

Neil deGrasse Tyson
ve James Trefil
Ed. Lindsey N. Walker

Kozmik Sorular

StarTalk'tan Kim Olduğumuza,
Buraya Nasıl Geldiğimize ve
Nereye Gittiğimize Dair Bir
Rehber

Çeviren
Uğur Gülsün



*Evrendeki yerimizi anlamak isteyen hem meraklı
hem de huzursuz herkese*

İçindekiler

Yazarın Notu.....	11
Giriş.....	13

1. BÖLÜM: EVRENDEKİ YERİMİZ NEDİR?

Dünya Bir Gezegen Midir?	18
Sopayla Astronomi	22
Paralaks Çözümü	27
Güneş Sistemi Ne Kadar Büyük?	30
Henrietta Leavitt ve Standart Mum	32
Galaksiler	34
Milyarlarca ve Milyarlarca	36
Son Bir Söz	40

2. BÖLÜM: BİLDİKLERİMİZİ NEREDEN BİLİYORUZ?

Çıplak Göz Astronomisi	46
Galileo ve Teleskop	49
Elektromanyetik Spektrum	54
Radyo Evreni	57
Astronomiden Astrofiziğe	60
Atmosferin Dışından Gelen Bilgi.....	63
Evrende Yeni Pencereleer Açmak	66
Günümüz Gözlemevleri	70
Gelecek Girişimler	73

3. BÖLÜM: EVREN NASIL BU HALE GELDİ?

Büyük Patlama	81
Atomik Evren	84
Bilinen Evrenin İnşası	87
Nebula Hipotezi	92
Donma Çizgisi	95
Kozmik Bilardo	96
Gezegen Göçü	98
Dışarısı	101

4. BÖLÜM EVREN KAÇ YAŞINDA?

Sürpriz #1: Kozmik Mikrodalga Arka Alan Işıması	108
---	-----

Sürpriz #2: Mikrodalgadaki Mesaj	112
Sürpriz #3: Evrenin Enflasyonu	113
Sürpriz #4: CMB'deki Sıcaklık Farkları	115
Astronomik Mesafe Merdiveni	116
Sürpriz #5: Karanlık Enerji	119
Gerilim.....	122
Sürpriz #6: Karanlık Madde.....	127
Evren Formasyonları	128

5. BÖLÜM: EVREN NEYDEN YAPILMIŞTIR?

Kimyanın Doğuşu	137
Elementler Nereden Geldi?	139
Yeni Atom Teorisi	141
Atomun Parçalarına Ayrılması	143
Bunu Kim Sipariş Etti?	146
Hızlandırıcıların Gelişi	148
Kuarkların Gelişi	151
Parçacık Fiziği Sözlüğü	154
Başka Katman Var Mı?	157

6. BÖLÜM: YAŞAM NEDİR?

Her Şeyi Değiştiren Deney	163
Dünya'ya Yaşamı Uzay Kayaları Mı Getirdi?	166
RNA Dünyası	168
Doğal Seçilim	170
Karmaşıklık Kaçınılmaz Mıdır?	172
Akıl ve Teknoloji	174
Sentetik Yaşam	176
Başka Türü Bir Yaşam	180
Ekstremofiller.....	182

7. BÖLÜM: EVRENDE YALNIZ MIYIZ?

İlginç Fikirler	193
Tek Örnek	196
Akıl Arayışı	201
Drake Denklemi	203
Teknoloji Kaçınılmaz Mıdır?	207
SETI: Dünya Dışı Akıllı Yaşam Araştırması	209
Sürekli Yaşanabilir Bölge	212

Fermi Paradoksu	214
Uygarlık Kademeleri	217

8. BÖLÜM: HER ŞEY NASIL BAŞLADI

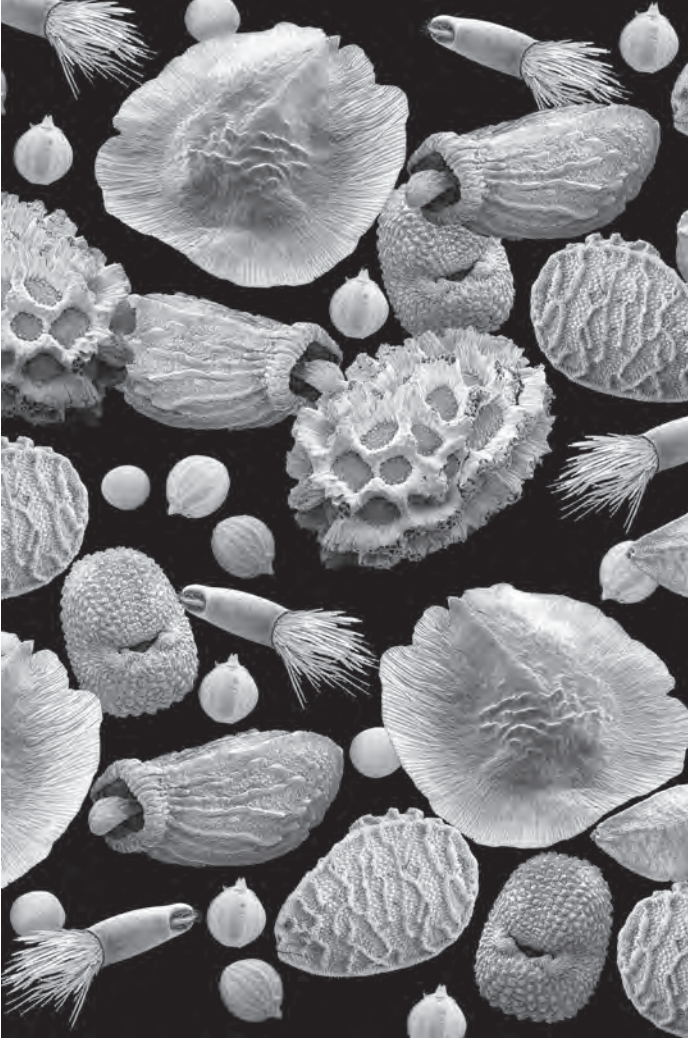
Bu Hale Nasıl Geldik?	225
Kuantum Mekaniğine Giriş	228
Basitleştirme ve Birleştirme	231
Kuark Hapsi	233
Kuvvetlerin Birleşmesi	235
Güçlü Kuvvetin Birleşmesi	236
Antimadde Sorunu	238
Büyük Senaryo	240
Bilginin Sonu	242

9. BÖLÜM: HER ŞEY NASIL BİTECEK?

Dünya'nın Sonu	249
Öngörülemeyen Kıyamet: Volkanlar	253
Öngörülemeyen Kıyamet: Meteor	256
Yaklaşan Çarpışma	258
Açık Mı, Kapalı Mı, Düz Mü?	260
Madde Nedir?	262
Son İçin Seçenekler	266
Zaman Haritasının Sınırı	268
Evrenin Sonunu İzlemek	268

10. BÖLÜM: HIÇLIĞIN VARLIKLA NE İLGİSİ VAR?

Hiçbir Şey Eskisi Gibi Değil	277
Tüm Evren Bir Vakum Dalgalanması Mıdır?	278
Evrenin Kökeni	282
Büyük Patlama'dan Önce	284
Çoklu Evren	287
İnce Ayar Sorunu	290
Çoklu Evrenin Sınıflandırılması	292
Bu Gerçekten Bilim Mi?	294
Teşekkür	298
İlave Okumalar	300
Görseller	304

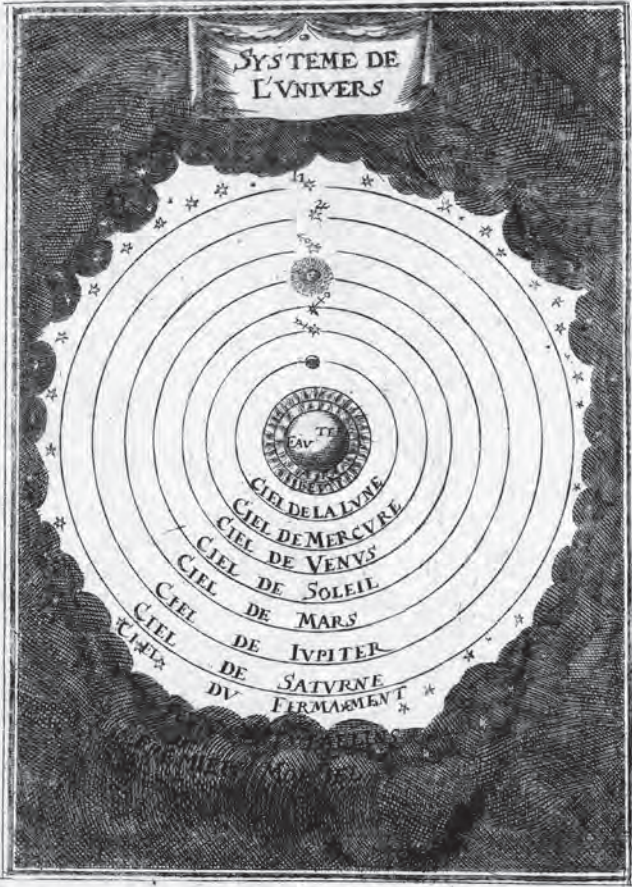


Dünya'daki yaşamın çeşitliliği: yaygın bitki tohumlarının taramalı elektron mikroskobu görüntülerinden oluşan renklendirilmiş bir kompozisyon.

Yazarın Notu

StarTalk bilim, güldürü ve popüler kültürü güzelce harmanlayan çok platformlu (radyo, podcast, televizyon) bir söyleşi programı. Programın “Kozmik Sorular” adlı bölümünde, *StarTalk* izleyici kitlesinden bir konuyla ilgili sorular sormalarını istiyoruz ve bunları program sırasında yanıtıyoruz. Sevindirici ve şaşırtıcıdır ki “Kozmik Sorular” en sevilen formatımız oldu.

Ancak yolumuza çıkan en derin soruları keşfetmeye her zaman olanak bulamadık. Örneğin, her şey nereden geldi? Neyden yapıldı? Evrende yalnız mıyız? Peki, her şey nasıl bitecek? Bunun için, *StarTalk*’un bilgilendirici ama eğlendirici DNA’sını kullanarak tasarlanmış, düzenlenmiş ve yazılmış bir kitaba gereksinim duyuldu. *StarTalk*’un kıdemli yapımcısı ve başyazarı Lindsey N. Walker, kitabın podcast’in editoryal misyonunu yansıtmasını sağlamak için yorulmadan çalışırken, yazar arkadaşım, akademik anlamda meslektaşım ve uzun süredir fizik alanında eğitim veren James Trefil de bu kitabın önemli temellerini attı.



1719 tarihli bir kitap için oluşturulan diyagram, eski "Dünya merkezli" evren görüşünü gösteriyor.

Giriş

Sınırsız sorular deposu olan evrenin, merakımızın çekirdeğinde benzersiz bir yer kapladığını hemen hiç kimse inkâr etmez. Bu gerçek aynı zamanda evreni sınırsız kolektif cehaletimizin de deposu haline getirir. Göklerin binlerce yıldır insanların ibadet ettiği tanrıların maddi ve manevi evi olarak hizmet vermesine şaşmamalı. Tanrıların ortak görevi, ölümlü zihinlerimiz için gizemli ve ölümlü bedenlerimiz için kontrol dışı görünen her şeyi kontrol eder.

İnsan merakının derinlikleri ile insan cehaletinin sınırları arasındaki uçurumda, bazılarını hepimizin bazılarını da bir kısmımızın sorduğu bir sürü soru bulunur. Hepsinin cevabı yoktur. Cevabı olanlar için de cevaplarımız eksik veya yetersiz olabilir. Kalan sorular için, güvenle ve biraz gururla, Dünya'nın etrafına ve gökyüzüne bakarak evrenin en azından bir kısmının insan zihni tarafından anlaşıldığını ilan edebiliriz. Ama aynı zamanda mütevazı bir şekilde, bilgimizin alanı büyüdükçe, cehaletimizin çevresinin de büyüdüğünü kabul etmeliyiz.

Kozmik Sorular, insanların evrendeki yerimiz hakkında sorduğu en derin sorularla merakınızı besleyecek. Ancak bu sayfalar aynı zamanda sizi belirsizliklerimizin girdaplarına daldıracak ve bilgimizin boşluklarının üzerinde ayak bileklerinizden sallandıracak. Neden mi? Çünkü burada tek panzehri olan “bilme ihtiyacı” ile gerçek ilgi ve merak kaynağı olan “bilmemek” yatıyor. Bir de bunlara kozmik sınırlarda kullanılan bilimsel yöntemler ve araçlar destek olacaktır.

1. BÖLÜM

EVRENDEKİ YERİMİZ NEDİR?



Bizler binlerce yıldır evrendeki yerimizi anlamaya çalışıyoruz.

Isaac Newton ve Aristoteles bir bara girerler. Dünya'ya bir cisim düştüğünde aslında neler olup bittiğine dair süregelen bir tartışmaya tutuşurlar. Her ikisi de sahneyi hayal eder ama tamamen farklı şeyler görürler.

Aristoteles'in dünyasında her şey toprak, hava, ateş ve su olmak üzere dört temel elementten oluşur. Diğer üç elementin herhangi birinden değil de topraktan yapılmış nesnelere, Aristoteles'in görüşüne göre evrenin de merkezi olan Dünya'nın merkezine ulaşmak gibi doğal bir işteğe sahiptir. Ne de olsa, tüm gök cisimlerinin durağan olan Dünya'nın yörüngesinde döndüğü onun için apaçık ortadadır. O zaman nesnelere, içsel doğaları tarafından düşmeye zorlanırlar.

Newton ise nesnenin neyden yapıldığını değil, kütleye sahip olup olmamasını önemser. Dünya'nın, yüzeyindeki her nesneye bir kütleçekim kuvveti uyguladığını bilir. Evrensel çekim yasası ona Dünya yüzeyine düşen her şeyin bu kuvvet yüzünden düştüğünü söyler.

Ayrıca, uzaya uzanan aynı kuvvetin Ay'ı da yörünge-sinde tuttuğunu ve yerin sabit çekimi olmadan Ay'ın da uzaya uçağını bilir.

Aristoteles bir retsina şarabı söyler. Newton sert bir bal likörü ister. İçkilerini içerken hangi görüşün doğru olduğunu tartışır. Newton basit bir test önerir: Teorisine göre, hava direnci ihmal edilirse, Dünya yüzeyine düşen tüm nesnelere aynı hızla düşecektir. Aristoteles'e göre ise, daha büyük nesne daha küçük nesneden daha fazla "toprak elementine" sahiptir ve bu nedenle ne kadar toprak elementi içeriyorsa o kadar hızlı düşecektir. Barmenden bir madeni para ve pahalı bir şişe bourbon isterler ve her ikisinin de, çok farklı kütlede olmalarına rağmen, gerçekten aynı hızla düştüğünü keşfederler. Newton, fikirlerimizi doğaya karşı test etmenin bilimsel yöntemin özü olduğuna ve bunun nesnel gerçeklerin araştırılması ve evrendeki yerimizin anlaşılması yoluyla insanlığın yaşamında derin değişikliklere yol açan bir teknik olduğuna dikkat çeker.

Aristoteles içkilerin ve kırık bourbon şişesinin parasını öder.

DÜNYA BİR GEZEĞEN MİDİR?

Antik Yunanlar tarafından geliştirilen kozmoloji, bin yıldan fazla bir süredir evrendeki yerimiz konusundaki düşüncelerimize egemen oldu. Dünya'nın evrenin hareket-siz merkezi ve tüm yaşamın evi olduğunu, ayrıca Güneş ile yıldızlar da dahil olmak üzere tüm gök cisimlerinin etrafımızda döndüğünü söylediler. Dahası, Dünya'daki hiçbir kusurun gökyüzünün derinliklerine uzanmadığını

öne sürdüler. Güneş ve Ay kusursuz küreler olarak kabul ediliyordu. Gezegenlerin mükemmel kürelerini taşıyan kristal yapılar, matruşka bebekler gibi, diğer mükemmel küreler içinde yuvarlanıyordu. Gökyüzü Dünya'dan farklı görünüyordu, farklı maddelerden yapılmıştı ve farklı yasalara göre çalışıyordu. Isaac Newton aralarındaki anlaşmazlığı bitirinceye kadar Dünya evrenin bir parçası değildi.

EN ÜNLÜ BAŞARISIZ DENEY

Aristoteles ve Isaac Newton'ın ortak bir noktası vardı: Tüm boşlukları "esîr" adında gizemli, görünmez bir maddenin doldurduğuna inanıyorlardı. On dokuzuncu yüzyılın sonlarına kadar fizikçiler (doğal olarak), titreşen ses dalgalarının yayılmak için hava gibi bir ortama ihtiyaç duyması gibi, ışığın da bir ortama (ışığı yayan esîr) ihtiyaç duyduğunu düşündüler. Büyük düşünürler yüzyıllar boyu, açıklanamaz olanı açıklayabilmek için esîre tutunmuşlardı. Aristoteles, gök cisimlerinin saydam kristal küreler içinde yörüngede döndüğünü ve aradaki boşlukları esîrin doldurduğunu iddia ediyordu. Isaac Newton, yerçekimi mekanizmasının Dünya'ya doğru sürekli bir esîr akışıyla sağlandığını öne sürüyordu. Fransız matematikçi René Descartes, manyetizma ve gelgitler gibi görünmez güçlerin esîri itip çektiğini düşünüyordu.

Ancak 1887'de kimyager Edward Morley ve fizikçi Albert Michelson bu fikre karşı ilk ikna edici kanıtı sundular. Eğer esîr etrafımızdaki uzayı dolduruyor olsaydı, bunun dünyayla aynı yönde ve ters yönde hareketine bağlı olarak ışık hızında yaşanan değişimlerle saptanabilir olması gerektiğini söylediler. Bir benzetme yapmak gerekirse, hareketli bir trenden ileri yönde atılan bir topun hızı, trenin hızı ile topun hızının toplamı kadar olurdu. Ve eğer top geriye doğru atılırsa, bu defa topun hızı kendi hızı ile trenin hızının farkı olarak hesaplanırdı. Işık da aynı şekilde davranır mıydı?

Michelson, bu soruyu cevaplamak ve ışık demetlerini analiz etmek için zamanın en hassas aleti olan interferometreyi icat etti. Fakat hiçbir yerde esîre rastlanmadı. Işığın hızı Dünya'ya göre hangi yönde hareket ederse etsin aynıydı. Bu "başarısız" deney, bilimi tamamen dönüştürdü ve nihayetinde özel göreliliğin keşfine yol açtı.

Michelson tarafından tasarlanan bir interferometre



1600'lerin ortalarında Amsterdam'da yayımlanan *Atlas Coelestis seu Harmonia Macrocosmica* [Göksele Atlas veya Evrenin Uyumu] isimli eser, Dünya'nın yörüngesinde eşmerkezli gezegenler sistemi olan Batlamyus evrenini tasvir ediyordu.

MS 150'de İskenderiyeli filozof ve matematikçi Klaudyos Batlamyus, Yunanların nihai evren görüşünü dile getirdi. Yunan biliminin çoğu gibi, onun fikirleri de Avrupa'daki ortaçağ üniversitelerinin müfredatında dolambaçlı bir yolculuk yaptı; önce Bağdat'taki Beytü'l-Hikmet'te [Bilgelik Evi] Arapçaya çevrildi, daha sonra Haçlılar tarafından İspanya'ya getirildi ve akademik dil olan Latinceye

tercüme edildi. Batlamyus'un kitabının önemi ve etkisi, Arapların ona verdiği ve bugüne kadar gelen ismiyle gözler önüne serildi: *El-Mecistî*, yani "en büyük".



* Bilimsel Yöntem, doğrunun yanlış, yanlışın doğru olduğunu düşünerek aldanmamak için ne gerekiyorsa yapmaktır.

Batlamyus'un dünya merkezli modelinde birçok şey oluyordu. Gezegenler kristal küreler içinde hareket ediyordu, bu kürelerin kendi alt döngüleri vardı ve onların da alt alt döngüleri bulunuyordu ki hepsine birden toplu olarak episikl adı veriliyordu. Batlamyus, kendisinden önce gelen Yunan ve Babil gökbilimcilerinin yüzyıllardır yaptığı gözlemleri hesaba katarak, tüm bu kürelerin ve episikl'ların hızlarını belirledi. Tutulmalarını ve diğer gök olaylarını da tahmin edebiliyordu. Sistem tam anlamıyla işliyordu, bu nedenle Dünya merkezli modeline ciddi bir itiraz gelmeden 1500 yıl geçmesine şaşmamalı.

Yunan modeline göre, gökyüzünde gezen yedi varlık vardı: Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn, Güneş ve Ay. Bu "gezme" eylemi Yunanca *planetes** sözcüğüyle ifade edilir. Dünya gökyüzünde görünmediğinden, Dünya bir gezgin yani gezegen olarak kabul edilmiyordu. Bu modelde, Dünya kristal küreler üzerinde taşınmıyordu; hatta hiç taşınmıyordu.

* Bugün artık gezegen olarak kullanılan bu kelimenin esas anlamı "gezgin"dir. -yhn