

YAŞAM NEDİR?

BEŞ ADIMDA
BİYOLOJİYİ
ANLAMAK

PAUL NURSE

EDİTÖR: BEN MARTYNOGA

ÇEVİRİ: ŐİRSEL TAŞ

domingo



YAŞAM NEDİR?

Beş Adımda Biyolojiyi Anlamak

PAUL NURSE

Editör: Ben Martynoga

Özgün adı: What Is Life?: Understand Biology In Five Steps

© 2020 Paul Nurse

Bu kitabın Türkçe yayın hakları Akcalı Telif Ajansı aracılığıyla alınmıştır.

Türkçe yayın hakları:

© 2022 Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.

Domingo, Bkz Yayıncılık markasıdır.

Sertifika No: 46105

Çeviri: Şiirsel Taş

Redaktör: Edip Sönmez

Son okuma: Ümran Özbacı

Bilimsel danışman: Barışcan Ersöz

Kapak illüstrasyonu: Paul Duffield

Kapak uyarlama: Betül Güzhan

Sayfa uygulama: Bahadır Erşık

ISBN: 978 605 198 250 2

Baskı: Kasım 2022

Optimum Basım

Tevfikbey Mah. Dr. Ali Demir Cad. No: 51/1 34295 Küçükçekmece İstanbul

Tel: 0212 463 71 25 • Sertifika No: 41707

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.

Harbiye Mah. Cumhuriyet Cad. Pak Apt. No: 30

Kat: 1 Daire: 3 Şişli İstanbul – Tel: (212) 245 08 39

e-posta: domingo@domingo.com.tr

www.domingo.com.tr

Dost ve baba Andy Martynoga'ya (Yog);
gezeganimizde Yaşam'ı koruma
sorumluluđunu üstlenecek olan
torunlarım Zoe, Joseph, Owen, Jashua
ve onların kuşağına

İÇİNDEKİLER

Giriş	1
1. Hücre	7
<i>Biyolojinin Atomu</i>	
2. Gen	19
<i>Zaman Sınırı</i>	
3. Doğal Seçilim Yoluyla Evrim	47
<i>Şans ve Gerekliklik</i>	
4. Kimya Olarak Yaşam	66
<i>Kaostan Düzene</i>	
5. Enformasyon Olarak Yaşam	97
<i>Bütünün İşleyişi</i>	
Dünyayı Değiştirmek	131
Yaşam Nedir?	154
Teşekkür	175

GİRİŞ

Biyoloji hakkında ciddi ciddi düşünmeye başlamamı sağlayan şey belki de bir kelebektir. Baharın ilk günleriydi; herhalde on iki, on üç yaşlarındaydım ve bahçede oturuyordum ki sarı bir kelebek kanatlarını titreterek çitin üzerinden uçtu. Döndü, havada asılı kaldı, kısacık bir süre için çite kondu ama o kadarı bile kanatlarındaki damarları ve benekleri fark etme yetmişti. Derken bir gölgeden rahatsız olup tekrar havalandı ve çitin diğer tarafında gözden kayboldu. Kelebeğin karmaşık yapısı ve mükemmel biçimi beni düşündürdü. Hem tamamen farklı hem de bir şekilde tanıdık. Onun da benim gibi canlı olduğu apaçık: Hareket edebiliyor, hissedebiliyor, tepki verebiliyordu; her hareketinin bir *amacı* varmış gibi görünüyordu.

Şunu merak ettiğimi fark ettim: Canlı olmak gerçekte ne demek? Kısaca, yaşam nedir?

Hayatımın çoğunu bu soru üzerinde düşünerek geçirmiş olsam da tatminkâr bir yanıt vermek kolay değil. Şaşırtıcı gelebilir ama biliminsanları asırlardır bu soruyla boğuştukları halde yaşamın standart bir tanımı yok. Bu kitabın başlığı bile fizikçi Erwin Schrödinger'in 1944'te yayımladığı, büyük etki yaratan kitabı *Yaşam Nedir?*'den çalıntı. Schrödinger'in odaklandığı konu, yaşamın önemli bir yönüydü: Termodinamiğin İkinci Yasası'na göre sürekli biçimde düzensizlik ve kaos durumuna doğru ilerleyen bir evrende, canlılar nasıl oldu da kuşaktan kuşağa böylesine etkileyici bir düzeni ve yeknesaklığı korudular? Schrödinger haklı olarak bunun önemli bir soru olduğunu düşünüyordu ve kalıtımı –genlerin ne olduğunu ve kuşaklar arasında nasıl aslına sadık kalarak aktarıldığını– anlamanın, kilidin anahtarı olduğuna inanıyordu.

Bu kitapta ben de aynı soruyu soruyorum: Yaşam nedir? Fakat *sadece* kalıtımı çözenin bize eksiksiz bir yanıt sunacağını sanmıyorum. Onun yerine, biyoloji alanındaki beş büyük fikri, teker teker tırmanabileceğimiz basamaklar olarak kullanarak yaşamın işleyişine dair daha berrak bir bakış açısı sunacağım. Bunlar uzun zamandır etrafta olan ve yaşayan organizmaların nasıl işlev gördüğünün açıklanmasında genel kabul

GİRİŞ

görmüş fikirler. Fakat ben bu farklı fikirleri yeni yollardan bir araya getirerek, yaşamı tanımlayan birleştirici bir ilkeler kümesi ortaya çıkarmak üzere kullanacağım. Umarım bu yaklaşım canlılar dünyasını bambaşka bir gözle görmenize yardımcı olur.

Baştan söyleyeyim, biz biyologlar büyük fikirlerden ve büyük kuramlardan bahsetmekten genellikle çekiniriz. Bu açıdan fizikçilerden oldukça farklıyız. İster belirli bir habitattaki bütün türlerin listesini çıkarmak olsun ister bir kınkanatlının bacağındaki kılları saymak ya da binlerce genin dizilmesini yapmak; bazen detaylara, kataloglara ve betimlemelere gömülmenin rahatlığına sığındığımız izlenimini veririz. Basit kuramlar ya da birleştirici fikirler aramamızı ve bulmamızı güçleştiren şey, belki de doğanın hayret verici, hatta karşı konulmaz çeşitliliğidir. Fakat biyolojide böyle kapsayıcı fikirler yine de *var* ve bunlar yaşamı olanca karmaşıklığıyla kavrayabilmemize yardımcı olur.

Size açıklayacağım beş fikrin başlıkları şunlar: “Hücre”, “Gen”, “Doğal Seçilim Yoluyla Evrim”, “Kimya Olarak Yaşam” ve “Enformasyon Olarak Yaşam”. Bu fikirlerin nasıl ortaya çıktığını, neden önemli olduğunu ve birbirleriyle nasıl etkileştiğini açıklamamanın yanı sıra, dünyanın dört bir tarafında biliminsanları yeni keşifler yaptıkça bu fikirlerin günümüzde hâlâ değiştiğini ve daha da geliştiğini göstermek istiyorum. Bilimsel bir keşif yapmanın hazzını hissedebilmeniz için

YAŞAM NEDİR?

sizi bu ilerlemelerde rolü olan, kimilerini şahsen tanıdığım biliminsanlarıyla tanıştıracacağım. Ayrıca laboratuvar araştırmalarında yaşadığım tecrübeler, sezgiler, hayal kırıklıkları, şans faktörü ve o nadir ama muhteşem aydınlanma anlarıyla ilgili hikâyeler anlatacağım. Gayem, bilimsel keşiflerin coşkusu paylaşılabilmemiz ve doğayı daha iyi anlamaya eşlik eden tatmin duygusunu tecrübe edebilmemiz.

Beşeri faaliyetler gezegenimizin iklimini ve o iklimin desteklediği birçok ekosistemi kaldıracakları azami sınırlara, hatta onun da ötesine zorluyor. Yaşamı bildiğimiz şekliyle devam ettirebilmek için, yaşayan dünyayı inceleyerek işin içyüzünü anlamaya ihtiyacımız olacak. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda biyoloji, insanların yaşaması, doğması, beslenmesi, iyileşmesi ve pandemilerden korunması konusunda yaptığımız seçimleri giderek daha fazla yönlendirecek. Biyoloji bilgisinin bazı uygulamalarını ve bunlar için vermek zorunda kalabileceğimiz zor ödünleri, ortaya çıkabilecek bazı etik belirsizlikleri ve kasıtsız sonuçları anlatacağım. Fakat bu başlıklar etrafında gelişen tartışmalara geçmeden önce, yaşam nedir ve nasıl işler sorularını sormalıyız.

İnsanda huşu duygusu uyandıran uçsuz bucaksız bir evrende yaşıyoruz ama o büyük bütünün şu minicik köşesinde serpilen yaşam, evrenin en büyüleyici ve gizemli yanlarından biri. Bu kitaptaki beş fikir,

GİRİŞ

tırmandıkça Dünya üzerindeki yaşamın ilkelerini görmemizi sağlayan birer basamak olacak. Bu basamaklar, gezegenimizde yaşamın nasıl başlamış olabileceği ve evrenin başka bir yerinde karşılaşma olasılığımız bulunan yaşamın neye benzeyeceği üzerine düşünmemize de yardımcı olacak. Başlangıç noktanız neresi olursa olsun -bilim hakkında pek az şey bildiğinizi, hatta hiçbir şey bilmediğinizi düşünseniz bile- amacım, bu kitabı bitirdiğinizde kendinizin, benim, o zarif sarı kelebeğin ve gezegenimizde yaşayan diğer canlıların birbirleriyle nasıl bir bağlantı içinde olduğunu daha iyi hissedebilmenizdir.

Umuyorum ki yaşamın ne olduğunu anlamaya hep birlikte biraz daha yaklaşacağız.

1. HÜCRE

Biyolojinin Atomu

Hücreyi ilk kez okulda gördüğümde sarı kelebeikle karşılaşmamın üzerinden çok uzun zaman geçmemişti. Sınıfta soğan filizlendirmiş, yapısını anlamak için köklerini mikroskop lamının altında ezip incelemiştik. İlham verici biyoloji öğretmenim Keith Neal, yaşamın temel birimi olan hücreleri göreceğimizi söylemişti. İşte oradaydılar: muntazam sütunlar halinde, bitişik nizam dizilmiş kutulara benzeyen hücreler. Bu minicik hücrelerin büyüyüp bölünmesinin bir soğanın köklerini toprağın derinlerine itmek, gelişen bitkiye su ve besin maddeleri temin edip toprağa tutunmasını sağlamak için yeterli olması öyle etkileyici gelmişti ki...

Hücreleri daha iyi öğrendikçe merakım daha da arttı. Hücrelerin biçimleri ve boyutları inanılmaz bir çeşitlilik gösterir. Çoğu çıplak gözle görülemeyecek

kadar küçüktür – hakikaten ufacıklardır. Mesanede enfeksiyona neden olan bir parazit bakterinin 3.000 tanesini yan yana koysanız bir milimetrelilik bir boşluğu anca doldururlar. Bazı hücrelerse muazzam boyutlardadır. Düşünün ki kahvaltıda yediğiniz yumurtanın sarısı, tek bir hücredir. Vücudumuzdaki bazı hücreler de devasa boyutlara ulaşır. Örneğin bazı sinir hücreleri omurganızın tabanından başlayıp ayak başparmağınızın ucuna kadar uzanır. Yani bu hücreler bir metreden uzundur!

Bu çeşitlilik kadar şaşırtıcı ve benim için en ilginç olan şeyse bütün hücrelerin ortak paydasıdır. Biliminsanları her zaman temel birimleri tanımlamakla ilgilendirler; bunun en iyi örneği, maddenin temel birimi olan atomdur. Hücreyse biyolojinin atomudur. Hücreler canlıların temel yapısal birimi olmanın yanı sıra yaşamın da temel işlevsel birimidir. Demek istediğim şu: Hücreler yaşamın temel özelliklerine sahip en küçük varlıklardır. Bu, biyologların *hücre kuramı* olarak adlandırdıkları kuramın temelini oluşturur: Bildiğimiz kadarıyla gezegenimizdeki bütün canlılar ya bir hücre ya da bir hücre topluluğudur. Hücre, canlı olduğunu kesin olarak söyleyebileceğimiz en basit şeydir.

Yaklaşık yüz elli yaşında olan hücre kuramı, biyolojinin temel direklerinden biridir. Bu fikrin biyolojiyi anlama açısından ne denli önemli olduğunu düşününce, halkın ilgisini daha fazla çekmemiş olmasına

şşıyorum. Bunun sebebi, çoğumuzun okuldaki biyoloji derslerinde hücreleri karmaşık canlıların yapıtaşları olarak düşünmeyi öğrenmesi olabilir; oysa gerçek bundan çok daha ilginç.

Hücrenin hikâyesi 1665'te, dünyanın ilk bilim akademilerinden biri olan, yeni kurulmuş Londra Kraliyet Cemiyeti [Royal Society of London] üyesi Robert Hooke ile başlar. Bilimde çoğu zaman olduğu gibi Hooke'un keşfini tetikleyen de yeni bir teknoloji olmuştur. Hücrelerin çoğu çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük olduklarından, hücre ancak yedinci yüzyılın başlarında mikroskobun icadından sonra keşfedilebildi. Biliminsanları genellikle bir kuramcıyla becerikli bir zanaatkârın karışımıdır; fiziğin, mimarinin ya da biyolojinin hudutlarını, bilimsel aletler icat ederken olduğu kadar rahat araştıran Hooke da bu özelliğe kesinlikle sahipti. Hooke kendi mikroskoplarını yapıyor, sonra da o mikroskopları çıplak gözle görülemeyen, saklı, garip dünyaları araştırmak için kullanıyordu.

Hooke'un mikroskopta baktığı şeylerden biri ince bir şişe mantarı kesitiydi. Mantar ağacı kabuğunun, etrafı duvarlarla çevrili dizi dizi küçük boşluklardan meydana geldiğini gördü; tıpkı ondan 300 yıl sonra benim soğan kökü uçlarında gördüğüm hücreler gibi. Hooke bu yapıları, Latince odacık ya da küçük bölme anlamına gelen *cella* sözcüğünden yola çıkarak "cell"

(hücre) olarak adlandırdı. O dönemde Hooke çizdiği hücrelerin aslında yalnızca bitkilerin değil, bütün yaşamın temel bileşeni olduğunu bilmiyordu.

Hooke'tan bir süre sonra Hollandalı araştırmacı Anton van Leeuwenhoek başka bir önemli gözlemlerle tekhücreli yaşamı keşfetti. Göl suyundan ve ağzındaki diş plağından aldığı örneklerde mikroskobik organizmalar gördü; bu gözlem ağız hijyeniyle gurur duyan Leeuwenhoek'u rahatsız etmişti! Bu minik varlıklara, bugün artık kullanmadığımız sevimli bir isim verdi: "animalkül", yani hayvancık. Dişlerinin arasında bulunduğu şey, aslında tanımlanmış ilk bakterilerdi. Leeuwenhoek minicik tekhücreli yaşam formlarından oluşan, yepyeni bir üst âleme tesadüf etmişti.

Bakterilerin ve diğer her türlü mikrobiyal hücrenin (tekhücreli bütün mikroskobik organizmalar için "mikrop" terimini kullanmaktayız) dünyada en bol bulunan yaşam formu olduğunu artık biliyoruz. Mikroplar atmosferin üst katmanlarından yerkabuğunun derinliklerine her çeşit ortamı mesken tutar. Onlar olmasaydı yaşam dururdu. Mikroplar atıkları parçalar, toprağı oluşturur, besin elementlerinin geri dönüşümünü sağlar, bitkilerin ve hayvanların büyümesi için gerekli olan azotu havadan yakalar. İnsan vücudunu inceleyen biliminsanları, sayıları 30 trilyon ya da daha da fazla olan kendi hücrelerimizden her birine karşılık bedenimizde en az bir mikrop hücresi bulunduğunu söylüyor.

Ne siz ne de bir başkası tek başına yaşayan, yalıtılmış bir varlık değilsiniz; hepimiz insana ait olan ve olmayan hücrelerden müteşekkil, sürekli değişim halindeki devasa bir koloniyiz. *Üzerimizde ve içimizde* yaşayan bu mikroskobik bakteri ve mantar hücreleri, besinleri sindirme ve hastalıklarla savaşıma biçimimizi etkiler.

Fakat on yedinci yüzyıldan önce, gözle görülebilir yaşam formlarıyla aynı işlevsel ilkelere sahip olduklarını bilmek şöyle dursun, çıplak gözle görülemeyen hücrelerin varlığından bile kimse haberdar değildi.

On sekizinci yüzyılda ve on dokuzuncu yüzyılın başlarında mikroskopların ve mikroskobik tekniklerin gelişmesiyle biliminsanları her çeşit canlıda bulunan farklı hücreleri tanımlayabilir hale geldiler. Bazıları bütün bitki ve hayvanların, Leeuwenhoek'un birkaç kuşak önce tanımladığı animalkül toplulukları olduğunu düşünmeye başlamıştı. Derken uzun bir hazırlık sürecinin ardından, hücre kuramı sonunda tam anlamıyla doğdu. 1839'da botanikçi Matthias Schleiden ve zoolog Theodore Schwann hem kendilerinin hem de diğer araştırmacıların çalışmalarını özetleyerek şöyle yazdılar: "Bütün organizmaların esasen benzer parçalardan, yani hücrelerden meydana geldiğini gördük." Bilimin vardığı aydınlatıcı sonuç, yaşamın temel yapısal biriminin hücre olduğuydu.

Bu bilginin etkileri, biyologların her hücrenin kendi içinde bir yaşam formu olduğunu anlamalarıyla

daha da derinlik kazandı. Dönemin önde gelen patoloğu Rudolf Virchow bu fikre istinaden 1858’de şöyle yazmıştı: “Her hayvan, her biri kendi başına yaşamın bütün özelliklerini gösteren yaşamsal birimlerin toplamı gibi görünmektedir.”

Bu da demek oluyor ki bütün hücreler kendi başlarına “canlıdır.” Biyologların çokhücreli organizmalar olan hayvanlardan ya da bitkilerden aldıkları hücreleri cam ya da plastik kaplarda, çoğunlukla da Petri kabı dediğimiz yassı kutularda muhafaza edebilmeleri bunun en canlı örneğidir. Bu hücre soylarının bazıları dünyanın çeşitli yerlerindeki laboratuvarlarda yıllardır yaşatılıyor. Hücre kültürleri, araştırmacıların bütün halindeki organizmaların karmaşıklığıyla uğraşmaksızın biyolojik süreçleri inceleyebilmelerine olanak tanır. Hücreler aktiftir; hareket edebilir, içinde buldukları ortama tepki verirler ve hücre içeriği sürekli bir devinim halindedir. Bir hücre, hayvan ya da bitki gibi bütün halindeki bir organizmaya kıyasla basit görünebilir ama canlı olduğu muhakkaktır.

Ne var ki ilk olarak Schleiden ile Schwann’ın formülleştirdiği bu hücre kuramında önemli bir boşluk vardı. Kuram, yeni hücrelerin nasıl oluştuğunu açıklamıyordu. Biyologlar hücrelerin ikiye bölünerek çoğaldığını anladıkları ve hücrelerin ancak önceden var olan bir hücrenin ikiye bölünmesiyle oluşabileceği sonucuna vardıkları zaman o boşluk kapandı. Virchow