'a tüm destekleri ve bu kitapta kullanılan yazıları seçmem ve yayımlamam konusundaki izninden ötürü teşekkür ederim. Bu teşekkür kısmı *Natural History* dergisindeki "Hayatın Bu Köşesi" isimli köşesinde 300 makale yayımlayan Stephen Jay Gould'u anmadan eksik kalacak. 1995'ten 2001 yılına kadar dergide birlikte çalıştık ve bu süreçte onun yardımını almadığım tek bir ay bile olmadı. Kendisi oldukça iyi makaleler yazdı ve benim yazılarımdaki etkisi de açıkça görülebilir. Ne zaman bilim tarihinin derinlerine inmek istesem, Gould'un yaptığı gibi yüzyıllar öncesinden kalmış nadir kitapların narin sayfalarını çevirir ve bizden önce dünyayı anlamak için gösterilen çabaları incelerim. Carl Sagan gibi, Gould'un erken ölümü de bilim dünyasında yeri doldurulamaz bir boşluk bırakmıştır.

GİRİŞ

BİLİMİN BAŞLANGICI

Dünya ve çevresini açıklayan fiziksel kuralların yakaladığı başarı -özellikle nesneler ve olgularla ilgili bildiklerimizin oldukça az ve önemsiz olduğunun düşünülmesiyle- insanların bu konuda bildiği şeylerin ne durumda olduğunu gözler önüne serdi. Nobel adayları ve bazı saygın bilim insanları da bunun dışında kalmadıkları için zaman zaman mahcup duruma düştüler.

Kısa süre sonra Nobel'e aday gösterilecek olan Albert A. Michelson, 1894 yılında Chicago Üniversitesi Ryerson Fizik Laboratuvarı'nda yaptığı konuşmada şunları söylemişti:

En önemli ve temel fen bilimleri yasa ve kuralları keşfedilmiştir. Bu yasaların yeni keşifler neticesinde değiştirilmesi mümkün değildir. Gelecekteki keşifler ancak ondalık sayıların virgülden sonraki kısımları kadar önem taşıyabilir. (Barrow 1988, s. 173)

O dönemin en parlak gök bilimcilerinden olan ve daha sonra da Amerika Gök Bilim Topluluğu'nun kuruculuğunu üstlenen Simon Newcomb, 1888 yılında "gök bilimle ilgili bilebileceklerimizin sınırına ulaşmak üzereyiz," demişti (1888, s. 65). Üçüncü kısımda daha yakından tanıyacağımız büyük fizikçi Lord Kelvin adını bir sıcaklık ölçüsüne vermiş ve 1901 yılında "Fizikte artık keşfedilecek bir şey kalmamıştır, bundan sonra yapacaklarımız

daha kesin ölçümlerdir,” demişti (1901, s.1). Bu düşüncelerin ifade edildiği dönemlerde ışığın uzayda eter yoluyla yayıldığı düşünülüyordu ve Merkür’ün Güneş etrafındaki tahmin edilen ve gözlemlenen yörüngesi arasındaki ufak sapmanın nedeni hâlâ bulunamamıştı. Bu ikilemlerin o dönemlerde oldukça önemsiz olduğu düşünülüyordu ve bunları ortadan kaldırabilmek için ufak tefek değişikliklerin yeterli olacağı öngörülüyordu.

Kuantum mekaniğinin kurucularından biri olan Max Planck, geleceğe çağdaşlarından daha gerçekçi yaklaşmıştı. Ona 1874 yılında söylenenler üzerine, 1924 yılında verdiği bir derste şunları söylemişti:

Fizik alanında çalışmaya başladığım dönemlerde hocam Philipp von Jolly bana fiziğin oldukça gelişmiş ve neredeyse olgunluk dönemine ulaşmış bir alan olduğunu söylemişti. Yan bir alan olarak toz partikülleri ya da küçük kabarcıkların incelenmesi veya sınıflandırılması gerektiğini düşünmüyordu. Fizik bilimini sistemsel olarak oturmuş bir alan olarak görüyor ve sadece fiziğin kuramsal yönünde bazı iyileştirmelere gidilebileceğini söylüyordu (1996, s.10).

Aslında Planck’ın hocasından şüphelenmek için başlangıçta hiçbir nedeni yoktu. Fakat bizim klasik maddenin enerji yayılımı anlayışımız deneylerle örtüşmeyince, 1900’lü yıllarda Planck enerjinin ayrılmaz bir parçası olarak kuantum kavramını ortaya atmış ve fiziğin yeni bir çağa girmesini sağlamıştı. Daha sonraki 30 yılda Özel ve Genel İzafe Teorisi, kuantum mekaniği ve evrenin genişlemesi gibi konuların ortaya çıkışına şahitlik etti.

Bu kadar dar görüşün ardından ünlü fizikçi Richard Feynman’dan daha ileri bir görüş beklentisi içinde olduğunuzu tahmin edebiliyorum. 1965 yılında yayımlanan *Fizik Kanununun Karakteri* isimli kitabında Feynman şunları yazmıştır:

Hâlâ keşiflerin yapılabildiği bir dönemde yaşadığımız için çok

şanslıyız... Yaşadığımız çağ doğanın temel kanunlarının keşfedileceği çağ olacak fakat bu keşifler asla tamamen bitmeyecek. Bu fazlasıyla heyecan verici bir durum ve bu heyecanımız asla bitmemeli (Feynman 1994, s.166).

Bilimin sonunun ne zaman geleceğine, nerede sona ereceğine ya da gerçekten bir sonu olup olmadığına dair bir iddiam ve cevabım yok. Benim iddiam yalnızca türümüzün düşündüğümüzden daha dar görüşlü olduğu. Zihinsel sınırlarımızın olduğu gerçeği, yaptığımız bilimi de sınırlıyor diyemeyiz. Bu yüzden evrenin keşfi konusunda henüz ilk adımlarımızı attığımızı düşünüyorum.

Şimdi insanoğlunun dünyadaki en zeki tür olduğunu düşünelim. Buradaki zekâyı da soyut matematiği kavrayabilme yeteneği olarak tanımlayalım. İnsanlar içinden seçtiğimiz örnek ise gelmiş geçmiş en zeki kişi olsun.

Dünya tarihindeki bu ilk ve tek zeki türün, evrenin işleyişini tamamen anlayabilme şansı nedir sizce? Şempanzeler evrimsel düzende bize çok yakında olsa da onların trigonometri konusunu anlayabilmelerinin mümkün olmadığını biliyoruz. Şimdi dünyada ya da evrenin herhangi bir yerinde insanla kıyaslanabilecek kadar zeki bir tür olduğunu düşünün. Bu tür evrenin ne kadarlık bir kısmını anlayabilirdi?

Beş taş oynamış olanlar oyunun kuralının, her oyunun sonucunda kazanmak ya da kaybetmek kadar basit olduğunu bilirler. Fakat bu oyunu yeni yeni öğrenmeye başlamış çocuklar için sonuç büyük bir bilinmezdir. Oyunun kurallarının açık ve basit olması durumu satranç için de geçerlidir, oysa rakibinizin bir sonraki hamlesini tahmin etmeye çalışmak oyunu zorlaştıran noktadır. Bu yüzden en zeki ve yetenekli yetişkinler bile oyunun zor olduğunu ve sonunun bilinemeyeceğini düşünür.

Şimdi bir de benim gelmiş geçmiş en zeki insanlar listemde

ilk sırada yer alan Isaac Newton'ı düşünelim. (Bu konuda yalnız değilim. Britanya'da Trinity College'deki Newton'ın büstü üzerinde Latince “*Qui genus humanum ingenio superavit*” yazar. Bu ifade “*İnsanlar arasında kendisinden daha üstün zekâlı birisi yoktur*” olarak çevrilebilir.) Newton, bilgi durumu hakkında neler gözlemlemiştir?

Bu dünya için ne ifade ettiğimi bilmiyorum ama kendimi deniz kıyısında kumla oynayan bir çocuk gibi görüyorum. Bu kumlarda normalden daha parlak ve pürüzsüz bir deniz kabuğu bulmuş olabilirim fakat koca bir okyanus gözlerimin önünde keşfedilmeyi bekliyor. (Brewster 1860, s. 331)

Bir satranç tahtasına benzetebileceğimiz evren, oyunun bazı kurallarını bize açıklamıştır fakat kozmosun büyük bölümü tamamen gizli hâldedir. Bu hâl ise saklı kurallara uyararak devam edecek gibi görünmektedir. Bunlar, şimdiye kadar kurallar kitabında yazılmamış olanlardır.

Bilinen fizik kurallarının parametreleri arasında yer alan nesnelerin ve olguların bilgisi arasındaki ayrımla fiziksel kurallarının, kendisiyle ilgili bilgi bilimin bir sonu olacağı görüşündedir. Mars'ta ya da Jüpiter'in uydusu olan Europa'nın üzerindeki buz kütesinin altında hayat bulunması bu alanda yapılmış en büyük keşif olabilir. Fakat buradaki atomlar arasındaki ilişkinin kimyası ya da fiziği dünyada var olandan farklı olmayacaktır. Bu yüzden bilim dünyası yeni yasalara ihtiyaç duymayacaktır.

Bugün modern astrofiziğin görmezden geldiği ve çözemediği pek çok problemin olduğunu söyleyebiliriz. Bunlara bulunacak çözümler için ise fiziğin tamamen yeni alt dallarının ortaya çıkması gerekiyor.

Büyük patlama konusunda kendimizden çok emin konuşabiliyoruz ancak bizden 13,7 milyar ışık yılı uzaklıkta bulunan ve kozmik ufkun dışında yer alan bölgeler için sadece tahmin yürü-

tebiliyoruz. Büyük patlamadan önce neler olduğuna dair bilgi sahibi değiliz ya da neden büyük bir patlamanın olması gerektiği sorusuna yanıt veremiyoruz. Kuantum mekaniğinin sınırları içinde yürütülen bazı tahminler, genişleyen evrenin ilk zaman-uzay balonundan kopan bir parça olduğunu söylüyor. Aynı tahminlere göre bu parçalardan sayısız adette var, bu da sayısız adette evrenin varlığına işaret ediyor.

Büyük patlamadan kısa süre sonra evrendeki yüz milyonlarca galaksinin keşfini yapmaya çalışırken, farklı zamanlarda elde edilen gözlem verilerinden farklı sonuçlar alıyoruz. Bu verileri birbiriyle eşleştirmekte sıkıntı yaşıyoruz. Evrenin geniş ölçekteki yapısının oluşumu ve evriminin tutarlı bir betimlemesini yapmak kolay olmuyor. Çünkü yapbozdaki en önemli parçalardan birini gözden kaçırıyoruz.

Newton'ın Evrensel Kütle Çekim Yasası yüzlerce yıl önce yeterli ve muhteşemdi. Bu durum Einstein'ın izafiyet teorilerini ortaya atmasıyla son buldu. İzafiyet bu noktadan sonra fizik dünyasının tahtına oturdu. Atomik ve nükleer evreni betimleyen kuantum mekaniği de tahtın yeni sahipleri arasında yerini aldı. Aslında izafiyet ve kuantum mekaniği birbiriyle çelişen alanlardır. Karşılaşabilecekleri alanlar için birbirinden farklı tahminler yürütürler. Bu alanlardan biri diğerine mutlaka boyun eğmek zorundadır. Ya İzafiyet Teorisi'nde kuantum mekaniğinin söylediklerini kabul eden bir nokta eksiktir ya da kuantum mekaniğinde izafiyetin kabul edildiği kısım unutulmuştur.

Bir üçüncü ihtimal ise şu olabilir: Üçüncü bir teori ortaya çıkar ve şu an tahtta olan bu iki teoriyi de yerinden eder. Aslında, tam olarak bunu yapması için yeni bir teoriye ihtiyacımız var. Bu teoriyle tüm madde, enerji ve bunların daha yüksek boyutta bulunan titreşimli enerjiyle etkileşimlerinin varlığının azaltılması hedeflenir. Farklı titreşim durumları farklı partikül ve kuv-

vetler gibi uzay-zaman boyutunu ortaya koyabilir. 20 yıldan fazla bir zamandır böyle bir teoriyi ortaya koymaya çalışan araştırmacılar olsa da, ortak görüşleri mevcut deney kapasitesinin teorisinin doğrulanabilirliğini ortaya koymayacağı yönündedir. Şüphencilik çok ileri boyuttadır ve şüphecilerin pek çoğu bu teoriye dair umutlarını sürdürmektedir.

Biz hâlâ hareketsiz maddeye hangi güç ya da olayların bildiğimiz anlamda bir hayat formu kazandıracağını bilmiyoruz. Belki de yalnızca dünyaya özgü biyoloji bilimizden kaynaklanan ve dikkatimizden kaçan bir mekanizma ya da kimyasal öz yapılanma kuralı vardır, fakat biz bunu yaşamı oluşturabilecek kadar önemli görmemiştir. Olabilir mi?

Edwin Hubble'ın 1920'li yıllarda ortaya attığı tezi üzerine evrenin genişlediğini öğrendik fakat evrenin aynı zamanda kütle çekimini yok sayan "karanlık enerji" tarafından uygulanan basınç neticesinde hızının arttığını yeni öğrendik. Bu konuyla ilgili başvurabileceğimiz bir hipotez ise henüz ortaya koyulmuş değil.

Günün sonunda elimizdeki gözlemler, deneyler, veriler ya da teoriler konusunda kendimizden ne kadar emin olursak olalım, eve gittiğimizde kozmostaki çekimin %85'inin elimizdeki imkânlarla hiçbir şekilde gözlemleyemediğimiz ve tespit edemediğimiz bir kaynaktan geldiğini biliyor olacağız. Bu madde hakkında söyleyebildiğimiz tek şey ise elektron, proton, nötron ya da bunlarla etkileşime geçen herhangi bir formda enerjiye hiçbir şekilde benzemediğidir. Bu hayaletimsi yapıyı "karanlık madde" olarak adlandırdık ve evrenin en büyük kozmik şüphelisi olarak ilan ettik.

Bu anlattıklarımın herhangi birisi size bilimin sonunun geldiğini düşündürdü mü? Bunları duyduğunuzda bilimin en yüksek zirvesinde olduğumuz gibi bir izlenime kapıldınız mı? Artık kendi kendimizi tebrik etme zamanının geldiğini düşün-

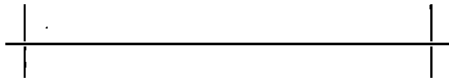
yor musunuz? Bunların farkında olmak bana bizim hâlâ fotosentez teorisini öğrenmeye çalışan kuzenlerimiz şempanzeler kadar şapşal olduğumuzu düşündürüyor.

Belki homosapienleri çok aşağılamış ve şempanzelerle yaptığım kıyaslamayı abartmış olabilirim. Belki de sorumuz, bir türün bir bireyinin ne kadar zeki olabileceği değil, türlerinin tamamının toplam beyin gücünün nasıl kullanılabileceği olmalıdır. Konferanslar, kitaplar, medya araçları ve internet yoluyla insanlar keşiflerini sürekli başkalarıyla paylaşmaktadır. Doğal seçim Darwin'in evrim teorisini haklı çıkarırken insan kültürünün genişlemesi de Lamarck'ı akıllara getirmektedir. Geçmiş nesillerin keşiflerini elinde bulunduran yeni nesil hiçbir sınır olmadan kozmik öngörülerin peşinden gidecektir.

Bilim alanında yapılan her keşif şu an tırmanmakta olduğumuz merdivene bir basamak daha eklemektedir ve bu merdivenin sonu biz keşfetmeye devam ettikçe gelmeyecektir. Bu merdiveni inşa etmeye ve yeni basamaklar koydukça tırmanmaya devam edersek, evrenin sırlarını da sonsuza kadar birer birer çözmeye devam edeceğiz.

Birinci Bölüm

Bilginin Doğası



EVRENDE BİLİNEBİLENİ BİLME PROBLEMİ

1.DUYULARIMIZLA BAŞLARSAK...

İnsan, etrafındaki evreni beş duyusuyla keşfeder ve büyük bir bilim macerasına atılır.—EDWIN P. HUBBLE (1889–1953), The Nature of Science

Görme, beş duyumuz arasında bizim için en önemlisidir. Gözlerimiz sadece bulunduğumuz oda içinde bulunan nesnelerin bilgisini bize vermekle kalmaz tüm evren hakkında bilgi edinmemizi sağlar. Göremeseydik astronomi bilimi asla var olmaz ve evrende bulunduğumuz yeri ölçme çabamız başarıyla sonuçlanmazdı. Yarasaları düşünün. Yarasaların da elbette bir nesilden diğerine aktardıkları bilgiler vardır fakat bu bunların arasında gece gökyüzünün nasıl görüldüğü bilgisine rastlayamazsınız.

Duyularımızı birer deney aracı olarak görürsek ne kadar keskin ve hassas olduklarının farkına varabiliriz. Kulaklarımız hem bir uzay aracının çıkardığı gök gürültüsü şiddetindeki sesi, hem de küçücük bir sivrisineğin sesini duyabilir. Hem yüksek bir yerden ayağımıza düşen ağır bir bowling topunun titreşimini hissederiz, hem de kolumuzda yürüyen küçücük bir böceğin varlığının farkına varırız. Bazı insanlar çok acı biberleri yemekten

hoşlanırken bazıları da yemeğin içindeki çok az miktardaki baharatın bile farkına varabilir. Kumsalda yürürken ısı ısı parlayan kum tanelerini görebildiğimiz gibi, karanlık bir yerde, ne kadar uzak olsa da yeni yakılmış bir fenerin ışıkları gözümüze çarpar.

Kendimizi övmeye başlamadan önce konular hakkında bilgimiz genişledikçe derinliğimizi kaybettiğimizi hatırlamakta fayda var: Dünyadaki uyarıcıları çizgisel değil logaritmik bir şekilde algılıyoruz. Mesela ses yüksekliği enerjisini 10'un katları şeklinde artırdığınızda kulağınız bunun oldukça az olduğunu algılar. 2'nin katları şeklindeki bir artışı algılamaksa oldukça zordur. Aynı durum ışığı algımlarken de geçerlidir. Daha önce Güneş tutulması izlediyseniz hava kararmadan önce Güneş'in en az %90'lık bir kısmının ay tarafından kapatıldığını fark etmişsinizdir. Parlaklığı belirleyen yıldız ölçüleri, iyi bilinen desibel ölçeği ve deprem şiddetini ölçen sismik ölçek logaritmiktir. Bunun nedeni dünyayı görme, duyma ve hissetme konusunda logaritmik bir biyolojimizin olmasındandır.

Peki, ya duyarımızın algılamadığı şeyler varsa? Doğada biyolojik olarak algılamaya yeterli olmadıklarımızın varlığından haberdar olmanın bir yolu var mıdır?

Aslında insanı bir makine olarak düşünürsek, bu makinenin yakın çevremizde gece gündüz oluşumu ya da herhangi bir tehlikenin varlığını saptama konusunda oldukça hızlı ve başarılı olduğunu görürüz fakat bunun haricindeki doğayı bilimi araç olarak kullanmadan algılamak konusunda oldukça yetersizdir. Algılarımız dışında neler olduğunu öğrenmek istiyorsak doğuştan getirdiğimiz araçlar haricinde araçlar edinmek zorundayız. Hemen hemen her durumda bilim, aracı duyarımızın hem derinlik hem de genişlik olarak ötesinde yer alır.

Bazı insanlar başkalarının bilemediği ya da göremediği olayların farkında olduğunu ileri sürer ve böyle durumlarda bu insanla-

rın altıncı hislerinin kuvvetli olduğu söylenir. Falcılar, zihin okuyucular ya da büyücüler gizemli güçleri olduğunu iddia eden bu insanların başında gelir. İnsanlar bunu yaparak özellikle yayın-evleri ya da televizyon kanalları gibi araçların ilgisini çekmeye çalışır. Parapsikolojinin hâlâ sorgulanmakta olan bir alt alanı, bazı insanların böyle yetenekleri olabileceğini ortaya koymuştur. Bence bu noktadaki en büyük gizem, büyücülerin herkesin görebileceği, duyabileceği yerlerde gelecekte neler olacağını söylemek yerine televizyon kanallarında ya da bazı telefon hatlarında gelecekte haber vermeyi tercih etmeleridir. Neden hiçbirimiz gazetelerde “Medyum altılıyı yine tutturdu!” gibi haberler okuyamıyoruz.

Bu tür gizemlerden tamamen bağımsız olarak parapsikolojinin bu alana dair yapılmış kontrollü çalışmalarında altıncı his denen duygunun saçmalıktan başka bir şey olmadığı ortaya çıkmıştır.

Diğer taraftan modern bilim onlarca duyuyu bir arada kullanmakta uzmanlaşmıştır. Hiçbir bilim insanı bunları kullanırken özel güçleri olduğunu da iddia etmez. Sonunda bu duyuları kullanarak elde edilen bilgiler, tablolar, diyagramlar ve resimlere dönüştürölür ve doğuştan getirdiğimiz duyularla bu bilgileri yorumlayabilmemiz sağlanır. Orijinal *Star Trek* bilimkurgu dizisinde bilinmeyen gezegenlere doğru yola çıkan mürettebat, yanlarında her zaman tricorder adında bir alet götürürdü. Bu alet yeni gezegenlerde karşılaşılan canlı ya da cansız her maddenin temel özelliklerini algılayabilirdi. Tricorder söz konusu maddeyi çözümler ve bu çözümlmelerini ses dalgalarına dönüştürüp mürettebatın bilgisine sunardı.

Yanan küçük bir nesnenin önünde durduğunuzu düşünün. Tricorder gibi bir aletin yardımı olmadan bu maddenin kimyasal ya da nükleer yapısıyla ilgili hiçbir şey bilemezdik. Bu maddenin

elektromanyetik bir alan yaratıp yaratmadığından, gama, X, ultraviyole, mikrodalga ya da radyan ışınları yayıp yaymadığından emin olamazdık. Yine bu kütlenin hücresel mi yoksa kristal bir yapıda mı olduğunu anlayamazdık. Böyle bir kütle aynen zaman zaman gökyüzünde gördüğümüz fakat uzaklığı, hacmi, hızı ya da yönü hakkında hiçbir şey bilmediğimiz bir ışığa benzer. Bir aşama daha öteye gidersek bu ışığın ne renk tayfını ne de polarize olup olmadığını bilebiliriz.

Analiz yapma imkânımız olmazsa bu kütleyle ilgili söyleyebileceğimiz tek şey onun bir kütle olduğudur. Bu bölümün başlığında bir alıntısına yer verdiğimiz Edwin P. Hubble'dan özür dileyerek söylediklerini daha az şiirsel fakat daha bilimsel bir şekilde ifade etmek gerektiğini düşünüyorum:

Beş duyusu, teleskoplar, mikroskoplar, büyük görüngenölçerler, sismograflar, magnometreler, partikül hızlandırıcıları ve dedektörleriyle insan evreni keşfeder ve bir bilim macerasına atılır.

Ayarlanabilir keskinlikte gözlerimiz olsaydı dünyanın daha ne kadar zengin olabileceğini ve evrenin bundan daha ne kadar erken keşfedileceğini düşünebiliyor musunuz? Tayfın radyo dalgası kısmını ara ve gökyüzü gündüz, gece gibi kararsın. Mikrodalga ve tüm kozmosun büyük patlamadan 380.000 yıl sonra oluşan bir ışık duvarı olarak ilk evrenin kalıntılarıyla korlaştığının farkına varın. X ışınlarının ve kara delik bölgelerinin insanlarca hemen tespit edebildiğinin farkına varın. Gama ışınlarının farkına varın ve Dünya'ya göre bir gün boyu süren evrendeki devasa patlamaları görün. Bu patlamanın etraftaki diğer ışıkları nasıl ısıtıp korlaştırdığını izleyin. Manyetik dedektörlerle doğsaydık, pusula, ona ihtiyacımız olmayacağı için asla icat edilmezdi. Dünya'nın manyetik alan çizgilerinin farkına varın. Retinalarımızda tayfları analiz edebilen yapılar olsaydı nefes alırken ne soluduğumuzu merak etmezdik. Bakardık ve soluduğumuz

havanın hayatımızı devam ettirmemizi sağlayacak oranda oksijen içerip içermediğini anlardık. Daha da önemlisi bundan binlerce yıl önce Samanyolu'ndaki yıldızlar ve nebuların Dünya'da bulunanlarla aynı kimyasal elementlerden oluştuğunu keşfedebildik.

Büyük gözler ve Doppler hareketi dedektörleriyle dünyaya gelseydik, uzak galaksilerin bizden uzaklaşırken evrenin genişlediğini çok daha önce görebilirdik.

Gözlerimiz yüksek çözünürlüklü bir mikroskop gibi olsaydı hiç kimse veba ya da diğer hastalıkların bir tür kutsal öfke yansıması olduğunu düşünmezdi. Bizi hasta eden virüs ve bakterileri yiyeceklerimizin üzerinde, derimizde görebilirdik. Basit deneyler yaparak hangi böceklerin zararlı, hangilerinin zararsız ya da yararlı olduğunu kolayca tespit edebilirdik. Tabii pek çok enfeksiyon problemi de bundan yıllar önce tespit edilmiş ve çaresi bulunmuş olurdu.

Yüksek enerji partiküllerini görebilseydik radyoaktif maddeleri çok uzaktan bile tespit etmemiz mümkün olurdu. Gayger sayacına ihtiyacımız kalmazdı. Hatta radon gazının bodrumdan evimize doğru yükseldiğini gözlerimizle görebilir ve durumu bize haber verdiği için kendimizi kimseye borçlu hissetmezdik.

Doğumumuzdan çocukluğumuza kadar beş duyumuzla algıladıklarımız yetişkin bir birey olduğumuzda bize yaşamımızdaki olay ve olgular hakkında fikir yürütme olanağı sağlar. Buradaki problem ise geçtiğimiz yüzyılda yapılan herhangi bir bilimsel keşfin yalnızca beş duyumuzu kullanarak asla gerçekleştirilemeyecek olmasıdır. Bunlar duyuları aşarak matematik ve yazılım sayesinde gerçekleşmişlerdir. Bu nedenden ötürü normal bir insan için izafiyet, partikül fiziği ya da 10 boyutlu dizi teorisi bir anlam ifade etmez. Bu kara listeye kara delikler, solucan delikleri ve büyük patlamayı da ekleyebiliriz. Aslında bu fikirler bilim

insanları için de çok fazla bir anlam ifade etmemekteydi, ta ki evren keşfedilip, teknolojik imkânlar gelişene kadar. Sonunda ortaya çıkarsa daha yeni ve yüksek bir sağduyu oldu. Bu sağduyu bilim insanlarını daha yaratıcı düşünmeye, bilinmeyen atom dünyasını keşfetmeye ya da çok boyutlu uzay gibi kavramları düşünmeye itti. Yirminci yüzyılda yaşamış Alman fizikçilerden Max Planck kuantum mekaniğinin keşfiyle ilgili benzer bir gözlemi şu şekilde ifade eder:

Modern fizik bizi eski bir doktrinle büyülemeyi başarmıştır. Bu doktrine göre bizim duyularımızdan bağımsız gerçekler vardır ve bu gerçeklerin en zengin dünya deneyimi hazineleriyle çatıştığı noktada problemler ortaya çıkmaya başlar. (1931, s. 107)

Duyularımız anlamsız bir metafizik sorusunda bile yetersiz kalabilir: “Bir ağaç yere düşse fakat kimse bunu duymasa bir ses çıkmış olur mu?” Bu soruya “Düştüğünü nereden biliyorsun?” şeklinde cevap veriyorum. Fakat bu cevap da yalnızca insanları sinirlendirmeme sebep oluyor. Bu yüzden anlamsız bir analogiye başvuruyorum: “Soru= Karbonmonoksitin kokusunu alamıyorsa orada olduğunu nasıl biliyorsun? Cevap= Yoksa ölürüz.” Modern zamanlarda etrafınızda olup bitenlerin yalnızca duyularınızla algılayabildikleriniz olmadığının farkındaysanız sizi kıymetli bir yaşam bekliyor demektir.

Bilgiye ulaşmanın yeni yollarını keşfetmek her zaman bizim biyolojik olmayan duyularımızdan oluşan listeyi uzatmamızı sağlar. Bunu başardığımızdaysa evren karmaşık ve görkemli sırlarını bize açar. Bizlerse teknolojik olarak evrilmiş ve hislerin ötesine geçmiş bireyler olarak yine insanların duyularıyla algılayabilecekleri bilgileri onlara sunarız.

2. CENNET Mİ, DÜNYA MI?

Isaac Newton evrensel çekim yasasını bulana kadar dünyadaki fizik kurallarının evrenin her yerinde geçerli olabileceğini düşünmek için bir neden yoktu. Dünyada dünyevi olaylar meydana gelirken cennette kutsal olaylar gerçekleşiyordu. Hatta o zamanda yaşayan pek çok uzmana göre cennet fani bir akılla bilinemezdi. Yedinci bölümde detaylı bir şekilde okuyacağınız üzere Newton tüm hareketlerin anlaşılabilir ve tahmin edilebilir olduğunu söyleyince bazı din adamları onu, “yaratıcıya hiçbir alan bırakmadığını” söyleyerek eleştirmişti. Newton olgun bir elmanın ağaçtan yere düşmesine sebep olan kuvvetin evrendeki nesnelerin belli bir yörüngede ya da Ay’ın Dünya etrafında dönmesine de sebep olduğunu söylemişti. Newton’ın çekim kuvveti yasası gezegen, asteroit ve kuyruklu yıldızların Güneş etrafındaki; milyarlarca yıldızın ise Samanyolu Galaksisi’ndeki yörüngesini açıklamaya yetiyordu.

Fizik kurallarının evrenselliğinin fark edilmesi bilimsel keşiflerde benzeri görülmemiş bir artış yarattı. Çekim kanunu ise işin başlangıcıydı. On dokuzuncu yüzyılda yaşamış bilim insanlarının laboratuvarlarında kullandıkları prizmalar ışığı renk tayflarına ayırdığında ve bunu Güneş için de uygulayabileceklerini fark ettiklerinde, yaşadıkları heyecanı düşünebiliyor musunuz? Tayf hem görüntüsü güzel hem de ışık yayan nesne hakkında sıcaklık ve içerik bilgisi veren bir kavramdır. Kimyasal elementlerin özellikleri tayflarına bakarak anlaşılır. Güneş’te bulunan kimyasal izlerin laboratuvar ortamında bulunanlarla bire bir örtüşmesi insanları şaşırtmış ve sevindirmiştir. Kısa bir süre sonra bilim insanlarının elindeki muhteşem bir diğer araç olan prizma, Güneş’in büyüklüğü, ağırlığı, sıcaklığı, konumu ve görüntüsünün Dünya’ninkinden çok farklı olduğunu fakat hidrojen, karbon, oksijen, kalsiyum, demir ve daha pek çok başka or-

tak elementi taşıdığını göstermiştir. Fakat aynı olduğu bulunan bu elementlerden ziyade asıl önemli olan nokta Dünya ve Güneş arasında 93 milyon mil uzaklık varken, aynı fizik kurallarının ikisinde de geçerli olmasıydı.

Evrensellik kavramı o kadar üretken oldu ki tam tersi anlama gelen kavramlar da sıklıkla kullanıldı. Güneş tayfında yapılan sonraki analizler, Dünya’da karşılığı olmayan elementlerin varlığını ortaya koydu. Güneş’te bulunan ve Yunanca Güneş anlamına gelen helios kelimesi yeni bulunan maddeye isim olarak verildi. Ancak bundan sonra bu elementin laboratuvarda keşfedilmesi mümkün oldu. Bu yüzden “helyum” periyodik tablonun başında yer alan ve Dünya’dan başka bir yerde bulunan ilk ve tek element oldu.

Evet, fizik kuralları Güneş Sistemi içinde geçerli fakat tüm galakside de geçerliliğini koruyor mu? Peki evrende? Zamanın kendisinde? Bunların hepsi aşama aşama test edilmiş, yakınlardaki yıldızlarda da benzer kimyasallar olduğu görülmüştür. Karşılıklı yörüngede bulunan daha uzak yıldızlarda da Newton’ın çekim yasası geçerlidir. Çift galaksilerde de aynı nedenden ötürü yasa geçerliliğini korur.

Aynen bir yer bilimcinin yer tabakalarında aşağı indikçe uzak zamanları görmesi gibi biz de zaman içinde ilerleyebiliriz. Evrendeki en uzak cisimlerden gelen tayf, evrenin başka yerlerinde karşımıza çıkan kimyasal izlerin aynısını taşır. Yalnızca o dönemlerde ağır metallere daha nadir rastlarız. Bunun nedeniyse ağır metallerin temel olarak patlayan yıldızlarla birlikte ortaya çıkmasıdır. Fakat tayf imzalarıyla ilgili atomik ve nükleer süreç yasaları geçerliliğinden ödün vermemektedir.

Kozmostaki her olayın Dünya’da bir karşılığının olmayacağını tahmin etmek zor değil. Sokakta yürürken bir kara deliğe rast gelmediğinizi ya da hayatınızda hiç milyonlarca derecelik plazma

hâlinde bulut görmediğinizi biliyorum. Buradaki evrensellikten kastım, aslında bunları tanımlayan fizik kurallarının asla değişmemesi. Tayf analizi ilk olarak yıldızlararası bir nebula tarafından yayılan ışığa dönüştüğünde orada oluşan elementin Dünya'da bir karşılığı yoktu. Fakat periyodik tabloda hiç boş alan da yoktu. Helyum keşfedilene kadar birçok element çoktan keşfedilmişti. Bu yüzden astrofizikçiler neler olduğunu çözene kadar yer tutsun diye "nebuliyum" ismini ürettiler. Daha sonra gaz hâlindeki nebula'nın, atomların birbirlerine çarpıp çarpmadığını sağlayacak kadar aralıklı olduğu ortaya çıktı. Bu şartlar altında elektronlar daha önce Dünya'daki laboratuvarlarda hiç görülmemiş şekilde atom içinde hareket edebiliyordu. Aslında nebuliyum sadece sıra dışı hareket eden sıradan bir oksijen atomuydu.

Fizik yasalarının evrenselliği bizlere başka bir gezegende yaşayan ve haklarında hiçbir fikir ya da bilgimiz olmayan bir medeniyetin de Dünya'da keşfettiğimiz ya da test ettiğimiz yasaların farkında olup olmadıklarını düşündürüyor. Farklı toplumsal ve siyasi inançları olsa da muhtemelen onlarla aynı fizik kurallarına inanıyor olurduk. Hatta böyle bir toplum varsa ve onlarla iletişime geçmek istersek muhtemelen İngilizce, Fransızca ya da Çince işimize yaramazdı. Hatta ilk gördüğümüzde el sıkışıp sıkışmayacağımızı dahi bilemezdik, tabii karşımızdaki grubun eli varsa. En iyi ihtimal, bilim dilinin ortak olduğunu düşünüp o alanda iletişim kurmak olurdu.

1970'li yıllarda *Pioneer 10-11* ve *Voyager 1-2* ile böyle bir atılım gerçekleşti. Bu uzay araçları Güneş Sistemi'ndeki çekim alanından kurtulabilecek hıza ulaşan tek araçlardı. *Pioneer* piktogramlarla Güneş Sistemi'nin dışını, Samanyolu Galaksisi'nin konumunu ve hidrojen atomunun yapısını gösterdi. *Voyager* ise daha da ileri giderek Dünya'nın ilk oluşumu, kalp atışı, balina titreşim sesleriyle Beethoven'den Chuck Berry'ye kadar pek çok sanat-

çının eserlerinden seçmelere ulaştı. Bu insan eli değmiş mesajlar başka gezegenlerdeki varlıkların kulaklarına pek ala bir mesaj gibi gelmeyebilir, tabii öncelikle kulakları olduğunu varsaymamız gerekiyor. Düşünsenize, *Saturday Night Live*'dan bir parça dinleyen uzaylılar NASA'ya ulaşıp daha fazla Chuck Berry yollarını istiyorlar!

Üçüncü bölümde daha detaylı göreceğimiz üzere bilim yalnızca fizik yasalarının evrenselliğini değil fizik sabitlerinin varlığını ve devamlılığını da savunur. Pek çok bilim insanının “büyük G” olarak adlandırdığı yer çekimi sabiti Newton'ın denkleminin, kuvvet ne kadar çok olursa olsun sonsuzluğun çeşitlileriyle dolaylı olarak test edilmesini desteklemiştir. Bu işin matematiğine bakacak olursak bir yıldızın parlaklığının büyük G'ye bağlı olduğunu görürüz. Başka bir ifadeyle, büyük G'de geçmişten günümüze çok ufak bir değişim olsaydı Güneş'in enerji yaymasında biyolojik, iklimsel ya da coğrafi kayıtlarda görünenen çok daha büyük bir değişim meydana gelirdi. Aslında zaman ya da mekâna bağlı bilinen hiçbir sabit yoktur bunlar sadece sabit gibi görünür.

Bunlar evrenin yaptığı bazı hileler.

Tüm sabitler arasında en ünlüsü şüphesiz ki ışık hızıdır. Ne kadar hızlı giderseniz gidin ışığın hızını geçemezsiniz. Peki neden? Şu ana kadar yapılan hiçbir deneyde ışık hızının üzerine çıkılamamıştır. Test edilmiş fizik yasaları bunu öngörmekte ve sabit kabul etmektedir. Aslında bu tür cümleler oldukça dar bir bakış açısını ifade eder. Evet, geçmişimizde de mucitler ve mühendisler tarafından yanlışlığı tamamen ortaya konmuş “İnsan asla uçamaz”, “Uçmak asla herkesin ulaşabileceği bir şey değildir”, “Ses hızını asla geçemeyiz”, “Asla atomu parçalayamayız”, “Asla Ay'a gidemeyiz” gibi cümleler söylenmiştir. Bunları siz de duymuşsunuzdur. Bu tür cümlelerde gözümüze çarpan ortak

özellik fizik yasalarının her zaman değişime açık olduğu ve ilerlediği gerçeğidir.

“Işık hızını asla geçemeyiz” iddiasının ise niteliksel olarak farklı bir yönü vardır. Temel zamanı test eden fizik yasaları durumun bu şekilde olduğunu ortaya koymuştur. Bunun hakkında da bir şüphe yoktur. Gelecekte yıldızlararası seyahat edenler tabelalarda muhtemelen şunları okuyacaklar:

Işık hızı:

Artık yalnızca iyi bir fikir değil,

Kural.

Fizik kurallarının iyi tarafı kendilerini koruması gereken sürekli kurumlara ihtiyaç duymamalarıdır. Ama ben bir zamanlar üzerinde “YER ÇEKİMİ KANUNUNA UY” yazan oldukça anlamsız bir tişört almıştım.

Pek çok doğa olayı bize aynı anda oluşan farklı fizik kurallarının olduğunu gösterir. Bu gerçek genellikle analizleri karmaşık bir hâle getirir ve çoğu zaman hesap yapmak ve önemli parametrelerin kaydını tutmak için üst düzey bilgisayarlara ihtiyaç duyarız. Kuyruklu yıldız Shoemaker Levy 9, Jüpiter’e çarpıp gaz yönünden zengin atmosferinde 1994 yılında patlayınca, o dönemdeki en teknolojik bilgisayarda yalnızca akışkan mekaniği, termodinamik, kinematik ve çekim yasaları bir araya getirilebiliyordu. İklim ve hava durumu da tahmin etmesi zor ve karmaşık doğa olaylarının başında gelir. Fakat bunları yöneten temel yasalar gerçekleşmeye devam eder. Son 350 yıldır var olan Jüpiter’in yüksek basınç alanı Dev Kırmızı Nokta’da, Dünya’daki ya da Güneş Sistemi’nin herhangi bir yerindeki fırtınaların oluşmasını sağlayan fizik kuralları geçerlidir.

Ölçülen bir niceliğin ne olursa olsun değişmeyeceği anlamına gelen korunum kanunları da başka bir evrensel gerçeklik sınıfıdır. Bunların en önemli üçü ise kütle ve enerjinin korunumu,

çizgisel ve açısal momentumun korunumu ve elektrik yükünün korunumudur. Bu kanunlar partikül fiziğinden evrenin en geniş boyutta araştırıldığı fizik alanlarına kadar her yerde gerçekliğini korumaktadır.

Övündüğümüz tüm bu noktalara rağmen kendi yarattığımız cennette her şey kusursuz değildir. Daha önce de belirttiğimiz gibi evrendeki çekimin % 85'ini ne görebiliriz ne de ona dokunabiliriz. Madde üzerine uyguladığı çekim haricinde tespit edilememiş olan bu gizemli karanlık madde henüz bizim keşfedemediğimiz egzotik partiküllerden meydana geliyor olabilir. Astrofiziğin alt dallarından bazıları hâlâ karanlık maddenin varlığından emin olamamaktadır. Karanlık madde diye bir kavram yerine Newton'ın çekim yasasında bazı düzeltmelerin yapılması onlara daha uygun gelmektedir. Denkleme eklemeler yapılırsa her sorunun çözüleceğini düşünmektedirler.

Belki bir gün Newton'ın çekim yasasında düzeltme yapma gereği duyacağız. Buna asla olmaz demiyoruz. Zaten bu daha önce de olmuştu. 1916 yılında Albert Einstein, Newton tarafından değinilmemiş olan dev kütlelere uygulanan çekim kuvvetini yeni oluşturduğu Genel İzafiyet Teorisi'yle açıklayınca Newton'ın çekim kuvveti yasasında bir kırılma meydana gelmiştir. O hâlde buradan çıkarmamız gereken ders nedir? Buluş ve keşiflere duyulan güven bunlar test edilip doğrulandıkça artar. Bunu daha fazla alana yayarsak kozmosu tanımak için daha güçlü teorilere ulaşabiliriz. Günlük hayatımızda maruz kaldığımız ya da gözlemlediğimiz çekimi Newton oldukça iyi bir şekilde açıklamıştır. Kara delikler ve evrendeki diğer devasa yapılar içinse Genel İzafiyet Teorisi'ne gerek duyulmuştur. Bunların hepsi kendi alanında kusursuz bir şekilde işlemeye devam eder. Zamanla alan olarak bahsettiğimiz yer tüm evren olabilir.

Bilim insanları için fizik kurallarının evrenselliği kozmosu

ciddi derecede basit bir alan hâline getirir. Kıyaslayacak olursak bir psikolog için insan doğası ürkütücü derecede karmaşıktır. Amerika'da ders seçimi için yapılan oylamalarda, oy verenlerin eğilimleri toplumsal durum, siyasi ya da dini görüşe göre şekillenbiliyor. Bunu dünyageneline yayacak olursak inanç sistemleri siyaseti etkiliyor ve oluşan karmaşa her zaman barışçıl yollarla çözülüyor. Fizik kanunlarını tüm bunlardan ayıran ise onlara inansanız da inanmasanız da her yerde geçerli olmalarıdır. Hatta fizik kuralları haricinde her şeye iddia ya da görüş diyebiliriz.

Bu durum bilim insanlarının hiç tartışmadıkları anlamına gelmiyor. Elbette tartışıyoruz. Hem de çok sık. Fakat tartışırken bilimiz dâhilinde olan ama tam olarak anlamlandıramadığımız verilerin yorumu konusuna odaklanıyoruz. Bir fizik kuralıyla ilgili herhangi bir yer ve zamanda çıkan tartışma kesinlikle şu şekilde sonuçlanır: Hayır senin fikirlerin devridaim makinesi için geçerli değil, termodinamik kurallarını görmezden geliyorsun. Hayır, zamanda geçmişe gidip sen doğmadan önce anneni öldürebileceğin bir zaman makinesi yapmanın imkânı yok. Neden-sellik ilkesini görmezden gelemeyiz. Momentum kurallarını çiğnemenin havaya yükselip orada durman da mümkün değil. Tabii midende sana bunu yaptırabilecek kadar çok gaz biriktirmediysen ve bunu bir anda dışarı salmayı düşünmüyorsan!

Fizik yasaları bazı durumlarda öfkeli insanların karşısında özgüvenli durabilmemizi sağlar. Birkaç yıl önce Kaliforniya, Pasadena'da bir tatlıcı dükkânında sıcak çikolata siparişi vermiştim. Tabii üzerine biraz da krema koyulmasını rica etmiştim. Siparişim geldiğinde üzerinde krema göremedim. Garsona sıcak çikolatamın üzerinde krema olmadığını gösterdiğimde bana kremanın dibe batmış olduğunu söyledi. Kremanın öz kütlesinin insanın içebileceği herhangi bir şeyden çok daha düşük olduğunu ve bu yüzden yüzmek zorunda olduğunu bilerek garsondan

iki açıklama bekledim: Ya benim sıcak ikolatama krema koymayı unuttular ya da bu tatlıcıda evrensel fizik kuralları geçerli değil. Garson ikna olmasa da bir krema şişesi getirdi ve fincanıma biraz krema dök­tü. Daha sonra da tüm kremanın yüzeyde asılı kaldığını kendi gözleriyle gördü.

Fizik kurallarının evrensel olduğunu anlamak için bundan daha güzel bir kanıt olabilir mi?

3. GÖRMEK İNANMAK DEĞİLDİR

Evrenin büyük kısmı yalnızca belli bir dereceye kadar görünüyor fakat benim zaman zaman merak ettiğim bir şey var: Aca­ba astrofiziği tamamen alt edecek, devam eden bir kumpas var mıdır? Böyle saçmalıkları artırmak mümkün elbette.

Modern zamanlarda artık küreye benzer bir gezegende yaşadığımıza eminiz. Fakat bundan binlerce yıl önce gezegenimizin düz olduğunu düşünenler de düzlüğünden emindi. Etrafınıza bir bakın. Uydu görüntüleri olmasa bile Dünya'nın sadece bir uçağın penceresinden bakıldığında bile dümdüz olmadığını anlamak o kadar zor değil. Dünya için geçerli olan şey Öklitçi olmayan geometride her düz yüzey için geçerlidir: Düz bir uçaktan bakıldığında eğimli bir yüzeyin çok küçük bir parçasının eğimli olduğu anlaşılmayabilir. Uzun zaman önce insanlar doğdukları yerlerin çok da uzağına gitmiyorken düz bir dünya fikri egoları tatmin ediyordu. Dünya'nın merkezinin yaşanılan yer olduğu ve tüm uçlara eşit mesafede bulunduğu düşünülüyordu. Tahmin edebileceğiniz gibi her medeniyet düz bir Dünya haritası çizirken kendi ülkesini bu haritanın merkezine yerleştiriyordu.

Şimdi bir bakalım. Teleskop olmadan yıldızların ne kadar uzaklıkta olduğunu söyleyemeyiz. Onları karanlık bir kâsenin içine yerleştirilmiş aşağı yukarı hareket ederek yerlerini koruyan nesneler olarak görürüz. Bu durumda neden yıldızların hepsi

dünyaya eşit mesafede olmasın diye düşünmemiz olasıdır.

Şu an yıldızların her birinin Dünya'ya uzaklıklarının farklı olduğunu ve ortada kâse gibi bir yüzey olmadığını biliyoruz. Yıldızların uzayda bir oraya bir buraya hareket ettiğini düşünelim. Bir oraya bir buraya şeklinde düşündüğümüz hareketlerin bir standardı olması gerekmez mi? Çıplak bir göz için en ışıltılı yıldızlar en sönük yıldızlardan yüzlerce kat daha parlaktır. Demek ki sönük yıldızlar Dünya'dan yüzlerce kat daha uzaktadır öyle değil mi?

Hayır değil.

Bu basit argümana göre tüm yıldızlar normalde aynı derecede parlaktır bu yüzden otomatik olarak daha parlak olanlar daha yakındayken daha sönük olanlar daha uzaktadır. Fakat yıldızların parlaklıkları arasında 10^{10} kat kadar değişebilen oranlar vardır. Bu yüzden en yakında bulunan yıldızların en parlak yıldızlar olduğundan emin olamayız. Aslında geceleri gökyüzünde gördüğümüz yıldızlar parlaklıkları açısından çok çeşitlidir ve tahmin edemeyeceğimiz kadar uzak mesafelerde bulunurlar.

Gördüğümüz yıldızların çoğu çok parlaksa o zaman bu yıldızlar galakside bulunurlar.

Yine yanıldınız.

Yüksek derecede parlak yıldızlar en nadir görünen yıldız çeşididir. Belli bir alandayeralan yüksek parlaklıktaki yıldızların düşük parlaklıktaki yıldızlara oranı bire bindir. Yüksek parlaklıktaki yıldızların yaydığı yüksek enerji bu kadar büyük bir alanda onların görünürlüğünü artırmaktadır.

Şimdi iki yıldızın eşit derecede ışık yaydığını, yani parlaklıklarının aynı olduğunu düşünelim fakat birisi diğerine göre Dünya'dan yüz kat daha uzakta bulunsun. Yakında olanın uzakta olana göre yüz kat daha parlak olacağını düşünebiliriz. Hayır. O kadar basit değil. Parlaklık yoğunluğu mesafenin karesine göre değişir.

Yani bu durumda uzaktaki yıldız yakındakinden 100^2 kat daha az parlak görünür. Bu aslında geometrideki “ters kare kuralının” uygulanmasıdır. Yıldızın ışığı tüm yönler yayıldığında parlaklık büyüyen küresel bölgesinde seyrekleşir. Bu kürenin yüzey alanı yarıçapının karesi oranında artar ($4\pi r^2$ formülünü hatırlarsınız) ve ışığın yoğunluğunu da aynı oranda azaltmaya zorlar.

Yıldızlar bizden aynı derecede uzakta bulunmazlar ve parlaklıkları da birbirine eşit değildir. O zaman yalnızca bizim gördüklerimiz yıldızların tamamını temsil eder diyemeyiz. Yıldızlar uzayda sabittir. Bin yıldır insanlar yıldızların “hareketsiz” olduğuna inanıyor ve bu konudaki en büyük başvuru kaynakları İncil’in ilk kitabında yer alan “Ve Tanrı onları cennetin semasına koydu” sözleri. Ayrıca Claudius Ptolemy’nin milattan sonra 150 yılında yayımlanan *Büyük Birleşim* isimli kitabında da yıldızların sabit olduğu oldukça ikna edici bir şekilde anlatılıyor.

Kısacası cennete ait olan nesneleri kendi başlarına bırakırsanız dünyadan ölçülen uzaklıkları değişir. Neticede boyut, parlaklık ve oransal ayırım açısından yıldan yıla farklılık gösterirler. Fakat bu farklılık gözle görülemez. Neden? Yeterince uzun süre beklemediğiniz için. Edmond Halley yıldızların hareket ettiğini ilk ortaya koyan kişidir. 1718 yılında o zamanki yıldız konumlarını Yunan gök bilimci Hipparchus’un milattan önce ikinci yüzyılda çizdiği yıldız haritasıyla karşılaştırmıştır. Halley, Hipparchus’un haritasına güvenmiş fakat aynı zamanda daha pek çok farklı haritadan da yararlanmış. Daha sonra Arcturus yıldızının bir zamanlar olduğu yerde olmadığını fark etmiştir. Bu durumda yıldızın hareket ettiği anlaşılmaktadır. Fakat insanın ömrü teleskop yardımı olmadan bu hareketi gözlemlemek için yeterli kadar uzun değildir.

Gökyüzündeki tüm nesneler arasında yedi tanesinin hiç sabit olma gibi bir derdi yoktu. Bunlar yıldızlı gökyüzünde dolaşır du-

rur ve Yunanlar tarafından “gezinler” olarak adlandırılırlardı. Bu yedi isme hepimiz aşinayız: Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn, Güneş ve Ay. Antik dönemlerden beri bu gezginlerin Dünya’ya yıldızlardan daha yakın olduğu doğru bir şekilde tahmin edilmiştir. Fakat düşüncedeki yanlışlık hareket eden bu nesnelerin Dünya etrafında döndüğünün sanılmasındadır.

Aristarchus ilk olarak milattan önce üçüncü yüzyılda Güneş merkezli bir evren teorisi ortaya atmıştır. Fakat daha sonra hiç kimsegezenlerin karmaşık hareketlerine gerekli önemi vermemiş ve tüm yıldızların Dünya etrafında döndüğüne inanılmaya devam edilmiştir.

Dünya hareket etseydi bunun kesinlikle fark edileceğini düşünen insanların o dönemde kullandıkları argümanlar şu şekildedeydi:

- Dünya bir yörüngede ya da uzayda hareket etseydi gökyüzündeki bulutlar ve kuşlar bunun gerisinde kalmaz mıydı? (Hayır kalmazlardı.)
- Dünya dönüyor olsaydı zıplayan bir insan tekrar yere indiğinde kendini dünyanın başka bir yerinde bulmaz mıydı? (Hayır, bulmazdı.)
- Dünya Güneş etrafında dönseydi yıldızları gördüğümüz açı gökyüzündeki yıldız konumlarında gözle görülür kaymalar yaratarak değişmez miydi? (Hayır, değişmezdi. En azından bunu gözle göremezdik.)

Tüm bunlara karşı çıkanların da oldukça güçlü argümanları vardı. İlk iki durum için Galileo Galilei’nin eserlerinde de daha sonra rastlanacağı üzere siz havadayken atmosfer ve etrafınızdaki diğer her şey de hareket eden Dünya’yla birlikte döner. Aynı nedenden ötürü havadaki bir uçağın içinde zıplayıp de yere indiğinizde kendinizi en arka sıralarda ya da uçağın en arkasına yapışmış şekilde bulmazsınız. Üçüncü durumda ise nedenselleş-

tirmeyle ilgili hiçbir sorun yok fakat yıldızların dönemsel hareketlerini gözlemlemek için güçlü teleskoplara ihtiyacımız olduğu gerçeği gözlerden kaçmış. Bu etki 1838 yılında ilk olarak Alman gök bilimci Friedrich Wilhelm Bessel tarafından gözlemlenmiştir.

Ptolemy'nin *Büyük Bileşim*'inin temelinde de Dünya merkezli evren fikri vardır. Daha sonra bu fikir tüm bilimsel, kültürel ve dini fikirleri etkisi altına almıştır. 1543 yılında Nicolaus Kopernik, *Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine* isimli eserini yayımlamış ve bilinen evrenin merkezine Dünya yerine Güneş'i koymuştur. Protestan bir din adamı olan Andreas Osiander, kabul olunmuş değerlerle çelişen bu eserden ve basımının ileriki aşamalarda yaratacağı etkiden korkarak esere imzasız ve tamamen bilgisiz şekilde bir önsöz yazmıştır:

Bazı bilim insanları bu eserdeki yeni fikirlere kapılabilir. Bildiğiniz gibi bu eserde Dünya'nın döndüğü Güneş'in ise hareketsiz bir şekilde evrenin merkezinde durduğu söylenmektedir ve bu şok edicidir. Tabii bu hipotezlerin şüphe götürmez şekilde gerçek olduğu gibi bir düşünce yoktur, hatta bunlar mümkün bile olmayabilir fakat buradan yola çıkıp yalnızca gözlemlere uygun hesaplamalar üretebilir. (1999, s. 22)

Kopernik de elbette yaşadığı tehlikenin farkındaydı ve kendini güvenceye almak istemişti. Kitabın ithaf kısmında Papa III. Paul'a şunları yazmıştı:

Kutsal Babamız, bu kitapta yazdığım yenilikçi fikirlerin farkına varan çoğu insanın Dünya'nın dönme fikrini kaldıramayacağını ve hakkımda yaygara kopararak beni yuhalayacaklarını biliyorum. (1999, s. 23)

Fakat kısa bir süre sonra, 1608 yılında, Hollandalı Hans Lipershey teleskobu icat etti ve Galileo bu teleskobu kullanarak Venüs'ün çeşitli dönemlerini, Dünya'nın değil Jüpiter'in yörüngesinde olan dört uyduyu gözlemledi. Bunlar ve başka diğer göz-

lemeler artık Dünya merkezli evren fikrinin sonunu getiriyor ve Kopernik'in Güneş merkezli evren teorisi güç kazanıyordu. Artık Dünya'nın kozmosta en önemli yerde olmadığına yani biz insanoglunun en önemli varlıklar olmadığımızın yavaş yavaş kabulüyle gerçek Kopernik devrimi resmen başlamış oldu.

Dünya diğer gezegenler gibi Güneş Sistemi'nde olduğuna göre Güneş'i nerede konumlandırmak gerekiyordu? Evrenin merkezinde mi? Hayır. Kimse bir daha aynı yanılgıya düşmeyecekti. Zaten bu Kopernik prensibiyle çelişmek olurdu. Fakat emin olmak için bu konu üzerine biraz daha düşünelim.

Güneş Sistemi evrenin merkezinde olsaydı biz yine gökyüzüne baktığımızda şimdi gördüğümüz kadar yıldız görürdük. Fakat Güneş Sistemi evrenin bir tarafına çok daha yakın bir yerde konumlanmış olsa Dünya'nın bir tarafından görülen yıldızların yoğunluğu artardı. Bu gördüğümüz yoğun alan ise evrenin merkezi olurdu.

1785 yılına kadar yıldızlarla ilgili çalışmalar yürüten ve kabaca onların uzaklığını hesaplayan gök bilimci Sir William Herschel böyle bir durumdan yola çıkarak Güneş Sistemi'nin evrenin merkezinde olduğu sonucuna varmıştır. Yaklaşık bir yüzyıl sonra, Hollandalı gök bilimci Jacobus Cornelius Kapteyn mevcut olan en iyi uzaklık hesaplama yöntemini kullanarak Güneş Sistemi'nin galaksideki konumunu ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Teleskopla bakıldığında Samanyolu olarak adlandırılan bir ışık bandının yoğun yıldız ışıkları arasında olduğu görülmüştür. Yapılan özenli hesaplamalar sonucunda ışık bandının her yönünde benzer sayıda yıldız olduğu ortaya çıkmıştır. Bandın altında ve üstündeki yıldız sayısı simetrik bir şekilde azalmaktadır. Gökyüzüne ne şekilde bakılırsa bakılsın bakılan yönün tam tersi ya da 180 derece tersinden bakılsa da aynı sayıda yıldız görünmektedir. Kapteyn 20 yılını Güneş Sistemi'nin evrenin 1

derece merkezinde bulunduğunu gösteren gökyüzü haritasını çizebilmek için harcamıştır. Bu haritaya göre evrenin tam olarak merkezinde bulunmasak da tam yerimizin neresi olduğunu söyleyebiliyorduk.

Fakat kozmik zulüm devam etti.

O dönemde Kapteyn de dâhil olmak üzere hiç kimse Samanyolu'nda görünen çoğu görüş çizgisinin evrenin sonuna kadar gitmediğini bilmiyordu. Samanyolu büyük gaz bulutları ve arkasındaki nesneden yayılan ışığı soğuran tozlar açısından zengindir. Samanyolu Galaksisi yönüne baktığımızda görebildiğimiz yıldızların % 99'undan fazlasını Samanyolu'nun içinde bulunan gaz bulutları engeller. Dünya'nın Samanyolu'nun merkezinde olduğunu iddia etmek büyük ve sık ağaçlarla dolu bir ormanda biraz yürüdükten sonra tüm yönlerde eşit sayıda ağaç görünce ormanın tam merkezine geldiğini iddia etmeye benzer. Oysa gidilmesi gereken daha çok yol vardır.

1920 yılına gelinceye kadar henüz ışık emilimi problemi tam anlaşılmamışken Harvard Üniversitesi Rasathanesi müdürü Harlow Shapley, Samanyolu Galaksisi'ndeki küresel kümelerin konumsal düzenleriyle ilgili bir çalışma yaptı. Küresel kümeler milyonlarca yıldız ev sahipliği yapacak ve Samanyolu'nun üst ve alt bölgelerinden kolaylıkla görülecek kadar yoğundur. Shapley bu dev kümelerin evrenin orta noktasını anlamada kendisine yol göstereceğini düşünmüştür. En azından orta noktanın bu kümelerdekenden daha yoğun ve daha yüksek çekim gücüne sahip olacağını düşünmüştür. Shapley'in verileri ona -Güneş Sistemi'nin küresel küme dağılımı dikkate alındığından- evrenin merkezine hiç de yakın olmadığını göstermiştir. Peki, onun bulduğu bu özel alan nerededir? Güneş Sistemi'yle hemen hemen aynı yönde fakat buradan altmış bin ışık yılı uzaklıkta Yay Takımyıldızı'nın izlerini gösteren yıldızlarda.

Shapley'in mesafeleri kare kattan bile daha büyüktü fakat küresel küme sistemlerinin merkezi konusunda haklıydı. Daha sonra gece gökyüzünde bulunacak en güçlü radyo dalgalarıyla örtüşen bir alandı (radyo dalgaları araya giren toz ve gazdan dolayı zayıflamıyordu). Astrofizikçiler sonunda zirvedeki radyo yayınlarının alanını Samanyolu'nun tam merkezi olarak belirledi fakat bunu "görmek inanmak değildir" lafının iki ya da üç kez daha gerçekleşmesinden önce beceremediler.

Bir kere daha zaferi Kopernik prensibi kazandı. Güneş Sistemi bilinen evrenin merkezinde değil, oldukça uzağındaydı. Hassas egolar için bu durumun oluru vardı. Ait olduğumuz büyük yıldız ve nebula sistemi tüm evreni oluşturuyordu. Şüphesiz ki biz eylem nerede ise orada bulunuyorduk.

Tabii ki öyle değil.

Gece gökyüzünde beliren nebulaların çoğu birer ada evrenine benzerler. Bu fikir on sekizinci yüzyılda İsveçli filozof Emanuel Swedenborg, İngiliz gök bilimci Thomas Wright ve Alman filozof Immanuel Kant gibi pek çok isim tarafından öngörülmüştür. Mesela Wright 1750'de yayımlanan "Evrenin Orijinal Bir Teorisi" isimli çalışmasında Samanyolu gibi yıldız sistemleriyle dolu sonsuz bir uzaydan bahseder:

Yaradılışın farklı sistemler ve gezegenlerde devam ettiği sonucuna varabiliriz. Sonu gelmeyen yoğunluk bilinen evrendekinden farklı olmayan sınırsız yaradılışın habercisidir... Hatta belki teleskoplarla ya da en ileri teknolojiyle ulaşamayacağımız dış yaradılışlar vardır. (s. 177)

Wright'ın "bulut noktaları" olarak bahsettiği yerler aslında Samanyolu'nun altından ve üstünden görünen fakat uzayda çok uzak noktalarda bulunan yüz milyarlarca yıldızdır. Nebulanın geri kalanı nispeten küçüktür ve Samanyolu Galaksisi bandında bulunan gaz bulutlarına benzer.

Samanyolu Galaksisi'nin evreni oluşturan sayısız galaksi arasında olduğunun keşfi bize kendimizi yeniden çok değersiz hissettirse de aslında bilim tarihindeki en önemli keşiflerden biridir. Bunu ortaya tam olarak çıkaran gök bilimci, Hubble Uzay Teleskobuna da ismini veren Edwin Hubble'dır. Bizi değersiz hissettiren kanıtlar 1923 yılı 5 Ekim gecesinde çekilen fotoğraf bilgileriyle gelmiştir. Kullanılan alet o dönemde en güçlü teleskop olan Mount Wilson Rasathanesi'ndeki 100 inçlik teleskopdur. Keşfedilen kozmik nesne ise gece gökyüzünde görülebilecek en büyük nebulalardan olan Andromeda nebulasıdır.

Hubble, Andromeda'da oldukça parlak bir yıldız türü keşfetmiştir. Bu yıldız türü aslında yıldız araştırmaları sırasında gök bilimcilerin karşısına çıkmış olan bir türdür. O zamana kadar yakınlardaki yıldızların Dünya'ya olan mesafeleri biliniyordu ve parlaklıkları yalnızca bu uzaklık ölçüt alınarak hesaplanıyordu. Yıldız parlaklığı için kullanılan ters kare kuralını uygulayan Hubble, Andromeda'da bulunan yıldızın bizim bildiğimiz yıldız sistemindeki herhangi bir nebuladan çok daha uzakta olduğunu keşfetmiştir. Andromeda aslında tamamı en az iki milyon ışık yılı uzaklıkta bulunan milyarlarca yıldız içinde çözünmüş bütün bir galaksiydi. Artık yalnızca her şeyin merkezinde olmadığımız değil, kendimizi teselli edebileceğimiz tek kaynak olan Samanyolu Galaksisi'nin de multimilyon evren içinden biri olduğu ve bu evren sayısının tahmin dahi edilemeyeceği ortaya çıktı.

Peki, Samanyolu sayısız galaksi içinde herhangi bir tanesi olsa da yine de evrenin tam merkezinde olma şansı yok muydu? Hubble, keşfinden sadece altı yıl sonra galaksi hareketleriyle ilgili mevcut tüm veriyi bir yerde topladı. Galaksilerin neredeyse hepsinin Samanyolu'ndan uzaklaştığını ortaya koyan veriler, uzaklaşma hızının galaksilerin uzaklığıyla orantılı olduğunu da gösterdi.

Sonuç olarak oldukça büyük bir verinin tam ortasında kaldık: Evren genişliyordu ve biz de bunun merkezinde yer alıyorduk.

Hayır, elbette yeniden bir yanılgıya düşmeyecektik. Kozmosun tam ortasında gibi görünmemiz illa ki kozmosun tam ortasında yer aldığımız anlamına gelmez. Aslında Albert Einstein 1916 yılında Genel İzafiyet ya da Modern Çekim Teorisi'ni yayımladığından beri bir evren teorisi oluşturulmayı bekliyordu. Einstein'ın evreninde zaman ve uzay kavramları kütlenin varlığıyla değişir. Bu değişim ve nesnelerin tepkisel hareketini çekim kuvveti olarak yorumlarız. Bu durum kozmosa uygulandığında Genel İzafiyet uzayın parçası olan galaksilerin etkisiyle evrenin genişlediğini öngörür.

Bu yeni gerçeklik aslında herhangi bir galaksiden bakan herhangi bir gök bilimcinin evrenin bulunduğu galaksi etrafında genişlediğini düşünmesiyle sonuçlanır. Bu durum kendimize verdiğimiz fazla önem sonucunda sadece Dünya'da yaşayan varlıkların değil bu döneme dek herhangi bir zaman ve mekânda yaşamış tüm varlıkların yanılgısıdır.

Fakat kendi kendimizi kandırsak da mutlu olduğumuz tek bir kozmos olduğuna eminiz. Şu an kozmologların birden fazla kozmos olduğuna dair bir kanıtları yok. Fakat ya fizik kurallarını sınırlarına, hatta sınırlarından da öteye taşıyan deney ve gözlemler yapılır ve bükülen zaman-uzaydan doğmuş küçük, yoğun, sıcak, kuantum sapmalarına karşı dirençsiz bir kozmos daha bulunursa? Bunu şimdilik bilemiyoruz. Biz bulunduğumuz kozmosta sürekli ortaya çıkan ve ortadan kaybolan sayısız evren içinde yalnızca bir tanesinde var olduk. Bu durum aslında hayal bile edemeyeceğimiz derecede küçük ve önemsiz bir yer kapladığımızı bize gösteriyor. Peki, Papa III. Paul bu konuda ne düşünürdü?

Sözümüzde ısrarcıyız, hatta söylediklerimizin alanını da ge-

nişletiyoruz. Hubble, 1936 yılında yayımladığı *Nebula Dünyası* isimli eserinde konuyu özetler, aslında bu sözler, içinde bulunduğumuz tüm karanlık noktalardan çıkış olabilir:

Uzayda yapılan keşifler pek çok bilinmezin sonunu getirdi... Artık sonsuz sayıda çok komşumuz olduğunu biliyoruz. Bilgiye olan uzaklığımız günden güne azalıyor. Sonunda elbette teleskopların da sınırına ulaşacağız. Burada gözlemlediğimiz şey gölgeler olacak ve hayaletler arasında hesap hataları arayacağız. (s. 201)

Bu zihin yolculuğundan çıkarılacak sonuçlar nelerdir? İnsanoğlu duygusal olarak kırılğan, kalıcı bir şekilde düşüncesiz ve kozmosta zerre kadar bir yer kaplasa da bunu umursamayacak şekilde burnu havadadır.

İyi günler.

4. BİLGİ TUZAĞI

Pek çok insan, bir şey hakkında ne kadar fazla şey bilerseniz onu o kadar iyi anlarsınız diye düşünmektedir. Bu belli bir noktaya kadar genellikle doğrudur. Bu sayfaya odanın bir kenarından bakarsanız kitabın içinde olduğunu görürsünüz fakat yazarın kelimeleri göremezsiniz. Yeteri kadar yaklaşıncı kelimeleri seçmeye başlarsınız, böylece yazıları okuyabilirsiniz. Fakat ilerlemeye devam edip de burnunuzu sayfaya değdirirseniz bu sizin yazılanları anlamamanızı kolaylaştırmaz. Belki daha fazla detay görürsünüz fakat bu kez de bütünü kaçırsınız. Kelimelerin tamamını, cümleleri ya da paragrafları göremezsiniz. Kör bir adamla bir fil arasında geçen eski bir hikâyede de aynı noktaya parmak basılır: Bir filin sadece hortumunu, sadece dişlerini, sadece buruşuk derisini ya da sadece ayaklarını görseniz veya onlara dokunsanız bunun bir fil olduğunu anlamakta zorlanırsınız. Hayvanın tamamını görebilmeniz için mesafe gerekir.

Bilimsel araştırmanın zorluklarından birisi de nerede geri

gideceğini, nereye kadar geri gideceğini ve hangi noktada yakınlacağını tespit edebilmektir. Bazı bağlamlarda sadeleştirme konuya açıklık getirirken, bazı durumlarda aşırı basitleştirme gibi bir problem yaratabilir. Karmakarışık durumlar bazen gerçek anlamda bir karmaşıklığın habercisiyken bazen de sadece asıl noktanın üzerini kapatan ayrıntılar olabilir. Mesela farklı basınç ve sıcaklıklarda moleküllerin durumlarını öğrenmek istiyorsanız, bu durumlarda tek bir moleküle neler olduğuna dikkat etmek sizi yanlış yönlendirebilir. Üçüncü bölümde de göreceğimiz gibi tek bir partikülün sıcaklığı olamaz çünkü sıcaklık bir grup içindeki tüm moleküllerin ortalama hareketine bakılarak bulunur. Biyokimyada bunun aksine tek bir molekülün bir diğeriyle ilişkisinin nasıl olduğuna dikkat etmeden hiçbir sonuç alamazsınız.

O hâlde hesaplama, gözlem ya da sadece basit bir harita ne zaman doğru miktarda detay içermiş olur?

Şimdilerde New York Yorktown Heights'deki IBM Thomas J. Watson Araştırma Merkezi ve Yale Üniversitesi'nde matematikçi olan Benoit B. Mandelbrot, 1967 yılında *Science* dergisinde bir soru sormuştu: "Britanya'nın kıyı uzunluğu ne kadardır?" Bu ilk bakışta cevabı net olan oldukça basit bir soru gibi görünmektedir. Fakat aslında cevap hiç kimsenin tahmin bile edemeyeceği kadar derindir.

Kâşifler ve haritacılar yüzyıllardır kıyı çizgilerini haritaya dökmektedir. İlk çizimlerde kıtaların kırıklı ve komik görünümlü sınırları vardır. Bugünün uydularla desteklenen yüksek çözünürlüklü haritalarında kıyı çizgileri oldukça net bir şekilde görünmektedir. Mandelbrot'un sorusuna cevap vermek için elinize bir atlas bir de cetvel almanız yeterli olacaktır. Dunnet Head'den Lizard Point'e kadar tüm kıyılar ve burunları ölçerek işe başlayabilirsiniz. Daha sonra haritanın altında bulunan ölçeğe göre

hesap yapabilirsiniz. Ve işte artık elinizde sorunun cevabı var!

Yaptığınız işlemin sağlamasını yapmak için şimdi de elinize Britanya'yı tek bir sayfada bir bütün olarak gösteren bir harita alın. Bu sefer haritada körfezler, kıyı okları, çıkıntılar olduğunu göreceksiniz ve bunları da ölçmeniz gerekecek. Uzunluk olarak çok fark etmese de çok sayıda olmaları işinizi zorlaştıracak. Hesaplamalar sonunda elinizdeki haritadan çıkardığınız kıyı uzunluğunun atlastaki haritayla örtüşmediğini göreceksiniz.

Peki, bu ölçümlerden hangisi doğru? Kesinlikle daha detaylı haritayla yaptığınız. Fakat bundan çok daha detaylı -uçurumlardaki çıkıntıları bile gösteren- bir harita bulmanız da mümkün. Fakat haritacılar, bu ayrıntılar Cebelitarık kadar büyük olmadıkça onları hesaba katmazlar. Bu yüzden Britanya'nın kıyı uzunluğunu tam olarak ölçmek istiyorsanız bunun için kullanmanız gereken tek yöntem tüm kıyıyı yürümektir. Yanınıza da oldukça uzun bir cetvel alın aksi takdirde işiniz çok zorlaşacak. Fakat bu durumda bile sizi bazı problemler bekliyor. Mesela kumların ya da deniz suyunun altında kalmış kara parçalarını bulup ölçmek işinizi çok zorlaştıracak.

Peki, tüm bunların bir sonu var mı? Her yaptığınız ölçümde uzunluk arttıkça artacak. Molekül, atom ya da atomaltı partikülleri de hesaba kattığınızda kıyının sonsuz uzunlukta olduğu sonucuna varabilir misiniz? Aslında hayır. Mandelbrot bu durumu sonsuz değil "tanımlanamaz" şeklinde ifade etmiştir. Belki bizim de bu problem üzerine düşünmek için başka bir boyuttan bakmamız gerekir. Belki de tek boyutlu uzunluk kavramı sarmal yapıda olan kıyıları ölçmede kullanmak için yanlış bir seçimdir.

Mandelbrot'un ortaya çıkardığı zihin egzersizi klasik Öklitçi geometrinin bir, iki ya da üç boyutundan farklı olarak kesirli boyutlara dayanan yeni bir matematik alanı yaratmıştır. Mandelbrot'a göre sıradan boyut kavramları kıyıların karmaşıklığını

ölçebilmek için fazla basit kalır. Farklı ölçeklerde hemen hemen aynı görünen “kendi-benzeri” yapıları tanımlamak için kesirli boyutların ideal olduğu ortaya çıkmıştır. Brokoli, eğrelti otu ve kar taneleri bunun doğadaki en iyi örnekleridir. Fakat sadece bazı bilgisayarda üretilen programlarla, tanımlanamaz bir şekilde tekrar eden yapılar ideal kesri yaratabilir. Burada makro nesnenin şekli aynı şekil ya da modelin küçük versiyonlarından oluşur. Bu küçük versiyonlar da yine aynı şeklin daha küçük versiyonlarından oluşur ve durum yine tanımlanamaz bir şekilde devam eder.

Bu boyutların sonuna kadar giderseniz sadece sayıca daha fazla parça elde edersiniz. Bunun dışında yeni bir bilgiye ulaşmazsınız çünkü model değişmez. Bunun aksine insan vücudunda daha derinlere inerseniz sonunda hücreyle karşılaşsınız. Hücrenin farklı kısımlardan oluşan ve farklı kurallarla çalışan bölümleri vardır. Bunların tamamı ise yine kendilerinden farklı şekilde çalışan ve makro yapı olan insan vücudunu oluşturur. Hücreye ulaşana kadar aldığınız yolun her bir adımında ise yeni bir bilgi evreniyle karşılaşsınız.

Peki, Dünya’nın kendisi hakkında ne söyleyebiliriz? Dünya’yı resmeden ilk kayıtlardan birine 2600 yıllık Babil kil tabletlerinde rastlıyoruz. Bu çizimde Dünya, etrafı okyanuslarla çevrili yuvarlak bir alan olarak gösterilmektedir. Aslında geniş bir alana oturup etrafınıza her yönden bakarsanız Dünya’nın düz bir yere benzemediğini rahatlıkla fark edersiniz.

Düz bir Dünya modelinin bazı problemler yarattığını fark eden Pythagoras ve Herodot gibi Yunan düşünürler Dünya’nın küre şeklinde olabileceği fikrini ortaya atmışlardır. Milattan önce dördüncü yüzyılda bilgiye büyük düşkünlüğü olan Aristo bu görüşü destekleyen pek çok argümanı bir araya getirmiştir. Bunlardan biri Ay tutulmalarıyla ilgilidir. Ay, Dünya’nın etrafında

döndüğü için her zaman koni şeklinde bir gölgesi vardır. Bu bilgilere ulaşmadan yüzlerce yıl önce Aristo, Dünya'nın Ay'daki gölgesinin yuvarlak olduğunu yazmıştır. Bu doğruysa Dünya'nın küre şeklinde olması da muhtemeldir çünkü ancak küre şekli tüm ışık kaynakları, açılar ve zamanlarda yuvarlak bir gölge bırakır. Dünya düz bir yuvarlak olsaydı gölgesinin zaman zaman oval olması gerekirdi. Dünya'nın sınırları Güneş'e döndüğü zamanlarda ise bu gölgenin incecik bir çizgiye dönüşmesi beklenirdi. Ancak Dünya bütünüyle Güneş'e döndüğünde gölgesi yuvarlak olabilirdi.

Sadece bu argümanın gücüne bakarak sonraki yüzyıllarda haritacıların küre şeklinde Dünya haritaları yaptıklarını düşünebilirsiniz. Bilinen ilk küresel Dünya haritası Avrupalıların keşif ve kolonileşme süreçlerinin hemen arifesinde, 1490-92 yıllarında çizilmiştir.

Kısacası evet, Dünya küre şeklindedir. Fakat şeytan her zamanki gibi bizlere detaylara da bakmamız gerektiğini söylemektedir. Newton, 1678 yılında yayımladığı eseri *Principia*'da dönen küresel nesnelerin, dönerken dışa doğru bir genişleme yaşayacağını söyleyerek Dünya'nın üst ve alt noktalardan basık, ortadan ise geniş olduğunu yazmıştır. O dönemde bu şekle kutupları basık sferoit ismi verilmiştir. Yarım yüzyıl sonra Newton'ın hipotezini test etmek için Paris'teki Fransız Bilim Akademisi'nden iki matematikçi Kuzey Kutup Dairesi ve Ekvator'a gönderilmiştir. Görevleriye aynı boylam çizgisinde bir derecelik enlemin uzunluğunu ölçmektir. Bu ölçü Kuzey Kutup Dairesi'nde biraz daha uzundur. Böylece Dünya'nın kutuplarda biraz daha basık olduğu ortaya çıkmıştır. Yani Newton haklıdır.

Gezegen ne kadar hızlı dönüyorsa ekvatordan da o kadar şişik olması beklenir. Güneş Sistemi'ndeki en büyük gezegen olan Jüpiter'de bir gün 10 saat sürer. Bundan ötürü Jüpiter kutuplarına

göre ekvator da 7 derece daha geniştir. Bizim çok daha küçük olan ve bir günün 24 saat sürdüğü gezegenimizde kutuplar ve ekvator arasında sadece 0,3 derece fark vardır. Bu da 8000 milin altında yalnızca 27 mile denk gelmektedir. Aslında geniş açıdan bakınca bu çok ufak bir farktır.

Bu basıklığın neticesinde ekvator da herhangi bir yerde deniz seviyesinde otururken Dünya'nın merkezine olan uzaklığınız, Dünya'nın başka herhangi bir yerinde olduğundan daha fazladır. Ve Dünya'nın merkezine en uzak yere gitmek isterseniz Ekvator'a yakın bir ülke olan Ekvador Cumhuriyeti'ndeki Chimborazo Dağı'na tırmanmanız gerekir. Chimborazo deniz seviyesinden 4 mil yüksekliktedir fakat Dünya'nın merkezine Everest'in zirvesinden 1.33 mil daha uzaktır.

Uydular bu durumu daha da karmaşık hâle getirdiler. 1958 yılında *Vanguard 1* uydusu Dünya'ya Ekvator'un güney kısmındaki genişliğin kuzeye göre daha fazla olduğu haberiyle dönmüştür. Haberler sadece bununla kalmamış, Güney Kutup Dairesi'ndeki deniz seviyesinin Kuzey Kutbu'ndakine göre Dünya'nın merkezine daha yakın olduğu da ortaya çıkmıştı. Diğer bir deyişle gezegenimiz bir şeftaliye benzetilmektedir.

Sıradaki beklenmedik gerçek Dünya'nın sabit bir şekilde katı olmadığı. Dünya yüzeyi Ay'ın ve az derecede de olsa Güneş'in çekim etkisiyle oluşan okyanuslardaki gelgitler ve kıtalardaki kaymalar neticesinde günlük olarak yükselip alçalabilir. Gelgit kuvvetleri Dünya'daki suların yüzeyini ovalleştirerek onları etkiler. Bu bilinen bir olaydır. Fakat bu kuvvetler aynı zamanda katı olan Dünya yüzeyini de etkiler. Dünya günlük ve aylık olmak üzere okyanus gelgitleri ve Ay'ın dönemlerinden etkilenerek şekil değiştirir.

Yani Dünya şeftaliye benzeyen yuvarlak küresel bir hulahop gibidir.

Bu geliştirmelerin bir sonu gelecek mi? Belki hayır. Hatta bu süreç 2002 yılına kadar tüm hızıyla devam etmiştir. GRACE adında ABD-Almanya ortaklı uzay misyonu, Dünya'nın geoit şeklinin haritasının çizmek için iki uydu yollamıştır. Amaç bu şeklin okyanus hareketleri, gelgitler ya da hava durumlarından etkilenip etkilenmediğini, diğeri bir deyişle çekim gücünün haritaya yansıyan tüm noktalara dikey bir şekilde etki edip etmediğini anlamaktır. Şekil yatay çekim gücü ve alt yüzeydeki madde yoğunluğundan etkilenir. Halıcılar, döşemeciler ve zemin mühendislerinin bu değışim kuralına uymaktan başka çaresi yoktur.

Yörüngeler problemlili bir diğeri şekil kategorisidir. Tek, çift ya da üç boyutlu değışilerdir. Yörüngeler çok boyutludur. Zamanı ve uzayı bükler. Aristo bu fikri ilerletip Dünya, Güneş ve yıldızların kristal bir küre içinde kapalı olduğunu söylemiştir. Dönen nesneler küre, takip ettikleri yörünge ise kusursuz çemberlerdir. Aristo ve neredeyse diğeri tüm antik çağ filozoflarına göre Dünya bu olayın tam merkezindedir.

Nicolaus Kopernik bu fikre katılmamıştır. 1543 yılında yayımladığı şaheseri *Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*'de kozmosun merkezine Güneş'i yerleştirmiştir. Fakat Kopernik de yörüngelerin kusursuz çemberler çizmesi fikrini desteklemişti. Bu fikir gerçeklerle uyuşmuyordu. Yarım yüzyıl sonra Johannes Kepler gezegen hareketleriyle ilgili üç kural oluşturarak gerçekleri ortaya çıkarmıştı. Bu bilim tarihindeki ilk tahmini denklemdir. Bu denkleme göre yörüngeler tam bir çember değış uzunlukları farklı olan oval şekiller çizerek.

Daha yeni başlıyoruz.

Dünya-Ay sistemini düşünelim. Bu iki nesne ortak bir ağırlık merkezi etrafında dönerler ve bu merkez herhangi bir zamanda, Ay Dünya'ya en yakın konumdayken bile Dünya yüzeyinin 1000

mil altında bir noktadır. Bu yüzden gezegenlerin kendisinden ziyade onların gezegen-uydu ağırlık merkezleri Kepler'in Güneş etrafındaki elips yörünge fikrinin temelini oluşturur. Peki, bu durumda Dünya'nın yörüngesi nedir? Her biri bir elips çizelgesinde devam eden, yıl içinde on üç kere gerçekleşen ve her birinde ay döngüsü olan bir yörünge.

Sadece Dünya ve Ay arasında değil diğer tüm gezegenler arasında bir çekim vardır. Aslında herkes herkesi çeker. Tahmin edebileceğiniz gibi bu karmakarışık bir dağınıklık oluşturur ve 3. bölümde daha detaylı anlatılacaktır. Bunun yanı sıra Dünya-Ay sistemi Güneş'in etrafında da döner ve elips şeklinde kaymalar meydana gelir. Ay her yıl Dünya'dan bir ya da iki inç oranında uzaklaşır ve Güneş Sistemi'ne bir kaos daha eklenmiş olur.

Güneş Sistemi'ndeki bu balerinin, çekim kuvvetlerinin etkisinde oluşturduğu koreografisini yalnızca bilgisayarlar görebilir. Bizlerin uzayda kusursuz çemberler çizen yalıtılmış nesnelerden gelen uzun bir yolumuz var.

Bilimsel disiplin, teorilerin verileri ya da verilerin teorileri oluşturmuş olmasına bağlı olarak değişik biçimlerde şekillenir. Bir teori size neye bakmanız gerektiğini söyler ve aradığınız şeyi ya bulursunuz ya bulamazsınız. Bulursanız bir sonraki açık uçlu soruya geçersiniz. Elinizde bir teori yoksa ölçüm araçlarınız yoluyla bulabildiğiniz kadar veri toplar ve bunların bir model oluşturmasını beklersiniz. Sonunda bir öngörüye ulaştığınızda ise aslında daha çok karanlıkta bir şey arıyor gibisinizdir.

Yine de Kopernik'in yörünge şekilleri yanlış diye sadece bu sebepten onun tamamen yanlış olduğunu söyleyerek doğru yöne ilerlemiş olmayız. Aslında onun gezegenlerin Güneş etrafında bir yörünge izlediği buluşu daha derin ve önemlidir. Astrofizikçiler buradan yola çıkarak duruma daha da yakından bakmış ve bir model oluşturmuştur. Kopernik, tam olarak bulunması gere-

ken yerde olmasa da en azından bulunduğu tarafta bir yanlışlık yoktu. Bu durumda akıllardaki bir soru hâlâ geçerliliğini koruyor: Ne zaman odaklanmalı, ne zaman bir adım geri atmalı?

Şimdi sarı bir sonbahar günü bir caddede yürüdüğünüzü düşünün. Sizden biraz ötede gri şapkalı, koyu mavi bir takım elbise giymiş bir adam var. Sol elindeki takıları bu uzaklıktan görmeniz mümkün değil. Hızınızı biraz artırıp adama daha çok yaklaşsanız elindeki yüzüğü görebilirsiniz. Fakat bu yüzüğün taşını ya da üzerindeki desenleri yine bu uzaklıktan görmeniz mümkün değil. Bir büyüteçle bakarsanız –tabii bu sırada adam polise haber vermezse- yüzüğün üzerindeki okul adını, mezuniyet derecesini, mezuniyet yılını ve okul amblemini rahatlıkla görebilirsiniz. Bu durumda daha yakından bakmanın size daha çok bilgi verdiğini kolaylıkla söyleyebiliriz.

Şimdi on dokuzuncu yüzyıl son dönem Fransız ressamlarından birinin tablosuna baktığınızı düşünün. Resme 10 metre uzaktan bakıyor olsanız şapkalı bir adamı, uzun etekli bir kadını, koşuşturan çocukları, hayvanları ve ışıldayan güneşi görebilirsiniz. Daha yakına gelerseniz binlerce fırça darbesi ve birbirine karışan renkler gözlerinizi alır. Burnunuzu tabloya değdirdiğinizde görebildiğiniz tek şey ressamın fırça darbelerini vururken kullandığı tekniğin ayrıntıları olacaktır. Resim, ancak belli bir uzaklıktan bakınca kendini ortaya koyar. Bu örnek az önce verdiğimiz takım elbiseli adam örneğinin aksine, uzaklaşmanın daha fazla bilgi sağladığı bir örnektir. Yakında olmak bize her zaman daha fazla bilgi verir gibi bir sonuca varamayız.

Peki, doğanın bize kendini sunması için bu yöntemlerden hangisini kullanmalıyız? Aslında her ikisini de. Hemen hemen her zaman bilim insanları olgulara daha yakından bakar. Ya da kozmosta var olanların hayvan mı, bitki mi, yıldız mı olduğunu anlamak için bir adım geriye çekilip daha geniş bir tabloyu

yakalamak isteyebilirler. Daha yakından bakmanın daha uzaktan bakmaya göre daha faydalı ya da daha faydasız olduğunu söyleyemeyiz. Bu iki yolun karışımından meydana gelen üçüncü bir yola başvurmak ise bizi daha fazla veriye götürür. Daha yakından baktığımız olayların detaylarını görürken daha uzaktan baktığımızda veri sayımız artar. Olgulara daha uzaktan bakma isteği güçlüdür fakat ilerleme sağlamamız için yakına gitmemiz de gerekir. Daha detaylı verilerle doğrulanabilen her hipotez için 10 farklı verinin daha değiştirilmesi gerekebilir çünkü bu mikro veriler toplamda bir model oluşturmaz. Bu verilere dayanan yeni öngörülerin formülize edilmesi içinse yılların geçmesi gerekebilir. Bu duruma verilebilecek tipik bir örnek Satürn'ün çoklu halka ve halkacıkları olabilir.

Dünya yaşamak ve çalışmak için harika bir yer. Fakat Galileo 1609 yılında teleskop kullanmaya başlamadan önce kimse kozmostaki, farklı yüzeyi, birleşimi ve iklimi olan başka alanların farkında değildi. 1610 yılında Galileo, Satürn'le ilgili garip bir gerçeği fark etti. Teleskobunun çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle biri sağ biri sol tarafta olmak üzere gezegenle birlikte hareket eden iki gök cisminin daha var olduğunu düşündü. Galileo gözlemini bir anagramda formülleştirdi:

smaismrmilmepoetaleumibunenugttauiras

Bu anagramdaki anlaşılmazlığın nedeni Galileo'nun radikal fakat henüz yayımlanmamış keşfinden kimsenin yararlanmamasını sağlamaktı. Bu şifre çözülüp de Latince'den tercüme edilince ortaya "En yüksek gezegenin üç gövdeli olduğunu keşfettim." şeklinde bir cümle çıkmaktaydı. Bu da Mars'ın iki uydulu olduğunun keşfedildiğini göstermektedir. Yıllar geçerken Galileo, Satürn'ün etrafındaki cisimleri incelemeye devam etti. Bazı durumlarda kulak gibi görünen bu cisimler bazen de tamamen kayboluyorlardı.

1656 yılında Hollandalı bilim insanı Christiaan Huygens, Satürn'ü Galileo'nunkinden çok daha yüksek çözünürlüklü bir teleskopla inceledi. Bu teleskop gezegenleri özel olarak incelemek amacıyla yapılmıştı. Huygens, Satürn'ün düz halkasının şeklini ilk gören bilim insanıdır. Galileo'nun yarım yüzyıl önce yaptığı gibi Huygens de buluşunu bir anagram şeklinde yazmıştı. Üç yıl sonra *Systema Saturnium* adlı kitabında bu buluşunu halka açıkladı.

Yirmi yıl sonra Paris Rasathanesi müdürü Giovanni Cassini, gezegenin etrafında iki halka olduğunu ve bu halkaların arasında bir boşluk bulunduğunu ortaya çıkarmıştır. Bugün bu ara bölge *Cassini* olarak bilinmektedir. Yaklaşık iki yüzyıl sonra İskoç bilim insanı James Clerk Maxwell, Satürn'ün halkalarının katı değil kendi yörüngesindeki çeşitli partiküllerden oluştuğunu ortaya koyarak önemli bir ödül kazanmıştı.

Yirminci yüzyılın sonuna kadar gözlemciler A'dan G'ye kadar sıralanmış yedi farklı halka tespit etmiştir. Bu gözlemler, bulunan halkaların da kendi içinde binlerce farklı bant ve halkacıktan oluştuğunu ortaya koymuştur.

Satürn'ün halkalarıyla ilgili pek çok hikâye vardır.

Yirminci yüzyılda Satürn'e pek çok uzay gözlem aracı gönderildi. 1979 yılında *Pioneer 1*, 1980 yılında *Voyager 1* ve 1981 yılında *Voyager 2* bu uzay araçlarındandır. Nispeten daha yakından yapılan bu gözlemler halka sisteminin düşünüleninden çok daha karmaşık ve kafa karıştırıcı olduğunu ortaya koymuştur. Bazı halkalardaki partiküllerin meşhur önder uydular tarafından dar bir banda doğru kuşatıldığı ortaya çıkmıştır. Aslında yeni ortaya çıkan uydular halkaların içinde ve etrafında bir yörünge izlemektedir. Önder uyduların çekim kuvvetleri halka partiküllerini farklı yönlere çekmektedir ve böylece halkalar arasında pek çok boşluk oluşmaktadır.

Yoğunluk dalgaları, yörünge yankılanmaları ve farklı partikül sistemlerindeki diğer çekim kuvveti farklılıkları halkaların içinden ve arasından geçen cisimlerin artmasına neden olmuştur. Satürn'ün B halkası, *Voyager* uzay araçları tarafından tespit edilen ve gezegenin manyetik alanından kaynaklandığı düşünülen kayan boşluklar nedeniyle bilinmeyen bir şekilde daralmıştır. Bu durum Satürn yörüngesinden fotoğraflar gönderen Cassini uzay aracı verileriyle tespit edilmiştir.

Satürn'ün halkaları ne tür bir maddeden oluşmaktadır? Bazı yerlerde gezegenin daha büyük uydularında olduğu gibi toz görülse de halkalar çoğunlukla buzlu sudan meydana gelmektedir. Çevrenin kozmokimyası Satürn'ün bir zamanlar çok fazla uyduya sahip olduğunu göstermektedir. Bu uyduların bazıları gezegenin çekim kuvvetinden çıkmış olabilir.

Satürn halka sistemine sahip olan tek gezegen değildir. Güneş Sistemimizin dört büyük gaz gezegeninden geriye kalan Jüpiter, Uranüs ve Neptün'de yapılan yakın çalışmalar da her bir gezegenin kendine özgü bir halka sistemi olduğunu ortaya koymuştur. Bu gezegenlerin halka sistemleri 1970'ler ve 1980'lerin ilk yıllarında keşfedilmiştir. Bunun nedeni gezegenlerin halka sistemlerinin Satürn'ünkinden farklı olarak koyu ve kaya, toz zerrelere gibi yansıtıcı olmayan maddelerden oluşuyor olmasıdır.

Bir gezegenin etrafı, yoğun ve katı bir cisim değilseniz korkutucu olabilir. İkinci kısımda da göreceğimiz gibi pek çok kuyruklu yıldız ve asteroit bir enkaz yığına benzer ve gezegenlerin etrafında büyük bir risk altında salınırlar. Gezegenin gelgit kuvvetinin, bir arada tutma kuvvetini aştığı sihirli mesafe "Roche limiti" olarak adlandırılır ve on dokuzuncu yüzyılda Fransız gök bilimci Édouard Albert Roche tarafından bulunmuştur. Roche limitinin içinde bulunan cisim parçalanır ve parçaları daha sonra kendi yörüngelerinde döner. Sonunda ise bu parçalar geniş, düz

ve çember şeklinde bir halka meydana getirir.

Son zamanlarda Satürn'ün halka sistemleri üzerine çalışan bir arkadaşımın üzücü haberler aldım. Kendisi bana halkalarda bulunan partiküllerin kararsız olduğunu ve hepsinin astrofizik için göz açıp kapama uzunluğunu olarak ifade edilen 100 milyon yıl içinde yok olabileceğini büyük bir üzüntüyle anlattı. Bu halkalar en sevdiğim gezegeni, en sevdiğim gezegen yapan özellik! Neyse ki gezegen ve uydular arası asla sonu gelmeyen büyüme sayesinde halkalar yeniden ortaya çıkabilir. Aynen yüz derimizde olduğu gibi halka sistemi de önemli parçaları yok olsa da var olmaya devam eder.

Cassini'nin yakın çekimleri de Satürn'ün halkalarıyla ilgili önemli bilgiler vermektedir. Peki, bunlar ne tür haberler? Colorado'daki Uzay Bilimleri Enstitüsü'nde gezegen halkaları uzmanı ve misyon takımı lideri olan Carolyn C. Porco'nun sözleriyle ifade edersek "akıllara durgunluk veren" ve "şaşırtıcı" haberler. Halkaların tümünde bulunan tüm yapılar ne beklenildiği gibi, ne de şimdiki bilgilerle açıklanabilir durumdadır. Kenarları aşırı keskin halkalar, yığınlarla birleşen partiküller, Cassini ayrımıyla kıyaslanabilecek kirlilikle A ve B halkası arasında eski buzlu bir alan gibi ilginç durumların varlığı ortaya çıkmıştır. Tüm bu yeni veriler Porco ve çalışma arkadaşlarını uzun yıllar boyunca meşgul edecek gibi görünmektedir. Hatta muhtemelen uzaktan çekilen basit halka görüntülerini mumla arar hâle geleceklerdir.

5. ÇUBUKLA BİLİM YAPMAK

Bir ya da iki yüzyıldır değişik yüksek teknoloji ve doğru düşünme, kozmik keşiflerin temelini oluşturmaktadır. Fakat bir de hiçbir teknolojik imkâna sahip olmadığımızı düşünün. Çalışabileceğiniz bir laboratuvar olmasa ne öğrenebilirdiniz? Elinizde sadece bir çubuk olsa? Cevap: Pek çok şey. Sabır ve dikkatli bir

şekilde yapılan hesaplamalarla, bu çubukla kozmostaki yeriniz hakkında aklınıza gelmeyecek kadar çok şey öğrenebilirsiniz. Elinizdeki çubuğun malzemesiyse hiç önemli değil. Rengi de hiç önemli değil. Sadece dümdüz bir çubuk olması yeterli. Şimdi ufku kolayca görebileceğiniz bir yerde durup elinizdeki çubukla yere sertçe vurun. Elinizde yüksek teknoloji ürünü aletler olmadı için yeri kolay delmek adına bir kaya parçası da kullanabilirsiniz. Çubuğunuzun eğik olmadığından ve dik durduğundan emin olun.

Mağara adamının laboratuvarı artık hazır.

Havanın açık olduğu bir sabah Güneş doğarken, tam tepedeyken ve batarken çubuğun gölgesinin uzunluğunu takip edin. Gölge, Güneş doğarken giderek kısalacak ve Güneş gökyüzünde tam tepe noktaya ulaştığında en kısa hâlini alacaktır. Güneş batmaya başladığında gölge uzayacak ve tam batışa kadar da uzamaya devam edecektir. Böyle bir deneyden veri toplamak saatte ilerleyen akrep ve yelkovanı izlemek kadar heyecanlı olabilir. Fakat elinizde başka hiçbir teknoloji bulunmadığından dikkatinizi dağıtacak bir şey de olmaz. Gölgenin en kısa olduğu anda günün yarısının bittiğini anlayabilirsiniz. Yerel öğle olarak bilinen bu dakikada gölge ekvatorun neresinde bulunduğunuza bağlı olarak kuzey ya da güneyde oluşur.

Bu deneyle henüz geliştirilmemiş bir güneş saati yapmış olursunuz. Daha bilgili görünmek için elinizdeki çubuğa güneş saati ibresi adını verebilirsiniz. Medeniyetin başladığı Kuzey Yarımküre’de çubuğun gölgesi Güneş gökyüzünde yol aldıkça çubuğun etrafında saatin akrep ve yelkovanı gibi döner.

Yeterli sabrınız ve bulutsuz bir görüş açınız varsa bu deneyi 365 kere yaptığınızda Güneş’in her gün aynı noktadan doğmadığını fark edebilirsiniz. Yılda iki gün ise, Güneş’in doğuş zamanında çubuğun gölgesi Güneş’in batış zamanında oluşan gölge-

nin tam tersi bir yön gösterir. Bu durum gerçekleştiğinde Güneş bulunduğunuz konuma bağlı olarak tam doğudan yükselip tam doğudan batar ve gün ve gece süresi birbirine eşittir. Bu iki gün bahar ve güz ekinokslarına denk gelir. Ekinoks, Latince eşit gece anlamına gelen bir kelimedir. Yılın diğer tüm günlerinde Güneş ufuk boyu bir çizgi izleyerek farklı noktalardan doğar. Yani “Güneş her zaman doğudan doğup batıdan batar” diyen bir kişi ufku yeterince uzun süre gözlemlememiştir diyebiliriz.

Güneş’in bulunduğu konumları izlerken Kuzey Yarımküre’de bulunuyorsanız bu noktaların bahar ekinoksundan sonra doğu-batı çizgisinin kuzeyinde ilerlediğini görürsünüz, daha sonra bu ilerleme durur ve Güney’e doğru bir çizgi belirir. Tekrar doğu-batı çizgisine gelince güney bölgedeki ilerleme yavaşlar, durur ve sonunda bir kere daha kuzeye yönelir. Tüm bu döngü yıl boyunca devam eder.

Bu sürede Güneş’in yörüngesi değişmektedir. Yaz gün dönümünde Güneş ufkun en kuzey noktasından doğar, batar ve gökyüzü boyunca en yüksek yolu takip eder. Bu durum da gün dönümünü yılın en uzun gününü yapar ve çubuk öğle vaktinde en kısa gölgeye sahip olur. Güneş ufkun en güneyinde doğup battığında gökyüzündeki yörüngesi en alçakta bulunur. Böylece yılın öğle vaktindeki en uzun gölgesi meydana gelir ve en kısa gün yaşanır.

Dünya yüzeyinin %60’ı ve insan nüfusunun yaklaşık %75’i için Güneş asla tam tepede bulunmaz. Gezegenimizin geri kalanı, yani 3200 mil genişliğindeki Ekvator kuşağı için Güneş yılda yalnızca iki gün tam tepe noktaya ulaşır. Güneş’in doğudan doğup batıdan battığını söyleyenler gibi pek çok kişi yine Güneş’in öğle vaktinde tam tepe noktaya ulaştığını söyler.

Şimdiye kadar düz bir çubuk ve biraz da sabırla pusuladaki ana yönler ve yıl içinde mevsim değişikliklerini ifade eden günleri keşfettik. Şimdi bir günün yerel öğlesi ve diğer günün yerel

öğlesi arasında geçen zamanı anlamak için bir yol bulmamız gerekiyor. Pahalı bir kronometre işimizi görürdü fakat şimdilik bir ya da iki kum saatiyle de halledebiliriz. Bu iki zaman ölçer de tam bir doğrulukla Güneş'in Dünya etrafındaki dönüşünü ne kadar sürede tamamladığını bize gösterir. Bu süreye bir Güneş günü denir. Yıl boyunca ortalaması hesaplandığında bu süre tam olarak 24 saate denk gelmektedir. Fakat buna Ay'ın Dünya üzerindeki okyanuslara uyguladığı çekim kuvveti neticesinde meydana gelen saniye sıçrayışları yansıtılmamıştır.

Şimdi işimize ve çubuğumuza dönelim. Henüz işimiz bitmedi. Şimdi gökyüzünde bir bölge seçin ve kum saatinizi kullanarak bir yıldız grubunun gökyüzünde oluşması arasında geçen süreyi hesaplayın. Daha sonra yine kum saatinizi kullanarak yıldızların çubuğun ucuna gelmeleri arasında geçen süreyi hesaplayın. Bu süre 23 saat, 56 dakika, 4 saniye sürer ve yıldız günü olarak adlandırılır. Güneş günü ve yıldız günü arasındaki dört dakikalık uyuşmazlık Güneş'in yıldızların arkasına geçmesine neden olur ve böylece yıl boyunca Güneş farklı takımyıldızların arkasında ilerler.

Tabii gündüz vaktinde gökyüzünde görülen tek yıldız Güneş'tir. Fakat Güneş doğmadan hemen önce ya da battıktan hemen sonra ufukta görülen yıldızlar Güneş'in gökyüzündeki konumunu belirler. İyi bir hafıza ve keskin bir bakışa sahip gözlemciler Güneş'in arkasındaki yıldız modelini anlayabilir.

Yine kum saatini kullanarak yerdeki çubukla farklı bir şey daha deneyebilirsiniz. Tüm bir yılın her bir gününde kum saatinin gösterdiği, öğle vaktinde çubuğun gölgesinin nereye düştüğünü işaretleyin. Bu işareti her gün başka bir noktaya koyduğunuzu ve yılın sonunda elinizde 8 rakamına benzer bir şekil olduğunu göreceksiniz. Bu şekil gök bilimciler tarafından gün sekizi olarak adlandırılmıştır.

Bunun nedeni nedir? Dünya'nın eksenlerinin Güneş Sistemi'ne karşı eğikliği 23,5 derecedir. Bu eğim yalnızca mevsimlerin oluşmasını ve Güneş'in gökyüzündeki günlük değişen yolunu belirlemekle kalmaz aynı zamanda Güneş'in gök ekvatorunda ileri geri giderken sekiz figürü çizmesine sebep olur. Ayrıca Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi kusursuz bir çember değildir. Kepler'in gezegenlerin hareketi kanunlarına göre Dünya'nın yörünge hızı Güneş'e yaklaştıkça artar, uzaklaştıkça azalır. Bu durumda Dünya'nın dönüş oranının sabit kalması bir şeyi ortaya çıkarır: Güneş öğle vaktinde her zaman en tepe noktasına ulaşmamaktadır. Bu kayma günden güne yavaş olsa da yılın bazı zamanlarında Güneş tam tepeye 14 dakikaya kadar geç varabilmektedir. Başka zamanlarda ise bu süre 16 dakika kısalabilmektedir. Sekiz figürünün en üst, en alt ve tam orta noktalarına denk gelen bir yıldaki dört günde Güneş günüyle saat birbirine eşittir. Bu günler 15 Nisan, 15 Haziran, 2 Eylül ve 25 Aralık'a denk gelmektedir.

Bir sonraki aşamada kendinizden ve çubuğunuzdan birer adet klonlayarak Güney Yarımküre'ye göndermeniz gerekmektedir. Daha önceden de klonunuza aynı gün ve saatte çubukların gölge uzunluğunu ölçmesini söylemelisiniz. Gölge boyu eşitse devasa bir gezegende yaşadığınız anlamını çıkarabilirsiniz. Gölge boyu farklıysa Dünya'nın çevre uzunluğunu hesaplamak için geometriden yararlanabilirsiniz.

Gök bilimci ve matematikçi Kreneli Eratosthenes (M.Ö 276-194) tam olarak bunu yapmıştı. Mısır'da birbirinden yaklaşık 5000 stadyum uzaklığında bulunan Asvan ve İskenderiye şehirlerinde öğle vaktinde gölge uzunluklarını ölçüp bunları kıyaslamıştı. Eratosthenes'in Dünya'nın çember uzunluğuyla ilgili buluşu %15'lik bir sapmayla doğrudur. Geometri kelimesi de Yunanca "yer ölçüsü" anlamına gelmektedir.

Etrafınızda binlerce taş ve sopa da olsa sıradaki deneyimiz yalnızca bir dakika sürecek. Elinizdeki çubuğu yere dik olmayacak şekilde yerleştirin, çamura öylesine saplanmış bir çubuk gibi görünmesi yeterli. Bir ipin ucuna taş bağlayıp bunu çubuğun ucundan sarkıtın. Artık elinizde bir sarkaç var. İpin uzunluğunu ölçün ve sarkacı harekete geçirmek için taşa vurun. Bu taşın 60 saniye içinde kaç kere sallandığını sayın.

Bulduğunuz sayı çok az da olsa sarkaç yayının genişliğiyle ilgilidir fakat taşın kütlesiyle hiç alakası yoktur. Geliş gidiş sayısını etkileyen iki faktör vardır. Bunlardan birincisi taşın sarktığı ipin uzunluğu, ikincisi ise bulunduğunuz gezegendir. Daha basit bir denklemle çalışmak gerekirse Dünya'daki çekim kuvvetinin kilonuzun doğrudan ölçüsü olduğunu aklınıza getirebilirsiniz. Dünya'nın altıda biri kadar çekim kuvvetinin olduğu Ay'da aynı sarkaç çok daha yavaş çalışır ve dakikadaki geliş gidiş sayısı düşer.

Bir gezegenin nabzını ölçmek için bundan daha iyi bir yöntem yoktur.

Şu ana kadar elinizdeki çubuk Dünya'nın döndüğüne dair bir kanıt sunmadı. Bulgularımız sadece Güneş ve gece ortaya çıkan yıldızların düzenli ve tahmin edilebilir aralıklarla dönmesinden ibarettir. Bir sonraki deney için 10 metreden daha uzun bir çubuk bulun belli bir açıyla yere saplayın. Çubuğun uç noktasından, ipe bağladığınız bir taşı sarkıtın. Şimdi en son yaptığınız gibi taşa vurun ve sarkacı harekete geçirin. Uzun, ince ve ağır taş sarkacın saatlerce hiç durmadan sallanmasını sağlar.

Sarkacın geliş gidiş yönlerini dikkatli bir şekilde takip eder ve gereken sabrı gösterirseniz geliş gidişlerin bir döngü hâlinde olduğunu görürsünüz. Bu deneyin en faydalı şekilde yapılacağı alan Kuzey ya da Güney Kutup Noktasıdır. Kutup noktalarında sarkaç gelgitleri bir tam dönüşünü 24 saatte tamamlar. Ekvator

haricinde Dünya üzerindeki başka tüm alanlar için dönüş devam eder fakat bu durum kutup noktalarından ekvatora doğru yavaşlayarak devam eder. Ekvatorda ise sarkaç hiç hareket etmez. Bu deney yalnızca Güneş'in ve Dünya'nın hareket ettiğini değil, biraz trigonometri yardımı ve tam bir dönüş süresiyle gezegenin coğrafi enlemini belirlemeyi sağlar.

Bunu ilk uygulayan kişi Fransız bilim insanı Jean-Bernard-Léon Foucault oldukça ucuza mal ettiği bu deneyleri kendinden emin bir şekilde uygulamıştır. 1851 yılında Foucault çalışma arkadaşlarını Paris Pantheon'a, Dünya'nın döndüğünü görmeleri için çağırdı. Bugün hemen hemen tüm bilim ve teknoloji müzelerinde bir Foucault sarkacı görmek mümkündür.

Sadece zemine saplanmış bir çubukla öğrenebileceklerimizi gördükten sonra Dünya'nın en ünlü tarih öncesi rasathanelerinde dikkatimizi çeken ne olmuştur, ona bakalım. Avrupa'dan Asya'ya, Afrika'dan Latin Amerika'ya kadar antik kültürler sayısız taş anıtı, düşük teknoloji astronomi merkezlerine çevirdiler. Fakat diğer ibadet alanlarını başka derin kültürel anlamlarla donattılar.

Mesela Stonehenge'de bir yaz gün dönümü sabahı eş merkezli daireler oluşturan taşlar güneş yükselirken buna tam bir uyum sağlarlar. Başka taşlar ise tam olarak Ay'ın yükselme ve batma noktalarına denk gelirler. Milattan önce 3100 yılından başlayıp gelecekteki iki yüzyılda evrilen Stonehenge, İngiltere'nin güneyindeki Salisbury Plain'den çıkarılan anıtlarla genişlemeye devam etmiştir. Her biri binlerce ton ağırlığında olan seksenden fazla mavi sütun yaklaşık 240 mil uzaklıkta bulunan Preseli Dağı'ndan getirilmiştir. Her biri 50 ton civarında ağırlığa sahip meşhur sarsen taşları ise 20 mil uzaklıktaki Marlborough'dan getirilmiştir.

Stonehenge'in önemi hakkında pek çok şey söylendi ve

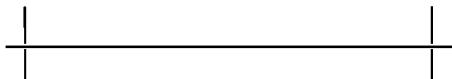
yazıldı. Hem tarihçiler hem de gözlemciler çok eski dönemlerde yaşamış bu insanların gök bilim bilgileri karşısında şaşırıp kaldı. Bir diğer şaşırtıcı nokta da bu kadar uzak mesafelerden bu kadar büyük kütleleri taşıyabilmiş olmalarıydı. Hatta bazı gözlemciler bu alanın yapımı sırasında dünya dışı müdahalelerin olduğuna inanmaktadır.

Eski medeniyetlerin yakınlardaki taşları kullanmak yerine bu kadar uzak mesafelerden bu kadar büyük taşları getirme nedenleriye hâlâ gizemini koruyor. Fakat Stonehenge’de görülen zekâ ve ihtişam ortada. Alandaki temel yapıların bitmesi için birkaç yüzyıl geçtiği düşünülüyor. Planlama ise muhtemelen bir bu kadar zaman daha sürmüştür. Kullanacağınız malzemeyi nereden getirirseniz getirin yarım yüzyılda her şeyi inşa edebilirsiniz. Dahası Stonehenge’deki gök bilim bilgisi elinize bir çubuk alıp ulaşabileceğiniz bilgiden fazlası da değil.

Belki de bu antik rasathanelerin modern insanları kalıcı olarak etkilemesi normal çünkü modern insanların Güneş, Ay ya da yıldız hareketleriyle ilgili neredeyse hiçbir fikri yok. Televizyon izlemek gökyüzünde olup bitenlerle ilgilenmekten daha eğlenceli. Bu yüzden bizim için eski zamanlardan kalan üst üste konulmuş taşlar bile Einstein formülüne benziyor. Fakat bence gerçekten gizemli bir medeniyet, ancak hiçbir kültürel ve mimari eserinde gökyüzüne yer vermeyen bir medeniyet olabilirdi.

İkinci Bölüm

Doğa Bilgisi



KOZMOSUN İÇERİĞİNİ KEŞFETMENİN ZORLUKLARI

6. GÜNEŞ'İN MERKEZİNDEN YOLCULUK

Günlük yaşamımızda Güneş'in merkezinden gelen ışığın bu yolculuğu nasıl gerçekleştirdiği üzerine pek düşünmeyiz. "Işık nerede meydana geliyor? Dünya yüzeyine nasıl ulaşıyor? Güneşli bir günde insanların yüzüne nasıl vuruyor?" gibi sorular aklımıza gelmez. Bu konunun düşünmesi kolay olan kısmı, ışığın hızının çok yüksek olduğu ve gezegenlerarası alanda yol aldığıdır. Zor olansa ışığın Güneş'in merkezinden Dünya yüzeyine gelene kadar geçirdiği milyon yıllık tarihi anlamaktır.

Yıldızların iç sıcaklıkları normalde 10 milyon, fakat Güneş'te 15 milyon Kelvin derecedir. Hidrojen çekirdeği ve uzun süre aşınmış tek elektron, geri çekilmenin üstesinden gelmek için çok yüksek bir hıza ulaşıp patlar. Termonükleer füzyon sonucunda dört hidrojenden bir helyum oluşurken enerji açığa çıkmış olur. Ara basamakları çıkaracak olursak Güneş bize şunu söyler:

$4H \rightarrow He + \text{enerji}$

Ve ışık oluşur.

Helyum çekirdekleri oluşurken her zaman foton olarak adlandırılan ışık partikülleri oluşur. Fotonlar yeteri kadar güçlendiklerinde bizim sınıflandırmamıza göre en yüksek enerjili ışık formu olan gama ışınları oluşur. Saniyede 186,282'lik bir ışık hızıyla oluşan gama ışınları Güneş etrafındaki yolculuklarına hemen başlarlar.

Serbest hâldeki foton her zaman düz bir çizgide hareket eder. Fakat yoluna bir şey çıkarsa ya dağılır ya da soğurulup yeniden açığa çıkar. Bu yüzden her bir fotonun farklı enerjisi ve yönü vardır. Güneş'teki madde yoğunluğuna bağlı olarak fotonun ortalama düz çizgi yolculuğu saniyenin otuz milyarda birinden daha azdır ve bu süre sonunda bir foton serbest bir elektron ya da atomla etkileşime geçer.

Her bir etkileşimden sonraki yeni seyahat yolu dışa doğru, kenardan ya da geriye doğru olabilir. O zaman amaçsızca dolaşan foton nasıl olur da Güneş'ten ayrılabilir mi? Çok sarhoş birinin rastgele yönlerle giderek yol kat edebilmesi bizim için bir ipucu olabilir. Basamaklar da rastgeleyse hedefe olan uzaklık aşamalı bir şekilde azalacaktır.

Varmak istediğiniz hedefe olan uzaklığınızı tahmin etmeniz biraz zor olsa da bir deney esnasında sizin için rastgele yürüyecek çok sayıda sarhoş denek seçerseniz ortalama bir mesafe tespit etmeniz mümkün hâle gelir. Elinizdeki veriler atılan adımın karesine kıyasla alınan mesafenin arttığını gösterecektir. Mesela sarhoş bir insan rastgele yönde 100 adım atarsa varacağı hedefe olan mesafesinde ortalama 10 adım ilerlemiş olur. 900 adım attığında ise ortalama ilerleme 30 adıma çıkar.

Bir adımı bir santimetre olan bir foton Güneş'in merkezinden yüzeyine gelebilmek için 70 milyar santimetre olan bu alanda

rastgele 5×10^{21} adım atar. Düz bir mesafe olarak toplamda seyahat edilen alan 5000 ışık yılı civarındadır. Işık hızındaki bir fotonun bu kadar uzaklara gerçekleştirdiği seyahati de 5000 ışık yılı sürer. Fakat kendi kütlesinin yaptığı baskıyla Güneş'in kütlesinin %90'ının yalnızca yarıçapının yarısında olduğu gibi gerçekçi bir Güneş modeliyle hesaplanıp, foton soğurması ve tekrar yayılımı arasındaki kayıp zaman eklendiğinde, toplam seyahat yaklaşık bir milyon yıl sürer. Bir fotonun Güneş'in merkezinden yüzeyine olan yolu dümdüz olsaydı bu durumda seyahatin süresi yalnızca 2,3 saniye olurdu.

1920'li yıllar kadar erken bir tarihte fotonların Güneş'ten çıkarken bazı engellere takılıyor olabileceği fikri ortaya atılmıştı. İngiliz astrofizikçi Sir Arthur Stanley Eddington, yıldız yapıları üzerine çalışırken bu probleme dair de bazı öngörüler ortaya koymuştu. 1926 yılında *Yıldızların İç Yapısı* ismiyle basılan eseri kuantum mekaniği gibi yeni keşfedilen bir fizik dalının hemen ardından yayımlanmıştı. Fakat o dönemde termonükleer füzyonun Güneş'in enerji kaynağı olarak keşfedilmesine henüz 12 yıl vardı. Eddington'ın eserindeki giriş bölümü hem fotonların yolculuğunu anlamak hem de genel havayı yakalamak için ipuçları veriyor:

Bir yıldızın içi atomlar, elektronlar ve eter dalgalarıyla doludur. Bu karmakarışık ortamı anlamak için atom fiziğinin yeni keşiflerini işin içine sokmak durumundayız... Bu kıyamet tablosunu bir düşünün! Düzensiz atomlar saniyede 50 mil hıza ulaşıyor, atomlardan gizlice kopan elektronlar kıyasıya bir kavga içinde... Kayıp elektronlar yeni bir yer bulabilmek için eskisine göre yüz kat daha hızlanıyor. Dikkat edin! Elektronun içinde saniyede binlerce ke-sinti meydana geliyor... Sonra... Elektron nispeten yavaşlayıp bir atoma tutunuyor ve özgürlük kariyerine bir nokta koyuyor. Fakat yalnızca kısa bir süreliğine... Eter dalga kuantumu içine girdiğinde

atom çevresini yeniden şekillendiriyor. Elektronun büyük bir patlamayla kopuşu yeni maceralara kapı açıyor. (s. 19)

Eddington'ın konuya tutkusu eter dalgalarını Güneş'te hareketli olan tek bileşen olarak adlandırmasından da anlaşılıyor:

Ekranı izledikçe kendimize "bu yıldız evriminin gösterişli oyunu olabilir mi?" diye soruyoruz. Aslında bu sahne daha çok tavernalardaki tabak kırma eğlencesine benziyor. Atom fiziğinin gürültülü komedisi bizim bugünkü estetik kaygılarımızı pek de dikkate alıyor gibi görünmüyor... Elektronlar ve atomlar ne kadar aceleleri olsa da bir yere varmıyorlar. Yalnızca yer değiştiriyorlar. Eter dalgaları gerçekten bir şeyi başaran nüfusun tek parçası fakat bir amaç olmadan her yöne yayılıyorlar ve kendilerine rağmen dışa doğru yavaş bir genişleme sağlıyorlar. (s. 19-20)

Güneş'in yarıçapının dörtte birinin dışında enerji temel olarak bir tencerenin içinde kaynayan sıvının yaşadığı süreç gibi türbülanslı bir şekilde hareket eder. Sıcak materyalden meydana gelen kabarcıklar yükselirken soğuk materyaller aşağı iner. Çalışkan fotonlardan habersizce, bulundukları kabarcık Güneş'te akışkan bir şekilde onlarca kilometre geriye gider, bu yüzden rastgele yapılan yürüyüşün büyük bir kısmı anlamsız hâle gelir. Bu durumun tam tersinin de gerçekleştiği olur. Isı yayımı rastgele fotonları yüzeye daha yakın bir alana getirir böylece fotonların kaçma şansı artar.

Fakat gama ışınının hikâyesi burada sona ermez. Güneş'in 15 milyon Kelvin derecelik merkezinden 6000 derecelik yüzeyine kadar sıcaklık bir metrede ortalama yüzde bir oranında düşer. Her soğurma ve yeniden yayılım için yüksek enerjili gama ışını fotonları kendi varlıklarını sona erdirmeye pahasına pek çok daha düşük enerjili fotona can verirler. Başkasını gözetken bu davranış, gamadan x ışınlarına, ultraviyolede görünen ve kızılötesi ışınlarla gelirken azalır. Tek bir gama ışını fotonundaki enerji binlerce

X ışını oluşturmaya yeter. Tek bir X ışını enerjisi de aynı şekilde binlerce görünen ışık oluşturabilir. Başka bir deyişle bir gama ışını Güneş'in yüzeyine olan rastgele seyahatini gerçekleştirirken bir milyonun üzerinde görünen ve kızılötesi ışın yayabilir.

Güneş'ten yayılan yarım milyar fotondan yalnızca biri Dünya'ya yönelir. Kulağa biraz eksik gibi gelse de Dünya'nın Güneş'e olan mesafesi hesaba katılınca payına ancak bu düşmektedir. Geriye kalan fotonlar ise uzayda başka yerlere dağılır.

Güneş'in "gaz yüzeyi" fotonların gezegenlerarası boşluğa kaçmadan önce bulundukları son noktadır. Işık yalnızca böyle bir yüzeyden gözlerimize engelsiz bir şekilde ulaşır ve bu sayede anlamlı Güneş boyutunu algılayabiliriz. Genel olarak uzun dalga boyuna sahip ışık kısa dalga boyuna sahip ışığa göre Güneş'in dahaderin tabakalarından yayılır. Mesela Güneş'in çapı kızılötesi kullanarak ölçüldüğünde görünebilen ışıkla yapılan ölçüme göre daha kısa çıkar. Ders kitapları bunları anlatmasa da Güneş'in çap değerleri görünebilen ışıkla ölçülen boyutlardır.

Verimli gama ışınlarının enerjisinin hepsi daha düşük enerjili fotonlara dönüşmez. Enerjinin bir kısmı geniş ölçekli ısı yayılımını devam ettirir ve sonunda baskı dalgaları oluşturur. Güneş tayfında yapılan ayrıntılı ölçümler sürekli takip edildiğinde bazı dalgalanmaların olduğu görülmüştür. Bu dalgalanmalar depremler sırasında meydana gelen ses dalgalarına benzemektedir. Güneş'in titreşim modeli oldukça karmaşıktır çünkü aynı anda pek çok dalgalanma modeli gerçekleşmektedir. Güneş yer bilimcilerinin yaşadığı en büyük zorluklardan birisi dalgalanmaların temeline inebilmektir. Temele inildiğinde buna neden olan iç özelliklerin boyut ve yapısı ortaya çıkacaktır. Açık bir piyanoya doğru bağırsanız aynı durum sesiniz için de gerçekleşir. Ses dalgalarınız piyanonun tuşlarında titreşim yaratacaktır. Titreşimin meydana geldiği alan ise sesinizle aynı frekanstaki tuşlardır.

Güneş'te meydana gelen dalgalanmaları araştırmak üzere GONG isminde bir proje grubu çalışmalar yürütmektedir. Hawaii, Kaliforniya, Şili, Kanarya Adaları, Hindistan ve Avustralya gibi Dünya'nın zaman alanlarında bulunan Güneş rasathaneleri sayesinde bu dalgalanmalar aralıksız izlenmektedir. Uzun zamandır öngörülen sonuçlar en güncel yıldız yapısı kavramıyla uyuşmuştur. Özellikle Güneş'in iç tabakalarında enerjinin rastgele gezinen fotonlarda, dış tabakadaysa ısı yayılımıyla taşındığı ortaya çıkmıştır. Evet, bu kadar uzun süredir öngörüldüğü için bazı keşifler bize o kadar da yenilikçi gelmeyebilir.

Güneş'teki en kahramanca maceralar herhangi başka bir enerji formu tarafından değil fotonlar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bizden biri böyle bir maceraya atılsa sonunda elbette ölüme razı olacaktır fakat bundan önce de buharlaşacak ve vücudundaki atomların tek bir elektrona düşmesini bekleyecektir. Bu zorlukları bir kenara bırakırsak Güneş'e yapılacak bir yolculuk için bilet satmak çok da zor olmazdı. Ben bu yolculuğun içeriğini bildiğim için mutluyum. Güneşlenirken vücuduma vuran fotonların yolculuğunu büyük bir saygıyla düşünüyorum.

7. GEZEĞEN YÜRÜYÜŞÜ

Kozmos araştırmalarında gezegenleri anlama çalışmalarının yüzyıllık tarihinden daha iyi bir masal anlatılmamıştır. Gökyüzünde dolaşan bu gezginler dönüşlerini yıldızların yörüngesinde gerçekleştirirler. Güneş Sistemi'nde tartışmasız şekilde gezegen olduğu kabul edilmiş sekiz gök cismi bulunur. Bunlardan beşi çıplak gözle görülebilir. Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn'den oluşan bu beşlinin her biri, adını aldığı tanrının özelliklerini taşır. Mesela Güneş etrafında dönüşünü en hızlı şekilde gerçekleştiren gezegen olan Merkür, adını haber taşıyan bir tanrıdan almıştır. Bu tanrı resimlerde genellikle küçüktür, topuklarında

ya da şapkasında kanatları vardır. Kırmızıya çalan bir rengi olan Mars ise ismini kan dökmeyi seven bir savaş tanrısından almıştır. Dünya da çıplak gözle görülebilen gezegenler arasındadır. Siz de bir bakın, göreceksiniz. Gezegenimizin diğer gezegenler arasında herhangi biri olduğunun keşfi ise 1543 yılında Kopernik, Güneş merkezli evren fikrini ortaya atınca gerçekleşmiştir.

Teleskobik olarak problem yaratmış olan ve yaratmaya da devam eden gezegenler gökyüzünde hareket eden birer ışık gibi görünürler. Teleskopların gelişme kaydettiği on yedinci yüzyıldan önce gezegenlerin küre şeklinde olduğu bilinmiyordu. Aynı şekilde gezegenler ancak yirminci yüzyılda uzay araçlarıyla yakından incelenebildi. Ve yirmi birinci yüzyılda insanlar hâlâ başka gezegenlere seyahat etme fırsatı bulabilmiş değiller.

İnsanlığın bu gök cisimleriyle ilk karşılaşması 1609-1610 yılının kışında gerçekleşti. 1608 yılında Hollanda'nın icadını duyan Galileo Galilei kendi tasarımı olan bir teleskop yaptı ve gezegenlerin küre şeklinde olduğunu gözlemledi. Gözlemlediği gezegenlerden biri Ay gibi hilal, yarım ve tam şekillerini alan Venüs'tü. Bir başka gözlemi ise Jüpiter'di. Bu gezegenin en büyük dört uydusu olan Ganymede, Callisto, Io ve Europa'yı da keşfetti. Uyduların isimleri Jüpiter'in Yunanca karşılığı olan Zeus'un hayatındaki önemli karakterlerden gelmektedir.

Venüs'ün evrelerini açıklamanın en kolay yolu gezegenlerin ve gökyüzündeki diğer cisimlerin Dünya'nın değil Güneş'in etrafında döndüğünü kabul etmektir. Bu doğrultuda Galileo'nun yaptığı gözlemler Kopernik'in öngörüp ortaya attıklarıyla çok büyük ölçüde uyuşuyordu.

Jüpiter'in uydularıysa Kopernik evrenini bir aşama ileriye götürdü: Galileo'nun çok da yüksek güçte olmayan teleskobuyla uyduları ışık noktalarının daha ötesinde görememesine rağmen, kimse Dünya haricinde bir gök cisminin döndüğünü de göre-

memişti. Roma Katolik Kilisesi haricinde dürüst ve basit bir kozmos gözlemi ve sağduyu bunların hiğbirini düşünmüyordu. Galileo'nun gözlemlerinden çıkan sonuçlar Dünya'nın evrenin merkezinde ve dönen her şeyin ortasında olduğu dogmasıyla çelişiyordu. Galileo, 1610 yılında kısa ama ufuk açıcı *Siderus Nuncius* isimli kitabında bu bulgularına yer verdi.

Kopernik modeli kabul edilseydi cennetlerin düzenine Güneş Sistemi adı verilip Dünya bilinen altı gezegen arasındaki yerini alabilirdi. O dönemde hiç kimse altıdan fazla gezegen olabileceğini düşünmüyordu. 1781 yılında yedinci gezegeni keşfeden İngiliz gök bilimci Sir William Herschel bile buna inanmıyordu.

Aslında yedinci gezegeni ilk gören kişi, ilk İngiliz Kraliyet Gök Bilimcisi John Flamsteed'tir. Flamsteed 1690 yılında bir cisim görse de bunun hareket ettiğini görememiştir. Bundan dolayı cismi gökyüzündeki herhangi bir yıldız sanmış ve 34 Tauri olarak adlandırmıştır. Herschel, Flamsteed'in "yıldızının" yıldız zeminine ters hareket ettiğini görünce onun bir gezegen olabileceğini hiç düşünmediği için bir yıldız değil kuyruklu yıldız olduğunu söylemiştir. Neticede kuyruklu yıldızlar da hareket eder ve keşfedilebilir. Herschel yeni bulunan bu cismi Georgium Sidus olarak adlandırmayı düşünüyordu. Bunun nedeni keşfi yapmasına olanak sağlayan maddi imknların Kral III. George tarafından gelmesi idi. Gök bilim dünyası bu isimlendirmeye ikna olsaydı bu gün Güneş Sistemi'nde Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter ve Satürn'n yanında bir de George olacaktı. George bugün birtakım aşamalardan geçtikten sonra Uranüs olarak adlandırılıyor. Fakat 1850 yılına kadar, yani sekizinci gezegen Neptün'n keşfinden çok daha sonra bile bazı Fransız ve Amerikalı gök bilimciler bu gezegene Herschel'in Gezegeni demeye devam ediyordu.

Zamanla teleskoplar daha büyük ve keskin hle geldi. Fakat gök bilimcilerin ayırt edebildiği detaylarda büyük değişiklikler

olmadı. Bunun nedeni boyutu ne olursa olsun teleskopların diğer gezegenleri Dünya'nın türbülanslı atmosferinden izlemeleriydi. Bu durum en iyi resimlerin bile bulanık olmasına sebep oluyordu. Yine de bu durum gözlemcilerin Jüpiter'in Dev Kırmızı Nokta'sı, Satürn'ün halkaları, Mars'ın buz yüzeyi ve onlarca uyduyu keşfetmesini engelleyemedi. Bugün gezegen bilginin çok olduğunu söyleyemeyiz ve onları görmezden gelmeye devam edersek bu bizim keşif ve hayal dünyamızın önüne set çekecek.

Hayal gücü oldukça yüksek ve zengin Amerikalı iş adamı ve gök bilimci Percival Lowell'in on dokuzuncu yüzyılın sonlarıyla yirminci yüzyılın başlarında gösterdiği çabayı düşünelim. Lowell'in adı her zaman Mars'ın kanalları ve Venüs'ün telleriyle anılacaktır. Bu keşifler Arizona Flagstaff bölgesindeki Lowell Rasathanesi'nde X Gezegeni'ni ararken gerçekleşmiştir. Dünyadaki pek çok araştırmacı gibi Lowell da on dokuzuncu yüzyılın sonlarında İtalyan gök bilimci Giovanni Schiaparelli'nin Mars'ın yüzeyinde görülebilen yatay işaretlerin kanal olduğunu ortaya atmasının ardından bu fikri benimsemiştir.

Buradaki problem Lowell'in kanal kelimesini İngilizceye oluk olarak aktarmasıdır. Bunun nedeniyse görünen izlerin Dünya'daki su oluklarına benzemesidir. Lowell'in hayal gücü bir yerden sonra öyle bir noktaya ulaşmıştır ki hayatını ileri bir medeniyet olduklarını düşündüğü Marslıların yaptığı su oluklarının haritalarını çizmeye çabalayarak geçirmiştir. Lowell'a göre bu su olukları Mars'ın ekvator bölgesinde yoğunlaşan nüfusa su taşımak için kullanılıyordu. Temel su kaynağıysa kutup noktalarındaki buz kütleleriydi. Hikâye oldukça ilgi çekici görünüyor ve üzerine yazılabilecek de çok şey var. Lowell yansıtıcı bulutları sayesinde gökyüzünün en parlak nesnelerinden biri olan Venüs'e de büyük ilgi duyuyordu. Venüs, Güneş'e nispeten daha yakındır bu yüzden Güneş doğar doğmaz ya da batmadan hemen önce

gökyüzünde ihtişamlı bir şekilde parlar. Bu saatlerde gökyüzü oldukça renkli olabildiği için Venüs'ü UFO zannedip polisi arayan çok kişi vardır.

Lowell Venüs'ün merkezi bir kanaldan çıkan çoğunlukla oluğa benzeyen büyük bir kanal ağı olduğunu da söylemiştir. Gördüğü oluklar onun için bir sır olarak kalmıştır. Aslında hiç kimse onun Mars ya da Venüs'te neler gördüğünü tam olarak öğrenememiştir. Bu durum diğer gök bilimcileri çok rahatsız etmez çünkü hepsi Lowell'ın rasathanesinin en iyi rasathane olduğunu bilirler. Kısacası sizler Mars'taki durumu Percival'ın algıladığı gibi görmüyor-sanız teleskobunuz ve rasathanenizin konumu onunki kadar iyi olmadığı içindir.

Öte yandan teleskop teknolojisi gelişse de kimse Lowell'ın bulgularının gerçek olduğuna dair bir veriye ulaşamamıştır. Bu yüzden o dönem her zaman gerçek ve doğrulanmış veri toplama-nın önemini vurgulamak için kullanılır. Ayrıca, ancak yirmi birinci yüzyılda Lowell Rasathanesi'nde neler olduğunu ve bu verilerin nasıl elde edildiğini söylemek mümkün olmuştur.

Saint Paul Minnesota bölgesinden Sherman Schultz isimli bir bilim insanı 2002 yılının Haziran ayında *Sky and Teleskope* dergisinde yayımlanan bir makaleye cevap yazdı. Schultz, Lowell'ın Venüs'ün yüzeyini incelemek için kullandığı aletin hastaların gözlerinin içini incelemek için kullanılan alete benzer bir yapıda olduğunu vurguladı. Yazar, başka fikirlere de yer verdikten sonra, Lowell'ın Venüs yüzeyinde gördüğünü iddia ettiği kanalların aslında kendi retinasındaki damarların gölgeleri olabileceğini söylemiştir. Lowell'ın kanal diyagramıyla gözdeki damar diyagramı karşılaştırıldığında bu ikisinin örtüştüğü görülür. Lowell'ın gözbebeği damarlarının büyümesine yol açan hipertansiyon hastası olması ve inanmaya olan isteği de dikkate alınırsa hem Venüs hem de Mars'ta zeki ve kanal yapabilecek teknolojiye sahip kişi-

lerin yaşadığını düşünmesi şaşırtıcı değildir.

Ne yazık ki Lowell Neptün'ün arkasında olduğu düşünülen X Gezegeni arayışında da çok parlak değildir. X Gezegeni'nin var olmadığı 1990'lı yılların ortalarında gök bilimci E. Myles Standish Jr. tarafından ortaya çıkarılmıştır. Fakat 1930 yılının Şubat ayında, Lowell'ın ölümünden 13 yıl sonra Lowell Rasathanesi'nde Plüton keşfedilmiştir. Rasathanenin bu büyük buluşundan birkaç hafta sonraysa Plüton'un dokuzuncu gezegen olarak sınıflandırılıp sınıflandırılmayacağı tartışılmaya başlamıştır. Bana göre Plüton bir gezegen değil bir kuyruklu yıldızdır ve bu fikrimi pek çok alanda da ifade ediyorum fakat bu konudaki tartışma hâlâ bitmiş değil. Asteroit, planetoit, gezegencik, büyük gezegencik, buzlu gezegencik, küçük gezegen, cüce gezegen, dev kuyruklu yıldız, Kuiper Kuşağı nesnesi, trans-Neptün nesnesi, metan buz topu gibi sınıflandırmalar Plüton'un gezegen olduğunu reddedenleri ikna edebilir. Plüton gezegen sınıfına girmek için fazlasıyla küçük, buzlu ve kendi yörüngesindedir. Ayrıca Plüton'un keşfinden sonra, gezegen olmak için her anlamda onunla kıyaslanabilecek üç ya da dört nesne daha keşfedilmiştir.

Zaman geçmeye ve teknoloji gelişmeye devam etti. 1950'li yıllara gelindiğinde radyo dalgası gözlemleri ve daha iyi fotoğraflama teknikleri sayesinde gezegenler hakkında şaşırtıcı bilgilere ulaşıldı. 1960'lı yıllarda ise insanlar ve robotlar gezegenlerin daha iyi fotoğraflarını elde edebilmek için Dünya'dan ayrıldılar. Her yeni veri ve fotoğraf, gezegenlere karşı olan ilginin biraz daha artmasını sağladı.

Adını güzellik ve aşk tanrısından alan Venüs'ün kalın, neredeyse opak, çoğunlukla karbondioksitten oluşan bir atmosfere sahip olduğu ortaya çıktı. Basıncı ise Dünya'dakinin yaklaşık 100 katı kadardı. Daha da kötüsü gezegendeki yüzey sıcaklığı 900 Fahrenheit derecedeydi. Yani Venüs'te 40 santimetrelik bir pizzayı

sadece havayla temas ettirerek yedi dakikada pişirebilirsiniz. Evet, bu hesabı ben yaptım! Böyle zor koşullar uzay keşfi için büyük engeller oluşturmaktadır. Venüs'e bir şey gönderildiğinde bir ya da iki dakika içinde bozulacak, eriyecek ya da buharlaşacaktır. Bu yüzden bu gezegenden veri elde etmek için ya ısı geçir-meyen malzemeler kullanılmalı ya da bir iki dakika içinde verinizi toplayıp gezegenden ayrılmalısınız.

Venüs'ün bu kadar sıcak olması tesadüf değildir. Atmosferin-deki karbondioksit kızılötesi enerjiyi soğurarak sera gazı etkisi yaratmaktadır. Venüs'teki bulutların üst kısmı Güneş'ten gelen görünür ışığın çoğunu yansıt-sa dahi yüzeydeki taş ve kayalar bu ışığın çok azını soğururlar. Yüzey aynı ışığı kızılötesi olarak yansıtır ve bu ışınlar atmosferde toplanıp büyük bir pizza fırınının oluşmasını sağlar.

Güneş Sistemi'ndeki diğer gezegenlerse günden güne daha tanıdık hâle geliyor. Mars'a ilk uzay aracı 1965 yılında gönderil-miştir. *Mariner 4* adındaki bu araç Kızıl Gezegen'e çok yaklaşmış-tır. Lowell'ın keşiflerini bir yana bırakırsak, 1965 yılına kadar kimse Mars'ın yüzeyinin nasıl olduğunu bilmiyordu. Bilinenler gezegenin kırmızı rengi, buzla kaplı kutup noktaları ve koyu renk ve açık renk alanlarından ibaretti. Hiç kimse o döneme kadar Mars'ta Büyük Kanyon'dan daha büyük, derin ve geniş kanyonların, Hawaii'de bulunan ve Dünya'nın en büyük yanar-dağı olan Kea Volkanı'ndan daha büyük yanardağların ve dağla-rın olduğundan haberdar değildi.

Mars'ın yüzeyinde su bulunduğunu da kimse bilmiyordu. Daha sonra Mars'ta Amazon havzası kadar uzun kurumuş nehir yatakları, deltalar ve sel akıntıları olduğu ortaya çıktı. Bunların hepsi, keşfedildiğinde kurumuş hâldeydi. Mars'ta yapılan keşif-ler, aynı zamanda yüzeyde yalnızca su olan bölgelerde bulunan minerallerin de olduğunu ortaya çıkardı. Evet, su olduğuna dair

belirtiler her yerde fakat bir damla bile suya ulaşılmış değil.

Hem Mars hem de Venüs'te kötü bir şey olduğu belli. Bu kötü şey bir gün Dünya'nın başına da gelebilir mi? Bugün insanlar çevreyi uzun dönemli etkileri oldukça zararlı olacak şekilde kullanıyorlar. Venüs ve Mars'ta yapılan çalışmalara bakarak daha dikkatli olmamız gerektiği sonucuna varabiliriz.

Daha uzak gezegenlerin daha iyi görüntülerini yakalamak için uzay araçlarına ihtiyaç duyarız. Güneş Sistemi'nden ilk ayrılan uzay aracı *Pioneer 10*, 1972 yılında, *Pioneer 11* ise 1973 yılında uzaya gönderilmiştir. İkisi de iki yılın sonunda Jüpiter'e ulaşmış ve bu yolda müthiş bir yolculuk yapmışlardır. Yakında Dünya'dan 10 milyar mil uzakta olacaklar ve Plüton'un Dünya'ya olan uzaklığının iki katına ulaşacaklar.

Uzaya gönderildiklerinde *Pioneer 10* ve *11*'in enerjisi Jüpiter'in çok daha ötesine geçebilecek seviyedeydi. Peki, bir uzay aracı nasıl olur da taşıdığı enerjinin onu götürebileceğinden daha uzak mesafelere gidebilir? Siz bir hedef belirlersiniz, roketleri ateşlersiniz ve aracın belirlenen rotada ilerlemesini beklersiniz. Astrofizik haritalarının yörüngelerinde de belirtildiği gibi uzay araçları manevra yaparken uğradıkları gezegenlerde enerji toplarlar. Yörünge dinamikçileri bu hesaplamalarda dolandırıcıları kışkırtacak kadar iyi seviyededir.

Pioneer 10 ve *11*, Dünya'dan çekilmesi mümkün olmayan fotoğraflar elde ettiler. 1977'de fırlatılan *Voyager 1* ve *2* uzay araçları ise dış gezegenleri birer ikona dönüştürecek kadar veri elde etti. Bu uzay araçları sayesinde Güneş Sistemi, Dünya vatandaşlarının oturma odasına kadar girmiş oldu. Bu yolculukların beklenmedik sonuçlarından biriye gezegenlerin uydularının birbirlerinden farklı olduğunun keşfiydi. Keşfedilen uydular en az gezegenlerin kendisi kadar ilgi çekiciydi. Işığın sıkıcı bir hâl aldığı noktalardan doğan uydular hem dikkat çekti hem de merak uyandırdı.

Daha önce de yazdığım gibi NASA'nın *Cassini* uydusu, gezegen, halka sistemi ve uyduları hakkında veri toplamak için Satürn'ün etrafında dönmeye devam etmektedir. Avrupa Uzay Ajansı tarafından tasarlanan ve adın Satürn'ün halkalarını ilk keşfeden Hollandalı gök bilimci Christiaan Huygens'ten alan *Huygens* uzay aracı daha sonra *Cassini*'nin yanına gönderildi. Huygens, Satürn'ün en büyük uydusu ve Güneş Sistemi'ndeki bilinen tek yoğun atmosfere sahip olan uydu Titan'ın atmosferine gönderildi. Titan'ın yüzey kimyasının organik moleküller yönünden oldukça zengin olduğu ve ilk prebiyotik Dünya için en iyi örnek olabileceği ortaya çıktı. Jüpiter'de ve yetmişten fazla uydusunda benzer çalışmaları yapması planlanan daha farklı NASA misyonları hazırlanmaya devam ediyor.

1584 yılında yayımladığı *On the Infinite Universe and Worlds* (Sonsuz Evren ve Dünyalar) isimli eserinde İtalyan filozof Giordano Bruno "sayısız güneş" ve "Güneş'in etrafında dönen sayısız dünya" fikrini ortaya atmıştır. Dahası bu güneşler ve dünyaları yaratan kudreti sonsuz tanrının bunların her birinde yaşayan varlıklar yarattığını da söylemiştir. Sonunda ise sınırını aştığı düşünülerek Katolik Kilisesi tarafından yakılarak öldürülmüştür.

Bruno böyle fikirleri ortaya atan ne ilk ne de son kişidir. On-dan evvel, milattan önce beşinci yüzyılda Yunan filozof Demokritus'la başlayan fikir on beşinci yüzyılda kardinal Nicholas Cusanus'a kadar uzanır. Bruno'dan sonra ise on sekizinci yüzyıl filozoflarından Immanuel Kant ve on dokuzuncu yüzyıl yazarlarından Honoré de Balzac bu fikrin önemli temsilcileri olmuştur. Bruno'nun şanssızlığı fikirlerinden dolayı insanların yakıldığı dönemde böyle fikirler ortaya atmış olmasından kaynaklanmıştır.

Yirminci yüzyıl boyunca gök bilimciler aynen Dünya'da olduğu gibi başka gezegenlerde de yaşam olabileceğini düşünmüş-

lerdir. Bunun temel şartıysa “yaşanılabilir bir ortam”dır. Yaşanılabilen ortamdaki kasıt gezegenin Güneş ya da yörüngesinde bulunduğuyıldız mesafesiyle belirlenir. Alan, yıldız ne suyun buharlaşacağı ölçüde yakın, ne de donacağı ölçüde uzak olmalıdır. Bugün bizim bildiğimiz anlamda yaşam için suya ihtiyaç vardır. Fakat suyun yanında enerjinin de sağlanması için bir yıldızın ışığı mutlaka gereklidir.

Güneş dışında bir enerji kaynağı tarafından ısıtılan Jüpiter uyduları Io ve Europa’nın keşfiyse daha sonra gerçekleşmiştir. Io, Güneş Sistemi’ndeki en aktif volkanik alanlardan biridir. Atmosferine sürekli olarak sülfür gazı ve lav püskürtür. Europa’da ise sıvı sudan meydana gelen milyaryıllık bir okyanusun olduğu neredeyse kesindir. Bu okyanus, uydunun buzlu yüzeyinin altındadır. İki durumda da Jüpiter’in gelgitleri katı uydulara enerji vererek yüzeydeki buzların erimesini ve Güneş enerjisinden bağımsız bir hayatın varlığının mümkün olmasını sağlayabilir.

Dünya’da bile insanlardan çok farklı ortam ve sıcaklıklarda yaşayabilen organizmalar keşfedilmiştir. Yaşanılabilir ortam insanlar için oda sıcaklığı olarak belirlenmiştir ve her zaman böyle bilinir. Oysa bazı organizmalar binlerce derece sıcaklıkta yaşar ve oda sıcaklığı onlar için oldukça yaşanmaz bir ortamdır. Dünya’da bir zamanlar asla hayatın olmadığı düşünülen Ölüm Vadisi’nin en dibiyada da nükleer atık alanları bazı organizmalar için yaşam alanıdır.

Yaşamın daha önce düşünülenenden çok daha geniş bir alanda varolabileceğigörüldükten sonra astrobiyologlar da yaşanılabilir alan tanımını genişletmişlerdir. Bugün biz yaşamın devam etmesini sağlayacak kadar enerji kaynağı olan herhangi bir alanda yaşamın olabileceğini düşünebiliriz. Hem Bruno, hem ondan önce hem de sonra gelenlerin düşündüğü gibi dış gezegenlerle ilgili yapılması gereken çalışmalar hızla artıyor. Şimdiye

kadar keşfedilen dış gök cismi sayısı 150 oldu bile.

Atalarımızın da söylediği gibi yaşam herhangi bir yerde olabilir. Fakat bugün bizler bu fikri yakılarak öldürülme riski olmadan söyleyebiliriz. Yaşanılabilir alan tanımını belki de evrenin kendisi kadar geniştir.

8. GÜNEŞ SİSTEMİ'NİN SERSERİLERİ

Yüzyıllardır gökyüzündeki komşularımızla ilgili yapılan keşifler oldukça durgundu. Güneş, yıldızlar, gezegenler, pek çok uydu ve kuyruklu yıldız da buna dâhildi. Bir ya da iki gezegenin bu isim listesine eklenmesi sistemin temel yapısını değiştiremedi.

1801 yılının ilk gününde yeni bir kategori ortaya çıktı. Uranüs'ü keşfeden Sir John Herschel 1802 yılında bu yeni kategoriye asteroit adını verdi. Gelecek 200 yıl boyunca Güneş Sistemi'nin aile albümü asteroitlerin yaşam tarihiyle ilgili veriler ve fotoğraflarla doldu. Gök bilimciler asteroitlerin yaşam alanlarını, içeriklerini, boyutlarını, şekillerini, yörüngelerini ve çarpabilecekleri muhtemel alanları belirlediler. Bazı araştırmacılar, asteroitlerin kuyruklu yıldızlarla, hatta uydularla akraba olabileceklerini söyledi. Şimdilerde bazı astrofizikçiler ve mühendisler büyük asteroitlerin planladıkları davetsiz misafirlikleri geri çevirmenin yollarını arıyorlar.

Güneş Sistemi'ndeki küçük nesneleri anlayabilmek için öncelikle büyük olanlara, özellikle de gezegenlere bakmak gerekir. 1766 yılında Prusyalı gök bilimci Johann Daniel Titius gezegenlerle ilgili oldukça basit bir matematik kuralı ortaya koydu. Birkaç yıl sonra Titius'un çalışma arkadaşı Johann Elert Bode, Titius'a hiç yer vermeden onun kuralını kâğıda döktü. Ve bugün bu kural Titius-Bode, hatta sadece Bode Kuralı olarak geçer. Onların bu formülü gezegenler ve Güneş arasındaki mesafeyi ölçmek için kullanılıyordu. O dönemde Merkür, Venüs, Dünya,

Mars, Jüpiter ve Satürn keşfedilmişti. 1781 yılında Titius-Bode Kuralı ile artan bilgi sayesinde Güneş Sistemi'ndeki 8. keşif olan Neptün'ün keşfi kolaylaştı. Oldukça etkileyici bir durum. Bu durumda ya kural yalnızca bir tesadüftü, ya da Güneş Sistemi'nin şekil almasıyla ilgili çok temel gerçeklikler üzerine kurulmuştu.

Yine de tamamen kusursuzdu diyemeyiz.

Birinci problem: Formül 1.5'i gerektirse de Merkür'e doğru uzaklığı bulmak için formüle sıfırlamak gerekiyor. İkinci problem: Sekizinci gezegen Neptün, formülün öngördüğünden çok daha uzakta, dokuzuncu gezegenin olması gerektiği yerde bulunuyor. Üçüncü problem: Bazılarının ısrarla dokuzuncu gezegen olarak adlandırdığı Plüton aritmetik ölçeğe dâhil olmuyor.

Bu yasa aynı zamanda Mars ve Jüpiter'in arasına Güneş'ten 2.8 astronomik birim uzaklıkta bir gezegen daha yerleştiriyor. Hemen hemen Titius-Bode'nin söylediği alanda Uranüs keşfedildikten sonra bu cesaretle yola çıkan gök bilimciler, on sekizinci yüzyılın sonlarında Güneş'ten 2.8 birim uzaklıktaki alanın da kontrol edilmesinin iyi bir fikir olduğunu düşündüler. 1801 yılının ilk gününde Palermo Rasathanesi'nin kurucusu İtalyan gök bilimci Giuseppe Piazzi bu alanda bir şey buldu. Daha sonra bu cisim Güneş'in etkisiyle kayboldu. Bir yıl sonra dahi Alman matematikçi Carl Friedrich Gauss'un hesaplamalarıyla bu yeni cisim gökyüzünün başka bir bölümünde yeniden keşfedildi. Herkes yeni bir matematik ve teleskobik başarı olarak gördüğü bu gezegenin keşfi karşısında heyecanlandı. Piazzi keşfettiği gezegene Roma tarım tanrısı olan Ceres ismini verdi ve gezegenlere tanrı isimlerini verme geleneğini sürdürdü.

Gök bilimciler daha ayrıntılı araştırmalar yapıp uzaklık ve yörüngeyi yeniden hesaplayınca Ceres'in oldukça genç olduğunu fark ettiler. Daha sonraki yıllarda aynı bölgede Pallas, Juno ve Vesta adında üç genç gök cismi daha bulundu. Herschel'in

asteroit terimi birkaç yıl sonra kullanılacak alan bulmuştu. Keşfedilen bu gök cisimleri hareketleri haricinde yıldızdan ayırt edilemeyecek kadar yıldıza benziyorlardı. Daha sonraki gözlemler daha fazla asteroiti ortaya çıkardı. On dokuzuncu yüzyılın sonuna kadar 464 asteroit keşfedildi. Bu alan nispeten düzdü ve Güneş'in etrafında her açıdan dönmüyordu. Bu özelliklerinden ötürü alana asteroit kuşağı adı verildi.

Şimdiye kadar binlerce asteroit keşfedildi ve her yıl yüzlercesi keşfedilmeye devam ediyor. Bu veriler dikkate alınınca dar bir alanda bile milyonlarca asteroitin olması normal. Ne kadar karmaşık ilişkileri olursa olsun 10.000 arkadaşı olan bir Roma ya da Yunan tanrısı olmayacağını tahmin edebilirsiniz. Bu yüzden gök bilimciler artık keşiflerine tanrı ismini vermeyi bıraktılar. Artık asteroitler oyuncuların, ressamların, filozofların, yazarların, şehirlerin, ülkelerin, dinazorların, çiçeklerin ya da mevsimlerin adını alabilirler. Hatta normal insanların bile adını verdiği asteroitler olabilir. Harriet, Jo-Ann, Ralph gibi isimler önüne numaralar alarak asteroit ismi olarak kullanılıyor: 1744 Harriet, 2316 Jo-Ann ve 5051 Ralph gibi. Kanada doğumlu amatör gök bilimci David H. Levy de pek çok asteroit keşfetmiş bilim insanlarından ve keşfettiği asteroitlerden birine benim adımımı vermiştir: 13123 Tyson. David'in bu hareketinden çok etkilenmiş ve 13123 Tyson'ın yörünge verilerini öğrenmiştim. Asteroit kuşağında hareketini sürdüren bu gök cismi Dünya yörüngesine girmiyor yani Dünya'daki yaşamı tehdit etmiyor. Bu tür verilerden haberdar olmak gerçekten iyi hissettiriyor.

580 mil olan en uzun asteroit Ceres, küre şeklindedir. Diğerleri ise daha küçüktür ve şekilleri belirsizdir. Ceres tek başına tüm diğer asteroitlerin kütlelerinin toplamının çeyreği kadardır. Bilinen tüm asteroitleri ve gözlemlenmese de var olduğu düşünülen diğer asteroitleri bir araya getirirseniz herhangi bir

gezegenin kütlesinin yanından bile geçemez. Ulaştığınız kütle ancak Ay'ın kütlesinin beşte biri kadar olur. Bu yüzden Titius-Bode'nin Güneş'e 2.8 birim uzaklıkta bir gezegenin varlığını öngörmesi biraz abartıdır.

Asteroitlerin çoğu tamamen kayadan meydana gelir. Geri kalanlar ise ya tamamen metal ya da metal ve kaya karışımıdır. Asteroitlerin çoğu ana kuşak olarak adlandırılan Mars ve Jüpiter arasındaki bölgede bulunurlar. Meydana gelişleriye Güneş Sistemi'nin ilk günlerinde oluşan cisimlerden kopan fakat bir gezegen oluşturabilecek kadar büyük olmayan parçaların bir araya gelmeleriyle gerçekleşmiştir. Fakat bu açıklama tam değildir ve tamamen metalden oluşan asteroitlerin varlığına bir açıklama getirmez. Ne olduğunu tam olarak anlamak için Güneş Sistemi'nde ne kadar büyük nesnelerin var olduğunu düşünmek gerekir.

Gezegenler bir gaz bulutu ve element yönünden zengin patlayan yıldızların kalıntılarının bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Patlayan bulut bir proto-gezegen oluşturmuştur. Bu ilk oluşum daha fazla materyal bir araya geldikçe ısınmıştır. Daha büyük ilk gezegenlerde iki önemli olay gerçekleşmiştir. Birincisi, oluşum döndükçe küreşeklini almıştır. İkincisiyse büyüyen gezegenin iç kısmı demir, nikel, kobalt, altın ve uranyum gibi ağır ve sıcak hâldeki eriyik maddelerden meydana gelmiştir. Daha hafif olan hidrojen, karbon, oksijen ve silisyum gibi elementler ise yükselmiş ve yüzeye çıkmıştır. Yer bilimciler bu süreci ayrışma olarak adlandırır. Dünya, Venüs ve Mars gibi ayrışma sürecinden geçmiş gezegenlerin iç kısmı metaldir, yüzeyi ise çoğunlukla kayadan oluşur ve iç kısma göre hacmi çok daha büyüktür.

Bir çarpışma sonucunda bu gezegenler soğusa bile parçalar orijinal yörüngeyle hemen hemen aynı yörüngede Güneş'in etrafında dönmeye devam ederler. Ayrılan parçaların çoğunluğu,

kütlenin çoğunluğu kayadan oluştuğu için kaya şeklinde olacaktır fakat iç kısımlardan kopan parçalar tamamen metalden meydana gelecektir. Aslında bu durum tam olarak asteroitlerde gözlemlenen durumdur. Yıldızlararası alanda bir demir bulutunun oluşma ihtimali yoktur çünkü bireysel demir atomları gezegenlerin oluşum sürecinde gaz bulutlarına katılmıştır. Demir atomlarının katılaşması için öncelikle bir ayrışma sürecinden geçmesi gerekir.

Güneş Sistemi gök bilimcileri asteroitlerin çoğunluğunun kayadan oluştuğunu nasıl bilebiliyor? Hatta soruyu daha da genişletirsek asteroitler hakkında bu kadar şeyi nasıl biliyorlar? Elimizdeki verilere ulaşmamızı sağlayan temel özellik asteroitlerin ışığı yansıtma özellikleri yani beyazlık dereceleridir. Asteroitler kendileri ışık yaymaz, Güneş'ten gelen ışığı soğurup onu yansıtırlar. Mesela 1744 Harriet kızılötesi ışınları soğurup yansıtabilir mi? Peki görülebilen ışığı? Ultraviyole ışınlarını? Farklı materyaller farklı ışık bantlarını değişik şekillerde soğurup yansıtırlar. Güneş ışığı tayfına aşınaysanız ve bir asteroitten geri yansıtılan ışığın tayfını gözlemleyip ölçebiliyorsanız, tayfta meydana gelen değişiklikleri, dolayısıyla da asteroit yüzeyini oluşturan materyali anlayabilirsiniz. Materyale bakarak da ne kadar ışığın yansıtacağını anlayabilirsiniz. Bu rakam ve mesafe asteroitin boyutları hakkında da bilgi verir. Son olarak asteroitin gökyüzünde ne kadar parlak olduğu konusunda da çıkarımda bulunabilirsiniz. Ya karanlık ve büyük ya da oldukça yansıtıcı ve küçük olacaktır. Asteroitin tam olarak hangi maddeden oluştuğunu bilmiyorsanız ne kadar parlak olduğuna bakarak bu sorunun yanıtını bulamazsınız.

Bu tayf analizi metodu bizi temel olarak üç başlık altında incelenebilecek bir asteroit sınıflandırmasına götürür. Asteroitler, karbon açısından zengin C tipi asteroitler, silikat açısından

zengin S tipi asteroitler ve metal açısından zengin M tipi asteroitler olarak sınıflandırılabilir. Bunun haricinde çok daha ayrıntılı bir sınıflama yapmak da mümkündür. Her asteroitin kendine has özellikleri vardır ve bunları ön plana çıkararak da sınıflamalar yapılabilir. Bu durumda sınıflamada çok daha fazla sayıda başlık bulunacaktır.

Asteroitin meydana geldiği maddeyi biliyorsanız yoğunluğunu da bilebilirsiniz. Asteroitlerin boyutu ve kütleleri üzerinde yapılan araştırmalar, bazılarının yoğunluğunun kaya yoğunluğundan daha az olduğunu göstermiştir. Bu konuya getirilebilecek mantıklı bir açıklama asteroitlerin katı olmamasıdır. Peki, asteroitlerin içeriğinde başka neler bulunabilir? Belki buz. Muhtemelen hayır. Asteroit yoğunluğunu azaltabilecek su, amonyum, karbondioksit gibi maddeleri içeriğinde bulunduramaz çünkü asteroit kuşağının Güneş'e yakınlığı bu tür maddelerin buharlaşmasına neden olur.

Bu hipotezi destekleyen ilk gözlem 28 Ağustos 1993 tarihinde uzayaracı Galileo'nun çektiği Ida Asteroiti fotoğraflarında ortaya çıkmıştır. Bu bir asteroit etrafında gözlem yapan ilk uzay aracıdır. Uydular nadir mi görünür? Bir asteroitin yörüngesinde bir uydu varsa iki, on ya da yüz uydu da bulunabilir mi? Diğer bir deyişle bazı asteroitler bir kaya yığını olabilir mi?

Sorunun cevabı olumlu. Bazı astrofizikçiler böyle asteroitleri birer enkaz yığını olarak adlandırıyor ve bu oldukça yaygın bir kullanım. Bunun en önemli örneklerinden biri olan Psyche yaklaşık 150 mildir ve yansıtıcı yüzeyi tamamen metaldir. Fakat yoğunluğuyla ilgili yapılan tahminler asteroitin yüzde yetmişten fazlasının tamamen boş olduğunu ortaya koymuştur.

Asteroit kuşağı haricinde var olan diğer asteroitler gökyüzünde serseriler gibi dolaşırlar. Dünya yörüngesine giren tehditkâr asteroitler, kuyruklu yıldızlar ve çok sayıdaki uydu bunlar-

dandır. Kuyruklu yıldızlar kozmosun kartopları gibidir. Genellikle Dünya'ya yakın alanlarda donmuş gaz, su, toz ve serbest hâldeki partiküllerin bir araya gelmesiyle oluşurlar. Aslında bu cisimler asla buharlaşmayacak maddelere sahip olsalardı asteroit olarak sınıflandırılabilirlerdi. Bir gök cisminin kuyruklu yıldız mı yoksa asteroit mi olduğu ancak nerede doğduğuna ve nerede bulunduğu bakılarak anlaşılabilir. Newton 1687 yılında Evrensel Kütle Çekim Yasası'nı açıkladığı kitabı *Principia*'yı yayımlamadan önce hiç kimse kuyruklu yıldızların yaşadığını, gezegenlerin arasında dolaştığını ya da Güneş Sistemi'nin içinde ve dışında oldukça uzun yörüngeler takip ettiğini düşünmüyordu. Kuiper Kuşağı ve ötesindeki bölgeler buzla örtülü kalmıştır ve Güneş'e doğru uzun bir yörünge bulunursa, bunun görünen su buharı ve başka gazlardan meydana geldiği, ayrıca Jüpiter yörüngesinin içine doğru ilerlediği görülmüştür. Son olarak bir kuyruklu yıldız İç Güneş Sistemi'ne yeterince ziyaret gerçekleştirirse içindeki buz tamamen kaybedip yalnızca bir kaya parçası olarak kalabilir. Yani hepsi olmasa da Dünya'yla yörüngesi çakışan bazı asteroitler kurumuş kuyruklu yıldızlar olabilir.

Öte yandan Dünya'ya düşen uçan kozmik parçalar meteorit olarak adlandırılır. Aslında çoğu asteroit gibi meteoritler de kaya ve metalden meydana gelir. Doğdukları yer ise pek çok asteroitin bulunduğu asteroit kuşağıdır. Sayısı günden güne artan asteroitler üzerinde çalışan gezegen yer bilimcilerine göre tüm meteorit ve asteroitlerin kökeninin bu kuşak olmadığı yakında ortaya çıkacaktır.

Hollywood'un bize hatırlatmayı sevdiği gibi bir asteroit ya da kuyruklu yıldız Dünya'ya çarpabilir. Fakat bu durum 1963 yılına kadar bilinmiyordu. 1963 yılında astrojeolog Eugene M. Shoemaker 50.000 yıllık Winslow, Arizona yakınlarındaki Barringer Meteorit Krateri'nin bir volkan patlaması ya da başka doğal

olaylar neticesinde değil bir meteoritin Dünya'ya çarpması neticesinde oluştuğunu ortaya çıkardı.

6. bölümde de göreceğimiz gibi Shoemaker'ın keşfi asteroit ve Dünya'nın çakışan yörüngeleriyle ilgili geniş bir merak uyardı. 1990'lı yıllarda uzay ajansları Dünya yörüngesinde olan ya da bu alana yakın bir yerde bulunan kuyruklu yıldırlar ve asteroitlere özel bir önem vermeye başladı.

Jüpiter uzaktaki asteroitler ve benzer gök cisimlerine bir yaşam alanı yaratmak konusunda çok önemlidir. Jüpiter ve Güneş arasındaki çekimsel denge alanı asteroitleri Jüpiter'in 60 derece önünde ve arkasındaki alanda toplayarak Güneş'le birlikte muhteşem bir üçgen yaratır. Bu gök cisimlerine Trojan Asteroitleri denir. Normalde uzayda kapladıkları alan ise Lagrange Noktaları olarak adlandırılır. Bir sonraki bölümde de göreceğimiz gibi bu bölgeler traktör ışığına benzer şekilde çalışır ve asteroitleri bulundukları yörünge de hızlandırır.

Jüpiter aynı zamanda Dünya'ya doğru gelen pek çok kuyruklu yıldırların da yörüngesini değiştirir. Kuyruklu yıldırların çoğu Plüton'un yörüngesiyle başlayan ve bu yörüngenin biraz daha dışına çıkan Kuiper Kuşağı'nda bulunur. Fakat Jüpiter'e yaklaşan herhangi bir kuyruklu yıldırlar daha farklı bir yörüngeye sürüklenir. Jüpiter gibi bir kapı bekçisi olmasaydı Dünya bugün olduğundan çok daha fazla tehdit altında olurdu. Adını, varlığını ilk keşfeden Hollandalı gök bilimci Jan Oort'tan alan ve Dış Güneş Sistemi'nde bulunan çoğu kuyruklu yıldırlara ev sahipliği yapan Oort Bulutu'nun, Kuiper Kuşağı'ndan kaçıp Jüpiter yörüngesinde oraya buraya savrulan kuyruklu yıldırlardan oluştuğu düşünülür. Zaten Oort Bulutu kuyruklu yıldırlarının en yakındaki yıldırla olan uzaklığı da bulutun yörüngesinin yarısı kadardır.

Gezenlerin uyduları hakkında neler söyleyebiliriz? Mars'ın uyduları olan Phobos ve Deimos gibi bazıları oldukça soluk,

küçük ve patatese benzeyen bir asteroit gibi olabilir. Jüpiter'in ise pek çok buzul uydusu vardır. Bunlar kuyrukluyıldız olarak sınıflandırılabilir miydi? Plüton'un uydularından biri olan Charon ise Plüton'dan çok da küçük değildir. İki cisim de buzul bir kütleyle sahiptir. Bu yüzden belki bu iki gök cismi ikiz kuyrukluyıldız olarak düşünülebilir. Eminim bu durum Plüton'un umurunda olmazdı.

Uzay araçları onlarca kuyrukluyıldız ve asteroit keşfetmiştir. Bunlardan ilki Amerikan yapımı araba boyutunda bir uzay aracı olan NEAR Shoemaker'dır ve Eros asteroitini hiç de tesadüfi olmayan bir şekilde 2001 yılında sevgililer gününden hemen önce ziyaret etmiştir. Araç, Eros'a ulaştıktan sonra iki hafta boyunca veri göndermeye devam etmiştir. Gezegen yer bilimcileri bu veriler sayesinde kendilerinden emin bir şekilde 21 mil uzunluğundaki Eros'un bir enkaz yığını değil, tek başına duran bir asteroit olduğunu söyleyebilmektedir.

Daha sonraki Stardust gibi uzay misyonları kuyrukluyıldız çekirdeğinin etrafında bulunan toz bulutundan geçmiş ve aerojel toplama ızgarası sayesinde buradan partiküller toplamıştır. Bu uzay misyonunun amacı kuyrukluyıldız etrafında bulunan toz parçalarına zarar vermeden onların genel yapısını anlamaya çalışmak kadar basittir. Bu amacı gerçekleştirmek için NASA aerojel adında hayalet yapısına yakın bir madde kullanmıştır. Kuru ve süngere benzer bu yapı kalın havanın %99.8'idir. Herhangi bir partikül bu maddeye büyük bir hızla girse dahi yolundan sapar ve zamanla yavaşlayıp durur. Aynı toz maddenin içine tekrar girdiğinde yüksek hızlı partikül yüzeye çıkar ve aniden buharlaşır.

Avrupa Uzay Ajansı da kuyrukluyıldız ve asteroit keşfine önem vermiştir. 12 yıllık bir misyon olan Rosetta uzay aracı iki yılda bir kuyrukluyıldız keşfetmiştir ve bu zamana kadar ulaşıla-

mayan bir yakınlıktan veri elde etmiştir. Ana kuşaktaki birkaç asteroit üzerinde daha çalışmalar devam etmektedir.

Bu gök cisimlerinin her birinde bize Güneş Sistemi'ndeki oluşum ve değişimin anahtarını verebilecek bilgiler olabilir. Güneş Sistemi'nde var olan nesnelerin türleri, etkiler sırasında Dünya'ya geçen organik moleküller, Dünya'ya yakın nesnelerin şekli, boyutu ve türü hakkındaki bilgileri de yine bu gök cisimlerinden edinebiliriz. Her zaman söylediğim gibi bir olayı ya da durumu tam olarak kavramak yalnızca olayı tam olarak kavramak değildir, o küçük olay ya da durumu daha büyük olaylarla birleştirip bilginin devamını sağlamak derin bir anlayışa varmamızı sağlayabilir. Güneş Sistemi için daha ileriye gitmek başka yıldız sistemleri aramaktır. Bilim insanlarının yapmak istediği ve bir sonraki basamak olarak gördükleri şey Güneş Sistemi dışındaki gezegenlerin ve gök cisimlerinin nasıl olduğudur. Yalnızca bu yolla bizim yaşadığımız alanın normal mi yoksa tamamen işlevsiz mi olduğunu anlamamız mümkün olabilir.

9. LAGRANGE'IN BEŞ NOKTASI

Dünya uydusundan ilk olarak ayrılan uzay aracı *Apollo 8*'dir. Bu başarı yirminci yüzyılın en önemli fakat en beklenmedik başarılarından biridir. O an geldiğinde astronomlar Satürn V roketinin üçüncü ve son basamağına ulaştılar, komut modülünü harekete geçirdiler ve buradaki üç mekanizma saniyede yaklaşık yedi mile ulaştı. Ay'a ulaşmak için gerekli enerjinin yarısı Dünya yörüngesindeyken harcanmıştı.

Üçüncü basamak ateşlendikten sonra motorlara ihtiyaç yoktu, yalnızca Ay'ın tamamen geçilmesini engellemek için yörünge düzlemini yönlendiren bir motor çalışıyordu. Çeyrek milyon yıllık yolculuğun yüzde doksanında komut modülü Dünya çekiminden uzaklaştıkça yavaşladı ve zıt yöne gittikçe zayıfladı.

Aslında astronotlar Ay'a yaklaştıkça Ay'ın çekimi arttı. Bu yüzden rotada Ay ve Dünya'nın çekim kuvvetlerinin birbirine tam olarak eşit olduğu bir noktanın olması gerekiyordu. Komut modülünün zayıflayan sinyalleri Ay'ın çekim alanına girince yeniden güç kazanmaya başladı.

Kütle çekimi hesaba katılan tek kuvvet olsaydı Ay ve Dünya'nın çekim kuvvetlerinin birbirine eşit olduğu nokta dışında hiçbir alanda zıt kuvvetler birbirini yok edemezdi. Fakat Ay ve Dünya, Dünya'nın yüzeyinin yaklaşık bin mil altında bulunan ve Ay ve Dünya'nın merkezlerini görünmez bir çizgiyle birbirine bağlayan ortak bir çekim merkezine sahiptir. Herhangi bir boyut ve hızdaki nesneler bir çizgi etrafında dönerken dışa doğru kuvvetler yaratır ve merkezden uzaklaşır. Vücudumuz da bu merkezkaç kuvvetini arabada ani bir viraj alırken ya da lunaparktaki dönen salıncaklarda hızlı bir şekilde sallanırken hisseder. Mide bulantısını tetikleyici olan klasik örnekte sizi büyük oval bir alanın ucuna yerleştirirler. Sırtınızı da duvara dayamanızı isterler. Makine dönüp hızlandıkça siz de kendinizi diğer duvara atmak için giderek artan bir kuvvet hissedersiniz. Hız en üst seviyeye çıkınca kuvvetin tam aksi yönde hareket edersiniz.

Böyle bir deneyde kendinizi çok kötü hissederseniz kusmanız çok normal. Hatta çıkardıklarınız duvara yapışıp kalabilir. Daha kötüsü, kusmak istemenize rağmen karşınızdaki gelen yüksek kuvvet etkisiyle bir türlü ağzınızdaki *baklayı* çıkaramamanız olur. Ben şimdiye kadar böyle bir durumla hiç karşılaşmadım elbette.

Merkezkaç kuvveti bir nesnenin bir süre hareket ettikten sonra kendi çizgisinde hareket etmeye devam etme eğiliminden kaynaklanır ve aslında gerçek bir kuvvet değildir. Fakat var olduğu için hesaplamalara da dâhil olur. Bunu yaptığınızda on sekizinci yüzyılın dahi matematikçisi Fransız Joseph-Louis Lagrange

(1736–1813) gibi Dünya-Ay sisteminde bir yörünge izleyen ve hem Dünya, hem Ay, hem de yörünge sistem dengesindeki merkezkaçtan kaynaklanan kuvvet etkisinde kalan noktaları görebilirsiniz. Bu özel alanlar beş adettir ve Lagrange noktası olarak adlandırılırlar.

İlk Lagrange noktası genellikle L_1 olarak kısaltılır ve Dünya ile Ay'ın arasında bulunur. Dünya'ya olan mesafesi çekim dengesine olan mesafesine göre çok az da olsa daha kısadır. Bu bölgeye yerleştirilen herhangi bir nesne Dünya-Ay merkez çekimi etrafında döner ve Ay'la aynı periyotta hareket eder. Dünya ve Ay arasındaki çizgide kilitlenmiş gibi görünür. Buradaki tüm kuvvetler iptal olsa dahi birinci Lagrange noktası oldukça kırılgandır. Bir nesne herhangi bir yönde ilerlerse üç kuvvetin birleşik etkisi ilk durumuna geri döner. Fakat nesne doğrudan Dünya'dan uzaklaşır ya da Dünya'ya yaklaşırsa çok az bir değişim olsa bile nesne ya Dünya'ya ya da Ay'a geri dönülmez bir şekilde düşer.

L_2 ve L_3 olarak kısaltılan ikinci ve üçüncü Lagrange noktaları aynı şekilde Dünya ve Ay arasındaki çizgide yer alır fakat bu sefer L_2 Ay'ın çok gerisinde uzak bir noktada, L_3 ise tam zıt yönde ve Dünya'nın gerisinde bir noktada yer alır. Bir kere daha Dünya'nın, Ay'ın ve ikisinin birlikte yarattığı çekim uyum içinde yok olur. Ve bir kere daha bu noktalardan herhangi birine koyulan bir nesne, Dünya-Ay çekim merkez yörüngesinde, Ay'la aynı aylık periyotta döner.

L_2 ve L_3 tarafından temsil edilen çekimsel tepe noktası, L_1 tarafından temsil edilene göre çok büyüktür. Bu yüzden kendinizi Dünya ya da Ay'dan aşağı doğru inerken bulursanız yakıta yapacağınız küçük bir yatırım sizi başlangıç noktanıza geri götürecektir.

L_1 , L_2 ve L_3 önemli uzay alanlarıdır fakat en iyi Lagrange noktaları olma özelliğini L_4 ve L_5 taşır. Bunlardan biri Dünya-Ay

merkez çizgisinin solunda bulunurken diğeri sağında bulunur ve ikisi de eşit kenarlı bir üçgenin tepe noktalarını oluşturur. Dünya ve Ay da diğer tepe noktalarıdır.

Diğer kardeşlerinde olduğu gibi L4 ve L5 alanlarında da tüm kuvvetler denge hâlinindedir. Fakat kırılğan bir denge hâlinde olan diğer Lagrange noktalarından farklı olarak L4 ve L5 dengeleri sabittir. Hangi noktadan yaslansanız veya eğseniz de, daha fazla eğilmeyi engelleyen kuvvetlerle karşılaşacaksınız, kendinizi aynen tepeler tarafından sarılmış bir vadide gibi hissedersiniz.

Her bir Lagrange noktası için, nesne tüm kuvvetlerin etkisiz hâlde olduğu noktada bulunmuyorsa, bulunduğu konum titreşim noktası denilen denge alanlarında sallanacaktır. Bu titreşim alanları bir tepeden düşüp en aşağı noktaya gelince bir ileri bir geri hareket eden bir topun hareketine benzetilebilir.

Yalnızca yörüngesel merakı gidermek dışında L4 ve L5, uzay kolonileri kurmak için özel alanlar olarak değerlendirilebilir. Yapacağınız tek şey yalnızca Dünya'dan değil Ay'dan ve yakınlardaki asteroitlerden alınmış gemi yapım materyallerini bu alana getirmek ve bunların yeni stokları getirene kadar bahsi geçen alandan dağılıp gitmesini engellemek olacaktır. Tüm materyaller bu sıfır yer çekimi noktasında toplandıktan sonra oldukça büyük bir uzay istasyonunu kurabilirsiniz. İstasyonu bir yörüngede çevirerek başlatılan merkezkaç kuvveti istasyonda bulunanlar için bir çekim alanı oluşturur. Uzayla ilgili merakı olan Keith ve Carolyn Henson 1975 yılının Ağustos ayında sadece bu amaç için "L5 Derneği"ni kurmuşlardır. Bu dernek adını Princeton Üniversitesi'nde fizik profesörü olan vizyoner Gerard K. O'Neill'le duyurmuştur. Dernek tarafından desteklenen O'Neill, uzayda yerleşimin mümkün olduğunu ve desteklenmesi gerektiğini söylemiş ve *Yüksek Sınır: Uzaydaki İnsan Kolonileri* adında bir kitap yazmıştır. 1987 yılının Nisan ayında dernek Ulusal Uzay

Enstitüsü'yle birleşmiş ve bugün hâlâ varlığını devam ettiren Ulusal Uzay Derneği adını almıştır.

Serbestleşme noktalarına büyük yapılar kurma fikri 1961 yılında yayımlanan Arthur C. Clarke'ın *Susuz Deniz* isimli kitabına kadar uzanır. Clarke özel yörüngelere hiç de yabancı değildi. 1945 yılında, dört sayfalık bir yazısında, Dünya'nın 24 saatlik yörüngesiyle örtüşen bir uydu yörüngesi bölgesi hakkında ilk çalışmayı yapan kişiydi. Bu yörüngedeki bir uydu Dünya'nın yüzeyinde asılı kalacak ve bir ülkeden bir ülkeye gerçekleştirilecek radyo iletişimleri için bir istasyon görevi görecek. Bugün bu işi yüzlerce uydu yapıyor.

Peki, bu gizemli alan nerede bulunur? Bugünlerde Dünya yörüngesinden daha aşağılarda bulunan yörüngede *Hubble Uzay Teleskobu* ve *Uluslararası Uzay İstasyonu* gibi Dünya'nın etrafını 90 dakikada dolaşan araçlar yer alır.

Ay uzaklığındaki nesnelerin döngüsünün tamamlanması bir ay sürer. Mantıksal olarak 24 saatlik yörüngede de ortalama bir mesafenin bulunması gerekir. Bu mesafe Dünya'nın 22,300 mil üstünde bulunur.

Aslında dönmekte olan Dünya-Ay sisteminde özel hiçbir şey yoktur. Bu sistemde beş Lagrange noktası daha yer alır. Özellikle L₂ noktası astrofizik uyduları için vazgeçilmez olmuştur. Güneş-Dünya arasındaki Lagrange noktaları bir Dünya yılında bir kere Güneş-Dünya çekim alanı etrafında hareket eder. Güneş'in tam zıttı yönde, Dünya'dan bir milyon mil uzaklıkta bulunan L₂ noktasındaki bir teleskop 24 saat boyunca Dünya'nın hiçbir müdahalesinin olmadığı alanda gece gökyüzü görüntüleri elde edebilir. Bunun aksine *Hubble* teleskobunun bulunduğu konumdan yani Dünya yörüngesinin altından Dünya çok yakındır ve gökyüzünde çok büyük bir yer kaplar, bu yüzden toplam görüş alanının yarısını kapatır. *Wilkinson Microwave Anisotropy Uzay Aracı* 2002

yılında Güneş-Dünya sisteminin L2 noktasına ulaşmıştır ve yıllarca kozmik arka plan mikrodalgası hakkında bilgi toplamıştır. Bu bilgiler büyük patlamanın adeta imzasını göstermiştir. Güneş-Dünya L2 noktasının zirvesi Dünya-Ay zirvesine göre daha geniş ve düzdür. Toplam yakıtının yalnızca %10'undan tasarruf eden bir uzay aracı bu istikrarsız denge noktasında neredeyse bir yüzyıl boyunca dolaşabilir.

Adını 1960'lardaki bir NASA yöneticisinden alan *James Webb Teleskobu*'nun yine NASA tarafından *Hubble*'in arkasından gönderilmesi bekleniyor. Bu araç da Hubble gibi L2 noktasında yaşayacak ve burada çalışmalar yapacak. Araç bölgeye ulaştıktan sonra bile daha çok aracın sığabileceği alanlar boş kalacak.

Lagrange noktalarını seven bir başka NASA uydusu ise Güneş-Dünya sisteminin L1 noktasında bulunan *Genesis*'tir. Bu durumda L1 Güneş'ten milyonlarca mil uzakta bulunuyor. İki buçuk yıl boyunca *Genesis* Güneş'e dönük bir şekilde durdu ve bu bölgeden, güneş rüzgârındakiler de dâhil olmak üzeri atom ve molekül partikülleri topladı. Materyaller daha sonra Dünya'ya gönderilip incelendi. *Genesis* çok büyük ihtimalle Güneş ve gezegenlerin meydana geldiği Güneş nebulasına dair pek çok veri sunabilecek. L1'den ayrıldıktan sonra geri dönen örnekler L2 etrafında bir dönüş yaptı ve Dünya'ya dönmeden önce bulunduğu yörüngesine tekrar yerleşti.

L4 ve L5'in denge noktaları olduğu düşünülürse uzay çöplüğünün bu noktalara yakın bir alanda toplandığı sonucuna varılabilir. Bu durumda bu alanda iş yürütmek oldukça zorlaşır. Aslında Lagrange kütle çekimi yüksek Güneş-Jüpiter alanındaki L4 ve L5 noktalarında uzay kalıntılarının toplanabileceğini hesap etmiştir. Yüz yıl sonra, 1905 yılında ilk Trojan asteroit ailesi keşfedilmiştir. Bizler şu an Güneş-Jüpiter sistemindeki L4 ve L5 noktalarında binlerce asteroit bulunduğunu ve bunların Jüpiter'le aynı

uzunlukta ve zamanda bir yörünge tamamladığını biliyoruz. Aynı şekilde Dünya-Güneş ve Dünya-Ay sistemleri arasındaki L₄ ve L₅ noktalarında da uzay çöplüğü oluşabileceğini bekleyebiliriz. Oluşur da. Fakat bu çöplüğün boyutu Güneş-Jüpiter sistemindeki çöplükle kıyaslanamayacak kadar küçüktür.

Önemli bir yan etki olarak Lagrange noktalarından başlayan gezegenlerarası yörüngeler diğer Lagrange noktalarına ya da başka gezegenlere ulaşanlara göre daha az yakıt tüketirler. Gezen yüzeyinden tüm enerjisini tüketerek çıkan bir fırlatılmanın aksine bir Lagrange noktasından fırlatılmak sabit bir havuzdan ayrılan bir gemiye benzetilebilir. Bu gemi okyanuslara ulaşırken mümkün olan en az yakıtı tüketir. Modern zamanlarda kendi kendini sürdürebilen insan ve çiftlik kolonileri yerine bu noktaları Güneş Sistemi'nin gerisine ulaşmak amaçlı bir kapı olarak kullanabiliriz. Güneş-Dünya Lagrange noktalarına ulaşan biri Mars'a giden yolun yarısını tamamlamış olur. Belki mesafe ya da zaman olarak bu gerçekleşmez ama yakıt tüketimi açısından ciddi bir tasarruf sağlanır.

Uzay yolculuğunun bir türünde Lagrange noktalarında yakıt istasyonları kurulmuş ve gezginler araçlarının yakıtlarını bu noktadan almaya başlamıştır. Ailenizi, akrabalarınızı ya da başka gezegenleri ziyaret etmek istiyorsanız bu noktalardan geçmeniz gerekmektedir. Bu seyahat modeli her ne kadar geleceğe ait görünse de ulaşılması çok zor bir yerde değildir. Çoğunluğu yakıt deposundan oluşmuş bir araçla seyahat ettiğinizi düşünsenize. Uzay araçları tam olarak bu şekilde hareket etmektedir. Neyse ki bu durum Dünya için geçerli değildir.

10. ANTİMADDEYLE İLGİLİ HUSUSLAR

Partikül fiziği, fiziğin dalları arasındaki en komik jargona sahip alan olarak benim listemde bir numarada yer alır. Başka han-

gi bilim dalında nötr vektör bozonu, negatif bir müon ya da nötr bir müon ile yer değiştirebilir? Ya da nerede bir glüon, ilginç ve neşeli bir kuarkla yer değiştirebilir. Özel isimlere sahip sayısız partiküllerin antipartikül olarak bilinen paralel bir evreni de vardır. Bu paralel evrenin tamamına antimaddeler denir. Antimaddeler bilim kurgu hikâyelerinde sürekli karşımıza çıksa da, varlıkları kurgu değildir. Ve normal maddeyle etkileşime geçip onu yok etme eğilimleri vardır.

Evren, antipartikül ve partiküller arasında özel bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu maddeler saf enerjiden birlikte doğup, yeniden enerjiye dönüşecek şekilde birbirlerini imha ederler. 1932 yılında Amerikalı fizikçi Karl David Andersen, negatif yüklü elektronun antimaddesi olan pozitif yüklü antielektronu keşfetti. O zamandan beri tüm antipartikül türleri, partikül hızlandırıcıları olarak kullanıldı. Fakat son dönemlerde antipartiküller bütün bir atom olarak bir araya getirilmeye başlandı. Almanya'daki Nükleer Fizik Araştırmaları Enstitüsü'nden Walter Oellert önderliğinde bir uluslararası grup antielektronun antiprotona bağlandığı atomlar ürettiler. Ve karşınızda antihidrojen! Bu ilk antiatomlar İsviçre'nin Cenevre kentindeki Avrupa Nükleer Araştırma Laboratuvarı'nda, yani daha iyi bilinen adıyla CERN'de, partikül hızlandırıcıları olarak üretilmişti. Partikül fiziğiyle ilgili modern gelişmelerin çoğu bu laboratuvarda gerçekleşmeye devam ediyor.

Metot oldukça basit: Bir grup antielektronu ve antiprotonu oluşturduktan sonra bunları uygun sıcaklıkta ve yoğunlukta bir araya getir ve bunların atom oluşturmasını bekle. Deneylerin ilk aşamasında Oellert'in takımı 9 antihidrojen atomu üretti. Fakat normal maddenin yoğun olduğu bir dünyada antimaddenin yaşamına devam etmesi oldukça zordu. Bu hidrojen atomları saniyenin 40 milyarda biri kadar bir süre kadar yaşayıp, normal

atomlar tarafından yok edildi. Antielektronun keşfi teorik fizik için en büyük zaferlerden biridir. Keşiften birkaç yıl önce İngiliz fizikçi Paul A.M. Dirac antielektronun varlığını tahmin etmişti. Elektron enerjisiyle ilgili formülünde iki çözüm ortaya koymuştu. Bunlardan biri pozitif, diğeri negatifti. Pozitif çözümde normal elektronun gözlemlenen özellikleri kullanılırken, negatif çözümde gerçek dünyada karşılığı olmayan bir gözlem yorumu kullanılmıştı. İki çözümü bulunan formüllere bilim dünyasında sık sık rastlarız. Basit bir örnek verecek olursak, “Hangi sayının kendisiyle çarpımı 9 eder?” -3 mü, 3 mü? İki cevap da doğrudur. Çünkü $3 \times 3 = 9$, $(-3) \times (-3) = 9$ ’dur. Formüllerin çözümlerinin gerçek dünyada bir karşılığının olacağının garantisi yoktur. Fakat fiziksel bir olgunun matematik modeli doğruysa, formül üzerinde yapılan yönlendirmeler, tüm evreni yönlendirmeye benzer. Dirac ve antimadde olayında olduğu gibi bu tür basamaklar genellikle doğrulanabilir tahminleri ortaya çıkarır. Tahminler doğrulanamazsa teorelin geçerliliğı ortadan kalkmış olur. Fiziksel sonucunu bir kenara bırakırsak, matematik modelini kullanmak, vardığınız sonuçların mantıklı ve tutarlı olduğunun garantisini verir.

Kuantum fiziğı olarak da bilinen kuantum teorisi 1920’li yıllarda geliştirilmiştir ve atom ve atomaltı partiküllerinin özelliklerini tanımlayan bir alt daldır. Yeni oluşturulmuş kuantum kurallarını kullanan Dirac, diğerk dünyadan bu dünyaya gelen bir fantom elektronunun normal bir elektron gibi davrandığını, bu yüzden arkasındaki negatif enerji denizinde bir boşluk yarattığını söyler. Bu boşluk pozitif yüklü bir antielektron olarak ortaya çıkar. Ya da bugünkü adıyla bu boşluğa pozitron denir.

Atomaltı partiküllerinin pek çok ölçülebilir özellikleri vardır. Eğer bir özelliğın zıt değeri varsa, antipartikül versiyonu zıt değeri alır, aksi takdirde partikülle aynı olacaktır. Bunun en belir-

gin özelliği elektrik yüküdür. Pozitron elektrona benzer, fakat birincisinin yükü pozitifken, ikincisinin yükü negatiftir. Benzer şekilde antiproton, protonun antipartikülüyle zıt yükleri taşır.

Belki inanmayacaksınız ama yükü olmayan nötronun bile antipartikülü vardır. Bu antipartiküle tahmin edebileceğiniz gibi antinötron denir. Antinötron, normal nötronun o olan yüküne zıt bir yüke sahiptir. Bu aritmetik sihir, nötronu oluşturan yüklü 3 partikülden kaynaklanır. Kuark olarak adlandırılan bu partiküllerin yükleri $-1/3$, $-1/3$, $+2/3$ şeklindedir. Antinötronun kuarkları ise $1/3$, $1/3$, $-2/3$ şeklindedir. Bu iki grubun da net yükü sıfıra eşittir. Fakat karşılıklı partiküllerin yükleri birbirlerine zıttır.

Antimaddeler yoğun olmayan bir havada ortaya çıkıyor gibi görünebilirler. Bir çift gama ışını yeteri kadar yüksek enerjiye sahipse, etkileşime geçip bir elektron-pozitron çiftine dönüşebilir. Böylece Albert Einstein'ın 1905 tarihli ünlü formülünde de tanımladığı gibi, büyük bir enerji küçük bir maddeye dönüşür:

$$E = mc^2$$

Basit bir dille okursak;

$$\text{Enerji} = (\text{kütle}) \times (\text{ışık hızı})^2$$

Daha basit bir dille okursak;

$$\text{Enerji} = (\text{kütle}) \times (\text{çok büyük bir sayı})$$

Dirac'ın orijinal yorumlamasında, gama ışını normal bir elektron ve elektron boşluğu yaratmak için, elektronu negatif enerji alanının dışına atar. Bunun tam tersi de mümkündür. Bir partikül ve antipartikül çarpışırsa, boşluğu doldurup gama ışını yayarak yok olurlar. Gama ışınları uzak durmamız gereken bir radyasyon türüdür. Kanıt isterseniz aniden bir deve dönüşen film kahramanı Hulk'a bakabilirsiniz.

Evde bir şekilde antipartikül üretmeyi başarırsanız, depolama problemi yaşarsınız. Çünkü antipartiküller ister kâğıt, ister plastik olsun her türlü torba ve poşeti yok eder. Yüklü antipartikülleri

depolamak için daha akıllıca bir çözüm onları güçlü, manyetik bir alanda saklamaktır. Vakumlu bir manyetik alanda bulunan antipartiküllerin, normal maddeyle etkileşime geçip yok olma olasılığı ortadan kalkmış olur. Bir şişenin manyetik karşılığı yüz milyon derecelik nükleer füzyon deneylerindeki gazlar gibi matelyallerdir. Gerçek depolama problemi, elektriksel olarak nötr tam antiatomları yarattığınızda ortaya çıkar. Çünkü bunlar manyetik bir duvara bağlanamaz. En iyisi gerekli olmadığı sürece pozitron ve antiprotonları birbirlerinden ayrı tutmaktır. Antimadde yaratmak, bu maddeler yok olduğunda ortaya çıkan enerji kadar çok enerji gerektirir. Öncesinde elinizde bir depo yakıtınız yoksa kendini yeniden üreten antimadde motorları uzay geminizden enerji emebilir. Uzayla ilgili TV programlarında ya da bilim kurgularda, madde-antimadde karşılaşmaları sırasında her zaman daha fazla enerjiye ihtiyaç olduğunu hatırlıyorum.

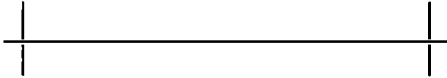
Aralarında bir fark olması beklenmezken, antihidrojen ve normal hidrojen atomlarının özelliklerinin birbirleriyle örtüştüğüne dair bir kanıt da yoktur. Kontrol edilmesi gereken özelliklerden birisi antiprotonun bağlı olduğu pozitronun tüm kuantum teorisi kurallarına uyup uymadığıdır. Bir diğeryse, antiatomun çekim kuvvetinin gücünün normal çekim kuvvetinin yerini alıp alamayacağıdır. Atom ve nükleer güçler tarafından yönlendirilen kuvvetler, kütle çekiminden daha güçlüdür. Normal boyutta nesneler yapmak için, ihtiyacınız olan antiatom sayısı normal atom sayısından çok daha azdır. Bir bilardo topu antimaddeden yapılacak olsaydı, normal bir bilardo oyunu ve antibilardo oyunu birbirinden ayırt edilebilir miydi? Herhangi bir normal bilardo topunun düşüşü, antimaddeden yapılmış bir bilardo topunun düşüşüyle aynı mıdır? Bir antiyıldız etrafında dönen antigezegen, normal bir yıldız etrafında dönen normal bir gezegene benzer mi?

Ben felsefi olarak antimaddenin normal maddeyle aynı özellikleri taşıdığını düşünüyorum. Antimaddenin de kütle çekimi, patlama ve ışıma gibi özellikleri var. Fakat ne yazık ki, bu durumda Samanyolu Galaksisi'nin yakınına gelmiş bir antigalaksi varsa, hem kendini hem de galaksimizi yok edene kadar bir tehdit altında olduğumuzu anlayamayacağız. Fakat evrende böyle bir kaderle sık sık karşılaşmayız. Mesela, normal bir yıldızın yok ettiği antiyıldızın gama ışını enerjisine dönüşmesi oldukça hızlı bir şekilde gerçekleşecektir. Toplam kütleleri Güneş'e yakın olan iki yıldız, çok parlak olacağından çarpışma sistemi milyonlarca galaksideki tüm yıldızların enerjisini geçici olarak kullanım dışı bırakacaktır. Şu ana kadar böyle bir olayın gerçekleştiğine dair herhangi bir kanıt yoktur. Yorumlayabildiğimiz kadarıyla evren, normal maddenin hâkim olduğu bir alandır. Bir başka deyişle bir sonraki galaksiler arası yolculuğumuza kadar yok olma korkularını bir kenara bırakabiliriz.

Yine de evrenin dengesi rahatsız edicidir. Yaratılış esnasında her antipartikülün karşılığında bir partikül bulunmaktaydı. Fakat bugün normal partiküller, antipartikülleri olmadan var olmaya devam ediyor. Bu durumda evrende bu dengesizliği gidecek saklı bir antimadde alanı var mıdır? Fizik kuralları evrenin yaratılışıyla ilgili teoride antimaddeye karşı maddenin tarafını mı tutmuştur? Bu sorunun cevabını belki hiçbir zaman bilemeyeceğiz. Fakat karşınıza bir uzaylı çıkarsa, onunla el sıkışıp arkadaş olmadan önce eline bir bilye verin. Top patlarsa, uzaylı bir antimaddeden meydana gelmiş demektir. Top patlamazsa, arkadaşlığınıza devam edebilirsiniz.

Üçüncü Bölüm

Doğanın Yol ve Araçları



DOĞA SORGULAYAN BİR ZİHNE KENDİNİ NASIL SUNAR?

11. SABİT OLMANIN ÖNEMİ

Sabit denince akla sadakat ya da ekonomik anlamdaki istikrar gelebilir veya hayattaki tek sabitin değişimin kendisi olduğunu düşünebilirsiniz. Evrenin de kendi sabitleri vardır. Bu sabitlerin miktarı değişmez ve doğayla matematikte sürekli karşımıza çıkar. Bu sabitlerin gerçek sayısı bilimin devamı için çok büyük önem taşır. Bunların bazıları gerçek ölçüm araçlarıyla ölçülebilecek somut varlıklardır. Bazılarıysa sadece sayısal ve matematik formüllerinde karşımıza çıkarlar. Bu soyut sabitler evrenin işleyişini anlamamızı sağlarlar.

Bazı sabitlerin geçerli olduğu belli yerler vardır. Sınırlı sabitler denen bu kavramlar sadece belli bir durum, bir nesne ya da bir alt gruba uygulanabilir. Bazı sabitler ise evrenseldir. Bunlar zaman, mekân, madde ve enerjiyle ilgili olabilir. Bu sabitler sayesinde araştırmacılar evrenin geçmişine, şimdiki hâline ve geleceğine dair yorumlarda bulunabilirler. Bilim insanları sadece belli başlı sabitlerden haberdardır. Pek çok insanın listesinde ilk

üçte olan sabitlerden bazıları ışık hızı, yer çekimi sabiti, Planck sabiti, kuantum fiziği sabitleri ve Heisenberg'in pek de meşhur olmayan belirsizlik prensibinin çözümüdür. Diğer evrensel sabitler temel atomaltı partiküllerinin kütle ve yükleridir.

Evrende ne zaman tekrar eden bir sebep-sonuç ilişkisi ortaya çıkarsa, işin içinde bir sabit vardır diyebiliriz. Sebep ve sonucu ölçmek için neyin değişken neyin sabit olduğunu hesaba katmak gerekir. Zaman zaman caydırıcı olsa da basit korelasyonun sonuçla karışmadığından emin olmak gerekir. 1990'lı yıllarda Almanya'da hem leylek sayısı hem de evde doğum oranları arttı. Evde doğum oranlarındaki artışı leyleklerin evlere çocuk servisini daha aktif hâle getirmelerine bağlayabilir miyiz? Sanmıyorum.

Bir kere sabitinizin varlığından emin olursanız değerini ölçebilir ve henüz düşünülmemiş ya da keşfedilmemiş olgular, yerler ve nesneler ortaya koyabilirsiniz.

Alman matematikçi Johannes Kepler, evrendeki ilk değişmeyen fiziksel niceliği keşfetmiştir. Kepler, 1618 yılında bir gezegenin Güneş etrafında geçirdiği zamanın karesinin gezegenle Güneş arasındaki mesafenin küpü kadar olduğunu ortaya koymuştur. Daha sonra bu keşfin yalnızca Güneş etrafındaki gezegenler için değil herhangi bir galaksi merkezinin etrafındaki tüm yıldızlar ve bir galaksi kümesi etrafındaki tüm galaksiler için de geçerli olduğu ortaya çıktı. Tahmin edebileceğiniz gibi Kepler bunun farkında olmasa da bu durumun ortaya çıkmasını sağlayan bir sabit vardı. Fark edilmesi 70 yıllık bir süreci alsa da Kepler'in buluşunda Newton'ın çekim sabiti kendini gösteriyordu.

Okulda karşımıza çıkan ilk sabit, Yunan alfabesinde π harfiyle gösterilen pi sayısıdır. Pi sayısı en basit ifadesiyle bir dairenin çevresinin çapına oranıdır. Diğer bir ifadeyle bir dairenin çapından yola çıkıp çevre uzunluğunu bulmak isterseniz çap ile

pi sayısını çarpmanız gerekir. Pi sayısı aynı zamanda çember, elips, bazı katıların hacmi, sarkaç hareketleri, ip titreşimleri ve elektrik dolaşımı gibi konularda da kullanılır.

Pi sayısında tüm rakamların tekrar etmesi çok uzun bir zaman alır. Ondalık kısımda tüm rakamları görmek istersek, pi sayısını 3.14159265358979323846264338327950 şeklinde yazmamız gerekir. Nerede ve ne zaman yaşarsanız yaşayın, hangi milletten, yaştan ya da dinden olursanız olun, pi sayısının değerini hesapladığınızda evrendeki diğer herkesle aynı sonuca varırsınız. Pi gibi sabitler, insan ilişkilerinin müdahale edemediği ve asla edemeyeceği uluslar üstü bir alanda bulunur. Hatta insanlar bir gün uzaylılarla iletişime geçmeyi başarırsa, bunu kozmosun *lingua franca'sı* olan matematikle yapacaklardır.

Pi irrasyonel bir sayıdır. Pi'nin gerçek değerini tek bir rakamla ifade edebiliriz. Fakat irrasyonel sayıların varlığıyla ilgili hiçbir ipucuna sahip olmayan ilk matematikçiler pi'yi 25/8 olarak göstermenin ötesine gidememiştir. Milattan önce 1650 yılında Mısırlılar pi sayısını 256/81 olarak bulmuşlardır. Milattan önce 1250 yılında Yunan matematikçi Arşimet geometri bulgularını da hesaba katarak 223/71 ve 22/7 sayılarına ulaşmıştır. Kendisinin de tam değer bulamadığının farkında olan Arşimet, pi sayısının bu iki değer arasında olduğunu söylemiştir. Pi sayısı İncil'de de karşımıza çıkar. Kral Solomon'un tapınağının anlatıldığı paragrafta zamanın şartlarına göre pi sayısı ile ilgili oldukça zayıf bir tahmin yer alır. Burada bahsedilen çap 10 birim, çevre ise 30 birimdir. Pi sayısı 3'e eşit olsaydı, bu tahmin doğru olacaktı. Bundan 3000 yıl sonra 1897 yılında Indiana Parlamentosu çevrenin çapa oranının 3,2 olduğunu ilan etmiştir.

Bugün ismi bir algoritmada yaşayan, dokuzuncu yüzyılda Irak'ta bulunmuş, en ünlü matematikçilerden biri olan Muhammed Musa El-Harezmi, pi sayısı ile ilgili kesinliği artırmak için

alışmalar yaptı. Elektronik bilgisayarların yaygınlaşmasıyla bu çalışmalar en üst seviyeye ulaştı. Yirmi birinci yüzyılın ilk yıllarında pi sayısının bilinen rakamları bir trilyona ulaştı.

Newton'ın pi sayısının hesaplanmasına yaptığı katkılar en az hareket ve Evrensel Kütle Çekim Yasası kadar önemlidir. 1687 yılında yayımlanan eseri *Principia*'da, hesaplamaya yaptığı katkılar görülebilir.

Newton'ın bu kitabı yayımlanmadan önce ismi daha sonra fizik olarak anılacak mekanik bilimiyle uğraşan bilim insanları sadece gördüklerini tanımlıyordu. Aynı şeyin daha sonra, aynı şekilde tekrar edeceğini düşünüyorlardı. Newton'ın hareket yasası ortaya atıldıktan sonra kuvvet, kütle ve hızın farklı koşullarda ilişkileri etkilediği görüldü. Tahmin edilebilirlik bilim dünyasına girdi. Hatta tahmin edilebilirlik hayatımızın tümüne girdi. Birinci ve üçüncü formülünden ayrı olarak Newton'ın ikinci formülü bir eşitliktir:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

F burada bir nesneye uygulanan net kuvveti, m kütleyi, a ise nesnenin ivmesini ifade eder. Daha basit bir dille anlatacak olursak, büyük bir kuvvet büyük bir ivmeye sebep olur. Bir nesneye uygulanacak kuvveti ikiye katlarsanız, ivmesini de ikiye katlamış olursunuz. Nesnenin kütlesi formüldeki sabittir. Belli bir kuvvetten ne kadar ivme kazanacağınızı tam olarak hesaplamınıza yardımcı olur.

Peki, nesnenin kütlesi sabit olmasa ne olurdu? Bir roket fırlattınız ve deposundaki yakıt tükenene kadar kütlesi sürekli azaldı. Ya da bir nesnenin kütlelerinin, ona bir şey eklemeyen veya ondan bir şey çıkarmadan değiştiğini düşünün. Einstein'ın Özel İzafiyet Teorisi tam olarak bunu anlatır. Newton'ın evreninde her nesnenin, sabit ve değişmez bir kütlesi vardır. Einstein'ın izafiyet evrenindeyse nesnelerin değişmeyen hareketsiz bir kütleleri ve

hızlarına göre değişen diğer kütleleri vardır. Einstein'ın değişmez kütle kavramı, Newton'ın formülündeki kütle kavramına denk gelir. Einstein'ın evreninde bir nesneye ivme verdikçe, onun ivmeye karşı direnci artar. Bu da kütlelerinde artışa sebep olur. Newton bu kavramın izafi etkilerinin çok önemli olduğunu düşünmemiştir. Çünkü bu etkiler ancak ışık hızıyla karşılaştırılabilir seviyelerde önem kazanıyordu.

Pek çok fizik kuralı için geçerli olduğu gibi Newton'ın hareket kuralları da oldukça basit ve anlaşılırdır. Evrensel çekim kanunu ise biraz daha karmaşıktır. Bu kanuna göre iki nesne arasındaki çekim kuvveti bu nesneler ister Dünya ve bir top, ister Ay ve Dünya, ister iki atom ya da iki galaksi olsun, nesnelerin kütleleri ve aralarındaki mesafeye bağlıdır. Daha net bir şekilde ifade edecek olursak, çekim kuvveti bir nesnenin kütlelerinin diğer nesnenin kütlelerine oranına bağlıdır. Nesneler arasındaki mesafenin ise karesiyle orantılıdır. Bu özellikler bize doğanın işleyişine dair büyük ipuçları verir. İki nesne arasındaki çekim kuvveti belli bir uzaklıktan F değerine eşitse, mesafe iki katına çıktığında F değerinin dörtte biri, üç katına çıktığındaysa F değerinin dokuzda biri olur.

Fakat bu bilgi tek başına, işleyen kuvvetlerin gerçek değerini hesaplamak için yeterli değildir. Bu ilişkinin bir sabite ihtiyacı vardır. Bu durumda yer çekimi sabiti olarak bilinen G devreye girer.

Mesafe ve kütle arasındaki ilişkiyi fark etmek, Newton'ın en önemli öngörülerinden biriydi. Fakat Newton G değerini ölçmemiştir. Bunu yaparak, G 'yi tamamen sabit bırakıp, eşitlikteki diğer her şeyi bilmek zorunda kalmıştır. Fakat Newton'ın zamanında, formül tam olarak bilinmiyordu. İki topun kütlesi ve aralarındaki mesafe rahatlıkla ölçülse de karşılıklı çekim kuvvetlerini ölçebilecek kadar teknolojik bir alet yoktu. Dünya ve bir top arasındaki

çekim kuvveti ölçülebilirdi. Fakat Dünya'nın kütlesini ölçmenin bir yolu yoktu. *Principia* yayımlandıktan 100 yıl sonra, 1798 yılında, İngiliz kimyacı ve fizikçi Henry Cavendish, G'yi güvenilir bir şekilde ölçtü. Cavendish şimdilerde ünlü olan ölçümünü yapabilmek için uçlarına iki inç çapında toplar yerleştirdiği halterler kullandı. Halterin ortasında ince dikey bir kablo vardı ve malzemenin ileri geri gitmesini sağlıyordu. Cavendish, tüm malzemeleri hava geçirmez bir yere koymuştu. Bu mekanizmanın dışına ise 12 inç çapında iki topu çapraz bir şekilde yerleştirmişti. Dışarıdaki topların çekim kuvveti halteri çekiyordu ve sabit durması gereken kabloyu hareket ettiriyordu. Cavendish bir kilogramda bir saniye için G değerini 0,00000000006754 olarak buldu.

Elindeki malzemelerle iyi bir tasarım yapması çok kolay değildi. Yer çekimi o kadar zayıf bir kuvvettir ki, hemen hemen hiçbir şey, hatta hafif hava akımları bile, bir deney sırasında çekimin etkisi altına girmez. On dokuzuncu yüzyılın sonlarında Macar fizikçi Loránd Eötvös yeni ve gelişmiş bir Cavendish tipi aygıt kullanarak G tahminlerinde küçük gelişmeler yaşanmasını sağladı. G deneylerini yapmak o kadar zordur ki, bugün gelinen noktada bile sayının ondalık kısmına ancak birkaç rakam daha eklenebilmiştir. Seattle'daki Washington Üniversitesi'nde Jens H. Gundlach ve Stephen M. Merkowitz tarafından yürütülen deneylerde 0,000000000066742 değerine ulaşılmıştır. Bu iki bilim insanının da söylediği gibi, ölçmek zorunda oldukları değer, tek bir bakterinin değerine eşittir.

G değerini bildiğimizde, Dünya'nın kütlesi gibi büyük değerlere ulaşabilirsiniz. Bu da Cavendish'in asıl hedefiydi. Gundlach ve Merkowitz'in dünyanın ağırlığıyla ilgili bulduğu en iyi değer $5,9722 \times 10^{24}$ kg'dir.

Son yüzyılda keşfedilen pek çok fizik sabiti atomaltı partikül-

lerini etkileyen kuvvetlerle ilişkilidir. Bunların arasındaki en önemli sabit 1900 yılında Alman fizikçi Max Planck tarafından keşfedilmiştir. H harfiyle gösterilen Planck sabiti, kuantum mekaniğinin keşfinde önemli rol oynamıştır. Fakat Planck bu sabiti, bir nesnenin sıcaklığı ve yaydığı enerji arasındaki ilişkiyi araştırırken bulmuştur. Bir nesnenin sıcaklığı atom ya da moleküllerindeki ortalama kinetik enerjinin ölçüsüdür. Bazı partiküller çok hızlı hareket ederken, diğerleri nispeten yavaş hareket eder. Tüm bu aktivite sırasında enerjiyle birlikte ışık da yayılır. Sıcaklık yeterince yüksek olduğunda nesne görünür şekilde korlaşmaya başlar. Planck zamanında fiziğin en büyük zorluklarından biri, özellikle en yüksek enerji bandındaki bu ışıkların tayflarını açıklamaktı.

Planck'a göre yayılan tayfı tam olarak kaldırmak enerjinin kendisini bütünleştirmek ya da daha fazla bölünmeyecek şekilde küçük birimlere ayırmaktan geçiyordu.

Planck, H sabitini enerji tayfı formülüne koyduğunda bu sabit her yerde görünmeye başladı. H'yi bulmak, ışığı kuantumla tanımlayıp anlamayı sağlıyordu. Işık daha yüksek bir frekanstaysa, enerjisi de daha fazla oluyordu. En yüksek frekanstaki gama ışınları yaşama en büyük zararı veren ışıklardır. En düşük frekanstaki radyo dalgalarıysa, hayatımızın her anında vardır ve hiçbir zarar vermez. Yüksek frekanstaki radyasyonun zararlı olmasının sebebi, daha fazla enerji taşımasındandır. Peki, enerjinin daha fazla olduğunu nasıl anlarız? Elbette frekansın payından. Peki, bu oranı ne ortaya çıkarır? Planck sabiti olan H. G'nin ne kadar küçük bir sabit olduğunu hesaba kattığınızda, H için mevcut en iyi değere bir göz atmanızı tavsiye ederim:

0,000000000000000000000000000000000066260693.

H'ın en güzel şekilde ortaya çıktığı alanlardan bir tanesi, 1927 yılında Alman fizikçi Werner Heisenberg tarafından ortaya atılan

belirsizlik prensibidir. Belirsizlik prensibi kaçınılmaz kozmik değiş-tokuş kavramlarını ortaya koyar. Yer, zaman, enerji, hız gibi farklı temel fizik değişkenlerinin ikisinin miktarını tam olarak ölçmek mümkün değildir. Bir başka ifadeyle, bu çiftlerden birinin belirsizliğini azalttığınızda diğeriyle ilgili yaptığımız tahminin kesinliği de azalır. H değeri yapacağınız tahminin kesinliğine bir sınır getirir. Normal hayatta ölçüm yaparken değiş-tokuşların önemli bir etkisi yoktur. Fakat atom boyutuna geldiğinizde, H etkisini net bir şekilde hissettirir.

Bu size çelişkili gibi görülebilir, fakat son 10 yılda bilim insanları sabitlerin sonsuz olmadığına dair deliller aramaktadır. 1938 yılında İngiliz fizikçi Paul A.M. Dirac, Newton'ın G değerinin evrenin yaşına oranla azalabileceğini ortaya atmıştır. Bugün fizikçiler değişebilen sabitlerin peşine takılmışlardır. Bazıları zamanla, bazıları bulundukları konumun etkisiyle, bazılarıysa daha önce test edilmemiş alanlarda değişebilen sabitler aramaktadır. Er ya da geç bir sonuca ulaşacakları kesindir. Bu yüzden kulağınız, sabitlik kavramının yalan olduğuna dair çıkacak haberlerde olsun.

12. HIZ LİMİTLERİ

Süpermen veya bir uzay gemisi de dâhil, çok az şeyin hızlanan bir kurşundan daha hızlı hareket ettiğini görürüz. Fakat hiçbir şey ışığın boşluktaki hareketinden daha hızlı değildir. Hiçbir şey. Işık ne kadar hızlı hareket ederse etsin hızı sonsuz değildir. Işığın bir hızı olduğuna göre uzaya bakmak aynı anda zamanda da geriye bakmak demektir. Işık hızıyla ilgili incelemeler bize aynı zamanda evrenin yaşıyla ilgili mantıklı tahminler yapma imkânı da tanır.

Bu kavramlar sadece kozmik kavramlar değildir. Duvardaki lamba düşmesine bastığınızda, ışığın yere ulaşmasını bekleme-

nize gerek yoktur. Sabahları kahvaltı yaparken, gözünüzü çocuklarınızdan ayırıp onlara tekrar baktığınızda 3 nanosaniye önceki hâllerini görürsünüz. Pek mümkün olmasa da çocuklarınızla bir gün Andromeda Galaksisi'ne giderseniz kafanızı çevirip onlara tekrar baktığınızda 2 milyon yaşına geldiklerinizi görürsünüz.

Ondalık kısımlarını hesaba katmazsak, ışığın boş bir alandaki hızı, saniyede 186,282 mildir. Bu sayıyı bu kadar net bir şekilde ölçebilmek yüzyıllar almıştır. Bilimsel metotlar bu kadar gelişmemiş ve teknolojik aletler bu kadar yaygınlık kazanmamışken bazı düşünürler, ışığın doğasına ait fikirler ortaya atmıştır. Işık gözün algıladığı bir özellik midir, yoksa nesnenin bir özelliği midir? Bir partikül demeti midir, yoksa dalga mıdır? Hareket mi eder, yoksa sadece ortaya mı çıkar? Hareket ediyorsa, bu hareketin hızı ve mesafesi ne kadardır?

Milattan önce beşinci yüzyılın ortalarında Yunan filozof, şair ve bilim insanı Empedokles ışığın ölçülebilir bir hızda seyahat edip etmediğini merak etmişti. Fakat dünya bu sorunun cevabını bulmak için Galileo'yu beklemek zorundaydı. 1638'de yayımlanan *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar* isimli kitabında Galileo bu basamakları anlatır. Gecenin bir yarısında elinde fener olan iki insan birbirinden uzakta, fakat birbirlerini tam olarak görebilecekleri bir alanda dururlar. Birisi fenerini kısa bir süre yakar, diğeri bu ani ışığı görür ve kendi fenerini yakar. Bu deneyi bir milden daha kısa bir mesafede gerçekleştiren Galileo şunları yazmıştır:

Karşıdaki ışığın ortaya çıkmasının ani olup olmadığına dair kesin bir şey söyleyemesem de sıra dışı bir şekilde hızlı olduğunu kesinlikle söyleyebilirim. (s.43)

Galileo'nun düşüncesi oldukça mantıklıydı. Fakat ışık demeti pasajına çok daha yakında duruyordu.

Yaklaşık 20 yıl sonra Hollandalı gök bilimci Ole Rømer, Jüpi-

ter'in en içteki uydusu Io'nun yörüngesini gözlemleyerek spekülasyonları azalttı. 1610 yılının Haziran ayından beri Galileo'nun teleskobu Jüpiter'in en büyük ve parlak dört uydusunun görüntüsünü yakaladıktan sonra gök bilimciler Jüpiter'in uyduları üzerine kafa yormaya devam etti. Yıllar süren gözlemler Io'nun ortalama yörünge tamamlama süresinin yaklaşık 42,5 saat olduğunu ortaya çıkarmıştır. Rømer'in keşfettiği şey ise Dünya Jüpiter'e en yakın noktaya geldiğinde Io'nun beklenenden 11 dakika daha erken kaybolması ve Dünya Jüpiter'e en uzak noktaya geldiğinde Io'nun beklenenden 11 dakika daha geç kaybolmasıdır. Rømer'e göre Io'nun yörüngesel davranışı, Dünya'nın Jüpiter'e göre konumundan etkilenmemelidir. Beklenmedik durumların genel nedeni ışık hızına bağlanmıştır. Çünkü 22 dakikalık zaman farkı ışığın Dünya yörüngesi çapında hareket etmesi için gereken zamana denk gelir. Bu bilgiyle yola çıkan Rømer ışık hızının saniyede 130 bin mil olduğunu tespit etmiştir. Bu tahmin, ilk tahmin olduğu düşünüldüğünde oldukça iyidir ve %30'luk doğruluk payına sahiptir. En azından Galileo'nun "ani" kelimesinden daha net bir ifadedir. Büyük Britanya Krallığı'nın üçüncü gök bilimcisi olan James Bradley ışık hızıyla ilgili kalan şüpheleri neredeyse sıfıra indirmiştir. 1725 yılında Gamma Draconis isimli yıldızı gözlemleyen Bradley, yıldızın gökyüzündeki konumunda mevsimsel bir kayma olduğunu fark etmiştir. Bunu bulmak onun üç yılını alsa da, kaymanın nedenini Dünya'nın sürekli yörüngesel hareketi ve ışık hızına bağlamıştır. Bugün Bradley'in yaptığı keşif, yıldız ışığı sapması olarak bilinir. Şimdi bir örnek düşünelim. Yağmurlu bir günde, yoğun bir trafikte arabanın içinde oturuyorsunuz. Sıkıldınız ve camınızı açıp yağmur damlalarını toplamak için büyük bir tüpü elinize aldınız. Rüzgâr yoksa yağmur damlaları dikey bir şekilde düşecek ve siz de tüpü dikey bir şekilde tutarsanız, yağmur damlalarını toplamanız kolaylaşa-

caktır. Yağmur damlaları tüpün ağzından girip, en dibe ulaşacaktır.

Trafik açıldığında arabanız yeniden hız kazanacak ve az önce dikey bir şekilde yağan yağmurun arabanızın camında verevli çizgiler bıraktığını göreceksiniz. Bu kez yağmur damlalarını daha iyi toplamak için elinizdeki tüpü de eğime uygun bir açıyla tutmanız gerekecektir. Arabanın hızı arttıkça açı da genişleyecektir.

Bu örnekte hareket eden araba Dünya'ya karşılık gelir. Teleskop, yağmur damlalarını topladığınız tüp, yıldız ışığı ise düşen yağmur damlalarına benzetilebilir. Yıldız ışığını yakalayabilmek için teleskobun açısını ayarlamanız gerekmektedir. Bu açı yıldızın gökyüzünde bulunduğu gerçek konumdan farklıdır. Bradley'in gözlemleri sıra dışı gibi görünse de o, iki temel astronomik fikri gözlem verileriyle ilk doğrulayan kişidir. Bu fikirlerden birisi ışığın ölçülebilir bir hızı olduğu, diğeryse Dünya'nın yörüngesinin Güneş etrafında olduğudur. Bradley aynı zamanda ışığın ölçülebilir hızının saniyede 187 bin mil olduğunu söyleyerek daha doğru bir sayı vermiştir. On dokuzuncu yüzyılın sonunda fizikçiler ışığın da ses gibi dalgalarla hareket ettiğinin farkına varmıştır. Ses, hareket etmek için hava gibi bir kanala ihtiyaç duyuyorsa, ışığın da böyle bir kanala ihtiyaç duyduğunu düşünmüşlerdir. Boşlukta başka ne bir dalga hareketi yaratabilir? Bu gizemli kanal, esir maddesi olarak adlandırılır. Kimyacı Edward W. Morley ile çalışan fizikçi Albert A. Michelson bu maddeyi tespit etmeyi kendine görev edinmiştir. Michelson ilk olarak çatışma ölçeği olarak bilinen bir alet icat etti. Bu aletin bir versiyonu ışık huzmesini ayırarak iki farklı açıya gönderir. Her bir parça bir aynadan geri yansır ve baştaki ayırıcıya geri döner. Burada geri dönen ışıklarla birlikte ilk ışık tekrar analiz edilir. Çatışma ölçeğinin kesinliği, deney yapanların farklı hızdaki iki ışık huzmesi

üzerinde ölçüm yapmasını sağlamıştır. Bu da esir maddesini tespit etmek için mükemmel bir araç hâline gelmiştir. Michelson ve Morley ışık huzmesinin birinin Dünya'nın hareket yönüyle aynı diğerininse tam tersi olmasını sağlarlarsa, ilk huzmenin hızının esir yoluyla Dünya'nın hareketine dâhil olacağını, ikinci huzmenin hızının da hiç etkilenmeyeceğini düşünmüşlerdir.

Fakat bu iki bilim insanı yaptıkları deneyden bir sonuç alamamışlardır. Farklı yönlere giden huzmeler, hız üzerinde hiçbir etki yaratmamıştır. İki ışık da baştaki ayırıcıya geri dönmüştür. Dünya'nın esir yoluyla hareketinin, ölçülen esir hızıyla hiçbir etkisinin olmadığı görülmüştür. Esirin ışığın iletimini sağladığı düşünülüyor, fakat tespit edilemiyorsa böyle bir madde hiç olmayabilir. Bu durumda ışık hiçbir araca ya da sihre ihtiyaç olmadan kendi kendine hareket ediyor görülebilir. Bu durumda esir maddesi onaylanmamış bilimsel eserler mezarlığında kendine yer aramalıdır.

Michelson pratik zekâsı sayesinde ışık hızı değerini daha sonra saniyede 186,400 mil olarak hesaplamıştır.

1905'de başlayan ışık hareketi araştırmaları zamanla tuhaf bir hâl almıştır. O yıl Michelson ve Morley'in çıkaramadığı sonucu Einstein, Özel İzafe Teorisi'ne dönüştürüp yayımlamıştır. Ona göre boşluktaki ışık hızı evrensel bir sabittir ve bu ışığın yayıldığı kaynağa ya da ölçümü yapan kişinin hızına göre değişmez.

Einstein haklıysa sonuç ne olur? Işık hızının yarı hızında hareket eden bir uzay gemisinde olsanız, siz ve evrendeki diğer herkes yayılan herhangi bir ışığın hızını saniyede 186,282 mil olarak bulursunuz. Işığın arkasında, üstünde ya da herhangi bir yanında olsanız da bu hız değişmez.

Tuhaf bir durum.

Hareket hâlinde bir trende giderken bir silahı ateşleseniz, kurşunun hızına trenin hızının da ekleneceğini düşünebilirsiniz.

Trenin arkasından geriye doğru ateş ederseniz, kurşunun hızından trenin hızının eksileceğini düşünebilirsiniz. Bunlar kurşun için doğrudur, Einstein'a göre ışık için doğru değildir.

Einstein elbette ki haklıydı ve çıkarımları sarsıcıydı. Eğer bu hayali uzay gemisindeki ışığı herkes, her zaman aynı hızda ölçüyorsa, pek çok farklı şeyi de kabul etmek zorundayız. Öncelikle uzay gemisinin hızı arttıkça sizin, ölçüm araçlarınızın, uzay gemisinin ve diğer her şeyin uzunluğu herkes tarafından görülecek şekilde, hareket yönünde azalır. Bunun yanı sıra kendi zamanınız ışık hızının eski sabit değerini bulabilmenizi garanti etmek amacıyla buna yetecek kadar yavaşlar. Tam da burada devreye üst düzey bir kozmik komplo girer.

Işık hızı ölçümünde ondalık kısımların hesaplanmasında gelişen formüller kullanılmaktadır. Fizikçiler bu oyunda kendilerini aşmak için çaba harcamaktadır.

Hız birimleri her zaman, zaman ve uzunluk birimleriyle örtüşür. Saatte 50 mil ya da saniyede 800 metre gibi örnekler vermek mümkündür. Einstein, Özel İzafe Teorisi'yle ilgili çalışmalarına başladığında, saniyenin tanımı yapılmıştı. Fakat metrenin oldukça kullanışsız bir tanımı vardı. 1792 yılında bile metre Kuzey Kutbu'ndan Ekvator'a Paris üzerinden uzanan boylamın 10 milyonda biri olarak tanımlanmaktaydı. 1889 yılında Fransa'nın Sevr şehrindeki uluslararası ağırlık ve ölçü bürosunda, platin ve iridyumdan yapılmış tepsinin boyu metrenin ölçüsü olarak yeniden tanımlandı. 1960 yılında ise metredeki kaymalar sonucunda yeni bir tanım yapılması gerekti. Metre boşlukta 1,650,763.73 dalga boyu olarak tanımlandı.

Işık hızının metre uzunluğundan daha net bir şekilde ölçülebileceği daha sonra anlaşılmıştır. 1983 yılındaki ağırlık ve ölçüler genel konferansında ışık hızı sonunda tanımlanmıştır. Bu tanıma göre ışık hızı saniyede 299,792,458 metredir. Başka

bir deyişle metrenin tanımını ışık hızıyla birimlendirilebilir. Bu durumda metre ışık hızının boşlukta 1 saniyede aldığı yolun $1/299,792,458$ 'idir. Yani yarın birisi ışık hızının değerini 1983'teki değerinden daha net bir şekilde bulursa, metrenin de tanımını yeniden yapması gerekecektir.

Siz yine de endişelenmeyin. Işık hızının değeriyle ilgili yapılacak bir iyileştirme, okul kitaplarında yer almayacak kadar küçük olur.

Işık hızı astrofiziksel olarak kutsal olsa da, sabit değildir. Hava, su, cam, pırlanta gibi ışık geçirir maddelerde ışık, boşlukta olduğundan daha yavaş ilerler.

Işığın boşluktaki hızı sabittir ve bir miktarın gerçekten sabit olabilmesi için ölçümün yeri, zamanı ve şekli dikkate alınmaksızın sabit kalması gereklidir. Büyük patlamadan bu yana geçen 13,7 milyar yılda ışık hızının değişip değişmediğine dair ipuçları aranmaktadır. Özellikle Planck sabiti, π ve elektron yüküyle etkileşime geçen, ince yapı olarak bilinen yapı sabiti, bu konuyla ilgili mercek altına alınmıştır. Bu sabit, galaksi ve yıldız tayflarını etkileyen, atomların enerji seviyelerindeki küçük kaymaların ölçüsüdür. Evren devasa bir zaman makinesi olduğu için, ince yapı sabitinde meydana gelebilecek herhangi bir değişim, kozmos gözlemlerinde ortaya çıkacaktır. Oldukça güçlü sebeplerden ötürü fizikçiler Planck sabiti ya da elektron yükünde bir değişiklik olmayacağını, π 'nin değerini mutlaka koruyacağını düşünse-ler de, meydana gelebilecek herhangi bir çelişkili durumda ışık hızını sorgulayacak kapıyı açık bırakmışlardır.

Astrofizikçilerin evrenin yaşını hesaplamakta kullandıkları ölçülerden biri de ışık hızıdır. Işık hızı her zaman sabit olarak düşünüldüğü için, hızda meydana gelen değişimler gözden kaçmaz. Fakat Ocak 2006 itibariyle fizikçiler, ince yapı sabitinde zaman ve uzayda hiçbir değişim kanıtı olmadığını bulmuşlardır.

13. ÖFKEDEN DELİYE DÖNEN TOPLAR

Topla oynanan neredeyse tüm oyunlarda, topun bir noktadan sonra zıvanadan çıktığı olur. Basketbol, futbol, golf, tenis gibi oyunlarda topa vurulur, top eğilir, kısacası yere düşmeden önce bir süre havada kalır.

Havadaki sürtünme tüm topların yörüngesini etkiler. Fakat Newton'ın 1687'de yayımlanan *Principia* adlı eserinde topun düşeceği yer ya da hareket hâlindeki durumu dikkate alınmadan temel olarak aldığı yol bir formülle ifade edilmiştir. Yıllar sonra Newton *Dünya'nın Sistemi* isimli eserinde bir taşı dikey bir şekilde daha yüksek hızla fırlatırsanız, neler olabileceğini anlatan tanımlar yapmıştır. Newton'ın ilk bulguları oldukça açıktır. Yer ile salınma noktası birbirinden uzaklaştıkça çarpma kuvveti artar ve taş belirlenen boylamın dışına çıkar. Newton bu durumda yeteri kadar yüksek hıza ulaşan bir taşın, Dünya'nın çevresinde yere hiç değmeden hareket edebileceği sonucunu çıkarmıştır. Aynı şekilde bir nesne, yörünge adı verilen bir çemberde sonsuza kadar hayatına devam edebilir. Kimse bu nesnenin kafasının ne kadar atmış olduğunu sorgulamaya kalkmasın.

Dünya'nın yörüngesinde gezinebilmek için ulaşılması gereken hız, saatte 18 bin milden biraz daha azdır. Bu hızla tam bir dönüş yaklaşık bir buçuk saat sürer. İlk yapay uydu olan *Sputnik 1* ya da Dünya'nın atmosferinin dışına çıkan ilk insan Yuri Gagarin fırlatıldıktan sonra bu hıza ulaşmamış olsaydı, tam bir dönüşü gerçekleştiremeden Dünya'ya geri dönmeleri gerekecekti.

Newton aynı zamanda küresel bir nesnenin çekiminin tamamen merkezinde toplanıyormuş gibi hareket ettiğini de tespit etmiştir. Yani Dünya yüzeyindeki iki insan arasındaki herhangi bir çarpışmanın da bir yönü vardır. Fakat bu durumda yörünge yeryüzünde kesinti yaratır. Bu durum Merkür'e giden uzay gemisi *Freedom 7*'nin 1961 yılında Alan B. Shepard öncülüğünde

gerçekleştirilen 15 dakikalık yolculuğu için de geçerlidir. Dünya'nın yüzeyi dönmeseydi tüm nesneler mükemmel bir şekilde hareket edebilir ve Dünya'nın merkezindeki yörüngelerini tamamlayabilirdi.

Yer çekimi kuvveti yörüngeler arasında bir ayırım yapmasa da NASA bu ayrımı yapar. Shepard'ın hava direnci olmadan gerçekleştirdiği yolculuğu neredeyse atmosferin hiç olmadığı bir seviyeye ulaşarak son bulmuştur. Yalnızca bu sebepten ötürü medya Amerika'nın ilk uzay gezgini olarak Shepard'ı gösterir. Yörünge altı yollar balistik füzeler tarafından kullanılan yörüngelerdir. El bombası gibi fırlatıldıktan sonra hedefine kavis çizerek ulaşan füzeler yer çekimi kuvvetiyle havalanabilirler. Bu kitle imha silahları Dünya'nın çapının yarısını 45 dakikada geçebilecek kadar hızlı hareket ederler. Bir balistik füze yeteri kadar ağırsa, klasik bir bombanın yarattığı patlamadan oluşacak hasara göre çok daha fazla hasar yaratabilir. Dünya'nın ilk balistik füzesi Alman bilim insanı Wernher Von Braun tarafından tasarlanan ve İkinci Dünya Savaşı sırasında Naziler tarafından İngiltere'ye karşı kullanılan V-2 roketiydi. Dünya atmosferinin daha üzerine fırlatılan ilk nesne olan füze şeklindeki V-2 roketi, uzay gemisi çizimlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Almanya savaşı kaybettikten sonra Von Braun Amerika'ya getirilmiş ve burada, 1958 yılında, Amerika'nın ilk uydusu olan *Explorer 1*'in uzaya fırlatılmasını yönetmiştir. Bundan kısa bir süre sonra yeni kurulan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'ne gönderilmiştir. Von Braun burada Amerika'nın Ay'a gitme hayallerini mümkün kılan ve o zamana kadar yapılmış en güçlü roket olan *Satürn V*'i icat etmiştir.

Dünya'nın etrafında yüzlerce yapay uydu vardır, fakat Dünya Güneş'in yörüngesinde döner. 1543 yılında yayımladığı *Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine* isimli kitabında Kopernik, Güneş merkezli bir evrenden bahseder ve Dünya'nın yanı sıra Merkür,

Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn'ün Güneş etrafında mükemmel dairesel yörüngeler izlediğini söyler. Aslında mükemmel dairesel hareketler, yörüngeler için geçerli değildir ve Güneş Sistemi'ndeki herhangi bir gezegenin yörüngesini dairesel olarak tanımlayamayız. Yörüngenin asıl şekli 1609 yılında Alman matematikçi ve gök bilimci Johannes Kepler tarafından bulunmuştur. Gezegen hareketleriyle ilgili ilk kural, Güneş etrafındaki yörüngelerinin elips şeklinde olduğudur. Elips basık bir daire şeklindedir. Ve bu basıklığın sayısal değeri e şeklinde kısaltılan dış merkezlilik olarak ifade edilir. e sıfıra mükemmel bir dairenin varlığından söz edilebilir. Bu değer sıfırdan bire doğru büyüdükçe elips de giderek basıklaşır.

Dış merkezlilik arttıkça başka bir nesnenin yörüngesine girme olasılığı da artar. Dış Güneş Sistemi'nden gelen kuyrukluysıldızlar, yüksek dış merkezli yörüngeleriyle bunun en iyi örneğidir. Dünya ve Venüs düşük dış merkezli yörüngelere sahiptir. Dış merkez oranı en yüksek olan gezegen Plüton'dur ve Güneş etrafında yörünge oluştururken bir kuyrukluysıldız gibi davranarak Neptün'ün yörüngesine girer.

Uzatılmış yörüngenin en ünlü örneklerinden biri Çin'de bulunan bir deliğe bakılarak keşfedilmiştir. Coğrafi olarak öyle görünse de Çin, Amerika'nın tam karşısında bulunmaz. Dünya'nın merkezi üzerinden geçen hayali bir çizgi normalde karşılıklı iki noktayı birbirine bağlar. Peki, ABD'nin karşısında ne yer alır? Hint Okyanusu.

Komik olan kısım şimdi başlıyor. Dünya'nın merkezine ulaşmak için serbest düşüşle, ağırlığınız olmadan ilerlemeniz gerekiyor. Tam merkeze vardığınızda sıcaklık nedeniyle buharlaşacağınız kesin. Fakat bu durumu bir tarafa bırakacak olursak, merkeze varıp da yakınlaştığınızda yer çekiminin sıfır olduğunu ve diğer tarafa ulaşmaya çalışırken hızınızın giderek azaldığını

göreceksiniz. Hatta burada hızınız sıfıra düşecek ve hareket etmeniz imkânsız hâle gelecek. Bu yüzden yolculuğunuz sonsuza kadar bitmiş olacak. Burada bir uzay gemisi gibi, yaklaşık bir buçuk saat süren bir yörüngede döneceksiniz.

Bazı yörüngeler o kadar dış merkezlidir ki, asla kapanıp bir çember oluşturmazlar. Dış merkezin tam olarak bir olduğu durumda parabol, dış merkezin birden büyük olduğu durumlarda hiperbol oluşur. Bu şekilleri resmedebilmek için, doğrudan şekli gören bir duvardan flaş ışığı kullanarak çekim yapmanız gerekir. Işığın oluşturduğu koni bir ışık çemberi yaratacaktır. Daha sonra flaş ışığının açısını artırın. Bu durumda oluşan çemberler, dış merkezliliği giderek artan elipsler oluşturacaktır. Koninin ucu düz bir şekilde yukarı çıktığında ışık tam bir parabol şekli oluşturur. Işığı biraz daha yukarı kaldırırsanız, hiperbol oluşur. Yörüngesi parabol ya da hiperbol şeklinde olan bir nesne çok hızlı hareket ettiğinden asla geri dönmez. Astrofizikçiler bu tür yörüngeye sahip bir kuyrukluyıldız keşfederse, bunun yıldızlararası uzayın derinliklerinden geldiğini biliyor olacağız.

Newton'ın Kütle Çekim Yasası, evrende bulundukları yer, yapıldıkları madde ya da boyutları ne olursa olsun, iki nesne arasında meydana gelen çekimi tanımlar. Mesela Ay ve Güneş Sistemi'nin geçmiş ve gelecek davranışlarını tanımlamak için Newton kurallarını kullanabilirsiniz. Fakat bu sistem hareketine üçüncü bir çekim kaynağı eklediğinizde hesaplama karışık bir hâl alır. 3 nesne problemi olarak bilinen bu durum yörüngelerin hareketini çözebilmek için bir bilgisayardan yardım almayı gerektirir. Bu probleme bulunmuş bazı çözümler dikkate değerdir. Sınırlı 3 nesne problemi olarak adlandırılan bir durumda, denklem içindeki 3. nesneyi kütlelerinin az olduğunu düşünerek göz ardı edersiniz. Bu basitleştirme yöntemiyle sistemdeki 3 nesnenin de hareketini takip etmeniz mümkün olur. Hayır, şaka yapmıyoruz.

Gerçek evrende de bu tür durumlar oldukça yaygındır. Güneş, Jüpiter ve Jüpiter'in küçük uydularından birini düşünün. Ya da Güneş'in yörüngesinde dönen ve Güneş'ten yarım milyar mil uzaklıkta bulunan bir kayayı düşünün. Bu gök cisimleri Jüpiter ve Güneş'in çekimi arasında kilitlenmiş şekilde bulunur.

3 nesne problemiyle ilgili başka özel bir durum da son yıllarda keşfedildi. Benzer kütlede olan ve uzayda 8 figürü çizerek dolaşan 3 nesne olduğunu düşünelim. Bu nesnelerin hareketi otomobil yarışlarında birbirlerine çarparak ilerleyen arabaların durumuna da benzemez. Kütle çekim kuvveti ara kesitlerde dengeli olmayı gerektirir. Genel 3 nesne probleminin aksine tüm hareket tek bir düzlemde meydana gelir. Ne yazık ki bu duruma o kadar nadir rastlanır ki, galaksimizdeki sayısız yıldız arasında bunun başka tek bir örneğini bile görmeyiz. Bu yüzden matematikçilerin ilgisini çekebilen bir problem olmayı başaramamıştır.

Bir ya da iki tahmin edilebilen durum dışında, 3 nesne arasındaki kütle çekim etkileşimi, bu nesnelerin yörüngelerini tamamen bozar. Bunun nasıl olduğunu görmek için Newton'ın hareket ve çekim kanunlarına gerekli hesaplamaları yaparak nesneler üzerinde uygulayabilirsiniz. Tüm kuvvetleri hesaplayıp, yaptıklarınızı tekrar edin. Bu yalnızca akademik bir çalışma değildir. Güneş Sistemi'nin tümünde, asteroitler, uydular, gezegenler ve Güneş'le ilgili karşılıklı çekimden kaynaklanan pek çok problem vardır. Bu problem Newton'ı çok endişelendirse de kendisi kâğıt kalem kullanarak bir çözüm bulamamıştır.

Tüm Güneş Sistemi'nin kırılğan bir yapıda olduğunu ve gezegenlerden birinin Güneş'e çarparak onu yıldızlararası alana fırlatacağını düşünmek yerine tanrının her aşamada işlerini bir şekilde yoluna koyduğuna inanmak daha rahatlatıcıdır. Pierre-Simon Laplace yüz yıl sonra *Gök Mekaniği* isimli kitabında Güneş Sistemi'ndeki pek çok probleme de çözümler sunmuştur.

Bunu yaparak bugün pertürbasyon teorisi olarak bildiğimiz yeni bir matematik teorisi geliştirmek zorunda kalmıştır. Analiz çekimin tek bir ana kaynaktan yayıldığını ve diğer tüm kuvvetlerin küçük kuvvetler olduğunu düşünerek başlar. Güneş Sistemi'ndeki durum da tam olarak böyledir. Laplace daha sonra Güneş Sistemi'nin analitik olarak hiç de kırılğan olmadığını ve bunu göstermek için yeni bir fizik yasasına ihtiyaç olmadığını söylemiştir.

Peki, gerçekten öyle midir? 6. bölümde daha detaylı göreceğimiz gibi modern analizler Laplace tarafından düşünülenlerden çok daha uzun periyotları gözlemleyerek gezegen yörüngelerinin kaotik olduğunu ortaya koymuştur. Merkür'ün Güneş'e karşı kırılğan olmasına ya da Plüton'un tamamen Güneş Sistemi dışına çıkma riski taşımaya bu sebep olur. Bundan daha kötüsü Güneş Sistemi'nin aslında bir zamanlar çok daha fazla gezegene sahip olması ve şu an bu gezegenlerin yıldızlararası alanda kaybolmuş olmasıdır. Tüm bunlar Kopernik'in basit çemberleriyle başlamıştır.

Tepeniz attığında serbest düşüşe geçebilirsiniz. Newton'ın taşlarının hepsi de Dünya'ya doğru serbest düşüş hâlindeydi. Yörüngeyi tamamlamayı başaran biri de serbest düşüşteydi. Fakat gezegen yüzeyi kıvrımlı olduğundan taşın bir yöne doğru olan hareketinin neticesinde beklenen sonuç gerçekleşmedi. Uluslararası Uzay İstasyonu da Dünya'ya karşı serbest düşüş hâlindeydi. Ay da öyledir. Newton'ın taşlarına benzer şekilde bunların hepsinin belli bir yöne doğru olan hareketi onların Dünya'ya düşmesini engeller. Hem bu nesneler, hem uzay araçları, hem de uzay yürüyüşü yapan astronotlar için, gezegenin etrafında dolaşmak 90 dakika sürer.

Fakat yükseğe çıktıkça yörünge periyodu da uzar. Daha önce de söylediğimiz gibi 22,300 mil uzaktaki yörünge periyodu, Dünya'nın dönüş oranıyla aynıdır. Bu konuma gönderilen uydular, sabit konumdadır. Gezegenin üstünde hızlanmaya hazır bir şe-

kilde ve kıtalar arasındaki iletişimi sürdürerek kalmaya devam ederler. 240 bin mil yükseklikte ise Ay bulunur ve yörüngesini tamamlaması 27.3 gün sürer.

Serbest düşüşün en önemli özelliklerinden biri yörüngedeki ağırlıksız nesnenin sürekli durumudur. Serbest düşüş esnasında siz ve etrafınızdaki her şey tam olarak aynı hızda düşer. Ayaklarınız ve zemin arasındaki mesafe de yine serbest düşüştür. Hiçbir şey ölçeği sıkıştırmadığında sıfır olarak okunur. Bu sebepten ötürü astronotlar uzayda ağırlıksızdır.

Fakat uzay araçları hızlanıp, belli bir rota etrafında döndüğünde, ya da Dünya atmosferinin direnciyle karşılaştığında serbest düşüş durumu sona erer ve astronotlar ilk hâlini yeniden kazanır. Bilim kurgu fanlarının da çok iyi bildiği gibi uzay geminizi Dünya'ya doğru düşen bir nesneyle aynı ivmeye getirirseniz, Dünya'dakiyle aynı ağırlıkta olursunuz. Bu yüzden uzay mühendisleri sıkıcı uzay yolculuklarını daha eğlenceli hâle getirmek için, Dünya çekim simülasyonu yaratmalarından dolayı kendilerini başarılı hissediyor olmalıdır.

Newton'ın yörünge mekaniğiyle ilgili başka bir uygulaması da mancınık etkisidir. Uzay ajansları genellikle Dünya'dan fırlattıkları uzay araçlarına, belirledikleri gezegen rotasını tamamlamaya yetmeyecek kadar yakıt koyarlar. Bunun yerine yörünge mühendisleri araçların yörüngelerinde Jüpiter gibi hareket eden kaynaklar olmasını planlarlar. Jüpiter ile aynı yörüngede hareket eden uzay araçları bu yolculuk sırasında gezegenden enerji alırlar. Gezegen düzenlemeleri doğru yapılırsa, uzay aracı aynı oyunu Satürn, Uranüs ya da Neptün'le de oynayabilir. Buradan toplanan enerjiler oldukça yüksektir. Jüpiter'den toplanacak bir birim enerji uzay aracının hızını tüm Güneş Sistemi'nde iki katına çıkarabilir.

Galaksideki en hızlı hareket eden yıldızlar, Samanyolu'nun

merkezinde bulunan kara deliğin etrafındaki yıldızlardır. Bu kara deliğe doğru herhangi bir yönelme, yıldızın hızını ışık hızına yaklaştırır. Başka hiçbir nesnenin böyle bir gücü yoktur. Yıldızın yörüngesi kara deliğin bir tarafına doğru yönelir ve yıldız yutulmaktan kurtulabilirse hızı benzeri olmayan şekilde artar. Şimdi binlerce yıldızın böyle bir yörünge çizdiğini düşünün. Astrofizikçiler pek çok galaksinin merkezinde gözlemledikleri bu durumu kara deliklerin varlığına delil olarak kullanmaktadır. Çıplak gözle görülebilen en uzak gök cismi, galaksimize en yakın spiral galaksi olan Andromeda Galaksisi'dir. Bu iyi haber. Kötü haberse elimizdeki verilerin bu galaksiyle çarpışma yolunda olduğumuzu göstermesidir. Bu iki galaksi birbirinin çekim alanına girdikçe bir gaz ve toz bulutuna dönüşmemiz an meselesidir. Yalnız bunun için altı ya da yedi milyar yıl daha beklememiz gerekecek.

Normal zamanlarda yapacağımız ise galaksiler birbirlerine öfkelenirken bir kara deliğin onları yutmasını beklemektir.

14. YOĞUNLUK ÜZERİNE

Beşinci sınıfa giderken haylaz bir arkadaşım bana "Bir kilo demir mi ağırdır, bir kilo pamuk mu?" diye bir soru sormuştu. Beni kandıramadı ama o zamanlar yoğunluğun hayat ve evreni anlamak için bu kadar önemli bir kavram olduğunun farkında değildim. Yoğunluğu yani öz kütleyi hesaplamanın bilinen en iyi yolu nesnenin kütlesini hacmine bölmektir. Fakat yoğunluğu başka anlamlarda da kullanmak mümkündür. Mesela belli bir bölgede metrekaareye düşen insan sayısının hesaplanması da bize nüfus yoğunluğunu gösterir.

Evren üzerinde ölçülen yoğunlukların sayısal aralığı şaşırtıcı derecede geniştir. Evrendeki en yüksek yoğunluğa sahip maddeler pulsarlardır. Nötronların çok zayıf bir şekilde bağlandığı bu gök

cisimleri 50 milyon filin ağırlığında olabilirler. Mesela bir tavşan bir sihirbazlık gösterisi sırasında yok edildiğinde, yok olduğu havanın bir metreküpünde 10,000,000,000,000,000,000,000 (10 septilyon) atom bulunmaktadır. En iyi laboratuvar vakum hazneleri bir metreküp için 10,000,000,000 (10 milyar) atom üretebilir. Gezegenlerarası alanda metreküp 10,000,000 (10 milyon) atom düşerken yıldızlararası alanda bu sayı metreküp başına 500,000 atoma iner. Galaksilerarası alanda ise 10 metreküp alanda birkaç atoma rastlamak mümkündür. Bu alanlar neredeyse bir hiçliği ifade eder.

Evrendeki yoğunluk oranı 10'un kırk dördüncü kuvvetine kadar değişen şekilde çeşitlidir. Kozmik nesneler yalnızca yoğunluklarıyla tanımlanırlarsa oldukça belirgin özellikler ortaya çıkar. Mesela oldukça yoğun olan kara delikler, pulsarlar ve beyaz cüce yıldızların yüzeylerindeki çekim kuvveti çok yüksektir ve bu nedenle bir maddeyi huni şekline dönüştürebilirler. Yıldızlararası gazın özellikleri de bu konuyla ilgili başka bir örnek olabilir. Hem Samanyolu hem de diğer galaksilerde yeni doğan yıldızların etrafının gazla çevrili olduğunu gözlemleyebiliriz. Yıldız oluşum süreci hakkında yeteri kadar detaylı bilgimiz olmasa da, neredeyse tüm yıldız oluşum teorilerinde değişen gaz yoğunluğunun yıldızın oluşumunda büyük etkisi olduğuna yer verilir.

Özellikle gezegen bilimleri alanında ve genellikle astrofizikte bir uydu ya da asteroitin yalnızca yoğunluğundan yola çıkarak pek çok özelliğini öğrenmek mümkündür. Peki nasıl? Güneş Sistemi'nde yaygın olan maddelerin çoğunun birbirinden çok farklı yoğunlukları vardır. Suyun yoğunluğunu bir ölçü birimi olarak alırsak buz, amonyak, metan, karbondioksit gibi maddelerin yoğunluğunun birden düşük, gezegen ve asteroitlerin merkezinde bulunan taş maddelerin yoğunluğunun 2 ile 5 arasında, demir, nikel ve gezegen çekirdeğindeki metallerin yoğunluğunun 8'den

fazla olduğunu görürüz. Bu gruplar arasında bir yerde yoğunluğa sahip maddelerinse bu yaygın maddelerin karışımlarından oluştuğu söylenebilir. Dünya için bilgilerimizi biraz daha ilerletmemiz mümkün. Bir artçı depremin ses dalgalarının hızı Dünya'nın merkezinden gelir ve merkezle yüzeyin yoğunluğu arasındaki ilişkiye bağlıdır. Elimizdeki en iyi sismik veri Dünya'nın merkez yoğunluğunun 12, kabuk yoğunluğunun ise 3 olduğunu söylemektedir. Gezegenimizin toplam yoğunluğu ise 5.5 civarındadır.

Yoğunluk, kütle ve hacim, yoğunluk formülünde bir araya gelir. Bunlardan ikisini biliyorsanız üçüncüsünü hesaplayabilirsiniz. Güneş'e benzer ve çıplak gözle görülebilen bir yıldız olan 51 Pegasus'un kütle ve yörüngesi veriler yoluyla tespit edilmiştir. Gezegenin gaz mı katı mı olduğunu da öngördükten sonra bu bilgiler, onun boyutu hakkında hesaplama yapmaya olanak verir.

İnsanların bir nesnenin bir diğerinden ağır olduğunu iddia ederken kullandıkları ölçüt genellikle kütle değil yoğunluktur. Demir pamuktan ağırdır dediğimizde konunun yoğunlukla ilgili olduğu herkes tarafından kolaylıkla anlaşılır. Fakat bazı konularda çıkarım yapmak bu kadar da kolay değildir. Kaymak yağsız süttten daha hafiftir ve açık deniz araçları sudan daha hafiftir. Bu önermeler yanlış olsaydı kaymağın süütün içinde, gemilerin de denizlerde batması gerekirdi fakat aksine yüzüyorlar.

Yoğunlukla ilgili başka şeyler söylemek gerekirse:

Yer çekimi etkisi altındaki sıcak hava yükselmez, çünkü sıcaktır, fakat normal havadan daha az yoğundur. Buradan yola çıkarak soğuk havanın alçalacağı sonucuna varabiliriz. Böylece dünyanın ısı-döngüsü tamamlanmış olur.

Genellikle buz olarak bilinen katı su, normal sudan daha az yoğundur. Tam tersi doğru olsaydı kışın büyük göl ve nehirler dipten en üste kadar tamamen donar ve tüm balıklar ölürdü. Balıkları kış aylarında ölümden koruyan şey donan suyun yük-

selip bir buz tabakası oluşturması, aşağılarda ise daha ılık bir suda yaşamın devam edebilmesini sağlayacak ortamın bulunmasıdır.

Bu arada bir balık öldüğünde onun yoğunluğu da azalır. Ölü balıklar su üzerine çıkarlar, buradan da yaşayan arkadaşlarına göre daha az yoğun oldukları sonucuna varabiliriz.

Bilinen gezegenlerin hepsinden farklı olarak Satürn'ün yoğunluğu suyun yoğunluğundan düşüktür. Diğer bir ifadeyle Satürn suda yüzebilir. Bunu bildiğim için banyomda plastik sarı bir ördek bulundurmaktansa plastik bir Satürn modeli bulundurmak isterdim.

Kara deliği beslerseniz ışığın kaçamayacağı boylamında bir kütle artışı meydana gelir. Kara deliğin kütlesi arttıkça bu boylandaki ortalama yoğunluk düşer. Formüllerimize bakarak bir kara deliği oluşturan materyalin, neredeyse sonsuz yoğunluktaki merkezine çarparak yoğunluğunun sıfıra indiğini söyleyebiliriz.

Sıra belki de en büyük sırra geldi: Açılmamış bir kutu diyet kola suda yüzerken, açılmamış bir kutu normal kola suda batar.

Bir kutu içindeki nesneyi iki katına çıkarırsanız yoğunluk değişmez çünkü kütle artarken hacim de artmıştır ve bu durum formüldeki yoğunluk üzerinde hiçbir etki yaratmaz. Fakat evrende yoğunluğu kütle ve hacmine nispi olan nesneler beklenmedik sonuçlar verebilir. Kutunuzda yumuşak tüyler varsa ve bunu iki katına çıkarırsanız batan nesneler yüzeye çıkabilir. Bu durumda kütleyi iki katına çıkarırken hacim aynı kalacağından yoğunlukta bir artış olur. Kendi ağırlığı altında ezilen tüm nesneler için durum bu şekildedir. Dünya atmosferi de bu gruba dâhildir. Atmosferde bulunan moleküllerin yarısı Dünya yüzeyinin en yakınında bulunan üç mil içinde yer alır. Astrofizikçilere göre atmosferin veriler üzerinde kötü bir etkisi vardır çünkü veri toplamak için mümkün olduğu kadar yukarılara çıkmak ve

yoğun olan atmosfer alanını arkamızda bırakmak gerekir.

Dünya atmosferi gezegenlerarası alanda çok düşük yoğunluklu gazlarla karşılaşp ayırt edilemeyecek kadar düşük bir yoğunluğa geldiğinde sona erer. Normalde bu alan Dünya yüzeyinin binlerce mil uzağında bulunur. Uzay gemileri, Hubble teleskobu ve diğer uydular gerekli itiş kuvvetini periyodik olarak almasalardı Dünya yüzeyinin birkaç yüz mil üzerine çıktıklarında atmosfer direncinden kurtulmuş olurlardı. Dünyanın üst atmosferi her 11 yılda bir yüksek doz radyasyona maruz kalır ve ısınıp genişler. Bu süreçte atmosfer bin mil kadar genişleyebilir ve bu durum da uydu yörüngelerinin hızlanmasına sebep olur.

Laboratuvar vakumlarından önce hava hiçbir şeye yakın olmayan bir nesneydi. Toprak, ateş, su ve hava, Aristo'ya göre bilinen Dünya'yı oluşturan nesnelerdir. Beşinci element ise "öz"dür. Diğer bir deyişle havadan daha hafif, ateşten daha uçucu olan bu beşinci element cennetin temel yapıtaşıdır. Ne garip!

Yoğunluğu düşük alanları görmek için cennete kadar gitmemize gerek yok. Yukarı atmosfer bizim için yeterli olacaktır. Hava, deniz seviyesinden başlayarak her metre inçte 6,8 kg. düşer. Bu yüzden deniz seviyesinden binlerce mil yükseklikte bir alandan bir metre inç hava alıp bunu ölçerseniz ağırlığının 6,8 kg. olduğunu görürsünüz. Karşılaştırma yapacak olursak bir metre inçlik suyun 6,8 kg. gelebilmesi için 10 metre yüksekliğinde olması gerekir. Bir dağın zirvesinde ya da uçaktayken üzerinizde bulunan hava daha kısa olacağından ağırlığı da daha azdır. Hawaii'de bulunan Kea Dağı'nın 4267 metrelik zirvesinde dünyanın en güçlü teleskopları bulunur ve burada atmosfer basıncı her metre inçlik alan için 4,53 kg'ye düşer. Astrofizikçiler bu alanda inceleme yaparken nefes almak için yanlarında oksijen tankı bulundururlar.

Astrofizikçilerin bilmediği bir alan olan 160 km. yüksekliğin

üzerinde hava gaz moleküllerinin birbirine çarpmasının çok uzun süreceği kadar az yoğunlukta bir alana dönüşür. Çarpışmalar arasında gelen bir partikül bir moleküle çarparsa, bunlar bir sonraki çarpışmaya kadar sürecektir özel bir renk tayfı oluştururlar. Gelen partiküller proton ve elektron gibi güneş rüzgârı bileşenleriye inişli çıkışlı ışık perdelerinin yayılımı meydana gelir. Bu moleküllerin kimliği nitrojen ve oksijen atomlarının durumdan sorumlu olduğu ortaya çıkana kadar bilinmiyordu. Deniz seviyesinde bu moleküller arasında meydana gelen hızlı çarpışmalar kendi ışıklarını yaymalarına izin verilmeden emilir.

Gizemli ışıkların üretildiği tek alan dünyanın üst atmosferi değildir. Güneş koronasındaki tayf özellikleri de uzun zaman astrofizikçileri şaşırtmıştı. Yoğunluğu çok az olan ve tam Güneş tutulması esnasında görülebilen Güneş'in dış bölgesi olan korona, oldukça hoş ve ateşli bir görüntüye sahiptir. Koroniyum adı verilen yeni bir elemente bu özellik atfedilmiştir. Daha sonra bu gizemli elementin aslında milyonlarca derecelik alanda iyonize olmuş demir olduğu ortaya çıkmıştır. Dış elektronların çoğu gazda serbest hâlde dolaşarak oldukları için bu bilinmeyen durum demirin fark edilmesini de zorlaştırmıştır.

Seyrek kelimesi normalde gazlar için kullanılır fakat ben burada ünlü asteroit kuşağı için de bu kelimeyi kullanmak istiyorum. İzlediğiniz filmler ve animasyonlardan burasının sürekli bir çarpışmanın gerçekleştiği tehlikeli bir alan olduğunu düşünebilirsiniz. Peki, bir asteroit kuşağının gerçek formülü nedir? Ay'ın kütesinin yalnızca %2.5'ini alın ve bunu binlerce farklı parçanın içine gönderin. Aynı zamanda gönderdiğiniz alanın toplam kütesinin dörtte üçünü yalnızca dört asteroit meydana getirsin. Daha sonra tüm bunları Güneş'in etrafında 1.5 milyar millik bir yol oluşturan 100 milyon mil genişliğinde bir kuşağa yollayın.

Kuyruklu yıldızların kuyruğu da yine seyrek alanlardan biridir.

Kuyruklarda gezegenlerarası alandan 1000 kat kadar yoğunluk artışı görülebilir. Güneş ışığını yansıtan ve Güneş'ten aldığı enerjiyi tekrar yayan kuyruklar hiçlikleri ile kıyaslandığında oldukça göze görünür durumdadırlar. Harvard-Smithsonian Astrofizik Merkezi'nden Fred Whipple, kuyrukluysıldızları bugün anladığımız şekilde yorumlayan ilk kişidir. Kuyrukluysıldızların kuyruğunu "aslında hiçbir şey ifade etmeyen çok şey" olarak tanımlamıştır. Bir kuyrukluysıldızın 50 milyon mil uzunluğundaki kuyruğu normal havayla aynı yoğunlukta olsaydı, kuyruktaki gaz yarım mil küplük bir alanı kaplardı. Astronomik olarak yaygın olsa da aslında ölü bir gaz olan siyanojen ilk olarak kuyrukluysıldızlarda bulunmuştur. 1910 yılında Dünya, Halley kuyrukluysıldızının İç Güneş Sistemi'ni ziyareti sırasında yıldızın kuyruğundan geçmiştir. Bazı şarlatanlar ise o dönemde insanlara kuyrukluysıldızlardan etkilenmemek için ilaç satmışlardır.

Tüm termonükleer enerjinin üretildiği Güneş merkezi düşük yoğunluklu maddelerin olduğu bir alan değildir. Fakat Güneş'in hacminin yalnızca yüzde 1'lik kısmını oluşturur. Güneş'in toplam yoğunluğu Dünya'nın yoğunluğunun dörtte biri kadardır. Sudan ise yalnızca yüzde 40 daha fazladır. Diğer bir ifadeyle bir kaşık Güneş'i küvete koysanız yavaş yavaş da olsa batır. Beş milyar yıl içinde Güneş merkezi tüm hidrojeni helyuma dönüştürecek ve bundan kısa süre sonra helyum karbona dönüşmeye başlayacaktır, yani Güneş'in parlaklığı binlerce kat artacak fakat yüzey sıcaklığı bugünkü sıcaklığının yarısına düşecektir. Fizik kurallarından bildiğimiz kadarıyla bir gök cisminin parlaklığını artırırken soğumasının tek yolu büyümesidir. Beşinci bölümde daha detaylı göreceğimiz gibi Güneş'in ortalama yoğunluğu bugünkünün on milyarda birinden daha az düşerse bile, içinde bulundurduğu seyreltilmiş gaz patlayacak ve Dünya'nın yörüngesinden daha büyük bir alana yayılacaktır. Bu durumda Dünya'daki

okyanuslar ve atmosfer uzaya fırlar ve hayat yok olur. Fakat bu durum bizi ilgilendirmiyor. Ne kadar seyrek olsa da Güneş'in dış atmosferi Dünya'nın hareketi ve yörüngesine etki etmez.

Güneş Sistemi'nin ötesinde yıldızlararası alanı da tehlikeye atıyoruz. İnsanlar bu alana yeterli hıza ulaşan dört uzay aracı gönderdi. Bunlar *Pioneer 10-11* ve *Voyager 1-2*'dir. Bu araçların arasında en hızlı olan *Voyager 2*'dir ve Güneş'e en yakın yıldıza ulaşması 25.000 yıl sürecektir.

Evet, yıldızlararası alan boştur. Fakat gezegenlerarası alandaki seyreltilmiş kuyruklu yıldız kuyruklarının görünürlüğü gibi gaz bulutları da oradadır. Yakınlardaki parlak bir yıldız bu alana görünürlük kazandırır. Bu renkli nebuların tayfları incelendiğinde oldukça değişik ölçekler ortaya çıkmıştır. Hipotetik element nebulyum, bu bilgi eksikliğimiz nedeniyle ortaya atılmıştır. 1800'lü yılların sonunda periyodik tabloda nebulyumun koyulabileceği bir boşluk bulunmuyordu. Laboratuvar vakum teknikleri gelişip, bilinmeyen tayf özellikleri bilinen elementlerle tanımlanmaya başladıkça nebulyumun sıra dışı bir hâlde bulunan normal oksijen olduğu ortaya çıkmıştır. Peki, bu hâl nedir? Atomların her biri iki elektrona bağlıdır ve yıldızlararası alanda mükemmel vakum durumuna yakın bir şekilde yaşarlar.

Galaksiden ayrıldığınızda tüm gaz, toz, yıldız ve gezegen yığını arkanızda bırakırsınız. Hayal edilemeyen kozmik bir boşluğa girersiniz. Bir tarafı 200.000 kilometre uzunluğunda olan galaksilerarası bir küpte, buzdolabınızın kullanılan alanlarında bulunan kadar atom yer alır. Buradan da anlaşılacağı gibi kozmos vakumu çok sever ve ondan meydana gelmiştir.

Ne yazık ki tam ve mükemmel vakumu bulmak imkânsız olabilir. İkinci bölümde de gördüğümüz gibi kuantum mekaniğinin pek çok tuhaf öngörülerinden birine göre uzaydaki gerçek vakum yalnızca antimaddeler sayesinde ortaya çıkan ve ortadan kay-

bolan sanal partiküllerden oluşur. Buradaki sanallık, partiküllerin yaşam sürelerinin çok kısa olması ve doğrudan ölçülemezinden kaynaklanır. Daha yaygın olarak bilinen adıyla vakum enerjisi kütle çekimi zıttı bir güç gibi davranarak evrenin daha hızlı bir şekilde genişlemesini ve galaksilerarası alanın daha seyrek hâle gelmesini sağlar.

Peki, bunların da ötesinde ne bulunur?

Metafizikle ilgilenenlere göre evrenin dışında hiçbir şey yoktur. Bu hipotezi sıfır yoğunluklu alan olarak adlandırabiliriz. Ama belki de burada sihirbazlık gösterileri sırasında kaybolan ve bulunamayan tavşanlar yaşıyordur.

15. GÖKKUŞAĞI ÜZERİNDE

Neyse ki yıldızlardan yayılan ışık onların gökyüzündeki konumları ve içerdikleri maddeler hakkında pek çok bilgi verir. Parlayan nesnelerdeki atomların oldukça yoğun bir hayatı vardır. Küçük elektronları sürekli ışık soğurur ve bu ışığı yansıtır. Çevre yeterince sıcaksa atomlar arasında meydana gelen çarpışmalar sonucunda elektronların bazıları ya da hepsi kaybolur ve sağa sola ışık dağıtır. Bunlardan atomların çalışılan ışık üzerinde iz bıraktığı sonucunu çıkarabiliriz. Bu izden ise hangi kimyasal element ya da molekülün sorumlu olduğunu anlayabiliriz.

1666 kadar erken bir tarihte Isaac Newton, bir prizmanın içinden beyaz ışığı geçirmiş ve şu an hepimizin aşına olduğu kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, çivit mavisi ve mordan oluşan tayfı oluşturmuştur. Daha önce de prizma üzerinde çalışanlar olmuştur. Newton'ın bu çalışmasının ise başka bir örneği yoktur. Newton elde ettiği yedi rengi başka bir prizmanın daha içinden geçirmiş ve yeniden beyaz rengi elde etmiştir. Bunun bir ressamın paletinde karşılığı yoktur. Bu yedi rengi bir araya getiren ya da üst üste kullanan bir ressam çamur rengi elde eder. Newton

aynı zamanda bu renklerin kendi kendine yayılmasını da istemiştir fakat renkler tamamen saftır. Yedi renkli bir tayfa rağmen, renkler birinden diğerine düzenli ve devamlı bir şekilde geçer. İnsan gözünün prizmanın yaptığı gibi yapabilme gibi bir becerisi yoktur.

Kesinlik optikleri ve Newton zamanında var olan teknikleri kullanarak yalnızca Roy G. Biv olarak bilinen yedi renk değil, renklerin olmadığı dar segment tayfları da bulunmuştur. Işık boyunca uzanan bu çizgiler 1802 yılında İngiliz kimyacı William Hyde Wollaston tarafından keşfedilmiştir. Kendisi önceleri bu çizgilerin renkler arasında sınır çizen doğal çizgiler olduğunu düşünmüştür. Daha kesin bir yorum ise profesyonel kariyerini tayfların sayısal analizine ve bunları oluşturan optik aletlerin yapımına adanmış Alman fizikçi Joseph von Fraunhofer (1787–1826) tarafından yapılmıştır. Fraunhofer genellikle modern tayf ölçümünün babası olarak bilinir. 1814 ile 1817 yılları arasında bazı alevlerin ışığını prizmadan geçirmiş ve Güneş tayfında bulduğu çizgilerle gece görünen en parlak yıldızlardan biri olan Capella gibi pek çok yıldızın birbirine benzer özellikte olduğunu keşfetmiştir.

1800'li yılların ortalarında Gustav Kirchhoff ve Robert Bunsen yanan nesneleri prizmadan geçirdikleri küçük ölçekli bir sanayi yarattılar. Bilinen elementler ve rubidyum ve sezyum gibi yeni keşfedilen elementlerle bir model yapıp harita çıkardılar. Her bir element kart diye adlandırılan kendi model çizgisine sahipti ve tayf çalışmaları bunun üzerinde yapılıyordu. Girişim o kadar verimli oldu ki evrende en çok bulunan ikinci element olan helyum Dünya'da keşfedilmeden çok daha önce Güneş'te keşfedildi. Elementin ismi de Güneş'te keşfedildiği için Güneş anlamına gelen Helios kelimesinden seçilmiştir.

Yarım yüzyıl sonra, kuantum fiziği keşfedilene kadar atomlar

ve elektronların tayf çizgilerini nasıl oluşturduğu tam olarak açıklanamıyordu. Kavramsal analiz ise çoktan yapılmıştı. Newton'ın kütle çekimi kuvveti nasıl ki fizik laboratuvarlarını Güneş Sistemi'ne bağladıysa, Fraunhofer da kimya laboratuvarlarını kozmosa bağlamıştır. Bu aşamada ilk kez evrenin hangi elementlerden oluştuğu ve hangi sıcaklık, yoğunluk koşulları altında nasıl spektroskopik modeller oluşacağı anlaşılmıştır.

Auguste Comte'un (1798–1857) *Pozitif Felsefe Dersleri* isimli kitabında yer alan 1835 tarihli şu iddiaları tamamen tarihe karışmıştır:

Yıldızlar konusunda hiçbir araştırma bizi genellenebilir bir sonuca götüremeyecektir... Yıldızların kimyasal yapısını tam anlamıyla çözmemiz mümkün değildir. Yıldızların gerçek sıcaklığına dair yapılan tüm tahminler ancak bizi yanıltmaya yarar. (s. 16)

Böyle alıntılar insanın herhangi bir şeyi yazılı olarak ifade etmesinin ne kadar tehlikeli olabileceğini gösteriyor.

Sadece yedi yıl sonra, 1842 yılında, Avusturyalı fizikçi Christian Doppler bugün Doppler etkisi olarak bilinen ve hareket halindeki bir nesneden yayılan dalgaların frekansında meydana gelen değişimi ifade eden etkinin varlığını ortaya koydu. Hareket eden bir nesnenin arkasında bıraktığı alandaki dalgaların frekansını düşürdüğü, önünde bulunan dalgaları ise sıkıştırarak yükselttiği düşünülebilir. Nesne ne kadar hızlı hareket ediyorsa, önünde daha çok ışık sıkıştırarak, arkasındaysa daha çok ışık seyreletecektir. Hız ve frekans arasındaki bu basit ilişkinin kanıtlanabilir sonuçları vardır. Yayılan frekansı biliyor fakat bunu farklı bir değerde ölçüyorsanız, bu iki değer arasındaki fark size nesnenin yaklaşma ya da uzaklaşma hızını verir. 1842 tarihli bir yazısında Doppler ileri görüşlü bir şekilde şunları yazmıştır:

Doppler etkisi sayesinde, gök bilimciler için, üzerinde hiçbir ölçüm ya da belirleme yapılmı umudu taşımayan yıldızların

hareketlerini tespit etmek, çok yakın bir zamanda mümkün olacaktır. (Schwippell 1992, s. 46-54)

Bu fikir ses ve ışık dalgaları için işe yaramıştır. Hatta kaynağı ne olursa olsun genel olarak dalgalar için işe yaramıştır. Hatta eminim Doppler, buluşunun bir gün polisler tarafından radar cihazlarında hız limitini aşanlara ceza yazmak için kullanılacağını bilse çok şaşırırdı. 1845 yılında Doppler, müzisyenlerle birlikte tren yollarında deneyler yapıyordu. Burada tren yaklaşırken uzaklaşırken değişen notaların ses aralıkları kaydediliyordu.

1800'lü yılların sonunda astronomide spektrografların kullanımının artması ve fotoğraflama tekniklerinin gelişmesiyle astromi bir astrofizik alanı olarak yeniden doğdu. Alandaki en tanınan dergilerden biri olan *Astrophysical Journal* 1895 yılında yayın hayatına başladı ve 1962 yılına kadar *Uluslararası Spektroskopi ve Astronomik Fizik Dergisi* alt başlığıyla yayımlandı. Bugün bile evren gözlemleri yayımlayan hemen hemen her yer, ya bir tayf analizine ya da başkalarından toplanmış bir spektroskopik analize yer verir.

Bir nesnenin tayfını oluşturmak için bir anlık fotoğraf çekiminde kullanılan çok daha fazla ışığa ihtiyaç duyulur. Bu yüzden dünyadaki en büyük teleskop olan ve Hawaii'de bulunan 10 metrelik Keck teleskopları temel olarak tayf almak için görevlendirilmişlerdir. Kısacası tayf analizi yapamasa'ydık evrende neler olup bittiğine dair hiçbir fikrimiz olmazdı.

Astrofizik öğretmenleri en ileri seviyede pedagojik sıkıntıyı yaşayan eğitimcilerdir. Astrofizik araştırmacıları yapı, oluşum ve evrendeki her şeyin evrimiyle ilgili bilgileri tayf analizi sırasında çıkarırlar. Fakat tayf analizi farklı aşamalarda üzerine çalışılan başka konular tarafından bölünür. Bazen oldukça soyut ve karmaşık fikirleri daha basit ve somut hâle getirmek için metaforlar ve benzetmelerden yararlanır. Bir biyolog DNA'nın şeklini bir-

biri etrafına dolanmış bir sarmaşığa, her bir tarafını da birer merdivene benzetebilir. Bunun resmini çizmek oldukça kolaydır. Merdivenin her bir basamağında bir molekül yer alır. Sadece böyle anlatınca bile zihinlerde oldukça kolay canlanan bir resim elde edebiliriz. Konu ister kolay, ister zor olsun molekül bilimi üzerine konuşabilecek kadar net bir resim kafamızda canlanmış olur.

Fakat uzaklaşan bir yıldızın hızını açıklamak için beş aşamalı bir soyutlama yapmamız gerekir:

Aşama 0: Yıldız

Aşama 1: Bir yıldız resmi

Aşama 2: Yıldız resminden çıkan bir ışık

Aşama 3: Yıldız resminden çıkan ışığın tayfı

Aşama 4: Yıldız ışığından çıkan tayfin renk çizgisi modeli

Aşama 5: Yıldız ışığından çıkan tayfin renk çizgisi modelinde meydana gelen sapmalar

Aşama 1'den Aşama 2'ye gitmek fotoğraf çekerken her zaman yaptığımız alışlagelmiş bir basamaktır. Fakat açıklama 5. basamağa ulaşıncaya kadar dinleyenler ya şaşkına döner ya da uyuyakalır. Bu yüzden halk arasında kozmik keşfin tayfı diye bir konunun konuşulmaması oldukça normaldir. Kendimizden uzak olan nesneleri açıklamak hiç de kolay bir iş değildir.

Doğal tarih müzesi ya da gerçek olan nesnelerin sergilendiği herhangi bir müzenin sergi tasarımı arasında taşlar, kayalar, kemikler, aletler, fosiller ve başka birçok hatırlanmaya değer nesne olur. Bu nesnelerin hepsi anlatımımızdaki Aşama 0'da yer alır ve açıklanması özel bir çaba gerektirmez. Fakat astrofiziksel nesne sergisinde bir yıldız ya da yıldızsı bir gökcismi tüm müzeyi yerle bir edebilir.

Pek çok astrofizik sergisi bu yüzden Aşama 1 içinde yer alır ve oldukça ilginç ve güzel fotoğrafları böyle yerlerde görebilirsiniz.

Modern zamanların en ünlü teleskobu Hubble, ününü evrenden topladığı güzel, renkli ve yüksek çözünürlüklü fotoğraflara borçludur. Buradaki problem ise böyle bir sergiyi gördükten sonra evrenin işleyişini yakından görme şansı bulduğunuz için şiirsel konuşmaları bir kenara bırakacak olmanızdır. Evreni gerçekten anlamak 3, 4 ve 5. aşamaları bilmeyi gerektirir. Hubble teleskobu pek çok anlamda bilimin ilerlemesine katkı sağlarken, bugün hâlâ büyümeye devam eden kozmik bilgilerin güzel resimlere bakmaktan değil tayf analizinden geldiğini medya yoluyla öğrenmeniz mümkün değil. İnsanlar yalnızca Aşama 1'de kalmayıp 5'e kadar ilerlemeliler. Bunun için hem öğrenci hem de öğretmenlerin entelektüel anlamda oldukça büyük bir sermaye harcaması gerekiyor.

Samanyolu Galaksisi'nde bulunan görünür ışık altında çekilmiş güzel renkli bir nebula fotoğrafına bakmak çok zevklidir. Fakat bu nebula'nın radyo dalgasını ve bulutsu dış yüzeyinden büyük bir kütleyle meydana gelen yeni oluşmuş komşu yıldızlarını bilmek başka bir şeydir. Bu gaz bulutu adeta minik yıldızların bulunduğu bir anaokuludur ve evrenin ışığını yeniden üretir.

Yüksek kütleli yıldızların her an patlama hâlinde olduğunu bilmek iyidir. Fakat ölen bu yıldızların X ışını ve görünür ışık tayflarının galaksiyi zenginleştiren ağır metallerin varlığını ortaya koyduğunu ve Dünya'da bugün hayatı oluşturan temel elementlerin izlerini taşıdığını bilmek de önemlidir. Yalnızca biz yıldızların arasında yaşamıyoruz, aslında yıldızlar da bizim aramızda yaşıyorlar.

Hoş bir kıvrımlı galaksi fotoğrafına bakmak güzeldir. Fakat galaksinin tayf kaymalarının Doppler etkisine bakarak saniyede 200 kilometre yol aldığını anlayabilmek başkadır. Bu arada bu galaksinin evrenin genişlemesinden ötürü bizden ışığın onda biri

hızıyla uzaklaştığını da söylemek mümkündür.

Parlaklık ve sıcaklık yönünden Güneş'e benzeyen yakın yıldızlara bakmak iyidir. Fakat çok yüksek hassasiyetteki Doppler ölçümlemleri kullanarak bu yıldızların hareketinden etrafındaki gezegenlerin varlıklarına dair çıkarımlarda bulunabilmek başkadır. Şimdiye kadar kendi Güneş Sistemimiz dışında bize tanıdık olmayan başka sistemlerde bu şekilde 200 gezegen keşfedilmiştir.

Evrenin kenarındaki yıldızsı bir gök cisiminden yayılan ışığı gözlemlemek güzeldir. Fakat bu cismin tayfının analizini yapıp görünür evrenin yapısı hakkında çıkarımlarda bulunmak ve bunu cismin ışık yolunu ve bu yolu kesen gaz bulutlarını dikkate alarak yapabilmek bambaşkadır.

Neyse ki aramızdaki her miknatis hidrodinamikçisi için atom yapısı manyetik alan etkisindeyken az da olsa değişmektedir. Bu değişim manyetik alan etkisi altındaki atomların sebep olduğu tayf modelinde de değişim yapar.

Doppler formülünün Einstein'ın İzafiyet Teorisi'yle birleştirilmiş şekli sayesinde uzakta ve yakında bulunan sayısız galaksinin tayfını izleyerek, tüm evrenin genişleme oranına dair çıkarımda bulunabiliyoruz. Bu formül aynı zamanda evrenin yaşı ve geleceğine dair tahminlerde bulunmamızı da sağlıyor.

Astrofizikçiler belki de evren hakkında, deniz biyologlarının okyanusların dibi hakkında bildiklerinden ya da yer bilimcilerin Dünya'nın merkezi hakkında bildiklerinden daha fazlasını biliyorlar. Yıldız gözlemcisi olmanın çok ötesine geçen astrofizikçiler, gelişen teknoloji ve üretilen teknikler sayesinde Dünya üzerinde kalarak elleri yanmadan yıldızlara dokunabiliyor ve onlar hakkında şu ana kadar edinilememiş bilgilere sahip olduklarını iddia edebiliyorlar.

16. KOZMİK PENCERELER

Bölüm 1'de de ifade edildiği gibi gözlerimiz genellikle en etkileyici organımız olarak anlatılır. Uzağa ve yakına odaklanma, çeşitli ışık seviyelerini algılama ve renkleri ayırt edebilme özellikleriyle oldukça önemli görevler üstlenirler. Fakat farklı ışık bantlarını algılama noktasına geldiğimizde insanın neredeyse kör olduğunu söyleyebiliriz. Peki, kulaklarımız hakkında neler söyleyebiliriz? Mesela yarasaların uçarken bir yere çarpmamak için ses dalgalarını takip edebilecek kadar hassas işitme duyuları vardır. Ya da insanlar köpekler kadar iyi koku alabilseydi belki de güvenliğimiz için köpek beslememiz gerekmeyecekti.

İnsanın keşif tarihi genellikle doğumumuz sırasında getirdiğimiz beş duyumuzun ötesine geçmek için harcanan çabalarla belirlenmiştir. Evrenin kapıları bu arzu sayesinde bize açılmıştır. Mesela 1960'lı yıllardan başlayarak Sovyetler Birliği ve NASA, Ay ve diğer gezegenlere bilgisayar kontrollü uzay araçları göndermiş, bu amaçla robotlar icat edilmiş ve bir süre sonra bu robotlar uzay keşfi için standart bir şekilde kullanılan araçlar hâline gelmiştir. Astronotlar yerine robotları kullanmanın pek çok avantajı vardır. Onları uzaya fırlatmak daha ucuzdur. Hiçbir müdahale olmadan işlemleri çok büyük bir kesinlik oranıyla yapabilecek seviyede yaratılabilirler. Bildiğimiz anlamda canlı olmadıklarından herhangi bir kaza nedeniyle hayatlarını kaybetme riskleri yoktur. Şimdilik insan merakına ya da öngörüsüne sahip olmayan robotlar uzay araştırma ve keşifleri için daha uzun yıllar temel araç olarak kullanılacak gibi görünüyorlar.

Ne yazık ki doğayla ilgili çok derin bilgilerin bulunmasını sağlayacak sorular henüz sorulmuş değil.

Duyularımızla ilgili yaşadığımız en önemli gelişme görüşümüzün elektromanyetik tayf denilen görünmez bir banda kadar genişlemesidir. On dokuzuncu yüzyılın sonlarında Alman fizikçi

Heinrich Hertz, daha önce bağlantısız oldukları düşünölen radyasyon formlarının kavramsal olarak bir araya gelmesine yardım eden deneyler yaptı. Bu deneylerin sonucunda radyo dalgaları, kızılötesi, görünür ışık ve ultraviyolenin, farklı enerjilere sahip olsalar da, aynı aileden geldikleri tespit edildi. Bu konuda bildiklerimiz, Hertz'in çalışmalarıyla keşfedilmiş tam tayf radyo dalgası olarak adlandırılan düşük enerji dalgasından mikrodalga, kızılötesi, gökkuşağı yedilisini de içerengörünür ışık, ultraviyole, x ve gama ışınlarına kadar genişlemiş oldu.

X ışınlarını görmek gibi özel bir yeteneği olan Süpermen'in bugün bilim insanlarına karşı bir üstünlüğü yoktur. Evet, belki astrofizikçilerden biraz daha güçlü olabilir fakat bugün astrofizikçiler de elektromanyetik tayfta bulunan her önemli noktayı görebilmektedir. Bu genişleyen görüş açısı olmasaydı kendimizi kör diye adlandırmazdık fakat pek çok astrofiziksel olgunun farkına varmamız ancak genişleyen bu açıyla mümkün oldu.

Sırada gözlem yapmak için hangi pencereyi tercih edeceğimizi belirleme kısmı var. Retinamızdan çok daha farklı alıcılara sahip radyo dalgalarından başlayabiliriz.

1932 yılında Bell Telefon Laboratuvarı'nda çalışan ve bir radyo antenine sahip olan Karl Jansky, Dünya dışındaki bir yerden yayılan radyo dalgalarını ilk gören kişidir. Dünya dışı bu alanın ise Samanyolu Galaksisi'nin merkezi olduğunu düşünmüştür. Buradan yayılan radyo dalgaları oldukça kuvvetlidir. Hatta gözlerimiz radyo dalgaları kadar kuvvetli olsa, bu sinyalleri çıplak gözle bile görebiliriz. Bu durumda galaksi merkezinin gökyüzündeki en parlak alanlardan biri olduğunun da farkına varırız.

Akıllıca tasarlanmış bazı elektronik aygıtlarla sese dönüşebilen kodlanmış radyo dalgaları yaymak mümkündür. Bu maharetli aygıtın adı radyodur. Radyo sayesinde görüş açısı genişlemiş gözlerimizin yanına duyuş açısı genişlemiş kulaklarımızı da

ekleyebiliriz. Fakat radyo dalgası ya da genel olarak herhangi bir enerjinin kaynağı, titreşim sağlaması için bir kanala yönlendirilmek zorundadır. Fakat gazeteciler bu basit gerçekliği genellikle yanlış anlar. Mesela Satürn’de bir radyo yayını fark edilse hoparlörü olan bir radyo aracılığıyla bu yayını astronomlar rahatlıkla dinleyebilir. Fakat bu durumu bir gazeteci Satürn’den gelen seslerin bizlere bir şeyler anlatmak istediğini söyleyerek haber yapmıştı.

Karl Jansky’nin geliştirdiğinden daha hassas ve gelişmiş radyo dedektörleri sayesinde bugün yalnızca Samanyolu’nu değil tüm evreni gözlemlemek mümkün. Görmediğimiz şeylere genellikle inanmadığımız için radyo dalgalarıyla yapılan ilk tespitler genellikle güvenilirmez bulunmuştur. Ancak bu tespitler bir süre sonra teleskop gözlemleriyle de desteklenince bu konudaki fikirler değişmiştir. Radyo dalgası yayan nesnelerin çoğu görünebilir ışık da yayarlar, bu yüzden körlük bizim için bir kader olmaktan çıkar. Radyo dalgasıyla çalışan teleskoplar hâlâ gizemini koruyan bilinen evrenin en uzağında bulunan yıldızsı gök cisimleri gibi nesnelerin varlığından haberdar olmamızı sağlamıştır.

Gaz yönünden zengin galaksiler, evrendeki atomların yüzde 90’ını oluşturan hidrojen atomları yoluyla radyo dalgaları yayarlar. Radyo teleskoplarına elektronik yollarla bağlı geniş dizilerle galaksinin gaz içeriğini, eğilmeleri, balonları, delikleri ve telleri yüksek çözünürlükle görmemiz mümkün hâle gelmiştir. Galaksileri haritaya dökmek pek çok anlamda on beşinci ve on altıncı yüzyılda kıtaların haritalarını çizen seyyah ya da haritacıların yaptığından farklı bir iş değildir.

Gözlerimiz mikrodalgaları görebilseydi otoyolların kenarlarında çalılıklar arasına gizlenmiş radar araçlarının yaydığı enerjiyi de görüp ceza almaktan kurtulabilirdik. Telefonlarımızın çekmesini sağlayan istasyonları ise çok parlak görürdük. Fakat yemekle-

rinizi ısıtmak için kullandığınız mikrodalga fırınlarda herhangi bir değişiklik olmazdı, çünkü fırın mekanizmalarında kapağın arkasında kalan dalgalar herhangi bir sızıntı olmasın diye fırının içine geri yansıtılır. Bu sayede gözleriniz de yemeğinizle birlikte yüksek bir ısıya ulaşmaktan kurtulmuş olur.

Mikrodalga teleskopları 1960'lı yılların sonuna kadar evren araştırmalarında etkin bir şekilde kullanılmıyordu. Teleskoplar genellikle sonunda patlayarak yıldız ve gezegen oluşturacak soğuk ve yoğun yıldızlararası gaz bulutlarını gözlemlemek için kullanılıyordu. Bu bulutlar içindeki ağır metaller birleşerek kompleks moleküller oluşturunuyordu. Bu moleküllerin mikrodalga tayfındaki imzası, Dünya'da da bu moleküllerle aynı yapıda moleküller bulunduğu için yanlış anlaşılmazdı.

Evlerimizden tanıdığımız bazı kozmik molekülleri şöyle sıralayabiliriz:

NH_3 (amonyak)

H_2O (su)

Bunlardan bazıları ölümcül olabilir:

CO (karbonmonoksit)

HCN (hidrojen siyenit)

Bazıları size hastaneyi hatırlatır:

H_2CO (formaldehit)

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (etil alkol)

Bazıları ise size hiçbir şeyi hatırlatmaz:

N_2H^+ (dinitrojen monohidrid iyonu)

CHC_3CN (siyanodisetilen)

Proteinlerde, bildiğimiz anlamda hayatın yapıtaşı olan amino asitlerden biri olan glisin gibi bilinen yaklaşık 130 molekül vardır.

Şüphesiz ki mikrodalga teleskobu astrofizik alanındaki en önemli keşfi yapan araçtır. Evrenin kökenini oluşturan büyük patlamadan geriye kalan sıcaklık, mutlak sıcaklık ölçeğinde üç

derece kadar geriye gitmiştir. Daha sonra bu bölümde daha detaylı açıklanacağı gibi mutlak sıcaklık ölçeğinde en düşük sıcaklık sıfır derecedir, yani eksi dereceler ölçülmez. Ölçekteki mutlak o Fahrenheita göre -460 dereceye, 301 derece ise oda sıcaklığına denk gelir. Büyük patlama kalıntıları, 1965 yılında, Bell Telefon Laboratuvarı'nda çalışan fizikçiler Arno Penzias ve Robert Wilson tarafından tesadüfen ölçülmüştü. Daha sonra bu ölçümler adı geçen fizikçilere Nobel Ödülü kazandırmıştı. Kalıntılar mikrodalgaların baskın olduğu her yerde bulunan ve her yönde olan bir ışık okyanusu olarak kendilerini göstermişti.

Bu keşif en iyi anlamda hoş bir tesadüftü. Penzias ve Wilson mikrodalga iletişimine dâhil olan toprak kaynağını tesadüfen bulmuştu fakat buluşları evrenin oluşum teorisini açıklamaya yarayacak kadar büyük bir yol açmıştı. Oltalarını ufak bir balık yakalamak için sallayan bilim insanları hiç ummadıkları kadar büyük bir balık yakalamıştı.

Elektromanyetik tayftan devam edersek kızılötesi ışınlara ulaşırız. İnsanlar bu ışınları göremese de abur cubur tüketmeyi sevenler için vazgeçilmez bir kaynaktır. Kızılötesi ışınlar sayesinde bu tür gıdalar uzun süre sıcak tutulabilir. Yiyecekleri sıcak tutan lambalar görülebilir ışık yayarlar fakat içlerindeki asıl aktif madde yiyeceğin sürekli emdiği görünmez kızılötesi fotonlardır. Gözlerimiz kızılötesi ışınları görebilseydi geceleri tüm ışıklar söndüğünde de her şeyin ışıdamaya devam ettiğine şahit olabilirdik. Fişe takılı bir ütü, sıcak su boruları, işaret lambası etrafındaki metaller parlamaya devam ederdi. Bu resim görünen ışık altında gördüklerinizden daha parlak olmazdı fakat bazı parlak fikirler üretmenize imkân sağlayabilirdi. Mesela kışın çatınızdan ya da borulardan sızan bir akıntıyı, geceleri yaydığı ışınlar sayesinde rahatlıkla tespit edebilirdiniz.

Çocukken, geceleri ışıklar kapandığında kızılötesi ışınlar

sayesinde dolabın içine ya da yatağın altına saklanmış yaratıkları, eğer sıcakkanlılarsa tespit edebileceğimi düşünürdüm. Fakat herkes bilir ki bu yaratıklar sürüngen şeklindedir ve soğukkanlılardır. Bu yüzden kızılötesi ışınlar duvarla ya da yerle bütünleşmiş hâlde bulunan bu tür yaratıkları parlatmaz.

Evrendeki kızılötesi pencereler, henüz oluşum aşamasında bulunan yıldızlardan oluşan yoğun bulutları gözlemlemek için en faydalı araçlardır. Yeni oluşmuş yıldızlar genellikle artık gaz ve toz parçaları tarafından örtülür. Bu bulutlar bulundurdıkları yıldızın görünür ışığının çoğunu soğurur ve kızılötesi olarak yeniden yayar. Bu durumda görünen ışık pencereleri neredeyse tamamen işlevsiz hâle gelir. Görünür ışık yıldızlararası gaz bulutları tarafından yoğun bir şekilde soğurulunca, kızılötesi ışınlar çok az bir müdahaleyle hareket ederler. Bu durum özellikle Samanyolu Galaksisi düzleminde yapılan çalışmalar için özellikle çok değerlidir, çünkü burası Samanyolu Galaksisi'ndeki yıldızların görünür ışıklarının önündeki en büyük engelin olduğu alandır. Dünyanın yüzey fotoğraflarını kızılötesi uydularla çeken teknoloji, başka şeylerin yanı sıra Britanya Adaları'nın etrafında bulunan Kuzey Atlantik Akıntısı gibi ılık okyanus akıntılarının da yolunu belirlemiş ve bu adaların neden büyük bir kış kayağı alanı olamadığını ortaya koymuştur.

Yüzey sıcaklığı yaklaşık 6.000 derece olan Güneş'in yaydığı enerjide yoğun miktarda kızılötesi de bulunur. Fakat enerjinin çoğunluğu görünebilir ışık tayfındadır ve retinamızın algılayabileceği seviyededir. Tayf eşleşmesi bu şekilde olmasaydı retina hassasiyetimizin bozuk olduğunu düşünebilirdik. Normalde görünür ışığın fazla tesirli olduğu düşünülmez fakat cam ve havadan rahatlıkla geçebilir. Ultraviyole ise normal cam tarafından emilir. Gözlerimizin sadece ultraviyole hassasiyeti olsaydı, camdan yapılmış pencereyle tuğladan yapılmış bir pencerenin

bizim için farkı olmazdı.

Güneş'ten dört ya da beş kat daha sıcak bazı yıldızlar çok verimli ultraviyole üreticileridir. Bu yıldızlar görünür ışık tayfında da yer aldıklarından, keşfedilmeleri için ultraviyole teleskoplarına gerek kalmamıştır. Atmosferimizde bulunan ozon tabakası ultraviyole, x ve gama ışınlarını soğurur. Bu yüzden Güneş'ten çok daha sıcak olan bu yıldızlarla ilgili en detaylı analiz Dünya'nın yörüngesinden ve çevresinden toplanabilir. Tayftaki yüksek enerji pencereleri astrofiziğin oldukça yeni bir alt dalıdır.

Yeni yüzyılın genişleyen vizyonu ile birlikte, fizik alanında verilen ilk Nobel, 1901 yılında x ışınlarını keşfinden dolayı Alman fizikçi Wilhelm C. Röntgen'e verilmiştir. Evrendeki ultraviyole ve x ışınları yine evrenin en sıra dışı nesnelerinden biri olan kara deliklerin varlığını ortaya koyar. Kara delikler hiç ışık yaymazlar çünkü çekim kuvvetleri ışığın bile kaçamayacağı kadar yüksektir. Bu yüzden varlıkları başka bir yıldızın yüzeyinde bulunan maddeden yayılan enerjiyle anlaşılabilir. Bu durum klozetin içinde daireler çizerek yok olan suya benzetilebilir. Güneş'in sıcaklığından yirmi kat fazla sıcaklıkta olan ultraviyole ve x ışınları, kara deliğe gitmeden önce bir maddenin yayacağı en baskın enerji türüdür.

Keşif işlemi, keşfettiğiniz şeyin varlığının önceden farkında olmanızı gerektirmez. Bu önceden mikrodalga arkaplan radyasyonu ile gerçekleşirken, şimdilerde işlem için ultraviyole kullanılıyor. Bölüm 6'da da göreceğimiz gibi gama ışını penceresi gökyüzünde gezinen gizemli yüksek enerji patlamalarını ortaya çıkarmıştır. Bu keşif, kökeni ve nedeni bilinmese de uzayda ortaya çıkmış olan gama ışını teleskoplarıyla mümkün olmuştur.

Vizyon kavramını atomaltı partikülleri de tespit edebilecek şekilde genişletirsek nötrinoları kullanmamız gerekir. Bölüm 2'de de gördüğümüz gibi nötrino, elektronun antimadde çifti

olan normal nötron ve pozitrona dönüşen bir atomaltı partiküldür. Süreçten de anlaşılabilceğı gibi bu durum Güneş'in merkezinde her saniyede milyarlarca kez gerçekleşir. Nötrinolar daha sonra Güneş'in merkezinden, orada hiç bulunmamış gibi ayrılırlar. Bir nötrino teleskobu Güneş'in merkezinden ve devam eden termonükleer füzyon sürecinden doğrudan görüntü almayı sağlar. Bu durumu hiçbir elektromanyetik tayf bandı ortaya çıkaramaz. Nötrinoları yakalamak çok zordur çünkü bu maddelerin başka bir maddeyle etkileşime geçmesi neredeyse imkânsızdır. Bu yüzden etkili ve verimli bir nötrino teleskobu yapmak imkânsız değilse de çok zordur.

Evrenin başka bir penceresi olan kütle çekimi dalgalarını tespit etmek devasa kozmik olayları ortaya çıkaracaktır. Fakat burada söylendiğı ve Einstein'ın 1916'da yayımladığı Genel İzafiyet Teorisi'nde de ifade ettiğı gibi, uzay ve zamanın içinde dalgalanan kuvvet hiçbir kaynak tarafından tespit edilememiştir. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'ndeki fizikçiler 2.5 mil uzunluğunda kolları olan ve bu kolların ucunda lazer ışınları bulunduran L şeklinde özel bir çekim dedektörü geliştirdiler. Buradan bir kütle çekimi dalgası geçerse kolun birindeki ışık uzunluk açısından diğ erinden az da olsa farklı oluyordu. LIGO (Lazer İnterferometre Yer Çekim Dalgası Rasathanesi) olarak bilinen deney, 100 milyon ışık yılı uzaklıktaki yıldızların çarpışmasıyla meydana gelebilecek çekim dalgalarını ölçebilecek kadar hassastır. Gelecekte çarpışma, patlama ya da yıldız parlaması gibi çekimsel olayların ölçümünü yapmak gündelik bir mesele hâline gelebilir. Yani belki bir gün pencerelerimizi mikrodalga arkasındaki opak duvarın da arkasına, zamanın kendisinin başlangıcını görebilecek şekilde açmamız mümkün olabilir.

17. KOZMOSUN RENKLERİ

Dünya'da, gece gökyüzünde çok az gök cismi retinamızın renk algılarını harekete geçirebilecek kadar parlaktır. Kırmızı gezegen Mars, bu gök cisimlerinden biridir. Mavi süper dev yıldız Rigel ve kırmızı süper dev yıldız Betelgeuse de bu listeye eklenebilir. Fakat bunlardan başka gök cismi bulmak oldukça zordur. Çıplak bir göz için uzay karanlık ve renksiz bir alandır.

Büyük teleskoplar kullanılmadan önce evren gerçek renklerini insanlara göstermemiştir. Yıldızlar gibi parlayan gök cisimlerinin temelde kırmızı, beyaz ve mavi olmak üzere üç rengi vardır. Yıldızlararası gazlar normalde renksizdir fakat içerdikleri kimyasal elementler veya fotoğrafın çekiliş şekli gibi nedenlerden ötürü farklı renklerde görünebilirler. Oysa yıldız renkleri yüzey sıcaklığına bakılarak rahatlıkla anlaşılır. Soğuk yıldızlar kırmızıdır. Ilık yıldızlar beyazdır. Sıcak yıldızlar ise mavidir. Çok sıcak yıldızlar yine mavidir. Peki, Güneş'in merkezi gibi 15 milyon derece olan çok çok sıcak alanlar? Yine mavidir.

Peki, gerçekten durum bu kadar basit midir?

Astrofizik yasaları ve insan fizyolojisi yeşil yıldızların varlığını ihtimal dışı bırakmıştır. Peki, sarı yıldızlar? Bazı gök bilim kitaplarında, pek çok bilim kurgu hikâyesinde ve sokaktan geçen pek çok insana göre Güneş sarıdır. Profesyonel fotoğrafçılarsa Güneş'in mavi olduğuna dair yemin edebilir. Gündüz kullanılacak filmlerde renk dengesini sağlamak için kaynağın, yani Güneş'in kuvvetli bir mavi ışık yaydığını hesaba katmaları gerekir. Eski mavi nokta flaş küpleri kapalı alanda gündüz filmi kullanırken Güneş'in mavi ışığını harekete geçirmeyi sağlayan örneklerden biridir. Bazı ressamılsa belli resim pigmentlerinin tam görüntüsünü veren Güneş'in bunu sağlayabilmesini tamamen beyaz olmasına bağlarlar.

Hepimiz Güneş doğarken ya da batarken onu ufukta turuncu

bir hâlde görürüz. Fakat tam öğle vaktinde atmosfer dağılması en aşağı seviyeye geldiğinde Güneş'in sarı olduğu düşünülmez. Sarı ışık kaynakları, üzerine düştükleri beyaz nesnelerin sarı görünmesine sebep olurlar. Yani Güneş tam sarı olsaydı kar sarı renkte görünürdü.

Bir astrofizikçiye göre yüzey sıcaklıkları 1000 ila 4000 Kelvin derece arasında değişen nesneler genellikle soğuktur ve renkleri kırmızıdır. Fakat yüksek voltlu ampul telleri nadiren 3000 Kelvin dereceyi geçer ve renkleri beyazdır. 1000 derecenin altında sıcaklığa sahip nesnelerin tayfın görünen kısmındaki parlaklıkları çok düşüktür. Bu sıcaklıktaki kozmik küreler düşen yıldızlardır. Bu yıldızlar kahverengi olmasalar ve hemen hemen hiç görünebilir ışık yaymasalar da kahverengi cüce yıldız olarak adlandırılırlar.

Yeri gelmişken kara deliklerin de gerçekten siyah olmadığını söylemeden geçmeyelim. İlk olarak fizikçi Stephen Hawking tarafından tanımlandığı gibi kara delikler, kendi olay ufuklarının kenarındaki ışıklardan çok az miktarda ve çok yavaş bir şekilde yayarak buharlaşırlar. Kara deliğin kütlesine bağlı olarak herhangi bir ışık türünü yayması mümkündür. Küçük kara delikler daha hızlı buharlaşırken, hayatlarını gama ışınları ve görünebilir ışıklarda yoğun olarak bulunan kaçak enerjide sonlandırırlar.

Televizyon, dergi ve kitaplarda modern bilimsel imgeler genellikle yanlış renkte gösterilirler. Televizyonda hava durumunu sunan spikerler yoğun yağmuru bir renkle ifade ederken daha hafif yağmurlar için başka bir renk kullanırlar. Astrofizikçiler kozmik nesnelerin imgelerini yaratırken, ona nesnenin parlaklığına göre belli bir renk vermeyi tasarlamışlardır. En parlak kısım kırmızı, en mat kısım ise mavidir. Bu yüzden kitaplarda ya da televizyon kanallarında gördüğünüz renklerin nesnelerin gerçek renkleriyle bir alakası yoktur. Meteorolojide olduğu gibi bu nesnelerin bazılarında, renkler farklı özelliklerine göre verilmiştir.

Nesnenin kimyasal birleşimi ya da sıcaklığı bu özellikler arasındadır. Bazı spiral galaksilerse renklerini yörüngelerinden alırlar. Bulunduğunuz yere doğru gelen kısım mavinin tonlarıyla renklendirilirken uzaklaşan kısımlar kırmızının tonlarına boyanır. Bu durumda belirlenen renkler genellikle herkesin algılayabildiği mavi ve nesnenin hareketini gösteren Doppler kaymalarını ifade etmesini sağlamak amacıyla kırmızıdır.

Ünlü kozmik mikrodalga arka planı haritasındaysa bazı alanların sıcaklığı ortalamanın üzerindedir. Tahmin edebileceğiniz gibi bazı alanlar da ortalamanın altında bir sıcaklığa sahiptir. Bu ölçek bir ila yüz bin arasında değişir. Peki, bu durumu haritaya nasıl yansıtırsınız? Sıcak noktaları mavi, soğuk noktaları ise kırmızıyla gösterebilirsiniz, ya da bunun tam tersini uygulayabilirsiniz. İki durumda da haritada açık bir farklılık olarak çok küçük bir sapma görülür.

Bazen halk bir kozmik nesnenin kızılötesi ya da radyo dalgası kullanılarak çekilmiş tam renkli bir resmini görür. Çoğu durumda bant içindeki üç farklı alanı göstermek için kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç farklı renk kullanılır. Bu durumda tam renkli bir resmi -ancak tayfın görünmeyen kısımlarını görebilecek bir retinayla doğsaydık- nasıl görürdük diye düşünerek oluşturmak mümkündür.

Yaygın renklerin yaygın şekilde kullanımı bilim insanları için diğer insanlara ifade ettiğinden çok daha farklı anlamlar ifade edebilir. Astrofizikçiler açık bir şekilde konuşmaları gerektiğinde bir nesnenin yaydığı gerçek rengi belirleyebilecek araç ve metotları kullanırlar. Fakat bu metotlar halka çok hitap etmez. Nesne tarafından yayılan akımın logaritmik oranı ya da dedektörün hassasiyet profili için, düzeltilmiş iyi tanımlı bir sistemde kullanılan pek çok filtreyi kullanmak gerekir. Sizi halka pek de hitap etmediği konusunda uyarmıştım. Mesela bu oran düştüğünde

nesne ne renkte görünürse görünsün teknik olarak maviye döner. İnsanın renk algısının sınırları, varlıklı Amerikalı gök bilimci ve bir Mars fanatığı olan Percival Lowell'a zarar vermiştir. Lowell, 1800'lü yılların sonuyla 1900'lü yıllarında başında Mars'ın yüzeyiyle ilgili çizimler yapmıştır. Böyle gözlemleri yapabilmek için gezegenin ışığının buğusunu düşürebilecek sabit bir havaya ihtiyaç vardır. Arizona'nın kuru havasından faydalanan Lowell buraya 1894 yılında Lowell Rasathanesi'ni kurmuştur. Mars'ın demir yönünden zengin paslı yüzeyi her açıdan kırmızı görünmektedir fakat Lowell bu kırmızılık arasında kanal olarak tanımladığı yeşil ince çizgilerin de varlığından bahsetmiştir. Ona göre bu kanallar yapay su yolları olarak kutup noktalarından ekvatora doğru tarım alanları, şehirler ve köylerin su ihtiyacını karşılamak için yapılmıştır. Buradan da anlaşılabileceği gibi Lowell, bu kanalları yapan gelişmiş bir Mars medeniyeti olduğuna inanmaktadır.

Bu noktada Lowell'ın röntgencilik işiyle uğraşması bizi kaygılandırmamalı. Bunun yerine bahsettiği yeşil sulama kanallarına odaklanalım. Percival, çok iyi bilinen iki optik illüzyonun kurbanı olmuştur. İlk olarak beynimiz hemen hemen her durumda, hiçbir düzen yoksa görsel bir düzen yaratabilir. Gökyüzündeki takımyıldızlar bunun en iyi örneğidir. Sonuçlar da oldukça yaratıcıdır. Aynen bunun gibi Lowell'in beyni de Mars'taki geniş ölçekli modelleri bir kalıba dönüştürmüştür.

İkinci illüzyonsa, ilk olarak 1839 yılında Fransız kimyacı M. E. Chevreul tarafından ortaya konan gri olan bir şeyin sonrasında sarı kırmızı bir şeye bakılırsa, bakılan şeyin yeşil mavi olarak görüleceği teorisiydi. Mars'ın genel olarak kırmızı olan yüzeyinde bazı bölgeler griyle kahverengi arasındadır. Mavi yeşil görme durumuysa psikolojik bir etkinin sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Daha az utandırıcı olan bir başka psikolojik etkiyse beynimi-

zin, içinde bulunduğumuz ışıklı bir ortamda renk dengesini ayarlamaya çalışmasıdır. Mesela bir yağmur ormanındayken tüm ışık yeşil bir filtreden geçerek gözlerimize ulaşır. Bu durumda süt beyazı olan bir sayfanın bile yeşil görünmesi gerekir. Fakat böyle olmaz. Beynimiz ışıklandırma koşullarına rağmen sayfayı bize beyaz olarak gösterir.

Daha bilinen bir örnek verecek olursak, gece vakti içeride insanlar televizyon izlerken bir pencerenin kenarından geçtiğinizde, televizyon odadaki tek ışık kaynağıysa, duvarları parlak bir mavi olur. Fakat insan beyni televizyon ışığı ve duvar arasında renk dengesini sağlayarak, çevresinde böyle bir renk değişimini algılamaz. Bu fizyolojik dengeleme hâli Mars'ta yaşamaya ilk başlayanların Mars'ın tamamen kırmızı olan yüzeyine daha kolay alışmalarını sağlayacaktır. 1976 yılında *Viking* uzay aracının Dünya'ya gönderdiği ilk resimler her ne kadar soluk da olsa koyu kırmızıydı, böylece basının görsel ihtiyaçları da karşılanmış oldu.

Yirminci yüzyılın ortasında, gece gökyüzü Kaliforniya'nın San Diego bölgesinin hemen dışındaki bir alanda sistematik bir şekilde fotoğraflanmaktaydı. Palomar Rasathanesi Gökyüzü Araştırması olarak bilinen veriler tüm bir nesil için amaçlanan sonuca ulaşmanın temellerini sağlayacak bilgiler verdi. Kozmik araştırmacılar gökyüzünü iki kere fotoğrafladılar ve bunu biri mavi diğeriye kırmızı ışığa karşı ultra duyarlı olan iki siyah beyaz Kodak filmle gerçekleştirdiler. Gökyüzündeki nesne ilginizi çektiyse yaydığı ışığı tam olarak anlamak için hem kırmızı hem de mavi ışık altındaki fotoğraflarını görmemiz mümkün. Mesela çok kırmızı nesneler kırmızı resimde parlak, fakat mavi resimde neredeyse görünmez olurlar. Bu tür bilgiler hedeflenen nesne için gözlemlene programlarının oluşmasını sağlar.

Devasa yer teleskoplarıyla karşılaştırıldığında oldukça küçük bir boyuta sahip olan 94 inçlik Hubble Uzay Teleskobu kozmo-

sun şahane fotoğraflarını çekmiştir. Bunların arasında en çok akılda kalan, teleskobun halkın aklına ve gönlüne yerleşmesini sağlayan Hubble Heritage serisidir. Astrofizikçilerin renklendirdikleri resimler insanların çoğunu şaşırtır. Öncelikle bizler kayıt özelliği olan kameralarla aynı dijital alt yapıyı kullanırız fakat biz bu kameraları sizlerin evine gelmeden on yıl önce de kullanıyorduk ve kameralarımızın kalitesi o zaman bile çok yüksekti. İkincisi, kayıtlar kameralara düşmeden önce pek çok filtreleme yönteminden birisiyle filtreleniyor. Normal renklere sahip bir fotoğraf için nesnenin kırmızı, yeşil ve mavi filtreler altındaki üç fotoğrafını alıp bunları bir araya getirerek son aşamaya varıyoruz. Bu filtrelerin bir araya gelmesiyle tam görünür bir tayfa geçmiş oluyoruz. Daha sonra bilgisayar yazılımlarıyla bu üç fotoğrafı retinamızın algılayacağı şekilde bir araya getiriyoruz. Ortaya çıkan fotoğraf, 94 inçlik gözlerimiz olsaydı bir gök cismini ne şekilde algılayacaksa bunun aynısı oluyor.

Fakat bir nesnenin atomları ve moleküllerindeki kuantum özelliklerinden dolayı özel bir dalga boyunda ışık yaydığını düşünersek durum ne olur? Bunu önceden biliyorsak emisyonaya uygun bir filtre kullanırız, sadece bu dalga boyuna hassasiyetimiz olacak şekilde ayarlamalar yaparız, geniş bir dalga boyu kullanmayız. Resimde keskin noktalar ortaya çıkar ve diğer türlü dikkatimizden kaçacak noktalar netlik kazanmış olur. Gündelik hayatımızda bunun en iyi örneğini kozmik arka bahçemizde görebiliriz. Ben Jüpiter'in kırmızı noktasını teleskopla asla göremediğimi itiraf ediyorum. Zaman zaman bu nokta daha soluk olabiliyor, bu yüzden görmenin en iyi yolu gaz bulutlarından gelen moleküllerdeki kırmızı dalga boyundaki ışıkları yalıtın bir filtre kullanmak.

Galakside oksijen, yıldız oluşumu yakınlarında bir alandaysa saf yeşil bir renk yayar. Bu yıldızlararası kanalda bulunan seyrek-

leştirilmiş gazdır. Daha önce tarif ettiğimiz gizemli nebulyum gazının karşılığıdır. Bunun için kullanılan filtre ve oksijen imzası aynı zamanda tüm sahneyi kaplayabilecek yeşil ışık tarafından temiz bir dedektöre ulaşır. Pek ok Hubble resminde karşımıza çıkan parlak yeşil renk, gece vaktindeki oksijen emisyonunun işaretidir. Diğer atom ve molekül çeşitleriyle renk imgeleri kozmosun kimyasal bir aracıdır. Hubble bunu çok iyi başarır. Bu durumu, kaydettiği resimlerin klasik renkli resimlerden çok daha net ve farklı renklerde olmasından anlayabiliriz.

Hubble'ın "gerçek" renkleri gösterip göstermediğine dair yapılan bir tartışma devam etmektedir. Kesin olan tek konu, resimlerin "yanlış" renkler içermediğidir. Bunlar gerçek astrofiziksel nesne ve olgulardan yayılan gerçek renklerdir. Sadelik yanlış olan fizikçiler kozmik olayları insan gözünün algıladığı şekliyle yansıtmamanın insanlığa yapılan bir kötülük olduğunu düşünmektedir. Fakat retinalarımız dar bant ışığına ayarlanabilseydi, bizler de bu ışıkları Hubble'ın bize yansıttığı şekilde görecektik. Hatta gözlerimiz büyük bir teleskop kadar genişleyebilseydi de yine aynı durum gerçekleşecekti.

Evrendeki ışık saçan her nesnenin görünür ışığını bir araya getirseydiniz elde edeceğiniz renk ne olurdu? Bu soru yanıtlanmayı bekliyor. Daha basit şekliyle soracak olursak: Evren hangi renktir? Neyse ki işi bu soruya yanıt vermek olan bilim insanları var. Önceleri yanlış bir hesaplamayla evrenin deniz yeşiliyle soluk turkuaz arasında bir renkte olduğu düşünülüyordu fakat bu düşüncenin yanlış olduğu ortaya ıktı. Johns Hopkins niversitesi'nden Karl Glazebrook ve Ivan Baldry, yapılan hesaplamaları düzeltmiş ve evrenin aslında bej ya da kozmik latte olarak adlandırılabilir bir renkte olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Bu hesaplamalar, evrenin büyük bir bölümünü kaplayan 200.000 galaksi üzerinde yapılan araştırmalar neticesinde ortaya çıkmıştır.

On dokuzuncu yüzyıl İngiliz gök bilimcilerinden Sir John Herschel, renkli fotoğrafları icat etmiştir. Bu icattan beri halkın bunlara büyük ilgisi olsa da, astrofizik alanında büyük tartışmalar yaşanmıştır ve yaşanmaya devam edecektir.

18. KOZMİK PLAZMA

Doktorların kullandıkları kelimelerle astrofizikçilerin kullandıkları sadece birkaç durumda birbiriyle örtüşür. “İnsan iskeletinin, göz bebeklerimizin bulunduğu boşluğa şekil veren iki yö-rüngesi vardır”, “karın boşluğundaki sinir ağları göğsün tam orta-sında bulunur” ve “gözlerinde lens var” gibi cümleler bunlara ör-nek verilebilir. Plazma da bu tür kelimeler gibi iki disiplinde de kullanılır fakat kullanım alanları ve anlamlarının birbirleriyle alakası yoktur. Kan plazması nakli hayatınızı kurtarabilirken, milyon derecelik bir astrofiziksel plazmayla karşılaşmak sizi aniden bir dumana dönüştürebilir.

Astrofizik terimi olan plazmalar, aynı anda pek çok yerde ola-bilme özellikleriyle bilinirler. Fakat varlıkları popüler bilim dergi-lerinde ya da ders kitaplarında pek yer almaz. Popüler bilim yazılarında plazmalara genellikle maddenin dördüncü hâli ola-rak yer verilir. Katı, sıvı ve gaz tanımlamalarından birinin içine dâhil olmayan bu hâl, maddenin plazma hâli olarak adlandırıl-mıştır. Plazmaların gaz gibi serbest hâlde dolaşan atom ve mole-külleri vardır fakat aynı zamanda elektrik iletip manyetik alan-larda asılı kalabilirler. Plazma içindeki atomların çoğundaki elektronlar bir mekanizmayla çevrilidir. Yüksek sıcaklık ve düşük yoğunluk gibi ikili durumlarda elektronlar misafir oldukları atomlarla bir araya gelir. Bir bütün olarak bakarsak, plazma elektrik olarak nötrdür, çünkü negatif yüklü elektronların top-lam sayısı ile pozitif yüklü protonların toplam sayısı birbirine eşittir. Fakat içerde plazma, elektrik akımları ve manyetik

alanlarda kaynaşır ve pek çok anlamda lisedeki kimya dersinde öğrendiğimiz ideal gazlar gibi davranmaz.

Maddedeki elektrik ve manyetik alanların etkisi hemen hemen her zaman kütle çekimi etkisinin büyümesini engeller. Bir proton ve elektron arasında meydana gelen elektrik çekim kuvveti kütle çekimi kuvvetinin 10 üzeri kırk katıdır. Elektromanyetik kuvvetler o kadar büyüktür ki küçük bir çocuğun elindeki mıknatıs bile yer çekimi etkisine rağmen bir masanın üzerindeki atacı çekebilir. Daha ilginç bir örneğe hazır mısınız? Bir uzay gemisinin burnundaki atomların tüm elektronlarını serbest bırakır ve bunları bir fırlatma rampasına tutturursanız, burada oluşan çekim, uzay aracının fırlatılmasını engelleyecektir. Tüm motorlar çalışsa bile araç hareket etmeyecektir. *Apollo* astronotları Dünya'ya Ay'daki elektronları getirseydi, Dünya ve yörüngesinde bulunan Ay arasındaki çekim kuvveti bu kuvvetin altında kalırdı.

Dünya'da örneklerini görebildiğimiz en ilginç plazma örnekleri ateş, yıldırım, yıldız kuyruğu ve bir halının üzerinde uzun süre oturduktan sonra kapı koluna dokunduğunuzda hissettiğiniz elektriklenmedir. Elektrik yükleri sütun şeklinde bir araya gelmiş elektronlardan oluşur ve bu elektronlar tek bir alanda çok fazla toplanırsa aniden havaya karışabilirler. Dünya'da meydana gelen fırtınalar esnasında her saatte binlerce yıldırım oluşur. Bir santimetre genişliğindeki hava sütununda yıldırım çok kısa bir süre içinde plazma hâlinde hareket eder ve akan elektronlar nedeniyle ısısı milyon derecelere yükselir.

Her yıldız kayması aslında gezegenlerarası kalıntıların küçük partiküllerinin yüksek bir hıza ulaşıp yanması ve Dünya'ya zararsız bir kozmik toz olarak ulaşması şeklinde gerçekleşir. Aynı şey, hemen hemen atmosfere yeniden giren uzay araçlarında da gerçekleşir. Saatte 18.000 yörünge hızı olmasına rağmen hareketine devam eden araçların kinetik enerjisi bir şekilde harcanmak

zorundadır. Bu enerji aracın burnunda ısıya dönüşür ve ısı kal-
kanları tarafından hemen uzaklaştırılır. Bu sayede astronotlar,
Dünya'ya kayan yıldızlar gibi kozmik toz olarak düşmekten
kurtulmuş olurlar. Hareket sırasında ısı çok yoğun olduğundan,
uzay aracı etrafındaki her molekül iyonize olur ve araç etrafında
geçici bir plazma bariyeri oluşturur. Bu esnada araca hiçbir ile-
tişim sinyali gönderilemez. Bu süreç ekibin bir sinyal göndere-
mediği ve kontrol grubunun da astronotların durumuna dair
hiçbirşey öğrenemediği karanlık bir süreçtir. Uzay aracı yolculu-
ğuna devam ettikçe yavaşlar, ısı azalır, hava daha yoğun bir hâl
alır, plazma hâli de geçer. Elektronlar koptukları atomlara geri
dönerler böylece kopan iletişim ağı yeniden işlev kazanır.

Dünya'da oldukça nadir görünse de aslında plazmalar koz-
mostaki görünen maddelerin yüzde 99.99'unu oluşturur. Bu
rakamın içine yıldızlar ve gaz bulutları da dâhildir. Hubble Uzay
Teleskobu tarafından galaksimizde çekilen renkli ve güzel fo-
toğrafların hepsi plazma hâlinde bulunan gaz bulutlarına aittir.
Bazılarının şekli ve yoğunluğu yakınlarda bulunan bir kaynağın
sebebi olduğu manyetik alanın varlığıdır. Plazma manyetik bir
alanı kendi içine alabileceği gibi bu kuvvete göre bulunduğu
alanı da şekillendirebilir. Plazma ve manyetik alan arasında kurū-
lan bu ilişki Güneş'in 11 yıllık döngüsünün temel sebebidir. Gü-
neş'in ekvator bölgesinin yakınlardaki gaz kutup bölgelerinde
bulunan gaza göre biraz daha hızlı hareket eder. Bu fark Güneş
için iyi bir haber değildir. Plazma içindeki Güneş'in manyetik
alanı esner ve bükülür. Güneş lekeleri, alevler, belirginlikler ve
diğer Güneş hareketleri, Güneş plazması taşıyarak manyetik
alandan Güneş'in yüzeyine doğru çıkar.

Tüm bu karmaşa nedeniyle Güneş uzaya saniyede milyon
tonlarca yüklü partikül fırlatır. Bunların içinde elektron, proton
ve helyum çekirdekleri bulunur. Bu partikül akıntısı genel olarak

Güneş rüzgârı adıyla bilinir. En ünlü plazmalar kuyruklu yıldızların kuyruğunun Güneş'ten uzaklaşmasından sorumludur ve bu durum yıldız Güneş'e yaklaşırsa da Güneş'ten uzaklaşırsa da bu şekilde gerçekleşir. Manyetik kutup noktalarına yakın Dünya atmosferindeki moleküllerle çarpışan Güneş rüzgârı, hem kuzey hem de güneydeki gün ağarmalarının da sorumlusudur. Hem de bu sorumluluk yalnızca Dünya için değil, atmosferi ve güçlü bir manyetik alanı olan her gezegen için geçerlidir. Plazmanın sıcaklığı ve bulundurduğu atom ve moleküllerin karışımına bağlı olarak bazı serbest elektronlar ihtiyacı olan atomlarla yeniden birleşir ve eski enerji seviyesine dönerler. Bu sırada elektronlar belirlenen dalga boylarında ışık yayarlar. Şafak vakitlerinde gördüğümüz güzel renkleri elektronların hareketlerine borçluyuz.

Artık uydu rasathaneleri sayesinde Güneş'i eskisinden çok daha fazla gözlemlene şansına sahibiz. Güneş rüzgârlarıyla ilgili tahminleriye hava durumu raporları gibi günlük alabiliyoruz. Televizyonda yayınlanan ilk röportajım, Güneş'ten Dünya'ya doğrudan gelen bir plazma parçasıyla ilgiliydi. Herkes, en azından benim gördüğüm gazeteciler, Dünya'ya bu nesne çarptığında korkunç şeyler olacağını düşünüyordu. Ben onlara manyetik alanın bizi koruyacağını, bu yüzden endişelenmelerinin gereksiz olduğunu söyledim ve bu plazma etkisiyle Güneş rüzgârından kaynaklanacak kuzey ışıklarını izlemeye gitmelerini tavsiye ettim.

Tam Güneş tutulmaları sırasında Ay'ın hemen yanında bir hâle durumuna geldiğinde gözlemlenebilecek olan Güneş'in seyrek koronası, Güneş atmosferinin en dış tabakasını oluşturur ve 5 milyon derecelik bir plazmadır. Bu kadar yüksek sıcaklıktaki korona Güneş'ten gelen x ışınlarının en temel kaynağıdır ve bu ışınlar olmasa Güneş çıplak gözle görülemez. Yalnızca görünür ışığı kullanarak, Güneş'in yüzey parlaklığı koronanın parlaklığını

yüksek bir ışıktta görünmez hâle gelecek kadar düşürür.

Dünyanın atmosferinde Güneş rüzgârları nedeniyle atomlarından kovulan elektronlardan oluşan ve bir plazma battaniyesi görevi üstlenen iyonosfer adında bir tabaka vardır. Bu tabaka radyolarınızın çalışmasını da sağlayan bazı frekanstaki radyo dalgalarını yansıtır. İyonosferin bu özelliği nedeniyle AM radyo sinyalleri yüzlerce mil mesafeye ulaşabilirken kısa dalga radyoları ufkun dışında kalan binlerce millik mesafeye ulaşır. FM sinyalleri ve televizyon yayını için kullanılan sinyallerin daha yüksek bir frekansı vardır ve ışık hızında hareket ederek uzayı doğrudan geçerler. Gizlice Dünyalıları dinleyen bir uzay medeniyeti, televizyon programlarımız ve radyo yayınlarımızın hepsini bilir. Bu da Dünyalılar hakkında iyi bir izlenim mi, kötü bir izlenim mi sağlar bilinmez.

Plazmaların çoğu organik maddeyle iyi anlaşamaz. Yıldız Yolu dizisindeki en tehlikeli işe sahip olan kişi, keşfedilmemiş bir gezegene yaptığı ziyaret esnasında parlayan plazma toplarını araştıran karakterdir. Hatırladığım kadarıyla bu kişi her zaman kırmızı bir tişört giyyordu. Bu karakter ne zaman bir plazma topuyla karşılaşsa buharlaşırdı. Muhtemelen ileride bu kitabı okuyacak kişiler plazmaya nasıl davranılması gerektiğiyle ilgili kısıtlı bilgiye sahip bu karakteri garip karşılayacaklar. Biz bugün bu bilgiye sahibiz, fakat henüz dizide gerçekleştirilen ziyaret aşamalarına gelemedik.

Plazmaların güvenli mesafelerden izlenebildiği termonükleer füzyon reaktörlerinin merkezinde, yüksek hızdaki hidrojen çekirdeklerini bir araya getirip bunları daha ağır olan helyum çekirdeğine çevirmeyi denedik. Bunu yaparak halkın ihtiyacı olan elektrik enerjisini tamamen bedava hâle getirmeyi amaçlıyoruz. Fakat işleme koyduğumuzdan daha fazla enerji çıktısı almayı bir türlü başaramadık. Bu hızdaki çarpışmaları gerçekleştirmek için

hidrojen toplarının milyonlarca derecelik bir sıcaklığa ulaşması gerekir. Bağlı elektronlar için bir umudumuz yok. Bu sıcaklıklara ulaşan elektronlar hidrojen atomlarından kopup serbest hâlde gezinmeye başlıyorlar. Elinize milyonlarca derece sıcaklığında bir hidrojen plazması aldığınızda neler olabileceğini düşünebiliyor musunuz? Ya da böyle bir plazmayı nerede saklayabilirsiniz? Mikrodalga ışınlarına karşı dayanıklı Tupperware'ler bile işe yaramaz. Erimeyen, buharlaşmayan ya da tamamen dağılmayan bir şişe bulursanız bu iş için kullanabilirsiniz. Bölüm 2'de de kısaca gördüğümüz gibi plazma ve manyetik alan arasındaki ilişkiyi kendi çıkarlarımız için kullanıyoruz ve oldukça kalın manyetik alanı olan ve plazmanın kaçamayacağı bir tür "şişe" yaratıyoruz. Başarılı bir füzyon reaktörünün ekonomik dönüşü şişenin tasarımına ve plazmanın onunla ne tür bir etkileşime geçeceğine bağlıdır.

Maddenin bugüne kadar görülmüş en tuhaf hâllerinden birisi de New York, Long Island'da bulunan bir partikül hızlandırma alanında, Brookhaven Ulusal Laboratuvarları'nda çalışan fizikçiler tarafından üretilmiş kuark-gluon plazmasıdır. Elektronlarından sıyrılmış atomlar yerine maddenin en temel birleşenlerinden oluşan bu plazma çeşidi yüklü kuarklar, gluonlar ve normalde onları bir araya getiren proton ve nötronlardan meydana gelir. Plazmanın bu sıra dışı hâli evrenin büyük patlamadan sonraki genel hâline çok benzer bir yapıdadır. Evrenin her noktası bir şekilde -evren yaklaşık 400.000 yıllık olana kadar- plazma hâlinde kalmıştır.

Daha sonra evrenin sıcaklığı trilyon derecelerden birkaç bin derecelere kadar düşmüştür. Bu süreç boyunca tüm ışık plazmayla dolu evrende elektronlar tarafından her yana saçılmıştır. Bu durum Güneş'in merkezinden ya da buzlu bir camdan geçen ışığın hâline fazlasıyla benzemektedir. Işık iki merkezden de

dağılmadan geçemez, bunun nedeni bu alanların şeffaf değil yarı saydam olmasıdır. Birkaç bin derecenin altında düştükten sonra, evrendeki elektronlar bir atom çekirdeğiyle birleşerek helyum ya da hidrojen atomları oluşturabilecek seviyeye gelmiştir.

Her yöne yayılan plazma hâli, artık elektronlar hemen bir ev bulduğu için geçerliliğini korumamaktadır. Bu şekilde kuasarlar doğana kadar milyarlarca yıl devam eden plazma hâli esnasında kara delikler türbülanslı gazları yutmakla meşguldü. Gaz yutulmadan hemen önce evren boyunca yolculuk edip elektronların terk ettikleri atomlara geri dönmesini sağlayan iyon hâlde ultraviyole ışık yayılıyordu. Kuasarlar doğana kadar evren her yerin plazmayla dolu olduğu bir süreç yaşıyordu. Bu dönem Karanlık Çağ olarak adlandırılır ve yine bu dönemde kütle çekimi sessiz ve görünmez bir şekilde maddeyi plazma toplarına dönüştürerek oluşacak ilk yıldızların içeriklerinin bir araya gelmelerini sağlıyordu.

19. ATEŞ VE BUZ

Cole Porter, 1948 yılında, Broadway müzikali *Kiss Me Kate* için “Too Darn Hot” isimli şarkıyı besteledi. Fakat on dokuzuncu yüzyılın ortalarında sıcaklık şikâyet edilecek kadar yüksek değildi. Porter’ın sözleri, rahat bir birliktelik için uygun olan sıcaklığı gösterir nitelikteydi. İşiniz bittikten sonra alacağınız soğuk bir duş, size çıplak bir insan vücudunun konfor alanının ne kadar dar olduğunu gösterecektir.

Evrenin hikâyesiye tamamen farklıdır. 100,000,000,000,000,000,000,000,000,000 derece sıcaklık sizi nasıl etkiler? Bu sıcaklık milyarın milyar katının milyar katının yüz bin katıdır. Büyük patlamadan sonra evren yaklaşık olarak bu sıcaklıktaydı. Bu dönemde tüm enerji, madde ve uzay, gezegen ve petunyalara dönüşecek ve kuark gluon plazmaları genişleyerek patlayacaktı.

Kozmos multimilyar kat soğumasaydı, bugün adlandırdığımız hiçbir nesne var olamazdı. Termodinamik kurallarının da gösterdiği gibi, büyük patlamadan yaklaşık bir saniye sonra genişleyen alev topu 10 milyar derece soğumuş ve Güneş Sistemi'nin 1000 katı büyüklüğünde kozmik bir balona dönüşmüştür. Patlamadan sonraki 3 dakika içinde evren ılık bir hâl almış ve en basit atom çekirdeğini yapmak için işe koyulmuştur. Genişleme aynı zamanda evrenin soğumasını da sağlar ve büyük patlamadan beri bu iki olay birlikte gerçekleşir. Bugün evrenin ortalama sıcaklığı 2.73 Kelvin derecedir. Şu ana kadar söylenen tüm sıcaklık birimleri Kelvin'dir. Kelvin derece Santigrat'tan farklı olarak negatif sayılara sahip değildir, sıfırda sona erer. Kelvin derecedeki sıfır, mutlak sıfır ifade eder. Daha sonraları Lord Kelvin olarak tanınacak İskoç mühendis ve fizikçi William Thomson, 1848 yılında ilk kez mümkün olan en düşük sıcaklığı dile getiren kişidir. Laboratuvar deneyleri bununla sınırlı kalmamıştır. MIT'deki bir fizikçi, 2003 yılında, Wolfgang Ketterle Laboratuvarı'nda 0.000000005 Kelvin dereceye ulaşabilmiştir. Laboratuvar dışındaki ortamlarda kozmik olguların sıcaklıkları fazlasıyla değişebilen ölçektir. Bugün evrendeki en sıcak noktalardan birisi mavi süper dev yıldızının çekirdeğinin patlaması sırasında ölçülmüştür. Süpernovaya dönüşmeden önce bu yıldızın etrafa yaydığı ısının etkisiyle, çevresindeki yıldızlar 100 milyar Kelvin dereceye kadar ulaşabilirler. Güneş'in merkeziyse yalnızca 15 milyon Kelvin derecedir. Yüzeyiyse çok daha soğuktur. Mavi süper devin yüzeyi 25 bin derecedir ve bu şekilde mavi ışık yayar. Güneş 6 bin Kelvin derece ısıyla yalnızca beyaz ışık yayabilir ve periyodik tablodaki elementleri eritip buharlaştıracak ısıya sahiptir. Venüs'ün yüzeyi 740 Kelvin derecedir ve uzay araçlarında kullanılan elektronik aletleri yakacak kadar yüksek sıcaklıktadır. Suyun donma ısısının 273.15 Kelvin derece olduğu düşünül-

lürse 60 Kelvin derecelik Neptün'ün yüzeyi Güneş'ten 3 milyar mil uzaklığı nedeniyle daha soğuktur. Neptün'ün uydularından biri olan Triton daha da soğuktur. Uydunun buzlu nitrojen yüzeyi 40 Kelvin derecedir ve bu durum onu Güneş Sistemi'ndeki en soğuk alanlardan biri yapar. Peki, Dünya'da yaşayan varlıklar bu sıcaklıkların neresinde yer alır? İnsanların ortalama vücut sıcaklığı Kelvin ölçeğinde 310'un biraz üzerindedir. Dünya'nın kaydedilmiş yüzey sıcaklığı yazları en yüksek 331 Kelvin, kışlarıysa 184 Kelvin'dir. Fakat insanlar bu uç sıcaklıklarda yaşayamaz. Bir çadırın içinde değilsek Sahra Çölü'nde hipertemiye, giyecek kalın kıyafetlerimiz ve yiyecek yemeğimiz yoksa kutuplarda hipotermiye tutuluruz. Dünya'da yaşayan bazı mikroorganizmalar insanları donduracak ya da yakacak sıcaklıklarda yaşayabilirler. Sibirya'da bulunan donmuş topraklarda 3 milyon yaşında bakteriler keşfedilmiştir. Alaska'nın donmuş topraklarındaysa 32 bin yıllık bakteriler, toprak erir erimez uyanıp harekete geçmiştir. Aynı şekilde kaynayan çamurun ya da deniz altı volkanlarının bulunduğu alanlarda yaşayan bakteriler de vardır.

Daha kompleks organizmalar bile buna benzer şaşırtıcı ortamlarda hayatta kalabilirler. Suda veya yosunda bulunan mikroskobik canlılar 424 Kelvin dereceden 73 Kelvin dereceye kadar hayatta kalabilir. Bu sıcaklık ölçeklerinde hayatta kalabilen bu canlılar Neptün'de de yaşayabilirler. Belki bir sonraki uzay gezisinde astronot ve kozmonotları evde bırakıp, yanımıza bakteri ve mikroskobik canlıları almalıyız.

Isı ve sıcaklık genellikle birbiriyle karıştırılabilen kavramlardır. Isı, seçtiğiniz nesnede bulunan moleküllerin toplam hareket enerjisinin karşılığıdır. Bazı moleküller çok hızlı hareket ederken bazıları yavaş hareket eder. Sıcaklık yalnızca moleküllerin ortalama enerjisinin ölçüsüdür. Mesela yeni hazırlanmış bir fincan kahvenin sıcaklığı, ılık bir havuzdan daha yüksek olabilir. Fakat

havuzdaki suyun toplam ısısı bir fincan kahvenin ısısından daha yüksektir. 200 derecelik bir kahveyi 100 derecelik bir havuza boşalttığınızda havuz 150 derece olmaz. Öte yandan aynı ısıda ve aynı yatakta olan iki insanın 98.6 F derecelik ortalama vücut sıcaklığı bir araya gelince toplam 197.2 F derecelik bir sıcaklık oluşturmaz.

On yedi ve on sekizinci yüzyıllarda yaşayan bilim insanları, ısı ve yanmanın birbiriyle yakından alakalı olduğunu düşünmüştü. Onların anladıkları anlamda yanma, temel olarak yanabilirlik özelliğiyle bilinen toprak benzeri bir hipotetik maddenin nesneden çıkışıyla gerçekleşiyordu. Hava bu maddeyi yanacak olan alandan alıyor ve bu alan bir süre sonra kül oluyordu.

On sekizinci yüzyılın sonunda Fransız kimyacı Antoine-Lavoisier, bu teoriyi ısı teorisiyle değiştirdi. Lavoisier, kalorik olarak adlandırdığı ısıyı kimyasal elementler sınıfına koydu ve ısıнын yanan ya da sürtünen nesneler arasından geçen, görülmez, tadılmaz, kokusuz ve ağırlıksız bir madde olduğunu söyledi. On dokuzuncu yüzyıla kadar ısı kavramı tam olarak anlaşılmamıştı. Endüstri Devrimi'yle birlikte enerji kavramı daha geniş açıdan incelenince termodinamik diye adlandırılan yeni bir fizik dalı ortaya çıktı.

Isı hem bilim insanları, hem de bilim insanı olmayanlar için, sıcaklıkla karıştırılan bir kavramdır. Isısı yüksek nesnelerin sıcaklığı da yüksektir, ısısı düşük nesnelerin sıcaklığı da düşüktür. Termometreler de bu bağlantıyı onaylar.

Termometrenin mucidi olarak genellikle Galileo anılsa da, buna benzer bir aleti ilk yapan kişi milattan sonra birinci yüzyılda yaşamış olan Heron'dur. Heron, *Pneumatica* isimli kitabında gaz hacmi değiştikçe ısınan ya da soğuyan "termoskop" adında bir aygıtın tanımını yapar. Pek çok eski metin gibi bu kitap da Rönesans döneminde Latinceye çevrilmiştir. 1594 yılında bu

kitabı okuyan Galileo, yeni icat edilmiş teleskobu görmüş ve buradan yola çıkıp bir termoskop yapmıştır. Galileo döneminde yaşayan pek çok bilim insanı da Galileo'nun izinden gitmiştir.

Termometrelerde ölçek büyük önem taşır. On sekizinci yüzyılın başından itibaren süregelen bir gelenek olarak, sıcaklık birimlerini, pek çok sayıya tam bölünebilen sayılardan oluşturmak ortak bir yol olmuştur. Isaac Newton sıfırdan başlayıp 12'ye giden bir ölçek önermiştir. 12; 2, 3, 4 ve 6'ya tam bölünür. Hollandalı gök bilimci Ole Rømer, o'dan başlayıp 60'a giden bir ölçek önermiştir. 60; 2,3,4,5,6,10,12,15,20 ve 30'a bölünebilir. Rømer ölçeğinde 0, buz, su ve tuzun karışımıyla elde edilmiş, en düşük sıcaklık noktasını gösterirken; 60, suyun kaynama noktasını ifade eder.

1714 yılında Merkür termometresini geliştiren Alman Daniel Gabriel Fahrenheit, 1924 yılında daha net bir ölçekle ortaya çıkmıştır. Bu ölçekte Rømer'in her bir derecesi 4 eşit parçaya bölünür, yeni ölçekte su 240 derecede kaynar, 30 derecede donar. İnsan vücudunun sıcaklığı ise yaklaşık 90 derecedir. Daha sonra yapılan düzeltmelerle birlikte bu derece 96'ya çıkmıştır. 96; 2,3,4,6,8,12,16,24,32 ve 48'e bölünebilir. Bu düzeltmeler sonrasında suyun donma noktasıysa 32 dereceye getirilmiştir.

1742 yılında daha farklı bir yol izleyen İsveçli gök bilimci Ander Celsius, ondalık sayıları olan bir sıcaklık ölçeği önermiştir. Bu ölçekteki donma noktası 100 derece, kaynama noktası ise 0 derecedir. Daha sonra termometre ticareti yapan biri, dünyaya bir iyilik yaptı ve termometrenin sayılarını terse çevirerek, bugün aşına olduğumuz santigrat termometresini ortaya çıkardı. Sıfır sayısının, insanların algılaması üzerinde sıkıntı yaratan bir etkisi vardır. Bundan 20 yıl kadar önce, üniversitedeki kış tatilinde, New York'ta ailemle otururken, radyodan klasik müzik dinliyorduk. Kuzeydoğu yönünden Kanadalı bir soğuk hava dalgası

ilerliyordu. Radyodaki spiker sürekli azalan sıcaklıktan bahsederken, “5 derece”, “4 derece”, “3 derece” diye sayıyordu. Son olarak şunları söyledi: “Böyle giderse ortada hiç sıcaklık kalmayacak!”

Bu şekilde utandırıcı örneklerden kaçınmak için Uluslararası Bilim İnsanları Derneği, sıfırı doğru yere koymuş Kelvin sıcaklık ölçeğini kullanır. Sıfır için başka bir konum keyfidir ve aritmetik yorumun dışında kalır. Kelvin’den önce gelen sıcaklık ölçekleri gaz soğurken azalan hacmi ölçerek, bir maddenin moleküllerinin mümkün olan en az enerjiye sahip olduğu sıcaklığın -273.15 santigrat ya da -459.67 fahrenheit derece olduğunu bulmuştur. Başka deneylerde ise -273.15 santigrat derecedeki bir gazın sürekli basınç altında hacminin sıfıra düşeceği görülmüştür. Sıfır hacme sahip hiçbir gaz olmayacağı için, -273.15 santigrat derece, Kelvin ölçeğinde ulaşılamaz alt limit olmuştur ve bu derece için mutlak sıfır kavramı kullanılmıştır.

Evren bir bütün olarak gaz gibi hareket eder. Gazı genişletirseniz, soğur. Aynı şekilde geçmişe gidersek, evren yarım milyon yaşındayken kozmik sıcaklık 3 bin Kelvin derece civarındaydı. Bugünse 3 Kelvin dereceden daha az. Oluşan ilk evrenden binlerce kat daha geniş olan bugünkü evren, aynı zamanda o evrenden binlerce kat daha soğuk. Dünya’da canlı bir nesnenin ısınısını ağızına termometre koyarak ölçebilirsiniz. Doğrudan etkileşimle sağlanan bu ölçüm, termometrenin dokunduğu alanlarda bulunan hareketli moleküllerin enerjisiyle aynı seviyeye gelir. Termometre havada boş bir şekilde duruyorsa, havada çarpışan moleküllerin ortalama hızı termometrenin hangi sıcaklığı göstereceğini belirler.

Konu havadan açılmışken, Dünya’daki hava sıcaklığı tam güneş ışığı altında belli bir yer ve zamanda bir ağacın altında ölçülen ısıyla eşittir. Ağaç gölgesinin yaptığı şey sizi Güneş’in ışıma

etkisinden korumaktır. Bu şekilde bir ağacın altında dururken daha serinlemiş hissedersiniz. Hiç havanın olmadığı boş bir alanda termometreyi harekete geçirecek moleküller de yoktur. Peki, bu durumda uzayın sıcaklığı nedir diye bir soru sorabiliriz. Termometreye hiçbir şey dokunmazsa ışığın yaydığı enerji, ölçeği değiştirebilir.

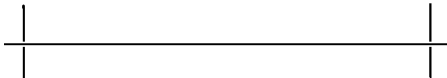
Havası olmayan Ay'da gündüz vaktinde termometre 400 Kelvin ya da 260 Fahrenheit dereceyi gösterir. Bir gök cisminin gölgesinde kalan alana ya da Ay'ın karanlık yönüne giderseniz, termometredeki derece aniden 40 Kelvin ya da -390 Fahrenheit dereceye düşer. Ay'da sıcaklık kontrolü olan bir uzay elbisesi giymeden hayatta kalabilmek için, ya tek ayağınızın üstünde dönmeli ya da vücudunuzun bir tarafı pişerken bir tarafının donmasına izin vermelisiniz.

Havalar soğurken mümkün olan en yüksek enerjiyi tutabilmek için yansıtıcı renklere koyu renkler giyin. Bu termometre için de aynıdır. Termometrenin tam olarak soğurucu maddeden yapıldığına emin olun. Samanyolu ve Andromeda galaksileri arasındaki hiçliğin ortasına bir termometre yerleştirdiğinizde, burada hiçbir radyasyon kaynağı olmadığı için, derece evrenin mevcut arka plan sıcaklığı olan 2.73 Kelvin'de kalacaktır.

Kozmologlar arasındaki ortak bir inanışa göre evren genişlemeyi sonsuza kadar sürdürecektir. Kozmosun büyüklüğü 2 katına çıktığında sıcaklığı yarıya düşecektir, 4 katına çıktığındaysa sıcaklık 4 kat azalacaktır. Trilyon yıllık bir süreç sonunda var olan tüm gazlar, yıldız yapımı için kullanılacak ve oluşan tüm yıldızlar termonükleer yakıtlarını tüketecektir. Kısacası, genişleyen evrenin sıcaklığı azalamaya devam edecek ve giderek mutlak sıfıra yaklaşacaktır.

Dördüncü Bölüm

Hayatın Anlamı



BURAYA NASIL GELDİĞİMİZİ BİLMENİN İYİ VE KÖTÜ YÖNLERİ

20. TOZDAN TOZA

Samanyolu'na çıplak gözle bir uçtan bir uca baktığınızda bulutsu bir ışık bandı ve kara lekeler görürsünüz. Bir çift gözlü mercek ya da teleskopla baktığınızdaysa Samanyolu'ndaki karanlık ve sıkıcı alanlar yine karanlık ve sıkıcı alanlar olarak kalırken, parlak alanlarda sayısız yıldız ve nebula görebilirsiniz.

Galileo, 1610 yılında Venedik'te yayımladığı *Siderous Nuncius* isimli kitabında teleskopla baktığında gördüğü cennetleri anlatır. Bu betimlemeler Samanyolu'ndaki ışıklı alanın ilk görüntülerini resmeder. Henüz uzay merceği olarak adlandırdığı aletine atıfta bulunarak çok heyecanlı olduğunu şu şekilde ifade eder:

Uzay merceğiyle bakıldığında Samanyolu'nun kendisi çok iyi gözlemlenebilir. Yıllardır filozoflar arasında tartışılan bazı konular bu görünürlük sayesinde son bulabilir. Boşuna yaptığımız tartışmalardan sıyrılabiliriz. Samanyolu Galaksisi, sayısız yıldızın içinde bulunduğu yıldız kümelerinin birleşiminden oluşan bir alandır. Uzay merceğini hangi yöne yönlendirirseniz yönlendirin,

karşınıza çok sayıda yıldız çıkar. Bunların bazıları oldukça büyüktür. Fakat akıl ermez derecede çok küçük yıldızlarla da karşılaşabilirsiniz. (Van Helden 1989, s.62)

Bu kitapta bahsedilen çok sayıda yıldızın olduğu yer, aslında tüm eylemlerin de gerçekleştiği alandır. Zaten yıldızların olmadığı karanlık bölgelerle kim neden ilgilenir ki? Bu alanlar muhtemelen sonsuz bir boşluğu arkasında bulunduran kozmik deliklerdir.

Bu karanlık alanların uzak yıldızları içinde bulunduran ve yeni oluşacak yıldızlara ev sahipliği yapan, gaz ve tozdan oluşan, kalın, yoğun bulutlar olduğunu anlamak için 300 yılın geçmesi gerekecekti. Uzaktaki yıldızların yalnızca uzaklıklarının açıklanamadığı derecede sönük olmasının nedenini araştıran Amerikalı gök bilimci George Cary Comstock'ın ilk öngörülerini takiben, 1909 yılında Hollandalı gök bilimci Jacobus Cornelius Kapteyn (1851-1922) nedeni bulmuştur. "Uzaydaki ışığın emilimi" adıyla yayımladığı iki araştırmasında Kapteyn, yıldızlararası kanal olarak adlandırdığı bulutların sadece yıldızların tüm ışığını dağıtmakla kalmayıp, bu işi yıldız tayfındaki tüm renklerle yaptığını ortaya koymuştur. Bu renkler maviden kırmızıya doğru gider. Böylece Samanyolu'ndaki uzak yıldızlar, yakın yıldızlara göre daha yakın görünürler.

Kozmik gaz bulutunun temel bileşenleri olan hidrojen ve helyum ışığı kırmızılaştırmaz. Fakat karbon ve silisyum elementleri içeren daha büyük moleküller kırmızılaştırır. Bu moleküller, molekül olarak adlandırılmayacak kadar büyüdüklerinde toz hâline gelirler. Pek çok insan evlerinde çeşitli toz şekilleriyle karşılaşmıştır. Kapalı bir evde karşılaşılacak tozların çoğunluğu, insan derisinden hücrelerden oluşmuştur. Bildiğim kadarıyla yıldızlararası oluşmuş kozmik tozda insan derisi yoktur. Bu tozun içinde tayfin kızılötesi ve mikrodalga kısımlarından oluşan karmaşık

moleküller bulunur. Mikrodalga teleskopları 1960'lara kadar, kızılötesi teleskoplarıysa 1970'lere kadar astrofizikçilerin kullandığı temel aletler arasında bulunmuyordu. Bu yüzden yıldızlararası maddelerin kimyasal zenginliği ancak bu tarihlerden sonra anlaşıldı. Takip eden yıllarda yıldız doğumlarının resmi çekilebildi.

Samanyolu'ndaki tüm gaz bulutları her zaman yıldız oluşmaz. Bu bulutlar bir sonraki aşamada ne yapacaklarına dair bir karışıklık içindedir. Aslında astrofizikçilerin de bu konuda kafası karışık hâldedir. Bizler bir bulutun kendi ağırlığı altında ezilip birya da birden fazla yıldız oluşturmak istediğini biliyoruz. Fakat yörüngeler ve türbülanslar bulutun isteğinin aksi yönünde olabilir. Aynı zamanda lisede kimya dersinde öğrendiğimiz normal gaz basıncı da bulutun tersi yönünde çalışabilir. Galaksilerin manyetik alanları da patlamanın zıt yönünde olabilir. Bu durumda galaksiler buluta nüfuz edip burada serbest hâlde dolaşan yüklü partikülleri kilitler ve bulutun öz çekimine cevap vermesini engellerler. Bu işin korkutucu yanıysa, daha önceden bir yıldızın var olduğunu bilmediğimizde, yaptığımız araştırmaların yıldızların asla oluşamayacağına dair ikna edici sebepler sunuyor olmasıdır.

Samanyolu'ndaki milyarlarca yıldız gibi gaz bulutları da galaksilerin etrafında dönerler. Yıldızlar büyük bir okyanusta dolaşan küçük gemilere benzerler ve gece vaktinde gemiler gibi birbirlerine geçerler. Gaz bulutlarıysa çok büyüktür. Hatta büyüklükleri Güneş'in milyon katı kadar olabilir. Bu yüzden hareketleri sırasında birbirleriyle çarpışırlar ve iç kısımları birbirlerine karışır. Bazen oransal hızları ve etki açılarına bağlı olarak birbirlerinin içine girebilir ve bir şekilde birbirlerine bağlanırlar.

Bir bulut mutlak sıfırın üzerindeki 100 derecenin altına düşerse, bileşenlerindeki atomlar çarpışır ve birbirine yapışır.

Daha yüksek sıcaklıklardaysa bu gerçekleşmez. Bu kimyasal geçişten herkes etkilenir. Yaklaşık 10 atom içeren büyüyen partiküller görünen ışıktaki ileri geri gitmeye başlar ve arkalarındaki yıldızın ışığını azaltırlar. Partiküller olgun toz zerrecikleri hâline geldiğinde, 10 milyarın üzerinde atom içerirler. Bu boyuta gelen tozlar, arkalarındaki yıldızların görünür ışığını geçirmezler. Işığı soğurup, buluttan kolaylıkla kaçabilen tayfın bir parçası olan kızılötesi enerji olarak yeniden yayarlar. Bulutu daha yoğun hâle getiren güçler çekiminin bir şekilde patlamasına sonuç olarak bir yıldızın oluşmasına sebep olabilirler. Bu durum bizi oldukça tuhaf bir olayla karşı karşıya bırakır. Termonükleer füzyona girecek kadar sıcak olan 10 milyon derecelik bir yıldız yaratmak için, bulutun içinde mümkün olan en soğuk koşula ulaşmamız gerekir. Bu durumda astrofizikçiler bulutun yaşamında bir sonraki aşamada ne olacağını tam olarak bilemezler. Kuramcılar ve bilgisayar modelcileri, bilinen tüm fizik ve kimya kurallarını bir araya getirse bile pek çok problemle karşılaşır. Dev bulutların hangi iç ve dış etkiler altında olduğunu bilmeden, davranışları hakkında yorum yapılamaz. Bir sonraki aşamada karşılaşılan problemse, yaratılmaya çalışılan yıldızın orijinal buluttan milyon kat küçük ve 1021 kat daha yoğun olmasıdır.

Yıldızlararası bulutun en derin, en karanlık ve en yoğun bölgeleri hakkında söyleyebileceğimiz en temel şey, mutlak sıfırdan 10 derece yukarıda oldukları ve hiçbir dirençle karşılaşmadan gazın çekim enerjisini ısıya dönüştürebilmeleridir. Yeni doğan bir yıldızın çekirdeği olacak bölgelerdeki sıcaklıklar, tüm toz zerreciklerine kadar parçalara ayırıp, hızlı bir şekilde artar. Bu sihirli sıcaklıkta çıplak hidrojen atomları olan protonlar, geri tepkimeyi engelleyecek kadar hızlı hareket eder ve kısa serinin etkisi altında büyük bir nükleer kuvvetle birbirine bağlanır. Bu termonükleer füzyon sonrasında onu oluşturan parçaların ortalamasından da-

ha az bir kütleye sahip olan helyum oluşur. Kayıp kütle Einstein'ın ünlü formülü $e=mc^2$ 'de ifade ettiği gibi enerjiye dönüşür. Formülde e enerjiyi, m kütleyi, c ise ışık hızını ifade eder. Isı dışarı doğru hareket ettikçe, gaz parlak bir hâl alır ve daha önce kütle hâlinde bulunan enerji ortaya çıkar. Sıcak gaz bölgesi hâlen büyük bir bulutun içinde saklıysa yine de Samanyolu'nda bir yıldızın doğduğunu söyleyebiliriz. Yıldızların kütleleri çok farklı olabilir. Bazıları Güneş'in onda biri büyüklükteyken, bazıları yüz katıdır. Henüz tespit edilemeyen nedenlerden ötürü büyük gaz bulutlarında pek çok soğuk alan vardır ve bu alanların hemen hemen hepsi aynı zamanda oluşur ve bir yıldız oluşturur. Büyük kütleli bir yıldız doğduğunda binlerce küçük kütleli yıldız da doğar. Fakat orijinal buluttaki gazın yalnızca yüzde biri yıldız doğumunda görev alır ve bu klasik bir problemi daha doğurur: Ayakları baş yapan bu sebep nedir?

Kütle limitini tespit etmek oldukça kolaydır. Güneş'in kütle-sinin onda biri kadar olan çarpışan gaz 10 milyon derecelik ısıya ulaşabilecek kadar yüksek çekim kuvvetine sahip değildir. Bu durumda bir yıldız oluşmaz. Yıldız yerine kahverengi cüce olarak adlandırılan gök cismi meydana gelir. Kendi enerji kaynağı olmayan bu cismin zamanla ışığı azalır ve ısısı da düşünce başlangıçtaki gibi bir patlama yaşar. Kahverengi cücenin gazdan meydana gelen dış kabuğu o kadar soğuktur ki, daha sıcak bir yıldızın atmosferinde bulunan büyük moleküller normalde yok olurken burada hayatlarına gayet iyi bir şekilde devam edebilirler. Parlaklığı çok düşük olan kahverengi cüceleri tespit etmek de çok zordur. Gezegen tespiti için kullanılan metotlara benzer metotlar kullanmak gerekir. Son yıllarda keşfedilen çok sayıda kahverengi cüceyle bu gök cisimlerini tek bir sınıf altında toplamak yetersiz hâle gelmiştir.

Üst uçtaki kütle limitinin tespiti kolaydır. Güneş'ten yüz kat

daha büyük olan yıldızla eklenmek isteyen yeni kütleler, yıldızın ışığında bulunan toz zerrecikleri ve gaz bulutlarının yoğun baskısı nedeniyle itilir. Bu durumda yıldız ışığı ve tozun eşleşmesi engellenemez. Bu yoğun radyasyonun etkileri sonucunda yüksek kütleli yıldızlar, kapatıcı bulutu, orijinal karanlıktaki tüm kütleyi ve yeni doğmakta olan yıldızları yok edebilirler.

Orion Kuşağı'nın hemen altında yer alan Dev Nebula bu tür yıldız doğumlarının meydana geldiği alanlardan biridir. Bu nebuladaki dev yıldız kümesi içinde binlerce yıldız doğmaktadır. Bu yıldızların en büyükleri içinde bulunan dört tanesi Orion Trapezium'u oluşturur ve oluştukları bulutun ortasında büyük bir delik meydana getirirler. Bu bölgenin Hubble Teleskobuyla elde edilmiş görüntülerinde yeni doğan yıldızlar görünmektedir. Orijinal buluttan çıkan toz ve başka moleküllerin içinde emekleyen yıldız sonunda gelişip tam bir yıldız dönüşür. Her bir diskin içindeyse yeni bir yıldız sistemi oluşmaya devam etmektedir.

Uzun bir süre yeni oluşan yıldızlar kimseyi rahatsız etmez. Fakat sonunda geçen devasa yıldızların yer çekimsel kuvvet ve basınçları yıldız kümesini parçalara ayırır ve bu kümeden kopan parçaların bazıları galaksideki yıldız havuzuna eklenir. Düşük kütleli yıldızlar aslında sonsuza kadar yaşarlar, bunun nedeni yakıtlarını verimli bir şekilde kullanmalarıdır. Güneş gibi orta büyüklükteki yıldızlarsa uzun ya da kısa bir süre sonra kırmızı devlere dönüşürler. Ölümleri yaklaştıkça hacimleri de yüz kata kadar artabilir. Bu yıldızların en dışta bulunan gaz tabakaları yıldızla kuvvetsiz bağlarla tutunduğu için, bir süre sonra kopup boşlukta ilerlemeye başlar. Burada daha sonra yıldız oluşumunda rol oynayacak gaz bulutları tarafından süpürülür.

Her ne kadar nadir rastlansalar da, yüksek kütleli yıldızlar, evrimsel kartların hepsini ellerinde bulundurur. Parlaklık

açısından Güneş'ten milyonlarca kat daha parlaktırlar, bunun sonucunda da yalnızca birkaç milyon yıl süren kısa bir ömre sahip olurlar. Yüksek kütleli yıldızlar çok sayıda ağır element üretirler. Sırasıyla hidrojen, helyum, karbon, nitrojen, oksijen şeklinde devam eden elementler son olarak çekirdekteki demiri oluşturur. Yüksek kütleli yıldızların ölümü süpernova patlamaları sırasında gerçekleşir ve ortaya tüm galaksiyi parlatacak kadar çok element çıkar. Patlayıcı enerji, yeni oluşmuş elementlerle tüm galaksiye yayılır. Bu sayede yakınlarda bulunan gaz ve toz bulutlarının içeriği de zenginleşmiş olur. Süpernova patlama dalgaları bulutların içinden süpersonik bir şekilde geçer, gaz ve toz üzerinde baskı yaratır ve yeni oluşacak yıldızlar için gerekli olan yüksek yoğunluğun ortaya çıkmasına sebep olur.

Bir sonraki bölümde de göreceğimiz gibi bir süpernovanın kozmosa verdiği en büyük hediye, bulutları gezegenleri oluşturmak için gerekli ağır metallerle beslemesidir. Büyük bir yıldızın patlaması ve ortaya çıkan ağır metallerle beslenen gaz ve toz bulutları, ait oldukları neslin özelliklerini, yeni oluşturacakları bir sonraki nesil yıldızlara aktarırlar.

21. YILDIZLARI ŞEKİLLENDİRMEK

Bilimsel keşiflerin tamamı yalnız ve asosyal araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmemiştir. Yapılan keşiflerin tümünü medyada ya da çok satılan kitapların başlıklarında görmek de mümkün değildir. Bazı keşiflerde birçok kişi birlikte çalışır ve keşfi gerçekleştirmek yıllar sürebilir. Bazıları için ileri derecede matematik bilgisine ihtiyaç vardır ve medyada yer alamayacak kadar karmaşıktır. Bu tür keşifler genellikle toplumun ilgisi dışında kalır.

Bence yirminci yüzyılda gerçekleştirilen en önemli keşiflerden olmasına rağmen toplumun hiç ilgisini çekememiş en büyük

keşif süpernovalardır. Yüksek kütleli yıldızların patlaması olarak açıklayabileceğimiz olay kökenlerin kaynağı ve evrendeki ağır elementlerin bir araya gelmesidir. Gözden kaçırılan bu keşif, 1957 yılında *Reviews of Modern Physics* dergisinde “Yıldızlardaki Elementlerin Sentezi” başlığıyla yayımlanmıştır ve yazarları E. Margaret Burbidge, Geoffrey R. Burbidge, William Fowler ve Fred Hoyle’dur. Bu yazıda daha önceleri yıldız enerjisinin kaynakları ya da elementlerin başkalaşımalarını sağlayan alanlar olarak yorumlanmış süpernovalar, hem teorik hem de sayısal bir çerçeveye okurların ilgisine sunulmuştur.

Kozmik nükleer kimya, dağınık bir alandır. 1957 yılında dağınık olan alan bugün de bu durumunu korumaktadır. Bu konuyla ilgili pek çok soru gündeme gelmiştir: Periyodik tabloda bulunan elementler belli bir sıcaklık ve basınç altında nasıl davranır? Elementler birleşir mi, ayrışır mı? Bu olay kolay bir şekilde gerçekleşebilir mi? Süreç esnasında enerji kullanılır mı, açığa mı çıkar?

Periyodik tablo adını bilmediğimiz yüzlerce şifreli element ve kutucuklardan oluşan gizemli bir tablo değildir. Evrende bilinen ve çekirdekteki artan proton sayısına göre düzenlenmiş bir sıralama tablosudur. Elementler içinde en hafif olanlar bir protonu bulanan hidrojen ve iki protonu bulanan helyumdur. Doğru sıcaklık, yoğunluk ve basınç koşulları altında periyodik tablodaki diğer her bir elementin sentezini gerçekleştirmek için hidrojen ve helyum kullanılabilir.

Nükleer kimyanın uzun yıllardır devam eden sorunlarından birisi, bölümler arasında gerçekleşen çarpışmaların hesabını yapabilmektir. Bu hesaplar bir etkileşim sağlanması için bir partikülün bir diğer partiküle ne kadar yaklaşması gerektiğini içerir. Beton karıştırıcılar ya da açık kasa kamyonlarda taşınan evler için çapraz kesit çarpışmaları hesaplamak kolaydır fakat atomaltı

partikülleri için aynı derecede kolay değildir. Çapraz kesit patlamalar tam anlaşılırsa nükleer reaksiyon oranları ve gerçekleşme şekilleri de kolaylıkla anlaşılır. Tablodaki küçük belirsizlikler bazen yanlış sonuçların ortaya çıkmasına sebep olabilir. Aslında buradaki problem bir şehirdeki metroda yolunuzu bulmaya çalışırken elinizde bambaşka bir şehrin metro hattının haritasını tutmaya benzer.

Bunun yanı sıra bilim insanları evrende bir yerlerde egzotik nükleer süreçler meydana geliyorsa bunun için en ideal alanın yıldız merkezleri olduğunu düşünüyorlardı. 1920 yılında İngiliz kuramsal astrofizikçi Sir Arthur Eddington, “Yıldızların İç Yapısı” adıyla yayımladığı makalesinde dönemin en ünlü atom ve nükleer araştırma merkezi İngiltere’deki Cavendish Laboratuvarı’nın evrendeki bazı elementleri başka elementlere dönüştüren tek alan olamayacağını şu şekilde ifade ediyordu:

Böyle bir dönüşümün olduğunu kabul etmek mümkün mü? Kabul etmek zor fakat reddetmek daha da zor. Bugün bu laboratuvar da gerçekleştiren her şeyin Güneş’te de meydana gelmesi çok zor değil. Bence yıldızlarda atomlardan daha kompleks moleküller oluşturan yapılar var ve bu genel olarak kabul görececek bir durum. (s. 18)

Eddington’ın makalesinde, kuantum mekaniği keşfedilmeden yıllar önce atom fiziği bilgisi olmadan atom ve çekirdeklerin en iyi ifadeyle güçsüz olduklarına yer verilmiştir. Oldukça kesin ifadeler kullanan Eddington, hidrojeni helyum ve daha sonraki elementlere dönüştüren termonükleer füzyonun yıldız tarafından üretilen enerjiyle gerçekleştiğine dair şunları söylemiştir:

Hidrojen ve helyumun oluşumunu yalnızca enerji birikimine verilmiş bir tepki olarak sınırlayamayız. Element yapımındaki daha sonraki basamaklar daha az özgürlük gerektirse de, hatta bazen enerji soğurmaya sebep olsa da durumu inkâr edemeyiz.

Süreci şu şekilde özetleyebiliriz: Tüm elementlerin atomları bir araya gelmiş hidrojen atomlarından oluşur ve muhtemelen bu şekle gelmeden önce tamamen sadece hidrojen molekülü şeklinde idirler. Yıldızın iç kısmı böyle bir evrimin meydana gelebileceği uygun bir alandır. (s. 18)

Dünya'da ve evrenin başka yerlerinde gözlemlenen element karışımları, elementlerin başkalaşımını açıklamak için gerekli modellerdi. Fakat öncelikle bir mekanizmaya ihtiyaç vardı. 1931 yılında, nötron keşfedilmemiş olsa da kuantum fiziği gelişmişti ve astrofizikçi Robert d'Escourt Atkinson, temel noktası "belli bir zamanda bir araya gelen proton ve elektronlar tarafından pek çok elementin en hafiften başlayarak aşama aşama elementlerin kökeni ve yıldız enerjisini açıklayabilecek veriler oluşturduğu bir sentez" olan makalesini yayımladı (s. 250).

Hemen hemen aynı zamanlarda nükleer kimyacı William D. Harkins de "atom ağırlığı düşük olan elementler, atom ağırlığı yüksek olanlara göre daha nadirdir ve ortalama aynı değerde tuhaf atom numaralarına sahip atomlar, normal atom numarası olan atomlardan yüz kat fazladır," (Lang ve Gingerich 1979, s. 374) demiştir. Harkins, atomların nispi nadirliğinin kimyasal süreçlerden ziyade nükleer süreçlere bağlı olduğunu ve ağır elementlerin hafif olanlarla sentezlenmiş olmasının çok yüksek bir ihtimal olduğunu ifade etmiştir.

Yıldızlarda meydana gelen nükleer füzyonun detaylı mekanizması pek çok elementin evrende neden bu kadar çok olduğunu açıklamaktadır. Özellikle iki protonlu helyum çekirdeğinin sırrı ortaya çıkmaktadır. Harkins bu elementi çift protonlu çok bulunur element olarak adlandırır. Fakat bu elementin diğer element ve moleküllerle girdiği etkileşim açıklanmamıştır. Elementin oluşma süreçlerine dair diğer durumlar muhtemelen üzerinde çalışılan konulardır.

İngiliz fizikçi James Chadwick'in Cavendish Laboratuvarı'nda çalışırken, 1932 yılında keşfettiği nötron, nükleer füzyon üzerinde, Eddington'ın hayal bile edemeyeceği kadar büyük bir rol oynamıştır. Protonları bir araya getirmek çok zor bir iştir çünkü bunlar doğaları gereği birbirlerini iterler. Yüksek sıcaklık, basınç ve yoğunluk yoluyla bir araya getirilen protonların birbirlerini itmesini engellemek ve birbirlerine bağlamak için kısa süreli güçlü bir nükleer kuvvet gerekir. Fakat yükü olmayan nötron başka bir molekülü itmez ve başka çekirdeklere kolaylıkla bağlanarak partiküllerle bir araya gelebilir. Bu basamak eldeki elementi değiştirmez, yalnızca bu elementin izotopunun oluşmasını sağlar. Fakat bazı elementler için yapılarına yeni eklenen nötron durağan değildir, kendini protona ve elektrona dönüştürebilir. Truva duvarlarını tahta bir atın içinde aşan askerler gibi elektron ve nötronlar da bir elementin içine nötron kılığında girip o elementi değiştirebilirler.

Nötron akışı yüksekse atom çekirdeği ilk nötronu yok etmeden başka nötronlar da alabilir. Hızlı bir şekilde alınan nötronlar bir element birleşimi oluşmasına yardımcı olurlar. Buradaki oluşum yavaş nötron alımıyla oluşan yapıdan farklıdır.

Tüm bu sürece nötron kapımı denir ve bu süreç klasik termonükleer füzyonla oluşamayacak pek çok elementin oluşumunu sağlar. Doğada bulunan diğer elementler, ağır çekirdeklerinin yüksek enerji ışınlarına maruz kalmasıyla, daha küçük parçalara ayrılması sonucu oluşurlar.

Yüksek kütleli bir yıldızın yaşam döngüsünü basite indirgeme riskini alarak, yıldızın kendisini çekime karşı koruyacak enerji yapma sürecinde olduğunu söyleyebiliriz. Bu süreç olmazsa yıldız kendini oluşturan gazların ağırlığı altında ezilip patlar. Hidrojen kaynağını helyuma dönüştüren bir yıldız merkezi, daha sonra helyumu karbona, karbonu oksijene, oksijeni neona ve son

olarak demire dönüştürür. Daha ağır elementlere dönüşümün yaşandığı bu füzyon süreçlerinde, çekirdeğin doğal çekimin üstesinden gelebilmesi için giderek artan sıcaklığa ihtiyacı vardır. Sıcaklık, süreç devam ederken kendiliğinden ortaya çıkar çünkü her bir basamağın sonunda yıldızın enerji kaynağı geçici olarak devre dışı kalır ve iç bölgelerde patlamalar olur. Sıcaklık yükselir ve bu sayede bir sonraki füzyon basamağı başlar. Fakat burada bir problem vardır. Demirin füzyonu sırasında enerji açığa çıkmaz, enerji kullanılır. Bu durum yıldız için çok kötüdür çünkü artık çekime karşı kendini koruyamamaya başlar. Karşı gücü olmayan yıldız hemen patlar ve bu patlama sonrasında sıcaklık çok yükselir. Patlama sırasında yıldızın parlaklığı milyar katına çıkar. Yeni oluşan bu parlak cisme süpernova denir.

Süpernova patlaması sırasında nötron, proton ve enerjinin varlığı elementlerin çok farklı şekillerde oluşmasını sağlayabilir. Kuantum mekaniğinin iyi test edilmiş doktrinleri, patlama fiziği, çapraz bölümler arasında meydana gelmiş çarpışmalar, elementlerin başkalaşımını sağlayan süreçler, yıldız evrimi teorisinin temelleri gibi konuları bir araya getiren Burbidge, Burbidge, Fowler ve Hoyle, süpernova patlamalarının hidrojen ve helyum hariç evrende bulunan tüm elementlerin oluşumunun temel kaynağı olduğunu ifade etmiştir.

Bir duman silahı olan süpernovalar bir problemi çözerken bir başka problemin gündeme gelmesine sebep olmuştur: Hidrojen ve helyumdan daha ağır herhangi bir elementi bir yıldızın içine yerleştirirseniz, evrene hiçbir faydanız dokunmamış olacaktır. Ancak bu element bir şekilde yıldız patlamasına şahit olursa gezegenler ve insanlara bir yararı dokunur.

Kozmik kimyasal soruların hepsine çözüm bulduğumuzu iddia etmiyorum. 1937 yılında laboratuvar şartlarında oluşturulmuş ilk element olan teknetyum, bugün bir gizemi içinde barın-

dırıyor. Adını yapay anlamına gelen bir Yunan tanrısından alan element henüz Dünya'daki doğal ortamlarda bulunamadı. Fakat galaksimizdeki kırmızı devlerin atmosferindeki belli noktalarda tespit edildi. Bulunduğu yıldızdaki yaşam beklentisi çok daha yüksekken, teknetyumun ömrü 2 milyon yıldır, bu yüzden korkmaya gerek yok. Diğer bir deyişle elementin bulunduğu yıldız bu elementle birlikte doğmamıştır, eğer öyle olsaydı şu an atmosferinde bu elemente rastlanmazdı. Yıldız merkezlerinde teknetyum oluşmasına uygun bir mekanizma da keşfedilmemiştir. Bu nedenler, element üzerinde henüz fikir birliğine varılamayan pek çok olasılığın varlığına imkân tanımaktadır.

Özel kimyasal yapılara sahip kırmızı devler nadir bulunur fakat bu alanda uzmanlaşan astrofizikçiler için alışılmış gök cisimleridir. Aslında benim uzmanlık alanım da kırmızı devler üzerine çalışabilecek verilerle örtüşüyor. Özellikle bu alanda çıkan *Newsletter of Chemically Peculiar Red Giant Stars* alanın öncü dergilerinden, fakat dergi stantlarında pek rastlayamazsınız. Dergide genellikle konferans ve devam eden araştırma süreçlerine dair bilgiler yer almaktadır. İlgili bilim insanları için devam eden kimyasal sırlar, en az kara delikler, kuasarlar ve evrenin ilk oluşumu kadar ilgi çekici konulardır. Fakat bunlarla ilgili herhangi bir bilgiye çok az rastlarsınız. Peki neden? Bir kere daha söylemek gerekirse, medya neyin sizin için ilgi çekici olabileceğine ya da olamayacağına sizden önce karar vermektedir, bu yüzden.

22. BULUTLARA UÇMAK

Evrenin doğumundan sonraki ilk 400 bin yılda uzay hızlı bir şekilde hareket eden sıcak fırınlar gibiydi. Atomlardaysa elektron bulunmuyordu. En basit kimyasal reaksiyon bile uzak bir hayaldi ve Dünya'da hayat belirtisi olarak ortaya çıkacak herhangi bir ipucu için 10 milyar yıl daha beklemek gerekecekti.

Büyük patlama sonrasında ortaya çıkan çekirdeklerin yüzde doksanını hidrojen oluşturunuyordu. Geriye kalanın çoğunluğu helyum ve az bir miktarı da lityumdu. Genişleyen evrenin sıcaklığı trilyonlu sayılardan 3000 Kelvin dereceye düşene kadar çekirdekler elektron yakalayacak seviyeye gelemeydi. Elektron yakalayan atomlar gerçek atomlara dönüştü ve böylece kimya mümkün hâle geldi. Evren büyümeye ve soğumaya devam ettikçe atomlar bir araya gelerek daha büyük yapıları oluşturmaya başladılar. Evrende ilk olarak ortaya çıkan elementler olan hidrojen, helyum ve lityum bir araya gelerek gaz bulutları oluşturdular. Bu gaz bulutları zamanla ilk yıldızların oluşumuna sebep oldu. Bu yıldızlar Güneş'ten yaklaşık yüz kat daha ağırdı. Oluşan her bir yıldızın merkezi termonükleer bir fırın gibiydi. Bu merkezlerde, oluşan ilk üç elementin aksine, oldukça ağır elementler bulunuyordu.

Bu yıldızlar yakıtlarını tükettince küçük parçalara ayrılarak patladılar ve içlerinde bulunan elementler evrenin her bir köşesine dağıldı. Kendi patlamalarıyla ortaya çıkan enerjiden güç alarak daha ağır elementleri oluşturdular. Atom yönünden zengin gaz bulutları artık içinde kimyasal açıdan çeşitli maddeler bulunduruyordu.

Hızlı bir şekilde galaksiye dönüşen bu bulutlar evrende görülebilir ilk cisimlerdi ve patlayan yıldızlar sayesinde element yönünden oldukça zenginlerdi. Kısa süre sonra oluşan galaksiler patlayacak yıldızlara ev sahipliği yapmaya başladılar. Patlayan her bir yıldız ve oluşan gök cisimleriyle, periyodik tabloyu oluşturacak kadar çeşitli elementler ortaya çıktı.

Oyunun sahneye çıkmayan oyuncusuysa, Dünya'da ya da evrenin başka bir yerinde henüz oluşmayan yaşamdı. Yaşamın kimyası, hatta herhangi bir şeyin kimyası için elementlerden molekül oluşması gerekiyordu. Fakat problem, moleküllerin yıldız

patlamaları ya da termonükleer sıcaklıklar nedeniyle yaşamlarına devam edememeleri idi. Daha soğuk ve sakin bir ortama ihtiyaç duyuyorlardı. O hâlde bugün yaşamımıza devam edebildiğimiz molekül yönünden zengin bu Dünya nasıl ortaya çıktı?

Bir dakikalığına ilk nesil yüksek kütleli yıldızların olduğu döneme geri dönelim.

Daha önce de gördüğümüz gibi, 10 milyar dereceyi aşan sıcaklıktaki merkezde sadece hızlı hareket eden bir çekirdekten oluşan hidrojenler birbirine bağlandı. Bu bağlanmaların sonucunda ortaya helyum ve yüksek miktarda enerji çıktı. Yıldız hayatında olduğu sürece gerçekleşen nükleer reaksiyonlar sonrasında ortaya çıkan enerji dışı doğru bir baskı yaratarak, yıldızın kendi ağırlığı altında ezilerek patlamasını engelledi. Fakat sonunda yıldız hidrojen yakıtını tüketti ve yapacak hiçbir şeyi kalmayan bir helyum topuna dönüşmüş oldu. Zavallı helyumun daha ağır elementlere dönüşebilmek için çok daha yüksek sıcaklıklara ihtiyacı vardı.

Enerji kaynağı azalan bir çekirdekte patlamalar olur ve bu sayede ısı artar. 100 milyar derecede partiküller hızlanır ve helyum çekirdeği füzyonu gerçekleşir. Daha ağır elementleri bir araya getirmek için yeterli hıza ulaşmıştır. Bu elementler bir araya geldiğinde reaksiyon sonucu enerji açığa çıkar ve bu enerji bir süre daha patlamaları devam ettirir. Kaynaşık hâlde bulunan helyum çekirdeği bir süre berilyum gibi orta seviyede ürünler harcar, fakat sonunda üç helyum çekirdeği bir karbon atomunu oluşturur. Daha sonra elektronlarını yakalayan karbon atomu tam bir atoma dönüşür ve periyodik tablodaki kimyasal açıdan en verimli atom olma özelliğini alır.

Kısacası yıldızın içinde füzyon hızlı bir şekilde gerçekleşir. Sonunda sıcak bölge; yıldızdan geri kalanlarla çevrelenmiş bir helyum kabuğu, çevrelenmiş bir karbon topunu bırakarak onun

helyumunu tüketir. Bu sefer merkez yine patlar. Sıcaklığı 600 milyar dereceye ulaştığında karbon da komşu çekirdeklere bağlanmaya başlar ve daha kompleks nükleer yollarla, daha ağır elementler oluşturur. Bu füzyonlar sırasında süreci daha ileriye götürecek enerji ortaya çıkar. Artık fabrika nitrojen, oksijen, sodyum, magnezyum ve silisyum üretebilecek seviyeye gelmiştir.

Periyodik tabloda aşağı doğru hareket edince demirle karşılaşırız. İlk nesil yıldızların merkezlerinde nükleer füzyon sonucu ulaşılan son element demirdir. Demirin ya da daha ağır bir başka elementin füzyonuysa enerji açığa çıkarmaz, var olan enerjiyi soğurur. Fakat enerji yapma işiyle meşgul yıldızlar için bu hiç iyi bir haber değildir. Merkezinde demir bulunan bir yıldız, kendi çekimini dengeleyecek bir enerji kaynağı bulamayınca, yine kendi ağırlığı altında ezilerek patlar. Saniyeler içinde gerçekleşen patlama sıcaklıkta ani bir artışa sebep olur ve bu artış sonucunda devasa bir patlama gerçekleşir. Bu patlama süpernova olarak adlandırılır. Artık demirden daha ağır elementler elde etmek için gerekli enerji açığa çıkmıştır. Patlamanın hemen ardından yıldızın yaydığı elementlerden oluşan bir bulut yıldız alanına girer. Bulutun içinde bulunan maddeler hidrojen, helyum, oksijen, karbon ve nitrojen atomlarıdır. Tanıdık geldi mi? Kimyasal olarak etkisiz olan helyum dışında bu elementler bugün bizim bildiğimiz anlamda hayatın temel elementleridir. Bu atomların hem kendi içlerinde hem de başka atomlarla bir araya gelerek oluşturacakları moleküller, muhtemelen bizim haberdar olmadığımız bir hayatın da temellerini oluşturmaktadır.

Evren artık uzaydaki ilk molekülleri ve bir sonraki nesil yıldızları oluşturmaya hazır bir hâldedir.

Gaz bulutları dayanıklı moleküller yapmak isterse doğru maddelerden daha fazlasını bir araya getirmek zorundadır. Öncelikle soğuk olmalıdırlar. Birkaç bin dereceden daha sıcak olan

bulutlarda partiküller çok hızlı hareket eder, atom çarpışmalarındaki enerji de yüksektir. Bu yüzden moleküller bir araya gelip bu birlikteliği koruyamaz. Birkaç çift atom bir araya gelip bir molekül oluştursa bile, yeterli enerjiye sahip bir başka atom gelip bu molekülü parçalayacaktır. Füzyon için bu kadar güzel işleyen yüksek hız ve sıcaklık, bu sefer kimyanın aksi yönde çalışmaktadır. İç kısımlarındaki gazda meydana gelen türbülans hareketleri oldukça, gaz bulutları uzun ve mutlu bir ömür geçirir. Nadiren de olsa yeteri kadar yavaşlayıp soğuyan bulutlar çekim kuvveti kazanır ve sonucunda bulut patlar. Molekülleri oluşturan bu süreç aynı zamanda bulutların soğumasını da sağlar. İki atom çarpışıp birleşince onları bir araya getiren enerji ya yeni oluşan bağlar tarafından kullanılır ya da radyasyon olarak yayılır.

Bulutun yapısında soğumanın önemli bir etkisi vardır. Atomlar artık yavaş tekneler gibi çarpışırlar. Bu çarpışma esnasında bir araya gelir ve birbirlerini yok etmek yerine birleşirler. Karbon kendiyile bağlıdır ve karbon içeren moleküller daha büyük ve kompleks bağ kurmaya elverişlidir. Bazıları yatağınızın altında toplanan pamukçuklar gibi karmaşık hâldedir. İçerdiği maddeler uygun olduğunda, aynı şey silisyum için de geçerli olur. İki durumda da toz zerreciklerinin her biri atomların birleşip daha büyük moleküller oluşturmak için bir araya geldiği alanlar olacaktır. Daha düşük sıcaklıklarda daha büyük ve kompleks moleküller oluşabilir.

Oluşacak ilk ve en yaygın maddeler iki ve üç atomdan oluşan moleküllerdir. Mesela karbonmonoksit, karbon toza dönüşmeden önce stabilize hâle gelmiştir. Ya da hidrojen molekülü soğuyan gaz bulutlarının ya da molekül bulutlarının temel birleşeni olmuştur. Bir sonraki aşamada oluşan üç atomlu moleküller arasında su, karbondioksit, hidrojen siyenit, hidrojen sülfid ve sülfid dioksit bulunur. Oldukça reaktif olan üç atomlu moleküller,

üçüncü protonlarıyla aç komşularını besleyerek kimyasal reaksiyonların önünü açarlar.

Bulut soğumaya devam edip 100 Kelvin dereceye geldiğinde ya da bunun da altına düştüğünde daha büyük moleküller ortaya çıkar. Bunlardan bazılarını garajınızda ya da mutfağınızın zemininde bile rastlayabilirsiniz. Asetilen (C_2H_2), amonyak (NH_3), formaldehit (H_2CO), metan (CH_4) gibi moleküller bunlardandır. Başka maddelerin içinde daha büyük moleküllere rastlamanız da olasıdır. Etilen glikolden yapılan antifriz, aslında etil alkol olan likör, benzen içeren parfüm, glikoaldehit olarak da adlandırılabileceğimiz şeker bunlardan bazılarıdır. Proteinlerin yapı taşı olan amino asitlere benzer formik asitler de karşılaşabileceğimiz büyük moleküller arasındadır.

Yıldızlararası dolaşan mevcut molekül sayısı yaklaşık 130'dur. Bunlardan en büyüğü ve yapı olarak en karmaşığı ant-rasen ($C_{14}H_{10}$) ve 2003 yılında Dünya'dan 2300 ışık yılı uzaklıktaki Kızıl Dörtgen Nebula'da bulunan piren ($C_{16}H_{10}$), Ohio'da bulunan Toledo Üniversitesi'nden Adolf N. Witt tarafından keşfedilmiştir. Birbiriyle bağlı ve durağan karbon halkalarından oluşan antrasen ve piren, PAH olarak kısaltılan çok dolamlı hidrokarbon ailesine aittir. Uzayda bulunan kompleks moleküllerin hepsi bir şekilde karbon temellidir. Biz de bu duruma bir istisna oluşturmayız.

Boş uzayda moleküllerin var olma durumu 1963 yılından önce çoğunlukla astrofizikçiler tarafından bilinmiyordu. Bu tarih diğer bilimsel alanların durumunu göz önüne alınca oldukça geçtir. Bu tarihe kadar DNA molekülü çoktan anlaşılmış, atom bombası, hidrojen bombası ve balistik füzeler mükemmel hâle getirilmişti. İnsanı Ay'a götürecek Apollo programı gelişme aşamasındaydı. Uranyumdan daha ağır olan on bir element laboratuvar ortamında yaratılmıştı.

Astrofiziğin geri kalmasının temel nedeniyse elektromanyetik

tayf olarak bilinen mikrodalganın tüm sırlarının henüz çözülmemesinden kaynaklanıyordu. Bölüm 3'te de gördüğümüz gibi moleküller tarafından yayılan ve soğurulan ışığın tayfta mikrodalga kısmına düştüğü daha sonra anlaşıldı. Bu yüzden 1960'lara kadar mikrodalga teleskopları aktif bir şekilde kullanılmadı ve evrendeki molekül karmaşası çözülemedi. Daha sonra Samanyolu'ndaki karanlık alanların kimyasal fabrikalar gibi olduğu ortaya çıktı. 1963 yılında hidroksil (OH) tespit edildi. 1968 yılında amonyak, 1969 yılında su, 1970 yılında karbonmonoksit, 1975 yılındaysa etil alkol keşfedildi. Bunların hepsi yıldızlararası boşlukta bir kokteyl oluşturuyordu. 1970'li yılların ortasına kadar yaklaşık kırk molekülde mikrodalga izlerine rastlanmıştı.

Moleküllerin net bir yapısı vardır fakat atomları bir arada tutan elektron sabit değildir. Yerinden oynar, esner ya da gevşer. Bundan dolayı mikrodalgalar bu olayları gerçekleştirecek doğru enerji zincirinde bulunur. Mikrodalga fırınların çalışma prensibi de bu şekildedir. Doğru enerji dalgasında bulunan mikrodalgalar yiyeceğin içinde bulunan su moleküllerinde titreşim yaratır. Hareket eden partiküller arasında meydana gelen kırılma ısıyı artırır ve yiyeceğin pişmesini ya da ısınmasını sağlar.

Aynen atomlar gibi uzayda bulunan her molekül türü de bulunduğu tayfa göre kendine has özellikler taşır. Bu modeller Dünya'daki laboratuvarlarda sınıflandırılan moleküllerle karşılaştırılabilir. Kuramsal hesaplamalarla desteklenen laboratuvar verisi olmadan neye bakacağımızı bilemezdik. Molekül büyüdükçe bu molekülü bir arada tutmak için oluşan bağ sayısı da artar. Bu şekilde hareket eden elektron sayısı da artmış olur. Her tür hareketin kendine özel tayf dalga boyu ya da rengi vardır. Bazı moleküller mikrodalga tayfında yüzlerce, hatta binlerce rengi zapt edebilirler. Bu moleküllerde bulunan elektronlar hareket ettikçe yaydıkları ya da soğurdukları ışık yoluyla bunu gerçekleşt-

tirirler. Bir molekülün imzasını geri kalan moleküllerin arasından çıkarmak zordur. Bu iş aynen çılgılık atan onlarca çocuk arasında kendi çocuğunun sesini ayırt edebilmeye benzer. Zordur ama imkânsız değildir. Yapacağınız en önemli şey odaklanmak ve kulaklarınızı dört açmaktır. Aynı durum laboratuvar işlemleri için de geçerlidir.

Oluşan bir molekülün durağan bir hayat yaşaması her zaman beklenmez. Çok sıcak yıldızların doğduğu alanlarda, yıldız ışığında yüksek miktarda ultraviyole bulunur. Ultraviyole moleküller için zararlıdır çünkü bulundurduğu yüksek enerji dalgaları moleküllerin sabit atomları arasındaki bağların kopmasına sebep olur. Aynı nedenle ultraviyole insan vücudu için de zararlıdır. Sanırım kimse vücudundaki moleküller arası bağın kopmasını istemez. Bu yüzden en iyisi ultraviyole ışınlarla maruz kalmaktan kaçınmaktır. Devasa bir gaz bulutu, içinde moleküllerin oluşmasına ortam sağlayacak kadar soğuyabilir fakat etrafı ultraviyole ışınlarla doluyorsa bulut içindeki moleküller yanar. Molekül büyüdükçe bu etkiye dayanması da zorlaşır.

Bazı yıldızlararası bulutlar çok büyük ve yoğundur. Bu bulutların dış tabakaları, iç tabakaları koruyan bir kalkan vazifesi görür. Ultraviyole ışınları bu alanın dış kısmında moleküller tarafından durdurulur ve bulutun iç kısmındaki kimyasal yapı durumdan etkilenmez. Fakat elbette koruyucu moleküllerin de bir dayanma noktası vardır. Gaz bulutunun merkezi ya da başka bir gaz paketi yeteri kadar yoğun ve soğuk olur olmaz, hareket eden gaz partiküllerinin ortalama enerjisi yapının kendi ağırlığı altında ezilip patlamasını engelleyemeyecek kadar azalır. Bu ani çekimsel kuvvet sıcaklığı yeniden artırır ve gaz bulutunda termonükleer füzyonlar meydana gelir.

Yeni bir yıldızın doğma vakti gelmiştir.

Maalesef bulutun içinde yıldız oluşturmak için bir araya

gelmiş olan moleküller trajik bir şekilde ısıнын etkisiyle tamamen ayrılırlar. Daha dağınık olan gaz bulutu bölgeleriye bu kaderden kaçabilir. Burada bulunan gazlar başka bir yıldızın artan çekim kuvvetinin etkisi altına girebilecek seviyededir. Fakat yıldızın kendisi tarafından çekilebilecek kadar yakında bulunmazlar. Tozlu gaz tabakası içinde bulunan yoğun materyaller kalın bir disk oluşturarak yıldızın yörüngesine girerler. Bu disk içinde eski moleküller yaşamına devam ederken yenileri de oluşabilir.

Şu an elimizde bulunan şey yapım aşamasındaki bir yıldız sistemidir. Daha sonra bu sistemde moleköl yönünden zengin gezegenler ve kuyrukluyıldızlar oluşur. Katı materyaller varsa gökyüzü bir sınır oluşturur. Moleküller istedikleri kadar büyüyebilir. Karbon bu şartlar altında bildiğimizden daha kompleks bir kimyasal yapı oluşturabilir. Ne kadar kompleks? Yeni bir isim alacak kadar: Biyoloji.

23. *GOLDILOCKS* VE ÜÇ GEZEĞEN

Bir zamanlar, bundan 4 milyar yıl kadar önce, Güneş Sistemi'nin oluşumunun sonuna gelinmişti. Venüs, Güneş'e o kadar yakın bir konumdaydı ki, bir zamanlar belki de var olan su kaynakları tamamen buharlaştı. Mars ise bulundurduğu su kaynakları sonsuza kadar buz hâlinde kalacak kadar uzak bir alanda oluştu. Yalnızca tek bir gezegen bulundurduğu su kaynaklarının sıvı kalmasını sağlayacak kadar doğru bir mesafede oluştu ve yaşamın oluşması için doğru alan oldu. Bu gezegen Dünya'ydı ve bulunduğu bölge Güneş'e göre mesafesi dikkate alınarak yaşanabilir bölge ilan edildi.

Ünlü masal kahramanı Goldilocks'un tam kıvamında olan şeyleri sevdiğini bilirsiniz. Üç ayının yaşadığı kulübede pudinglerden birini çok sıcak, diğeriniye çok soğuk bulup üçüncü kâsenin tam kıvamında olduğunu düşünür ve bu pudingi yer. Yine

ayıların kulübesindeki yataklardan biri çok yumuşak, diğeri çok serttir. Üçüncü yataksa tam olarak istediği gibidir bu yüzden Goldilocks bu yatakta uyur. Ayılar akşam evlerine döndüğünde pudinglerden birinin yenmiş olduğunu, aynı zamanda birinin de yatakların birinde uyuduğunu görürler. Masalın sonunu hatırlamıyorum ama ayıların besin zincirindeki konumunu dikkate alırsak ben olsam Goldilocks'u bir lokmada mideme indirirdim diye düşünüyorum.

Venüs, Dünya ve Mars'ın nispi yaşanılabilir alanlar olması Goldilocks'un ilgisini çekebilir fakat bu gezegenlerin gerçek hikâyesi üç kâse pudingin hikâyesinden daha farklıdır. Dört milyar yıl önce su yönünden zengin kuyrukluyıldızlar ve mineral yönünden zengin asteroitler hâlâ gezegenlerin yüzeylerine düşüyordu. Fakat bu düşüşler daha önceki düşüşlere göre çok daha yavaştı. Bu kozmik bilardo oyunu süresince bazı gezegenler ilk oluştukları yerden daha iç kısma doğru giderken bazıları da yörüngelerini genişletmiş ve dışa doğru gitmiştir. Oluşan gezegenlerden bazılarıysa ilk oluşum yerlerini değiştirmemiş veya Güneş'in ya da Jüpiter'in yörüngesine girmiş ve bu gök cisimleriyle çarpışmıştır. Bazılarıysa Güneş Sistemi'nin tamamen dışına çıkmıştır. Sonunda sadece birkaçının bulunduğu yörünge milyarlarca yıl yaşamak için uygun bir yerde sabitlenmiştir.

Dünya, Güneş'ten yaklaşık 93 milyon mil uzaklıkta bir yörüngeye sahiptir. Güneş'in ürettiği toplam enerjinin iki milyarda biri Dünya tarafından soğurulur. Eğer hepsi Dünya tarafından soğulsaydı, Dünya'nın sıcaklığı 280 Kelvin ya da 50 Fahrenheit derece olurdu. Bu da yaz ve kış sıcaklığının tam ortasında bir değere denk gelirdi. Normal atmosfer basıncı altında su 273 Kelvin derecede donar, 373 Kelvin derecedeyse kaynar. Dünya ile Güneş arasındaki mesafe suyun her zaman sıvı kalabilmesini sağlayacak derecededir.

O kadar da hızlı değil. Bilim, bazen insana yanlış sonuçlardan doğru cevaplar ürettirebilir. Dünya aslında Güneş'ten kendisine gelen enerjinin üçte ikisini soğurur. Geriye kalan enerji özellikle okyanuslar tarafından uzaya tekraryansıtılır. Yansıma eşitliklerde hesaba katılırsa Dünya'nın ortalama sıcaklığı suyun donma noktasının da altında bir değer olan 255 Kelvin dereceye düşer. Modern zamanlarda sıcaklığı bir şekilde daha konforlu bir değere taşıyacak bir şeylerin işin içinde olması gerekmektedir.

Fakat biraz daha bekleyin. Yıldız evrimiyle ilgili tüm teoriler 4 milyar yıl önce Dünya'da ilk yaşam formları filizlenirken, Güneş'in bugünkünden üç kat daha az parlak olduğunu ve bu nedenle Dünya'ya da şimdikinden çok daha az enerji gönderiyor olabileceğini söyler.

Belki de Dünya uzak geçmişte Güneş'e şimdi olduğundan daha yakın bir mesafedeydi. Yüksek bombardımanın ilk dönemlerinin ardından bilinmeyen bir mekanizma sabit yörüngelerde içe ve dışa doğru kaymalara sebep olmuş olabilir. Belki de sera etkisi geçmişte şimdikinden kat kat fazlaydı. Bundan emin olamayız. Bildiğimiz şey, yaşanılabilir alanların yaşama bir şekilde sahip olup olmadığının araştırmasının yapılması gerektiğidir.

Dünya dışı aklın var olduğunu ortaya atan ünlü Drake denklemi, Samanyolu Galaksisi'ni bulmaya çalışan çok sayıda medeniyetin olabileceğini öne sürer. Amerikalı gök bilimci Frank Drake, 1960 yılında bu görüşü ortaya attığında yaşanılabilir alan tanımı kendi yıldızı etrafında doğru uzaklıkta bulunan bir gök cismiyle sınırlıydı. Drake denkleminin bir versiyonu da şöyle okunabilir: Galakside bulunan milyarlarca yıldızla işe başla. Bu büyük sayıyı yıldızların etrafında bulunan gezegenlerle çarp. Yaşanılabilir alanı olan gezegenlerle elde ettiğin sayıyı çarp. Yaşanılabilir alanında bir yaşam ortaya çıkarmış olabilecek gezegenlerle bu sayıyı çarp. Yaşam oluşan alanlarda zeki varlıkların

da olduğu gezegen sayısıyla bu sayıyı çarp. Sahip oldukları zekâ sayesinde yıldızlararası iletişimi gerçekleştirebilecek teknolojiyi üretmiş olabilecek varlıklarla bu sayıyı çarp. Ve son olarak yıldız oluşumu oranıyla beklenen yaşam süresini de dikkate alarak, muhtemelen bizden bir telefon bekleyen, teknolojik olarak gelişmiş medeniyetlerin sayısını bul.

Küçük, soğuk ve parlaklığı az olan yıldızlar milyarlarca, hatta trilyonlarca yıl yaşayabilirler. Bu süre, etrafında bulundurdıkları gezegenlerde bir ya da iki kere yaşam formu oluşmasına izin verebilecek kadar uzun bir süredir. Fakat bu gezegenlerin yaşanılabilir alanı yıldızlara çok yakında bulunur. Burada oluşan bir gezegen çekimsel olarak kolaylıkla etkilenebileceğinden yıldız hep tek bir tarafını gösterecek şekilde durur. Bu durum aynen Ay'ın Dünya'ya hep tek yönünü göstermesine benzetilebilir. Tek yönlü bir duruşun sonucu olarak yıldız bakan taraftaki sular ısınıp buharlaşacak diğer taraftaki sular ise donacaktır. Goldilocks böyle bir gezegende yaşasaydı onu gezegenin tam ortasında, mutlak yıldız ışığı alan aydınlık alanla sonsuz karanlık bölgenin tam arasında bulurduk. Uzun yaşayan bu yıldızların etrafındaki yaşanabilir alanlarla ilgili bir başka problemse alanın dar olmasıdır. Bu yüzden bir gezegenin rastgele bulunduğu yörüngede yaşam oluşması için tam olarak doğru bir alanı seçme şansı oldukça düşüktür.

Bunun aksine büyük, sıcak ve parlaklığı yüksek yıldızların etrafında yaşanılabilir alan da fazladır. Fakat ne yazık ki bu yıldızlar sayıca çok azdır ve ömürleri yalnızca birkaç milyon yıl ile sınırlıdır. Daha sonra şiddetli bir şekilde patlarlar. Bu yıldızların etrafında bulunan gezegenlerde bizim bildiğimiz anlamda bir yaşam formunun ortaya çıkması da zordur. Fakat hızlı gerçekleşen evrimler mümkündür.

Drake denklemini Goldilocks'un yaptığı matematiğe benze-

tebiliriz. İlkisi de tam olarak doğruyu bulmaya çalışır. Fakat Drake denklemi, daha önce Güneş'in yaşanabilir bölgesinde kalmadığı düşünülen Mars'ı gözden kaçırmıştır. Mars'ta sayısız kuru nehir yatağı, delta, akıntı alanı bulunmuş ve bunlar bir zamanlar bu gezegende suyun sıvı hâlde bulunduğunun kanıtı olmuştur.

Dünya'nın kız kardeşi olarak tanımlayabileceğimiz Venüs hakkında neler söyleyebiliriz? Etrafı tamamen bulutlarla çevrili gezegen, Güneş Sistemi'nde bulunan en yansıtıcı gezegendir. Venüs'ün böyle bir durumda olmasının açık bir nedeni bulunmamıştır. Fakat etrafındaki bulutlar nedeniyle gezegende çok ciddi bir sera gazı etkisi vardır. Karbondioksitten oluşan kalın atmosferi Venüs'ün yüzeyine ulaşan radyasyonun tamamını tutar. Bu yüzden Venüs'ün yörüngesi Mars'ın yörüngesinden iki kat daha geniş olsa da, 750 Kelvin derecelik sıcaklığıyla Güneş Sistemi'ndeki en sıcak gezegendir.

Dünya milyarlarca yıllık yaşam evrimini sürdürmeye devam ederse, sıvı hâldeki suyun varlığını devam ettirebilecek bir geri bildirim mekanizması yine yaşamın kendisi tarafından sağlanabilir. Biyolog James Lovelock ve Lynn Margulis'in 1970'li yıllarda geliştirdiği bu kavram Gaia hipotezine atıfta bulunur. Etkili fakat kendi içinde çelişkili olan bu fikir, Dünya'da bulunan tüm türlerinin karışımının bütüncül bir organizma gibi hareket ettiğini ve Dünya'nın atmosfer içeriği ve iklimini hem yaşamın varlığını, hem de suyun sıvı hâlini devam ettirmek için dengelediğini öne sürer. Bu fikir benim de ilgimi çekiyor. Hattayeni nesil bir akımın temel felsefesi olabilir. Fakat eminim ki bundan milyarlarca yıl önce kendi gezegenleriyle ilgili bu tür fikirler ortaya atan fakat şimdilerde yaşamına devam edemeyen Marslılar ve Venüslüler de vardı.

Daha geniş bir açıyla bakarsak, yaşanılabilir alan, bir enerji kaynağı ve suyun sıvı hâlinin bulunduğu yer demektir. Jüpiter'in

uydularından biri olan buzla kaplı Europa, Jüpiter'in çekimsel alanının etkisiyle oluşan gelgit sıcaklığıyla ısınmaktadır. Aynen sürekli yere vurulduğunda ısınan bir top gibi, Europa da Jüpiter'in bir yüzeyine uyguladığı çekimle gelip gitmekte ve ısınmaktadır. Bu yüzeydeki çekim etkisi diğer yüzeye göre daha fazladır. Peki, sonuç nedir? Mevcut gözlem ve kuramlara göre uydunun buzlu kalın yüzeyinin altında muhtemelen çamurlu okyanuslar bulunmaktadır. Dünya'daki okyanusların yaşam açısından büyük çeşitlilik sunan alanlar olduğu düşünülürse, Europa Dünya dışı yaşam arayışları için fazlasıyla ilgi çekici bir alandır.

Yaşanılabilir alan kavramına başka bir boyut kazandırmış yeni kavramlardan biri de ekstremofil olarak adlandırılan ve çok zor şartlarda yaşamına devam edebilen türlerdir. Bu türler arasında biyologlar olsaydı, muhtemelen kendi yaşadıkları şartları normal, oda sıcaklığında yaşayan canlılarıysa ekstremofil olarak adlandıracaklardı. Bu türler arasında çok yüksek sıcaklıklarda yaşayan termofiller bulunur. Bu türlerin yaşadıkları alanlar arasında okyanus ortasında bulunan yükseltiiler vardır. Bu yükseltiilerde baskı altındaki su normal kaynama noktasının çok daha üzerinde bir sıcaklığa sahiptir. Burada oluşan durum evimizdeki düdüklü tencerelere benzer. Yüksek basınç altındaki su normal kaynama noktasının çok daha üzerinde bir sıcaklıkta kaynar.

Soğuk okyanus tabanında sıcak su dalgalarıyla gelen çözünmemiş mineraller bulunur. Bu mineraller zamanla içleri sıcak, kenarları soğuk gözenekli borular oluşturur. Böylece okyanus suları ile doğrudan etkileşime geçerler. Bu sıcaklıkta sayısız yaşam formu bulunur ve bunların hiçbirisi Güneş'i görmemiştir. Bu yüzden günün birinde Güneş'in enerjisini kaybedecek olması onları hiç ilgilendirmez. Bu formlar yaşamlarına jeotermal enerjiyle devam ederler. Jeotermal enerji Dünya'nın oluşumu sırasında arta kalan ısı ve Dünya'nın kabuğunda doğal olarak

meydana gelen radyoaktif yıkımın bir araya gelmesidir.

Okyanus tabanında Dünya'da rastlanan en istikrarlı ekosistem olarak adlandırılabilir bir ekosistemin varlığından söz edebiliriz. Bir asteroit Dünya'ya çarpsa ve yeryüzünde yaşayan her şeyin sonunu getirse bile bu ekosistem durumdan hiç etkilenmez. Okyanuslarda yaşayan termofiller kendi mutlu hayatlarına devam ederler. Hatta belki Dünya yüzeyinde hayat tamamen sona erdiği için burada yeni bir hayatın başlangıcını yapmaya giderler. Ya da Güneş birden sistemin ana yıldızı olmaktan çıksa, Dünya yörüngesini tamamen kaybetse, bu türlere ne zararı olur? Bu durum muhtemelen termofil basınına bile yansımayacak kadar önemsiz olur. 5 milyar yıl içinde Güneş, İç Güneş Sistemi'ni doldurmak için genişleyecek ve kırmızı bir deve dönüşecektir. Bu durumda Dünya'daki okyanuslar kaynayacak ve buharlaşacaktır. Belki bu durum termofiller için haber değeri taşıyabilir.

Termofiller Dünya üzerinde yaygın olarak bulunuyorsa şu soruyu sormamız gerekiyor: Güneş Sistemi'yle aynı anda oluşan kırmızı gezegenlerin hepsinin derinlerinde bir yerlerde hayat var mıdır? Bu jeotermal rezervler milyarlarca yıl var olmaya devam edebilir. Oluşan her bir yıldız sisteminde bir şekilde ortaya çıkan sayısız gezegen için neler söyleyebiliriz? Yıldızlararası uzay bu evsiz gezegenlerle dolu olabilir mi? Yalnızca bir yıldızın etrafında uygun mesafede bulunan bir alan değil, her yer yaşanılabilir alan olabilir. Bu yüzden ilk başta söz ettiğimiz Goldilocks ve üç ayı masalının diğer masallardan bir farkı yoktur. Sadece üç ayının evinde değil, mesela üç domuzun evinde de tam doğru sıcaklıkta bir kâse pudinge karşılaşılabiriz. Drake denkleminde de öğrendiğimiz gibi belki evrenin her alanı yaşanılabilir bir alandır.

Bu ne kadar umut dolu bir masal oldu böyle. Yaşam nadir ve çok kıymetli olmaktan öte, belki gezegenlerin kendisi kadar yaygındır.

Ve termofiller ermiş muradına, biz çıkalım kerevetine.

24. SU, SU

Güneş Sistemi'nin kuru ve hiç de sevimli olmayan görüntülerine baktığınızda Dünya'da oldukça yüksek miktarda bulunsa da, suyun galaksimizde pek de yaygın olmadığını düşünebilirsiniz. Üç atomu bulunan moleküller arasında su açık ara birincidir. Suyu oluşturan hidrojen ve oksijen elementleriye evrende en çok bulunan elementler listesinin birinci ve üçüncü sırasında yer alır. Bu yüzden bazı bölgelerde neden su bulunur diye sormak yerine, bazı bölgelerde suyun bulunmama nedenlerini sorgulamak daha anlamlıdır.

Güneş Sistemi'nde suyun ve havanın olmadığı bir yeri ziyaret etmek istiyorsanız Dünya'dan çok uzaklaşmanıza gerek yok. Ay tam olarak böyle bir ortamı size sağlar. Hiçbir atmosfer basıncının olmadığı Ay'da su tamamen buharlaşmıştır ve bu süreç Ay'ın sıcaklığının 200 Fahrenheit derece olduğu iki haftada gerçekleşmiştir. Bu iki haftanın gecesinde sıcaklık sıfırın altında 250 derecelere kadar düşmüştür ve var olan her şey buz tutmuştur.

Apollo astronotları Ay'a giderken ve oradan dönerken gerekli olan su ve havayı beraberlerinde götürüp getirmiştir. Fakat uzak gelecekteki misyonların belki de yanlarında su ya da sudan yapılmış ürünler götürmesine gerek kalmayacaktır. *Clementine* uydusunun yörüngesinden gelen bilgilere göre, Ay'ın kuzey ve güney kutup noktalarında bulunan çok derin kraterlerde donmuş hâlde su bulunma ihtimali vardır. Ay'ın her yıl gezegenlerarası gezinen kalıntılardan etkilendiği düşünülürse, bunların arasında mutlaka su yönünden zengin kuyrukluyıldız kalıntılarının da olacağı anlaşılabacaktır. Peki, bu kalıntıların büyüklükleri ne kadardır? Güneş Sistemi'ndeki kuyrukluyıldızlar eritilse, Kuzey Amerika'nın beş büyük gölünden biri olan ve 25,744

kilometrekare büyüklüğündeki Erie Gölü hacminde bir sıvı oluşur.

Yeni oluşan bir gölün 200 derece sıcaklıkta varlığını devam ettirmesi düşünülemez de, uyduya çarpıp buharlaşan kuyruklu-yıldızlardan bazılarının su molekülleri kutup noktalarındaki derin kraterlerde var olmaya devam etmiş olabilir. Bu moleküller Ay'daki toprağa batmış ve burada sonsuza kadar beklemek zorunda kalmışlardır çünkü Ay'da Güneş'ten etkilenmeyen tek yer bu bölgelerdir. Başka türlü düşünürseniz, Ay'ın sürekli Güneş görmeyen bir yüzünün olduğu sonucuna varabilirsiniz ve bu düşünce o kadar yaygındır ki Pink Floyd'un 1973 yılında çıkardığı çok satan rock albümü *Dark Side of the Moon* (Ay'ın Karanlık Yüzü) bile adını bu düşünceden alır.

Kuzey ve Güney kutup noktalarında bulunanlar Güneş'in yılın ya da günün hiçbir vaktinde buraları aydınlatabilecek kadar yükselmediğini bilirler. Şimdi Güneş en yüksekteyken bile ışınlarının ulaşamadığı bir bölgede bulunan bir kraterin çok derinlerinde yaşadığınızı düşünün. Ay'da bulunan böyle bir kraterde hiçbir ışının giremediği sonsuz bir karanlık vardır.

Karanlık ve soğuk olan buzluğunuzdaki buzlar bir süre sonra buharlaşacaktır. Ancak bu kraterlerin en dibi o kadar soğuktur ki buharlaşma bile bir noktadan sonra durur. İlerde bir gün Ay'da bir yerleşim kurulursa bu kraterlerden çokça faydalanacağı aşikârdır. Hem suya dönüştürülüp içilebilecek bir kaynak, hem de oksijen ve hidrojene ayrılarak kullanım alanı artırılacak bir molekül elimizin altında olur. Hidrojenin ve oksijenin bir kısmını roketler için yakıt olarak kullanırken geri kalan oksijeni de nefes almak için harcayabiliriz. İşlerimizden artan zamanda bu buzlu alanda kayak yapmaya da gidebiliriz.

Ay'ın yüzeyinde bulunan kraterlerden de anlaşılabilceği gibi, Ay pek çok maddeyle çarpışma yaşamıştır. Aynı durumun Dünya

için de geçerli olmasını engelleyecek bir neden yoktur. Hatta Dünya'nın daha yüksek çekim alanı ve daha geniş hacmi, gök cisimlerinin Dünya üzerine düşme ihtimalini de artırır. Bu durum Dünya olduğu andan yok olduğu ana kadar geçerlidir. Başlangıçta Dünya yıldızlararası alandan bir küre olarak çıkmamıştır. Diğer gezegenler ve Güneş gibi Dünya da ilk olarak gaz formundaydı. Küçük katı cisimleri toplayarak büyümeye devam etti ve mineral yönünden zengin asteroitler ve su yönünden zengin kuyruklu yıldızlarla beslenerek genişledi. Dünya'daki okyanusların tamamının bu gök cisimlerinin aralıksız etkileri sayesinde olduğu düşünülüyor. Fakat tamamen kesinlik kazanmayan noktalar da var. Dünya'daki okyanusların suları ile karşılaştırıldığında, kuyruklu yıldızlarda rastlanan su formu döteryum olarak adlandırılır ve çekirdeğinde bir adet fazla nötron bulundurur. Dünya'daki okyanusların oluşumunda kuyruklu yıldızlar etkiliyse, okyanusların olduğu dönemde Dünya'ya çarpan yıldızların kimyasal yapısı bugünkü kuyruklu yıldızların kimyasal yapısından farklıdır gibi bir sonuca ulaşılabilir.

Dünya'nın üst atmosferindeki su seviyesine ilişkin yapılan bir çalışma, Dünya'ya sürekli ev büyüklüğünde buz kütlelerinin çarptığını göstermektedir. Belki evden çıkarken bir daha düşünürsünüz. Gezegenlerarası kartopları olarak adlandırabileceğimiz bu buz kütleleri havanın etkisiyle buharlaşmakta, fakat Dünya'nın su bütçesine katkıda bulunmaya devam etmektedir. Gözlemlenen oran Dünya'nın 4.6 milyar yıllık tarihi boyunca sabitse, bu kartoplarının okyanusların oluşumundan sorumlu olmayabileceğini de düşünebiliriz. Volkanik patlamalar sonrasında oluşan su buharını da işe dâhil ettiğimizde Dünya'nın yüzey suyu anlamında hiçbir kıtlık yaşamadığını görmüş oluruz.

Devasa okyanuslarımız Dünya'nın yüzey alanının üçte ikisini oluştururken, Dünya kütesinin yalnızca beş binde birini oluşturu-

rurlar. Bazı sapmalar olsa da okyanus ağırlığı toplam 1.5 kentilyondur ve bunun yüzde ikisini donmuş sular oluşturur. Dünya Venüs'te olduğu gibi sürekli devam eden bir sera gazı etkisi altına kalırsa atmosfer Güneş enerjisinin çoğunu hapseder ve hava sıcaklığı yükselir. Bu durumda okyanuslar buharlaşır ve sürekli devam eden bir döngü oluşur. Bu oldukça kötü bir durum olurdu. Dünya'da yaşayan bitki ve hayvanların hepsi ölür ve Dünya atmosferi su buharı nedeniyle kalınlaşarak, bugünkü kalınlığının üç katına ulaşırdı. Bu durumda hiçbirimiz yaşamaya devam edemezdik.

Güneş Sistemi'ndeki diğer gezegenleri Venüs'ten ayıran pek çok özellik vardır. Karbondioksitten oluşan kalın, yoğun ve ağır atmosferi bunlardan biridir. Venüs'ün atmosfer basıncı Dünya'nın atmosfer basıncının yüz katıdır. Burada yaşasaydık hepimiz yok olurduk. Fakat Venüs'ün en önemli özelliklerinden birisi, nispeten yeni oluşmuş olması ve bireysel olarak yüzeyinde dağılmış pek çok kraterinin olmasıdır. Bu özellik gezegen çapında meydana gelmiş bir etkinin daha önceki özellikleri tamamen sıfırladığını göstermektedir. Gezegenin her yerinde meydana gelen bir sel felaketi bu kraterlerin oluşmasından ve önceki tüm izlerin silinmesinden sorumlu olabilir. Fakat böylesine büyük bir jeolojik olay gezegenin tüm yüzeyini pürüzsüz bir hâle de getirebilirdi. Gezegenin geçmişini silen olay her neyse aniden ortaya çıkmış olmalıdır. Fakat sorular burada bitmez. Venüs'te tüm gezegeni etkileyen bir sel olduysa sular nereye gitmiştir? Yüzeyin altında mı kalmışlardır? Atmosfere mi karışmışlardır? Ya da sele sebep olan madde su dışında bir madde midir?

Gezegenlerle ilgili ilginç olaylar yalnızca Venüs'le sınırlı değildir. Şu an kurumuş olsalar bile nehir yatakları, sel akıntıları, deltaları, suların aktığı doğal kanalları ve akıntıların oluşturduğu kanyonlarıyla Mars da oldukça ilgi çekici bir gezegendir. Burada

bulunan kanıtlar öylesine güçlüdür ki, Güneş Sistemi'nde Dünya'dan başka su kaynağına sahip bir alan varsa burası kesinlikle Mars'tır. Bilinmeyen nedenlerden ötürü bugün Mars'ın yüzeyi kupkurudur. Ne zaman kardeş gezegenlerimiz olan Mars ve Venüs'e baksam, Dünya'daki yüzey sularının ne kadar hassas ve her an yok olma tehlikesi altında olduğu aklıma gelir.

Daha önce birkaç kez bahsettiğimiz gibi, Percival Lowell tarafından gerçekleştirilen yaratıcı gözlemler, bu bilim insanını Mars'ta canlılar eliyle yapılmış kanalların olduğu fikrine götürmüştür. Ona göre bu kanallar kutup noktalarında buz hâlinde bulunan suyu daha çok yerleşimin olduğu ekvator bölgelerine götürmek için yapılmıştır. Lowell, gördüklerini açıklamak için su kıtlığı nedeniyle tamamen yok olan bir medeniyetin varlığına kendisini inandırmıştır. Onu tamamen yanlış yönlendirmiş olsa da yaşamı boyunca yaptığı çalışmaları bir araya getirdiği 1909 tarihli *Mars'ta Yaşam* isimli kitabında, Mars medeniyeti için şunları söylemiştir:

Gezegende meydana gelen kuraklık hiçbir yaşam formu ortada kalmayınca kadar devam etmiştir. Zaman almış olsa da, Mars'ta yaşam kesinlikle sona ermiştir. Gezegen artık uzayda ölü bir top olarak dönmeye devam etmektedir ve evrimsel kariyeri bitmiştir. (s. 216)

Lowell bir şeyi yanlışlıkla doğru tespit etmişti. Mars'ta suya ihtiyaç duyan bir medeniyet ya da herhangi bir yaşam formu varsa, gezegen tarihinin bilinmeyen bir zamanında tüm yüzey suları kuruyunca yaşamın sona erışı tam olarak Lowell'ın tasvirindeki gibi gerçekleşmiş olmalıdır. Mars'ta yok olan su, belki de gezegenin buzluğu olan yer altındadır. Peki, bununla ilgili bir kanıt var mı? Mars'ın yüzeyinde bulunan kraterler, çamur kraterlerinin oluşturmuş olabileceğinden çok daha büyüktür. Yeraltı sularının çok derinlerde olduğu düşünülürse bunların ortaya

çıkması için şiddetli bir çarpışmaya ihtiyaç vardır. Böyle bir olay sonrasında ortaya çıkacak enerji yüzey altındaki buzları eritecek ve bunların yüzeye çıkmasını sağlayacaktır. Böyle izler taşıyan kraterler daha soğuk olan kutup bölgelerinde daha çoktur. Bazı tahminlere göre Mars'ta kutup bölgelerinin derinlerinde saklanan sular varsa ve bunlar bir etkileşim sonucunda eriyebileceyse, aslında gezegenin altında gezegen genişliğinde büyük bir okyanus da olabilir. Mars'ta yapılacak olan yaşam çalışmaları yüzeyin yanı sıra yüzeyin altını da dikkate alacak şekilde yürütülmelidir.

Astrofizikçiler, sıvı hâldeki suyun ve dolayısıyla hayatın nerede bulunabileceği sorusuna cevap ararken, etrafında bulunduğu yıldızla doğru uzaklıkta bulunan gezegenlerden işe başlıyordu. Doğru uzaklıktan kasıt ise ne suyun buharlaşacağı kadar yakın ne de suyun donacağı kadar soğuk bir alandı. Yaşanılabilir bir alan olarak tanımlanan bu durum aslında oldukça iyi bir başlangıçtı. Fakat yıldız enerjisi dışında bir enerjiyle de suyun yine sıvı kalabileceği olasılığı bu başlangıçla tamamen yok sayılmış oluyordu. Hafif bir sera gazı etkisi de suyu sıvı hâlde tutabilirdi. Gezegenin oluşumundan kalan iç enerji ya da hareketli ağır elementlerin yarattığı radyoaktif kalıntı, Dünya'nın sıcaklığı ve jeolojik aktivitelerini devam ettirmesini sağlıyor olabilir.

Başka bir enerji kaynağıysa gezegenler arasında meydana gelen gelgit kuvvetleridir. Bu kuvvet okyanusların hareketini sağlayan Ay'ın gelgit etkisinin ötesindedir. Daha önce de gördüğümüz gibi Jüpiter'in uydusu Io, gezegenin sürekli değişen gelgit etkisi altında kalarak sürekli olarak gerilir. Aslında uydunun Güneş'e olan uzaklığı onun sonsuza kadar donmuş bir uydu olarak kalmasına engel değildir fakat sürekli olarak yaşanan gelgit etkisiyle Io, Güneş Sistemi'ndeki, jeolojik aktivitenin en çok olduğu alan olmuştur. Bazılarına göre Io, Dünya'nın oluşum aşamasında geçirdiği dönemi yaşamaktadır.

Aynı derecede ilgi çekici bir alan olan Jüpiter'in bir diğeryuydusu Europa da yine gelgitlerin etkisiyle ısınmaktadır. Bir zamanlar şüphe duyulan fakat Galileo gezegen aracının çektiğı görüntülerle kesinlik kazanan Europa'nın buzlu yüzeyi, kalın ve hareket eden bir buz tabakasıyla kaplıdır ve bu tabakanın altında sıvı hâlde su vardır. Sudan oluşmuş bir okyanus! Burada balığa çıktığınızı düşünsenize. Jet Propulsion Laboratuvarı'ndaki mühendisler ve bilim insanları buraya bir uzay aracı göndererek buzlu tabakada bir delik açıp altındaki suyu incelemeyi düşünmektedir. Okyanuslar, Dünya'daki yaşamın temel kaynağı olduğuna göre Europa'nın okyanuslarında yaşam olması ihtimali çok da düşük değildir.

Bence suyun en önemli özelliğı ne kimya derslerinde öğrendiğimiz gibi evrensel bir çözücü olmasında, ne de çok geniş bir aralıkta sıvı kalabilmesinde gizlidir. Daha önce de gördüğümüz gibi pek çok şey soğudukça küçülür. Suyun en önemli özelliğı, soğurken 4 derece sıcaklığın altında daha az yoğun hâle gelmesi ve sıcaklık düştükçe yoğunluğunun da düşmesidir. Su sıfır derecede donarken sıvı olduğu herhangi bir sıcaklığa göre daha az yoğun hâle gelir. Bu su boruları için hiç iyi değildir fakat balıkların yaşamını devam ettirebilmesi için olmazsa olmazdır. Kışları dışarıdaki sıcaklık eksi derecelere düştüğünde 4 derecelik su herhangi bir su birikintisinin en altına iner ve yüzen buz tabakasının altında balıkların yaşamına devam edebilmesini sağlar.

Dört derecenin altında gerçekleşen bu yoğunluk değişimi olmasaydı, hava sıcaklığı ne zaman eksilere düşse, buz tutan su, su kütlesinin en altına inecek ve daha sıcak sular yükselecekti. Bu durum sıcaklığı düşen su kütlesinin tamamının bir süre sonra donmasına neden olacaktı. Böyle bir dünyada balık tutmak gibi bir hobi olamazdı çünkü tüm balıklar donardı. Buzlu suda balık tutan balıkçılar da işini kaybederdi. Kuzey Kutbu'ndaki sularda

seyahat etmek için buz kırıcılara ihtiyaç olmazdı. Geminiz tamamı buz tutmuş bir kütlenin üzerinde hareket de edemezdi. Ya da bir buz dağına çarpma ihtimali tamamen ortadan kalkardı. Buz kütlelerinin üzerinde kırılma ya da düşme endişesi olmadan kolayca yürürdük. 1912 yılında gerçekleşen ünlü Titanik kazası da hiç yaşanmazdı çünkü buz dağları buz tuttukları zaman doğrudan dibe çökerdi. Bu sayede Titanik güvenli bir şekilde New York limanına ulaşabilirdi.

Galaksideki suyun varlığı gezegenler ve uydularla sınırlı değildir. Soğuk yıldızlararası gaz bulutlarında amonyum, metan, etil alkol gibi tanıdık bazı moleküllerin yanı sıra su molekülleri de vardır. Düşük sıcaklık ve yüksek yoğunluk gibi özel koşullar altında bir araya gelmiş su molekülleri değişebilir yüksek yoğunluk altında başkalaşım geçirir. Bu olgunun atom fiziği bir lazerin görünür ışığında gerçekleşen fiziğe benzer. Su bu durumda sadece galaksinin her yerine değil, her varlığa dağılır.

Dünya'da yaşamın oluşmasının temel koşulunun su olduğunu biliyoruz. Aynı şekilde galaksinin herhangi bir yerinde yaşamın oluşması için de suyun olması gerekir. Fakat kimya okuryazarlığı olmayan biri için su uzak durulması gereken ölümcül bir maddedir. Antiteknoloji ve kimyasal fobiyle ilgili yapılan ünlü deneylerden biri, 1997 yılında Idaho'daki Eagle Rock Junior Lisesi'nde öğrenci olan 14 yaşındaki Nathan Zohner tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu öğrenci insanlara dihidrojen monoksitin tamamen yasaklanması ya da ciddi kısıtlamalar getirilmesi talebiyle yazdığı dilekçeyi imzalatıyordu. Dilekçede bu kokusuz ve renksiz maddenin bazı özellikleri de sıralanmıştı:

- Asit yağmurlarının temel birleşenidir
- Etkileşime geçtiği hemen hemen her şeyin çözünmesine sebep olur

- Yanlışıklıkla solunursa öldürücü olabilir
- Gaz hâlindeyken çok ciddi yanıklara sebep olabilir
- Kanser tümörlerinde bulunur

Dilekçeyi okuyan elli kişiden kırk üçü dilekçeyi imzalarken, altısı kararsız kaldı, sadece bir kişi dilekçeyi imzalamayı reddetti. Evet, yanlış duymadınız, bu deneydeki insanların yüzde seksen altısı H_2O 'nun, yani suyun yasaklanmasını istediler.

Belki Mars'ta da böyle bir dilekçe yürürlüğe girmiştir.

25. YAŞAYAN UZAY

İnsanlara nereli olduklarını sorduğunuzda size ya doğdukları şehri ya da hayatlarının büyük kısmını geçirdikleri yeri söylerler. Bunda yanlış bir şey yok. Astrokimyasal olarak daha zengin bir yanıt şöyle olabilirdi: “5 milyar yıldan daha fazla zaman önce ölmüş yüksek kütleli bir yıldızın patlayıcı alanlarındanım.”

Uzayın dış kısmı kimyasal bir fabrika gibidir. Büyük patlama ilk burada başlamıştır ve evren üç en hafif element olan hidrojen, helyum ve lityumla dolmuştur. Yıldızlar bir araya gelerek, doğal olarak oluşmuş 92 elementi ortaya çıkarmıştır. Karbon, kalsiyum, fosfor gibi Dünya üzerinde canlı olan her şeyde var olan elementler de bunların arasındadır. Bu hammaddeler patlamayan yıldızların içinde kalsaydı bizim için ne büyük bir kayıp olurdu. Yıldızlar öldüğünde kütlelerinin çok büyük bir kısmı kozmosageri döner. Yakınlardaki gaz bulutları da bundan payını alır ve bir sonraki nesilde oluşacak yıldızlar atom açısından zenginlik kazanır.

Doğru sıcaklık ve basınç koşulları altında atomlar birleşip basit moleküller oluşturur. Bu moleküller bir sonraki adımda farklı yollarla büyürler ve daha kompleks moleküllere dönüşürler. Sonunda bu moleküller bir çeşit yaşamın oluşacağı yapılar meydana getirirler. En azından kozmosun bir köşesinde mole-

küller bir araya gelerek öyle kompleks bir yapı oluşturmuştur ki, bu yazılanlar bu yapının zihninde anlam kazanmaktadır.

Sadece insanlar değil, kozmostaki diğer tüm canlılar ve bunların oluşum yerleri olan gezegen ve uydular yıldız enkazları olmadan oluşamazdı. Yani bizler aslında birer enkaz yığınıyız. Bununla başa çıkabiliriz. Hatta bunu kutlayabiliriz de. Evrenin bizim içimizde var olmasından daha asil başka bir duygu olabilir mi?

Yaşam oluşturmak için gereken malzemeler öyle zor bulunur cinsten değildir. Kozmosta en çok bulunan beş bileşeni sırasıyla sayalım: Hidrojen, helyum, oksijen, karbon ve nitrojen. Kimyasal olarak etkisiz olan helyumu bir kenara bırakırsak Dünya'daki yaşamın temel kaynağı olan dört birleşeni bulmuş oluruz. Galaksi yıldızlarının içindeki bulutlarda sıralarının gelmesini bekleyen elementler, sıcaklık birkaç bin Kelvin derecenin altına düşer düşmez molekül oluşturmaya başlarlar.

İlk moleküller yalnızca iki atomdan oluşuyordu: Bunlar karbonmonoksit ve hidrojen molekülüydü. Sıcaklık biraz daha düşünce su, karbondioksit ve amonyum gibi üç ya da dört atomlu moleküller oluşmaya başladı. Sıcaklık daha da düştüğünde beş altı atomdan oluşan moleküller meydana geldi. Çok sık rastlanan bir element olan karbon, kimyasal tepkimelere girmek konusunda istekli olduğundan çok sayıda atom içeren moleküllerde karbon bulunma oranı yüksektir. Yıldızlararası uzayda bulunan molekül türlerinin dörtte üçü en az bir karbon atomu içermektedir.

İnsanın kulağına oldukça umut verici gibi geliyor. Fakat uzay, moleküller için oldukça tehlikeli bir alandır. Yıldız patlamaları neticesinde ortaya çıkan enerji molekülleri yok etmezse, yakındaki çok parlak bir yıldızdan gelen ultraviyole ışınlar yok eder. Molekül büyüdükçe tehlikelere karşı direnme olasılığı da düşer.

Kozmik bir toz oluşturacak zerrelere dönüşebilecek kadar korunaklı bir alanda yaşayan moleküller oldukça şanslıdır. Kozmik toz zamanla asteroit, kuyruklu yıldış, gezegen ve insana dönüşebilir. Yıldızlararasıdaki bu şiddetli süreçte tek bir molekül kalmasa bile atom sayısı ve zaman yeniden kompleks molekülleri oluşturmak için yeterlidir. Sadece belli bir gezegenin oluşumu sırasında değil, gezegenin yüzeyinin oluşumu sırasında da bu gerçekleşebilir. Kompleks moleküller listesinde DNA'yı oluşturan nükleotidlerden biri olan adenin, protein oluşumuna yardımcı glisin ve bir karbonhidrat çeşidi olan glikoaldehid de vardır. Bu bileşenler bizim bildiğimiz anlamda hayatın oluşması için temel kaynaklardır. Bu kaynaklar yalnızca Dünya için değil, evrenin başka yerleri için de hayat oluşumunun temelleridir.

Su, un ve tuz nasıl ekmek demek değilse, moleküller de hayatın kendisi değildir. Hammaddelerden yaşayan bir canlı oluşmasının basamaklarındaki detay gizemini korusa da, bu işlem için pek çok basamağa ihtiyaç olduğu açıktır. Çevrenin, moleküllerin birbiriyle etkileşime geçmesine olanak sağlaması ve oluşabilecek herhangi bir tehlikeye karşı onları koruması gerekmektedir. Sıvılar oldukça ilgi çekici ortamlar yaratırlar çünkü hem kapalı bir etkileşim hem de hareket alanı sağlarlar. Bir evre daha fazla kimyasal etkileşime olanak sağlıyorsa, burada bulunan moleküller de o kadar yaratıcı olabilir. Fizik kurallarının getirdiği bir başka temel noktaysa kimyasal reaksiyonların gerçekleşmesini sağlayacak enerji tedarikinin olmasıdır.

Yüksek sıcaklık, basınç, asitli ortam ve radyasyon gibi nedenler Dünya'daki yaşamı tehlikeye atabilir. Hatta mikroskobik bir organizma bile bir canlıyı lme götürebilir. Bilim insanları başka bir yerde yaşamın oluşması için Dünya'dakine ek şartlar sıralayamazlar. Bu araştırmanın sınırlarını göstermek adına, on yedinci yüzyılda Hollandalı gök bilimci Christiaan Huygens

tarafından yazılmış *Cosmotheoros* isimli kitabı inceleyebiliriz. Burada yazar, diğer gezegenlerde yaşayan canlıların mutlaka kenevir tohumu yetiştiriyor olması gerektiğini, aksi takdirde gemilerini hareket ettirip açık denizlerde yolculuk yapamayacaklarını söylemiştir.

Dünya'daki yaşamın şaşırtıcı derecede verimli olduğu kesindir. Fakat evrenin diğer kısımları için ne söyleyebiliriz? Herhangi bir yerde bizim gezegenimizle benzer yapıda olan başka bir gök cismi varsa, burada da bizimkine benzer kimyasal deneyler sürdürülebilir ve bu deneyler neticesinde fizik kurallarının tüm evrende geçerli olup olmadığı anlaşılabilirdi.

Karbonu düşünelim. Bu elementin kendisi ve başka elementlerle pek çok şekilde bağ kurabilme özelliği vardır. Tüm diğer elementlerin oluşturduğu moleküllerin toplamı sadece karbonun oluşturduğu moleküllerden daha azdır. Atomlardan molekül oluşturmanın en bilindik yolu, en dıştaki bir ya da daha fazla elektronun paylaşılmasıdır. Bu yolla her bir karbon atomu bir, iki, üç ya da dört atoma bağlanabilir. Fakat hidrojen atomu bir, oksijen bir ya da iki, nitrojen ise üç atoma bağlanabilir.

Kendini her şekilde bağlayabilen karbon atomları uzun, kapalı ve çok dallı kombinasyonlar oluşturabilir. Bu tür kompleks organik moleküller, küçük moleküllerin hayal bile edemeyeceği şeyleri yapabilir. Bu moleküllerin bir ucunda bir iş gerçekleşirken, diğer ucunda başka bir iş gerçekleşebilir. Bu moleküller sarmal oluşturabilir. Diğer moleküllerle birleşip merdiven şekli alabilir. Sonu gelmeyen özellikte olabilirler. Belki de son karbon temelli molekül DNA'dır. Bizim bildiğimiz anlamdaki yaşamın kimliği bu molekül zincirinde saklıdır.

Peki, su hakkında neler söyleyebiliriz? Suyun çok geniş bir sıcaklık aralığında sıvı kalabilme özelliği yaşamın oluşması için onu temel birleşenlerden biri hâline getirmiştir. Fakat bunun

temel olarak test edildiği alanın Dünya olması, yani suyun Dünya üzerinde 100 derecelik bir ölçekte sıvı kalması bir problemdir. Atmosfer basıncının çok düşük olduğu Mars'ın bazı bölgelerinde su asla sıvı hâle gelmez. Buradaki H₂O molekülleri hem kaynar, hem de donar! Mars'ın şimdiki sıkıntılı hâli, aslında bir zamanlar burada suyun sıvı olduğu gerçeğini değiştirmez. Kırmızı gezegende bir yaşam oluştuysa bu suyun sıvı olduğu zamanlarda gerçekleşmiş olmalıdır.

Dünya yüzeyinde de zaman zaman ölümcül de olsa gerekli düzeyde su bulunur. Peki, bu suların kaynağı nedir? Daha önce de gördüğümüz gibi kuyrukluyıldızlar en mantıklı kaynaklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Güneş Sistemi'nde milyarlarca olan kuyrukluyıldızlar, donmuş hâlde su molekülü bulundurlar. Bunlardan bazıları oldukça büyüktür ve Güneş Sistemi oluşurken Dünya'yla etkileşime geçmişlerdir. Suyun başka bir kaynağıysa volkanik patlamalarda ortaya çıkan buhar olabilir. Dünya'nın oluşumunun ilk aşamalarında volkanik patlamalar sık sık yaşanan doğa olaylarıydı. Volkanlar sadece magma çok sıcak olduğu için değil, magmanın ısıttığı yer altı suyunun buharı genişlediği için de harekete geçebilirler. Buhar artık yer altına sığmayan hacme ulaşır ve Dünya yüzeyine H₂O molekülünü getirir. Tüm bunlar dikkate alındığında gezegenimizdeki suyun varlığı çok da şaşılabilecek bir gerçeklik değildir.

Dünya'daki yaşam formları çok farklı şekillerde olsalar da, paylaştıkları ortak özellik DNA taşımalarıdır. Dünya'da yaşayan bir biyolog yaşam çeşitliliğini rahatlıkla anlayabilir. Bir astrofizikçiye göre farklı bir yaşam çeşidi, yabancı bir DNA ya da tamamen bambaşka bir şeyi ifade eder. Ne yazık ki gezegenimizde tek biyolojik örnek dahi bulunmaktadır. Yine de Dünya'da çok uç şartlarda yaşayan organizmalar kozmosun başka bir yerinde yaşam olup olmadığını araştıran astrobiyologlar için örnek olabilir.

Araştırmaya başladığınızda ekstremofillerin hemen hemen her yerde olduğunu fark edebilirsiniz. Nükleer alanlar, asit yüklü gayzerler, demire doymuş asidik nehirler, okyanus tabanındaki kimyasal püskürme delikleri, deniz altı volkanları, donmuş topraklar, atık madde yığınları, endüstriyel tuz buharlaştırma göletleri ve balayınızı geçirmek için tercih etmeyeceğiniz daha pek çok yer bu türler için yaşam alanı olabilir. Darwin'den alıntılanmak gerekirse, bir zamanlar biyologlar yaşamın "ılık küçük bir gölette" başladığını düşünmekteydi (1959, s. 202). Son zamanlardaysa ekstremofillerin oluşan ilk yaşam formları olabileceği fikri basıncılık kazandı.

Bir sonraki bölümde de göreceğimiz gibi, ilk yarım milyaryılında İç Güneş Sistemi ateşlerin sürekli havada uçtuğu bir alandı. Dünya yüzeyine, sürekli krater oluşturan büyüklü küçüklü parçalar düşüyordu. Yaşamın başlangıcı için atılacak herhangi bir adım bu bombardımanlar neticesinde yarım kalabilirdi. Fakat yaklaşık 4 milyaryıl önce etki oranı azaldı ve Dünya yüzeyindeki sıcaklık düşmeye başladı. Kompleks kimya deneyleri sonucunda oluşacak varlıklar yaşamına devam etti ve zamanla gelişti. Eski ders kitaplarında, zaman Güneş Sistemi'nin doğuşuyla başlar ve Dünya'daki yaşamın oluşması için 700 ya da 800 milyon yıla ihtiyaç olduğu söylenir. Fakat bu doğru bir bilgi değildir. Gezegen kimyası üzerine çalışan laboratuvar ekipleri bile ağır bombardıman öncesi döneme gidememektedir. 600 milyon yıllık bir dönemin ardından, yaşama dair ilk belirti, bir şekilde bu bombardıman esnasında oluşmuştur. Bilim insanları hâlâ yaşamın oluşumuna dair net bilgiler veremese de, bunun doğa eliyle gerçekleştiğine dair bir şüphe yoktur.

Astrokimyacılar uzaydaki moleküllerle ilgili hiçbir şey bilmezken, yaklaşık yirmi yıl içinde hemen hemen her yerde onların varlığına dair kanıtlar buldular. Hatta geçtiğimiz on yılda

astrofizikçiler gezegenlerin başka yıldızlar etrafında yörünge oluşturabileceğini ve bu yıldız sistemlerinde de bizim kozmik evimizde en yaygın şekilde görülen dört elementin olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Bir yıldızda yaşam bulmak gibi bir beklenti olmasa da, aslında Dünya'daki yaşam formları arasında çok yüksek sıcaklıklarda yaşayan canlılar olduğunu görürüz. Bunların hepsini birlikte ele aldığımızda, evrenin birbiriyle benzer yapılardan meydana geldiğini görmüş oluyoruz.

Peki, bu benzerliğin derecesi ne? Tüm yaşam formları Dünya'daki gibi karbon temelli ve suya bağımlı mı?

Evrende en yaygın bulunan ilk on element arasındaki silisyumu düşünelim. Periyodik tabloda silisyum, karbonun hemen altında bulunur. Bu durum, bu iki elementin dış kısımlarındaki elektronların birbirine benzer olduğunu ifade eder. Aynen karbon gibi silisyum da bir, iki, üç ya da dört diğer atomla bağ kurabilir. Doğru koşullar altında uzun zincir molekülleri oluşturması da mümkündür. Silikon karbonunkine benzer kimyasal fırsatlar sunduğuna göre, yaşam neden silisyum temelli olmasın?

Silikonla ilgili problemlerden biri kurduğu sıkı bağlardır. Mesela silisyum ve oksijen arasında bir bağ kurulduğunda, elinize geçen şey organik kimya tohumları değil, taş parçalarıdır. Dünya'ya uygun bir kimya için, elementler arasındaki bağın hayatta kalabilecek ve birlikteliği devam ettirebilecek kadar sıkı olması gerekir. Fakat daha sonraki deneylerin gerçekleşmesini mümkün kılmayacak kadar sıkı bağların anlamı yoktur.

Peki, sıvı hâldeki su ne kadar önemlidir? Sıvı su kimya deneyleri için uygun tek ortam mıdır? Belki hayat sadece bir sıvıya ihtiyaç duymaktadır. Amonyak ve etanol de yaygın sıvılar arasındadır. Bu iki madde de evrende en yaygın bulunan elementlerden meydana gelir. Suyla karışmış amonyağın donma derecesi suya göre (32 Fahrenheit) çok düşüktür (-100 Fahrenheit civarında).

Aslında bu durumda sıvı hâli seven bir organizma mutlu olabilir. Başka bir imkân daha var: İç ısı kaynağı olmayan bir yıldızda, oldukça uzak olan bir dünyada normalde gaz hâlde bulunan metan sıvı bir seçeneğe dönüşebilir.

2005 yılında Avrupa Uzay Ajansı'nın Huygens aracı, Satürn'ün en büyük uydusu olan Titan'a indi. Bu uydu organik kimya açısından oldukça zengin ve Dünya atmosferinin on katı kalınlığında bir atmosfere sahip. Tamamen gazdan oluşan ve hiçbir katı alanı bulunmayan Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'ü bir kenara bırakırsak, Güneş Sistemi'nde atmosferi olan yalnızca dört gök cisminin olduğunu söyleyebiliriz: Venüs, Dünya, Mars ve Titan.

Titan'ın keşfi tesadüfen olmamıştır. Bu gök cisminde su, amonyak, metan, etan ve polisiklik aromatik hidrokarbon olarak bilinen çok halkalı birleşenler bulunur. Su buzu o kadar serttir ki katı bir cisim gibi görünür. Isı ve hava basıncı nedeniyle metan sıvı hâldedir. Huygens'den gelen ilk görüntülerde akıntılar, nehirler ve bu maddelerden oluşan göller vardır. Bazı açılardan Titan'ın yüzeyi Dünya'nın ilk oluşum evrelerine benzer. Bu yüzden astrobiyologlar için Titan, Dünya'nın geçmişini araştırırken üzerinde çalışacakları canlı bir deney alanı olmuştur. Yaklaşık yirmi yıl önce gerçekleştirilen deneyler organik alana su ve asit eklendiğinde on altı amino asit oluştuğunu ortaya çıkarmıştır.

Son zamanlarda biyologlar Dünya'nın alt yüzeyinde, üst yüzeyine göre çok daha fazla canlı bulunduğunu ortaya koymuştur. Yaşam alışkanlıkları üzerine devam eden araştırmalar zamanın ve sınırlarının büyük önem taşıdığını göstermiştir. Bir zamanlar çılgın profesörler olarak nitelendirilen bilim insanları, yakınlarındaki gezegenlerde küçük yeşil adamlar aramaktaydı. Bugün yalnızca astrofizik değil biyoloji, kimya, jeoloji ve paleontoloji gibi bilimler de bu alanlarda çalışıyor ve farklı yaşam formları bulmanın yollarını arıyorlar.

26. EVRENDEKİ HAYAT

Güneş dışındaki yıldızların etrafında yüzlerce gezegenin bulunması halkın büyük ilgisini kazanmıştır. Güneş Sistemi dışında bulunan gezegenlerin bu kadar yoğun ilgi toplamasının nedeni buralarda yaşamın bulunma ihtimali olmasıdır. Medya her durumda bu olayları bir şekilde ilginç kılacaktır. Peki, bunun nedeni nedir? Sıradan bir yıldız olan Güneş'in etrafında bile 8 adet gezegen varsa, evrenin geri kalan kısımlarında daha az gezegenin olması düşünülemez. Aynı zamanda, yeni keşfedilen gezegenler Jüpiter'le benzer yapıdadır ve gazdan oluşan yüksek bir kütleye sahiptirler. Bugün bizim bildiğimiz anlamda yaşamın oluşması için uygun bir yüzeyleri yoktur. Burada bizim bilmediğimiz anlamda yaşam formları olsa bile, bu formların herhangi bir zekâya sahip olduğunu düşünmek oldukça tuhaf olur.

Bir bilim insanı ya da sıradan bir insan için bir örnekten yola çıkarak genellemeler yapmak oldukça riskli bir davranıştır. Şimdilik Dünya, evrendeki tek yaşam kaynağıdır fakat evrende yalnız olmadığımıza dair pek çok iddia da vardır. Astrofizikçilerin çoğu evrenin bir yerinde yaşam olma ihtimalini kabul ederler, nedenleriyle oldukça açıktır. Güneş Sistemi sıradan bir yıldız sistemidir ve evrende bu sisteme benzeyen pek çok başka sistem bulunur. Hatta evrende bulunan gezegenlerin sayısı, şu ana kadar yaşamış insanların ağzından çıkan toplam kelimelerden daha fazladır. Evrende yaşamın meydana geldiği tek gezegenin Dünya olduğunu düşünmek bir noktada kendini beğenmişlik anlamına gelir.

Hem din adamları, hem de bilim insanları uzun zaman insanın evrenin merkezi olduğuna dair yorumlar yapmıştır. Bazılarıysa bunun gerçek olmadığını dile getirmiştir. Elimizde hiçbir veri olmadan özel olduğumuzu düşünmek hiç de anlamlı değildir. Adını Nicolaus Copernicus'tan alan ve 1500'lü yılların orta-

sına dayanan Kopernik prensibine göre Güneş, bulunduğumuz sistemin ortasındadır. Yunan filozof Aristarchus milattan önce Güneş merkezli sistem modelini sunsa da, Dünya merkezli sistem modeli sonraki 2000 yıl boyunca daha kabul edilir bir görüş olmuştur. Aristo, Ptolemy ve Roma Katolik Kilisesinin görüşlerinden etkilenen insanoğlu dünyayı bilinen tüm evrenin hareket merkezi olarak algılanmıştır. Bu gerçek oldukça açıktır; hem evren Dünya'yı merkezi hâline getirmiş, hem de tanrı Dünya'yı bir merkez olarak yaratmıştır.

Kopernik prensibi, kozmik gerçekler anlamında bize sonsuza kadar rehberlik edemez. Fakat şimdiye kadar oldukça iyi işlediğini kabul etmek gerekir. Kopernik prensibine göre Dünya Güneş Sistemi'nin merkezinde değildir. Aynı zamanda Güneş de Samanyolu Galaksisi'nin merkezinde bulunmaz. Samanyolu Galaksisi de evrenin merkezi değildir. Hatta belki de bizim bulunduğumuz evren pek çok evrenden sadece biridir. Hatta bazılarımız Dünya'nın evrenin özel bir köşesinde olduğunu düşünür. Aslında Dünya belki de hiçbir yerin köşesinde değildir.

Dünyadaki hayatın Kopernik prensibine bağlı olmadığını düşünebilirsiniz. Bu düşünce evrenin başka herhangi bir yerindeki hayatın nasıl görüldüğünü ya da kimyasının nasıl olduğunu sorgulamanızı sağlayabilir. Biyologlar dünyadaki yaşam formlarının çeşitlerine bakıp her gün şaşıyorlar mı bilmiyorum fakat ben şaşıyorum. Dünya olarak adlandırdığımız bu tek gezegende bile algılar, böcekler, denizanaları, yılanlar, akbabalar ve dev sekoya ağaçları bir arada yaşıyor.

Bu altı türü yan yana koyduğunuzda, Dünya'da yaşadıklarını hiç bilmiyor olsanız, aynı evrenden geldiklerine bile inanamazsınız. Hayatında hiç yılan görmemiş bir kişi onu tanımlarken dehşete kapılabilir: "Dünya'da yılan diye bir hayvan var, avını kızılötesi dedektörlerle yakalıyor. Kendi kafasından 5 kat daha

büyük hayvanları bile tek lokmada yutabiliyor. Eli kolu yok ve saniyede altmış santim hızla yerde sürünebiliyor.”

Dünyadaki yaşam çeşitlerine bakılırsa Hollywood’da bu kadar fazla çeşidin olması da normal karşılanabilir. Fakat bence film endüstrisi yaratıcılık yönünden oldukça eksik. *The Blob* (1958), *2001: Bir Uzay Destanı* (1968) ve *Mesaj* (1997) filmlerinde tasvir edilen canlılar insana benzer yapıdaydı. Ne kadar çirkin olurlarsa olsunlar, neredeyse hepsinin iki gözü, bir burnu, bir ağzı, boyunları, omuzları, kolları, elleri, parmakları, iki ayakları ve bacakları vardı. Ayrıca yürüyebiliyorlardı. Anatomik bir açıdan bakılırsa bu yaratıklar insandan çok da farklı değildi fakat başka bir gezegenden geldikleri düşünülüyordu. Kesin olan bir şey varsa evrenin başka bir yerinde yaşayan canlılar en az dünyadaki yaşam formları kadar sıra dışı olmalıdır.

Dünya’daki yaşamın kimyasal kompozisyonu belli birkaç birleşenden meydana gelmiştir. Hidrojen, oksijen ve karbon elementleri insan vücudundaki ve bilinen tüm canlılardaki atomların %95’inden daha fazlasını oluşturur. Üç element arasında karbon, elementlerle ve kendiyle bağ kurmaya en hazır olan elementtir. Bu yüzden bugün hayatı karbon temelli olarak yaşarız. Karbon, genellikle organik kimyanın tek çalışma alanıdır. Evrenin başka bir ucunda yaşayan olup olmadığını araştıran astrobiyoloji, ilk elden hiçbir verisi olmadan çalışan birkaç disiplinden biridir.

Hayat kimyasal olarak özel midir? Kopernik prensibi bunun muhtemelen böyle olmadığını söyler. Uzaylıların pek çok anlamda bize benzemeye ihtiyaçları yoktur. Evrende en yaygın bulunan dört elementi düşünelim. Bunlar hidrojen, helyum, karbon ve oksijendir. Helyum kimyasal olarak etkisizdir. Bu yüzden en çok bulunan üç element kozmosta olduğu gibi Dünya’da da en çok bulunan üç elementtir. Bu nedenle başka bir gezegende hayat

varsa buradaki canlılar da muhtemelen benzer elementlerin karışımından oluşmaktadır. Bunun aksine Dünya temel olarak molibdenum, bizmut, plütonyum gibi nadir bulunan elementlerden oluşsaydı, evrende çok özel olduğumuzu düşünecek geçerli bir sebebimiz olabilirdi.

Kopernik prensibine bir kere daha başvurursak, Dünya dışında yaşaması muhtemel organizmaların bugün bizim bildiğimiz büyüklüğe kıyasla tuhaf olmadıklarını düşünebiliriz. Bunu düşünmemiz için oldukça geçerli sebeplerimiz var. Biyolojik madde sınırlamaları ya da organlar üzerinde kontrol kurabilme gibi nedenlerden ötürü canlı organizmaların belli bir boyutta olması gerekir. Organizmaların tam bir sistem gibi işleyebilmesi için kısıtlamalara ihtiyacı vardır. Bir organizma Güneş Sistemi (10 ışık yılı) kadar büyük olsaydı kafasını döndürmesi bile 10 saatten fazla sürerdi. Böyle bir durum evrimsel olarak sınırlandırılmış, çünkü evrimin başladığı zamandan beri yeni nesillerin oluşabilmesi için canlıların daha da küçülmesi gerekmiştir.

Peki, zekâ hakkında neler söyleyebiliriz? Hollywood yapımı uzaylılar dünyayı ziyaret ettiklerinde onların fazlasıyla zeki olduğunu görebiliriz. Fakat aralarından bazılarının oldukça akılsız olduğunu düşünüyorum. Boston'dan New York'a giderken arabamın radyo sinyallerinin arasına karışan ve saatlerce buradan gitmeyen uzaylılar oldukça aptaldı. Sanırım beyinleri biraz oksijensiz kalmıştı.

Bu uzaylılar Dünya'ya gelirken Jüpiter gibi başka gezegenlere takılabilirler. Mesela, Jüpiter hidrojen bakımından çok zengindir. Hatta dünya kütlelerinin 200 katı kadar hidrojen içerir ve sanırım hiç kimse onlara evrenin %90'ının hidrojenden oluştuğunu söylememiştir.

Uzaylılar yıldızlararası uzaydaki binlerce ışık yılı mesafeyi

geçip dünyaya ulaşırsalar neler olurdu? 1977 yılı yapımı *Close Encounters of the Third Kind* (Üçüncü Türden Yakınlaşmalar) isimli filmde tam da böyle bir durumdan bahsedilmektedir. Dünya'ya sürekli tekrar eden rakamlar gönderen uzaylıların şifresi uzmanlar tarafından çözülmüş ve geliş tarihleri belirlenmiştir. Bir uzaylıyı en kötü tasvir eden film ödülü açık arayla 1979 yapımı *Star Trek*'e verilmelidir. V-ger bu filmdeki uzaya gönderilen ve bulgularını Dünya'dakilere raporlaması beklenen eski bir uzay aracıydı. Bu araç uzayın derinliklerindeki bir medeniyet tarafından bulunup kaçırılıyordu. Bu sayede aslında araç gerçek amacına ulaşmış oluyordu. Sonunda araç tüm bilgileri topluyor ve büyük bir bilinçlenme yaratıyordu. Uzaylılar gerçek yaratıcı ve zamanın anlamını ararken buna dair pek çok bilgi insanın eline geçiyordu. Kısa bir süre sonra Kaptan Kirk uzay aracının yirminci yüzyılda insanlar tarafından gönderilen *Voyager 6* olduğunu buluyordu. Benim aklıma takılan bir şey var. V-ger tüm insanlık bilgisine sahipken ve bilinçli davranabiliyorken, nasıl olur da isminin *Voyager*'ın kısaltması olduğunu anlamaz?

1996 yapımı gişe rekorları kıran *Independence Day*'den (*Kurtuluş Günü*) bahsetmek bile istemiyorum. Bu filmde kötü uzaylılarla ilgili kırıncı bir şey göremedim. Onlar olmadan bilim kurgu film endüstrisi olmazdı. Bu filmdeki uzaylılar kötü karakterler. Görüntü olarak denizanası, çekiç başlı köpekbalığı ve insan arasında bir yerdeler. Diğer Hollywood uzaylılarına göre daha yaratıcı olsalar da, kullandıkları araçlarda yaslanmak ve kol koymak için bölümleri olan sandalyeleri görmek mümkün.

En sonunda neyse ki insanlar kazanıyor. Uzaylıların istila ettiği Dünya'da bağımsızlığımızı kazanmak için Ay'ın beşte biri büyüklükte bir virüs programını uzaylıların koruyucu kalkanlarına gönderiyoruz. Sizi bilemiyorum ama işletim sistemleri farklı olan bilgisayarlar arasında bilgi aktarımı yaparken bile zorlan-

dığım için böyle bir işi asla başaramayacağımı düşünüyorum. Burada geriye tek bir seçenek kalıyor. Uzaylıların tüm dünyasını ve varlıklarını koruyan kalkanları Apple yazılımıyla aynı. Aksi takdirde Apple'ın ürettiği virüsler bu koruma sistemi için hiçbir şey ifade etmez.

Takdiriniz için teşekkürlerimi sunuyorum. Bildiklerimi bir şekilde söylemem gerekiyordu.

Tartışmanın devam edebilmesi için insanların tarihteki yüksek zekâya sahip tek tür olduğunu varsayalım. Büyük bir beyne sahip diğer memelilere saygısızlık yapmak istemiyorum fakat hiçbirinin astrofizikle ilgilenmediğini ve şiir yazamadığını düşünersek, bu gruba dâhil olmamaları çok da tuhaf değil. Dünya evrendeki diğer alanlarda yaşam oluşmasının bir ölçüsüyse, zekânın da nadir bulunduğu sonucuna varabiliriz. Bazılarına göre Dünya'da bugüne kadar 10 milyardan fazla canlı türü yaşamıştır. Bizim kadar zeki olabilecek 10 milyarda bir ihtimalde olan Dünya dışı yaşam formları bugüne kadar bizimle iletişime geçmek için bir adım atmamıştır. Bunun nedeni yıldızlararası boşluğu aşabilecek kadar yüksek bir teknolojiye sahip olmamaları olabilir.

Böyle bir medeniyetin bulunduğunu düşünürsek radyo dalgaları iyi bir iletişim kanalı olabilirdi çünkü radyo dalgaları yıldızlararası gaz ve toza takılmadan ilerleyebilirler. Fakat bizler Dünya'da elektromanyetik tayf şifrelerini yarım yüzyıldan daha kısa bir süredir anlayabiliyoruz. Belki de insanların radyo dalgalarını anlayamadığı bir dönemde uzaylılar Dünya'ya sinyal göndermiş fakat hiçbir tepki alamayınca umutlarını kesmişlerdir. Bildiğimiz tek şey uzaylılar bunu yaptıysa Dünya'da zekâ belirtisi olma ihtimalini kafalarından tamamen silmiş olmalarıdır. Başka bir yerlerde bu arayışa girmiş olabilirler.

Dünya'yı yaşamın tek merkezi olarak görme eğilimimizin nedeni belki de temelde suyu yaşamın kaynağı olarak görmemiz-

le ilgilidir. Daha önce de söylediğimiz gibi bir gezegenin yörünge-
gesi enerji kaynağı olan yıldızla çok yakın olursa su buharlaşır,
uzak olursa su donar. Diğer bir ifadeyle gezegenin yörüngesinin
suyun 180 derece aralıkta kalabilmesini sağlayacak bir konumda
bulunması gerekir. Aynen Goldilocks masalındaki üç kâse kısmı
gibi gezegenin de kendisine tam olarak doğru bir sıcaklık bul-
ması gerekir. Bu konuyla ilgili bir radyo programında konuşur-
ken, spiker bana aradığımız şeyin bir kâse yulaf ezmesi gibi bir
şey olduğunu söylemişti.

Enerji sağlanan yıldızla göre konum, yaşamın oluşması için
önemli bir ön koşulken, başka koşulları da görmezden gelemeyiz.
Mesela gezegenin yıldız radyasyonunu tutma yeteneği çok
önemlidir. Venüs sera gazıyla ilgili verilebilecek en iyi örnektir.
Gezegenin karbondioksitten oluşan kalın atmosferinden bir
şekilde geçen Güneş ışığı, gezegenin yüzeyi tarafından soğuru-
lup tayfin kızılötesi kısmına geri yansıtılır. Daha sonra kızılötesi
ışınlar atmosferde tutulur. Bu durumun hoş olmayan sonucu
olarak sıcaklık 900 Fahrenheit dereceye yükselir. Gezegendeki
sıcaklığın -normalde Güneş'e konumu dikkate alınır- daha
düşük olması beklenirken, sera gazı etkisiyle sıcaklık artmış olur.
Bu sıcaklık altında kurşun bile tamamen erir.

Bence evrenin bir yerlerinde zeki olmayan basit yaşam form-
larının bulunması, zekâyâ sahip canlıların bulunmasından daha
az heyecan verici değil. Bu konuda bakabileceğimiz en yakın iki
alan Mars'ın bir zamanlar suyla dolu kurumuş nehir yatakları ve
Jüpiter'in uydusu olan Europa'nın donmuş üst tabakasının altın-
da bulunması muhtemel olan sıvı hâldeki okyanus. Bir kere daha
suyun sıvı hâli bizi araştırmamızın amacına götüren ilk araç.

Evrende yaşam evrimiyle ilgili bir diğer ön koşul, bir yıldızın
etrafında sabit ve dairesel bir yörüngeye sahip bir gezegen bulun-
masıdır. Galaksideki yıldızların yarısını içeren çoklu yıldız sis-

temleriyle gezegen yörüngeleri genişler, düzleşir ve kaotik bir hâl alabilir. Bu nedenle sabit bir yaşamın başlama şansı azalır. Aynı zamanda evrim için yeterli bir sürenin geçmesi de ön koşullar arasındadır. Kısa ömürlü olan yüksek kütleli yıldızların etrafında Dünya gibi bir gezegenin oluşma ve yaşam oluşturma için yeterli süreye sahip olma şansı düşüktür.

Daha önce de bahsettiğimiz gibi yaşamın oluşması için gerekli koşulları Amerikalı gök bilimci Frank Drake, Drake denklemi adıyla bir araya getirmiştir. Drake denklemi evrenin fiziksel işleyişiyle ilgili titiz çalışmalardan daha verimli bir alan sağlamaktadır. Bu denklemde bir galakside yaşam bulunması olasılığı, yaşam için gerekli kozmik koşullar dikkate alınarak belirlenmiştir. Denklemi uyguladıktan sonra galakside bulunan zeki, teknolojik olarak ilerlemiş medeniyet sayısına ulaşabilirsiniz. Taraf tutmanız, biyoloji, kimya, yıldız mekaniği ve astrofizik bilginize göre bu denklemin sonunda evrende yalnızca insanlar bulunur gibi bir cevap bulabileceğiniz gibi, milyonlarca zeki ve teknolojik olarak ilerlemiş medeniyet vardır gibi bir sonuca da ulaşabilirsiniz.

Evrende teknolojik olarak en gerilerde bulunan canlılar olduğumuzu varsayarsak, bize ulaşacak herhangi bir sinyale karşı gözümüzü her zaman dört açmalıyız. Sinyal göndermek almaktan çok daha pahalı olduğu için beklemekten başka çaremiz kalmıyor. Muhtemelen çok ileri teknolojiye sahip bir medeniyet, kendisine enerji sağlayan yıldız kaynaklarına da rahatlıkla erişebilmektedir. SETI şeklinde kısaltılan Dünya Dışı Akıllı Yaşam Araştırması pek çok farklı formda olabilir. Bugün en ileri çabalar kozmik gürültü içinden yükselecek sesleri ya da sinyalleri alabilmek için milyarlarca radyo kanalı ve elektronik dedektörler kullanmaktadır.

Dünya dışı akıllı yaşam araştırması bir sonuca ulaşırsa muhte-

melen insanoğlunun benlik algısı büyük oranda değişecektir. Tek umudum, var olması muhtemel diğer medeniyetlerin de bizim yaptığımızın aynısını yapmamaları. Bu durumda herkes dinleyecek ve kimse sinyal göndermeyecek. Sonuç olarak her akıllı medeniyet evrendeki tek akıllı medeniyet olduğuna inanmaya devam edecek.

27. RADYO BALONLARI

1997 yapımı *Contact (Mesaj)* isimli filmin Dünya'dan başlayıp evrenin en uç noktalarına giden üç dakikalık bir giriş sahnesi vardı. Bu yolculuk için uzaya ulaşan televizyon ve radyo dalgalarını çözebilecek alıcılara sahip olmamız gerekir. İlk olarak rock müzik, haber yayını, pop müzik gibi farklı seslerin bir araya geldiği karmakarışık sesler duyabilirsiniz fakat uzayda yolculuğunuz devam ettikçe sesler daha anlaşılır hâle gelir ve çok eski radyo programlarını duymaya başlarsınız. Hatta modern medeniyetin ilk radyo yayınlarına kadar ulaşabilirsiniz. Bu seslerin arasında bazı ünlü konuşmalar da vardır. Martin Luther King'in 8 Ağustos 1963 tarihli "I Have a Dream" konuşması; Başkan Kennedy'nin 20 Ocak 1961 tarihli konuşması, Başkan Roosevelt'in parlamentoda yaptığı 8 Aralık 1941 tarihli savaş ilan eden konuşması ve Nazi Almanyası'nda gücünü artıran Adolf Hitler'in 1936 tarihli konuşmasını bile duyabilirsiniz. Yolculuğunuzun sonunda duyduğunuz sesler arasında insan sesleri kalmaz. Bundan sonra duyacağınız sesler sadece kozmosun kendi ürettiği seslerdir.

Çok dokunaklı değil mi? Aslında uzayda yaptığımız yolculuk sırasında bahsedilen radyo yayınlarını duyabilmemiz için pek çok fizik kuralını yok etmemiz ve radyo dalgasından daha hızlı hareket etmemiz gerekir. Ayrıca duyduğumuz kelimeleri anlamak oldukça zor olabilir çünkü bu kelimeler kulağımıza tersten

okunur şekilde gelecektir. İngiltere kralının ünlü konuşmasını Jüpiter'in hemen yanında duyabiliriz çünkü bu konuşmaya ait ses dalgaları ancak Jüpiter'e kadar ulaşabilmiştir. Kral konuşmasını yaptıktan 39 dakika sonra konuşması Jüpiter'den dinlenebilir.

Bu gerçeklikleri yok sayarsak başta sözünü ettiğimiz *Contact* filminin giriş sahnesi oldukça şiirsel ve güçlüdür. Aslında bu sahnede modern dünyamızın evren içinde ne kadar da az bir yer kapladığı ifade edilmektedir. Uzayda seyahatimiz sırasında içinde bulunduğumuz radyo balonu yeni yayınlar geldikçe genişlemeye devam etmektedir. Bu yüzden eski yayınlar evrende giderek uzaklaşmakta ve yerini yeni yayınlara bırakmaktadır. Şu an radyo balonunun 100 ışık yılı genişliğinde olduğu tahmin edilmektedir. Bu balonun en ucunda bulunan dalga ilk radyo yayını dalgasıdır. Oldukça geniş olan radyo balonu 4.3 ışık yılı uzaklıkta bulunan, Alpha Centauri gibi binlerce yıldız ev sahipliği yapar. Güneş Sistemi'nden 10 ışık yılı uzaklıkta bulunan ve gece gökyüzündeki en parlak yıldız olan Sirius da radyo balonunun içinde bulunmaktadır.

Radyo sinyallerinin hepsi atmosferden kaçamaz. Yaklaşık 50 mil yukarıda bulunan iyonosfer, plazma özellikleri 20 megahertzden daha düşük HAM olarak bilinen radyo dalgalarını dünyaya geri yansıtır, bu sayede bizim bildiğimiz anlamda kısa dalga radyo yayınları mümkün hâle gelir. AM Radyo dalgaları da dünyaya geri yansıtılır ve bu sayede çok çeşitli radyoları dinleme imkanı buluruz.

Yayın yapılan frekans iyonlar tarafından yansıtılmayacak seviyede ya da bulunduğunuz ortamda iyonosfer tabakası yoksa radyo sinyalleri ancak görüş alanı içindeki alıcılar yoluyla aktarılabilir. Bu anlamda yüksek binaların çatılarına yerleştirilen alıcılar oldukça işe yarar. Ortalama bir boya sahip insanın radyo

ufku 3 milken New York'taki Empire State Binası'nın radyo ufku 50 mildir. Hatta sinyalleri ulaştırma gücü 100 mile kadar çıkabilir.

İyonosfer ne FM Radyo dalgalarını, ne de televizyon yayınlarını geri yansıtmaz. Daha önce de söylendiği gibi bunlar dünyaya en uzak alıcının gönderebildiği mesafeye kadar ulaşırlar. Bu nedenle yerel televizyon yayınları ve FM radyo yayınları, AM radyo yayınları kadar çok kişiye ulaşamaz. Fakat televizyon ve radyonun gerçek etkileri yalnızca yeryüzüyle sınırlı olmayabilir. Sinyallerin çoğu doğrudan yeryüzüne gelecek şekilde dikey düşse de bazı sızıntılar olabilir. Bu sızıntılar iyonosferi geçerek uzayın derinliklerinde kaybolurlar. Bu dalgalar için sınır gökyüzü değildir. Elektromanyetik tayfta bulunan diğer bantların aksine, radyo dalgaları yıldızlararasıdaki gaz ve toz bulutundan kıvrak bir şekilde sıyrılabilirler. Bu yüzden yıldızlar da radyo dalgaları için sınır değildir.

Toplam radyo istasyonu sayısı, her istasyonun enerjisi ve istasyonların bant genişliği gibi radyoyu Dünya'da güçlü hâle getiren tüm özellikleri bir araya getirirseniz, Dünya dışı bir alandan radyo dalgalarının tespit edilebileceğini anlarsınız. Dar bant kısmı, video taşıyan sinyaldir. Toplam enerjinin yarısından fazlası yayın için harcanır. İlk aşamada sinyalin oluşması ve yerinin tespiti için 10 hertz genişliğinde bir frekans yeterlidir. Düşük yoğunlukta, b yol bandı sinyali, 5 milyon hertz genişliğindedir ve tüm program bilgisini taşıyabilecek kadar yüksek ve düşük frekanslara ulaşabilir.

Tahmin edebileceğiniz gibi Amerika dünyada en fazla televizyon kanalı yatırımı yapan ülkedir. Bu yüzden muhtemel bir uzaylı medeniyeti ilk olarak buradan sinyal alacaktır. Bu medeniyet sinyaller üzerinde çalışmaya devam ederse, sinyallerde 24 saatte bir meydana gelen Doppler kaymalarına şahit olacaktır. Bu sinyaller zaman içinde yoğunlaşıp seyrekleyecektir. Uzaylılar

buna bağılı olarak sinyallerin doğıal ortamda oluřtuđunu ve zaman zaman kesintiye uđradıđını dűőűnebilirler. Fakat geniő sinyal bandındaki deđiőimleri zebilirlerse kűltűrűműzle ilgili temel bilgilere ulaőmaları da uzun sűrmez.

Radyo dalgaları, grűnűr ıőık gibi elektromanyetik dalgalar içinde yol alabileceği bir kanala ihtiyaç duymaz. Boő bir uzay alanında rahatlıkla seyahat edebilirler. Aslında yayında olduğumuzu gösteren kırmızı ıőık, bir anlamda uzayda hareket eden ve hlin-den gayet memnun olan TV ya da FM frekansının habercisidir.

Sinyaller uzayda yol aldıkça zayıflar ve artan uzay hacmi içinde parçalanır. Sonunda sinyaller evrendeki bir radyo sesi tarafından gműlűr. Bu ses radyo dalgası yayan galaksilerden, mikro-dalga arka planından, Samanyolu Galaksisi'ndeki yıldız oluőum alanlarının radyo açısından zengin bölgelerinden ve kozmik ıőınlardan gelmektedir. Bunların űzerindeki tűm faktörler uzakta bulunan yabancı medeniyetlerin bizim yaőamımızla ilgili bilgi edinmesini zorlaőtırır.

Dűnya'dan yapılan yayını alabilmek için 100 ıőık yılı uzaklıkta bulunan uzaylıların 300 metrelik Arecibo teleskobundan on beő kat daha bűyűk bir alıcıya sahip olmaları gerekir. Bu teleskop televizyon yayını taőıyıcılarının sinyallerini tespit etmektedir. Uzaylılar eđer bizim programlama bilgilerimizi ve dolayısıyla kűltűrűműzű çözmek isterse, Dűnya'nın yrűnge açısı ve Gűneő etrafındaki dngűsűnden kaynaklanan Doppler etkisini hesaba katmaları ve taőıyıcı sinyalinin tespit etmek için tespit gűlerini 10.000 kat artırmaları gerekmektedir. Radyo teleskobunda bu durum Arecibo'nun çađının dört yűz katına ya da 20 mil uzađına denk gelir.

Teknolojik olarak çok ileri dűzeyde olan uzaylı medeniyetler bir őekilde bahsedilen bűyűklűkte teleskopları yapmıő ve sinyallerimizi alıp deđiőimlerin sırrını zebilmiőse, kűltűrűműzűn

temelleri uzaylı antropologları fazlasıyla şaşırtmış olmalıdır. Sinyallerimizi alan uzaylıların dikkatini çeken ilk yayın muhtemelen *Howdy Doody*'nin ilk bölümleri olmuştur. Dinlemeyi biliyorlarsa Dünya'daki kadın ve erkekler arasındaki ilişkilerin sırrını, *Jackie Gleason's Honeymooners* ve *I Love Lucy* bölümlerindeki Lucy ve Ricky arasındaki ilişkiye bakarak çözmüşlerdir. Hatta Dünyalıların zekâlarına dair kısırtıları *Gomer Pyle, The Beverly Hillbillies* ve *Hee Haw*'da da görmüş olabilirler. Uzaylılar bu noktada bizim yayınlarımızı izlemeyi bırakmadıysa ve birkaç yıl daha beklemeyi seçtilerse, *All in the Family*'deki Archie Bunker ve *The Jeffersons*'daki George Jefferson karakterinden insanlara dair çok şey öğrenmişlerdir. Daha uzun yıllar süren araştırmaların ardından *Seinfeld* ve tabii ki *The Simpsons*'dan çok daha fazla bilgi almışlardır. Bu programların hepsi nesiller boyu izlenmiş ve çok bilgi edinilmiş programlardır.

Onları güldürür mü bilinmez ama eğlenceli sitkomların yanı sıra uzaylıların göreceği pek çok kanlı savaş görüntüleri de mevcuttur. Vietnam Savaşı, Körfez Savaşı ve Dünya'nın pek çok farklı bölgesinde meydana gelen diğer çatışmaları izleyen uzaylıların çıkaracağı sonuç muhtemelen insanın egolarına yenik düşmüş, ölüme aç birer şapşal olduğudur.

Kablolu televizyon döneminde atmosfere kaçabilecek yayın sinyalleri bile kablolar yoluyla evlerinizdeki televizyonlara taşınmaktadır. Belki bir zaman sonra televizyon yayın aracı olmaktan tamamen çıkar. Bu durumda sinyallerimizi izleyen uzaylılar neslimizin tükendiğini düşünebilir.

Bu durum iyi midir, kötü müdür bilinmez ama televizyon sinyalleri uzaylıların Dünya'dan gelen tek haber kaynağı olabilir. Uzay araçlarına ya da astronotlara gönderilen sinyaller uzayda kaybolur. Bu iletişimin gerçekleşmesini sağlayan araç, sinyal kısaltması için kullanılan modern yöntemlerdir. Dijital

çağda her şey saniyelik baytlarla ilgilidir. Sinyalinizi 10 kat daha kısa hâle getirecek bir algoritma yaratabilirseniz, karşı tarafla gerçekleştirdiğiniz iletişim on kat daha güçlü hâle gelecektir. Tabii karşı tarafın da gönderdiğiniz sinyalleri çözebilecek teknolojiye sahip olması gerekir. Kısaltma araçlarına verilebilecek en bariz örnek müzik dinlemek için kullandığımız MP3 çalarlardır. JPEG resimleri ve MPEG filmler de bilgisayarınızdaki ses ve görüntüyü kısaltarak size sunan eklentilerdir.

Kısalması mümkün olmayan tek radyo sinyali tamamen tesadüfi bilgiler içeren sinyallerdir. Buna bağlı bir gerçek olarak söylemeliyim ki, bir sinyali ne kadar kısaltırsanız bu sinyali yakalayan biri için o kadar anlamsız görünür. Tam anlamıyla kısaltılmış bir radyo sinyalini ancak elinde yeteri teknoloji ve bilgisi olanlar çözebilir. Tüm bunlar ne anlama geliyor? Kültür yeteri kadar geliştirse ve etkiliyse, sinyalleri kozmik dedikodu yollarında tamamen kaybolabilir.

Ampullerin icadı ve yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmasından beri insanlar ampulü görünür ışık formunun yansıması olarak algılamaktadır. Bu durum neon ışıkların ve sokaklardaki sodyum buhar lambalarının artmasıyla değişmiştir. Gemiler için Mors alfabesi kullanılarak gönderilen sinyaller dışında, görünür ışık sinyal gönderme aracı olarak kullanılmadığından, evde kullandığımız ampuller bize çok da ilginç gelmez. Zaten herhangi bir sinyal göndersek bile Güneş ışığı etkisi altında bunun uzun bir yol alması mümkün değildir.

Saçma televizyon yayınlarımız yerine uzaylılara kendi seçtiğimiz sinyalleri gönderip ne kadar akıllı, zeki ve barışçıl olduğumuzu anlatmanın bir yolu var mı? Bu ilk olarak *Pioneer 10-11* ve *Voyager 1-2* aracılığıyla altın plaklarla yapılmaya çalışılmıştır. Her bir plakta bilimsel bilgilerimizin temelini anlatan ve Samanyolu Galaksisi'nin konumunu bildiren piktogramlar bulunmaktadır.

Ayrıca *Voyager* ile giden plaklarda insanoğlunun ne kadar nazik olduğuna dair bilgiler de yer almaktadır. Güneş Sistemi'nden kaçış hızı olan saatte 50.000 mil hıza ulaşan uzay araçları gezegenlerarası boşlukta dolaşmaktadır. Fakat ışık hızıyla kıyasladığımızda bu hızlar çok düşüktür ve herhangi bir yıldızla ulaşmaları için 100.000 yıla daha ihtiyaçları vardır. Bu uzay araçları bizim uzay aracı balonumuzun içinde bulunur. Onlardan bir haber almayı beklemek belki de tamamen anlamsızdır.

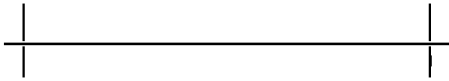
İletişim kurmak için yıldız kümeleri gibi galaksideki yoğun alanlara yüksek yoğunluklu radyo sinyalleri göndermek daha iyi bir yol olabilir. İlk olarak 1976 yılında kullanılan bu yöntemde, Arecibo teleskobu bir alıcı değil, kendi seçimimiz olan radyo sinyallerini uzaya gönderici bir araç olarak kullanılıyordu. Bu satırlar yazılırken gönderilen mesaj Dünya'nın 30 ışık yılı uzağındaydı ve M13 olarak bilinen yıldız kümesi yönünde ilerliyordu. Mesajın içeriği *Pioneer* ve *Voyager* mesajlarının dijital formda yazılmış hâliydi. Fakat bununla ilgili iki problem var. Yıldız kümesinde en az yarım milyon yıldız bulunmaktadır ve bunların arasındaki boşluk çok küçüktür. Bu yüzden etraftaki gezegen yörüngeleri durağan değildir. Enerjisinden yararlandıkları yıldız konumu değiştikçe gezegen yörüngeleri de değişir. Bir diğer problem ise bu bölgede gezegenlerin oluşumunu sağlayacak elementler nadiren bulunur. Bu yüzden mesajın gönderildiği bölgede gezegen oluşumları oldukça azdır.

Sinyallerin gönderildiği dönemde bu bilimsel problemler tam olarak bilinmiyor ve anlaşılmıyordu.

Durum ne olursa olsun gönderilen sinyaller bizden 30 ışık yılı uzaklıkta ve eğer bir canlı grubu tarafından çözülebilirse zihinlerimizdeki uzaylı imgesi de tamamen değişebilir. Fakat bunun gerçekleşmesinin ön koşulu, uzaylıların hangi tür sinyalin gerçeğe daha yakın olduğunu çözmeleri ve bize bizimle iletişime geçecek kadar değer ve önem vermelerine bağlıdır.

Beşinci Bölüm

Evren Kötüye Gittiğinde



KOZMOS ELİNDEKİ TÜM İMKÂNLARI KULLANARAK BİZİ YOK ETMEK İSTER

28. GÜNEŞ SİSTEMİ'NDEKİ KAOS

Bilim, insanların diğer ilgi alanlarından pek çok anlamda ayrılır. Bu ayrım noktalarından en önemlisi geleceği neredeyse kesin bir şekilde tahmin edebilme özelliği olmasıdır. Gazetelere baktığınızda bir sonraki dolunayın ne zaman gerçekleşeceğini ya da Güneş'in ertesi gün saat kaçta doğacağını görebilirsiniz. Fakat aynı tahmin borsanın bir sonraki gün hangi değerde kapanacağıyla ilgili bilgi veremez. Ya da "Bir sonraki hafta salı günü New York'ta bir uçak kazası gerçekleşecek," şeklinde bir haber okuyamazsınız. İnsanlar bunun bilinçli bir şekilde farkında olmasa da bilimin tahmin yaptığını bilirler, fakat tahmin edilemeyen üzerinde tahmin yapmaya çalışan bilimin farkında değildirler. Bu durum kaostun temelini oluşturur. Aynı zamanda Güneş Sistemi'nin gelecekteki evrimini de.

1609 ve 1619 yıllarında yayımladığı kitaplarla ilk tahmin edici

fizik kurallarını yazan Alman gök bilimci Johannes Kepler, Güneş Sistemi'nin kaotik yapısı fikrini duysa üzülmüştü. Gezegenlerin gökyüzündeki konumundan yola çıkarak ürettiği formülde Kepler, "gezegenin ne zaman ortaya çıktığı bilinirse, Güneş'le arasındaki mesafe de tespit edilebilir," demişti. Newton'un 1687 yılında yayımlanan *Principia* isimli eserindeki evrensel kütle çekimi kuvveti Kepler'in formülünü oluşturmada başlangıç noktası olmuştu.

Ürettiği kütle çekimi yasası çok büyük bir başarı yakalayan Isaac Newton, Güneş Sistemi'nin bir gün kaosa sürükleneceğini de düşünüyordu. Newton, 1730 tarihli *Optiks* eserinin III. kitabında karakteristik bir kesin dille şunları söylüyordu:

Gezegenler belli bir merkez etrafında aynı yönde ve aynı şekilde hareket etmektedir. Bazı küçük düzensizlikler dikkate alınmazsa gezegenlerin birbirinin üzerinde yükselmesi kaçınılmazdır. Sistemde bir reformasyona gerek duyulana kadar durum bu şekilde devam eder. (s. 402)

Bölüm 7'de daha ayrıntılı göreceğimiz gibi, Newton tanrının bir noktada evrene müdahale edeceğini ve kötü giden durumları düzelteceğini düşünmektedir. Fransız matematikçi ve dinamikçi Pierre-Simon Laplace bunun tam aksi bir dünya görüşüne sahiptir. 1799-1825 yılları arasında yazdığı beş ciltten oluşan *Traité de Mécanique Céleste* isimli kitabında evrenin sabit ve tamamen tahmin edilebilir olduğunu ifade etmiştir. Laplace daha sonra *Olasılık Üzerine Felsefi Denemeler* (1814) isimli kitabında şunları yazmıştır:

Doğanın hareket ettirdiği kuvvetler içinde bulunan her şey tahmin edilebilir. Gelecek aynen geçmiş zamanda olduğu gibi kişinin gözlerinin önündedir. (1995, Bölüm. II, s. 3)

Aslında Güneş Sistemi kâğıt kalemle yaptığınız hesaplamalarda hep durağan görünür. Fakat saniyede milyarlarca hesaplama-

nın yapılabildiği süper bilgisayar çağında, Güneş Sistemi modelinin yüz milyon yılı bile görülebilmektedir. Evreni bu kadar derin anlayabildiğimiz için ne kadar şükretsek az. Peki, yapılan bu hesaplamalar sonunda ulaştığımız nokta ne?

Kaos!

Güneş Sistemi'nin gelecekteki evrimiyle ilgili yapılan ve fizik kurallarının da dâhil olduğu hesaplamalar bize sistemin geleceğinin kaos olduğunu göstermektedir. Bu sonuç meteoroloji ve ekoloji gibi sistemlerle etkileşimde olan her alanı da etkilemektedir.

Güneş Sistemi'ndeki kaosu anlayabilmemiz için öncelikle iki nesne arasındaki mesafeyi anlamamız gerekir. Uzaklık olarak da ifade edebileceğimiz bu kavram hesaplanabilen farklılıklardan yalnızca bir tanesidir. İki nesne aynı zamanda enerji, yörünge boyutu, şekli ve eğimi açısından da farklılık gösterebilir. Bu yüzden iki nesne arasındaki farklılıkları belirlerken mesafe ya da uzaklık da bu özelliklerden biri olarak eklenebilir. Mesela şu an uzayda bulunan ve birbirinin yanında olan iki nesnenin yörünge şekilleri birbirinden farklı olabilir. Bizim kullanacağımız mesafe ölçüsü, bunun iki nesnenin birbirinden geniş bir mesafeyle ayrıldığını söyler.

Yaygın olarak başvurulanan bir kaos testi, tamamen aynı olmasına rağmen, bir noktada bilinçli farklılık olan iki bilgisayarla başlar. İki yıldız sisteminin birinde yer alan Dünya küçük bir meteorun kendisine çarpmasının ardından yörüngesinden kayar. Artık basit bir soru sormanın zamanı geldi: Zaman içinde bu iki benzer model arasındaki mesafeye ne olur? Bu mesafe sabit kalabilir, sapabilir ya da tamamen ayrılabilir. Bu iki modelin ayrılması aralarındaki ufak farklılığın zamanla büyümesinden kaynaklanır. Bu da gelecek tahminde yanıldığımızı gösterir. Bazı durumlarda bir nesne Güneş Sistemi'nden tamamen silinebilir.

Bu kaostun başlama işaretidir.

Kaos varken tüm nedenler için sistemin evrimindeki uzak geleceği doğru bir şekilde tahmin etmek neredeyse imkânsızdır. Şu anki kaos anlayışına dair bilgilerimizin çok büyük bir kısmını Rus matematikçi ve makine mühendisi Alexander Mikhailovich Lyapunov'a (1857-1918) borçluyuz. 1892 yılında yazdığı "Hareketin İstikrarıyla İlgili Problem" isimli doktora tezi, bugün bile bir klasik olarak yerini korumaktadır. Bu arada Lyapunov, Rus devrimi sırasında gerçekleşen politik kaostun yarattığı etki neticesinde hayatını kaybetmiştir.

Newton zamanından beri karşılıklı yörüngelerde bulunan iki nesnenin izleyeceği yol kesin bir şekilde hesaplanabilmektedir. Çift yıldız sistemi de bunların arasındadır. Burada hiçbir istikrarsızlık görülmez. Fakat karta daha fazla nesne ekleyip yörüngeyi daha karmaşık hâle getirirseniz yörünge başlangıca göre çok daha hassas bir hâl alır. Güneş Sistemi'nde, Güneş, sekiz adet gezegen, yetmişden fazla uydu, asteroit ve kuyruklu yıldızlar bulunur. Bunlar bile yeterince karmaşık dursa da henüz hikâyenin en karmaşık yerine gelmedik. Güneş'in merkezinde gerçekleşen termonükleer füzyon nedeniyle Güneş her saniye 4 milyon ton madde kaybeder. Bu durum Güneş Sistemi'ndeki yörüngeleri etkiler. Maddeler enerjiye dönüşür ve Güneş'in yüzeyinden ışıık olarak ayrılırlar. Güneş aynı zamanda güneş rüzgârı olarak bilinen yüklü partikül akımı nedeniyle de kütle kaybına uğrar. Galaksi merkezindeki normal yörüngelerinde bulunan yıldızlar bu nedenlerden ötürü Güneş Sistemi'ne daha çok çekim uygulayabilir.

Belli bir nesneye uygulanan net çekim kuvvetini hesaplamak için kullandığımız formüller düşünülürse, tüm Güneş Sistemi ve ötesinde bu hesaplamayı yapan Güneş Sistemi dinamikçilerinin işlerinin ne kadar zor olduğunu anlayabiliriz. Her bir nesnenin

kuvvetini bildiğinizde, onları olmaları gereken yöne doğru itmeniz mümkündür. Fakat Güneş Sistemi'ndeki her nesnenin kuvveti birbirinden çok ufak farklılıklara sahiptir çünkü nesnelerin hepsi hareket eder. Bu yüzden tüm kuvvetleri yeniden hesaplayıp bu kuvvetlere bir yön vermeniz gerekir. Bu süreç bir simülasyon yoluyla gerçekleşir ve belki de trilyonlarca kuvvete yön verilir. Bu hesaplamaları ya da benzerlerini yaptığınızda, Güneş Sistemi'ndeki davranışın kaotik olduğunu görürsünüz. Merkür, Venüs, Dünya ve Mars'tan oluşan iç gezegenlerin oluşumu için geçen 5 milyon yıllık süre ve Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'den oluşan dış gezegenlerin oluşumu için geçen 20 milyon yıllık sürede, ilk koşullar dikkate alındığında çok küçük mesafelerin olduğu görülecektir. Bu model 100 ila 200 milyon yıl kadar ileri götürüldüğünde gezegen yörüngelerine dair yapabileceğimiz tüm tahminler anlamsızlaşmaktadır.

Evet, bu kötü bir durumdur. Mesela Dünya'nın fırlatılan bir uzay aracına verdiği tepki bile geleceğimizi etkileyebilir. 200 milyon yıl içinde Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinde yaklaşık 60 derecelik bir sapma meydana gelecektir. Uzak gelecek için Dünya yörüngesinin nerede olacağı bilgisinesahip olmamak tehlikesiz bir görmezden gelme durumudur. Belli bir yörünge ailesinden olan bir asteroitin kaotik bir şekilde başka bir yörünge ailesine göç ettiğini fark edersek tansiyon biraz yükselebilir. Asteroitler göç edebilirse Dünya'nın göç eden asteroitlerin yörüngesinde olup olmadığını bilemeyiz ve belki de ölümcül derecede büyük olan bir asteroit Dünya'ya çarparak canlı yaşamının sonunu getirebilir.

Gönderdiğimiz uzay araçları daha hafif malzemelerden mi yapılmalıdır? Uzay programlarını tamamen bırakmamız mı gerekiyor? Güneş'teki kütle kaybı bizi endişelendirmeli mi? Gezegenlerarası uzayda kalıntı olarak dolaşan ve Dünya'nın top-

ladığı binlerce tonluk meteor tozunu dikkate almamız gerekir mi? Dünya'nın tek bir tarafında toplanıp sıçrarsak yörüngesini değiştirebilir miyiz? Bunların hiçbirisi değil. Bu küçük farklılıkların uzun süreli etkilerinin hepsi kaos içinde yok olur. Bazı durumlarda kaosu görmezden gelmek bizim yararımıza olabilir.

Şüpheli biri uzun süredir var olan dinamik ve kompleks bir sistemle ilgili gerçekleşemeyen tahminlerin, bir bilgisayar hatasından ya da bilgisayarların yetersizliğinden kaynaklandığını düşünebilir. Fakat bu şüphenin bir karşılığı olsaydı iki nesneli sistem de sonunda bilgisayar üzerinde bir kaosa dönüşürdü. Fakat dönüşmedi. Mesela Uranüs'ü Güneş Sistemi'nden çıkarıp gazdan oluşan gezegenlerin yörüngesini tekrar hesapladığımızda herhangi bir kaosa karşılaşmayız. Başka bir bilgisayar simülasyonuysa dış merkezliliği ve yörünge sapmaları yüksek Plüton için gerçekleştirilmiştir. Aslında Plüton zaten sınırlı da olsa tahmin edilemeyen yörüngesiyle hâlihazırda zaten bir kaos içindedir. Fakat daha da önemlisi, farklı araştırmacıların farklı bilgisayar ve farklı metotlar kullanarak gerçekleştirdiği simülasyonlar da Güneş Sistemi'nin uzun süreli evriminin sonunun kaos olduğunu göstermektedir.

Yok olmayı engellemek gibi bencil emellerimiz dışında Güneş Sistemi'nin uzun süreli davranışı üzerinde yapılan incelemelerin başka amaçları da vardır. Tam bir evrim modeline ulaşırsa Güneş Sistemi tarihinde geriye gitmek de mümkün olacaktır. Gezegenlerin o dönemdeki durumu bugün olduğundan çok farklıdır. Mesela bundan 5 milyon yıl önce Güneş Sistemi'nin oluşum aşamalarında var olan gezegenler tamamen ortadan kaybolmuş olabilir. Yani belki de Güneş Sistemi sekiz değil çok daha fazla sayıda gezegenle hayatına başlamıştı fakat tarih boyunca bu gezegenler, gezegenlerarası boşlukta kaybolup gitti.

Son dört yüzyılda, gezegenlerin hareketlerini bile bilmediği-

miz bir noktadan Güneş Sistemi'nin uzun dönemli evrimi sonundanelerolabileceğini tahmin edebildiğimiz bir noktaya geldik. Bu aslında evrenle ilgili sonu gelmeyen sorgulama sürecimize bir zafer olarak yazılabilir.

29. ÇEKİMLERE KAPILMAK

Katil asteroitlerin Dünya çapında bir katliam gerçekleştireceğine dair korkunç tahminler yapmak için çok da uzağa bakmaya gerek yok. Şu ana kadar bunlar hakkında gördüğünüz, okuduğunuz ya da duyduğunuz şeylerin tamamı doğru.

Bir asteroit tarafından öldürülme riskiyle bir uçak kazasında ölme riski hemen hemen aynıdır. Son dört yüz yılda asteroit çarpması nedeniyle ölen kişi sayısı yaklaşık 20'dir. Uçak kazasında şimdiye kadar ölen kişilerin sayısıysa binleri bulur. Hatta bu durum, uçak kazalarının daha yakın bir tarihi olmasına rağmen bu şekildedir. O zaman başta söylediğimiz karşılaştırma nasıl doğru olabilir? Oldukça basit. Elimizdeki veriler 10 milyon yıl içinde uçak kazalarından ölen kişi sayısının yaklaşık bir milyarı bulacağını gösteriyor. Bu hesaplama bir yıl içinde uçak kazası nedeniyle 100 kişinin hayatını kaybettiğini öngörüyor. Fakat Dünya'ya çarpan herhangi bir asteroitin tek bir çarpmayla bir milyar insan öldürmeye gücü vardır. Aslında yorumlamanın şaşırtıcı tarafı, uçak kazalarının tek seferde çok fazla kişinin hayatına mal olmaması fakat süreç içinde sık sık gerçekleşmeleri, asteroit çarpmalarınınsa milyon yılda bir kez gerçekleşip büyük felaketlere yol açmasıdır. Asteroitin yalnızca ölümle sonuçlanan etkileri yoktur. Dünya üzerinde yaşamaya devam eden insanlar ciddi bir iklim değişimine de maruz kalırlar.

İlk Güneş Sistemi'nde görülen asteroit ve kuyruklu yıldızların etkileri oldukça yüksekti. Gezegen oluşumuyla ilgili teori ve modeller, molekül oluşturmak için bir araya gelen kimyasal açı-

dan zengin gazların, daha sonra toz partikülleri, kaya ve buz oluşturduğunu göstermiştir. Daha sonra bu alan her saniye yeni bir patlamanın olduğu bir alana dönüşmüştür. Patlamalar nedeniyle birbirine benzer yapıda olan nesneler, kimyasal ve çekimsel kuvvetlerin etkisiyle bir araya gelmiş ve daha büyük moleküller oluşmuştur. Şans eseri normalin üzerinde kütle toplayan bu nesnelerin çekim kuvveti de artmıştır ve böylece daha fazla nesneyi çekebilmeye başlamıştır. Büyüme devam ettikçe çekim kuvveti küresel cisimler oluşturmuş ve gezegenler doğmaya başlamıştır. En büyük gezegenler etrafında gaz tabakası tutabilecek kadar yüksek bir çekim gücüne sahiptir. Gezegenler günün geri kalan kısmında kütlelerini artırmaya devam etse de bu artış oranı oldukça düşmüştür.

Güneş Sistemi'nin dış kısımlarında hâlâ milyarlarca kuyruklu yıldız vardır, hatta bu kuyruklu yıldızlar Plüton'un yörünge boyutunun bin katı büyüklüktedir. Bu nedenle geçmekte olan yıldızlara çekim kuvveti uygulamakta ve yıldızlararası bulutların yolculuklarını etkilemektedirler. Güneş Sistemi kalıntıları arasında Dünya'nın yörüngesinden de geçen kısa süreli kuyruklu yıldız ve asteroitler de bulunur.

Büyüme, türlerin ölümü ya da ekosistem üzerinde yıkıcı etki gibi tamlamalardan daha zararsız bir kavram gibi görünmektedir. Fakat Güneş Sistemi tarihi açısından bakılırsa bu kavramlar aynı anlama gelir. Gezegeni etkileyecek boyutta büyük bir felaket riski varken bu gezegende mutlu olmak, mutlu yaşamak mümkün değildir. Dünya ile asteroitler arasında meydana gelen çarpışmadan sonra oluşan enerjinin bir kısmı atmosferden yeryüzüne şok dalgaları olarak gelir. Ses patlamaları da şok dalgaları yaratabilir. Bunlar genellikle ses hızının iki ya da üç katı hıza ulaşmış uçaklar tarafından oluşturulan patlamalardır. En kötü etkisiye mutfağınızdaki tabakların yerlerinden oynaması

olacaktır. Fakat saatte 45.000 mile ulaşıp ses hızının 7 kat üzerine çıkan hız, Dünya ve bir asteroit arasında gerçekleşen çarpışma kadar zarara sebep olabilir.

Asteroit ya da kuyruklu yıldız, kendi şok dalgasından sağ çıkabilecek kadar büyükse, patlayıcı bir olayda Dünya yüzeyinde biriken enerji yeryüzünde dev çukurlar oluşturur ve oluşan çukurların çapı çarpışılan nesnenin çapının yirmi katına kadar çıkabilir.

Dünya üzerinde kısa aralıklarla birden fazla nesne çarpışması gerçekleşirse Dünya bu iki olay arasında soğuyacak zamanı bulamaz. En yakın komşumuz olan Ay'ın üzerinde bulunan kraterlerden anladığımız kadarıyla, Dünya bundan 4.6 milyar yıl önce ciddi bir bombardıman dönemi yaşamıştır. Dünya'daki en eski fosil 3.8 milyon yaşındadır. Bundan kısa bir süre önce Dünya yüzeyi tamamen yok olmuş ve dolayısıyla kompleks moleküller oluşmamıştır. Bu kötü haberlere rağmen yaşam için gerekli olan tüm bileşenler bu bombardıman esnasında Dünya'ya gelmiştir.

Peki, yaşamın ortaya çıkması ne kadar sürmüştür? Genellikle bu sürenin 800 milyon yıl sürdüğü söylenir. Organik kimyaya sadık kalmak gerekirse, bu sürecin en başında Dünya yüzeyinin yaşam oluşmayacak kadar sıcak olduğunu görebilirsiniz. Yani kimyasal olarak oldukça zengin bir alanda yaşam oluşması için elimizde 200 milyon yıl kalıyor.

Evet, her gün içtiğimiz su aslında bundan 4 milyar yıl önce Dünya'ya kuyruklu yıldızlar vasıtasıyla gelmiştir. Fakat Güneş Sistemi'nin başlangıcından beri tüm uzay kalıntıları, artık hâlinde değildi. Dünya pek çok kere Mars'tan ya da Ay'dan kopan parçaların etkisi altında kalmıştır. Bu kopuşları yüksek enerjili taşların belli bir bölgeyi etkilemesi ve yeterli hıza ulaşıncaya kütle çekimi etkisinden tamamen bağımsız hâle gelmeleri şeklinde olur. Daha sonra kopan parçalar Güneş etrafında kendi yörüngesini oluş-

turup dönmeye başlar. Mars'tan kopan parçaların en ünlülerinden biri, 1984 yılında Antarktika'da bulunan bir meteorittir. ALH-84001 koduyla bilinen bu gök cismi milyarlarca yıl önce Kızıl Gezegen'de hayatın olabileceğine dair çok önemli ipuçları vermektedir. Mars'ta gözlemlenen nehir yatakları, deltalar ve sel akıntıları, bir zamanlar bu gezegende akışkan suyun bulunduğuna dair önemli coğrafi kanıtlardır. Dünya yüzeyine Mars'tan koparak düşen gök cisimleri de gezegen hakkında bize önemli bilgiler vermekte ve fırsatlar sunmaktadır.

Bugün bizim bildiğimiz anlamda yaşamın devam etmesi için suyun sıvı olması şarttır. Bu yüzden bugün Mars'ta devam eden bir yaşamın olmadığını anlayabiliriz. Bazı tahminler yaşamın ilk önce Mars'ta başladığını, daha sonra gerçekleşen etkileşimlerle Dünya'ya da geldiğini söylemektedir. Panspermia hipotezi olarak bilinen bu görüş, yaşamın kökeninin tüm evrene dağılmış şekilde olduğunu ve Dünya'daki yaşamın kökeninin bu yaşam kaynağından meydana gelmiş olabileceğini söyler. Belki de hepimiz Marslıların torunlarıyızdır.

Maddenin Mars'tan Dünya'ya gelme ihtimali Dünya'dan Mars'a gitme ihtimalinden daha zayıftır. Dünya'nın çekim gücünden kurtulmak için gereken enerji Mars'ın çekim gücünden kurtulmak için gereken enerjinin yaklaşık iki buçuk katıdır. Ayrıca Dünya atmosferi Mars atmosferinden yaklaşık yüz kat daha yoğundur. Dünya'daki hava direnci Mars'a göre daha kabul edilebilir düzeydedir. Her durumda da bakteriler Dünya'ya ulaşmadan önce gezegenlerarası alanda hayatta kalabilmek için büyük çaba sarf etmişlerdir. Neyse ki bu bakteriler Dünya'da herhangi bir su ya da kimyasal madde sıkıntısıyla karşılaşmayıp yaşamlarına kolaylıkla devam etmiştir. Yaşamın kökenini hâlâ tam olarak açıklayamasak da, sadece bu durum bile panspermia hipotezinin geçerliliğini ortadan kaldırmaya yeter.

Fosil kayıtlarında nesil tükenişleriyle ilgili neyi suçlayabileceğimizi görürüz. Bugün yaşam ve toplumu yok olma riskine atan nedenler nelerdir? Aşağıdaki tabloda Dünya ile çarpışma yaşayabilecek bir gök cisminin yaratacağı hasarla, yapay patlayıcıların yaratabileceği hasar karşılaştırılmıştır. Yeni bir karşılaştırma noktası olarak, ben de tabloya ABD'nin 1945 yılında Hiroşima'ya attığı atom bombasının etkilerini ekledim. Bu veriler NASA'dan David Morrison'ın çizdiği bir grafikten alınmıştır (1992).

Her	Asteroit Çapı (m)	Enerji etkisi (megaton TNT)	Enerji etkisi (atom bombası)
Ay	3	0.001	0.05
Yıl	6	0.01	0.5
On yıl	15	0.2	10
Yüzyıl	30	2	1000
Bin yıl	100	50	2.500
10.000 yıl	200	1.000	50.000
1.000.000 yıl	2.000	1.000.000	50.000.000
1.000.000.000 yıl	10.000	1.000.000.000	5.000.000.000

Bu tablo Dünya'daki kraterler ve Ay yüzeyinde bulunan aşınma kraterlerinin detaylı bir analizine dayanmaktadır. Ayrıca Dünya'nın yörüngesine girme ihtimali olan asteroit ve kuyruklu yıldızların ortalama sayısı da dikkate alınmıştır.

Tabloda bazı etkiler nedeniyle oluşan enerji görülebilmektedir. Mesela Sibirya'daki Tunguska Nehri yakınlarında, 1908 yılında meydana gelen patlama, binlerce kilometrelik alana yayılan ağaçları yok etmiş ve 300 kilometrekarelik bir çukurun oluşmasına sebep olmuştur. Bu patlamanın 60 metre çapındaki bir meteoritten kaynaklandığı düşünülmektedir. Meteorit orta hava deneni tabakada patladığı için krater oluşturmamıştır. Bu

grafiğe göre bu tür vakaların meydana gelme olasılığı iki yüzyılda birdir. Meksika'nın Yucatan şehrinde 200 kilometre çapında Chicxulub isminde bir krater bulunmaktadır. İkinci Dünya Savaşı sırasında kullanılan atom bombasından 5 milyar kat daha güçlü olan bu tür çarpışmaların 100 milyon yılda bir gerçekleştiği tahmin edilmektedir. 65 milyon yaşındaki krater oluşumundan bu yana bu şiddette başka bir çarpışma gerçekleşmemiştir. Hemen hemen aynı zamanlarda tesadüfi bir şekilde Tyrannosaurus Rex ve arkadaşlarının da nesli tükenmiştir. Daha sonra memeliler görüntü olarak büyük bir evrime uğramıştır.

Dünya'daki türlerin neslinin tükenmesinde kozmik etkilerin hiçbir rolü olmadığını düşünen bilim insanları, uzaydan Dünya'ya gelen bu derece yüksek enerjiye neler olduğunu ortaya koymak zorundadır. Enerji aralıkları çok ciddi şekilde değişebilmektedir. NASA'dan David Morrison, Gezegen Bilimleri Enstitüsü'nden Clark R. Chapman ve Oregon Üniversitesi'nden Paul Slovic'in kaleme aldığı *Kuyrukluyıldızlar ve Asteroitlerin Yarattığı Zararlar* isimli kitapta Dünya ekosistemine girecek fazladan enerjinin nasıl sonuçları yarattığı açıklanmaktadır. Bundan sonra yazacaklarım oradan alıntılanmış bilgilerdir.

10 megaton enerjiden daha küçük olayların çoğunda enerji atmosferde patlar ve yeryüzünde krater oluşturmaz. Bir şekilde Dünya'ya düşen parçalarsa çoğunlukla demirden oluşmuştur.

10 ila 100 megaton arasında değişen bir demir asteroit, yeryüzünde krater oluşturur fakat aynı boyutta taş bir asteroit parçalanır ve ancak hava akımı yaratabilir. Buna benzer bir etki ABD'de Washington bölgesi kadar geniş bir alanı yok edebilir.

1000 ila 10.000 megaton arasında değişen asteroitler yine krater oluştururlar. Okyanuslardaki etkiyse gelgitlerin oluşmasına sebep olur. Yeryüzünde yarattığı etki sonucundaysa Delaware kadar büyük bir alan yok olabilir.

100.000 ila 1.000.000 megaton arasında değişen bir enerji dalgası ozon tabakasının mahvolmasına sebep olur. Okyanuslarda oluşan gelgit kuvveti kutup noktalarından bile hissedilebilecek şekilde olur. Yeryüzündeyse tüm toz stratosfere çıkar ve neticede çok ciddi iklim değişiklikleri ve sıcaklıkta ciddi düşüş görülür. Böyle bir enerji Fransa kadar büyük bir alanı yok edebilir.

10.000.000 ila 100.000.000 megaton arasında değişen bir enerji dalgası çok uzun süreli iklim değişikliklerine ve küresel yangınlara sebep olur. ABD kadar büyük bir alan tamamen yok olur.

100.000.000 ila 1.000.000.000 megaton arasında değişen bir patlamanın etkisiyse canlı türlerinin yüzde yetmişinin soyunu tamamen tüketecektir. 65 milyon yıl önce gerçekteşen Chicxulub etkisi yine yaşanır.

Neyse ki yolu Dünya yörüngesinden bir şekilde geçen asteroitlerin bir kilometreden daha büyük çapta olanlarını sınıflandıracak teknolojiye sahibiz. Bu büyüklükten sonrası Dünya için büyük tehlike yaratmaktadır. NASA'nın hazırladığı bir güvenlik raporunda insanları bu derece büyük asteroit çarpmalarına karşı önceden uyaracak bir sistemin gelişmesinin çok önemli olduğu ifade edilmiş ve bunu gerçekçi bir amaç hâline getirmek tavsiye edilmiştir. Ayrıca böyle etkilere karşı bir radar sistemi hâlâ takip edilmektedir. Ne yazık ki çapı bir kilometreden daha küçük olan gök cisimleri tespit edilebilecek kadar parlak bir ışık yaymamaktadır. Bu cisimler Dünya'ya biz onları fark etmeden çarpabilir ya da fark ettikten sonra hiçbir önlem alamayacağımız kadar kısa bir süre sonra çarpabilir. Bu haberlerin ilham verici tarafıysa, insan soyunu yok olma tehlikesine atmadan da yerel felaketler yaratabilecek güçte olduğumuzu fark etmektir.

Elbette, Dünya riskli etkiler altında olan tek katı alan değildir. Merkür'e bakan sıradan bir gözlemci, gezegende aynen Ay'daki

gibi kraterler olduğunu görebilir. Venüs'te radyo dalgasıyla yapılan topografi çalışmasında da gezegende pek çok kraterin olduğu görülmüştür. Tarihinde oldukça aktif yer hareketlerine sahip olan Mars'ta da çok uzak geçmişte oluşmadığı düşünülen geniş kraterler bulunur.

Dünya'dan 300 kat daha ağır ve 10 kat daha uzun bir çapa sahip olan Jüpiter'in yüzeyine etki edecek maddeleri çekme gücü, Güneş Sistemi'ndeki başka bir gök cismiyle karşılaştırılmaz seviyededir. 1994 yılında *Apollo 11* uzay aracının Ay'a inişinin 25. yıl anmaları sırasında kuyruklu yıldız Shoemaker-Levy 9, Jüpiter'in yakınına gelmiş ve gezegenin etkisi altında kalarak parçalara ayrılp Jüpiter'in atmosferine girmiştir. Gezegenin gaz tabakasında oluşan yaralar Dünya'dan bir teleskop vasıtasıyla görülebilecek büyüklüktedir. Jüpiter'in yörünge hızı yüksek olduğu için kuyruklu yıldızın her bir parçası gezegenin farklı alanlarına düşmüştür.

Aynı enerjiyle düşen her bir parçanın yarattığı etki Chicxulub'ta yaşanan etkiyle eşit derecededir. Yani Jüpiter'de dinozor ya da benzeri bir canlı türü yaşıyor olsaydı nesilleri tükenmiş olacaktı.

Dünya'nın fosil kayıtları nesli tükenmiş türlerle doludur. Bu türler Homo Sapiens ortaya çıkmadan çok daha uzun süre önce Dünya'da varlıklarını sürdürmekteydi. Dinozorlar da bu listede bulunur. Böylesine yüksek enerjiye sahip etkilere karşı ne tür bir savunma yapabiliriz? Aynen nükleer bir bomba etkisi altında kalan insanlar gibi yapabilecek hiçbir şeyimiz olmaz. İnsanlar tarafından hissedilmiş en büyük kitle imha silahı nükleer güçtür. Gelen bir asteroitin parçalara ayrılması onun etkisini azaltabilir. Hatta bu durum asteroitin düşüşünü harika bir meteor yağmuru bile dönüştürebilir. Havanın olmadığı boş bir alanda herhangi bir şok dalgası oluşmayacağını aklımızda bulunduralım.

Nükleer bir başlığın bu zararı verebilmesi için bir asteroitle çarpışması gerekir.

Yalnızca insanları öldürüp binalara herhangi bir zarar veremeyen yoğun radyasyonlu nötron bombaları için başka bir metot, yüksek enerjili nötron ısı dalgalarının asteroitin bir tarafını yeterli sıcaklığa çıkarması, böylece asteroitin içindeki maddelerin dökülmesi ve patlama yolundan dışarı çıkması şeklinde gerçekleşebilir. Asteroit üzerinde uygulanabilecek daha nazik bir yöntemse, bir tarafına sabit ve yavaş roketlerin yerleştirilmesi şeklinde olabilir. Bunu yeterince erken yapabilirseniz ihtiyacınız olan tek şey geleneksel kimyasal yakıtlar üzerinde bir basınç uygulamak olacaktır. Dünya'nın yörüngesinden bir şekilde geçen her boyuttaki gök cismini hesaba katarsak, detaylı bir bilgisayar hesaplamasıyla bundan binlerce yıl sonra gerçekleşmesi muhtemel çarpışmalar için bile gerekli önlemleri alabiliriz. Fakat bizim hâlihazırdaki muhtemel öldürücü etki listemiz ne yazık ki eksiktir ve Güneş Sistemi'ndeki kaos bundan yıllar sonra Dünya'nın yörüngesine hangi gök cisimlerinin girmiş olabileceğini tahmin etmemizi de engeller.

Bu çekim oyununda en korkunç oyuncu uzun süreli kuyruklu yıldızlardır. Bu yıldızların periyotları 200 yıldan fazla sürer. Dünya'ya düşmesi muhtemel gök cisimlerinin dörtte birini oluşturan kuyruklu yıldızlar, İç Güneş Sistemi'ne büyük bir hızla düşerler ve Dünya'ya ulaşana kadar hızları saatte 100.000 mile ulaşır. Bu yüzden uzun dönemli kuyruklu yıldızların yaratacağı etki, normal hızdaki bir asteroitin yaratacağı etkiden çok daha büyüktür. Bunun yanı sıra kuyruklu yıldızların parlaklığı izledikleri yol takip edilemeyecek kadar azdır. Dünya'ya doğru yaklaşan bir kuyruklu yıldız fark edildikten sonra, buna karşı herhangi bir önlem alınmayacak kadar az süremiz kalmış olabilir. Mesela 1996 yılında kuyruklu yıldız Hyakutake Güneş'e en yakın olacağı yere

gelmeden yalnızca dört ay önce fark edilmiştir. Bunun nedeni kuyruklu yıldızın Güneş Sistemi düzleminin dışında kimsenin bakmayı aklına getirmedığı bir alanda kalmasıdır. Bu kuyruklu yıldız ilerlerken Dünya'nın 10 milyon mil kadar yakınına gelmiş ve gece muhteşem bir görüntü yaratmıştır.

Ve karşınızda ajandanıza not etmeniz gereken bir tarih: 13 Nisan 2029. Bu tarihte Rose Bowl stadyumu kadar büyük bir asteroit Dünya'nın çok yakınından geçecek. Hatta haberleşme uydularının bulunduğu yüksekliğin bile altına inecek. Bu asteroite Bambi değil Mısır mitolojisinde karanlık ve ölüm tanrısı olan Apophis adı verildi. Apophis'in yörüngesi anahtar deliği denen dar bir alandan geçerse, asteroitin yörüngesi üzerinde meydana gelecek Dünya'nın çekim etkisiyle, 2036 yılında asteroit Pasifik Okyanusu'nda Kaliforniya ile Hawaii arasında bir bölgeye düşecektir. Bu çarpma sonucunda oluşacak tsunami Kuzey Amerika, Hawaii ve Pasifik kıyılarını yerle bir edecektir. 2029 yılında Apophis, anahtar deliği denen bölgeye gelmezse, 2036 yılı için de endişe edilecek bir durum kalmaz.

İnsan soyunu yok olmaktan korumak için herhangi bir tehdide karşı dev füzeler yapmalı mıyız? Bunu yapabilmek için öncelikle yörüngesi Dünya yörüngesiyle bir şekilde karşılaşan tüm gök cisimlerinin listesini yapmamız gerekiyor. Dünya'da böyle bir çalışma yürüten insan sayısı neredeyse bir elin parmakları kadardır. Gelecekte daha ne kadar süre Dünya'yı korumak gibi bir niyetimiz olacak? İnsan soyu bir felaket neticesinde tamamen yok olursa evrendeki hayat için bundan daha büyük bir trajedi olamaz. Buna sebep olan şey beynimizi kullanmamızdaki yetersizliğimiz değil öngörü yetersizliğimiz olur. Muhtemelen bizden sonra gelecek türler iskeletlerimizi inceleyip, kafaları kocaman olan insanların nasıl olur da küçücük kafalı dinazorlar gibi gelecek bir felaket karşısında çaresizce beklediğini anlamaya çalışacaklardır.

30. DÜNYA'NIN SONU

Bazen herkes size Dünya'nın sonunun ne zaman ve ne şekilde geleceğini söylemeye çalışır. İçlerinden bazı senaryolar daha tanıdık gelebilir: Salgın hastalık, nükleer savaş, asteroit ya da kuyruklu yıldız çarpması medyadan da aşına olduğumuz nedenler arasındadır. Birbirinden farklı şekillerde de olsa, tüm bu senaryoların sonunda insan yok olur. Aslında "Dünyayı Kurtar" olarak bilinen klişe slogan, arka planda "insan hayatını kurtar" mesajı vermektedir. Neticede insanlar Dünya'nın kendisini öldürmezler. Muhtemelen Dünya, insanların sonu geldikten sonra uzun yıllar daha Güneş etrafındaki yörüngesinde dönmeye devam edecektir.

Dünya'nın sonu senaryoları arasında, Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinden çıkmasıyla ilgili olanları pek duymayız. İnsanlar böyle bir olaya şahit olamayacak kadar kısa bir süre yaşadıkları için değil, astrofizik araçlarıyla böyle bir olayın elbette bir gün yaşanacağını hesaplayabildiğim için bu tür bir senaryo fikriyle karşınızdayım. Aklıma gelen üç senaryo şöyle: Güneş'in ölümü, Samanyolu ve Andromeda Galaksileri arasında meydana gelecek bir çarpışma ve evrenin ölümü. Bu üç senaryo hakkında astrofizik dünyasında bir uzlaşa sağlandı.

Yıldız evrimlerini gösteren grafikler sigorta çizelgelerine benzer. Bu grafiklerde Güneş'e, sağlıklıla sürdürebileceği 10 milyar yıllık bir ömür verilmiştir. 5 milyar yaşında olduğu düşünülen Güneş'in, geriye istikrarlı bir enerji üreterek geçireceği 5 milyar yılı kalmıştır. Daha sonra, o zamana kadar henüz Dünya'dan ayrılmanın bir yolunu bulamamışsak, bizler de enerjisi tükenen Güneş'in etkilerine maruz kalacağız. İşte bu süreçte önemli bir yıldızın ölüm döşegindeki zamanlarına şahitlik edeceğiz.

Güneş bu istikrarlı hâlini 15 milyon derece olan merkezinde gerçekleşen hidrojen-helyum füzyonuna borçludur. Füzyonun

devam ettirdiği gaz basıncı sayesinde, yıldızı patlatmak isteyen çekim kuvveti dengelenir. Güneş'te bulunan atomların yüzde doksanından fazlasının hidrojen olduğu düşünülürse, bunun Güneş merkezi için oldukça önemli bir oran olduğu görülür. Merkezde hidrojen tükendiğinde geriye kalanlar daha ağır elementlere dönüşmek için daha yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyacak olan helyum atomlarıdır. Geçici olarak kapanan merkez motoru sayesinde Güneş bu dengeyi devam ettirebilmektedir. Çekim kazandığında yıldızın iç bölgelerinde patlama meydana gelir, merkez sıcaklık 100 milyon dereceye kadar yükselir ve helyumun karbona dönüşümünün önü açılmış olur.

Bu sırada Güneş'in parlaklığı artar. Dış gaz tabakası genişleyip Merkür ve Venüs'ün yörüngesine girer. Son olarak Güneş'in genişlemesi devam ettikçe tüm evreni kaplayacak bir boyuta ulaşır. Bu sırada Dünya'nın yüzey sıcaklığı 3000 dereceye kadar çıkar. Gezegenlerarası boşlukta tamamen buharlaşınca kadar kaynayan bir top gibi döner. Güneş'in çok yüksek ısıdaki gaz tabakası Dünya'nın yörüngesine girdiğinde atmosfer kısa bir süre sonra buharlaşır. Bu tabakaların yok olması Dünya'nın dengesini bozar ve onu Güneş'in merkezine doğru iterek sonunun çok daha kısa bir süre sonra gelmesine sebep olur. Dünya alçaldıkça Güneş'in merkezine daha çok yaklaşır ve giderek artan ısı nedeniyle tamamen buharlaşır. Kısa bir süre sonra Güneş nükleer füzyona son verir. Dünya'dan kopan parçaların da yer aldığı gaz tabakası tamamen yok olur ve yok oluş merkezden başlayarak Güneş'in sonunu getirir.

Fakat endişelenmenize gerek yok çünkü böyle bir senaryo gerçekleşmeden çok daha önce biz insanlar başka bir nedenden ötürü çoktan yok olmuş olacağız.

Güneş, Dünya'yı yok ettikten kısa bir süre sonra Samanyolu Galaksisi de bazı problemlerle karşılaşmaya başlar. Hızı net bir

şekilde ölçülmüş yüz binlerce galaksi arasından sadece birkaçı Samanyolu'na yaklaşıırken, geri kalan hepsi kendi uzaklıklarıyla orantılı bir şekilde galaksiden uzaklaşmaktadır. Hubble Uzay Teleskobu'na adını veren Edwin Hubble'ın 1920'li yıllarda keşfettiği gibi galaksilerin genel çekilme durumu genişleyen evrenin bir imzası gibidir. Samanyolu ve yüz milyarlarca yıldızdan oluşan Andromeda Galaksisi, birbirlerine genişleyen evrenin nispi hareketlerinde göz ardı edilebilir etkiler yapabilmesine olanak sağlayacak kadar yakındır. Andromeda ve Samanyolu Galaksileri birbirlerine saniyede yüz kilometre hızla yaklaşmaktadır, bu sayı bir saatte alınan yolun çeyrek milyon mil olduğunu gösterir. Bilinmeyen açılarda gerçekleşen hareket, bu orandan yavaşlarsa, aradaki 2.4 milyon ışık yıllık mesafe 7 milyaryılda sıfırlanacaktır.

Yıldızlararası boşluk o kadar büyük ve boştur ki Andromeda'da bulunan sayısız yıldızın kazara Güneş'in etkisine girmesi düşünülemez. Galaksilerin birbirleriyle karşı karşıya gelme sürecinde yıldızlar arasında da bir değişim yaşanması olasıdır. Bu üzerine endişe edilebilecek bir olaydır. Andromeda Galaksisi'nde bulunan yıldızlardan bazıları Güneş Sistemi'ne o kadar yakın hareket eder ki, bazı gezegenlerin yörüngeleri ve Dış Güneş Sistemi'ndeki pek çok kuyrukduyıldız bu durumdan etkilenebilir. Mesela yakın yıldız uçuşları bazı nesnelerin çekim bağılıklarını değiştirebilir. Bilgisayar simülasyonlarında gezegenlerin uçuş yapan yıldızlar tarafından çalındığı ya da çekim etkisinden kurtularak gezegenlerarası boşluğa yuvarlandığı görülmektedir.

Bölüm 4'e geri dönecek olursak, Goldilocks'un puding tercihinde nasıl bir yol izlediğini hatırlarsınız. Dünya bir yıldızın çekim kuvveti tarafından çalınırsa, bu gezegenimizin yine suyu sıvı olarak koruyabileceği tam doğru bir yörüngede olmayacağımız anlamına gelmez. Yine şansımız yaver gidebilir ve yaşamın devamı için gerekli ön koşulları sağlayabiliriz.

Dünya yörüngesi yıldızla çok yakın olursa yeryüzünde bulunan su buharlaşır. Çok uzak olursa donar ve katı bir hâl alır. Geleceğin mucizevi teknolojileri bir şekilde Güneş'in ömrünü uzatabilirse bu çabaların hepsi boşa gidecektir çünkü o zaman Dünya uzayın derin soğuklarında kaybolacaktır. Yakınında bir enerji kalmadığında Dünya yüzeyindeki sıcaklık eksi yüz derecelere kadar düşecektir. Atmosferde bulunan nitrojen ve oksijen sıvı hâle gelip yeryüzüne düşecek ve toprağın donmasına sebep olacaktır. Bu durumda Dünya küre şeklindeki bir pasta gibi parçalarına ayrılacaktır. Açlıktan ölmemiş olsak donarak ölme senaryosu gerçekleşebilir. Dünya'da hayatta kalan son canlı basit bir organizma olacaktır. Bu organizmanın enerji kaynağı Güneş değil, jeotermal ya da jeokimyasal kaynaklardır. Yeryüzünün altında yaşayan bu organizma Dünya kabuğunda meydana gelen kırık ve çatlaklardan beslenecektir. Şu an için insanın böyle bir organizma olmadığı açıktır.

Bu kaderden kaçmanın tek yolu ışık hızına ulaşabilen bir uzay aracının motorunu çalıştırıp, galakside kendimize yeni bir ev bulmaktır.

Elimizde ışık hızını geçebileceğimiz araçlar olsa da olmasa da, kozmosun kaderi ne ertelenebilir ne de değiştirilebilir. Nerede saklanırsanız saklanın, evrenin o parçasının da mutlaka bir gün sonu gelecektir. Uzaydaki maddenin yoğunluğu, evrenin enerji ve genişleme oranı üzerine yapılan son çalışmalar, tek yönlü bir yolculukta olduğumuzu ortaya koymaktadır. Evrendeki her şeyin toplam çekim kuvveti, genişleyen evrenin genişlemesini durdurmaya ya da tersine çevirmeye yetmez.

Evrenin ve kökenlerinin en başarılı tanımı, bu tanımı büyük patlama teorisiyle birleştiren Einstein'ın Genel İzafiyet Teorisi'nde karşımıza çıkar. Bölüm 7'de de göreceğimiz gibi ilk oluşan evren enerjisiyle dolu trilyon derecelik bir girdap gibidir. Sonrasın-

da gerekleŖen 4 milyar yıllık geniŖlemenin ardından evrenin sıcaklığı yalnızca 2.7 K dereceye dūŖmūŖtır. Evren geniŖlemeye devam ettikçe bu değer sıfıra ulaŖacaktır.

Bu kadar dūŖuk bir arka plan sıcaklıęı Dūnya üzerinde bizleri etkilemez unkū GūneŖ bize rahat bir hayat saęlamaktadır. Fakat yıldızlararası gazdan doęan her nesil yıldız için giderek daha az gaz kalacaktır. Bu deęerli gaz bulutu sonunda yok olacaktır ve bu sırada evrendeki galaksilerin de yarısından fazlasının sonu gelecektir. En yūksekkūtlelere sahip az sayıdaki yıldız būtūnūyle patlayacak ve bir daha gōrūnmemek ūzere yok olacaktır. Bazı yıldızlarsa bir sūpernova patlaması sırasında ūlecektir. Bu sırada oluŖan gaz bir sonraki nesil yıldızların oluŖumu için kullanılabilir. GūneŖ'in de dāhil olduęu yıldızların būyūk bir bōlūmūnūnse çekirdeklerindeki yakıt tūkenecek ve bir sūre devam eden geniŖleme sūrecinden sonra patlayarak ūleceklerdir.

OluŖan ceset listesi size tanıdaık gelebilir: Kara delikler, nōtron yıldızları (pulsarlar) ve beyaz cūceler yıldız evrimi ağacında birer ūlū olarak kendilerine yer bulacaklardır. Hepsinin ortak noktasıysa kozmik yapı materyallerine sonsuz bir kilit vurmamak olacaktır. Dięer bir deyiŖle, bir yıldız yok olsa ve yerine baŖka bir yıldız oluŖmasa, evrende son aŖamada hiç yıldız kalmaz.

Peki, Dūnya için ne sōyleyebiliriz? YaŖamımızı devam ettirmek için GūneŖ'ten gelen gūnlūk enerjiye ihtiyaç duyarız. GūneŖ'ten ya da dięer yıldızlardan gelen enerji tamamen kesildięinde mekanik ve hayatın da dāhil olduęu kimyasal sūreler devam edemez hāle gelir. Sonunda tūm hareket enerjisi bir kırılmaya uęrar ve sistem tek bir sıcaklıęa ulaŖır. Yıldızsız bir gōkyūzūnde bulunan Dūnya, geniŖleyen evrenin donmūŖ arka planında çıplak bir Ŗekilde uzanır. Yeryūzūndeki sıcaklık pence-renin ūnūne koyulup soęutulan bir kek gibi dūŖer. Bōyle bir kader sadece Dūnya'nın alnına yazılmamıŖtır. Gelecek trilyon

yıllar boyunca evrenin her bir noktasındaki gök cismi ve yıldız da aynı kaderi yaşayacak ve arka plan sıcaklığına varıncaya kadar soğuyacaktır. Böylece kozmosun her noktası aynı dereceye gelir. Bu durumda aslında cehennemde yanmaktan korkmaya da gerek kalmıyor, orada da donmuş bir fırın elbette bulunur. Kısacası evrenin ölümü bir patlamayla ani bir şekilde değil donmayla yavaş yavaş gerçekleşecektir.

31. GALAKSİ MOTORLARI

Galaksiler her anlamda olağanüstü nesnelerdir. Evrende görülebilir maddenin organizasyonu için temel gereklilik galaksilerin varlığıdır. Evrende yüz milyarlarca galaksi bulunur. Bunların her biri yüz milyarlarca yıldız ev sahipliği yapar. Galaksiler sarmal, elips ya da düzensiz şekillerde olabilirler. Çoğunluğu fotojeniklerdir. Genellikle uzayda yalnız gezinseler de bazıları çift, aile grubu, galaksi kümesi ya da süper küme şeklinde olabilir.

Galaksi şekillerindeki farklılıklar sınıflandırma yapmayı zorlaştırmış ve astrofizikçilerin tartışmaya düştüğü terimler üretmeye sebep olmuştur. Çeşitlerden biri olan aktif galaksi, galaksi merkezinden bir ya da birden fazla ışık bandıyla normalin üzerinde enerji yayar. Merkez, galaksi motorunun bulunduğu alandır. Yani devasa kara deliklerin bulunduğu alan.

Aktif galaksi sınıflandırması içine giren galaksi çeşitlerinden bazıları şunlardır: Starburst galaksileri, BL Lacertae galaksileri, Seyfert galaksileri (I ve II), blazar, N- galaksileri, LINER, kızılötesi galaksiler, radyo galaksileri ve aktif galaksilerin kraliyet ailesine mensup galaksi çeşidi olan kuasarlar. Bu elit galaksilerin normal çok üzerindeki parlaklıkları çekirdeklerinin derinindeki bir bölgede bulunan gizemli bir olaya bağlıdır.

1960'lı yılların başında keşfedilen kuasarlar bu galaksiler

arasında en sıra dışı olanlardır. Bazıları Samanyolu Galaksisi'nden binlerce kat daha parlaktır fakat enerji sağlayan bölgeleri Güneş Sistemi yörüngesine rahatlıkla sığabilecek kadardır. Hiçbiri bize yakın bir alanda bulunmaz. En yakını bizden 1.5 milyar ışık yılı uzaklıkta bulunur ve oraya ulaşmak için ışık hızıyla 1.5 milyar yıl seyahat etmemiz gerekir. Kuasarların çoğuysa 10 milyar ışık yılı uzaklıkta bulunur. Boyutları çok küçük olduğundan ve çok uzak mesafelerde bulunduklarından onları bir resimde Samanyolu Galaksisi'nde bulunan yerel bir yıldızdan ayırt etmek bile zordur. Görünür ışık teleskopları bu gök cisimlerini ayırt etmede tamamen anlamsız kalan aletlerdir. İlk kuasarlar aslında radyo teleskopları kullanılarak keşfedilmiştir. Yıldızlar önemli ölçüde radyo dalgası yaymadıkları için parlak nesnelerin yeni bir yıldız türü ya da yeni bir gök cismi olduğu düşünülmüştür. Astrofizikçilerin keşfettikleri nesneyi "gördüğün gibi adlandır" yöntemi nedeniyle, bu gök cisimleri yıldıza benzer anlamına gelen kuasar olarak tanımlanmıştır.

Çok kaba bir davranış değil mi?

Yeni bir olguyu anlamak her zaman mevcut aletler ve önceki bilimsel keşiflerle sınırlandırılmıştır. On sekizinci yüzyılda yaşamış biri, yirminci yüzyılda yaşayan birinin arabayı at olmadan gidebilen bir binek ya da ampulü ateş olmadan ışık veren bir aydınlatıcı şeklinde tanımlamasını yadırgamaz. İçten yanmalı motor ya da elektrik nedir bilmeden bu tanımları anlamak bile güçtür. Sorumluluk almayı reddediyorum fakat elimizdeki bilgiler aslında bize kuasarın enerjisinin nereden geldiğini söyleyebilecek yeterlilikte. Standart model olarak bilinen kara delikler, kuasarlar ve aktif tüm galaksilerin motoru olabilir. Kara deliğin uzay-zaman sınırı olan olay ufku madde yoğunlaşması o kadar yüksektir ki, buradan kaçmak için gereken hız ışık hızından fazladır. Işık hızı evrensel bir sınır olduğu için kara

deliğin içine girdiğinizde ışık olsanız dahi oradan çıkamazsınız.

“Evrende hiç ışık kuvveti yaymayan bir şey, ışık kuvveti yayan bir şeyden daha güçlü olabilir mi?” sorusu akıllarınıza gelebilir.

1960’ların sonu ve 1970’li yıllarda astrofizikçilerin kara deliklerin tuhaf özelliklerini keşfetmeleri kuramcılarının yeni kavramlar üretmesiyle gerçekleşmiştir. Kütle çekimi fiziğinin ünlü kurallarına göre, gaz bir madde kara deliğe yöneldiğinde madde ısınır ve olay ufku girmeden önce bolca ışık yayar. Bu enerji kütle çekimi potansiyel enerjisinin ısıya dönüşmesiyle ortaya çıkar.

Günlük yaşamımızdaki bir kavram olmasa da, yer çekimi potansiyel enerjisinin dönüşümüne hepimiz zaman zaman şahitlik ederiz. Yere bir tabak düşürüp kırdıysanız ya da bir şeyi pencereden fırlatıp yerde parçalanmasını izlediyseniz yer çekimi potansiyel enerjisini görmüşsünüz demektir. Bir nesne belli bir mesafeden düştüğünde onu parçalayan enerjiye yer çekimi potansiyel enerjisi denir. Nesne düşerken doğal olarak hız kazanır. Fakat bir nesne düşerken bir yere çarparsa kazandığı enerji nesneyi kırar ya da parçalar. Yüksek bir binadan düştüğümüzde kazandığımız hız fazla olduğu için, alçak bir binadan düştüğümüzde ölme riskimiz daha azdır. Bunun nedeni de yer çekimi potansiyel enerjisidir.

Bir şey nesnenin düşerken hızlanmasını engellediği hâlde, eğer madde düşerse, bunun potansiyel enerjisi genellikle ısı şeklinde ortaya çıkar. Dünya atmosferinde yol alan meteorlar ve uzay araçları bu duruma verilebilecek en iyi örneklerdir. Bu nesneler hızlanmak ister fakat hava direnci hızlanmayı engeller. İngiliz fizikçi James Joule, yaptığı ünlü bir deneyde potansiyel enerjinin sıcaklığı artırdığını görmüş ve deneyini şöyle açıklamıştır:

Bir teneke suda büyük bir dirençle hareket eden küreğin ağırlığı her saniyede belli bir oranda azalır. Makaraların yerden yüksekliği yaklaşık 12 metredir ve aşama aşama ağırlık bu yüksekliğe gelince,

küreğin hareketini yenilemek için yeniden yükselmeleri gerekir. Bu işlem on altı kere tekrar edildikten sonra, sudaki sıcaklık artışı çok hassas ve net bir termometreyle ölçülebilir... Buradan anladığım kadarıyla ısı ve normal mekanik güç arasında eşit bir ilişki vardır. Fikirlerim doğruysa 160 fit yükseklikten düşen Niagara Şelalesi'nin sıcaklığı bir noktada artmaktadır. (Shamos 1959, s. 170)

Joule, bu deneyinde Niagara Şelaleleri'ne atıfta bulunuyordu. Fakat kara deliklerden haberi olsaydı muhtemelen şöyle söylerdi: "Görüşlerim doğruysa kara deliklere doğru giden gazın sıcaklığı milyar millik düşüşün ardından bir milyon derece yükselir."

Tahmin edeceğiniz gibi kara deliklerin, etrafında gezen yıldızlara karşı müthiş bir iştahı vardır. Galaksi motorlarının paradoksu, kara deliklerinin ışıması için gök cisimlerini sindirmek zorunda olmasıdır. Galaksi motorlarının gücünü sağlayan sır kara deliklerin yıldızlar olay ufkuna girmeden önce onları paramparça edebilme özelliğidir. Bir kara delik için oluşan çekimin gelgit kuvveti oldukça uzundur. Aksi takdirde sarmal yıldızlar da aynı şekilde hareket eder. Ayın gelgit kuvveti Dünya'daki okyanuslarda yüksek ya da alçak dalgalar yaratarak süreyi uzatabilir. Daha öncesinde normal bir gaz bulutunun ya da bir yıldızın bir parçası olan gaz kolaylıkla hız kazanıp düşemez. Daha önce yıldızdan kopan gaz, deliğe serbest düşüşü esnasında aşırı çoğalmayı engeller. Peki, sonuç ne olur? Yıldızın kütle çekimi potansiyel enerjisi çok yüksek ısı ve radyasyona dönüşür. Daha yüksek bir çekim hedefliyorsanız, dönüştürebileceğiniz daha fazla kütle çekimi potansiyel enerjisine ihtiyacınız vardır.

Kusursuz bir şekil bilimci olan merhum Gérard de Vaucouleurs (1918-1995), tuhaf galaksi şekillerini tanımlamıştır ve gök bilim camiasına bir kazada mahvolan herhangi bir arabanın birden bire başka bir arabaya dönüşmeyeceğini hatırlatmıştır. Araba enkazı felsefesi aktif galaksiler için kullanılan standart

modeli genişletmiştir. Model en temel ve gözlemlenen özellikleri açıklamak için yeterli esnekliğe sahiptir. Mesela akan hava, genellikle opak ve dönen bir disk yaratır. Daha sonra olay ufkunda alçalır. Radyasyonun dışa akımı toplanmış gaz diskini kaplamasaydı, radyasyon bu durumda yukarıdan ve aşağıdan uçacak; devasa madde ve enerji püskürtecekti. Galaksinin gözlemlenen özellikleri, galaksinin jeti size doğru geldiğinde ya da yakınlarınızda olduğunuzda farklılık gösterebilir. Galaksiye gönderilmiş materyallerin yavaş hareket etmesi ya da ışık hızına yakın olması yine gözlemlenen özellikleri değiştirir. Diskin kalınlığı ve kimyasal bileşenleri hem tüketilen yıldız oranını hem de görüntüyü etkiler. Sağlıklı bir kuasarı beslemek için kara deliğin yılda yaklaşık on yıldız yutması gerekir. Daha az aktif galaksiler yılda daha az yıldız yutmaktadır. Pek çok kuasarın parlaklığı güne, hatta saate göre değişebilir. Bu durumun ne kadar sıra dışı olacağına dair size bir ipucu vereyim: Kuasarın aktif kısmı Samanyolu Galaksisi boyutunda, yani yüz bin ışık yılı kadar olsaydı ve bu parçanın tamamı birlikte parlarsaydı, bunu galaksinin size en yakın parçasından, yani en az yüz bin yıl sonra öğrenebilirdiniz. Başka bir ifadeyle bir kuasarın bütünüyle parladığını gözlemlemek yüz bin yılınızı alır. Parlaklığı birkaç saat süren kuasarlar, motor boyutlarının ışık saatinden daha büyük olamayacağını göstermiştir. Peki, ne kadar büyüktür? Hemen hemen Güneş Sistemi kadar.

Işık bantları üzerinde yapılan dikkatli bir analiz, çevredeki materyaller hakkında bilgi verebilir. Mesela X ışını parlaklığı saate göre değişirken, kızıl ışık parlaklığı haftadan haftaya değişir. Bu karşılaştırma sonucunda kızıl ışık veren parçanın X ışını yayan parçadan çok daha büyük olduğunu anlayabiliriz. Farklı ışık bantlarında gerçekleştireceğiniz bu alıştırma sistemin resmini bütün hâliyle görmenizi sağlar.

Bu olayların çoğu uzak kuasarlardaki ilk evrenlerde oluşsaydı, şu an devam etmemeleri için bir sebep olur muydu? Neden hiç yerel kuasar yok? Ölü kuasarlar şimdi nerede?

Bunlara verilmiş güzel cevaplar var. Yerel galaksilerin merkezinde motorunu besleyecek yıldız kalmadığından kara deliğe yakın tüm yıldızlar vakumlanır. Daha fazla yiyecek ve besin kaynağı kalmaz.

Daha ilginç bir kapanma mekanizması, kara deliğin kütlesi ve olay ufku büyüdükçe gelgit kuvvetlerinde yaşanır. Daha sonra bu bölümde göreceğimiz gibi gelgit kuvvetiyle bir nesnenin hissettiği toplam kütle çekimi arasında ilişki yoktur. Burada söz konusu olan bir nesnenin merkezine yaklaştıkça ciddi şekilde artan çekim kuvvetidir. Geniş ve yüksek kütleli kara delikler, küçük ve düşük kütleli kara deliklere göre daha az gelgit kuvvetine sahiptir.

Burada bir gizem yoktur. Güneş'in Dünya'ya uyguladığı çekim, Ay'ın Dünya'ya uyguladığı çekimi azaltır. Fakat Ay, Dünya'ya daha yakın olduğu için Dünya üzerinde daha yüksek gelgit gücüne sahiptir.

O hâlde kara deliğin olay ufku bu kadar büyüdüğünde bile, yıldız parçalayamaması normaldir. Bu durum gerçekleştiğinde tüm yıldızların kütle çekimi potansiyel enerjisi hıza dönüşür ve yıldız hareket ederken olay ufku tarafından yutulur. Daha sonra ısı ve radyasyon oluştuğuna dair bir bilgi vermemize gerek bile yok. Kara deliğin kapanmasını sağlayan bu kapak Güneş'in kütlesinden bir milyar kat daha büyüktür. Bu fikirler, zengin bir açıklama yapma aracıdır. Resmi bir bütün hâlinde gördüğümüzde, kuasarlar ve diğer aktif galaksilerin, galaksi çekirdeğindeki hayatın ilk aşamalarında olduğunu anlarız. Özel olarak çekilmiş kuasar görüntüleri kendisine ev sahipliği yapan galaksilerin etrafını saran bulutu da göstermektedir.

Burada yaşanan gözlem problemi, Güneş Sistemi'nde, yıldızının ışığı arkasına saklanmış gezegenleri tespit ederken yaşanan problemlere benzer. Kuasar etrafındaki galaksiden çok daha parlak olduğu için, kuasarın kendisinden başka bir gök cismi tespit edebilmek, özel maskeleye yöntemleri kullanmayı gerektirir. Yüksek çözünürlükte çekilmiş kuasar görüntülerinin hepsinde etraftaki galaksi bulutu göze çarpmaktadır. Yeni elde edilen veriler kuasarlarla ilgili standart model beklentilerini yerle bir etmektedir. Belki de galaksiler bizim tespit sınırlarımızın dâhilinde değildir. Birleştirilmiş resme göre kuasarlar, sonunda kendilerini kapatacaktır. Aslında bu tahmin, gözlemlenen kuasarların yakınlarında olması gereken diğer kuasarlar yok olduğu için yapılmıştır. Fakat aynı zamanda galaksi çekirdeğindeki kara deliklerin yaygın olması gerektiği ve aktif bir çekirdeğe sahip olmayan galaksilerde bile bir kara delik olduğu anlamına gelir. Çekirdeğinde devasa kara delikler bulunduran galaksi listesi aydan aya uzamakta ve Samanyolu'nu da içermektedir. Kara deliklerin varlığı, yakınlarından geçen yıldızların ışık hızına ulaşabilmesiyle gözlemlenmiştir.

Verimli bilimsel modeller her zaman insanların ilgisini çekmiştir. Fakat bu türden bir modele güvenirken, verimliliğin nedeninin evrenle ilgili derin bilgileri ortaya çıkarmasından mı, yoksa sonunda hiçbir şeyi açıklayamayan pek çok değişken ve boşluk içermesinden mi olduğunu düşünmek gerekir. Bugün biz yeterince zeki miyiz, yoksa yarın keşfedilecek ya da icat edilecek bir araca sahip mi değiliz? İngiliz fizikçi Dennis Sciama bu ikilemin farkına varıp, şunları söylemiştir:

Bizler nasıl belli bir tip için, uygun bir model ararken zorlanıyorsak, doğa da bu görevi zor buluyor olmalı. Bu argüman, doğanın bizden daha akıllı olabilme ihtimalini yok sayar. Hatta bizim de, yarın bugünden daha akıllı olabilme ihtimalimiz göz ardı edilir. (1971, s.80)

32. BOL ŞANSLAR

İnsanlar nesli tükenmiş dinazorların kemiklerini keşfettiğinden beri bilim insanları bu zavallı hayvanların yok oluşlarına dair sayısız açıklama yapmıştır. Bazılarına göre kuraklık nedeniyle ulaşılabilen su kaynakları kurumuştur. Bazılarına göre volkanlar yaşadıkları yeri lavla kaplamış, havayı zehirlemiştir. Bazıları dünyanın yörüngesinde meydana gelen bir değişiklikten ötürü, dayanılmaz bir buz devrinin dinazorların sonunu getirdiğini söyler. O dönemde yaşayan memelilerin çoğu dinazor yumurtasından beslenmiş olabilir. Ya da et yiyen dinazorlar tüm vejetaryen hayvanları tüketmiş olabilir. Veya su bulma ihtiyacı büyük boyutlarda göçlere yol açıp hastalıkların hızlı bir şekilde yayılmasına sebep olmuştur. Ya da gerçek problem tektonik kaymalar nedeniyle gerçekleşen yaşam alanı değişikliği olabilir.

Tüm bu krizlerin ortak bir yönü vardır. Bunlarla karşılaşan bilim insanlarının hepsi nedenlerinin arkasına bakmak konusunda eğitim almışlardır.

Bazı bilim insanlarıysa hem olayların arka planına bakıp, yer yüzünde meydana gelen değişiklikleri incelerken, aynı zamanda uzayı da dikkate alırlar. Dinazorların sonunu getiren neden, Arizona Çölü'ndeki Barringer Krateri'ni oluşturan neden olabilir. 1950'li yıllarda Amerikalı yer bilimci Eugene M. Shoemaker ve çalışma arkadaşları, kısa süre yaşayan fakat çok yüksek basınca sahip bir kaya türü keşfetti. Bu kaya türü, özellikleri bakımından hızlı hareket eden bir meteora benziyordu. Yer bilimciler bu durumun bir meteordan kaynaklandığını fark ettiler ve on dokuzuncu yüzyılda kıyamet kuramı kavramı ortaya çıktı. Bu kurama göre gezegenin yüzeyini, ani ve çok güçlü bir olay yerle bir edebilirdi.

Böyle bir spekülasyonun kapıları açılınca insanlar dinazorların ortadan kaybolmasının sebebini de benzer bir olaya bağladı-

lar. Sizi iridyumla tanıştırayım: Dünya’da nadir bulunan, fakat metal meteoritlerde sık sık rastlanan, ayrıca Dünya’da 65 milyon yaşında olduğu düşünülen bir alanda bulunan metaldir kendisi. Bu alan dinozorların neslinin tükendiği dönemle hemen hemen aynı tarihlerde oluşmuştur. Yani cinayetin gerçekleştiği yer olabilir. Şimdi de sizi Meksika’nın Yucatan yarımadasında bulunan 200 km. genişliğindeki Chicxulub Krateri’yle tanıştırayım. Kendisi de 65 milyon yaşında. İklim değişikliğiyle ilgili yapılan bilgisayar simülasyonlarında bu kraterin oluşmasına sebep olacak güçte bir etkinin, ciddi bir iklim felaketine de yol açtığı görülmüştür. Ayrıca Dünya o zamanlarda volkanik olarak aktif bir alandı. Pek çok türün neslinin tükenmesine sebep olan dalgalar Dünya’yı kasıp kavurmaktaydı. Fakat uzaydan gelen kötü şeylerin hepsi arkasında bir krater bırakmamıştır. Bunlardan bazıları havada patlamış ve Dünya yüzeyine ulaşmamıştır.

Bu etkilerin yanında kozmosta bizim için saklanan başka neler olabilir? Evren, Dünya’daki yaşam modelini değiştirebilecek başka ne tür sürprizler yapabilir?

Birden çok canlı türünün aynı zaman aralığı içinde tükenmesi, Dünya’nın geçen yarım milyar yılı içinde gerçekleşmiştir. Ordovisyen olarak bilinen en büyük yok oluş dönemi 440 milyon yıl önce, Devoniyen olarak bilinen yok oluş 370 milyon yıl önce, Permien dönemi 250 milyon yıl önce, Trias dönemi 210 milyon yıl önce, Kretase dönemiye 65 milyon yıl önce gerçekleşmiştir. Daha az kıyıma sebep olan dönemler de olmuştur ve bunlar yaklaşık 10 milyon yıllık bir dönemde gerçekleşmiştir.

Bazı araştırmacılar böyle dönemlerin ortalama 25 milyon yılda bir gerçekleştiğini söyler. Zamanlarının çoğunu bu olgular üzerine harcayan insanlar daha uzun zaman aralıkları verirler. Astrofizikçilerse bazı katillerin bulunmasının sırası geldiğini düşünmektedir. 1980’li yıllarda birkaç gözlemci Güneş’e bir ömür

vermiş ve uzak bir yıldız belirlemiştir. Yörünge periyodunun 25 milyon yıl olduğunu söylemiş ve bu uzun zamanın çoğunda Dünya'dan tespit edilemeyecek kadar uzakta olduğunu belirtmişlerdir. Uzakta bulunan diğer yıldızsa Güneş'in kuyruklu yıldız rezervlerini alt üst etmektedir. Kuyruklu yıldızlar Dış Güneş Sistemi'ndeki durağan yörüngelerini kaybedip, Dünya yüzeyinin ileri derecede etkileneceği şekilde hareket etmektedir.

Tam bu noktada Nemesis adıyla bilinen hipotetik bir katil yıldız doğar. Nesil tüketme dönemleriyle ilgili yapılan analizler daha sonra pek çok uzmanı ikna etmiştir. Felaketler arasında geçen ortalama süre o kadar uzundur ki, periyodik olamaz. Fakat birkaç yıl bu fikir oldukça ilgiyle karşılanmıştır. Periyodik olma yalnızca dış uzaydaki ölümlerle ilgili değildir. Salgınlar da oldukça dikkat çekicidir. Merhum İngiliz astrofizikçi Sir Fred Hoyle ve uzun yıllar beraber çalıştığı arkadaşı Chandra Wick Ramasinghe, Dünya'nın mikroorganizmalarla dolu yıldızlararası bir bulutun içinden geçtiğini ya da geçen bir kuyruklu yıldızın tozundan faydalanabileceğini düşünmüşlerdir. Böyle bir karşılaşma, hızlı bir şekilde yayılan hastalıklara davetiye çıkarmış olabilir. Daha da kötüsü, dev bulut ya da toz kütlelerinin bazıları pek çok türü öldürebilecek virüsleri taşıyan gerçek katiller olabilir. Bu fikre karşı pek çok görüş ortaya atılabilir. Fakat yıldızlararası bir bulutun, virüs kadar kompleks bir yapıyı taşıyıp yayamayacağı açıktır.

Daha fazla şey söylemek gerekirse, astrofizikçiler sonu gelmeyen bir felaket dalgası hayal etmektedir. Mesela şu an, Samanyolu ve 2.4 milyon ışık yılı uzaklıktaki Andromeda Galaksisi birbirine yaklaşmaktadır. Daha önce de söylediğimiz gibi, 7 milyar yıl içerisinde gerçekleşecek çarpışma sırasında kozmik bir enkaz meydana gelecektir. Gaz bulutları iç içe geçecek ve yıldızlar her yana savrulacaktır. Bir başka yıldız Dünya'ya, Güneş'in çekim

alanını geçecek kadar yaklaşırsa, gezegenimiz bizi büyük bir karanlığın içinde evsiz bırakarak Güneş Sistemi'nden kopacaktır.

Bu kötü olurdu.

Fakat bunlar olmadan iki milyar yıl önce Güneş'in kendisi doğal sebeplerden ötürü ölecek ve Dünya'nın da içinde bulunduğu İç Güneş Sistemi gezegenleri buharlaşacaktır.

Bu da kötü olurdu.

Her şeyi içine alan bir kara delik çok yakınımıza gelirse Dünya durdurulamaz gelgit kuvvetine karşı duramayıp, bir enkaz yığını olarak kara deliğin içinde yok olacaktır. Uzay-zaman alanından atılan Dünya, kara deliğin olay ufkuna girdikten sonra, onun tekilliği içinde kaybolur. Dünya'nın bugüne kadar gerçekleştirilmiş jeolojik kayıtlarında kara delik izine rastlanmaz. Bu yüzden yakınlarımızda komşu bir kara deliğin olmadığı düşünülmektedir. Patlayan bir yıldız tarafından uzaya yayılan yüksek enerjili elektromanyetik radyasyon ve partikül dalgaları tarafından kızartılmaya ne dersiniz?

Yıldızların çoğu dış gazını yıldızlararası uzaya atarak, huzur içinde ölürlür. Fakat kütleleri Güneş'in yedi ya da sekiz katı olan yıldızlar süpernova adı verilen dev patlamalarla ölürlür. Eğer bu patlamalardan herhangi birine 30 ışık yılı uzaklıkta bulunsaydık, oluşan yüksek enerji partikülleri bize de ulaşırdı.

Bunun neticesinde ilk olarak ozon molekülleri zarar görürdü. Normalde stratosferde bulunan ozon, zararlı ultraviyole radyasyonu soğurur. Bu olay esnasındaki radyasyon, ozonu, oksijen (O) ve oksijen molekülü (O₂) olarak ayırır. Yeni oluşan oksijen molekülleriyle tekrar birleşip yine ozon oluşturur. Normal bir günde Güneş'ten gelen ultraviyole ışınların ozonu yok etme hızıyla ozonun yenilenme hızı aynıdır. Fakat yüksek enerji partikülleri, stratosfere zarar verip ozonu hızlı bir şekilde parçalayacağından bizi Güneş'e karşı korunmasız bırakır.

İlk kozmik ışın dalgaları koruyucu ozon tabakasını geçtiğinde Güneş'ten gelen ultraviyole ışınlar Dünya yüzeyine ulaşır ve oksijen ile nitrojen moleküllerini ayırırlar. Bu durum kuşlar, memeliler ve hem yeryüzünde, hem de gökyüzünde yaşayan diğer canlılar için hiç de iyi bir haber değildir. Serbest oksijen ve serbest nitrojen atomları birleşmeye hazırdır. Birleşmeden ortaya çıkacak ilk ürün atmosferi karartacak ve sıcaklığın düşmesine sebep olacak nitrojendioksittir. Güneş'ten gelen ultraviyole ışınlar Dünya yüzeyini verimsizleştirirken, yeni bir buz devrini de başlatacaktır.

Fakat bir hipernovanın sebep olacağı gama ışınları istilasının yanında, süpernovadan kaynaklanan ultraviyole ışınlar sinek ısırığı gibi kalır.

Yüksek enerji radyasyonunun en üst seviyesi olan gama ışınları kozmosta gerçekleşen binlerce süpernova enerjisinin birleşimidir. Gama ışını patlaması 1960'lı yıllarda Amerikan Hava Kuvvetleri uyduları tarafından tesadüfen keşfedilmiştir. Uydular aslında 1963 yılında imzalanan sınırlı test yasağı antlaşmasını bozan Sovyetler Birliği'ne karşı nükleer silah denemesi yapıyordu. Buldukları şey ise, evrenin gönderdiği sinyaller oldu.

Başlangıçta hiç kimse patlamaların nerede ya da ne kadar uzaklıkta gerçekleştiğini bilmiyordu. Bu patlamalar, Samanyolu'ndaki ana yıldız ve gaz diski düzleminden değil, gökyüzünün her yönünden, yani kozmosun tümünden geliyordu. Fakat en azından galaksi çapındaki bir yerden geldiği düşünülüyordu. Aksi takdirde buradaki tüm enerjinin Dünya'ya ulaşması nasıl mümkün olabilirdi?

1997 yılında yörüngede bulunan İtalya'daki bir X ışını teleskobunun gerçekleştirdiği gözlem, tartışmaya son noktayı koydu. Gama ışını patlamalara çok uzakta gerçekleşen galaksi olaylarıydı ve muhtemelen süper dev bir yıldızın patlamasını ya da bir kara

deliğın doğuşunu gösteriyordu. Teleskop bugünlerde GRB-970228 olarak bilinen son parıltı X ışınını tespit etti. Fakat X ışınları kıızıla kayıyordu. Daha sonra bunun ışığın kendi özelliği olduğu ve genişleyen evrenin astrofizikçilere daha net bir mesafe tahmini yapmalarını sağladığı anlaşıldı. GRB970228'in son ışıltısı Dünya'ya 28 Şubat 1997'de ulaştı ve henüz milyarlarca ışık yılı süreceğ yolculuğunun yarısını tamamlamıştı. Bir sonraki yıl Princeton Üniversitesi'nde çalışan astrofizikçilerden Bohdan Paczynski, böyle bir patlamanın kaynağı olarak hipernova tanımını getirdi. Ben bunun yerine mükemmel süpernova demeyi tercih ediyorum.

Hipernova yüz bin süpernova gücündedir ve gama ışını patlamaları ortaya çıkarır. Hipernova patlamaları sırasında ortaya çıkan enerji, Güneş'in trilyon yılda ürettiği enerji toplamı kadardır. Fiziğin henüz keşfedilmemiş bazı etkileri haricinde, ölçülen enerjiyi gerçekleştirmenin tek yolu patlamadan sonra ortaya çıkan toplam enerjinin dar bir yolda ışımasını sağlamaktır. Bu durum bir fener ışığının etkisini azaltmak için onu doğrudan bir yere tutmaktansa, bir aynaya tutup buradan yansımalarını sağlamaya benzer. Bu şekilde patlama enerjisinin etkisi azalır. Işıma ne kadar dar olursa, enerjinin akışı da o kadar yoğun olur ve daha fazla kişi tarafından görülebilir.

Bu lazere benzer gama ışınlarının artışına sebep olan şey nedir? Orijinal bir süper dev yıldızı düşünün. Yakıtı bitip ölmeden bir süre önce, yıldız, ağırlığını dış tabakasına verir. Normalde yıldızın attığı bir buluttan oluşan gaz, tabakayı bir kabuk gibi kullanarak bunun arkasına saklanır. Son aşamada yıldız patladığında çok sayıda madde ve yüksek enerji ortaya çıkar. Madde ve enerjinin açığa çıktığı ilk alanlar, gazdan oluşan kabuğun zayıf kısımlarıdır. Bu noktalar madde ve enerji için bir tünel oluştururlar. Bu karmaşık senaryoyla ilgili bilgisayar modelleri zayıf

noktaların genellikle yıldızın kuzey ve güney kutuplarının hemen yukarısında bulunduğunu öngörür. Kabuğun arkasından bakıldığında iki güçlü ışın birbirine zıt yönde hareket eder ve yollarının üzerinde olan gama ışını dedektörlerine doğru hareket ederler.

Kansas Üniversitesi'nde çalışan gök bilimci Adrian Melott ve farklı disiplinlerden gelen çalışma arkadaşları, Ordovisyen dönemde meydana gelen felaketlerin gama ışını patlamalarının karşı karşıya gelmesinden kaynaklanmış olabileceğini düşünmüştür. Dünya'daki organizma ailelerinin dörtte biri bu dönemde yok olmuştur, fakat bu zamana kadar hiç kimse bunun meteor etkisinden kaynaklandığına dair bir kanıt bulamamıştır.

Elinizde bir çekiç varsa, her şeyi çivi gibi görmeye başlarsınız. Bir meteorit uzmanı için türlerin neslinin tükenmesi meteorit etkisiyle gerçekleşmiştir. Magmatik çalışmalar yapan bir yer bilimciyseniz, yıkımın sebebi volkanlardır. Uzaydaki bulutların biyolojik yapısıyla ilgileniyorsanız, sebebi yıldızlararası bir virüste arayabilirsiniz. Bir hipernova uzmanıysanız, size göre her şeyin sorumlusu gama ışınlarıdır.

Kim haklı olursa olsun, kesin olan tek bir şey vardır. Yaşam ağacındaki dalların hepsi, ani bir şekilde yok olabilir.

Böyle bir felaketin sonucunda kim hayatını devam ettirebilir? Küçük ve mütevazı olmak bu konuda bir avantaj. Mikroorganizmalar değişime ayak uydurmaya eğilimlidir. Daha da önemlisi Güneş'in enerjisi olmadan yaşayabiliyor olmak, hayatta kalmanıza yardım eder. Okyanusların en dibinde, yer altı kayalıklarında, toprağın ya da ormanların en güneş almayan yerinde yaşamak sizi yaşam serüveninde bir adım öne geçirir. Güneş tüm enerjisini kaybettiğinde yer altında yaşayan biyokütle hayatına devam edecektir. Dünya'daki yaşamı yeniden ve yeniden canlandıracak olanlar onlardır.

33. KARA DELİKTEN GELEN ÖLÜM

Şüphesiz ki uzaydaki ölümler arasında en ihtişamlı olanı bir kara deliğin içine düşerek ölmektir. Evrenin başka neresinde vücudunuz atomlarına ayrılır?

Kara delikler uzayda kütle çekiminin çok yüksek olduğu alanlardır. Uzay zaman dokusu burada bükülür ve çıkış kapılarını tamamen kapatır. Bu ikilemi başka bir şekilde açıklayacak olursak: Bir kara delikten kaçmak için gereken hız ışık hızından yüksektir. Bölüm 3'e geri dönecek olursak, ışık saniyede 299,792,458 metre hareket eder ve evrendeki en hızlı maddedir. Işığın bile kaçamadığı bir alandan hiçbir şey çıkamaz, bu yüzden bu alanlar kara delik olarak adlandırılır.

Tüm nesnelerin kaçış hızları vardır. Dünya'nın kaçış hızı saniyede 11 kilometredir. Bu yüzden kaçış hızı 11 kilometreden yüksek herhangi bir madde Dünya'dan kaçabilir. Yukarı çıkan her şey aşağı iner diye düşünen herkese konuyu tamamen yanlış bildiklerini söylemek isterim.

1916 yılında ortaya çıkan Albert Einstein'ın Genel İzafiyet Teorisi, yüksek çekimli ortamlarda uzay ve zamanın tuhaf yapısını anlamak için öngörüler sunar. Daha sonraki yıllarda Amerikalı fizikçi John A. Wheeler ve diğerleri tarafından yapılan araştırmalar, bir kara deliğin etrafındakilere neler yapabileceğine dair matematiksel tahminler geliştirmiş ve buna uygun sözcükler bulmuşlardır. Mesela ışığın kaçabileceği ve kaçamayacağı alanlar arasındaki kesin çizgi, evrende bulunan ve kara delikte sonsuza kadar kaybolan nesneleri birbirinden ayırır. Bu çizgiye olay ufku denir. Aslında kara deliğin büyüklüğü olay ufkunun büyüklüğüyle aynıdır ve rahatlıkla ölçülüp hesaplanabilir. Olay ufkunda bulunan her şey patlayıp kara deliğin merkezinde bulunan sonsuzluğa gider. Bu yüzden kara delikler uzaydaki ölümcül nesneler değil, ölümcül alanlardır.

Bir kara deliğin ona biraz yaklaşan herhangi bir insan vücuduna neler yapabileceğine biraz daha yakından bakalım.

Bir kara deliğe yaklaşıp kendinizi onun merkezinden kaçamaz hâlde bulursanız, siz yaklaştıkça kara deliğin çekim kuvveti çok ciddi şekilde artar. Fakat bu çekim kuvvetini hiç hissetmezsiniz, çünkü serbest düşüş hâlindeyken ağırlığınız yoktur. Fakat hisleriniz hiç de iyi değildir. Düşerken iki ayağınızda hissettiğiniz kara deliğin çekim kuvveti, kara deliğin merkezine yaklaştıkça artar ve kafanızda hissettiğiniz çekime kıyasla ayaklarınızdaki çekim ivmenizi artırır. Bu iki bölge arasında meydana gelen farka gelgit etkisi denir ve kara deliğin merkezine yaklaştıkça bu etki de artar. Dünya ve diğer kozmik alanlar için vücudunuzda meydana gelen gelgit kuvveti çok küçüktür, bundan dolayı fark edilmez. Fakat bir kara deliğe serbest düşünüz esnasında en net hissedeceğiniz şey gelgit etkisidir.

Plastikten yapılmış olsaydık bu etkiye esneyerek karşılık verebilirdik. Fakat insanlar kemik, kas ve organlardan oluşur. Bu yüzden kuvvetli bir gelgit sizi moleküllerinize kadar ayırmadan önce bir bütün hâlinde kalırsınız. Tabii bir kara deliğe düşeceğinizi bilseniz, eminim organlar yerine plastikten yapılmış olmayı tercih ederdiniz.

Bu saniyede vücudunuz karın kısmınızdan ikiye ayrılır. Düşüş hızınız artıp çekimdeki farklılık yükselmeye devam ettikçe, iki parçaya ayrılan her bir parça yeniden ikiye ayrılmaya devam eder. Kısa süre sonra bu ikiye ayrılış hız kazanır ve vücudunuz sonu gelmez şekilde parçalanır: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 vs. Organik moleküllerinize ayrılana kadar parçalanma devam eder. Sonunda bu moleküller de parçalanır ve sürekli bir atom akışı başlar. Daha sonra atomlar da parçalanır ve fark bile edilemeyecek partiküller oluşur. Az önce sizi oluşturan partiküller şimdi başıboş bir hâlde dolaşmaktadır.

Fakat vereceğimiz kötü haberler burada son bulmuyor.

Vücudunuzun parçalanan tüm partikülleri kara deliğin merkezine doğru hareket eder. Yani saç tellerinizden ayak tırnaklarınıza kadar parçalanırken, uzay-zaman dokusunda bükülme de gerçekleşir. Aynen diş macunu gibi bir tüpün içine sıkışırsınız.

Türkçede ölümü ifade eden yok olmak, mevta olmak, katledilmek, intihar etmek, elektrik şokuyla ölmek, boğularak ölmek, açlıktan ölmek gibi fiillerin yanına artık bir de “yamularak ölmek” fiilini ekleyebiliriz.

Kara delik nesneleri yuttukça, çapı da kütlesiyle doğru oranda artar. Mesela bir kara delik kütlesini üç katına çıkarabilecek kadar çok şey yuttuysa, genişliği de üç kat artar. Bu nedenle evrendeki kara delikler her boyutta olabilir. Fakat bunların hepsi olay ufuklarına girmedikçe sizi yok edebilecek güçte değildir. Sadece “küçük” kara delikler bunu yapabilir. Peki, neden? Muhteşem bir ölüm için gerekli olan şey gelgit kuvvetidir. Genel bir kural olarak üzerimizdeki gelgit kuvvetinin en yoğun olduğu an, büyüklüğümüzün nesnenin merkeziyle kıyaslandığında daha yüksek oranda olduğu andır.

Basit bir örnek verecek olursak, ayak büyüklüğü 36 olan bir insan, aynı büyüklükte bir kara deliğin merkezine hareket ederken, olay ufkunda kafası ayaklarına göre merkeze iki kat daha uzaktır. Burada ayaklarıyla kafası arasında oluşan çekim farkı büyüktür. Fakat kara deliğin çapı 6000 fit olursa, aynı kişinin ayakları kafasına göre merkez yalnızca binde bir oranında yakın olacaktır. Bu durumda çekim kuvvetleri, yani gelgit etkisi arasındaki fark da azalır.

Aynı şekilde basit bir soru sorabiliriz: Biz bir nesneye yaklaştıkça kütle çekimi kuvveti ne kadar hızlı bir şekilde değişir? Çekim eşitliği bir nesnenin merkezi etrafına yaklaştıkça çekimde çok ufak değişiklikler olduğunun göstergesidir. Küçük kara

delikler olay ufkuna girmeden önce merkezlerine daha çok yaklaşmanıza izin verirler. Bu yüzden kısa mesafelerdeki çekim değişikliği buraya düşenler için korkunç olabilir.

Aslında kara deliğin içinde Güneş'teki maddelerin toplamından çok daha fazlası bulunur fakat bu maddelerin hepsi yaklaşık on mil uzunluğundaki olay ufkunda toplanmıştır. Bu durum pek çok gök bilimci için hâlâ tartışma konusudur. Buraya doğru gerçekleşen düşüşlerde, vücut merkeze 100 mil kala tamamen parçalarına ayrılır. Başka kara delik çeşitleriye Güneş'ten milyarlarca kat büyük olabilir ve bu kara deliklerin olay ufkunda neredeyse tüm Güneş Sistemi'ndeki kadar çok madde bulunur. Kara delikler galaksi merkezlerinde kurulan tuzaklara benzerler. Toplam büyüklükleri devasa olsa da, olay ufkuna yaklaştığınızda ayaklarınız ve kafanız arasındaki çekim kuvveti farkı çok düşüktür. Gelgit etkisi o kadar düşüktür ki, olay ufkuna tek parça hâlinde girme şansınız bile olabilir. Fakat böyle olsa bile geri dönüp bu durumu anlatma şansınız olmayacaktır. Olay ufkunun derinliklerinde parçalandığınızda da kimsenin bunu dışardan izleme gibi bir şansı olmayacaktır.

Bildiğim kadarıyla şu ana kadar kimse bir kara delik tarafından yutulmadı. Fakat kara delikler evrende sürekli yıldızları ve gaz bulutlarını yutarak büyümektedir. Bir bulut kara deliğe yaklaşırken, hemen hemen hiçbir zaman doğrudan kara deliğin içine düşmez. Bir insanın ilk serbest düşüşünde gerçekleşenin aksine, bir gaz bulutu genellikle kara deliğin içine girmeden önce onun yörüngesine girer. Kara deliğe daha yakın olan bulut kısımları uzak olanlara göre daha hızlı hareket eder. Rotasyon farkı olarak bilinen bu durumun astrofiziksel sonuçları çok büyüktür. Bulutun kara deliğe yaklaşan taraflarının sıcaklığı artar ve iç kırılmaya sebep olarak milyonlarca derecenin üzerine çıkar. Bu sıcaklık bilinen herhangi bir yıldızın sıcaklığından daha yük-

sektir. Gaz bir süre sonra ultraviyole ve X ışını enerjileri üretmeye başlar. Kendi işiyle ilgilenen, yalıtılmış ve görünmez kara delik, bu olay esnasında gaz tabakası ve yüksek enerji radyasyonuyla çevrilir.

Yıldızlar gaz toplarından oluştuğu için kaderleri gaz bulutlarından farklı değildir. Yıldız sistemindeki bir yıldız kara deliğe dönüşürse, kara delik başka bir yıldız kıvılcıktan dönüşmeden bu yıldızı yutamaz. Kıvılcık devyeteri kadar büyürse, kara delik yıldızı tabaka tabaka yutarak yok eder. Etrafta henüz dolaşmaya başlamış bir yıldızı, gelgit etkisi genişletir. Fakat sonunda rotasyon farkından dolayı yıldız parlak bir gaz diski hâline gelmek üzere parçalanır.

Kuramsal astrofiziğin küçük bir alandaki enerji kaynağı olgusunu açıklaması gerektiğinde, iyi beslemiş kara delikler ilk sıradaki adaylar olur. Mesela daha önce de gördüğümüz gibi, uzak ve gizemli kuasarlar Samanyolu Galaksisi'nin tamamından yüzlerce ya da binlerce kat daha parlak olabilirler. Fakat bu gök cisimlerinin enerji kaynağı Güneş Sistemi'nin hacminden çok da büyük değildir. Kuasarın merkez motoru olarak devasa bir kara deliğin varlığını hesaba katmazsak, bu duruma bir açıklama getirmekte zorlanırız.

Galaksi merkezlerinde devasa kara deliklerin olduğunu biliyoruz. Bazı galaksiler oldukça küçük bir hacme sahip olmalarına rağmen çok parlaktırlar. Gerçek parlaklık kara deliğin parçalara ayırabileceği yıldız ve gazın varlığına bağlıdır. Merkez parlaklığı yüksek olmayan galaksilerde de kara delik bulunabilir. Bu kara delikler etraflarında bulunan tüm yıldızlar ve gazları yuttuğu için, arkalarında hiçbir iz kalmamış olabilir. Kara deliğin yörüngesine yakın fakat yutulmayacak mesafede olan yıldızların aniden yükselen hızları kara deliğin varlığı için kanıt oluşturabilir.

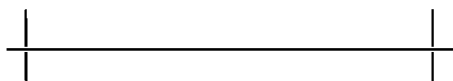
Yıldızın galaksi merkezine uzaklığıyla birleştirildiğinde, bu

hızlar yörüngede bulunan toplam ağırlığın doğrudan bir ölçüsü olabilir. Bu veriler bize merkez kütlenin kara delik olabilecek kadar yoğun olup olmadığı bilgisini de verir. Bilinen en büyük kara delik, Güneş'in bir milyar katı büyüklüğündedir. Virgo Galaksi Kümesi'ndeki en büyük elips galaksi olan M87 galaksisinde bulunur. Uzay komşumuz olan Andromeda Galaksisi'nin merkezindeyse Güneş'in 30 milyon katı büyüklüğünde bir kara delik vardır.

Kara delikleri bir düşman gibi görmeye başladınız mı? Haklısınız, bunun için geçerli nedenleriniz var. Samanyolu Galaksisi merkezinde de Güneş'in 4 milyon katı büyüklüğünde bir kara delik vardır. Boyutları ne olursa olsun bu gök cisimlerinin işi ölüm ve yıkımdır.

Altıncı Bölüm

Bilim ve Kültür



KOZMİK KEŞİFLER VE HALK TEPKİSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

34. İNSANLARIN SÖYLEDİKLERİ

Aristo, bir zamanlar gezegenlerin arkalarındaki yıldızların tersine hareket ettiğini, kuyruklu yıldızlar, ölen yıldızlar ve eklipslerin birbirleriyle iç içe olduğunu, yıldızların hareket etmediğini; gökyüzünde sabit olduğunu ve Dünya'nın evrendeki hareket merkezi olduğunu söylemişti. Bundan 25 yüzyıl sonra bu fikirlerin yanlışlığı ortaya çıktı fakat bunların doğal dünyanın basit ve gözle görülebilir gözlemleri olması, Aristo'nun fikirlerine bir anlam verebilmemizi sağlıyor.

Aristo'nun başka iddiaları da vardır. Ağır maddelerin hafif maddelerden daha hızlı düşeceğini söylemişti. Bugün bu fikre kim itiraz edebilir? Elbette bir taş parçası, yere bir yapraktan daha hızlı düşer. Fakat Aristo daha da ileri giderek düşüş hızının doğrudan ağırlıkla ilgili olduğunu iddia etmişti. Yani ona göre 10 birim ağırlığında bir nesne, yere 1 birim ağırlığında bir nesneden 10 kat daha hızlı düşüyordu. İşte burada maalesef Aristo fena hâlde yanılıyordu.

Onun söylediklerini test etmek için biri diğerinden daha ağır olan iki taş aynı yükseklikten yere bırakmamız yeterli olacaktır.

Bir ağaç yaprağının aksine, iki taş parçası da havadaki sürtünme kuvvetinden aynı şekilde etkileneceği için, yere düşmeleri de aynı zamanda gerçekleşecektir. Bu deneyin gerçekliğini doğrulamak için yetkili bir yerin onayına ihtiyacınız yoktur. Aristo da bunu yapabiliirdi fakat yapmadı. Aristo'nun öğretileri daha sonra Katolik Kilisesinin doktrinleri hâline geldi. Kilisenin gücü ve geniş etki alanı, Aristo'nun fikirlerini batıda sürekli tekrarlanan fakat hiç sorgulanmayan yaygın bilgiler arasına kattı. İnsanlar sadece başka insanlara yanlış olan bilgileri aktarmakla yetinmedi, yanlış olduğu düşünülmeyen fikirlerin tam aksi ispatlansa bile bunu görmezden gelmeye devam ettiler.

Dünya'yı bilimsel bir şekilde sorgularken karşılaşılabileceğimiz en kötü tipler körü körüne inananlar ve gördüğü hâlde inkâr etmeye devam edenlerdir. 1054 yılında Taurus yıldız kümesinde bir yıldızın parlaklığı aniden bir milyon kat arttı. Çinli gök bilimciler bu olay üzerine yazılar yazmıştır. Ortadoğulu gök bilimciler de bu olay üzerine yazılar yazmıştır. Bugün ABD'nin güneybatısında yaşayan yerliler de bununla ilgili incelemeler yapmıştır. Bu yıldız gündüz bile herkesin görebileceği bir parlaklığa ulaşmasına rağmen Avrupa'da bu olayın hiçbir kaydı tutulmamıştır. Aslında bu parlaklığın sebebi uzayın bir bölgesinde 7000 yıl önce meydana gelen bir süpernova patlamasıdır fakat yaydığı ışık Dünya'ya ancak o zaman ulaşmıştır. Evet, Avrupalılar karanlık bir dönem yaşıyorlardı ve onlardan böyle bir dönemde veri kaydı tutmalarını beklemek anlamsız olur. Fakat günlük bir mesele hâline gelen bu kozmik olayın kaydına hiçbir yerde rastlanmaması da oldukça tuhaf. Mesela 12 yıl sonra, 1066 yılında, daha sonra Halley olarak bilinecek kuyruklu yıldız görünmeye başlamıştır. Ünlü Bayeux duvar halısında bunun çizimlerini

görmek mümkündür. Bunun bir istisnası vardır. İncil’de yıldızların yerinin değişmediği söylenir. Aristo da yıldızların sabit olduğunu söylemiştir. Kilise de bunlardan yola çıkarak yıldızların hareket etmediğini ilan etmiştir. Toplum kendi gözlem gücünü tamamen yalanlayan bu fikirlere inanmayı sürdürmüştür.

Başkaları tarafından ifade edilen bilgilerin hepsini test edebilme şansımız olmadığı için, bazı şeylere gözümüz kapalı şekilde inanmamız gerekebilir. Protonun antimadde karşılığının antiproton olduğunu doğrulayabilmek için 1 milyon dolar değerinde laboratuvar malzemesine sahip olmanız gerekir. Bu yüzden en kolay ve masrafsız en azından astrofizik dünyasının içinden geldiğim için bana inanmanızdır. Bu konudaki şüpheleriniz beni rahatsız etmez. Aksine bu durumdan cesaret alırım. İstedığınız zaman en yakınınızdaki partikül hızlandırıcısını ziyaret edip antimaddeyi kendi gözlerinizle görebilirsiniz. Fakat çok yüksek teknoloji aletler gerektirmeyen ifadelerin doğruluğunu test etmek konusunda aynı şeyleri söyleyemeyeceğim. Aslında bugün, modern ve aydınlanmış olduğunu düşündüğümüz toplumumuzda doğru bilinen şeylerin çoğu kolaylıkla test edilebilir fakat bu hâlde bile popüler kültür çok fazla yanlış bilgiyi bize aktarır.

Şimdi okuyacağınız cümleleri bir düşünün: Kuzey Yıldızı gece gökyüzünde görülen en parlak yıldızdır. Güneş sarı bir yıldızdır. Yukarı çıkan aşağı inmek zorundadır. Karanlık bir gecede çıplak gözle milyonlarca yıldız görebilirsiniz. Uzayda yerçekimi yoktur. Pusula kuzeyi gösterir. Gündüzler kışın kısalır, yazın uzar. Tam Güneş tutulmaları nadir görülür.

Yukarıdaki paragrafta okuduğunuz her cümle yanlış.

İnsanların çoğu bu cümlelerin bir ya da birkaçının doğru olduğunu düşünmektedir. Bunların çoğuysa bir şekilde bir yerden ya da birinden duyulmuş bilgilerdir. “Ben öyle duymuştum” dünyasına hoş geldiniz.

Kuzey Yıldızı gece gökyüzünde görülen en parlak yıldız değildir. Hatta gök cisimleri arasında en parlak olanların oluşturduğu bir listede ilk 40 sıralamasına bile giremez. Bir yıldız ne kadar parlaksa o kadar popüler hâle gelir. Gece gökyüzünde kuzeye baktığınızda Büyük Kepçe'nin yedi yıldızından üçünün, Kuzey Yıldızı'ndan daha parlak olduğunu gözlemleyebilirsiniz. Hatta bu yıldızlar Kuzey Yıldızı'ndan daha uzaktadır. Yani ortada hiçbir bahane de kalmaz.

Kim, size şimdiye kadar ne demiş olursa olsun, Güneş sarı değil beyazdır. İnsanın renk algısı oldukça karmaşıktır fakat Güneş beyaz değil de bir ampul gibi sarı olsaydı kar gibi beyaz maddeler bu ışığı yansıtıp sarı görünürlerdi. Yakınında ateş yakılmış bir kar kütlesine bakarsanız söylediklerimizin doğruluğu ortaya çıkacaktır. Peki, insanlar bunca yıldır neden Güneş'in sarı olduğuna inandılar? Gün ortasında Güneş'e çıplak gözle bakarsanız gözleriniz zarar görebilir. Fakat Güneş batmaya yakın daha alçak bir enlemdeyken bakarsanız atmosferin mavi rengi baskınlık kazanmış olacağından Güneş'in yoğunluğu azalır ve gözlerinize zarar vermez. Güneş tayfından gelen mavi ışık Güneş diskinin üzerinde sarı-turuncu-kızıl bir ışık bırakır. İnsanlar Güneş'e baktıklarında bu ışık onları yanıltır ve yanlış anlaşılmanın boyutu artar.

Yükselen bir şey aşağı iner. Golf topları, bayraklar, otomobiller ve çarpışan uzay araçları için bu durum geçerlidir. Fakat bazı şeyler, biri yukarı çıkıp da onu geri getirene kadaraşağı inmezler. Asla. Yükselip aşağı inmemek istiyorsanız ışık hızından, yani saniyede yaklaşık yedi milden daha hızlı olmanız gerekir. Dünya'nın çekim kuvveti giderek azalır ve hareketinizi tersine çevirip sizi Dünya'ya geri getirecek seviyeye gelmez.

Gözleriniz çift mercekli lens yapısına sahip değilse Dünya'nın neresinde durursanız durun Samanyolu Galaksisi'nde bulunan 100 milyaryıldız içinden en fazla beş ya da altı bin tanesini göre-

bilirsiniz. Bir gece bunu yapmayı deneyin. Ay gökyüzündeyseniz bu sayı daha da azalır. Hatta tam ay varsa ancak en parlak yaklaşık yüz adet yıldızı görebilirsiniz.

Apollo uzay programı sırasındaki misyonlardan biri Ay'a doğru yol alırken, ünlü bir televizyon spikeri astronotların Dünya'nın çekim alanından çıktığı anı göstermişti. Astronotlar hâlâ Ay'a giden yolda olduğuna göre ve Ay da Dünya'nın yörüngesinde olduğuna göre Dünya'nın çekim alanının en az Ay'a kadar ulaşması gerekir. Hem Dünya'nın, hem de evrende bulunan her nesnenin çekim kuvveti sınırsızdır. Uzaydaki her bir noktada farklı yönlerde bulunan nesnelerin çekim kuvveti gözlemlenebilir. Bu kuvvetler sınırsızdır. Aslında televizyon spikerinin heyecanlı bir şekilde anlattığı dakikada, astronotlar Ay'ın çekim kuvvetinin Dünya'nın çekim kuvvetinden daha yüksek olduğu bir alana girmişlerdir. Satürn V roketinin tüm görevi uzayda onu bu noktaya ulaştırabilecek ilk hızı ayarlamaktır çünkü bu noktadan sonra Ay'a doğru pasif bir ivme başlar. Kütle çekimi her yerde vardır.

Mıknatıslarda zıt kuvvetler birbirini çekerken, aynı kuvvetlerin birbirini ittiğini herkes bilir. Pusula iğnesi Dünya'nın Kuzey Kutbu'nda bulunan manyetik noktayı gösterir şekilde ayarlanmıştır. Manyetik bir nesnenin kuzey yarısının Dünya'nın kuzey kutup noktasını göstermesinin tek yolu, Dünya'nın manyetik kuzey noktasının güneyde, manyetik güney noktasının ise kuzeyde olmasına bağlıdır. Ayrıca evrende bir nesnenin manyetik kutuplarının coğrafi kutuplarla örtüşeceğine dair bir kural yoktur. Dünya'da bu ikisi arasında 800 mil mesafe bulunur. Bu yüzden Kuzey Kanada'da pusulayla yön bulmaya çalışmanın hiçbir anlamı yoktur.

Kışın ilk günü yılın en kısa günü olsaydı, geçen her yılda kış mevsiminin süresinin de artması gerekirdi. Aynı şekilde yazın ilk

günü de yılın en uzun günü olsaydı, her yıl yaz mevsimi süresinin azalması gerekirdi. Aklınızdan geçtiği gibi aslında olan şey söylenenin tam aksidir.

Ortalama her iki yılda bir Dünya'nın bir bölgesinde Ay, Güneş'in önüne geçerek tam bir Güneş tutulması oluşmasına neden olur. Bu olay olimpiyat oyunlarından bile sık gerçekleşmesine rağmen gazete başlıklarında görünmez. Tam tutulmaların nadiren gerçekleştiği yönündeki inanışın sebebi, bulunduğunuz herhangi bir bölgede tam Güneş tutulmasını izlemek için yarım bin yıl beklemenizin gerekmesidir. Evet, aynen olimpiyat oyunlarına hiç ev sahipliği yapamayacak bölgelerin olması gibi, Sahra Çölü ya da Antarktika'nın herhangi bir bölgesinde tam Güneş tutulması asla izlenemez.

Birkaç şey daha söylememi ister misiniz? Tam öğle vaktinde Güneş tam tepededir. Güneş doğudan doğar, batıdan batar. Ay gece vakti görünür. Ekinoks zamanında bir günün 12 saati gündüz 12 saati gecedir. Güney Haçı çok güzel bir takımyıldızdır. Bu okuduklarınızın da hepsi yanlıştır.

Günün hiçbir saatinde ya da yılın hiçbir gününde, Amerika kıtasının hiçbir yerinde Güneş tam tepe noktada değildir. Tam öğle vaktinde dikey nesnelerin hiç gölgesi oluşmaz. Bu durumu gözlemleyecek olanlar sadece tam olarak 23.5 güney enlemi ve 23.5 kuzey enleminde bulunanlardır. Bu alanda bile Güneş'in tam tepe noktaya geldiği yalnızca iki gün vardır. Tam öğle vakti kavramı, aslında Kuzey Yıldızı'nın en parlak yıldız olması yalanı gibi toplu hâlde inanılan bir yalandır.

Dünya'daki her insan için Güneş'in görece tam doğudan doğup görece tam batıdan battığı yalnızca iki gün vardır. Bunlar ilkbaharın ve sonbaharın ilk günleridir. Yılın geriye kalan her bir gününde Güneş ufkun değişen yerlerinden doğup batar. Ekvatorda Güneş doğuşu doğu ufkunda 47 dereceye kadar değişik-

lik gösterir. Madrid ve Tokyo'yla, aynı enlemlerde bulunan New York'taki Güneş'in doğuş dereceleri açısında 80 derecelik fark vardır. Kuzey ya da Güney Kutup Noktası'ndan gözlemlendiğinde, Güneş'in görece doğu ya da görece batı arasında 180 dereceyi tamamladığı görülecektir.

Ay, Güneş ile aynı zamanda gökyüzünde bulunur. Gökyüzüne bakışınızı değiştirecek aletlere biraz daha harcama yaparsanız, aynen gece vaktinde gördüğünüz gibi Ay'ın gündüz vaktinde de net bir şekilde gökyüzünde bulunduğunu gözlemleyebilirsiniz.

Ekinoks zamanında gün 12 saat gündüz ve 12 saat geceden oluşmaz. Gazetelerinizden ilkbaharın ve sonbaharın ilk günlerinde Güneş'in ne zaman doğup ne zaman battığına bakabilirsiniz. Bu saatlerin günü tam olarak on ikişer saate bölmediğini göreceksiniz. Her iki durumda da gündüzler daha uzundur. Bulunduğunuz enleme bağlı olarak, ekvatordaysanız gündüzün geceden 7 dakika, kutuplardaysanız gündüzün geceden yaklaşık yarım saat daha uzun olduğunu göreceksiniz. Bu durumda kimi ya da neyi suçlamalıyız? Güneş ışığında meydana gelen kırılma nedeniyle Dünya atmosferi gerçek Güneş yükselmeden 7 dakika önce Güneş'i yükselmiş gibi gösterebilme becerisine sahiptir. Geleneksel ölçümlerde, Güneş diskinin üst sınırı ufka yükselirken ölçülür. Aynı şekilde Güneş batarken de ölçüm noktası Güneş'in en alt sınırının ufka değdiği zamandır. Burada problem yaratan durumsa, sınır uçlarının gerçek Güneş'i yansıtmaması ve yanlış bir hesaplamaya neden olmasıdır.

Güney Haçı, seksen sekiz takımyıldız arasında üzerine en çok konuşulan ve en çok spekülasyon çıkarılan takımyıldızdır. Güney Yarımküre'de yaşayan insanların anlattıkları, bu takımyıldız hakkında yazılan şarkılar ve şiirler, Avustralya, Yeni Zelanda, Batı Samoa ve Papua Yeni Gine bayrakları, biz Kuzey Yarımküre'de yaşayanların kendimizi tüm güzelliklerden yoksun hissetme-

mize neden olur. Aslında hayır. Güney Haçı'nı görmek için Güney Yarımküre'ye gitmeniz gerekmez. Miami ya da Florida gibi en kuzeyde bulunan bölgelerden bile görünür. Bu takımyıldız gökyüzünde bulunan en küçük yıldızlardan olduğu için sadece kolunuzla bile tamamını kapatabilirsiniz. Şekli de çok ilginç değildir. Noktaları birleştirme yöntemiyle bir dörtgen çizerek olarsanız dört yıldız kullanırsınız. Bu dörtgenin iki karşılıklı kenarının tam orta noktasına bir yıldız daha koyarsanız, Güney Haçı'nın şekline ulaşırsınız. Aslında Güney Haçı dört yıldızdan meydana gelir ve daha çok bir uçurtmaya benzer. Batı kültürlerinde bu kadar ünlü olmasının sebebiyse Babil, Keldani, Yunan ve Roma kültürlerinde kendine çokça yer bulmasından kaynaklanır. Hatırlarsanız, aynı kültürler sayısız tanrı ve tanrıçaya da hayallerinde yer vermişlerdir. Hatta bu durum sosyal yaşamlarını etkilemiştir. Bu sayılanların hepsi Kuzey Yarımküre'de bulunan medeniyetlerdir, bu da gökyüzünün güneyinde bulunan takımyıldızların mitolojik açıdan fakir olduğunu gösterir. Gökyüzünün kuzeyinde Kuzey Haçı bulunur ve beş yıldızla sahip bu takımyıldız belki de akıllarda kalmayı daha çok hak etmiştir. Daha büyük bir takımyıldız olan Cygnus'un altında bulunan Kuzey Haçı, Samanyolu'nda uçuyor gibi görünür. Cygnus, Güney Haçı'nın yaklaşık on iki kat büyüklüğündedir.

İnsanların, gözleriyle gördükleri bir durumla çelişse bile, anlatılan masallara inandıklarında içsel inanç sistemini oluşturmada kanıtın ne kadar önemli olduğunu göz ardı ettiklerini düşünürüm. Bunun neden bu şekilde olduğu belli olmasa da pek çok insanın çeşitli varsayımlara dayalı inançlara sahip olması engellenemiyor. Yine de umutlar tükenmiş değil. Bazen insanlar bazı şeyler doğrudur işte deyip geçebiliyor. Bunlar arasında benim favorim, “nereye gidersen oradasındır ve hepimiz buradaysak orada değildir,” şeklinde ifade edilen inançlar.

35. SAYILARDAN KORKMAK

Bizler asla insan beynindeki elektromanyetik yolların diyagramını tam olarak bilemeyeceğiz. Fakat bildiğimiz bir şey var. İnsanların hepsinde mantıklı düşünme yetisi yoktur. Öyle olsaydı matematik hepimiz için okuldaki en kolay ders olurdu.

Böyle alternatif bir evrende en yavaş öğrenen öğrenciler için bile matematik o kadar kendini ispatlayan bir dal olurdu ki, öğretilmesine ya da bir ders olmasına gerek bile kalmazdı. Fakat gerçek dünyada bunun geçerli olduğu bir yer yok. Bazı insanlara mantıklı olmayı öğretebilirsiniz ve bu zaman zaman işe yarar. Bazı insanlarsa her zaman mantıklıdır. Bu durum beynin ne kadar esnek bir organ olduğunu gösterir. Fakat insanların duygusal olmaları için bir eğitim almalarına gerek yoktur. Herkes doğarken ağlar ya da hayatının bir döneminde güler.

Annemizin karnından etrafımızda bulunan nesnelerle çıkmadık. Mesela tanıdık olduğumuz sayı dizisi aklımızın içinde yazmıyordu. İnsanlar değişen ve artan ihtiyaçlara ayak uydurabilmek için böyle bir sayı dizisi icat etmek zorunda kaldılar. Sayılabilen nesnelerin dünyasında hepimiz iki ile üçü topladığımızda beşi buluruz. Fakat ikiden üçü çıkardığımızda sonuç ne olur? Bu sorunun anlamsız olmadığını ortaya koymak için negatif olarak adlandırılan yeni bir sayı dizisinin varlığına ihtiyaç duyulmuştur. Devam edecek olursak hepimiz 10'u ikiye böldüğümüzde beş elde edebiliriz. Peki, beşi ikiye böldüğümüzde sonuç ne olur? Bu soruya yanıt vermek için yine yeni bir sayı dizisinin icat edilmesi gerekmiştir ve ortaya kesirli sayılar çıkmıştır. Sayılarla uğraşmanın sonu gelmeyince ortaya pek çok yeni dizi çıkmıştır. Hayali, irrasyonel, transandental, karmaşık gibi sayı dizileri bunlardan bazılarıdır. Medeniyetin başlangıcından beri keşfetmekte olduğumuz fiziki dünyada bu dizilerin her birinin özel olarak uygulandığı alanlar vardır.

Evrenle ilgilenen birileri her zaman olmuştur. Bunlardan biri olarak, şu ana kadar icat edilmiş tüm sayı dizilerini aktif bir şekilde ve minnettar kalarak kullandığımızı söyleyebilirim. Bu diziler içinde hem en büyük, hem de en küçük sayıları kullanmamız gerekiyor. Böyle bir zihinsel durum konuşmamıza da yansıyor. Milli borçlar gibi oldukça büyük sayılar için astronomik derecede büyük sayılar diyoruz. Buradan da anlayacağımız gibi astrofizikçilerin sayılardan korkmaması gerekiyor.

Oluşturduğumuz binlerce yıllık kültürle, toplum, matematik kartına ne kazandırmıştır? Daha belirgin bir şekilde söyleyecek olursak, teknolojik olarak en ileri kültürün insanları olarak biz Amerikalılar kendimize matematiksel olarak kaç puan veririz?

Uçaklarla başlayalım. Bizim kültürümüzdeki hiç kimse uçaktaki koltuk numarasının 13 olmasını istemez. Fakat elbette ki her uçakta 13 numaralı koltuk bulunur. Belki de 12'den 14'e geçebilirdi. Peki içinde yaşadığımız binalar için neler söyleyebiliriz? Manhattan'daki yüksek binaların yüzde yetmişinin 13. katı bulunmaz. Henüz bu istatistiği bilmiyorken, bu binalara girip çıktığım zamanlarda, yarısından fazlasında 13. kat olmadığını kendi gözlerimle görmüştüm. Binanın üst katlarından birine çıkmak için asansör kullandığınızda, düğmelerin 12'den 14'e geçtiğini görebilirsiniz. Bu durum hem eski, hem de yeni binalar için geçerlidir. Bazı binalarda batıl inançlar ortaya çıkmasın diye iki asansör kullanılmaktadır ve bu asansörlerden biri 12. kata kadar giderken diğeri bunun üzerindeki katlara çıkmaktadır. Benim büyüdüğüm 22 katlı apartmanda da iki adet asansör bulunuyordu fakat bu asansörlerden bir çift katlara çıkarken diğeri tek katlara çıkıyordu. Çocukluğum tek katlara çıkan asansörün 11. kattan 15. kata geçmesinin nedenini anlamaya çalışarak geçti. Hatta çift katlara çıkan asansör de 12. kattan 16. kata geçiyordu. Belki de bizim apartmanda 13 sayısını hatırlatacak her

şeyin önüne geçilmeye çalışılmıştı. Aslında bunlardan da anlaşılabilir gibi yaşadığımız apartman 22 katlı değil 20 katlıydı.

Yerin altına doğru daireleri bulunan bir başka apartmandaysa zemin katın altında bulunan katlar B, SB, P, LB ve LL olarak adlandırılmıştı. Böyle adlandırmaların sebebi asansörde hiçbir şey düşünmeden yol almanızı engellemek olabilir. Daha sonra bu katlara negatif sayılar verilmeye de başlandı. Kısaltmaların açılımları ise sırasıyla şu şekilde: Bodrum, bodrum altı, park alanı, alt bodrum ve en alt bodrum. Neyse ki yukarı doğru çıkan apartmanlarda böyle bir derdimiz yok. Düşünsenize 1, 2, 3, 4, 5 demek yerine G, AG, HG, VHG, SR, R gibi kısaltmalar kullandığımızı. Bunların anlamları da muhtemelen şu şekilde olurdu: Zemin, zeminin üstü, yüksek zemin, çok yüksek zemin, çatının altı, çatı. Prensipte hiç kimsenin negatif katlardan korkmaması gerekir. İsviçre'nin Cenevre kentinde bulunan Hotel de Rhone'nun 1. ve 2. Katı vardır. Aynı şekilde Moskova'daki National Hotel de katlarını 0 ve 1 şeklinde numaralandırmıştır.

Amerika'nın sıfırdan küçük her şeyi reddetme eğilimi pek çok alanda kendini gösterir. Mesela Amerika'daki oto galeriler araba üzerinden 1000 dolar indirim yaptım demek yerine sana 1000 dolarını geri verdim demeyi tercih ederler. Kurumsal muhasebe raporlarında da negatif sayı korkusunu sıklıkla görürüz. Kayıtlarda negatif işaret kullanmamak için negatif sayılar parantez içinde gösterilir. 1985 yılında yayımlanıp, 1987 yılında filme uyarlanan Bret Easton Ellis'in *Sıfırdan Daha Küçük* isimli kitabı için, aynı anlama gelen *Negatif* ismi düşünülemezdi bile.

Bizler, Amerika'da negatif sayılardan saklandığımız gibi ondalık sayılardan da saklanırsınız. New York Borsası'nda ticaret hâlinde bulunan sermayeleryeni yeni kesirli sayılardan kurtulup ondalık sayı sistemine geçmeye başlamıştır. Amerikan doları ondalık metrikte olsa da, bizler o şekilde düşünmeyiz. Mesela bir ürünün

fiyatı 1.50 dolarsa bunu 1 dolar 50 cent olarak ifade ederiz. Bu sistem aslında eskiden kullanılan İngiliz sistemindeki pound ve şilini ayırt ederek söyleyen sistemden farklı değildir.

Kızım 15 aylıkken insanlara sürekli onun 1.25 yaşında olduğunu söylüyordum. Bunu duyanlar bana kafaları karışmış bir şekilde bakıyorlardı. Yüzlerinden bu sayının onlar için hiçbir şey ifade etmediğini anlayabiliyordum.

Ondalık sayı korkusunu, olasılıklardan bahsederken de görmek mümkündür. İnsanlar genellikle küsuratlı sayıları “1’den şu kadar eksik,” şeklinde ifade ederler. Bu galiba halk arasında sezgi yoluyla yayılan bir gelenek hâline gelmiş. Belmont’taki dokuzuncu yarış için oran 28’e 1’di. Favori olanın küsuratı 2’ye 1 oranındadır. İkinci favorinin oranı is 7’ye 2’dir. Bunun yerine neden bir şeye karşı 1 demeyi tercih etmezler? Çünkü bunu dediklerinde yine küsuratlı bir sayı kullanmaları gerekecek ve 3.5’e karşı 1 diyecekler. Bu durumda ondalık sayılarla arası iyi olmayan insanlar yine bir kafa karışıklığı yaşamış olacaklar.

Sanırım virgülden sonrası silinen sayılara da 13. katı olmayan binalarla yaşamaya alışabilirim. Hatta katları numaralandırmak yerine onlara isim vermek bile kabul edilebilir. Fakat insan zihninin büyük sayıları algılamak konusunda yaşadığı problem çok daha ciddidir:

Her saniyede bir sayı söyleyerek 1 milyona kadar ulaşmanız için 12 güne, 1 milyara ulaşmak içinse 32 yıla ihtiyacınız vardır. Trilyona kadar saymak bir insanın 32.000 yılını alır. Bu süre mağara duvarlarına resim çizen insandan bugüne kadar geçen süreye eşittir. Denemesi bedava.

McDonalds tarafından satılan yüz milyar hamburger bir araya gelse Dünya’nın etrafı 230 kere dolaşılabilir ve ayrıca geriye kalanlarla Ay’a gidilip oradan geri dönülebilir.

En son kontrol ettiğimde Bill Gates 50 milyar dolara sahipti.

Acelesi olan ortalama bir işe sahip bir yetişkin kaldırımında bir çeyrek bulsa, bunun Bill Gates'in servetindeki karşılığı 25.000 dolardır.

Bunlar astrofizikçiler için basit beyin egzersizleridir fakat normal insanlar böyle şeyler üzerine düşünmezler. Bunun maddi değeri nedir? 1969 yılından beri uzay araçları tasarlanıyor ve Güneş Sistemi'ne fırlatılıyorlar. *Pioneer*, *Voyager* ve *Viking* misyonları da bu dönemin ürünleridir. Ayrıca 1993 yılında Mars yüzeyine ulaşip kaybolan *Mars Gözlemcisi*'ni de unutmamak gerekiyor.

Bu uzay araçlarının her birinin planlanıp fırlatılması yıllar sürmüştür. Her misyonun oldukça derin bilimsel amaçları vardır ve ortalama maliyetleri 1 ila 2 milyar dolar arasındadır. 1990'lı yıllarda meydana gelen yönetim değişimi sırasında NASA, yeni tür uzay araçları için "daha hızlı, daha ucuz, daha iyi" sloganıyla yola çıkarak 100 ila 200 milyar dolar arasında maliyeti olan uzay araçları üretmeyi hedeflemiştir. Önceki uzay araçlarından farklı olarak bu uzay araçlarının amaçları daha keskin bir şekilde tanımlanmıştır. Bu da herhangi bir misyonunun görevini yerine getirememesi durumunda, keşif programının genelinin bir zarar görmemesi ve mali anlamda büyük zararlar oluşmamasını sağlama amacını taşır.

Fakat 1999 yılında Mars'a gönderilen iki araç düşmüş ve 250 milyon dolarlık bir kayba yol açmıştır. Bu duruma karşı oluşan halk tepkisi en az milyar dolarlık Mars Gözlemcisi kaybolduğunda gösterilen tepki kadar büyüktür. 250 milyon dolar halkın gözünde israf edilmeyecek kadar büyük bir para olduğu için NASA'da yanlış giden bir şeyler olduğu düşünülmüştür. Bu olayın sonucunda soruşturma başlatılmış ve kongre toplanmıştır.

Hatayı savunmak gibi olmasın ama 250 milyon dolar Kevin Costner'in gişede batan filmi *Waterworld* için harcanandan çok değildir. Bir uzay aracının yörüngede geçirdiği iki gün de bu

maliyete yakındır. Ayrıca 250 milyon dolar, Mars Gözlemci-si'nden edilen zararın beşte biri kadardır. Bu karşılaştırmaları düşünmezsek ya da “daha hızlı, daha ucuz, daha iyi” amacıyla bu kazaların örtüştüğünü görmezsek 1 milyon doların 1 milyar dolara ya da 1 trilyon dolara kadar zararlara yol açtığı gibi bir yanılgıya kapılabiliriz.

Aslında Amerika'daki herkese 1 dolar versek, elimizde 250 milyon dolardan daha fazlası olur. Bu yüzden endişe etmemeliyiz. Bu para hâli hazırda sokaklarda geziyor zaten.

36. ŞAŞKINLIK ÜZERİNE

Okurların dikkatini çekmek belki de bir ihtiyaçtır. Belki de halk bilim insanlarının elinde hiçbir ipucu bulunmayan nadir olaylardan hoşlanıyordur. Bilim yazarlarının görüştükleri kafası karışık astrofizikçilerin düşüncelerini başlıklarına yansıtmaması mümkün olabilir mi?

Bilimsel şaşırtmacalar gazetecilerin ilgisini fazlasıyla çeker. 1999 yılının Ağustos ayında *The New York Times* gazetesinde bir sayfalık bir haber yayımlandı. Bu haberde evrendeki tayfı bilinmeyen bir nesneden söz ediliyordu (Wilford 1999). Ünlü astrofizikçiler bu haber karşısında şaşkına döndü. Haberde yer alan veriler oldukça kaliteliydi. Bahsedilen cisim herhangi bir gezegen, yıldız ya da galaksi türüne benzemiyordu. Düşünsenize, bir biyolog yeni keşfedilen bir türde genler olduğunu görüyor ama bu türü ne bitki ne de hayvan sınıfına koyamıyor. Bu temel bilgi yoksunluğu nedeniyle 2000 kelimeden oluşan haberde ne bir analiz, ne bir sonuç, ne de gerçek anlamda bilim vardı.

Bu gazete haberinde bahsedilen cisim çok da önemli olmayan bir galaksi türüydü fakat pek çok astrofizikçi, okurun kafasındaki “bir kere bu cismin ne olduğunu bilmeme” durumuna düşmüştü. Böyle haberlere sık sık rastlarız ve astrofizikçilerin zihinleri

insanlara yanlış tanıtılmış olur. Gazeteciler doğru bir haber yazmak istiyorlarsa, astrofizikçilerin kafalarının, buldukları şeyler haber olsa da olmasa da karışık olduğunu yazabilirler.

Bilim insanları kafa karışıklıklarının kendilerine bilimsel keşifte bir sınır koyduğunu söyleyemez, aksine kafa karışıklığı bilimsel keşfin sürdürülebilmesini sağlar.

Yirminci yüzyılın ünlü fizikçilerinden Richard Feynman, fizik kurallarını gözlemlemeyi, kurallarını önceden bilmeden bir satranç oyunu izlemeye benzetir. Yazdığına göre bundan daha da kötüsü, her bir hareketi belli bir sıraya göre izleyemiyor olmaktır. Oyun devam ederken bazı anların gözünüze takılması gibi bir durum söz konusudur. Bu entelektüel handikap içinde, fizikçilerin görevi, satranç oyununun kurallarını çıkarmaktır. Zaman içinde fillerin sadece bir renk üzerinde hareket ettiğini görebiliriz. Piyonların çok hızlı hareket etmediğini anlayabiliriz. Vezirin diğer parçalardan korktuğunu anlayabiliriz. Peki oyunu izlemek konusunda gecikmişsek ve biz oyunu izlemeye başladığımızda tahtada yalnızca piyonlar kalmışsa ne olacak? Düşünsenize, bir an oyundan gözlerinizi ayırıyorsunuz ve az önce orada bulunan piyonun yok olduğunu, yerine bir vezirin geldiğini görüyorsunuz. Bütün hâlinde neye benzerlerse benzesinler, bilim insanları evrendeki fizik kurallarının satrançtaki kurallara nispeten çok daha karmaşık ve çok fazla olduğunu kabul ederler. Bu kuralları çözmek satranç kurallarını çözmekten çok daha zordur, bu yüzden bilim insanlarının kafa karışıklığının bir sonu da yoktur.

Son zamanlarda bilim insanlarının hepsinin kafalarının astrofizikçiler kadar karışık olmadığını anladım. Astrofizikçilerin yaşadığı kafa karışıklığının temel nedeni, kozmosun devasa boyutu ve karmaşık hâlidir. Bu anlamda astrofizikçiler ve nörologlar aynı türden kafa karışıklıkları yaşayabilir. Muhtemelen nörologlar hiç

çekinmeden insan zihni hakkında bilinmeyenlerin bilinenlerden çok daha fazla olduğunu söyler. Belki de bu yüzden insan zihnini ve evreni anlatan kitaplar bu kadar popüler olmuştur. İki tür kitabın içinde de doğruluğu kesin bilgilere rastlamamız zordur. Meteoroloji mühendisleri de kafası oldukça karışık olanlar kulübü içinde yer alırlar. Dünya'nın atmosferinde o kadar karmaşık ilişkiler vardır ki net bir hava tahmini yapmak neredeyse imkânsızdır. Akşam haberlerinde gördüğümüz hava durumu spikerleri de sadece tahminleri söylerler. Bu alanla uğraşan bilim insanları ellerinden gelenin en iyisini yapmaya çalışsalar da, kafa karışıklıklarını "yüzde elli yağmur ihtimali" gibi ifadelerde görü-
biliriz.

Kesin olan bir şey varsa, hayatta kafanız ne kadar karışıksa, yeni fikirlere açık olma durumunuzun da o kadar yüksek olduğu-
dur. Ben bunun birinci elden kanıtıyım.

Charlie Rose isimli talk show programında, Dünya dışı yaşam ihtimalleriyle ilgili konuşurken ünlü bir biyologla bir tartışma yaşadım. Konu şimdilere ünlü olan Mars'ın ALH84001 isimli meteoritiyle ilgiliydi. Patates şeklinde ve boyutunda olan bu gezegenlerarası gezgin, enerjisi yüksek bir meteorun etkisiyle Mars'ın yüzeyinden fırlamıştır. Daha sonra gezegenlerarası boşlukta milyonlarca yıl dolaşıp Antarktika'ya çarpmıştır. 10.000 yıl boyunca bir buz kütesinin içinde kaldıktan sonra 1984 yılında bulunmuştur.

1996 yılında David McKay ve arkadaşlarının yayımladığı makalede bu durum kanıtlarıyla birlikte anlatılmaktadır. Her bir maddenin kendisi, üremesi olmayan bir sürece işaret etmektedir. Fakat maddelerin bütününe bakıldığında bir zamanlar Mars'ta hayat olabileceği sonucu çıkmaktadır. McKay'in kullandığı en kafa karıştırıcı fakat bilimsel olarak hiçbir anlamı olmayan kanıtlardan biri, Dünya'daki kurtçukların onda biri büyüklüğün-

de bile olmayan tuhaf şekillerin fotoğraflarıdır. Bu bulgular beni çok heyecanlandırmıştı. Şimdi de bu heyecanım devam ediyor. Fakat benimle aynı programda bulunan biyolog oldukça şüpheliydi. Daha sonra birkaç kere Carl Sagan'ın "sıra dışı iddiaların sıra dışı kanıtları vardır" sözünü tekrarladı ve kurtçuğa benzer yapıların canlı olmayacağını, çünkü herhangi bir hücre duvarına sahip olmadıklarını ve Dünya'da yaşayan herhangi bir canlıdan çok daha küçük olduklarını ifade etti.

Pardon, ne dediniz?

Mars'taki hayat, bizim içinde bulunduğumuz Dünya hayatına benzemez. Bu yüzden bahsettiğim bilim insanı, konuya oldukça dar bir açıdan yaklaşıyordu. Ya da acaba sorumsuz bir şekilde açık fikirli olan ben miydim? Neticede elinde hiçbir kanıt olmadan tamamen açık fikirlilikle söylenmiş UFO görme ya da uzaylılar tarafından kaçırılma hikâyeleriyle iç içe yaşıyoruz. Ya da benim zihnimdeki kablolar, biyologun zihnindeki kablolar-dan çok farklı şekilde yerleştirilmiş. İkimiz de benzer okullarda eğitim aldık ve nispeten benzer alanlarda doktora yapıp hayatımızı bilimin metot ve araçlarına adadık. Belki de cevabı çok uzaklarda aramaya gerek yok. Aslında biyologlar zaten inceledikleri türlerin doğal seçim ve DNA farklılıkları nedeniyle ne kadar çok sayıda olabileceğinin farkındalar. Günün sonunda ise kısık sesle ifade ettikleri bir gerçek var: Sadece Dünya'da bulunan bilimsel veriler üzerinde çalışabiliyoruz.

Başka bir gezegendeki yaşamın Dünya'dan tamamen bağımsız bir şekilde oluştuğuna inanıyorum. Hatta bir yerde yaşam varsa, buradaki türlerin Dünya'daki türlerden çok daha farklı bir yapıda olduğunu düşünüyorum. Astrofiziğin uğraş alanı, sınıflandırma şemaları, verileri tüm evren üzerinedir. Bu yüzden yeni veriler astrofizikçileri bilinen dünyanın ötesi hakkında düşünmeye itiyor.

Çok eski zamanlara kadar gidebiliriz fakat bu çok gereksiz olur. Yirminci yüzyıl bizim için yeterli. Şimdiye kadar tartıştığımız pek çok örneğe yeniden bakacak olursak:

Evrenin zaman mekanizmasına bakmanın güvenli olduğunu düşündüğümüzde ve klasik fiziğin deterministik kurallarını uyguladığımızda, karşımıza bunlarla yetinmeyen Max Planck, Werner Heisenberg gibi kuantum mekaniğini keşfeden bilim insanları çıkar. Bu bilim insanları evrenin en küçük ölçekte deterministik olmadığını ortaya koymuştur.

Gece gökyüzünde gördüğümüz yıldızların kozmosun bilinebilecek son noktaları olduğunu düşündüğümüzde, Edwin Hubble, dış galaksileri keşfetmiş ve bunların Samanyolu yıldızlarının çok ötesinde olduğunu ortaya koymuştur.

Dış kozmosun şekli ve boyutunu bulabileceğimizi düşündüğümüzde yine Edwin, evrenin genişlediğini ve galaksi evreninin en büyük teleskoplarının bile gözlemleyemeyeceği kadar geniş olduğunu söylemiştir. Bu keşfin neticesinde daha önceki hiçbir bilim insanının düşünmediği şekilde evrenin bir başlangıcı olduğu da ortaya çıkmıştır.

Albert Einstein'ın izafiyet teorilerinin evrendeki tüm çekimi açıklamaya yeteceğini düşündüğümüz anda, karşımıza Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nden astrofizikçi Fritz Zwicky'in karanlık madde keşfi çıktı. Bu madde evrendeki çekimin yüzde doksanını oluşturuyor fakat ne ışık yayıyor, ne de herhangi bir maddeyle etkileşime geçiyordu. Karanlık madde bugün hâlâ gizemini korumaktadır. Fritz Zwicky daha sonra süpernova adını verdiği tekil patlayan yıldızların varlığını da ortaya koymuştur. Süpernovalar geçici olarak yüz milyarlarca yıldızın bir anda yayacağı enerji kadar enerji üretebilmektedir.

Süpernova patlamalarının yol ve yöntemlerini bulduktan kısa bir süre sonra evrenin ucundaki gama ışını patlamaları keşfedil-

miştir. Burada meydana gelen enerji evrendeki tüm maddelerin bir araya gelerek yaydığı enerjiden bile daha yüksektir.

Karanlık maddenin gerçek doğasını hâlâ bilmediğimiz bir dönemde, birbirinden bağımsız çalışan iki grup, aynı anda bir gerçeği daha keşfettiler. Birisi Berkeley’de çalışan astrofizikçi Saul Perlmutter, diğeri Adam Riess ve Brian Schmidt tarafından yönetilen iki grup, evrenin yalnızca genişlemediğini, aynı zamanda ivme kazandığını ortaya koydular. Bunun nedeni neydi? Uzayda bir boşluktaki gizemi çözölemeyen basınç kütle çekiminin tersi yönünde bir baskı yapmaktadır ve bu durum karanlık maddenin sırrının çözölmesini engellemektedir.

Bu bahsettiklerimiz son yüzyılda astrofizikçilerin zihinlerini meşgul eden ve kafalarını karıştıran konulardan sadece birkaçıdır. Konuyu burada bitirebilirdim fakat nötron yıldızlarının keşfinden bahsetmeden noktalamak istemiyorum. Bu yıldızlar Güneş kütesinin bir kısmını Güneş’ten yaklaşık 10 mil uzaklıkta bir alanda depolarlar. Bu yoğunluğa ulaşabilmek için 50 milyon filden oluşan bir sürüyü bir iğne deliğinde geçebilecek kadar küçöltmek gerekir.

Bu konuda bir şüphe yok. Benim zihnim yukarıda bahsettiğim biyologun zihninden farklı bir şekilde çalışır. Bu yüzden aynı olaylara farklı tepkiler vermemiz oldukça anlaşılır bir durumdur.

Davranış araştırmaları yapan bilim insanlarının içinde bulundukları bilgi ağında, şaşkın tavuklar gibi bir o yana bir bu yana koştüğünü düşünmenizi istemem. Bu yüzden size kafa karışıklıklarının olmadığı alanların ne kadar önemli olduğundan bahsetmek istiyorum. İlkokul kitaplarındaki bilgiler ya da Dünya’nın işleyişi gibi üzerinde görüş birliğine varılan konular davranış bilimleri alanının sınırları içindedir. Bu konular oldukça iyi anlaşılmıştır ve üzerinde bir daha çalışma yapmaya gerek kalmayacak kadar açıktır.

Bir keresinde her şeyin teorisinin açıklamaya çalışıldığı bir panele davet edilmiştim. Bu tür panellerin amacı her şeyin anlamını ve doğanın gücünü tek bir çatı altında toplamaya çalışmaktır. Sahnede beş önemli ve ünlü fizikçi vardı. Tartışmanın ortasında bu bilim insanlarından birisi az kalsın bir diğerine yumruk atacaktı. Tamam, bu olabilir. Bir şey diyemem. Buradan çıkaracağımız ders “bilim insanları çok hararetli bir şekilde tartışıyor ve bir sonuca varamıyorsa hepsinin kafası karışık,” olmalı. Bu arada bahsettiğim bilim insanları Dünya’nın yörüngesi, kanın beyne kan pompalaması ya da yağmurun bulutlardan düşmesi üzerine değil sicim teorisi üzerine tartışıyorlardı.

37. BİLİM SAHİLİNDEKİ AYAK İZLERİ

New York’taki Hayden Planetariumu’nu ziyaret ederseniz, hediyelik dükkânında uzayla ilgili pek çok hediyelik eşya bulmanız mümkün. Uzay araçları ve Uluslararası Uzay İstasyonu maketleri, kozmik dolap magnetleri, uzay kalemleri gibi hediyelikler bunlardan bazıları. Fakat susuz astronot dondurması, astronomi monopoly’si, Satürn şeklinde tuzluk ve biberlik gibi ilginç hediyeler de bulabilirsiniz. Hubble Teleskobu şeklinde silgiler, Mars kayasından yapılmış küreler ve yenilebilir uzay kurtçukları da alabileceğiniz alternatifler arasında. Bu türden malzemelerin planetariumun yanındaki mağazada satılmasında şaşılacak bir şey yok elbette. Fakat burada derinlerde bir konu daha var. Bu hediyelik dükkânı son yarım yüzyılda Amerika’da yapılan keşiflerin de sessiz tanıklığını yapıyor.

Yirminci yüzyılda Amerika’da galaksiler, evrenin genişlemesi, süpernovaların doğası, kuasarlar, kara delikler, gama ışını patlamaları, elementlerin kökeni, kozmik mikrodalga arka planı ve Güneş etrafında yörüngesi bulunan pek çok gezegen keşfedilmiştir. Ruslar uzaydaki bir iki alana bizden önce gitmiş olsa da,

biz Merkür, Venüs, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'e uzay aracı gönderdik. Ayrıca Amerikan uzay araçları Mars ve Eros asteroitine iniş yaptı. Amerikalı astronotlar Ay'da yürüdü. Amerikalılar için bunların hepsi artık normalleşti. Aslında bu durum da kültürün bir yönünü gösteriyor. Herkesin bildiği veya yaptığı şeyler bir süre sonra fark edilmemeye başlıyor.

Markette alışveriş yaparken Amerikalıların çoğu bir rafın tamamen şekerli ve yemeye hazır kahvaltılık mısır gevreğiyle dolu olduğunu görseler şaşırmaslar. Fakat aynı marketler İtalya'da raflarını çeşit çeşit makarna, Çin ve Japonya'daysa pirinçle doldururlar. Kendi kültürümüzde artık fark etmediğimiz şeyler bir seyahate çıktığımızda gözümüze batar. Bu da seyahat etmenin en güzel taraflarından biridir. Kendi ülkenizde artık gözünüzden kaçan şeylerin olduğunu ve bulunduğunuz yabancı ülkede de size şaşırtıcı gelen pek çok noktanın, orada yaşayan insanlar için normalleştiğini görürsünüz.

Kendini beğenmiş insanlar genellikle Amerika'nın kısa tarihi ve kaba kültürüyle dalga geçerler. Bunu yaparken Amerika'yı geçmişleri çok daha eskilere dayanan Avrupa, Asya ve Afrika kültürüyle kıyaslarlar. Fakat 500 yıldan bu yana geçen süre içinde tarihçiler, bu sürede Amerika'nın önü alınamaz bir şekilde parladığını, bilim ve teknoloji alanında dünyada gerçekleştirilmiş en önemli keşiflere ev sahipliği yaptığını inkâr edemezler.

Amerika her zaman bilim bayrağını en önde taşıyan ülke olmamıştır. Bu konuda devam eden önderliğinin de ne kadar daha süreceğine dair bir garanti yoktur. Bilim ve teknoloji başkentleri başka milletlere taşındıkça, her bir kültür evreni ve evrendeki konumumuzu anlama çalışmalarında kendi izini bırakacaktır. Tarihsel sürece bakıldığında da medeniyetin hangi ülkede ya da hangi milletin eliyle gelişeceğinin kestirilemediği görülmektedir.

Pek çok faktör bir milletin kendi izini nasıl ve neden koyaca-

ğını etkilemektedir. Güçlü liderliğin önemi büyüktür, kaynaklara erişim çok önemlidir fakat daha da önemlisi tüm bir ulusun duygusal, kültürel ve entelektüel sermayesini mükemmel bir alan oluşturmak için harcama eğiliminde olmasıdır. Böyle bir yerde yaşayanlar yarattıkları şeyin her zaman sorgulamaya açık olduğunu, asla sonunun gelmeyeceğini ve değiştirilebilir olduğunu kabul ederler.

700 yılında başlayıp yaklaşık 400 yıl süren imparatorlukları boyunca Abbasiler, İslam dünyasının en önemli şehirlerinden biri olan Bağdat'ta sanat, bilim ve tıp alanında en ileri düzeyde olan bir alan yarattılar. Müslüman gök bilimciler ve matematikçiler rasathaneler kurdular, ileri teknolojiye sahip aletler tasarladılar, matematiksel analiz ve hesaplama konusunda yeni yöntemler geliştirdiler. Antik Yunan eserlerinden faydalanmak için bunları yoğun bir şekilde Arapçaya çevirdiler. Hristiyan ve Yahudi uzmanlarla bir arada çalıştılar. Bu sayede Bağdat aydınlanma döneminin merkezi hâline geldi. O dönemde Arapça bilim diliydi.

İslam'ın bilime yaptığı katkıların etkisi bugün hâlâ görülmektedir. Hatta orijinali Yunanca olan ve o dönemde Arapçaya çevrilmiş eserlere hâlâ temel kaynak olarak başvurulmaktadır ve kitapların isimleri Arapça çeviri isimleriyle bilinmektedir. Iraklı matematikçi ve gök bilimci Muhammed İbn Musa el-Harezmi, algoritma ve cebir alanlarının isimlerini kendi isminden ve *Cebirsel Hesaplama* isimli kitabından ilham alarak koymuştur. Kökeni Hindistan'a dayansa da, şu an dünyada kullanılan —0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9— rakam sistemi Müslüman matematikçiler tarafından yaygınlaştırılmıştır. Ayrıca Müslümanlar Roma rakamları arasında olmayan sıfır rakamını etkili ve yenilikçi bir şekilde kullanmışlardır. Bugün mantıklı sebeplerden ötürü bu on rakam sembolü uluslararası alanda Arap rakamları olarak bilinir.

Taşınabilir ve süslü pirinç usturlaplar da Müslümanlar tarafından geliştirilmiştir. İlk üretildiği zamandan beri astronomi alanında çok faydalı bir alet olarak kullanılmışlardır. Usturlap, kubbeli alanları düz bir zemine yansıtıp, burada incelemeler yapmaya yarayan ve köstekli saate benzeyen bir alettir. Bu alet sayesinde gök bilimciler gökyüzündeki yıldızların ve Ay'ın bulunduğu konumu ölçmüş, buradan zamana dair çıkarımlar yapmışlardır. Müslümanlar ibadet saatlerini de yine bu aleti kullanarak tespit etmiştir. Bu dönemde usturlap o kadar yaygın olarak kullanılan bir alettir ki, gökyüzündeki en parlak yıldızların üçte ikisinin ismi Arapça kökenlidir.

İsimler genellikle yıldız takımı bir vücuda benzetilerek verilmiştir. Liste içinde en ünlü olanları ayak anlamına gelen Rigel, büyük el ya da koltuk altı anlamına gelen Betelgeuse'dir. Orion Kuşağı'ndaki en parlak iki yıldız ise uçan anlamına gelen Altair ve kartal anlamına gelen Aquila isimleri verilmiştir. Medusa'ya atıfta bulunan Perseus isimli bir yıldız da bulunmaktadır. Ayrıca daha az ünlü olan Libra takımyıldızında güney pençesi anlamına gelen Zubenelgenubi ve kuzey pençesi anlamına gelen Zuben Elschamal isimli yıldızlar bulunmaktadır. Bu yıldızlar gökyüzünde en uzun süredir bir isme sahip olan yıldızlardır.

On birinci yüzyıldan bu yana İslam dünyasının bilime olan etkisi bahsi geçen dört yüzyıldaki kadar çok olmamıştır. Pakistanlı merhum fizikçi Abdus Salam, Nobel ödülü alan ilk Müslüman olarak yaptığı bir konuşmada şunları söylemiştir:

Bu dünyadaki tüm medeniyetler arasında, bilimin İslam medeniyeti kadar geride kaldığı hiçbir medeniyet yoktur. Bu güçsüzlüğün tehlikeleri bilim ve teknoloji çağında onurlu bir yaşam sürmek için öne çıkarılmalıdır. (Hassan& Lui 1984, s. 231)

Pek çok başka milletin de bilim üzerinde söz sahibi olduğu dönemler olmuştur. Mesela Büyük Britanya, Dünya'nın boylam

sistemini geliştirmiştir. İlk meridyen Dünya'yı doğu ve batı olmak üzere ikiye ayırır. Sıfır boylamı olarak bilinen bu hayali çizgi, Londra'daki Greenwich bölgesinde bulunan bir rasathaneden geçmektedir. Bu çizgi New York'tan, Moskova'dan ya da Tokyo'dan geçmiyor. Greenwich çizgisi, 1884 yılında sadece bu amaç için Washington'da toplanan uluslararası bir konsorsiyum tarafından belirlenmiştir.

1675 yılında kurulmuş Greenwich Kraliyet Rasathanesi'ndeki gök bilimciler, on dokuzuncu yüzyılın sonuna kadar binlerce yıldızın gökyüzündeki konumlarını belirlediler. Bunu yaparken özel olarak tasarlanmış bir teleskop kullandılar. Bu teleskop görece kuzey ve görece güneyi gözlemci zirvesinde birbirine bağlatan meridyen şeklindeki bir yaya sahipti. Gök bilimciler sadece doğudan batıya dizilmiş yıldızları izlemeyip, Dünya dönerken onu takip etme şansı da yakaladılar. Daha önceleri geçiş aleti olarak bilinen bu teleskop, bir yıldızın sizin bulunduğunuz alana girme zamanını tam olarak tespit edebiliyordu. Neden? Çünkü bir yıldızın gökyüzündeki boylamı, yıldızın sizin bulunduğunuz meridyenden geçtiğı zamanın kenarında bulunur. Bugün bizler saatlerimizi atomik saatlere göre ayarlıyoruz fakat hiçbir zaman tam Dünya dönüşüne ayarlı saatler kadar güvenilir olmayacaklar.

Ayrıca hiçbir kayıt, yıldızlar tam dönen Dünya'nın üzerinden geçerken tutulan kayıtlar kadar iyi olmayacak. Hiç kimse hareket eden yıldızların gökyüzündeki konumlarını Greenwich Kraliyet Rasathanesi'ndeki gök bilimciler kadar iyi tespit edemeyecek.

On yedinci yüzyılda Britanya, boylamı tam olarak tespit edemediğı için pek çok gemisini kaybetmiştir. Özellikle 1707 yılında meydana gelen bir felakette, Amiral Sir Cloudesley Shovell himayesindeki İngiliz gemileri, Sicilya'nın batısındaki Cornwall'a çarpmış ve kazada 4 gemi batmış, 2000 kişilik mürettebat ise

hayatını kaybetmiştir. Daha sonra İngiltere'deki boylam komitesi okyanuslarda kullanılabilecek bir süreölçer yarışması açmış ve birinciye ödül olarak 20.000 £ vermiştir. Böyle bir zaman aleti hem askeri, hem de ticari amaçlar taşıyordu. Greenwich zamanıyla örtüşen yapıda olan alet sayesinde, bir geminin tam olarak hangi boylam üzerinde olduğu tespit edilebilecekti. Bunun için yerel saatin süreölçer ile tam aynı zamanı gösterecek şekilde ayarlanması yeterliydi. Bu ikisi arasındaki fark, başlangıç meridyeninin doğusunda ya da batısında bulunan boylamı tespit etmeye yarıyordu.

1735 yılında Boylam Komitesinin açtığı yarışmayı avuç içi boyutunda, taşınabilir bir alet kazandı. Tasarımcısıysa İngiliz John Harrison'dı. Geminin en önünde duran rotacı kadar değerli olan bu alet, "saat" kelimesine bir anlam daha ekleyerek kelimenin çağrışımlarını çoğaltmış oldu.

İngiltere'nin gök bilimsel ve rota ölçüleriyle ilgili başarılarla verdiği destek nedeniyle Greenwich başlangıç meridyeni olarak kabul edildi. Bu karar rastlantı eseri uluslararası tarih çizgisi olarak belirlendi ve yeri Pasifik Okyanusu'nun karşı yarım küresiydi. Hiçbir ülke takvimleri geride bırakarak bu şekilde ikiye bölünmemiştir.

İngilizler dünya koordinatlarına sonsuz bir iz bırakmıştır. Temel koordinat sistemimiz yani güneş takvimi, Roma Katolik Kilisesinin bilime yaptığı yatırımlarla ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyacın temeli kozmik keşif amacına değil, ilkbahar dönemindeki Paskalya için tarih belirleme amacına dayanmaktadır. Bu ihtiyaç o kadar önemlidir ki, Papa XIII. Gregory, Vatikan Rasathanesi'ni kurar. Burada çalışan Cizvit rahipleri zaman geçişini daha önce benzeri görülmemiş bir doğrulukla tespit etmişlerdir. Ortak bir kararla Paskalya tarihi olarak ilkbahar ekinoksunun ardından gerçekleşen ilk dolunayın ilk pazarı belirlenmiştir. Böylece kutsal

perşembe, cuma gibi başkalarının ay takvimindeki özel bir güne gelme olasılığı ortadan kalkmıştır. Bu kural baharın ilk günü mart ayına geldiği sürece işler. Fakat Julius Caesar Roması'nın Jülyen takviminde on altıncı yüzyıla kadar bazı aksaklıklar olduğu için, yılda 10 artık gün gösteriyordu. Bu nedenle ilkbaharın ilk günü martın 21'i değil nisanın 1'i idi. Jülyen takviminin temel özelliği olan dört yıllık artık günle, zaman ilerlemek zorunda kalıyordu. Böylece Paskalya, takvimde her yıl daha geç kutlanmak zorunda kalıyordu.

1582 yılında tüm çalışma ve analizler tamamlanınca, Papa Gregory, Jülyen takvimindeki 10 fazla günü sildi. Bu günlerin ortak bir kararla Ekim 4 ile 15 arasındaki günler olması düşünülmüştü. Kilise takvimde bir düzenleme yaptı. Bu şekilde aslında fazla düzeltme yapılarak yanlışla sürükleyen artık günler takvimden silinmiş ve gerçek bir düzeltme yapılmış oldu.

Bu yeni "Gregoryen" takvimi daha da net olsun diye yirminci yüzyılda düzeltilmiştir. Bu şekilde, duvar takvimlerimiz bize bundan binlerce yıl sonrayı bile hatasız bir şekilde gösterebilir. Hiç kimse zamanın kaydını bu kadar hatasız bir şekilde tutamaz. Katolik Kilisesinin düşmanları olan Protestan İngilizler ve onlardan gelen nesillerle Amerikan kolonileri, bu değişime çok yavaş bir şekilde ayak uydurmuşlardır. Fakat sonunda medeni dünyadaki, kültüründe ay takvimi olan milletler bile uluslararası işleri, ticareti ve siyaseti yönetebilmek için Gregoryen takvimini benimsemek zorunda kalmıştır.

Endüstri Devrimi'nden bu yana Avrupa'nın bilim dünyasına katkıları o kadar büyüktür ki, bunların hepsini fark edebilmek ve bilim dünyasındaki Avrupa kültürünün etkilerini tek tek ayırt edebilmek özel bir çaba gerektirir. Endüstri Devrimi, yıllardır hayali kurulan enerjiyi bir hâlden başka bir hâle çevirmek konusunda atılmış ilk adımdır ve bu anlamda gerçek bir devrimdir.

Sonunda insan gücünün yerini makine gücü almış, böylece milletlerin verimi artmış ve zenginlik dünyaya yayılmıştır.

Enerji dili o dönemde bu alana katkı yapan bilim insanlarının isimleriyle doludur. 1765 yılında buharlı motorları geliştiren İskoç mühendis James Watt'ın ismi mühendislik ve bilim dünyasının dışında da sık sık anılır. Her ampulün üzerinde Watt'ın isminin görmek mümkündür. Ampulün watt'ı tükettiği enerji ve parlaklığı arasındaki ilişkiyi açıklayan bir ölçüm birimidir. Watt, buharlı makineler üzerinde çalışırken Glasgow Üniversitesi'nde bulunuyordu. Bu üniversite o dönemde mühendislik alanında pek çok yeniliğin de merkeziydi.

İngiliz fizikçi Michael Faraday, 1831 yılında elektromanyetik endüksiyonu keşfetmiştir. Böylece ilk elektrikli motorların yapımı da sağlanmıştır. Bir aletin elektrik yükü depolama kapasitesini gösteren farad ölçüsü, Michael Faraday'ın bilim dünyasında bıraktığı izdir.

Alman fizikçi Heinrich Hertz, 1888 yılında elektromanyetik dalgaları keşfetmiştir. Bu sayede radyo iletişimi mümkün hâle gelmiştir. Heinrich Hertz'in adı "kilohertz", "megahertz" ve "gigahertz" gibi frekans birimlerinde anılmaya devam etmektedir.

İtalyan fizikçi Alessandro Volta elektrik potansiyeli birimine ismini vermiştir. Fransız fizikçi André-Marie Ampère'in ismini kısaca anıp olarak bilinen elektrik akım biriminde görebiliriz. İngiliz fizikçi James Prescott Joule ise ismini enerji birimi olan joule'e vermiştir. Bu listeyi daha da uzatmak mümkündür.

Elektrik konusunda bitmek bilmez deneyler yapan Başkan Benjamin Franklin dönemi haricinde, Amerika, insan başarısının zirve yaptığı bu dönemi uzaktan izlemekle yetinmiştir. O dönemlerde ülkenin en temel derdi gerçek anlamda İngiltere himayesinden kurtulmak ve emek köleliğine bir son vermektir. Bugün evlerimizden bu dönemle ilgili bilgi almak istersek *Star*

Trek'e başvurabiliriz. Gerçi bu dizide Endüstri Devrimi'nin yayıldığı ülke İskoçya'dır ve tahmin edebileceğiniz gibi ilk uzay aracını yapan mühendisin adı da Scotty'dir.

On sekizinci yüzyılın sonlarında Endüstri Devrimi'yle birlikte, Fransız Devrimi de zirve dönemini yaşıyordu. Fransızlar, asiller dışında kalan tabakayı da fazlasıyla etkileyecek bir değişime ön ayak oldular. Dünyadaki uyuşmayan ölçülerin önüne geçebilmek adına standart bir metrik sistem getirdiler. Bu sayede bilim ve ticaret yapmak kolaylaştı. Fransa Bilim Akademisi üyeleri Dünya'nın şeklini belirleyip bunu *spheroid* olarak adlandırdı. Bu bilginin üzerine tabii ki Paris'ten geçirdikleri hayali bir çizgiyle, Ekvator ile Kuzey Kutup Noktası arasındaki mesafeyi metre ölçümünün temeli olarak belirlediler. Bu tanıma göre metre bu uzunluğun on milyonda biri oluyordu. Bu uzunluk ölçüsü bir süre sonra özel bir çubuk ölçüsü kullanılarak standart hâle getirildi. Fransızlar tarafından belirlenen pek çok ölçü birimi daha, Amerika, Liberya ve Myanmar hariç diğer ülkeler tarafından kabul edildi ve kullanılmaya başladı. Bu ölçü birimleri Paris yakınlarında bulunan Uluslararası Ağırlık ve Ölçü Bürosu tarafından korunmaktadır.

1930'lu yılların sonunda, Amerika nükleer fizik çalışmalarının sürdürüldüğü merkez hâline geldi. Nazi Almanyası'ndan kaçan, sürgün edilen entelektüeller Amerika'ya sığındı. Parasal sermayeyle Hitler'le atom bombası yapma yarışı içinde olan Washington'dan geldi. Bomba yapmak için gerçekleştirilen projenin adı Manhattan Projesi'dir. Bu şekilde adlandırılmasının sebebiyle ilk araştırmaların Manhattan'daki Kolombiya Üniversitesi Pupin Laboratuvarları'nda yapılmasındandır.

Savaş zamanında yapılan harcamalar barış zamanında nükleer fizik alanına büyük katkılarda bulunmuştur. 1930'lu yıllardan 1980'li yıllara kadar, Amerikan ivme vericileri dünyadaki en

verimli ve en büyük olanlardı. Fizik için açılan bu yollar madde-
nin temel yapı ve davranışını anlamak için gerçekleştirilen çaba-
lara bir pencere açtı. Atomaltı partiküller oluşturuldu, elektrikli
alanlarda bu partiküllerin ışık hızına ulaşması için ivme verildi,
bu partiküller bir araya getirilerek yeni partiküller oluşturuldu.
Araştırmalar devam ederken yeni partikül parçacıklarına dair
kanıtlar bulundu ve yeni fizik yasaları oluşturuldu.

Amerikan nükleer fizik laboratuvarları fazlasıyla ünlüdür.
Fizikle hiç ilgilenmeyen insanlar bile Los Alamos, Lawrence
Livermore, Brookhaven, Lawrence Berkeley, Fermi Labs ve Oak
Ridge laboratuvarlarının isimlerini duymuştur. Burada çalışan
fizikçiler yeni partiküller ve yalıtılmış hâlde yeni elementler
keşfetmiş ve partikül fiziğine dair kuramlar geliştirerek Nobel
ödülleri toplamışlardır.

Fizik alanında Amerika'nın ayak izleri kendini periyodik tab-
loda da göstermektedir. 95 numaralı Amerikyum, 97 numaralı
Berkelyum, 98 numaralı Kaliforniyum, 103 numaralı Lavrensi-
yum, Amerika'nın isimlerinde doğrudan kendisini yansıttığı
elementler arasındadır. Lavrensiyum'un ismi, ilk partikül hızlan-
dırıcısını yaratan Ernest O. Lawrence'dan gelir. 106 numaralı Sea-
borgiyum elementi ise ismini Kaliforniya Üniversitesi Laboratu-
varları'nda çalışırken uranyumdan daha ağır elementler bulan
Amerikalı fizikçi Glenn T. Seaborg'dan almıştır.

En büyük hızlandırıcılar, en yüksek enerjilere ulaşırlar. Ev-
rende bilinen ve bilinmeyen arasındaki sınırları zorlarlar. Büyük
patlama teorisine göre evren bir zamanlar atomaltı partikül-
lerden oluşan sıcak ve küçük bir çorba kâsesine benziyordu.
Belki de fizikçiler partikül parçalayıcılar sayesinde kozmosun ilk
dakikalarının bir simülasyonunu yaratabilecekler. 1980'li yıllarda
Amerikalı fizikçiler partikül hızlandırıcısı fikrinden bahsedince,
Kongre bunu fonlamayı hemen kabul etmiştir. Amerika Enerji

Bakanlığı da konuyla yakından ilgilenmiştir. Planlar çizilip, çalışmalara başlanmıştır. Teksas'ta 50 mil uzunluğunda yuvarlak bir tünel kazılmıştır. Fizikçiler bir sonraki kozmik engeli aşmak konusunda oldukça hevesliydi. Fakat 1993 yılında maliyet elde edilecek sonucun getirilerini aşınca, Kongre 11 milyar dolarlık projedeki fon desteğini geri çekmiştir. Muhtemelen seçilen parlamenterler Amerika'nın deneysel partikül fiziği alanında birinciliğini korumasını sağlayacak böyle bir projeden desteklerini esirgemezdi.

Bir sonraki aşama için Avrupa'yı ziyaret edebilirsiniz. Burada dünyanın en büyük partikül hızlandırıcısı yapıldı ve amaç kozmik bilginin tüm kapılarını açabilmek. Büyük Atom Çarpıştırıcısı olarak bilinen hızlandırıcı, Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi ya da daha çok bilinen kısaltmasıyla CERN tarafından destekleniyor. Proje içinde birkaç Amerikalı ortak olsa da, şu an Amerika, sürdürülen bu çabayı daha önce pek çok ülkenin yaptığı gibi uzaktan izlemekle yetiniyor.

38. KARANLIK OLSA

Astrofizik, bilimsel disiplinler arasında kendi yerimizi bize en net şekilde gösteren bilim dalıdır. Evrenin akıl almaz boyutları egolarımızı törpüler ve bize kontrol edemediğimiz güçlerin etkisi altında olduğumuzu hatırlatır. Normal bir insanın hiçbir aktivitesinin önüne geçmeyecek bulutlu bir akşam vakti, bizim tüm çalışmalarımızı engeller. Bir günlük maliyeti 20.000 dolar olan teleskoplar böyle bir akşamda hiçbir işe yaramaz. Bizler pasif doğa gözlemcileriyiz. Doğa bize nerede, ne zaman ve hangi bilgiyi vereceğini kendisi belirliyor. Kozmosu tanımak için evrene açılan pencerelerimizin temiz, boyasız ve çiziksiz olması gerekiyor. Fakat medeniyetin gelişmesi ya da modern teknoloji olarak adlandırdığımız durumların bu amaçla örtüşmediği yerler var.

Acilen bir şeyler yapılmazsa, insanlar kozmik keşfin önünü kapatacak her şeyi yapıparka bahçelerinde güneşlenmeye devam edecekler.

Astro-kirliliğin en yaygın ve en bilinen nedeni sokak lambalarıdır. Gece yaptığınız uçak yolculukları esnasında pencereden baktığınızda bile bu sokak lambalarının ışıklarını görebilirsiniz. Bu da lambaların sadece sokakları değil evrenin geri kalanını da aydınlattığını gösterir. Sadece altına ışık verecek şekilde korunaklı olmayan sokak lambaları bu konuda en suçlu olan gruptur. Bu tür lambalar kullanmayan belediyeler bir süre sonra daha yüksek watt lambalar almak zorunda kalırlar çünkü sokak lambasının ışığının yarısı gökyüzünü aydınlatmaktadır. İsraf edilen bu ışık kaynağı gök bilim araştırmaları için de engel teşkil etmektedir. 1999 yılında yapılan “Astronomik Gökyüzünü Koruma” başlıklı sempozyumda, katılımcılar gezegen etrafındaki karanlık noktaların kaybolmasından şikâyetçiydi. Burada sunulan bir araştırmaya göre israf edilen ışık, Viyana’ya 720.000, Londra’ya 2.9 milyon, Washington’a 4.2 milyon ve New York’a ise 13.6 milyon dolara mal olmaktadır (Sullivan ve Cohen 1999, s. 363-68). Dikkat ettiyseniz New York’la hemen hemen aynı nüfusa sahip olan Londra, elektriğini beş kat daha verimli kullanmaktadır.

Astrofizikçilerin ikilemi yalnızca uzaya yayılan ışık değildir. Alt atmosferde bulunan su buharı, toz ve birikintiler, yukarı doğru çıkan fotonları tekrar Dünya’ya döndürür. Bu da gökyüzünde şehir yaşamının etkilerinin oluşmasına sebep olur. Şehirler daha parlak alanlara dönüştükçe gökyüzünde parlaklığı düşük olan nesnelerin görülebilmesi de zorlaşacaktır.

Bu etkiyi abartmak zordur. Karanlık bir odadaki duvarı aydınlatan cep fenerinin ışığını tespit etmek kolaydır. Fakat parlaklığı giderek artan bir tavan lambasının ışığını görmek oldukça zor-

dur. Işık kirliliği altındaki gökyüzünde kuyruklu yıldız, nebula galaksi gibi gök cisimlerini tespit etmek ya çok zor ya da imkânsızdır. Orada doğup büyümeme rağmen New York sınırları içinde Samanyolu Galaksisi'ni görmem hiç mümkün olmadı. Times Meydanı'ndan gökyüzüne bakarsanız görebileceğiniz yıldız sayısı bir elin parmaklarını geçmez. Aynı yerden bu şehre ismini veren Peter Stuyvesant zamanında baksaydınız binlercesini görebilirdiniz. Eski dönemlerde yaşamış insanların ortak bir gökyüzü kültürleri vardı. Bugünkü insanlarsa gökyüzü hakkında hiçbir şey bilmiyorlar, sadece akşam yayınlanan diziler ortak kültürümüz hâline geldi.

Yirminci yüzyılda ışık kirliliği artan şehirler teknolojik bir sis yarattı. Bu nedenle gök bilimciler rasathanelerini Kanarya Adaları, And Dağları, ya da Hawaii'deki Mauna Kea gibi yerlere taşımak zorunda kaldılar. Arizona bölgesindeki Kitt Peak Ulusal Rasathanesi taşınmayan istisnalardan biridir. Burada çalışan gök bilimciler giderek büyüyen ve parlaklığı artan şehirden 50 mil öteye gitmek yerine, kalıp mücadele etmeyi tercih etti. Aslında bu kavgayı kazanmak tahmin ettiğinizden daha kolay. Yapacağınız tek şey insanların kapısının önündeki sokak lambalarını israf olduğunu söyleyerek koruyucu olanlarla değiştirmeye ikna etmek. Bu çaba sonunda şehir tasarruflu sokak lambalarına, gök bilimcilerse ihtiyaçları olan karanlık gökyüzüne kavuştular. Tucson/Pima şehri 8210 sayılı bir yasayla dış mekân ışıktandırmasına dair bir standart getirmiştir. Yasanın birinci kısmında amaç şu şekilde belirtilmiştir:

Yasanın amacı dış mekân ışıktandırmalarına bir standart getirmek, böylece gök bilim gözlemlerine gereksiz yere engel olmanın önüne geçmektir. Bu yasayla güvenlik, kullanışlılık ve verimliliği azaltmadan enerji tasarrufu sağlayan alet ve sistemlerin kullanımı, kurulumu ve yapımı desteklenecektir.

Daha sonraki 13 bölümde dış mekân aydınlatmasına dair oldukça katı kurallar sıralanmaktadır. En iyi bölüm olan 15. bölümde ise şunlar yazmaktadır:

Bu yasayı çiğneyecek herhangi bir eylemde bulunmak sivil suçlar kapsamına girer. Zararın devam ettiği her bir gün için ayrı ayrı cezai işlem uygulanacaktır.

Gördüğünüz gibi bir gök bilimcinin teleskobunun önüne ışık koyarsanız, barışçıl bir vatandaş aniden Rambo'ya dönüşebilir. Şaka yaptığımı mı düşünüyorsunuz? Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği (IDA) dünyada yukarı doğru elektrik yayan lambalara karşı savaşmak için kurulmuştur. Los Angeles polislerinin sloganına benzer olsa da, sloganları şu şekildedir: "Gece doğayı ve mirasımız olan karanlık gökyüzünü dış mekân aydınlatmalarına karşı koruyup savunacağımıza ant içeriz." Aynen bir suç işlediğinizde polisin aniden ortaya çıkması gibi IDA'yı da bir gün kapınızın önünde lambalarınızı sökerken bulabilirsiniz.

Aynı şey benim başıma da geldi. *Rose Center for Earth and Space*'in kapılarını ilk kez halka açtığımda IDA'nın genel müdüründen bir mektup aldım. Mektupta binaya giriş kapısının önündeki kaldırımında yukarı doğru ışık yayan bir sokak lambasının olduğu söyleniyordu. Bulduğumuz bina yaklaşık kırk katlıydı fakat bu durumla ilgili IDA bizi suçlu bulup mektubu bize göndermişti. Bu ışıklar hem kullanışlı, hem de dekoratifti. Aslında mektubun amacı New York'ta bu kadar ışık yayan lamba varken bizim kaldırımımızda bulunan lambayı sökmek değildi. Sadece Hayden Planetariumu'nun dünyanın geri kalanı için iyi bir örnek teşkil etmesi amaçlanıyordu. Fakat utanarak söylüyorum ki bahsi geçen lambalar hâlâ kullanılmaya devam ediyor.

Fakat kötü olan ışıkların hepsi yapay ışıklar değil. Dolunay ışığı tek başına çıplak gözle görülebilen binlerce yıldız ışığını yok eder. Dolunay, gece gökyüzünde görülen en parlak yıldızların

100.000 katı bir parlaklığa sahiptir. Ayrıca dolunayın yansıtma gücü de yarım ayın yansıtma gücünün on katından daha fazladır. Bu tür bir Ay ışığı, meteor yağmuru sırasında görülen meteorların sayısını bile ciddi derecede azaltır. Dünya'nın neresinde olursanız olun bu durum değişmez. Bu yüzden teleskobu eline almış hiçbir gök bilimci dolunayın olduğu zamanları tercih etmez. Ay'ın gelgit etkisiyle havuzlar ve deniz hayatını kara hayatına taşıyan başka canlıların olduğu doğrudur. Bu detaydan bağımsız olarak gök bilimciler, özellikle kozmologlar Ay hiç var olmasaydı daha mutlu olabilirlerdi.

Birkaç sene önce önemli bir markanın pazarlama müdürü beni aradı ve Ay'ı kendi markalarının logosuyla kaplamak istediklerini söyleyip bunun için nasıl bir yol takip etmeleri gerektiğini sordu. Telefon görüşmesinin etkisinden çıkınca pazarlama müdürünü geri arayıp bunun neden iyi bir fikir olmadığını anlatmaya çalıştım. Diğer kurumsal müdürlerden ise devasa büyüklükte parlak bir şekilde yazılmış sloganları gökyüzüne yansıtma ya da bir uçağın arkasına bağlayarak dolaştırma gibi fikirler duymuştum. Bu tür fikirleri her zaman ışık polisine şikâyet tehdidiyle yok ederim.

Modern yaşamın ışık kirliliği elektromanyetik tayfa kadar genişlemiş durumdadır. Gök bilimcilerin radyo dalgası pencereleri ve mikrodalgalar da tehdit altındadır. Modern zamanlarda radyo dalgalarının görünürlüğünü azaltan nedenler arasında cep telefonları, garaj kapılarını açıp kapatan anahtarlar, mikrodalga röle istasyonları, radyo ve televizyon vericileri, telsizler, polis radarları ve uydu iletişim ağları bulunmaktadır. Dünya'nın evrene açılan radyo dalga penceresi bu teknolojik sis tabakasının altında bulunur. Radyo tayfında kalan birkaç net bant da yüksek teknoloji hayatımıza girdikçe netliklerini kaybetmekte ve daralmaktadır. Parlaklığı çok düşük olan gök cisimleri üzerinde

çalışma yapmak oldukça güç bir hâl almaktadır.

Geçen yarım yüzyılda radyo gök bilimcileri pulsar, kuasar, uzaydaki moleküller ve büyük patlama teorisinin ilk kanıtı olan kozmik mikrodalga arka planı gibi pek çok önemli buluşa imza attılar. Hatta kablosuz iletişim bile radyo sinyalleriyle gerçekleşti. Modern radyo teleskopları o kadar hassas ki, Ay'daki iki astronot arasında geçen bir telefon konuşması, radyo gökyüzündeki en parlak kaynak olabilir. Marslılar cep telefonu kullanıyor olsaydı en güçlü radyo teleskoplarımız onları kolaylıkla yakalayabilirdi.

Federal İletişim Komisyonu radyo tayfı üzerinde halktan gelen yoğun ve çoğu zaman çelişkili isteklere tepkisiz kalmıyor. Komisyonun Tayf Yasası Görev Birimi elektromanyetik tayf kullanımını düzenleyen yasalar üzerinde incelemeler yapıyor. Bu incelemelerin amacı verimliliği ve esnekliği artırmak. Komisyon başkanı Michael K. Powell 19 Haziran 2002 tarihinde Washington Post'a komisyonun felsefesini "yönet ve kontrol et" yerine pazar odaklı bir felsefeye dönüştürmek istediğini söylemişti. Komisyon aynı zamanda radyo tayfı bantlarını nasıl konumlandıracağı ve bir konumun diğeriyle nasıl karışmayacağı konusunda da düzenlemeler yapacak.

Astrofizikçilerin kurduğu profesyonel bir birlik olan Amerikan Gök Bilim Kuruluşu kendi adına üyelerini bu konuda acilen toplanmaya çağırdı. Ben radyo frekanslarının gök bilimcilerin kullanımı için açık bırakılması gerektiğini söyledim. Durdurulamaz bir hareket olan Yeşiller hareketinde, ödünç kelime ve kavramlarla ifade edecek olursak, bu bantlar bir tür "elektromanyetik el değmemiş doğa" ya da "elektromanyetik ulusal park" olarak kabul edilmelidir. Bu alanlar insan üretimi olan radyo sinyallerinin herhangi bir türünden uzak tutulmalıdır.

Belki de en büyük problem Samanyolu'ndan uzak gök cisimlerinin dalga boyları uzadıkça radyo frekansı sinyallerinin

azalmasıdır. Kozmolojik Doppler etkisi denen bu olgu genişleyen evrenin imzası niteliğindedir. Bu yüzden tek bir “astro” frekansı yalıtmak ve en yakındaki galaksilerden, gözlemlenebilir evrenin en uçlarına kadar bütün bir kozmosun bu pencereden izlenebilir olduğunu söylemek mümkün değildir. Bu çaba devam edecek.

Bugün elektromanyetik tayfın her alanını incelemek için teleskopların kurulabileceği en uygun alan Ay’dır. Fakat Ay’ın Dünya’ya bakan yüzü değil. Hatta teleskopları bu yüzeye koymak Dünya’da herhangi bir yere koymaktan daha kötü sonuçlar verebilir. Ayın yakınlarından bakıldığında Dünya, Dünya’dan Ay’a bakılan bir alana göre on üç kat daha büyük ve elli kat daha parlak görünür. Ayrıca Dünya hiç durmaz. Sizin de aklınıza gelebileceği gibi medeniyetin iletişim sinyalleri Dünya’nın radyo dalgası, gökyüzündeki en parlak sinyallerdir. Bu yüzden gök bilimcilerin cenneti Dünya’nın asla ulaşamayacağı Ay’ın karanlık yüzüdür.

Dünya’nın olmadığı bir yerde Ay’a kurulan teleskoplar herhangi bir uzay cisminin yönünü elektromanyetik sızıntıyla kirlenme riski olmadan belirleyebilir. Ayrıca Ay’da gece vakti Dünya’nın 15 gününe denk gelir. Bu yüzden gökyüzündeki cisimleri izleyebilme süresi de artar. Ay’da atmosfer olmadığı için Ay’ın yüzeyinde gerçekleştirilen gözlemler Dünya yörüngesinden gerçekleştirilen gözlemler kadar başarılı olur. Tüm bunlar gerçekleşseydi Hubble Uzay Teleskobu şimdiki ününe asla kavuşmazdı. Işığı dağıtan bir atmosfer olmayınca, Ay’daki gündüz vakti de gece gibi karanlıktır. Herkesin favori yıldızı Güneş diskinin hemen yanında kolaylıkla görülebilir. Bundan daha temiz bir yer henüz bulunamadı.

Ay’la ilgili söylediğim önceki düşüncelerimden dolayı özür diliyorum. Belki de kapı komşumuz olan uydumuz ilerde gök bilimcilerin en iyi arkadaşı olur.

39. HOLLYWOOD GECELERİ

Gerçek bir film düşkünüyse, sürekli kitap okuyan birinin, kitapların filmlerden daha iyi olduğuna dair yorum yapması kadar sinir bozucu az şey vardır. Bu insanlar sürekli kitaplardaki karakterlerin derinliğinden ya da temanın ne kadar iyi örülmüş olduğundan bahsederler. Bence bu tür insanlar evlerinde oturup kitaplarını okumaya devam etsin ve film izleyen insanları rahat bıraksınlar. Bu durum tamamen ekonomik nedenlere dayanıyor. Film izlemek kitap almaktan hem daha ucuz, hem de daha az zaman tüketen bir aktivite. Bu antientelektüel tavrımla bilimsel kurguların filmlere taşınması konusunda sessiz kalmalıyım fakat kalamıyorum. Bazen film severlere eziyet eden bir kitap kurdu kadar rahatsız edici olabiliyorum. Yıllardır Hollywood filmlerinde kozmosla ilgili yapılan hataları gözlemliyorum. Artık kendimi tutmamaya karar verdim.

Listem düzeltilebilecek hatalardan oluşmuyor. Bu tür hatalar yapımcı ya da editörlerin yanlışlıkla gözden kaçırdıkları türden hatalar değil. Benim bahsettiğim hatalar bilgi ya da dikkat eksikliğinden kaynaklanan ve bilerek yapılmış hatalar. Küçük bir kontrolle aslında hepsi tamamen değiştirilebilir. Artık bu bahsettiğim filmlerdeki yazarlar, yapımcılar ya da yönetmenlerin hiçbirinin Astronomi 101 dersini bile almadıklarını düşünüyorum.

Haydi başlayalım.

Pek çok insanın en kötü on film listesine girebilecek yapıtlardan biri olan 1977 yapımı Disney filmi *Kara Delik*'in sonunda H. G. Wellsian uzay gemisi motor kontrolünü kaybedip bir kara deliğin içine düşer. Bundan daha büyük bir sanatsal malzeme olamaz. Peki, bu sahnenin nasıl canlandırıldığını düşünebiliyor musunuz? Mürettebatta ya da uzay aracının kendisinde kara deliğin gelgit kuvvetinden kaynaklı bir parçalanma görülüyor mu? Hayır. Einstein'ın tahmin ettiği gibi bir nispi zaman ge-

nişlemesi var mı? Ya da zamanın burada çok hızlı işlemesi mürettebatın kol saatlerine bakılarak görülebiliyor mu? Hayır. Bu sahnede kara deliğin etrafında dönen bir gaz diskinin olması güzel. Kara delikler kendilerine doğru düşen gazlara genellikle bunu yaptırırlar. Fakat madde ve enerjinin bu disk üzerinde yuvarlaktan düze doğru bir şekil alması yansıtılmış mı? Hayır. Kara deliğe doğru giden uzay aracı başka bir zamana doğru kayıyor mu? Evrenin başka bir alanına doğru kayıyor mu? Ya da tamamen başka bir evrene kayıyor mu? Bunların hepsinin cevabı hayır. Sinema anlamında oldukça verimli ve bilimsel anlamda oldukça bilgilendirici olacak bu sahneler yerine yapımcı ve yönetmenler kendimizi Carlsbad Mağaraları'nın sıcak ve puslu derinliklerinde ilerliyormuşuz hissi verecek bir kara delik betimlemeyi tercih etmiş. Filmde kara deliğin iç kısımları rutubetli, dikitleri ve sarkıtları olan bir mağara gibi gösterilmiş.

Bazı insanlar bu görüntülerin yönetmenin şiirsel ve sanatsal algılama gücünün bir yansıması olduğunu ve evrenin gerçeklerinden bağımsız olarak değerlendirilmesi gerektiğini söylüyorlar. Ama yukarıda bahsettiğim sahnelerin sıgılığına bakınca, yönetmenin daha çok bilimsel anlamda ne kadar yetersiz olduğunu görüyoruz. Düşünsenize bir bilim insanı sanat yaparken sanatın temel kurallarını tamamen göz ardı ediyor ve bunu yaparken bilimle uğraşmasından destek alıyor. Hiçbir bilim insanı üç göğüslü, yedi parmaklı ya da yüzünün ortasında kulakları olan bir kadın çiziyor mu? Daha basit bir örnek verecek olursak, bir bilim insanının dizleri yanlış şekilde tutturulmuş bir insan resmi çizmesi kabul edilebilir mi? Picasso gibi tamamen yeni bir sanat akımının öncülüğünü yapmıyorsa bu sorunun cevabı hayırdır. Buna rağmen tamamen yanlış bir insan figürü çizen sanatçı bize gidip anatomi dersi alması gerektiğini düşündürür.

Louvre'da sergilenen sanat eserlerindeki etrafı ağaçlarla çevrili

bir çıkmaz sokağın içine düşen Güneş ışığının bir çember oluşturmaması sanat mıdır, yoksa bilimsel bilgi eksikliği mi? Ressam Güneş tarafından dikey nesneler üzerinde oluşturulan gölgelerin birbirine paralel olacağının farkında değil midir? Bugüne kadar çizilmiş Ay resimlerinin çoğunun ya tam ay ya da hilal olması bilgi eksikliği midir sanat mıdır? Bir ayın yarısında tam ay ya da hilal hiç görünmez. Ressamlar gördüklerini mi çizmişlerdir yoksa görmek istediklerini mi? 1987 yapımı bir film olan *Someone to Watch Over Me* çekilirken filmin sinematografı beni arayıp tam Ay'ın Manhattan gökyüzünün neresinden ve nasıl yükselebileceğini sormuştu. Ona tam ayyerine çeyrek ya da kambur ay kullanmasını tavsiye etmiştim ama bunun etkili olmayacağını söylemişti.

Sanatsal ehliyet olmasaydı elbette ki sanatçıların bu dünyaya yaptığı yaratıcı fikirler bu kadar yoğun olamazdı. Empresyonizm ya da kübizm gibi akımlardan bahsedemezdik. Fakat iyi bir sanatsal ehliyeti kötü bir sanatsal ehliyetten ayıran şey, sanatçının yaratıcı fikirlere girişmeden önce elinin altındaki tüm bilgileri kontrol etmesine bağlıdır. Belki de Mark Twain bu konuda söylenebilecek en iyi sözleri söylemiştir:

Öncelikle gerçekleri öğrenin sonra bunları istediğiniz gibi eğip bükün. (1899, cilt. 2, böl. XXXVII)

1997 yapımı *Titanik* filminde, yapımcı ve yönetmen James Cameron hem özel efektler için büyük paralar harcamış, hem de geminin lüks tasarımına büyük emek vermiştir. Duvardaki lambalardan çini ve gümüşlere kadar hiçbir ayrıntı atlanmamıştır. Cameron geminin tasarımının batan gemiyle neredeyse birebir olmasına büyük önem vermiştir. Ayrıca 1912 yılının moda ve sosyal normlarını araştırarak filmdeki karakterlerin her birinin kıyafeti ve rolleriyle yakından ilgilenmiştir. Dönemle film arasında hiçbir uyumsuzluğun olmamasını sağlamak amacıyla derin

tarihi araştırmalar yapmıştır. Geminin dört duman bacasından yalnızca nn motorla bağlantısının olduğunu bilen Cameron, yalnızca üç bacadan duman çıkmasına bile dikkat etmiştir. Gerçekte Southampton'dan New York'a giden geminin hangi tarih ve saatte, hatta hangi eylem ve boylamda battığı bile bilmiyor. Cameron bu bilgileri de dikkate alarak filme yansıtmiştır.

Detaylara bu kadar önem veren bir yönetmen olan James Cameron'ın bu kader gecesinde yıldıızların ve yıldıız kümelerinin bulundukları konuma dikkat etmeyi de aklına getirdiğini düşünebilirsiniz.

Fakat dikkat etmemiştir.

Filmde geminin üzerinde görülen yıldıızlar gerçek gökyüzündeki yıldıızlarla hiçbir uyuma göstermez. Daha da kötüsü kadın kahraman bir odun parçasında, donan denizin üzerinde alçalıp yükselirken yıldıızlara bakar ve bizler de izleyiciler olarak gökyüzünü görürüz. Bu sahneden gökyüzünde sağ tarafta bulunan yıldıızlar sol tarafta bulunan yıldıızların ayna ile yansıtılmış hlidir. Daha fazla tembel olunamazdı herhlde. Yıldıızların bulunduğu konumu öğrenmek filmin bütçesine büyük bir zarar da vermezdi.

Aslında hiç kimse bugüne kadar Cameron'ın atal bıçakları bile doğru dizip dizmediğine bakmamıştır. Herhangi bir bilgisyar ve piyasadaki pek çok farklı program yoluyla herhangi bir yılın, herhangi bir gününün, Dünya'nın herhangi bir yerindeki gökyüzünün fotoğrafını görmek mümkündür.

Fakat filmin bazı sahnelerinde Cameron sanat ehliyetini anlamlı bir şekilde kullanmıştır. Gemi battıktan sonra l ya da diri binlerce insanı suyun üzerinde yüzerken görebilirsiniz. Tabii Ay'ın olmadığı bir gecede okyanusun ortasında aslında yalnızca gözünüzün önüne getirdiğiniz ellerinizi görmeniz mümkündür. Cameron, izleyiciler hikyenin devamını rahat izleyebilsinler

diye sahneye ışık eklemiştir. Işıklandırma yumuşak ve hassastır. Herhangi bir ışık kaynağından çıkmadığının anlaşılması için de herhangi bir nesnenin gölgesi oluşturulmamıştır.

Aslında bu hikâyenin mutlu bir sonu var. Pek çok kişinin bildiği gibi James Cameron modern zaman kâşiflerinden ve bilimsel olarak çok değerli keşiflere imza atmış durumda. Titanik'te yaptığı sualtı keşiflerin yanı sıra NASA'nın yüksek seviye tavsiye kurulunda da üyelik yapmıştır. New York'ta gerçekleşen bir etkinlik sırasında Cameron ve editörlerinin de katıldığı bir akşam yemeğine davet edildim. Cameron ile gökyüzündeki yıldızların konumu hakkında konuştum ve ona konuyla ilgili bilgi verdim. Dikkatle dinledikten sonra bana "Film dünya çapında milyar dolarlık hasılat yaptı. Bir de gökyüzünü doğru yansıtsam bu ne kadar daha yükselirdi düşünsene!" dedi.

Hayatımda hiçbir zaman bu kadar nazik ve sessiz kalmamıştım. Böyle bir konuyu yemekte açtığım için utanarak sessizce yemeğimi yemeye devam ettim. İki ay sonra planetaryumdaki ofisime bir telefon geldi. Arayan kişi James Cameron'ın post prodüksiyon ekibinden bir uzmandı. Titanik filmi üzerinde bazı düzeltmeler yaparak koleksiyoncular için yeni bir versiyon çıkaracaklarından bahsetti ve benden o gece için gerçek bir gökyüzü fotoğrafı istedi. Bu istek üzerine Kate Winslet ve Leonardo DiCaprio'nun kafasını çevirebileceği her tarafın doğru fotoğraflarını bularak uzmana gönderdim.

Hayatımda ilk kez kozmik bir hatayı düzeltmek için yazdığım mektubu, 1991 yapımı romantik komedi *L.A. Story*'yi izledikten sonra yazdım. Filmin senaristi ve yönetmeni Steve Martin'di. Bu filmde Martin, Ay'ı zamanın geçişini anlatmak amacıyla hilal şeklinden başlayarak tam ay hâline kadar kullanmış. Ay gökyüzünde geceden geceye görünüyor. Hikâyesinin çizgisinde evrenle ilişki kurmaya çalışan Martin'i tebrik ediyorum fakat kullandığı

Ay yanlış yerde doğuyor. Dünya'nın kuzeyindeki herhangi bir noktadan bakıldığında Ay yeryüzünü sağdan sola doğru aydınlatır.

Ay ince bir hilal şeklindeyken Güneş, Ay'ın 20 ya da 30 derece sağında bulunur. Ay, Dünya'nın yörüngesindeyken, Güneş'le arasındaki mesafe arttığı için görünen yüzeyi de daha fazla ışığa maruz kalır. 180 derece açıda yüzde yüzü görünür hâle gelir. Aylık olarak gerçekleşen Dünya-Güneş-Ay konfigürasyonu *sizigi* olarak adlandırılır. Steve Martin'in Ay'ı ise soldan sağa doğru ilerliyor yani aslında geriye gidiyordu.

Martin'e oldukça kibar ve saygılı bir mektup yazdım çünkü kozmik bir gerçekliğin farkında olmak isteyeceğini düşündüm. Fakat ne yazık ki hiçbir karşılık alamadım. O zamanlar yeni mezun olmuş ve dikkate alınmayacak biri olmamın bu durumda etkisi olmuş olabilir.

1983 yapımı *The Right Stuff* da içinde pek çok yanlışlık barındıran filmler arasındadır. Benim favori geçişimde Chuck Yeager ses hızından daha hızlı uçuyor ve 80.000 fite yükselerek yeni bir rekora imza atıyordu. Bu sahnenin herhangi bir bulut türünün nadiren görüldüğü Kaliforniya Mojave Çölü'nde çekilmiş olmasının hesaba kattığımızda, Yeager gökyüzüne yükselirken pek çok bulutu görmemizin mümkün olması oldukça tuhaftır. Bu hata muhtemelen meteorologları daha fazla tedirgin etmiştir çünkü 20.000 fitin üzerinde böyle bulutların olması mümkün değildir.

Görsel destek dışında izleyicinin bir uçağın uçuş hızı hakkında içgüdüsel bir bilgiye sahip olmadığını düşünüyorum. Bu yüzden amacı da anlıyorum. Fakat filmin yönetmeni Philip Kaufman'ın pek çok seçeneğı vardı. Sirüs bulutları ya da parlak bulutlar çok yüksek düzlemlerde bulunurlar. Hayatınızın bir döneminde mutlaka bunları öğrenmek zorunda kalmış olduğunuzu düşünüyorum.

Carl Sagan'ın 1983 yılında yayımladığı aynı adlı kitabından esinlenerek çekilen 1997 yapımı *Contact* filmi de pek çok utan-dırıcı astro gafa yer verir. *Ben filmi izledim fakat kitabı okuma-dım fakat kitabı okuyan herhangi biriyle konuştuğumda kitabın filmde çok daha iyi olduğunu söylüyor.* Bu filmde insanlar evrenin bir yerinde akıllı varlıklar bulsa ve bunlarla iletişime geçse neler olacağı anlatılıyor. Başkahraman astrofizikçi ve uzaylı avcısı aktris Jodie Foster, matematiksel olarak imkânsız bir for-mül yazıyor. Eski bir rahip olan sevgilisi Matthew McConaughey ile Dünya'daki en büyük radyo teleskobunun önünde otururken Foster şunları söylüyor: "Galakside 400 milyar yıldız varsa ve bir milyon yıldızın içinde sadece birinin etrafında gezegenler varsa ve bunlardan oluşan bir milyon gezegenden sadece birinde hayat varsa, hayat olan gezegenlerden milyon tanesinin yalnızca biri-nin içinde zekâsı olan varlıklar varsa bile keşfetmemiz gereken milyonlarca gezegen var demektir." Yanlış. Bu hesaplamalara göre üzerinde zekâsı olan varlıkların bulunduğu gezegen sayısı 0.0000004 'tür ve bu sayı "milyonlarca" ifadesinden çok daha küçüktür. Ekranlarda milyonlarca ifadesi daha güzel görünüyor olabilir fakat bu güzellik için yanlış matematik yapılmaz.

Aslında Foster'ın yaptığı bu yanlış hesaplama Drake denk-lemini anlatmaktadır. Adını kendisini galaksideki zekâyı bul-maya adanmış gök bilimci Frank Drake'den alan denklem, galak-sideki toplam yıldız sayısından yola çıkar. Bu nedenle filmin en önemli sahnelerinden biri budur. Peki, bu gaf için kimi suçla-malıyız? Evet, yanlış kelimelerle yapılmış fakat suçu altyazılara yüklemek yanlış olur. Bence burada suçun büyüğü Jodie Fos-ter'ın. Neticede sözler onun ezberinde var, söylemeden önce en azından kontrol etmesi gerekirdi. Ayrıca bildiğim kadarıyla ken-disi Yale Üniversitesi'nden mezun ve bu hesabı yapacak kadar matematik bilgisi olduğunu düşünüyorum.

1970 ve 1980'li yıllarda ünlü bir dizi olan *As The World Turns* başlarken Güneş doğar, dizinin sonunda ise batardı. Bu durum dizinin ismine yapılmış güzel bir göndermeydi. Fakat maalesef yanlıştı. Hiç kimse Kuzey Yarımküre'de yılın herhangi bir gününde Güneş'in ufkun hangi noktasında ya da hangi açıyla doğduğuna ya da battığına dikkat etmez. Fakat Güneş doğduğu noktanın sağına doğru yükselirken, günün sonunda yine açının sağından batar. Dizide Güneş doğarken sola doğru kayıyordu. Muhtemelen bu sahne Güneş batarken çekilmişti ve dizi başlarken tersine doğru oynatılıyordu. Ya da geriye iki ihtimal kalıyordu: Ya diziyi çekenler erken kalkıp Güneş'in doğuşuna yetişemeyecek kadar uykuluydu, ya da Güneş'in doğuşunu Güney Yarımküre'de çekmiş ve batışına Kuzey Yarımküre'de yetişmişlerdi. Herhangi bir astrofizikçiye danışsalar, onlara bütçelerini zorlamadan doğru sahneyi yaratacakları öneriler verebilirdik. Mesela Güneş'in batış sahnesini geriye sarmak yerine ayna görüntüsünü yansıtırsalar doğru sahneye ulaşmış olurlardı. Bu şekilde herkesin ihtiyacı karşılanmış olurdu.

Astro cehalet maalesef film ya da dizi sınırlarını aşmış, Louvre müzesine kadar ulaşmıştır. New York'taki Büyük Merkez Terminali'nin yıldızlarla kaplı ünlü tavanı binlerce yolcunun üzerinde yükselir. Eminim bu tavanı boyayanların mükemmel bir gökyüzü çizmek gibi bir amaçları vardı. Fakat bu üç kanvas binlerce yıldızın bulunduğu yaklaşık on adet yıldız takımını resmeder ve bu takımların her biri Samanyolu'nun yanından geçtiği zamanki parlaklıklarıyla gösterilmiştir. Gökyüzünün yeşilimsi rengini bir kenara bırakalım fakat resimde gökyüzü geriye gitmektedir. Evet, yanlış duymadınız. Bu yöntemin Rönesans döneminde sıklıkla kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Bu dönemde Dünya maketleri yapanlar da gökyüzünü bu yöntemle göstermiştir. Bu durumda resme bakan biri gökyüzünü dışarıdaki gizemli bir yerden

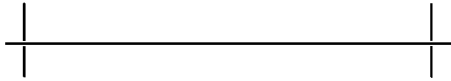
izlemektedir. Bizim boyutumuzdan daha küçük kürelerde işe yarasa da, bu kadar büyük bir resimde bu yöntemi kullanmak tamamen anlamsız olmuştur. Gökyüzünün geriye gitmesinden bağımsız olarak Betelgeuse ve Rigel doğru yere koyulmuş olsa da, Orion bulunduğu yerden daha önde konumlandırılmıştır.

Astrofizik, bilgisiz sanatçıların göz ardı ettiği tek bilim değildir. Doğa bilimciler bu konuda daha dertlidir. Birisi bana filmlerde kullanılan yunus türlerinin çıkarmadığı seslerle gösterildiğini söylemişti. Bazı bitkilerin asla yetişemeyecekleri bölgelerde gösterildiğini, topraklar üzerinde gösterilen kayanın asla aynı yerde olamayacağını, kullanılan geyiklerin çıkardığı seslerin o bölgede yaşayan geyikler tarafından çıkarılamayacağını, film kışın ortasında geçmesine rağmen akçaağaçların yaprak dökmemiş olduğunu söyleyenler oldu.

Hayatımın bir sonraki aşamasında hayal gücü ve yeteneği yüksek insanlara bilimi öğretebileceğim bir okul açıp bilinçli sanatçılar yetiştirmek istiyorum. Mezun olduktan sonra hakkında her şeyi bildikleri doğayı hayal güçleri doğrultusunda istedikleri kadar eğip bükebilirler.

Yedinci Bölüm

Bilim ve Tanrı



ÇARPIŞMAYI BİLMENİN YOLLARI

40. BAŞLANGIÇ

(Bu makale, 2005 yılında, Amerika Fizik Enstitüsü'nün düzenlediği "Bilim Yazıları" yarışmasında birinci olmuştur.)

Fizik maddeyi, enerjiyi, uzayı, zamanı ve evrende bunlar arasında meydana gelen etkileşimi açıklar. Bilim insanlarının şu anki bulgularına göre tüm biyolojik ve kimyasal olgular kozmik tiyatrodaki dört karakterin arasında geçmektedir. Bize dünyalılar olarak temel ve tanıdık gelen her şey fizik kuralları içinde yer alır.

Hemen hemen her bilimsel alanda ve özellikle fizikte keşfin sınırı, ölçümün sınırıyla bağlantılıdır. Bir kara deliğe komşu olmak gibi ölçümün en uç durumlarında, çekimin uzay-zaman sürekliliğini büktüğünü görürsünüz. Enerjinin sınırında ise on milyon derece sıcaklıktaki yıldızların merkezinde termonükleer füzyonlar gerçekleşir. Hayal edebildiğiniz her şeyin sınırı evrenin ilk dakikalarında olduğu gibi çok sıcak ve yoğun bir uca dayanır.

Günlük yaşamın fiziğin uç noktalarından tamamen arındırılmış olduğunu söylemekten mutluluk duyuyorum. Normal bir sabahta yataktan kalkıp evin içinde dolaştıktan sonra bir şeyler yiyip dışarı çıkarsınız. Gün bitene kadar sevdiklerinizden beklen-

tiniz, eve döndüğünüzde onları bıraktığınız gibi tek parça bulmaktır. Fakat düşünsenize, ofise varıyorsunuz ve saat 10'da gerçekleşecek önemli bir toplantıya giderken aniden tüm elektronlarınızı kaybediyorsunuz ya da daha kötüsü vücudunuz atomlarına kadar parçalanıyor. Ya da masanızdaki ışık eşliğinde yapılması gereken işlerinizi yaparken birisi gelip tavandaki ışığı açıyor ve birden bir duvardan bir duvara savrulmaya başlıyorsunuz, bu durum açık pencereden dışarıya düşene kadar devam ediyor. Ya da işten sonra sumo güreşi izlemeye gittiğinizi düşünün. Buradaki güreşçiler birbirlerine çarpıp patlıyorlar ve birer ışık topuna dönüşüyorlar. İlginç olmaz mıydı?

Bu sahneler sık sık yaşansaydı, modern fizik bugün bizim için o kadar da tuhaf bir alan olmazdı. Bu alanın bilgi temellerine günlük hayatımızda da rastlardık ve muhtemelen sevdiklerimiz bizi işe göndermezdi. Evreninin ilk oluşum dakikalarına gidersek bunlar o zamanda oldukça normal durumlardı. Bu durumu anlamak için fizik kurallarının sıcaklık, yoğunluk ve basınç sınırlarında nasıl uygulandığına dair ortak düşünceler geliştirebilmeliyiz.

Sizi $E=mc^2$ dünyasına davet ediyorum.

Albert Einstein bu ünlü formülünü ilk olarak 1905 yılında “Hareket Eden Cisimlerin Elektrodinamiği” isimli bir makalesinde yazmıştı. Özel İzafiyet Teorisi olarak bilinen bu denklem zaman ve uzay kavramlarının anlamlarını radikal bir biçimde değiştirdi. Henüz 26 yaşında olan Einstein, bir sonraki yıl “Kütlelenin Eylemsizliği Enerji İçeriğine mi Bağlıdır?” isimli oldukça kısa makalesiyle formülüne açıklık kazandırmak istedi. Sizi orijinal makaleyi bulma zahmetinden kurtararak cevabın “evet” olduğunu söylemek isterim. Einstein makalede şunları yazmıştır:

Bir madde enerjiyi radyasyon şeklinde yayarsa kütlesi E/c^2 şeklin-

de azalır. Bir maddenin kütlesi onun enerji içeriğinin ölçüsüdür; enerji E kadar değişirse kütle de aynı şekilde değişir. (1952, s. 71)

Cümlesinin gerçekliğini ortaya koymak için şöyle devam eder:

Enerji içeriği yüksek derecede değişken olan radyum tuzları gibi maddelerle bu teorinin geçerliliğini sınamak imkânsız değildir. (1952, s. 71)

Bu formülde maddeyi enerjiye ve enerjiyi maddeye dönüştürmek için gerekli tüm tarif verilmiştir. Bu basit cümlelerle Einstein astrofizikçilere $E=mc^2$ gibi bir hesaplama aracı vermiştir. Bu sayede astrofizikçilerin evrenin doğuşundan bir saniye sonrakı sonsuz küçük değerlerde olan fraksiyonlara kadar gidebilme-lerinin yolu açılmıştır.

En bilinen enerji formu kütesiz ve indirgenemez ışık partikülü olan fotonlardır. Bizler sonsuz bir foton banyosunun içinde bulunuruz. Güneş, Ay, yıldızlar, ampuller, gece lambaları gibi her şey foton kaynağıdır. Bu yüzden aslında her gün $E=mc^2$ formülünü de deneyimleriz. Görünür ışık fotonlarının enerjileri atomaltı partiküllerin enerjilerinden çok daha yüksektir. Bu fotonların nispeten olaysız ve mutlu bir hayat sürmeleri oldukça normaldir.

Biraz aksiyona ne dersiniz? Gerçek enerjiye sahip gama ışını fotonlarıyla başlayabiliriz. Bu fotonların enerjileri görülebilir ışık fotonlarının enerjilerinden 200.000 kat daha fazladır. Maruz kaldığınızda hemen kansere yakalanabilirsiniz fakat bundan önce elektronun madde ve antimadde olarak ayrıldığına şahit olursunuz. Bir zamanlar fotonların bulunduğu alanda evrenin dinamik çifti gezinmeye başlar. İzlemeye devam ederseniz elektronun madde ve antimadde partiküllerinin çarpışıp birbirini yok ettiğini ve yeniden gama ışını fotonu ortaya çıkardığını görürsünüz. Işık enerjisini 2000 kat daha artırırsak gama ışınları sıradan bir insanı Hulk'a çevirebilecek seviyeye gelir. Bu foton

çiftleri artık daha büyük nötron, proton ve bunların antimadde-lerini oluşturabilecek kadar yüksek enerjiye sahiptir.

Yüksek enerji fotonları sadece herhangi bir yerde asılı kalmaz. Yerin hayali olmasına gerek yoktur. Gama ışınları için birkaç milyar dereceden daha sıcak herhangi bir ortam oldukça uygundur.

Birbirine dönüşen partikül ve enerji paketlerinin kozmolojik açıdan önemi büyüktür. Işığın her boşluğu kaplayan mikrodalga banyosu ölçümleriyle hesaplanan, genişleyen evrenin şimdiki sıcaklığı yalnızca 2.73 Kelvin derecedir. Görünür ışık fotonları gibi mikrodalga fotonları da $E=mc^2$ formülüne dâhil olmak için fazla soğukturlar. Aslında bilinen partiküllerden hiçbiri bu formüle eş zamanlı dâhil olmaz. Dün evren bugüne göre biraz daha küçük ve sıcaktı. Daha önceki gün ise daha da küçük ve daha da sıcaktı. Bu süreci bundan 13.7 milyar yıl önceye kadar götürmek mümkün. Bu zamana gittiğimizdeyse büyük patlamayla oluşmuş sıcak bir çorba kâsesiyle karşılaşırız. Bu dönemde kozmosun sıcaklığı astrofiziğin ilgisini çekecek kadar yüksektir.

Evren başlangıçtan beri genişleyip soğurken uzay, zaman, madde ve enerjinin davranışları, şu ana kadar anlatılmış en mükemmel hikâyelerden biridir. Bu kozmik cadı kazanında neler olduğunu açıklamak için doğanın dört kuvvetini bir araya getirip fiziğin birbiriyle yıldızı barışmayan iki dalını da barıştırmamız gerekir. Bunlar küçük nesneler üzerine çalışan kuantum mekaniği ve büyük nesneler üzerine çalışan Genel İzafiyet Teorisi'dir.

Yirminci yüzyılda kuantum mekaniği ve elektromanyetizma arasında iyi bir etkileşim gerçekleşince, bilim insanları aynı durumun kuantum mekaniğiyle Genel İzafiyet Teorisi arasında da yaşanabileceğini düşünüp kuantum çekim teorisi oluşturmaya çalıştılar. Henüz bitiş çizgisine ulaşmayan bu çalışmanın en büyük engellerle karşılaşacağı dönem Planck dönemidir. Baş-

langıçtan 10^{-43} saniye sonrasını ifade eden bu dönem, evren 10^{-35} metre kadar büyümeden gerçekleşmiştir. Hayal edilemez derecede küçük bu birimlere ismini veren Alman fizikçi Max Planck, 1900 yılında nicelenmiş enerji kavramını ortaya atmış ve kuantum mekaniğinin babası olma unvanını kazanmıştır.

Endişelenmeye gerek yok. Kütle çekimi ve kuantum mekaniği arasındaki çatışma, evrenin işlerliğine karşı herhangi bir tehdit oluşturmamaktadır. Astrofizik genel izafiyet ve kuantum mekaniğinin doktrin ve araçlarını çok farklı problemlere karşı kullanmaktadır. Fakat başlangıçta, yani Planck dönemde büyük küçüktü ve bu yüzden kuantum mekaniğiyle Genel İzafiyet Teorisi arasında bir bağlantı kurmak gerekiyor. Fakat ne yazık ki şu ana kadar oluşturulmuş hiçbir fizik yasası evrenin başlangıç zamanı davranışlarını açıklamaya yetecek bir açıklama getirmiş değil.

Planck dönemi sonunda doğanın kuvvetleri hâlâ birleşik hâldeyken, kütle çekimi bağımsız bir kimlik kazanarak mevcut teorilerle açıklanabilir hâle gelmiştir. Evren 10^{-35} saniyelik zamanını tamamlarken genişleyip soğumaya devam ediyordu. Birleşik kuvvetlerden geriye bölünmüş zayıf elektrik gücüyle yüksek nükleer güçler kalmıştı. Daha sonra elektrik açısından zayıf güçler elektromanyetik ve zayıf nükleer kuvvetler olarak ikiye ayrıldı. Bildiğimiz ve sevdiğimiz dört temel kuvvet ise radyoaktif çürüme, çekirdekleri bağlayan yüksek kuvvet, molekülleri bağlayan elektromanyetik kuvvet ve büyük maddeleri bağlayan kütle çekimini kontrol eden zayıf güçle kaldılar. O zamana kadar evrende sadece saniyenin trilyonda biri kadar zaman geçmişti. Fakat farklı bir şekle bürünmüş kuvvetler ve diğer kritik bölümler evreni temel özellikleriyle doldurmuştu.

Evren ilk saniyenin trilyonda biri kadar bir zaman geçirmişken, madde ve enerji arasındaki ilişki aralıksız devam ediyordu.

Elektrik açısından zayıf ve güçlü kuvvetlerden hemen önce, bunların sırasında ve sonrasında evren kuark, lepton ve bunların antimaddeleriyle doluydu. Ayrıca bu maddeler arasında etkileşimin gerçekleşmesini sağlayan bozonlar da bulunuyordu. Bu partikül ailelerinden hiçbirinin daha küçük parçalara ayrılama-yacağı düşünülüyor. Ne kadar temel olsalar da, her biri farklı tür-ler hâlinde ortaya çıkmaktadır. Görülebilir ışık fotonları bozon ailesine mensuptur. Elektronlar ve nötrinolar fizikçi olmayanlar için lepton ailesinden gelen en tanıdık maddelerdir. En tanıdık kuarklar diye bir kategoriye yoktur. Türlerinin her birinin hiçbir felsefi, dilsel ya da pedagojik bir amaca hizmet etmeyen soyut isimleri vardır.

Bu arada bozonların ismi Hint bilim insanı Satyendranath Bose'dan gelir. Lepton isminin kökeniyse Yunanca ışık ya da küçük anlamına gelen leptos kökünden gelir. Kuarkın ise daha edebi ve daha orijinal bir kökeni vardır. 1964 yılında kuarkların varlığını tespit eden fizikçi Murray Gell-Mann, o dönemde bu ailenin sadece üç mensubu olduğunu düşünmüştü ve James Joyce'un *Finnegans Wake* (*Finneganın Vahı*) isimli kitabında geçen "Three quarks for Muster Mark!" satırından ismi ödünç almıştı.

Kuarklar garip bir şekilde kabadır. Elektrik yükleri +1 olan protonların ve elektrik yükleri -1 olan elektronların aksine kuarkların fraksiyonel yükleri vardır. Ayrıca bir kuarkı tek başına yakalamanız mümkün değildir, her zaman yanındaki bir başka kuarka bağlı hâlde bulunur. Aslında iki ya da daha fazla kuarkı bir arada tutan kuvvet siz onları ayırmaya çalıştıkça artar. Kuarkı ayıracak kadar güç uyguladığınızda lastik bant patlar ve depo-lanan enerji $E=mc^2$ olarak ortaya çıkıp yeniden kuarkları bir-birine bağlar. Böylece başladığınız noktaya geri dönmüş olu-rsunuz.

Kuark-lepton döneminde evren, bağlı olmayan kuarklarla bağlı olan kuarklar arasında ortalama bir ayrımı yapabilecek kadar yoğunlu. Bu koşullar altında bağlı kuarklar arasındaki birliktelik gelişigüzel kurulamazdı. Ayrıca her biri bir diğetine toplu bir şekilde bağlanmak yerine serbestçe hareket ediyordu. Maddenin bu hâlinin keşfi ilk olarak 2002 yılında Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda çalışan fizikçiler takımı tarafından sunulmuştur.

Güçlü kuramsal kanıtlar, güçlerin birinin ayrıldığı dönemler kadar erken bir dönemde, evrenin tamamen asimetrik olduğunu ortaya koymaktadır. Antimadde partikülleriyle madde partikülleri arasında hiçbir uyum söz konusu değildir. Bir madde antipartikülüne milyarlarca partikül düşmektedir. Nüfustaki bu ufak farklılık sürekli kuark-antikuark, elektron-antielectron ya da nötrino-antinötrino yaratma, yok etme, tekrar yaratma aşamalarında hemen hemen hiç fark edilmemiştir. Dışarıda kalan maddenin yok etmek için fazlaca seçeneği olduğundan başlarda bu durum dikkatten kaçmıştır, fakat uzun süren bir dönem değildir. Kozmos genişleyip ısı azaldıkça Güneş Sistemi büyüklüğüne ulaşmış ve sıcaklığı trilyonlarca derece düşmüştür.

Bunlar olurken evrenin oluşumunun üzerinden yalnızca saniyenin milyonda biri kadar zaman geçmiştir. Artık sıcaklığını kaybetmeye başlayan evren, kuarkları pişirmek için yeterli yoğunluk ve ısıya sahip değildir. Bu yüzden kuarklar partnerleriyle birleşip Yunanca kalın kökünden gelen hadron isimli yapıları oluşturmuştur. Kuarktan hadrona geçiş proton ve nötronların oluşumuyla sonuçlanmıştır. Daha az bilinen ağır partiküller de bu sırada oluşmuştur. Bunların hepsi farklı kuark türleriyle kombinasyonlar oluşturmuştur. Madde ve antimadde arasındaki asimetri, kuark-lepton çorbasının sıra dışı sonuçlar yaratarak hadron çorbasına dönüşmesine neden olmuştur.

Evren soğudukça temel partiküllerin aniden oluşması için gerekli enerji miktarı da azalmıştır. Hadron döneminde fotonlar artık $E=mc^2$ formülündeki gibi kuark-antikuark çiftleri yaratamıyorlardı. Geriye kalan yok olmalardan meydana gelen fotonlar da genişleyen evrende enerjilerini kaybettiler ve hadron-anti-hadron çifti yaratabilecek barajın altına düştüler. Her milyar tane yok olmadan geriye sadece bir tek hadron yaşayabiliyordu. Yalnız partiküllerse sonunda galaksi, yıldız, gezegen ve insanların oluşumuna yarayacaktı.

Madde ve antimadde arasında milyonda bir kadar büyük bir asimetri olmasaydı, evrendeki kütlenin hepsi yok olurdu. Bunun sonucundaysa evren sadece fotonlardan oluşan bir ışık boşluğuna dönüşürdü.

Şimdiye kadar evren oluşalı bir saniye oldu.

Evren bir saniyede birkaç ışık yılı kadar büyüdü. Bu mesafe Güneş ve en yakın komşuları arasındaki mesafe kadardır. Milyar derece sıcaklıkta hâlâ elektron pişirme ve onların pozitron adı verilen antimaddelerini yaratma gücü vardı. Fakat büyümeye ve soğumaya devam eden evrende bu maddelerin günleri sayılıydı. Hadronlar için gerçekleşen senaryo elektronlar için de gerçek olacaktı. Sonunda milyarlarcası içinden tek elektron hayatta kaldı. Gerisi antimaddeleri olan pozitronlarla foton denizinin içinde kayboldu.

O andan itibaren her proton için bir elektron vardı. Evren soğumaya devam etti ve 100 milyon derecenin altına düştü. Bu dönemde protonlar hem proton hem de nötronlarla birleşip atom çekirdeğini meydana getirdi. Oluşan atom çekirdeklerinin yüzde doksanı hidrojen, yüzde onu ise helyumdur. Yüzde onluk kısmın içinde çok az miktarda döteryum, trityum ve lityum da vardı.

Evrenin oluşumu üzerinden iki dakika geçmişti.

Daha sonraki 380.000 yılda partikül çorbasında büyük değişiklikler olmadı. Bu dönemdeki sıcaklık elektronların fotonlar içinde serbestçe dolaşıp onları sağa sola itmesine izin verecek seviyedeydi.

Tüm bu özgürlük evrenin sıcaklığı 3000 Kelvin derecenin altına düşünce son buldu. Bu sıcaklık şu anki Güneş'in sıcaklığı kadardır. Bu sıcaklıkta tüm elektronlar serbest bir çekirdekle birleşti. Bu sayede evrendeki ilk atom ve partiküllerin oluşum aşaması tamamlandı.

Evren genişlemeye devam ettikçe fotonların enerjisi de düşmeye devam etti. Görünür ışık, kızılötesinden mikrodalga boyutuna geriledi.

Daha sonra detaylı bir şekilde anlatacağımız gibi astrofizikçiler her yerde 2.73 derecedeki mikrodalga fotonlarının izini aramaktadır. Bu fotonların gökyüzündeki modelleri atomlar oluşmadan hemen önceki maddenin dağılımının bir anısı gibidir. Buradan evrenin yaşı ve şekline dair pek çok çıkarım yapabiliriz. Artık atomlar günlük hayatımızın bir parçası hâline gelmiş olsa da Einstein formülünün daha yapacak çok işi vardır. Enerji alanlarından sürekli madde antimadde çiftlerinin yaratıldığı Güneş'in merkezindeki partikül hızlandırıcıları her saniyede 4.4 milyon ton maddeyi enerjiye çevirir. Bu durum her yıldızın merkezinde gerçekleşmektedir.

Aynı zamanda madde antimadde partikülleri kara deliğin kütle çekim enerjisinde yok olma risklerine rağmen hemen kara deliğin kenarında oluşmaktadır.

Stephen Hawking bu süreci ilk olarak 1975 yılında anlatmıştır. Bu mekanizmayla kara deliğin kütlesi yavaş yavaş buharlaşmaktadır. Bir başka ifadeyle, kara delikler tamamen kara değildir. Bugün bu olgu Hawking radyasyonu olarak bilinir ve $E=mc^2$ formülünün devam eden verimini gösterir.

Peki, bunların hepsinden önce neler oldu? Başlangıçtan önce neler oluyordu?

Astrofizikçilerin bu konu hakkında bir fikirleri yok. Ya da bizim en yaratıcı düşüncelerimiz bile deneysel bilim alanında bir karşılık bulamıyor. Fakat dini inancı olan bazı kişiler bunları başlatan bir gücün olduğunu düşünmektedir. Bu güç her şeyin kaynağı olabilecek kadar güçlü bir ilk harekettir.

Böyle bir insanın kafasında elbette ki bu gücün karşılığı tanrıdır.

Fakat ya evren her zaman bizim henüz tanımlayamadığımız bir hâlde bulunduğu yerdeyse? Ya da çoklu evrenlerin bir parçasıysa? Ya da evren de kendini oluşturan parçalar gibi bir hiçlikten meydana geldiyse?

Böyle cevaplar kimseyi tatmin etmez. Yine de bir araştırmacının her zaman ileri taşıdığı sınırlarını görmek açısından iyidir. Sorgulamadan inanan insanlar için evrenin bilineni ve bilinmeyenini arasında araştırılacak, sorgulanacak hiçbir şey yoktur. Bu aslında muazzam bir ikilemdir. Evren her zaman vardı cevabı aslında “Başlangıçtan önce ne vardı?” sorusunun karşılığı değildir. Fakat herhangi bir dine inanan pek çok insan için bunun cevabı “tanrı vardı” olacaktır. O zaman soruyu belki de onlar için şöyle değiştirmek gerekiyor: “Peki tanrıdan önce ne vardı?”

Kim olursanız olun, her şeyin nasıl ve nerede başladığını bilmek duygusal bir hareketliliğe neden olur. Sanki her şeyin başlangıcını bilmek size ihsan edilmiş gibi hissedersiniz. Aslında yaşamın kendisi için doğru olan şey evren için de doğrudur. Nereden geldiğimizi bilmek en az nereye gideceğimizi bilmek kadar önemlidir.

41. KUTSAL SAVAŞLAR

Üniversitede verdiğim halka açık derslerde, konuşmanın sonunda sorularını sormaları için mikrofonu izleyicilere veririm. Konuların gidişatı genellikle tahmin edilebilir olur. İlk olarak dersle ilgili sorular gelir. Daha sonra astrofiziğin daha dikkat çekici olan kara delikler, kuasarlar ve büyük patlama teorisi gibi konularından sorular gelmeye başlar. Soruları cevaplamaya yetecek kadar sürem varsa ve Amerika'daysam konu bir şekilde tanrıya bağlanır. En çok sorulan sorular şunlardır: "Bilim insanları tanrıya inanır mı?" "Siz tanrıya inanıyor musunuz?" "Sürdürdüğünüz çalışmalar dine olan bakışınızı kötü yönde mi iyi yönde mi etkiliyor?"

Yayınevi sahipleri tanrı işinde çok para olduğunun farkında. Özellikle yazar bir bilim insanıysa ve kitabın başlığında tanrı ve bilim konuları bir arada kullanılıyorsa gözleri parlıyor. Bu konuda başarı yakalamış kitaplar da var. Robert Jastrow'un *God and the Astronomers* (Tanrı ve Gök bilimciler), Leon M. Lederman'ın *The God Particle* (Tanrı Parçacığı), Frank J. Tipler'in *The Physics of Immortality: Modern Cosmology, God, and the Resurrection of the Dead* (Ölümsüzlüğün Fiziği: Modern Kozmoloji, Tanrı ve Ölülerin Dirilişi), Paul Davies'in *God and the New Physics* (Tanrı ve Yeni Fizik) ile *The Mind of God* (Tanrının Zihni) isimli kitapları bunların arasındadır. Adı geçen yazarların her biri ya ünlü bir fizikçi ya da astrofizikçidir. Kitaplar din üzerine olmasa da Tanrı'yı astrofiziksel anlamda sorgulamaktadır. Her bir yazar fizikçi ya da astrofizikçidir fakat dinle doğrudan bir ilgileri yoktur. Sadece okurları din ve bilim arasında yapacakları bir sorgulamaya davet etmektedirler. Darvinci, agnostik merhum Stephen Jay Gould bile *Rock of Ages: Science and Religion in the Fullness of Life* isimli kitabıyla din ve bilim arasında bağlantı kurma modasına uymuştur. Basılan bu kitapların finansal başa-

rısı tanrı hakkında açıkça konuşabilen bir bilim insanıysanız daha fazla para kazanabileceğinizi göstermektedir.

Bu dünyadan ayrıldığınızda bile ruhunuzun yaşamaya devam edip etmediğine dair fizik kuralları içeren *Ölümsüzlüğün Fiziği* basıldıktan sonra, tiplerin yaptığı kitap türünden Protestan gruplar da vardı. Bir dine inanan insanlara verilen bu tür dersler son zamanlarda oldukça arttı. Sir John Templeton önderliğinde yapılan bu çalışmalar bilim ve din arasında bir yakınlaşma ve uyumu amaçlamaktadır. Workshop ve konferanslara sponsor olmanın yanı sıra Templeton Vakfı dine sıcak bakan bilim insanlarına her yıl ödüller de vermektedir. Fakat vakfın elindeki para Nobel ödülüne yetmemektedir.

İkisine de her zaman birileri tarafından inanılmış olsa da bilim ve din arasında bir ortaklık yoktur. Cornell Üniversitesi başkanı tarihçi Andrew D. White tarafından 19.yüzyılda yazılan *Hristiyanlıkta Teoloji ve Bilim arasındaki Savaşın Tarihi* adlı eserde bilim ve din arasındaki ilişkinin, halkı kontrol eden güçlere bağlı olduğu anlatılır. Bilim yalnızca deneysel doğrulamaya bağlı kalırken, din tamamen kadere bağlıdır. Bu iki uzlaşmaz yaklaşım, din ve bilim, insanların ne zaman ve nerede bir araya gelirse gelsin sonsuza kadar tartışacaklarını gösterir. Müzakereler oldukça sert geçse de en iyisi iki tarafın da birbiriyle konuşmaya devam etmesini sağlamaktır.

İki taraf önceki dönemlerde birbiriyle bir araya getirilmeye çalışılmıştır. İkinci yüzyıldaki Claudius Ptolemy'den 17.yüzyıldaki Isaac Newton'a kadar önemli bilim insanları, evrenin doğasını dini eserlerdeki öngörü ve felsefelerle bir araya getirmeye çalışmıştır. Hatta Newton'ın fizik yasalarıyla ilgili yazdıkları, tanrı ve din hakkında yazdıklarından daha azdır. Newton ölümünden önce doğal dünyayla ilgili tahminlerde bulunmak için İncil'e bakarak bir kronoloji oluşturmuştur.

Burada oldukça basit bir şey söyleyeceğim. Fiziksel dünyayla ilgili tahminler dini kitaplara bakılarak yapılamaz. Hatta size gerçekliği daha güçlü bir önermede bulunayım. İnsanlar dini kaynaklara atıfta bulunarak fiziksel dünyaya ait tahminler yapmaya çalıştıklarında kesinlikle yanılırlar. Burada tahminden kastım, doğal dünyadaki olgu ya da test edilmemiş nesne davranışlarını, gerçekleşmeden tahmin etmeye çalışmaktır. Bir olay olduktan sonra onun hakkında öngöründe bulunmanın ismi “songörü” olur. Bu tür songörüler pek çok mitin de ana kemiğini oluşturur. Zaten haberdar olduğumuz günlük olgular hakkında açıklamalar yapılır. Bilimse, yüzlerce songörüü kullanarak tek bir başarılı tahmin yapabilir.

Dini tahminlerin ilk sırasında hiçbirisi doğrulanmamış dünyanın sonu senaryoları yer alır. Bu tahminleri test etmek zararsızdır. Fakat bazı tahmin ve iddialar bilimin ilerlemesiyle tamamen çürütülmüştür. Galileo’nun evren hakkında kanıtlarla desteklediği düşünceler Katolik Kilisesinin düşüncelerinden tamamen farklıdır. Yine de adil olmak gerekirse dünya merkezli bir evren fikri gözlemsel açıdan anlamlıydı. Gezegenlerin arka plandaki yıldızlara karşı olan hareketleri ve zaman-dünya merkezli evren modeliyle çelişmiyordu. Hatta o zamana kadar yapılan hiçbir gözlem bu modeli yalanlamıyordu. Bu durum Kopernik güneş merkezli evren modelini bir yüzyıl önce ortaya attıktan sonra da değişmedi. Dünya merkezli model, Katolik Kilisesinin öğretileri, İncil’in farklı yorumlamaları ve İncil’in ilk bölümünde anlatılan Dünya’nın Güneş ve Ay’dan daha önce yaratılması hikâyesiyle çelişmiyordu. Dünya ilk olarak yaratıldıysa tüm hareketin de merkezi olmalıydı. İnsan da bu merkezden başka yerde olamazdı. Güneş ve Ay da tam küre şeklindeydi. Kendisi mükemmel ve her şeyi bilen bir yaratıcı bir şey yaratmış olamazdı.

Teleskobun icadı ve Galileo’nun gözlemleri her şeyi değiştirdi.

Bu yeni optik aygıt, insanların dünya merkezli evren düşüncesinin kozmosun özellikleriyle tamamen çeliştiğini ortaya çıkardı. Ay'ın yüzeyi taşlı ve eğimliydi. Güneş'in yüzeyindeyse durmadan hareket eden noktalar vardı. Jüpiter'in etrafında Dünya'nın değil, Jüpiter'in yörüngesinde dönen uydular bulunuyordu. Venüs'ün Ay'inki gibi farklı safhaları vardı. Radikal keşifleri ve Hristiyanlığı kökünden değiştirecek düşünceleri nedeniyle Galileo mahkemeye verildi, suçlu bulundu ve ev hapsi cezasına çarptırıldı. Aslında Giordano Bruno'ya verilen ceza düşünülünce bu oldukça insafli bir mahkûmiyetti. Yaklaşık 20 yıl önce Bruno, Hristiyanlığa ters düşen bilimsel düşünceleri nedeniyle yakılarak öldürülmüştü.

Tamamen bilimsel yöntemleri kullanan bilim insanlarının asla yanılmayacaklarına dair bir iddiam yok. Elbette yanılabilirler. Bilimsel iddiaların pek çoğu kötü ya da tamamlanmamış veriler yüzünden yanlışlanabilir. Fakat bilimsel yöntem, fikir, model ve sonunda doğruluğu ispatlanabilecek tahmini teoriler üretmeyeyarar. İnsanın düşünce tarihindeki başka hiçbir şey evrenin yol ve yöntemlerini anlamada bu kadar başarılı olmamıştır.

Bilim genellikle içine kapalı ya da inatçı bir alan olarak görülmez. Böyle suçlamaları yapan insanlar bilim insanlarının astroloji, paranormal, karabasan görme gibi güvenilir bir kanıtla ortaya konulmayan ya da test edilmeyen düşüncelerini yok saydığını söylerler. Fakat bunda alınacak bir şey yok. Bilim insanları profesyonel araştırma dergilerindeki iddialar üzerinde de aynı derecede şüphecidir. Standartlar birbirinin aynısıdır. Kimyacı B. Stanley Pons ve Martin Fleischmann bir basın konferansında "soğuk" nükleer füzyonu laboratuvarlarında gerçekleştirdiklerini iddia etmişlerdi. Bilim insanları bu iddiaya oldukça şüpheci yaklaştı. Bu iddia ortaya çıktıktan günler sonra Pons ve Fleischmann'ın iddia ettiği gibi soğuk bir füzyonun gerçekleşemeyeceği

ortaya çıktı. Bu şekilde soğuk füzyon çalışması yanlışlanmış oldu. Her yeni bilimsel iddiada benzer bir senaryo gerçekleşir. Bizim duyduklarımızsa sadece ekonomiyi etkileyen buluşlardır.

Bilim insanlarının bu kadar yüksek derecede şüpheci olması, en büyük ödüllerin ve övgüleri toplayanların aslında oturmuş paradigmalardaki hataları bulanlara gittiğini öğrenince, bazı insanları şaşırtabilir. Aynı türden ödüller evreni anlamak için yeni yollar yaratanlara da verilir. Neredeyse tüm ünlü bilim insanları yaşamları boyunca pek çok övgü toplamıştır. Birinin profesyonel kariyerinde yakaladığı başarı, beşeri bilimlerdeki hemen hemen herkese ahlaksızca gelebilir. Özellikle dini alanda durum bilimsel alanın tam aksinedir.

Yukarıda söylediklerimin hiçbirisi dünyada dindar bilim insanları olmadığını göstermez. Matematik ve fen uzmanları arasında yapılan dini inanç araştırması (Larsson ve Witham, 1998) matematikçilerin %65'inin (en yüksek oran), fizikçi ve gök bilimcilerin %22'sinin (en düşük oran) kendisini dindar olarak tanımladığını ortaya çıkarmıştır. Tüm bilim insanlarının ortalamasıysa %40 civarındadır ve bu oran hâlâ değişmemiştir. Amerikalıların %90'ı batılı toplumlar arasında en yüksek oranla dindar olduklarını söyler. Bu durumda ya herhangi bir dine inanmayan insanlar bilimsel çalışmalar yapıyor, ya da bilimsel çalışmalar yapmak insanları dinden uzaklaştırıyor.

Peki dindar bilim insanları hakkında neler söyleyebiliriz? Başarılı araştırmacılar bilim yaparken işe dini inançlarını karıştırmazlar. Bilimsel yöntemlerin ahlak, ilham, etik, güzellik, sevgi, nefret ya da estetik alanlarına bir katkı yaptığını söyleyemeyiz. Bunlar sivil hayatın temelleri ve neredeyse her dinin yakından ilgilendiği konulardır. Bilim insanları içinse, genellikle bu konular ilgi alanı dışında kalır.

Daha sonra da detaylı bir şekilde göreceğiniz gibi, bilim

insanları tanrı hakkında konuştuklarında, genellikle meraklarının en yüksek oldukları an ya da bilginin sınırlarına geldiklerini düşündükleri andır.

İnsan merak etmekten yorulabilir mi?

13. yüzyılda, aynı zamanda akademisyen olan İspanya kralı Bilge Alfonso, Ptolemy'nin dünya merkezli evren fikrinin karışıklığından yorulmuştu. Bilginin sınırlarına ulaşan biri olarak, "Yaratılış döneminde, ben de olsaydım, evrenin işleyişine dair etrafa yararlı ipuçları koyardım," demiştir. (Carlyle, 2004, Kitap 2, Bölüm 7)

Kral Alfonso'nun yaşadığı benzer duygularla, Albert Einstein da çalışma arkadaşlarından birine yazdığı mektupta şöyle demiştir: "*Tanrı dünyayı yarattıysa ilk amacı kesinlikle bunu insanın anlamasını zorlaştırmaktı,*" (1954). Einstein, deterministik bir evrenin nasıl ya da neden kuantum mekaniğinin tahminlerine dayandığını anlayamıyordu: "*Tanrının elindeki kartlara bakmak zor, fakat kendisi dünyayla zar oynamayı tercih etti ve bunun tek bir anı kapsadığına inanmıyorum*" (Frank, 2002, S.208). Eğer doğruysa Einstein'ın yeni yer çekimi kanunundan çıkan deneysel sonuçlar ona şunları söyletmiştir: "*Tanrı kurnazdır, fakat kötü değildir.*" (Frank, 2002, S.285). Einstein'ın çağdaşı olan Hollandalı fizikçi Nielhs Bohr, Einstein'ın tanrı hakkında çok fazla şey söylediğini duyunca onun tanrıya ne yapması gerektiğini söylemeyi bırakmasını önermiştir. (Gleick, 1999).

Bugün astrofizikçilerin halk arasında kendilerine büyük patlamadan önce neyin olduğu sorulduğunda, "tanrı" cevabını verdiklerini pek sık duymazsınız. Bu tür sorulara cevap vermekten kaçınmamızın sebebi cevapların kozmik keşfin sınırında yer alması ve elimizde uygun bir veri ya da teorinin olmamasından kaynaklanmaktadır. Buna dair enflasyon kozmolojisi ve sicim teorisi gibi fikirler vardır. Bu tür sorulara cevap verebilmek için

sınırlarımızı daha da ileri götürmemiz gerekmektedir. Benim kişisel fikirlerim tamamen işlevsel ve kısmen Galileo'nun fikirlerine benzerdir. Galileo bize cennetin nasıl oluştuğunu değil, cennete nasıl gidileceğini ifade etmiştir (Drake, 1957, S.186). Galileo 1615 tarihli mektubunda, Tuscany düşesine şöyle yazmıştır: *"Bence tanrının iki kitabı var. Birinci kitabı İncil ve burada insanlara ahlaki değerler hakkında cevaplar bulabilecekleri ipuçları veriyor. İkinci kitabı ise doğa ve burada insanlar deney ve gözlem yoluyla evren hakkındaki kendi sorularına cevap bulabiliyor."* (Drake, 1957, S.173).

Ben yoluma işe yarayanlarla devam etmek istiyorum ve bilimsel metotta işe yarayan şey doğru oranda şüpheliliktir. İncil, bilimsel cevap ve anlayış konusunda zengin bir kaynak olsaydı onu her gün kozmik keşif için defalarca okurdum. Benim bilimsel ilham için kullandığım kelimelerin çoğu dindar insanların kullandığı kelimelerle örtüşüyor. Ben de diğerleri gibi evrenin olgu ve nesneleri karşısında mütevazı tavrımı sürdürüyorum. Evrenin mükemmelliği karşısında büyük hayranlık duyuyorum. Bunu yaparken bilinmeyen her şeyi bilen bir tanrı olduğunu düşünmek, aslında bilimin ilerlemesi önünde bir engel oluşturuyor. Çünkü evrende tanrının bilmediği hiçbir şey yok.

42. CEHALETİN BOYUTU

Yüzyıllar önce yazan pek çok bilim insanı, kendini kozmik sırlar ve tanrının yapıtları hakkında şiirsel sözler söylemek zorunda hissetmiştir. O zamandan beri çoğu bilim insanı kendisini ruhsal olarak dindar tanımlamıştır. Özellikle evrenin kendisiyle ilgilenen eski metinler üzerinde yapılacak dikkatli bir okuma, yazarların anlayış sınırına ulaştığında kutsal görüşlere başvurduğunu gösterecektir. Kendi cehalet okyanusuna bakan bilim insanları orada kendilerinden yüksek bir güç görürler.

Anlayamadıkları noktalarda tanrının devreye girdiğini düşünürler. Fakat açıklamasını yaptıkları herhangi bir ortamda tanrıya hiç yer vermezler.

En baştan başlayalım. Isaac Newton dünyaya gelmiş en büyük zekâlardan biridir. On yedinci yüzyılda ortaya attığı hareket kanunları ve evrensel çekim yasası çok önemli bir kozmik olguya açıklama getirmiş ve filozofların bin yıldır çözmeye çalıştıkları bir gizemi açıklığa kavuşturmuştur. Bu yasaları okuyan biri bir sistemdeki kütleler arası çekimi, dolayısıyla yörüngeleri anlar.

Newton'ın çekim yasasıyla herhangi iki nesne arasındaki çekim gücü hesaplanabilir. Sistemde üçüncü bir nesne varsa, her bir nesne diğer ikisine çekim uygular. Bu yüzden nesnelerin yörüngesini hesaplamak zorlaşır. Sisteme bir nesne ekleyip, bir daha, bir daha eklediğinizde Güneş Sistemi'ndeki gezegenlere ulaşırız. Dünya ve Güneş birbirini çeker, Jüpiter Dünya'yı çeker, Satürn Dünya'yı çeker, Mars Dünya'yı çeker, Jüpiter Satürn'ü çeker, Satürn Mars'ı çeker ve bu çekim kuvveti tüm gök cisimleri arasında devam eder.

Newton tüm bu çekim kuvvetlerinin Güneş Sistemi yörüngelerini istikrarsız hâle getireceğinden korkmuş, gezegenlerin uzun bir süre sonra ya Güneş'e çarpacağını ya da Güneş'i tamamen gezegensiz bırakarak savrulacağını öngörmüştür. Fakat hem Güneş Sistemi hem de kozmos düzen ve istikrarın modeli gibidir. Bu yüzden Newton başyapıtı olan *Principia* isimli eserinde tanrının zaman zaman devreye girerek işleri düzelttiğini söylemiştir:

Güneş'in etrafında dönen 6 gezegen aynı düzlemde ve aynı tarafları Güneş'e dönük şekilde hareket ederler. Fakat yalnızca mekanik sebepler bu kadar düzenli hareketlerin oluşumuna sebep olamaz. Güneş, gezegenler ve kuyrukluyıldızlar arasındaki bu güzel sistem zeki ve güçlü bir varlığın yardımıyla sürmeye devam edebilir. (1992,S.544).

Principia isimli eserinde Newton, hipotezler ve deneysel felsefe arasında bir ayrım olduğunu ifade eder: “*Metafiziksel ya da fiziksel hipotezler ister niteliksel, ister mekanik olsun, deneysel felsefe alanı içinde yer almaz,*” (S.547). Newton’ın istediği şey olgudan çıkarılmış verilerdir. Fakat elinde veri olmadığında ve açıklayabildiği bir olayla nedenlerini tanımlayamadığı bir olay arasında kaldığında tanrıya başvurur:

Sonsuz ve tükenmez, her şeye gücü yeten ve her şeyi bilen, her şeyi yöneten, olan ve olabilecek her şeyden haberi olan... Bizler onu en yüce bilgilerde ve mükemmel hünerlerde görürüz. Tüm mükemmellikleri nedeniyle ona hayran oluruz. Onun varlığı bile hayranlığımızı kazanmaya yeter. (S.545)

Yüz yıl sonra Fransız gök bilimci ve matematikçi Pierre-Simon Laplace, Newton’ın devam eden istikrarsız yörüngeler ikilemine karşı çıktı. Bunun tanrının bilinemez ve gizemli bir işi olduğunu düşünmektense, bilimsel bir problem olarak gördü. İlk cildi 1799 yılında yayımlanan *Traité de Mécanique Céleste* isimli eserinde Laplace, Güneş Sistemi’nin Newton’ın tahmin ettiğinden çok daha uzun süredir durağan olduğunu göstermiştir. Laplace, bunu yaparak pertürbasyon teorisi olarak bilinen yeni bir matematik alanının öncülüğünü yapmıştır. Bu teoriye göre küçük kuvvetlerin toplam etkisi normalden farklıdır. Çok sık tekrarlanan fakat gerçekliği tam olarak bilinmeyen bir iddiaya göre Laplace *Traité de Mécanique Céleste*’in bir kopyasını Napoleon Bonaparte’a verdiğinde, Napoleon kendisine tanrının yapım ve düzendeki rolünü sormuştur. Laplace ise böyle bir hipoteze ihtiyacı olmadığını söylemiştir (De Morgan 1972).

Laplace, Newton da dâhil, pek çok bilim insanının tanrı diye adlandırdığı şeyin aslında kendi cehaletlerinden kaynaklandığını söylemiştir. Milattan önce ikinci yüzyılda yaşamış İskenderiyeli gök bilimci Ptolemy’i düşünelim. Gerçek bir anlayışı olmadan

gezegenlerin gökyüzünde ne yaptığına dair bir tanımla bir yola çıkmasına rağmen, eserinin başında dini duygularına yer verememiştir:

Bedenimin ölümlü olduğunu biliyorum. Fakat ölümsüz kanatlar üzerinde memnuniyetle uçarken, Dünya'ya artık kendi ayaklarımla dokunmuyorum. Zeus'un varlığıyla ayakta kalıyorum ve ölümsüzlük şarabından tadıyorum.

On yedinci yüzyılda Hollanda'da yaşamış gök bilimci Christiaan Huygens, ilk çalışan sarkaç saati ve Satürn'ün halkalarını keşfetmiştir. 1698 yılında basılan *The Celestial Worlds Discover'd* isimli kitabı o dönemlerde bilinen gezegen yörüngeleri, şekilleri, boyutları, parlaklıkları ve yüzeyleri hakkındadır. Kitapta Güneş Sistemi'nin yapısını anlatan şekiller de mevcuttur. Bu kitapta tanrıyla karşılaşmazsınız. Hâlbuki kitap Newton'ın "gezegen yörüngeleri ciddi bir sırdır," düşüncesinden yüz yıl önce yazılmıştır.

Kitap aynı zamanda Güneş Sistemi'ndeki hayatın varlığıyla ilgili bazı sorular da sorar. Fakat Huygens'in sorduğu sorulara vereceği bir cevap yoktur. Bu yüzden yaşamın karmaşıklığıyla ilgili konunun biyolojik bir çıkmaz olduğunu söyler. 17.yüzyılın fiziği aynı yüzyılın biyoloji bilgisinden çok daha ileride olduğu için, Huygens biyolojiyle ilgili konuşurken, tanrıdan bahseder:

Tamamen cansız kütlelerin olduğu alanlarda bitki ve hayvanların oluşup gelişmesi çok büyük bir kuvvete bağlıdır. Bu gerçeği kimse inkâr edemez. Tanrının eli, bundan başka bir alanda kendisini daha açık bir şekilde gösteremez. (S.20)

Bugün seküler filozoflar bu tür tanrısal başvuruları "boşlukların tanrısı" olarak adlandırırlar. Fakat artık insan bilgisi dâhilinde çok büyük boşluklar kalmamıştır.

Newton, Huygens ve dönemin büyük bilim insanları inançlı oldukları gibi, şüphecidirler de. Ulaştıkları sonuç ve buldukları

kanıtlar bilinen dini inançlarla çelişse bile yaptıklarından geri adım atmak yerine, keşiflerini yenilerler. Bu hiç de kolay bir durum değildir. Galileo'nun başına geldiği gibi teleskoptan çıkan kanıtlar o zamana kadar herkes tarafından kabul edilen gerçeklerle tamamen çelişebilir.

Galileo din ve bilimin rollerini birbirinden ayırmıştır. Ona göre din tanrının hizmetindedir ve insan ruhuna hitap eder. Bilim ise gözlemlere dayanır ve gerçekleri ortaya koyar. 1615 yılında Tuscany düşesi Christina'ya yazdığı mektubunda şunları söylemiştir:

İncil'i izah eden birinin tamamen üst anlama bağlı kaldığında hataya düşebileceğini düşünüyorum... Anlatılan fiziksel hiçbir şey kanıtlanmamıştır, bu yüzden sorgulanmalıdır. Belki de İncil'in, kelimelerin altında yatan farklı anlamları vardır... Ben bizi duyarlar, akıl ve zekâyla yarattığı hâlde, bunları kullanmamızı istemeyen bir tanrıya inanmak istemiyorum (Ventury 1918, S.222).

Galileo bilim insanları arasında bir istisna olarak bilinmeyen bir yeri, tanrı tarafından kontrol edilen sırlı alan olarak değil, keşfedilmesi gereken bir yer olarak görmüştür.

Gökyüzü genellikle kutsal bir alan olarak görülmüştür. Bu alanı ölümlülerin anlayamayacağı, yalnızca yüksek bir bilgelik ve tanrının gücüyle anlaşılacağı düşünülmüştür. Fakat 16. yüzyılın başından itibaren Kopernik, Kepler, Galileo, Newton, Maxwell, Heisenberg, Einstein ve daha pek çok bilim insanı temel fizik yasalarını keşfetmiştir. Bu keşifler bir zamanlar sadece tanrının bilebileceğinin düşünüldüğü alanlara mantıklı açıklamalar getirmiştir. Zaman içinde evren bilimsel yöntem ve araçlarla bilinebilir bir alan hâline gelmiştir.

Daha sonra eklektik felsefi fikirler fizik kurallarının tanrının bilgeliğinin ve gücünün kanıtı olduğunu söylemiştir.

On yedinci ve on sekizinci yüzyılın popüler fikirlerinden biri,

evrenin tanrı ve fizik kuralları tarafından sürdürülen, düzenli, mantıklı ve tahmin edilebilir bir mekanizma olduğunu ileri sürüyordu. Sadece görünür ışıkla çalışan ilk teleskoplar bu düzendeki sistem üzerinde pek bir değişiklik meydana getiremediler. Ay, Dünya'nın etrafında dönmeye devam etti. Dünya ve diğer gezegenler kendi yörüngelerinde ve Güneş'in etrafında döndü. Yıldızlar parladı. Nebula uzayda serbestçe hareket etti.

On dokuzuncu yüzyıla kadar görünebilir ışığın geniş tayfta yalnızca bir bant olduğu bilinmiyordu. İnsanoğlunun daha yeni görmeye başladığı elektromanyetik radyasyon henüz keşfedilmemişti. Kızılötesi ışık 1800 yılında, ultraviyole 1801'de, radyo dalgaları 1888'de, X ışınları 1895'te, gama ışınlarıysa 1900 yılında keşfedildi. Sonraki yüzyılın her on yılında bir yeni teleskop türleri kullanılmaya başlandı. Bu teleskoplar elektromanyetik tayfın daha önce görünmeyen kısımlarını tespit edebiliyordu. Artık astrofizikçiler evrenin maskelenmiş yüzünün arkasındaki karakteri görmeye başladılar.

Bazı yıldız kütlelerinin görünmeyen ışık bantlarında, görünenlere göre daha fazla ışık yaydığı ortaya çıktı. Yeni teleskoplar tarafından tespit edilen görünmez ışık, kozmosta pek çok farklı çeşidin olduğunu ortaya çıkardı. Gama ışını patlamaları, ölümcül pulsarlar, maddelerin çarpıştığı kütle çekimi alanları, aç kara delikler, çarpışan gaz paketlerinde doğan yeni yıldızlar bunlardan bazılarıydı. Optik teleskoplar büyüyüp geliştikçe, daha farklı olaylar ortaya çıktı. Galaksiler çarpışıp, birbirlerini yok ediyordu. Devasa yıldızlarda patlamalar yaşıyordu. Yıldızlar ve gezegenlerin yörüngeleri istikrarlı değildi. Daha önce de söylediğimiz gibi kendi kozmik komşumuz, yani İç Güneş Sistemi bile, zaman zaman gezegenlerle çarpışan asteroit ve kuyrukluyıldızlarla doluydu. Bunlar zaman zaman Dünya'nın atmosferini de etkiliyordu. Şimdiye kadar saydığımız tüm kanıtlar, evrenin iyi huylu

bir mekanizma değil, yıkıcı, sert ve zararlı bir hayvanat bahçesi olduğunu gösteriyor.

Dünya sizin sağlığınıza da kötü yönde etkileyebilir. Karadayken aylar sizi kovalar. Okyanuslarda sizi yemek isteyen köpek balıkları vardır. Buzlu alanlarda donabilirsiniz. Çöllerde vücudunuzdaki su tükenebilir. Depremlerde göçük altında kalabilir, volkanik patlamalar sırasında yanabilirsiniz. Virüsler sizi hasta eder. Parazitler temel sıvınızı emebilir. Kanser tüm vücudunuzu kaplayabilir. Doğuştan getirdiğiniz bir hastalık sizi erkenden öldürebilir. Sağlıklı olacak kadar şanslıysanız bile yetiştirdiğiniz tüm ürünler bir böceğin sebep olduğu hastalık yüzünden yok olabilir. Bir tsunami sebebiyle tüm aileniz ölebilir. Ya da bir fırtına sebebiyle yaşadığınız şehir yerle bir olabilir.

Kısacası evren hepimizi öldürmek ister. Fakat daha önce yaptığımız gibi bu durumu bir süreliğine unutalım.

Bilimsel sınırlarda pek çok, hatta sayısız soru vardır. Bazı durumlarda cevaplar yüzyıllarca en parlak zihinler tarafından bile bulunamayabilir. Bugün yüksek bir zekâya sahip olan Amerika toplumunda bile anlaşılmaz şeylerin yeniden dirildiği düşünülüyor. Tanrı boşlukları olarak bilinen kavram bugün yerini “zeki tasarım” kavramına bıraktı. Bu kavram insan zihninden daha yüksek bir kapasiteye sahip bir varlığın bizim bilimsel yöntemlerle açıklayamadığımız, fiziksel dünyadaki her şeyi yarattığını ve yönettiğini söyler.

İlginç bir hipotez.

Fakat kendimizi neden her şeyin mükemmel olduğuyla ve bunu yaratması için süper bir zekâ gerektiğiyle sınırlandırıyoruz? Bu durumda tasarımları anlamsız, işlevsiz ve saçma olan her şey zekâsı olmayan bir yaratıcı varlığa mı işaret ediyor?

İnsanın yapısını düşünelim. Kafamızdaki aynı delikle, yer, içer ve nefes alırız. Ve bu yüzden Henry J. Heimlich'in kendi ismiyle

yaptığı manevrasına rağmen boğularak ölme, Amerika’da dördüncü kasıtsız yarayla ölüm şeklidir. Suda boğulma ise bu nedenlerin beşincisidir. Dünya’nın dörtte üçü sularla kaplıdır. Fakat bizler karada yaşayan canlılar olduğumuz için, kafamızı birkaç dakika suda tutsak ölürüz.

Ya da vücudumuzun işlevsiz parçalarını düşünelim. Serçe parmağımızdaki tırnağımız ne işe yarar? Ya da çocukluk döneminden sonra işlevi sona eren apandis hastalık çıkarmaktan başka ne tür bir işleve sahiptir? Yararlı parçalarımız bile problem oluşturabilir. Ben dizlerimi severim. Fakat hiç kimse vücudumuzun bu kısmını çarpmalara karşı korumasız olduğundan dolayı suçlayamaz. Bugünlerde dizleriyle problem yaşayanlar ameliyatla tedavi edilebiliyor. Belki bu zincirin devamında dizlerimizden tamamen kurtulmak da mümkün olabilir.

Bizi sessizce öldüren hastalıklar için neler söyleyebiliriz? Yüksek tansiyon, kolon kanseri ve diyabet, her yıl Amerika’da on binlerce insanın ölümüne sebep olmaktadır. Fakat adli tıpta ölüm sebebinizin bunlardan biri olduğu size söylenmeden önce de sebebi öğrenebilirsiniz. Böyle tehlikelere karşı bizi önceden uyanan bir sistem kurabilirsek, ya da böyle bir sistemle Dünya’ya gelebilsek güzel olmaz mıydı? Ucuz arabalar bile motorlarından gelen seslerle uyarı verirler.

Göz genellikle biyolojik mühendislik harikası olarak bilinir. Fakat astrofizikçiler için yalnızca ortalama bir dedektördür. Gökyüzündeki karanlık nesneleri görebilen ve tayfın görünmeyen taraflarını seçebilen bir göz, daha iyi olabilirdi. Ultraviyole ve kızılötesi ışınları görebilseydik, Güneş batarken çok daha büyük bir hayranlık duyardık. Tüm mikrodalga kaynaklarını ayırt edebilir ve hangi radyo istasyon vericilerinin aktif olduğunu anlayabilirdik. Ya da geceleri polis radarını tespit edip, bundan yararlanabilirdik.

Bizim de kuşlar gibi kafamızda bir mıknatıs düzeneği olsaydı, bilmediğimiz bir şehirde yön bulmamız çok kolay olabilirdi. Akciğerlerimizin yanı sıra, solungaçlarımız da olsaydı ne kadar iyi olurdu! 2 yerine 6 kolumuz olsa çok daha üretken olabilirdik. 8 kolumuz olsaydı, aynı anda güvenli bir şekilde araba kullanır, cep telefonu ile konuşur, radyo kanalını değiştirir, makyaj yapar, bir şey içer ve sol kulağımızı kaşıyabilirdik.

Aptalca yapılan tasarımlar kendi içinde bir harekete sebep olabilirdi. Bu doğanın hatası değildir. Hemen hemen her yerde karşımıza çıkabilir. Yine de insanlar vücutlarımızın, zihinlerimizin ve hatta evrenin bile, biçim ve mantık yönünden zirve noktalar olduğunu düşünmekten keyif alıyor gibiler. Belki de bunu düşünmek iyi bir antidepresan etkisi yaratıyordur. Fakat bilim bu değil. Geçmişte de bu değildi, gelecekte de bu olmayacak.

Bilim sınırı içinde olmayan bir başka uygulama, cehalete kucak açmaktır. Fakat bu zeki bir tasarım felsefesinin temelini oluşturur. Basamaklar şöyledir: Bunun ne olduğunu bilmiyorum. Bunun nasıl çalıştığını bilmiyorum. Anlayabileceğimden çok daha karmaşık. Herhangi bir insanın anlayabileceğinden çok daha karmaşık. Öyleyse daha yüksek bir zekânın ürünü olmalı.

Böyle bir akıl yürütme ne işe yarar? Sorunları çözmesi için sizden daha zeki, hatta insan bile olmayan birine bırakıyor musunuz? Öğrencilerinize de sadece cevapları kolay olan soruları çözmesini mi öneriyorsunuz?

İnsan zihninin evreni anlayabileceği bir sınır olabilir. Fakat bir problemi çözemeyeceğimi ya da şimdiye kadar yaşamış veya yaşayacak herhangi birinin bu problemi çözemeyeceğini iddia etmek fazlasıyla kibirli bir davranış olmaz mı? Galileo ve Laplace'ın da böyle hissettiğini düşünün. Ya da Newton'ın hiçbir soruya cevap bulamadığını...

Bilim, keşif felsefesidir. Akıllı tasarımısa cehalet felsefesidir.

Hiç kimsenin bir probleme cevap verebilecek kadar zeki olmadığı varsayımıyla yola çıkarsanız, bir keşif programı kuramazsınız. Bir zamanlar insanlar denizdeki fırtınaların kaynağını tanrı Neptün zannediyorlardı. Bugün biz bu fırtınalara kasırga diyoruz. Ne zaman ve nerede başlayacaklarını biliyoruz. Sebeplerini biliyoruz. Tahrip edici güçlerinin nelere sebep olabileceğini biliyoruz. Küresel ısınma üzerine çalışan herhangi biri size kasırgaların artma sebeplerini söyleyebilir. Kasırgalara tanrının işi diyen insanlar muhtemelen sigorta formu dolduruyordur.

Çalışmalarında kutsal öğelere yer veren bilim insanları ve düşünürlerin zengin ve renkli tarihlerini inkâr edip silmek, entelektüel açıdan sadakatsizlik olurdu. Akademik ortamda zeki tasarımın var olmaya devam edebileceği uygun bir alan elbette ki var. Din tarihi hakkında neler söyleyebiliriz? Felsefe ya da psikoloji hakkında neler söyleyebiliriz? Bunların ait olmadığı tek yer bilim dersidir.

Akademik argümanlardan etkilenmiyorsanız mali sonuçları göz önünde bulundurabilirsiniz. Zeki tasarım kavramının bilim kitaplarına, sınıflara ya da laboratuvarlara girdiğini düşünün. Bunun ekonomisini devam ettirebilmek mümkün olmazdı. Yenilenebilir enerji kaynakları veya uzay yolculuğu alanında bir sonraki sıçramayı yapacak öğrencilerin anlayamadıkları ya da hiç kimsenin anlayamadığı konuları öğrenmesini istemem. Bunlar dini konulardır ve entelektüel kapasitenin ötesindedir. Bu bir gün gerçekleşirse, Amerikalılar hiçbir şey anlamadan yerlerinde otururken, nereye gittiklerini anlamadan dünyanın geri kalanını izlemek zorunda kalacaklardır.

REFERENSLAR

Ulaşılabilen tarihi metinlerin modern basımları listelenmiştir.

Aristotle. 1943. *On Man in the Universe*. New York: Walter J. Black.

Aronson, A. Ve T. Ludlam, baskı. 2005. *Hunting the Quark Gluon Plasma: Results from the First 3 Years at the Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC)*. Upton, NY: Brookhaven National Laboratory. Formal Report: BNL - 73847.

Atkinson, R. 1931. "Atomic Synthesis and Stellar Energy". *Astrophysical Journal* 73: 250-95.

Aveni, Anthony. 1989. *Empires of Time*. New York: Basic Books.

Baldry, K. ve K. Glazebrook. 2002. "The 2dF Galaxy Redshift Survey: Constraints on Cosmic Star- Formation History from the Cosmic Spectrum". *Astrophysical Journal* 569: 582.

Barrow, John D. 1988. *The World within the World*. Oxford: Clarendon Press.

[Biblical passages] *The Holy Bible*. 1611. King James Translation.

Brewster, David. 1860. *Memoirs of the Life, Writings, and Discoveries of Sir Isaac Newton*, cilt. 2. Edinburgh: Edmonston.

[Bruno, Giordano] Dorothea Waley Singer. 1950. *Giordano Bruno (On the Infinite Universe and Worlds [1584])*. New York: Henry Schuman.

Burbidge, E. M.; Geoffrey. R. Burbidge, William Fowler ve Fred Hoyle. 1957. "The Synthesis of the Elements in Stars". *Reviews of Modern Physics* 29:15.

Carlyle, Thomas. 2004. *History of Frederick the Great [1858]*. Kila, MT: Kessinger Publishing.

[Central Bureau for Astronomical Telegrams] Brian Marsden, baskı. 1998. Cambridge, MA: Center for Astrophysics, March 11, 1998.

Chaucer, Geoffrey. 1964. *Prologue. The Canterbury Tales [1387]*. New York: Modern Library.

Clarke, Arthur C. 1961. *A Fall of Moondust*. New York: Harcourt.

Clerke, Agnes M. 1890. *The System of the Stars*. Londra: Longmans, Green, & Co.

Comte, Auguste. 1842. *Coups de la Philosophie Positive*, cilt. 2. Paris: Bailliere.

———. 1853. *The Positive Philosophy of Auguste Comte*, Londra: J. Chapman.

Copernicus, Nicolaus. 1617. *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Latince), 3. baskı. Amsterdam: Wilhelmus Iansonius.

———. 1999. *On the Revolutions of the Heavenly Sphere* (İngilizce). Norwalk, CT: Easton Press.

Darwin, Charles. 1959. Letter to J. D. Hooker, February 8, 1874. *In The Life and Letters of Charles Darwin*. New York: Basic Books.

———. 2004. *The Origin of Species*. Edison, NJ: Castle Books.
DeMorgan, A. 1872. *Budget of Paradoxes*. Londra: Longmans
Green & Co. de Vaucouleurs, Gerard. 1983. Personal communication.

Doppler, Christian. 1843. *On the Coloured Light of the Double Stars and Certain Other Stars of the Heavens*. Royal Bohemian Society'de 25 Mayıs 1842 tarihinde sunulan bildiri. *Abhandlungen der Königlich Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften*, Prague, 2: 465.

Eddington, Sir Arthur Stanley. 1920. *Nature* 106:14.

———. 1926. *The Internal Constitution of the Stars*. Oxford, UK: Oxford Press.

Einstein, Albert. 1952. *The Principle of Relativity* [1923]. New York: Dover Publications.

———. 1954. *Letter to David Bohm*. February 10. Einstein Archive 8- 041.

[Einstein, Albert] James Gleick. 1999. *Einstein, Time, December 31*.

[Einstein, Albert] Phillipp Frank. 2002. *Einstein, His Life and Times* [1947]. Çev. George Rosen. New York: Da Capo Press.

Faraday, Michael. 1855. *Experimental Researches in Electricity*. Londra: Taylor.

Ferguson, James. 1757. *Astronomy Explained on Sir Isaac Newton's Principles*, 2. baskı. Londra: Globe.

Feynman, Richard. 1968. "What Is Science". *The Physics Teacher* 7, no. 6: 313–20.

———. 1994. *The Character of Physical Law*. New York: The Modern Library.

Forbes, George. 1909. *History of Astronomy*. Londra: Watts & Co.

Fraunhofer, Joseph von. 1898. *Prismatic and Diffraction Spectra*. Çev. J. S. Ames. New York: Harper & Brothers.

[Frost, Robert] Edward Connery Lathem, baskı. 1969. *The Poetry of Robert Frost: The Collected Poems, Complete and Unabridged*. New York: Henry Holt and Co.

Galen. 1916. *On the Natural Faculties* [c. 180]. Çev. J. Brock. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[Galileo, Galilei] Stillman Drake. 1957. *Discoveries and Opinions of Galileo*. New York: Doubleday Anchor Books.

Galileo, Galilei. 1744. *Opera*. Padova: Nella Stamperia.

———. 1954. *Dialogues Concerning Two New Sciences*. New York: Dover Publications.

———. 1989. *Sidereus Nucius* [1610]. Chicago: University of Chicago Press.

Gehrels, Tom, baskı. 1994. *Hazards Due to Comets and Asteroids*. Tucson: University of Arizona Press.

Gillet, J. A. ve W. J. Rolfe. 1882. *The Heavens Above*. New York: Potter Ainsworth & Co.

Gregory, Richard. 1923. *The Vault of Heaven*. Londra: Methuen & Co.

[Harrison, John] Dava Sobel. 2005. *Longitude*. New York: Walker & Co.

Hassan, Z. ve Lui, baskı. 1984. *Ideas and Realities: Selected Essays of Abdus Salaam*. Hackensack, NJ: World Scientific.

Heron of Alexandria. *Pneumatica* [c. 60].

Hertz, Heinrich. 1900. *Electric Waves*. Londra: Macmillan and Co.

Hubble Heritage Team. *Hubble Heritage Images*. <http://heritage.stsci.edu>.

Hubble, Edwin P. 1936. *Realm of the Nebulae*. New Haven, CT: Yale University Press.

———. 1954. *The Nature of Science*. San Marino, CA: Huntington Library.

Huygens, Christiaan. 1659. *Systema Saturnium* (Latince). Hagae- Comititis: Adriani Vlacq.

———. 1698. [Cosmotheoros,] *The Celestial Worlds Discover'd* (İngilizce). Londra: Timothy Childe.

Impey, Chris ve William K. Hartmann. 2000. *The Universe Revealed*. New York: Brooks Cole.

Johnson, David. 1991. C-1, C-2: *Hitler's Vengeance on London*. Londra: Scarborough House.

Kant, Immanuel. 1969. *Universal Natural History and Theory of the Heavens* [1755]. Ann Arbor: University of Michigan.

Kapteyn, J. C. 1909. *On the Absorption of Light in Space*. Katkıda bulunanlar the Mt. Wilson Solar Observatory, no. 42, *Astrophysical Journal* (baskısı yok), Chicago: University of Chicago Press.

Kelvin, Lord. 1901, "Nineteenth Century Clouds over the Dynamical Theory of Heat and Light". *Londra Philosophical Magazine and Journal of Science* 2, 6. Seri, s. 1. Newcastle, UK: Literary and Philosophical Society.

———. 1904. *Baltimore Lectures*. Cambridge, UK: C. J. Clay and Sons.

Kepler, Johannes. 1992. *Astronomia Nova* [1609]. Çev. W. H. Donahue. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

———. 1997. *The Harmonies of the World* [1619]. Çev. Juliet Field. Philadelphia: American Philosophical Society.

Lang, K. R., and O. Gingerich, baskı. 1979. *A Source Book in Astronomy & Astrophysics*. Cambridge: Harvard University Press.

Laplace, Pierre-Simon. 1995. *Philosophical Essays on Probability* [1814]. New York: Springer Verlag.

Larson, Edward J., ve Larry Witham. 1998. *Leading Scientists Still Reject God*. Nature 394: 313.

Lewis, John L. 1997. *Physics & Chemistry of the Solar System*. Burlington, MA: Academic Press.

Loomis, Elias. 1860. *An Introduction to Practical Astronomy*. New York: Harper & Brothers.

Lowell, Percival. 1895. *Mars*. Cambridge, MA: Riverside Press.

———. 1906. *Mars and Its Canals*. New York: Macmillan and Co.

———. 1909. *Mars as the Abode of Life*. New York: Macmillan and Co.

———. 1909. *The Evolution of Worlds*. New York: Macmillan and Co.

Lyapunov, A. M. 1892. *The General Problem of the Stability of Motion*. PhD tezi, University of Moscow.

Mandelbrot, Benoit. 1977. *Fractals: Form, Chance, and Dimension*. New York: W. H. Freeman & Co.

Maxwell, James Clerk. 1873. *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Oxford, UK: Oxford University Press.

McKay, D. S., vd. 1996. *Search for Past Life on Mars*. Science 273, no. 5277.

Michelson, Albert A. 1894. Ryerson Physics Laboratuvarında yapılan konuşma, University of Chicago.

Michelson, Albert A., and Edward W. Morley. 1887. "On the Relative Motion of Earth and the Luminiferous Aether". *Londra Philosophical Magazine and Journal of Science* 24, 5th Series. Newcastle, UK: Literary and Philosophical Society.

Morrison, David. 1992. *The Spaceguard Survey: Protecting the Earth from Cosmic Impacts*. Mercury 21, no. 3: 103.

Nasr, Seyyed Hossein. 1976. *Islamic Science: An Illustrated Study*. Kent: World of Islam Festival Publishing Co.

- Newcomb, Simon. 1888. *Sidereal Messenger* 7: 65.
- . 1903. *The Reminiscences of an Astronomer*. Boston: Houghton Mifflin Co.
- [Newton, Isaac] David Brewster. 1855. *Memoirs of the Life, Writings, and Discoveries of Sir Isaac Newton*. Londra: T. Constable and Co.
- Newton, Isaac. 1706. *Optice* (Latince), 2. bas. Londra: Sam Smith & Benjamin Walford.
- . 1726. *Principia Mathematica* (Latince), 3. bas. Londra: William & John Innys.
- . 1728. *Chronologies*. Londra: Pater- noster Row.
- . 1730. *Optiks*, 4. baskı. Londra: Westend of St. Pauls.
- . 1733. *The Propheties of Daniel*. Londra: Pater- noster Row.
- . 1958. *Papers and Letters on Natural Philosophy*. Ed. Bernard Cohen. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- . 1962. *Principia Cilt. II: The System of the World* [1687]. Berkeley: University of California Press.
- . 1992. *Principia Mathematica* (İngilizce) [1729]. Norwalk, CT: Easton Press.
- Norris, Christopher. 1991. *Deconstruction: Theory & Practice*. New York: Routledge.
- O'Neill, Gerard K. 1976. *The High Frontier: Human Colonies in Space*. New York: William Morrow & Co.
- Planck, Max. 1931. *The Universe in the Light of Modern Physics*. Londra: Allen & Unwin Ltd.
- . 1950. *A Scientific Autobiography* (English). Londra: Williams & Norgate, Ltd.
- [Planck, Max] 1996. Aktaran Friedrich Katscher *The Endless Frontier*. Scientific American, Şubat, s. 10.

- Ptolemy, Claudius. 1551. *Almagest* [c. 150]. Basileae, Basel.
- Salaam, Abdus. 1987. *The Future of Science in Islamic Countries*. Kuveyt 5. İslam Kongresinde yapılan konuşması, <http://www.alislam.org/library/salam-2>.
- Schwippell, J. 1992. Christian Doppler and the Royal Bohemian Society of Sciences. In *The Phenomenon of Doppler*. Prague.
- Sciama, Dennis. 1971. *Modern Cosmology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Shamos, Morris H., baskı. 1959. *Great Experiments in Physics*. New York: Dover.
- Shapley, Harlow ve Heber D. Curtis. 1921. *The Scale of the Universe*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- Sullivan, W. T. III, and B. J. Cohen, baskı. 1999. *Preserving the Astronomical Sky*. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific.
- Taylor, Jane. 1925. *Prose and Poetry*. Londra: H. Milford.
- Tipler, Frank J. 1997. *The Physics of Immortality*. New York: Anchor.
- Tucson Şehir Konseyi. 1994. *Tucson/Pima Şehri Dış Mekan Aydınlatma Yasası*, Yasa No. 8210. Tucson, AZ: International Dark Sky Association.
- [Twain, Mark] Kipling, Rudyard. 1899. *An Interview with Mark Twain*. From Sea to Sea. New York: Doubleday & McClure Company.
- Twain, Mark. 1935. *Mark Twain's Notebook*. van Helden, Albert, çev. 1989. *Sidereus Nuncius*. Chicago: University of Chicago Press.
- Venturi, C. G., baskı. 1818. *Memoire e Lettere*, cilt. 1. Modena: G. Vincenzi.

von Braun, Werner. 1971. *Space Frontier* [1963]. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Wells, David A., baski. 1852. *Annual of Scientific Discovery*. Boston: Gould ve Lincoln.

White, Andrew Dickerson. 1993. *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom* [1896]. Buffalo, NY: Prometheus Books.

Wilford, J. N. 1999. *Rarely Bested Astronomers Are Stumped by a Tiny Light*. The New York Times, Ağustos 17.

Wright, Thomas. 1750. *An Original Theory of the Universe*. Londra: H. Chapelle.





Fotoğraf: NASA

Nereden geldiğimizi bilmek
en az nereye gideceğimizi
bilmek kadar önemlidir.
İnsan merak etmekten
yorulabilir mi?

Bir gün yolda yürürken kafanıza bir meteorit düşebilir. Üstelik bunun olma ihtimali, bir uçak kazasında ölme ihtimalinizle neredeyse aynıdır. Daha kötüsü bu meteorit sizinle birlikte tüm mahallenizi de yok edebilir. Daha da kötüsü şehriniz, ülkeniz de haritadan silinebilir. Bunlarla yetinmeyip daha da kötüsünü soruyorsanız bu kitap tam size göre!

Ünlü Amerikalı astrofizikçi Neil deGrasse Tyson ile bir kez daha kozmik bir tura çıkıyoruz. Bu sefer felaket senaryolarından onlardan kurtulmak için neler yapabileceğimize, kara deliklerden evrenin en küçük noktalarına, kozmosun sihirli atmosferinde seyahat edeceğiz.

İmkânsız gibi görünen şeylerin gerçekleşme ihtimalinin ne kadar yüksek olduğunu okuduğunuzda çok şaşıracaksınız.

Kara deliklerin büyüklüğüne hoş geldiniz!

www.geoturka.com   [geoturka](https://www.geoturka.com)



Bilim