

DÜNYA'NIN TÜM DERTLERİ

*Bir İnsanın Hemen Her Şeyi
Anla(t)ma Girişimi*

MARCUS CHOWN

ÇEVİRİ: ZEYNEP ARIK TOZAR

domingo



DÜNYA'NIN TÜM DERTLERİ
MARCUS CHOWN

Bu kitap ilk kez 2013 yılında "What a Wonderful World" adıyla Faber and Faber Limited tarafından yayımlanmıştır. Kitabın Türkçe yayın hakları Anatolialit Telif Ajansı aracılığıyla alınmıştır.

© 2013 Marcus Chown

Türkçe yayın hakları:

© 2015 Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.

Sertifika No: 12746

Domingo, Bkz Yayıncılık markasıdır.

Çeviri: Zeynep Arık Tozar

Editör: Cem Duran

Özgün Kapak Tasarımı: Mecob

Sayfa Uyarlama: Bahadır Erşik

ISBN: 978 605 4729 53 1

Baskı: Ağustos 2015

Elma Basım Yayın ve İletişim Hizm. San. ve Tic. Ltd. Şti.

Halkalı Caddesi No: 164 B-4 Blok

34295 Sefaköy Küçükçekmece İstanbul

Tel: (212) 697 30 30 Sertifika No: 12058

Tüm hakları saklıdır. Bu kitabın tümünün veya içeriğinin herhangi bir bölümünün yayıncının yazılı izni olmadan, fotokopi yöntemi dahil, elektronik ya da mekanik herhangi bir yolla çoğaltılması yasaktır.

Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.

Asmalimescit Mah. Ensiz Sok.

No: 2 D: 7 Tünel İstanbul

Tel: (212) 245 08 39

e-posta: domingo@domingo.com.tr

www.domingo.com.tr

Yazar hakkında

Marcus Chown, ödüllü bir yazar ve televizyoncudur. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde radyo astronomi alanında çalışmıştır. Haftalık bilim dergisi *New Scientist*'te kozmoloji danışmanlığı görevini sürdürmektedir.

Çok satan *Evren Tweetlendi*, *Biraz Kuantumdan Zarar Gelmez*, *Atomların Dansı*, *The Never Ending Days of Being Dead* ve *The Magic Furnace* gibi kitapların yanında, 2011'de FutureBook Dijital Yenilik Ödülü alan iPad uygulaması *Solar System*'in da yazarıdır.

Jeanette, Karen & Aline'e. Sizi bulduğum
için çok mutluyum.
Sevgilerimle, Marcus

İÇİNDEKİLER

Önsöz xi

BİRİNCİ KISIM: BİR CANLI NASIL İŞLER

1: Ben bir galaksiyim 1

HÜCRELER

2: Roket yakıtlı bebek 17

SOLUNUM

3: Geleceğe geri geri yürümek 27

EVRİM

4: Cinselliğin büyük patlaması 41

CİNSELLİK VE EŞEYLİLİK

5: Meraklı madde 57

BEYİN

6: Yüzde bir milyarlık avantaj 73

İNSANIN EVRİMİ

İKİNCİ KISIM: MADDEYİ İŞE KOŞMAK

7: Genetik mühendisliğinin uzun tarihi 89

UYGARLIK

8: Yaşasın zıtların çekimi 103

ELEKTRİK

9: Programlanabilir madde 117

BİLGİSAYARLAR

10: Zamanda yolculuğun icadı 127

PARA

11: Büyük dönüşüm 139

KAPİTALİZM

ÜÇÜNCÜ KISIM: DÜNYA İŞ BAŞINDA

12: İz bırakmayan başlangıç 153

JEOLOJİ

13: Dünya'nın aurası 163

ATMOSFER

DÖRDÜNCÜ KISIM: İŞLEYİŞİN ÖZÜ

14: Hepimiz buhar makinesiyiz 179

TERMODİNAMİK

15: Sihirsiz sihir 189

KUANTUM KURAMI

16: Yavaşlığın keşfi 207

ÖZEL GÖRELİLİK

17: Kütleçekimin sesi 217

GENEL GÖRELİLİK

18: Çok küçük şeylerin gümbürtüsü 235

ATOMLAR

19: Őu an gibisi yok 253

ZAMAN

20: Oyunun kuralları 263

FİZİK YASALARI

BEŐİNCİ KISIM: KOZMİK BAĞLANTI

21: Dünü olmayan gün 273

KOZMOLOJİ

22: Evrenin efendileri 287

KARA DELİKLER

TeŐekkür 297

İzinler 298

Notlar 299

Kaynakça 339

Meraklısı için 346

ÖNSÖZ

Bu kitabın ortaya çıkış nedeni olağanüstü bir editörle, Neil Belton'la çalışmış olmamdır. Onun izini dikkatle sürmüş olduğumu da belirtiyim; ta Jonathan Cape'ten Faber'a kadar... Neil, birçok yeteneğe sahiptir. Bu yeteneklerinden biri de, yazarlarının güçlü yönlerini bilmesi ve onları yazdıklarından daha iyisini yazmaya yönlendirmesidir.

Benim marifetimse, karmaşık fiziği, otobüste yanımda seyahat eden birine anlatabilmemdir (belki de, otobüste benim yanıma oturma *talihsizliğine uğramış* birine demem gerekirdi). Ama fiziğin yanı sıra, başka şeylere de merakım vardır. Epeyce roman ve hikâye okurum. Tarihe ilgi duyarım. Koşmayı severim. Hatta 2012'de Londra Maratonu'nu koştuğumu da ekleyeyim (bunu, yeni tanıştığım birine, tanışıklığımızın ilk üç dakikasında söylemeyi nadiren ihmal ederim).

Neil'in büyük fikri, bu iki şeyi birleştirmem üzerinedir: Karmaşık fiziği sokaktaki insana anlatma becerimi, *her şeyi* sokaktaki insana anlatmada kullanacaktım.

Gözüm korkmuştu. Her şey hakkında nasıl yazabilirdim ki? Nereden başlayacaktım? Böylesine geniş çaplı bir malzeme yığınımla aklı uygun biçimde nasıl düzenleyebileceğimi düşünmeye başladıysam da, yaptığım bütün taslakları yırtıp attım. Her şeyi değiştiren, iPad için *Solar System*'ı yazmak oldu. Gezegenler, aylar, asteroidler ve kuyruklu yıldızlar hakkındaki 120 yazıyı tamamlamak için yalnızca 9 haftam vardı ve işin içine balıklama atlayıp, yolumu el yordamıyla bulmaktan başka çarem yoktu. Bu yöntem işe yaraymış olmalı ki uygulama birkaç ödül aldı. Bu sefer yaptığım da yine bu oldu. Kaygılarımı yenip yazma işine balıklama atlayıverdim.

Tam bir mücadele içinde buldum kendimi. Genelde, fizikle ilgili bir şey sormam gerektiğinde bir fizikçi belirler (bu, Nobel Ödüllü bir fizikçi de olabilir) ve onu telefonla ararım. Benim aptalca sorularımı anında yanıtlamaları olasılığı yüzde 95'tir. Anında

yanıtlayamasalar bile, en azından bana açıklama yapmak için çaba gösterirler. Ama para, cinsellik ve insan beyni gibi, hakkında hiçbir şey bilmediğim konularda, son derece temel düzeydeki sorularımı bile yanıtlayabilecek birini belirlemek zor oluyordu. Böyle birilerini bulup da telefonla aradığım zaman ise sorularımı, anlayabileceğim o çok basit düzeyde yanıtlayamıyorlardı genellikle. Daha da kötüsü, sanki farklı dilleri konuşuyorduk bu kişilerle. Bütün sorularımı yanıtlayabilecek birilerini bulana kadar iki, üç ya da dört kişiyi aramam gerekiyor, buna rağmen kimi zaman kimseyi bulamıyordum. Öyle zamanlarda, farklı kişilerin söyledikleri ve okuduğularından edindiğim bilgileri bir araya getirip bir açıklama oluşturmak zorunda kalıyordum.

Ama Neil haklıydı. Yazmam gereken kitap buydu; beni, konfor alanımın dışına çıkaracak ve sonunda, bana heyecan ve mutluluk veren bir deneyim yaşatmış olacak kitap. Hakkında hiçbir şey bilmediğim onca şeyi öğrenmek çok hoşuma gitmiş ve üzerinde yaşadığımız dünyanın ne harikulade bir dünya olduğunu takdir etmeye başlamıştım – kendi kurgulayabileceğimiz herhangi bir şeyden çok daha inanılmaz bir dünya. Bu yolda yürürken şaşırtıcı birçok şey öğrendim. Aşağıdakiler gibi:

- CDO-square (teminatlı borç senetleri) adı verilen ve dünya ekonomisini 2008’de batıran toksik yatırımlardan biri olan olguyu anlamak bile, en azından *1 milyar* sayfalık doküman okumayı gerektirebilir.
- Cıvık mantarlarda $1/3$ farklı cinsiyet vardır. (Eş bulma ve ilişkinizi sürdürme konusunda sorunlar yaşadığınızı düşünüyorsanız, bir daha düşünün!)
- Bütün insanlığı bir küp şekerin hacmine sığdırabilirsiniz.
- $1/3$ oranında mantarsınız; yani DNA’nızın $1/3$ ’ünü mantarlarla paylaşırsınız.
- Bir binanın zemin katında, en üst katla kıyaslandığında daha yavaş yaşlanırsınız.
- İnsanları Neandertallere göre avantajlı kılan önemli bir özellik. . . *dikişti*.
- IBM bir zamanlar, bilgisayarların küresel pazarda *beş tane* ile sınırlı kalacağı tahmininde bulunmuştu.

ÖNSÖZ

- Bugün vücudunuz yaklaşık 300 milyar –yani Galaksimizdeki yıldızların sayısından daha fazla sayıda– hücre üretecek (hiçbir şey yapmadan bitkin düşmeme şaşmamam gerek).
- İster inanın ister inanmayın, evren dev bir hologram olabilir. *Siz* de öyle.

Bilgiyle dolup taşan toplumumuzda her şeyin yanınızdan yüksek hızlı bir tren gibi geçip gittiğini düşünüyorsanız kitabım, yirmi birinci yüzyılda işlerin nasıl yürüdüğü konusundaki bilgilerinizi hızlı ve acısız biçimde güncelleyebilir. Bu kitap, nihayetinde, bir insanın her şeyi anlama çabasından ibarettir. Yok, aslında bunu söylemek yanlış olur. Kitap, Bir İnsanın Hemen Her Şeyi Anla(t)ma Girişimi - Birinci Cilt olarak nitelendirilebilir.

Marcus Chown, Londra, Mart 2013

3:

GELECEĞE GERİ GERİ
YÜRÜMEK

Evrım

Evrım, deneye yanıla iř gören bir ustadır.
FRANÇOIS JACOB, "Evolution and tinkering"

Gözümüzün içine bakan bir domuz,
karşısında dengini görecektir.

WINSTON CHURCHILL

Soru: Uçak, televizyon ve lamba direklerinin kurbağa, balina ve insanlarla ortak yanı nedir? Yanıt: Hepsi maddenin son derece düşük ihtimalli birer konfigürasyonudur ve hepsi de yaptıkları işler için biçilmiş kaftandır. İlk gruptaki teknolojik nesnelere insanlarca tasarlanmıştır. İki grup arasındaki benzerliklerden yola çıkarsak, ikinci gruptakilerin de tasarlanmış olduğu sonucuna varırız. Gelgelelim, bu sonuç yanlıştır.

Doğadaki tasarım illüzyonu öylesine güçlüdür ki, bunun bir illüzyon olduğu on dokuzuncu yüzyıla kadar fark edilmemiştir. O sıralarda Avrupa’da hakim olan genel inanışa göre canlılar bir Üstün Varlık tarafından şimdiki biçimleriyle yaratılmış ve yeryüzüne yerleştirilmişlerdi. Çağın bilim insanlarının çoğu dindardı ve isteye-bilecekleri son şey bu fikri sorgulayıp Kilise’nin gazabına uğramak olurdu. Ancak bilim insanlarının kanıtlar ışığında yol almaktan başka seçenekleri yoktur. Kanıtlar ise, Dünya’daki bu inanılmaz canlı çeşitliliğinin –bakterilerden mavi balinalara, mantarlardan uçan tilkilere, gorillerden sekoya ağaçlarına kadar her şeyin– tümüyle doğal bir mekanizmanın sonucu olduğunu gösteriyordu.

Önemli bir ipucu fosillerdi. Bunlar kadim canlıların kalıntılarına benziyordu; göl ve deniz diplerine çöken tortullarla örtülüp gömülmüş ve kimsenin tam olarak nasıl olduğunu bilmediği bir biçimde taşlaşmışlardı. Fosiller, günümüzde yaşayan canlıların bir zamanlar yaşamış olanlarla aynı olmadığını gösterir. Dinozor gibi bazı kadim canlılar tümüyle yok olmuşken, yok olan bazı canlılar ise bugünkülerle akraba görünmektedir. En basit ve en ilkel canlılar, en eski tortullar içinde fosilleşmiştir. Kaya katmanları gençleştikçe, fosillerin de giderek daha karmaşık ve sofistike hale geldiği görülür.

Bilim insanları, fosil kayıtların, Dünya üzerindeki yaşamın *zaman çizelgesi* olduğunu farkına vardı. Kayıtlar bize şunu söylüyordu: Canlı türleri uzun zaman aralıkları içinde görünüşlerini

kademeli olarak değiştirerek bir türden diğerine dönüşmüş, sonunda günümüzde çevremizde gördüğümüz türleri oluşturmuşlardır. Yaşam, bir Yaratıcı tarafından birinci günde yaratılıp o günden bu yana değişmeden kalmamıştır. Aksine, daha basit atasal türlerden adım adım evrilmiştir.

Evrim bu sayede insan ve şempanze gibi canlılar arasındaki çarpıcı benzerlikleri de açıklayabilir. Yeryüzünde var olagelmış bütün yaşam, uzak geçmişteki bir ortak atadan geliyorsa, günümüzdeki bütün canlıların akraba olduğu da açıktır. Peki ama evrimin itici gücü nedir? Türlerin kuşaklar içinde değişmesinin sebebi nedir? Ve bütün bu canlılar, nasıl olup da yaptıklarını, bu ölçüde, tasarlanmış oldukları düşüncesini her halleriyle doğrularcasına iyi yapar hale gelmişlerdir? Bu soruların yanıtını bulan kişi Charles Darwin'dir.

Darwin, 1831 yılında *HMS Beagle* gemisinin mürettebatına dahil oldu. Geminin doğabilimcisi olarak geçirdiği beş yıl boyunca biyolojik dünyayla ilgili çarpıcı gözlemlerde bulundu. Güney Amerika'nın batı kıyısının 1.000 kilometre kadar açıklarında bulunan Galápagos takımadalarındaki ispinozların gagaları her adada farklı biçimdeydi. Ama her durumda gagalar, bölgedeki yemişlerden yararlanmalarına olanak tanıyacak kusursuz biçimi almıştı: bazı adalarda büyük fıstıkları kırıp açmaya yarayan kısa ve küt gagalar, bazı adalarda ise daha kolay açılır tohumlar için uzun gagalar.

Galápagos'lardaki kuş ve diğer hayvanların, Güney Amerika anakarasında yaygın olarak yaşayanlardan yalnızca küçük farklarla ayrıldıklarını fark ettikten sonra, Darwin'in zihninde bir açıklanma şekillenmeye başladı. Görünüşe göre komşu kıtadaki canlılar Galápagos adalarına gelip yerleşmişti. Yaşamlarını Galápagos'larda rahatça sürdürebilecek olan bazı Güney Amerika kuş ve hayvanlarının buradaki yokluğu ise dikkat çekiciydi. Bunlardan, okyanus engelini rüzgârlar ya da yüzen bitkiler aracılığıyla geçebilenler, yalnızca küçük bir gruptan ibaretti. Boş kalmış tüm alanları doldurmak üzere her tarafa yayılanlar, işte bu dirençli canlılardı. Sonuçta tek bir ispinoz türü tüm adalara dağılmış ve oradaki yerel tohumlardan yararlanmasına elveren gagalara sahip olacak şekilde evrilmişti.

Darwin artık evrimle ilgili yeni ve önemli ipuçlarına sahip olsa da, türlerdeki bu değişimleri yönlendiren, her birini çevresiyle bariz kusursuzluktaki bir uyuma iten şeyin ne olduğunu bilmiyordu. İngiltere'ye döndükten sonra 1836'da, henüz 27 yaşındayken masa başına oturdu, topladığı bulguları önüne serdi ve düşünmeye başladı.

Darwin, canlıların kuşaklar içinde biçimlerini değiştirmede kullanılan yaygın bir yöntemin farkındaydı: seçici çiftleştirme. Bitkiler ve evcil hayvanlar, fiziksel özelliklerini anne-babalarından alır ve bu özellikler ıslah yoluyla geliştirilebilir. Sözgelimi, olabilecek en kalın posta sahip koyunları elde etmek için üreticiler kalın postlu koyunları seçer, birbiriyle çiftleştirir ve bu süreci kuşaklar boyunca tekrarlarlar.

Bir bakıma, insanların, bir hayvan veya bitkide olmasını istediği özellikler için seçim yapması gibi, doğa da canlının yaşadığı çevrede hayatta kalma şansını en yükseğe çıkaran özellikler için seçim yapar. Doğal seçim denen bu olgu, üreticilerin benimsediği yapay seçim kadar hızlı olmasa da onun kadar etkilidir.

18 aylık yoğun bir düşünme sürecinin ardından, Darwin'in zihninde bir ışık çaktı. İyi saklanan doğal seçim mekanizmasını birden görüverdi. Üstelik şaşılası ölçüde basit bir mekanizmaydı bu.

Doğal dünyanın çarpıcı özelliklerinden biri, canlıların savurganlıklarıdır. Hayvanlar genellikle çok sayıda yavru dünyaya getirirken bitkiler de büyük miktarlarda tohum üretir. Ancak dünyada bunca yavruyu besleyecek kadar çok gıda yoktur. Bu yüzden canlıların çoğu kaçınılmaz olarak açlıktan ölür. Darwin burada şu kilit noktayı fark etmişti: Üreyecek kadar hayatta kalmayı başarabilen canlılar, buldukları çevrede yaşamlarını sürdürebilmek için en uygun niteliklere sahip olanlardır.¹ Ve bu nitelikler bir sonraki kuşağa aktarılır. Zaman içinde bu nitelikler nüfus içinde artarken, sağkalım avantajı sağlamayan özellikler ise azalır.

Yapbozun eksik parçasını bulmuştu: *doğal seçim* yoluyla evrim. "Bunu akıl edememiş olmak ne büyük aptallık," demişti Darwin'in hem dostu hem de destekçisi Thomas Huxley. Ama bunu akıl edebilmek için doğal dünyanın baş döndürücü karmaşıklığının ötesine bakabilmek, merkezinde işleyen ve tüm bu

karmaşıklığı ağır ağır, sessiz sedasız üreten mekanizmayı görebilmek gerekiyordu. Ve bu da hiç kolay bir iş değildi.

Richard Dawkins doğal seçim yoluyla evrim fikrini, bilim tarihindeki en büyük fikir olarak nitelemiştir. Gerçekten de bu basit fikir müthiş bir açıklayıcı güce sahiptir. Modern biyoloji, gerçek anlamıyla doğal seçim yoluyla evrimin öyküsüdür. Theodosius Dobzhansky'nin 1937'de yazdığı gibi, "Evrimin ışığı altında bakılmadıkça biyolojide hiçbir şey anlam ifade etmez."

Biyografi yazarlarının ifadelerine bakılırsa, Tanrı'nın bütün canlıları nihai biçimleriyle yarattığı yolundaki Kilise öğretisine ters düşeceğinin son derece farkında olan Darwin, bu fikrini duyurmak için hiçbir çaba göstermemiştir. Ancak 1858'de, bu patlamalara gebe fikrin üzerinde yirmi yıl oturduktan sonra harekete geçti. Alfred Russell Wallace adlı kişiden gelen bir mektup, Endonezya ve Malezya'da doğa gözlemleri yaparken, Wallace'ın da aynı birleştirici fikre, yani doğal seçim fikrine ulaştığını gösteriyordu.² Mektup üzerine donakalan Darwin, çalışma odasına kapandı ve çılgıncasına yazmaya başladı.

Darwin'in 1859'da yayımlanan çığır açıcı çalışması, evrensel olarak *Türlerin Kökeni* adıyla bilinir. Gerçi kitap, yaşamın bugüne kadar derin bir sır olarak kalmış nihai kökeni hakkında bir şey içermez. Kitabın çok daha dolambaçlı sayılabilecek tam başlığı ise bu açıdan belki daha yerinde sayılabilir: *Doğal seçim yoluyla türlerin kökeni veya yaşam mücadelesinde avantajlı ırkların muhafazası*³

Darwin'e göre yeryüzündeki tüm yaşam, çok uzun bir süre içinde ortak ata bir canlıdan doğal seçim yoluyla evrilmiştir. Bu fikir, yaratılışın tek seferlik bir olay olarak betimlendiği İncil ile olduğu kadar, Kilise'nin, insanın benzersiz olarak Tanrı'nın suretinde yaratıldığı yolundaki iddiasıyla da çelişmekteydi. Yine Darwin'e göre insanlar ne yaratılışın tepe noktasındaydı ne de herhangi bir biçimde özeldi. İnsan da yalnızca bir başka hayvandı, o kadar.

Nasıl on altıncı yüzyılda Polonyalı gökbilimci Nikola Kopernik Dünya'nın her şeyin merkezinde olmadığını, evrende özel bir yere de sahip olmadığını gösterdiyse, Darwin de aynı şekilde, insanların her şeyin merkezinde olmadığını ve canlılar dünyasında özel bir yere sahip olmadığını göstermiştir.⁴

Darwin'in kemikleşmiş dinsel tutuculuğa meydan okuyan bir kuram sunması cesurca bir eylemdi. Ayrıca kuramın eksiklikleri konusunda da oldukça dürüst bir tutum takınmış ve kuramın tamamlanmış olmadığını açıkça itiraf etmişti. İnsanlardan istediği, kendisinin de bilmediği ancak gelecek biyolog kuşaklarının bulacağından emin olduğu ince ayrıntılar üzerinde durmaları değil, kuramı, doğru olduğundan kuşku duymadığı ana hatlarıyla ele alıp değerlendirmeleriydi.

Eksiklikleri bariz biçimde hissedilen iki şeyden birincisi, çeşitlilik mekanizmasıydı. İnsanlar hem anne hem de babalarından özellikler alır: Bir çocukta annesinin kızıl saçlarını ya da babasının geniş çenesini görmek mümkündür. Peki ama yeni özellik nasıl ortaya çıkıyordu?

Darwin'in kuramındaki ikinci eksiklik, kalıtımın mekanizmasıydı. Darwin'in başlangıçtaki düşüncesi, anne ve babadan gelen bir tür sıvı karışığında özelliklerle ilgili bilgilerin aktarıldığıydı. Ancak kırmızı ve sarı boyayı karıştırıp turuncu renkli boya oluşturduğunuzda, kırmızı ve sarı boya artık nasıl sonsuza kadar ortadan kalkmış oluyorsa, bu tür biyolojik sıvıların bir araya gelmesiyle de bazı özellikler birbirine karışacak ve ilk durumlarını sonsuza dek kaybetmiş olacaklardı. Örneğin göz renkleri mavi ve kahverenginin karışımı olan insanlar görececek, ama salt mavi ya da salt kahverengi gözlü insanlar görmeyecektik; ne var ki gerçek hayatta böyle olmaz. Dahası, bu tür biyolojik sıvıların karışmasıyla zamanla nüfustaki tüm canlıların birbirine benzemesi gerekirdi. O zaman da doğal seçilimin işlemesi için gerekli çeşitlilik olmazdı. Darwin sıvılarla ilgi fikrindeki hatayı gördükten sonra derin bir çaresizliğe kapılmıştı.

13:

DÜNYA'NIN AURASI

Atmosfer

Hareket halindeki güneş, değişim, oluşum ve çürüme süreçlerini başlatır. Onun aracılığıyla suyun en temiz ve en tatlısı her gün yukarı taşınıp buhara dönüşerek üst kısımlara yükselir. Burada soğğun etkisiyle yeniden yoğunlaşarak dünyaya geri döner.

ARISTOTELES, *Meteoroloji*, MÖ 350

Gökten erkek yağıyor! Şükürler olsun!
Gökten erkek yağıyor!

THE WEATHER GIRLS*

* The Weather Girls müzik grubunun "It's raining men" şarkısından.
Orijinal sözleri: "It's raining men! Hallelujah! It's raining men!"
(ç.n.)

“Dünya atmosferinin kalınlığının Dünya’nın büyüklüğüne oranı, okullarda kullanılan dünya küresi maketlerinin üzerindeki vernik tabakasının, kürenin çapına oranıyla hemen hemen aynıdır” diye yazmıştı Carl Sagan.¹ Ancak gezegenimizde yaşamı mümkün kılan da, bu göze görünmez incecik hava tabakasıdır. Değerli ısıyı hapsederek bir battaniye işlevi görmekle kalmaz, gece ve gündüz arasında ortaya çıkabilecek aşırı sıcaklık farkını da normal bir düzeye düşürür. Atmosfer olmasaydı, Mavi Gezegen’imizin maviliğinden eser kalmayacak, onun yerini, ortalama sıcaklığı – 18 °C civarında olan, göz kamaştırıcı beyazlıkta bir buz topu almış olacaktı.

Dünya’nın yeni doğduğu 4,55 milyar yıl kadar önce atmosferin de büyük oranda yanardağ kaynaklı karbondioksitten oluştuğu düşünülmektedir. Ancak gezegen, yaklaşık 3,8 milyar yıl önce, neredeyse birer kent büyüklüğündeki asteroitlerin sürekli ve şiddetli bombardımanına maruz kalmıştır. Bu Geç Dönem Ağır Bombardıman süreci, yüzeyi eriyik haline getirmekle kalmamış, ilk atmosferi ve yanında gezegenin bütün suyunu da uzaya fırlatmıştır.² Günümüzde gezegen yüzeyinin yüzde 71’ini kaplayan suyun önemli bir bölümünün, daha sonraları buzlu kuyruklu yıldızlarca taşındığına ilişkin kanıtlar bulunmaktadır.³

Günümüzün atmosferi yaklaşık beşte bir oranında oksijen, beşte dört oranında azot ve az miktarda argon, su buharı ve karbondioksit gibi gazlardan oluşur. İlkel öncülüyle taban tabana zıt olan bu atmosfer, neredeyse tümüyle yaşamın ürünüdür. Çok uzun süre boyunca mavi-yeşil algler ya da siyanobakteriler, fotosentezin atık ürünü olan oksijeni havaya pompalamışlardı. Bu oksijenin demir oksit oluşturmak üzere gezegende bol bulunan demirle birleşmesi ise bugün Avustralya’da görebildiğimiz muazzam boyutlardaki kızıl-kahverengi kayaların oluşumuyla sonuçlanmıştı. Demir, artık daha fazla oksijen alamaz duruma geldiğindeyse, oksijen

atmosferde ölümcül düzeylere ulaşarak çok büyük sayıda canlıyı zehirledi. Ancak aynı zamanda hayvanlar –ve günün birinde insanlar– için son derece etkili bir enerji kaynağı sağlamış oldu.

Dolaşım

Atmosfer, yalnızca dünyayı saran, oksijence zengin bir battaniye olmakla kalmaz; aynı zamanda Güneş enerjisinin yönlendirdiği, sürekli hareket halindeki bir hava katmanıdır. Güneş ekvator bölgelerini kutuplara oranla daha fazla ısıttığından, bu bölgeler kutuplardan daha sıcaktır.⁵ Sıcaklık dengelenene kadar her zaman sıcak yerden soğuk yere akan ısı, bu sefer de küresel sıcaklığı dengelemek için atmosferden geçerek ekvatordan kutuplara akar. On dokuzuncu yüzyılda yaşamış İngiliz fizikçi John Tyndall şöyle yazmıştır: “Dünya ve atmosferi dev bir damıtma aygıtı gibidir; ekvatoryal okyanus kaynatıcı, kutupların soğuk bölgeleri ise yoğunlaştırıcı görevi görür.”⁶

Eğer Dünya dönmüyor olsaydı –ya da Venüs gibi çok yavaş dönseydi– ısının ekvatordan kutuplara yaptığı yolculuk basit olurdu.⁷ Soğuk havadan daha hafif olan sıcak hava (sıcak hava balonunu düşünün) ekvatorunda yükselir ve kutuplara yönelirdi.⁸ Burada ısınıp kaybedip aşağı iner ve yer yüzeyine daha yakın bir seviyeden ekvatora dönerdi. Bu tür daimi hava taşıma kuşaklarına –1735’te fikri ortaya atan İngiliz avukat ve meteorolog George Hadley’nin adından hareketle– Hadley Döngüsü denir. Dönmeyen bir Dünya’da, biri kuzey, biri de güney yarımkürede olmak üzere *iki* Hadley Döngüsü olurdu.

Ancak Dünya kendi eksenini çevresinde hızla döner – 24 saatte bir tur. Buna bağlı olarak yerin –ve dolayısıyla havanın– hareket hızı ekvatorunda en yüksek, kutuplarda en düşüktür. ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi NASA’nın fırlatmalar için Florida’yu, Avrupa Uzay Ajansı ESA’nın ise Fransız Guyanası’ndaki Kourou’yu seçmiş olmasının nedeni budur. Ekvatora mümkün olduğunca yakın mesafeden kalkış yapan uzay araçları, böylece Dünya’nın dönüşünden azami itkiyi sağlayabilir.

Ekvator bölgesinde yaşayanlar, farkında olmaksızın bir Boeing 747'nin hızının neredeyse *iki katı* hızla hareket eder: saatte yaklaşık 1.670 kilometre.⁹ Ekvatordan uzağa hareket eden sıcak hava ise, bu yüzden altında kalan yerden hep daha büyük hızla yol alır. Yerde durmakta olan birine göre, hava kutba doğru yol alırken Dünya'nın dönüş yönüne, yani doğuya doğru sapmış görünür.¹⁰

Kuzeye ve güneye yol alan havadaki sapma öyle güçlüdür ki, ısının ekvatordan kutuplara varması hiç de kolay olmaz. Hava tek bir Hadley Döngüsü içinde değil, *üç* ayrı döngüde kutba ulaşabilir. Bu döngüleri, her biri ekvator ile kutup arasındaki mesafenin yaklaşık üçte biri boyunca uzanan üç ardışık bant olarak düşünebiliriz.

Daha hızlı dönen bir gezegende havanın dolaşımı *daha da fazla sayıda* banda bölünür. Örneğin Jüpiter, Dünya'nınkinin yaklaşık 11 katı uzunlukta bir ekvator çapına sahip olsa da, kendi etrafındaki dönüşünü yalnızca 10 saatte tamamlar. Bu müthiş hızlı dönüş, gezegenin ekvatorunun Dünya'nınkinden yaklaşık 25 kat hızla yol almasına ve ekvator bandının her iki tarafında 7'şer bant olmak üzere hava dolaşımının 15 banda bölünmesine neden olur. Açık renkli bantlar *bölge*, koyu renkli bantlar *kemer* diye adlandırılır.

Gezegenimizin kutup bölgelerindeki dolaşım bantlarında sıcak hava, kutba büyük bir yükseklikten yaklaşır. Yerden daha hızlı hareket ettiği için, yerdeki birine Dünya'nın dönüş yönüne sapmış görünecektir. Sonuç olarak yükseklerdeki rüzgârların, Dünya'nın dönüşüne uygun olarak, *batıdan* estiği söylenir. Kutuplara ulaşan hava soğur, alçalır ve sonra da alçaktan yol alarak geldiği yere döner. Yerden daha yavaş hareket ettiği için de yerdeki birine, Dünya'nın dönüş yönünün tersine sapmış görünecektir. Bu ise, kutup buzullarına yakın yerlerde alçakta seyreden rüzgârların, Dünya'nın dönüşüne ters yönde, yani *doğudan* estiği anlamına gelir.

Ekvatora en yakın dolaşım bantlarında da buna çok benzer bir süreç yaşanır. Ekvatordan uzağa akan yüksek irtifalı hava, yerden bakıldığında Dünya'nın dönüş yönüne sapmış görünür. Tropiklerdeki bu tür rüzgârlar bu nedenle *batıdan* eser. Buna karşılık ekvatora doğru geri dönen düşük irtifalı hava, yerdeki gözlemciye Dünya'nın dönüş yönünün tersi yöne sapmış görünür. Tropik bölgelerde deniz seviyesine yakın rüzgârların (Alize rüzgârları) temelde doğudan esmesi bundandır.

16:

YAVAŞLIĞIN KEŞFİ

Özel Görelilik

Kuramımızda ışık hızı, fiziksel olarak, sonsuz büyüklükteki bir hız rolünü üstlenmektedir.

ALBERT EINSTEIN

Zürih bu trende ne zaman duruyor?

ALBERT EINSTEIN

Sonsuz, diğerk tüm sayılardan büyük bir sayıdır. Bir cisim eğer sonsuz hızda gidebilseydi, onu yakalamanız asla mümkün olmazdı. Bunun da ötesinde, ne kadar hızlı hareket ederseniz edin, cisim size her zaman sonsuz hızla yol alır görünürdü çünkü sizin hızınız onunkinin yanında her zaman göz ardı edilebilir düzeyde kalacaktı.

Evrenimizde ise sonsuz hız, bir nedenle, her zaman ışığın hızıdır; yani saniyede 300.000 kilometre. Hiçbir maddesel varlık bu hıza yetişemez. Bir ışık kaynağına göre hangi hızla hareket ederseniz edin –ya da ışık kaynağı size göre hangi hızla hareket ederse etsin– ışık her zaman saniyede 300.000 kilometre hızla yol alır görünecektir.

Fizikçilerin c işaretini yakıştırdıkları ışık hızının inatla sabit kaldığı, Amerikalı fizikçiler Albert Michelson ve Edward Morley tarafından ortaya çıkarılmıştı. 1888’de gerçekleştirdikleri deneyde, Güneş çevresindeki yörüngesinde dolanan Dünya deneyde kullandıkları ışık demetiyle aynı doğrultuda yol alırken ışığın hızını ölçmüş ve ölçümü altı ay sonra, Dünya ters doğrultuda yol alırken tekrarlamışlardı. Onları hayrete düşüren sonuç, ışık hızının her iki durumda da aynı oluşuydu. Aslında Dünya, Güneş’in çevresinde ışık hızının yarısına karşılık gelen muazzam bir hızla dolanıyor olsaydı bile, Michelson ve Morley ışık hızını $(c + \frac{1}{2}c) = 1\frac{1}{2}c$ ya da $(c - \frac{1}{2}c) = \frac{1}{2}c$ olarak değil, c olarak ölçeceklerdi. Peki ışık hızının gösterdiği bu tuhaf sabitlik ne anlama gelir? Bu soru Einstein tarafından, onun mucizevi yılı olan 1905’te yanıtlandı.

Herhangi bir şeyin hızı, belirli bir sürede aldığı yoldur; örneğin bir araba bir saatte 50 kilometre yol alabilir. Öyleyse bir ışık demeti için yapılan hız ölçümlerinde –kendileri ya da ışık kaynağı hangi hızla hareket ederse etsin– herkesin aynı değeri elde etmiş olması için ışın içinde bir tuhaflık olması gerekir.

Tek bir kişi için söz konusu olan mesafenin –diyelim ki bir metre– bir başkası için de aynı olduğunu düşündüğümüz gibi, tek bir kişi için söz konusu olan sürenin de –diyelim ki bir dakika– bir başkası için aynı olduğunu düşünürüz. Ama herkes ışık hızı için aynı değeri elde ediyorsa bu doğru olamaz. Işık hızını, evrenin üzerine inşa edildiği bir kaya olarak kabul edersek, uzay ve zaman da yer değiştirip duran kumdan farksızdır.

Hatta Einstein'ın da fark ettiği gibi, yer değiştiren gözlemcinin bakış açısından uzay *küçülürken* (*büzülürken*) zaman da *yavaşlar*. Daha kesin bir ifadeyle, size göre hareket eden birinin kendi hareket yönünde küçüldüğünü ve sanki pekmezin içinde yürür gibi yavaşladığını görürsünüz.¹ “Hareket eden cetveller kısalır, hareket eden saatler de yavaşlar” ifadesi durumu açıklamaktadır.

Einstein'ın daha mizahi bir açıklaması vardır bunun için: “Bir adam güzel bir kızın yanında bir saat boyunca oturduğunda, bu süre ona bir dakika gibi gelir. Ama siz onu bir de sıcak bir sobanın üstünde bir dakika boyunca oturduğunda görün. Bu bir dakika, onun için bir saatten de uzun sürecektir. İşte görelilik budur!”

Peki ya yanınızdan uçarak geçen birinin gözünden ne olacaktır durum? O da *kendi* hareket yönünüz içinde *sizin* küçüldüğünüzü, sanki pekmez içinde yürüyormuşsunuz gibi, *sizin* yavaşladığınızı görecektir. Bunun nedeni her birinizin gördüğü şeyin birbirinize göre olan, yani *görelî hareketinize* bağlı oluşudur ve ikiniz de birbirinize göre *aynı* görelî hızda hareket edersiniz.

Bu gerçek, ışık hızının sabitliğine ek olarak, Einstein'ın kuramının ikinci temel taşını gözler önüne serer. Ve kuramın neden “görelilik” olarak adlandırıldığını açıklar. Bundan dört yüzyıl önce, birbirlerine göre sabit hızla hareket eden herkesin aynı şeyi gördüklerini fark eden ilk kişi Galileo olmuştu. Bir kişinin bir başkasına attığı ve havada kavis çizerek ilerleyen bir top düşünün. Atıcı ve tutucu ister bir kumsalda, ister suyu yararak geçen bir gemide olsun, top aynı eğriyi izleyecektir.

Galileo'nun birbirine göre sabit hızla hareket eden herkesin aynı şeyi gördüğünden kastı, aslında aynı hareket yasalarını gördükleriydi. Einstein'ın bundan iki buçuk yüzyıl sonra yaptığı ise, Galileo'nun fikirlerinin kapsamını genişletmekten ibaretti. Onun iddiasına göre aynı olan yalnızca hareket yasaları değil, *tüm* fizik

yasalarıydı. Işık hızının değişmez olduğunu ileri süren optik yasaları da bunlara dahildi.

Yanınızdan sabit hızla geçip giderken uzamsal olarak küçülüp zamansal olarak yavaşlayan kişiyi yeniden ele alalım. Bu kişinin bakış açısından siz de ona göre aynı görelî hızla hareket eder, fakat geriye doğru gidirsiniz. Sonuçta ikinizin de gördüğü aynı şeydir. Göreliliğin sihri işte budur.

Akla kaçınılmaz olarak şu soru gelir: Neden göreliliğin tuhaf etkilerine –teknik olarak zaman genleşmesi ve Lorentz Büzülmesi’ne– hiç tanık olmayız? Ya da başka bir deyişle, yanımızdan koşarak geçen birinin hareketi yönünde küçüldüğünü ya da yavaşladığını neden görmeyiz? Yanıt, bu tür etkilerin yalnızca birbirinin yanından ışık hızıyla geçen cisimler için fark edilebilir olduğudur. Işık da inanılmaz bir hızla (bir yolcu uçağının hızının bir milyon katı kadar) hareket eder. Görelilik, bu anlamda yavaşlığımızın keşfidir.

Peki ama göreliliğin etkilerini göremiyorsak, ışık hızına yaklaştıkça zamanın yavaşladığını nereden biliyoruz? Uzayın büzülüp küçüldüğünü nereden biliyoruz? Kanıtlar gerçekte şu anda bile vücudunuzun içinden geçip gitmektedir.

Muonlar atom-altı parçacıklardır. Yüksek enerjili atom çekirdekleri olan kozmik ışınlar hava atomlarıyla çarpışınca, atmosferin yaklaşık 12,5 kilometre yükseklerinde muonlar oluşur. Atom-altı parçacık yağmuru halinde atmosferin alt tabakalarına doğru yağar, ancak belirli bir zaman aralığında bozunurlar.² Bu aralık çok kısadır: saniyenin 1,5 milyonda biri kadar. Bu durumda hiçbirinin atmosferin 500 metre aşağısından öteye bozunmadan geçemiyor olması gerekir. Ve elbette hiçbirisi 12,5 kilometre aşağıdaki yer yüzeyine ulaşamıyor olmalıdır.

Ama ulaşırlar.

Bunun nedeni muonların, ışık hızının yüzde 99,92’si kadar hızla yol almalarıdır. Ama sizin bakış açınızdan, yaşamlarını ağır çekimde geçiriyor gibidirler. Hatta onlar için zaman, sizin için olduğundan 25 kat daha yavaş geçmektedir ki bu da bozunma zamanının geldiğini anlamaları için 25 kat daha uzun süre gerektiği anlamına gelir. O zaman geldiğinde ise Dünya’nın yüzeyine çoktan çarpmışlardır bile.

Ama tabii bir başka bakış açısı daha var: muonunki. Onun açısından zaman normal hızında akıp gitmektedir. Ne de olsa muon da tıpkı sizin gibi *kendisine göre* sabit konumdadır. O da *sizi* kendi hareket yönünde küçülür görür. Ve muonun bakış açısından, ışık hızının yüzde 99,92'si kadar hızla kendisine yaklaşan, yeryüzüdür. Ama küçülen yalnızca siz değilsinizdir. Atmosfer de küçülmektedir ve sonunda normal kalınlığının $1/25$ 'ine ulaşır. Bu da muonların, bozunmaya uğramadan önce yeryüzüne varacak zamanları olduğu anlamına gelir.

Hangi bakış açısından bakarsanız bakın –ister muonun zamanının yavaşladığı kendi bakış açınızdan, ister atmosferin küçüldüğü muonun bakış açısından– muon sonunda yere varacaktır. Bu da görelilik büyüsunün bir başka örneğidir.

Uzay-zaman

Siz de bir muon gibi ışık hızına yakın hızlarda yol alabilseydiniz nasıl olurdu? Bir kere şurası kesin ki dünyayla ilgili bazı derin gerçekler öğrenirdiniz. Göreliliğin bize bir kişi için geçerli olan bir zaman aralığının bir başkası için aynı olmadığını söylediğini düşünebilirsiniz. Söyler de. Ama asıl vurguladığı, bir kişi için geçerli olan zaman aralığının, bir başkası için hem zamansal *hem de* uzamsal bir aralık olduğudur. Başka bir ifadeyle, bir kişinin aynı konumda iki farklı olay –örneğin iki patlama– olarak gördüğü şey, bir başkası için iki farklı konumda gerçekleşen iki olay gibi görünebilir.

Göreliliğin, bir kişi için geçerli olan bir uzamsal aralığın bir başkasınıninkiyle aynı olmadığına işaret ettiğini de düşünüyor olabilirsiniz. Ama gerçekte işaret ettiği şey, bir kişi için geçerli olan bir uzamsal aralığın, bir başka kişi için uzamsal *ve* zamansal bir aralık olduğudur. Buna göre, bir kişinin aynı anda gerçekleşen iki olay olarak algıladığı şeyi, bir başkası farklı zamanlarda gerçekleşen iki olay olarak algılayabilir.³

Ama ışık hızına yakın hızlarda uzam aralıkları zaman aralıklarına, zaman aralıkları da uzam aralıklarına dönüşebiliyorsa, bundan uzay ve zamanın temel olgular *olmadıkları* sonucu çıkmaz mı?