

İçindekiler

Evrime dair yaygın olarak erişilebilir kanıtlar olarak evrimsel kalıntılar: Evrim eğitimi uygulamaları için argümanın yapısı.....	1
Bilgide Kalıplar Bulmak İçin Fiziği Kullandılar.....	21
Mersenne Asalları, Giriş ve Genel Bakış.....	30
COVID-19 Enfeksiyon Salgını Üzerine Bazı Fraktal Düşünceler.....	36
Kuantum Mekaniğinin Darwinci bir Perspektiften Kullanımı ile Bilimin Modern Yaşam Öncesinden Yaşama Geçiş Açıklamasının Analizi.....	42
Şiddetin Evrimsel Psikolojisi.....	50
Arz Yönlü Enflasyon ve Enflasyon Ölçümüne İlişkin Konvansiyonel Olmayan Bazı Göstergeler.....	64

Evrime dair yaygın olarak erişilebilir kanıtlar olarak evrimsel kalıntılar: Evrim eğitimi uygulamaları için argümanın yapısı

Warren D. Allmon & Robert M. Ross

(Evolutionary remnants as widely accessible evidence for evolution: the structure of the argument for application to evolution education)

Orjinal Makale: <https://evolution-outreach.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12052-017-0075-1>

Kısa Özet

Evrim¹ eğitimi, hem okullarda hem de yaygın eğitimde, genellikle doğal seçim² ve organizmaların doğal seçim yoluyla çevrelerine ve yaşam tarzlarına uyum sağlamaları üzerine odaklanmaktadır. Bu nedenle, evrimin gerçekleştiğine dair kanıt örnekleri genellikle, ilkelere daha tanıdık organizmalara nasıl uygulanabileceğine pek dikkat edilmeden, az sayıda klasik ancak egzotik vakalarla sınırlı kalmaktadır. Bu klasik örneklerin çoğu adaptasyon³ örnekleridir; ancak, yerel çevrelere adaptasyon, ilke olarak doğaüstü yaratılış⁴ veya tasarım ile de açıklanabilir. Bunun yaygın bir sonucu olarak, halk arasında evrim örneklerinin nadir olduğu ve iyi uyum sağlamış organizmaların varlığının metafiziksel⁵ olarak da kolayca açıklanabileceği algısı oluşmaktadır. Herhangi bir ortamda uzman olmayan kişilerin

¹ Organizma popülasyonlarının zaman ve mekân içinde yeni türlere dönüşmesi süreci; bu süreçte bireyler, ardışık nesiller boyunca birbirlerinden giderek farklılaşırlar.

“Evolution - an Overview | ScienceDirect Topics.” Www.sciencedirect.com, www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/evolution.

² Çevresiyle uyumlu bir bireyin daha uyumsuz bir bireye kıyasla hayatta kalma becerisinin ve dolayısıyla üreme başarısının daha fazla olacağını belirten teori.

“Natural Selection - an Overview | ScienceDirect Topics.” Www.sciencedirect.com, www.sciencedirect.com/topics/psychology/natural-selection.

³ Adaptasyon, canlı sistemlerin hayatta kalmaları ve uyumlarını sürdürebilmeleri için kritik olan bazı temel işlevleri korumak amacıyla, çevrelerindeki değişikliklere karşı içsel durumlarını değiştirdikleri biyolojik bir olgudur.

Tu, Yuhai, and Wouter-Jan Rappel. “Adaptation of Living Systems.” Annual Review of Condensed Matter Physics, vol. 9, 1 Mar. 2018, pp. 183–205, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6060625/, <https://doi.org/10.1146/annurev-conmatphys-033117-054046>.

⁴ Genel anlamda Yaratılışçı, gökyüzünü ve yeryüzünü hiçbir şeyden, özgür iradesiyle yaratan mutlak bir tanrıya inanan kişidir.

Ruse, Michael. “Creationism (Stanford Encyclopedia of Philosophy).” Stanford.edu, 21 Sept. 2018, plato.stanford.edu/entries/creationism/.

⁵ Varlık, bilgi, kimlik, zaman ve mekân gibi soyut kavramlar da dâhil olmak üzere, varlıkların ilkeleriyle ilgilenen felsefe dalıdır. Cambridge Dictionary. “Metaphysics.” @CambridgeWords, 25 June 2025, dictionary.cambridge.org/tr/s%C3%B6zl%C3%BCk/ingilizce-t%C3%BCrk%C3%A7e/metaphysics. Accessed 25 June 2025.

erişebileceği evrim kanıtı kategorileri arasında, ortak atanın en güçlü kanıtının homolog⁶ özelliklerde görülen evrimsel tarih kalıntıları olduğuna inanıyoruz. Özellikle bu homolog yapılar, organizmaların yaşam tarzlarına uyumsuz olan yapılar (“körelmiş organlar”) veya genellikle başka işlevlere atanmış parçaların karmaşık kombinasyonlarını içeren daha iyi bir uyum (“yapay düzenekler”) ile ilişkili olduğunda daha ikna edici hale gelmektedir. Darwin, kusurlardan hareketle yapılan bu argümanın kritik doğasına vurgu yapmış ve bu argüman, bir asırdan uzun süredir geleneksel “evrim kanıtları” kataloglarının bir parçası olmuştur. Ancak, tarihsel kalıntılar evrim kanıtı kategorisi olarak yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen, evrim eğitiminin her seviyesinde karşılaştırmalı anatomi eğitiminde vücut kısımlarının soy yoluyla aktarımını belgelemek için kullanımına yeterince vurgu yapılmamaktadır. Evrim eğitimine uygulanmak üzere, ortak atayı ve evrim kanıtlarını belgelemek için evrimsel kalıntıların kullanımını inceliyoruz.

Giriş

Genel halk arasında evrimin yaygın olarak kabul görmemesi (örneğin, Miller ve diğerleri 2006; Pew Research Center 2017; Gallup 2017) göz önüne alındığında, anketlerin aynı zamanda yüksek oranda katılımcının evrim için yeterli bilimsel kanıt bulunmadığı ifadesine katıldığını bildirmesi dikkat çekicidir. Örneğin, Amerikalılar üzerine yapılan anketler, katılımcıların %20-50’sinin evrime karşı bol miktarda güvenilir kanıt olduğunu düşündüğünü, modern evrim teorisinin “geçerli bir bilimsel temelden yoksun” olduğunu ve/veya “evrimin bilimsel olarak kanıtlanmaktan çok uzak” olduğunu belirttiğini ortaya koymaktadır (örneğin, Lord ve Marino 1993; People for the American Way Foundation 2000; Cunningham ve Wescott 2009). Shtulman (2006), bunun derinlemesine düşünülmüş bir yanıt olmayabileceğini, çünkü “Darwin’in evrim teorisinin kanıtlarla güçlü bir şekilde desteklenmediği iddiasına katılmayanların, genellikle alternatif iddiayı (yani, Darwin’in evrim teorisinin kanıtlarla güçlü bir şekilde desteklenmediğini) desteklemeye eğilimli olduklarını ve cehalet iddiasında bulunmadıklarını” belirtmektedir. Ayrıca, evrim için kanıtların bilinmemesi, evrimin kabul edilmemesinin tek ya da en önemli nedeni olmak zorunda değildir (Allmon 2011; Shtulman 2011; Heddy ve Nadelson 2012, 2013; Rosengren ve diğerleri 2012; Dunk ve diğerleri 2017). Bununla birlikte, evrim için fazla kanıt olmadığı fikri, neredeyse tüm biyologların görüşüyle çarpıcı biçimde çelişmektedir; çünkü biyologlar, doğada neredeyse her yerde evrim için kanıt gördüklerini belirtmektedirler (örneğin, Dobzhansky 1973; Palumbi 2001; Mindell 2006; Dawkins 2009; Vermeij 2010). Bu durum, daha fazla araştırmayı hak eden bir konu gibi görünmektedir.

⁶ Genellikle evrimsel süreçlerin (milyonlarca yıl süren kademeli değişimlerin) sonucu olarak, günümüzde farklı amaçlara veya biçimlere sahip olsalar da aynı kökene sahip olmak. “Homologous.” Dictionary.cambridge.org, dictionary.cambridge.org/dictionary/english/homologous.

Darwin'den bu yana geçen yıllar boyunca birçok kaynak bol miktarda “evrim kanıtını” özetlemiş olsa da (örneğin, Romanes 1882; Heilprin 1888; Ward 1925; Lull 1947; Hotton 1968; Prothero 2007; Coyne 2009; Dawkins 2009; Rogers 2011; Theobald 2012; Mayer 2014; Barnes ve diğerleri 2017), bu kanıtların mantığı ve evrim eğitime uygulanışı üzerine şaşırtıcı derecede az doğrudan tartışma yapılmıştır. Sober’ın belirttiği gibi: “Ortak ata⁷ tezinin evrimsel akıl yürütme açısından ne kadar merkezi olduğu göz önüne alındığında, bu iddiayı destekleyen kanıtların bir araya getirildiği geniş bir literatür olmasını bekleyebiliriz. Aslında bu konu tartışılmaktadır, ancak üzerine yazılmış literatür pek de geniş değildir” (2008: 264). Ders kitapları genellikle “evrim kanıtlarını” kısaca sunar ve fosil kayıtları, biyocoğrafya, genetik, sınıflandırma, karşılaştırmalı anatomi ve gözlemlenen küçük ölçekli değişimler gibi beş veya altı kategoriden yalnızca birkaç iyi belgelenmiş klasik örneği açıklar. Öğrencilerin yerel çevrelerinde gördükleri organizmalar arasında ek kanıtları nasıl arayabilecekleri ve tanıyabilecekleri veya bu kategorilerdeki örneklerin birbirini nasıl tamamlayıp güçlendirdiği konularına ise çok az dikkat ayrılır.

Evrimsel kanıtların doğasını daha iyi anlamak, öğrencileri ve diğerlerini sınıf içindeki daha kapalı uçlu etkinliklerin yerine veya onlara ek olarak evrimi “doğada” keşfetmeye ve öğrenmeye teşvik etmek isteyen eğitimciler için önemlidir. Yani, evrimsel kanıtların ne olduğu ve bilim insanı olmayanların karşılaşma olasılığı yüksek olan ortamlarda nasıl gözlemlenebileceği konusunda sağlam bir anlayışa sahip olmak gereklidir. Başka bir deyişle, öğrencilere evrim kanıtlarının “kendi arka bahçelerinde” de bulunduğunu fark etmelerine yardımcı olacak yaklaşımlar bulmak büyük önem taşımaktadır.

İnsanlar “evrim” kelimesini kullandıklarında neyi kasteder?

Losos’un (2014: 4) yakın zamanda belirttiği gibi, “[e]vrimsel biyologlar arasında bile evrim farklı şekillerde tanımlanmaktadır,” bu durum oldukça dikkat çekicidir. Darwinci evrim, organizmaların neden oldukları gibi olduğunu açıklayan bir teoridir, yani onların bu şekilde nasıl ortaya çıktığını açıklar. Bu teori üç ana olgudan oluşur:

1. Nesiller arasında kalıtsal değişim, çoğunlukla (ancak yalnızca bununla sınırlı olmamak üzere) doğal seçim yoluyla gerçekleşir (“değişerek türeme”, DWM).
2. Nesiller arasında süreklilik (değişmezlik), kalıtım yoluyla aktarılır.
3. Dallanma, yani tek bir ata soyundan birden fazla torun soyunun türemesi; bu da tüm organizmaların birbirleriyle ilişkili olduğunu ve ortak atalara sahip olduklarını gösterir. Bu

⁷ “Ortak ata”, iki ya da daha fazla soy hattı tarafından paylaşılan bir atadır; başka bir şekilde ifade edersek, onların ortak olarak sahip olduğu atadır.
Motwani, Rohini. “Common Ancestor.” Springer EBooks, 1 Jan. 2020, pp. 1–7,
https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6_1797-1. Accessed 15 May 2025.

teoriye göre, bu üç olgudan tüm canlıları karakterize eden çeşitlilik, dağılım ve adaptasyon kalıpları ortaya çıkar.

Darwin, Türlerin Kökeni'nde (1859) bu üç olguyu açıkça ele almıştır, ancak dallanmaya çok daha az yer vermiştir (Allmon 2013'te tartışılmıştır). Bunu yaparken, okuyucularını iki temel noktaya ikna etmeyi amaçlamıştır:

- 1) Organizmaların mevcut hâline değişerek türeme (DWM, descent with modification) yoluyla ulaştığı ve
- 2) değişimin büyük ölçüde doğal seçim adı verilen belirli bir mekanizma tarafından gerçekleştiği.

Önemli olarak, Darwin teorisinin hem neyin değiştiğini hem de neyin değişmediğini açıkladığını vurgulamıştır. Bir türün “varoluş koşulları” bazı özelliklerin doğal seçim yoluyla değişmesine neden olurken, diğer özellikler (önceki yazarların “tip birliği” olarak adlandırdığı unsurlar) değişmeden kalır ve bu nedenle ortak bir atadan gelen torunlar tarafından paylaşılabilir (Türlerin Kökeni, 1859: 206).

Bilindiği üzere, Darwin 1882'de hayatını kaybettiğinde, en azından bilgili kişiler arasında, ilk hedefine büyük ölçüde ulaşmıştı; ancak ikinci hedefinde başarısız oldu. Doğal seçim, biyologlar tarafından evrimsel değişimin temel nedeni olarak kabul edilmedi ve bu kabulün gerçekleşmesi, Türlerin Kökeni'nin ilk yayımlanmasından 80 yıl sonra, yani doğal seçilimin evrimsel değişimin en önemli mekanizması olarak görülmeye başlandığı 1940'larda, Modern Evrimsel Sentez⁸ dönemine kadar sürdü.

Bu noktadan itibaren, değişerek türeme (DWM) ile doğal seçilimin birbirine karıştırılması daha kolay hâle geldi ve bu durum günümüze kadar devam etmektedir. Evrimsel biyologlar, medya ve yaratılışçılar sıkça “evrim” terimini aslında doğal seçim veya adaptasyonu kastederek kullanmakta ya da “Darwinizm” ifadesini aslında değişerek türeme anlamında kullanmaktadır. Dahası, birçok “evrimin kanıtı” özeti, adaptasyon örneklerinin derlenmesinden ibarettir (örneğin, Lull 1947; Bellamy ve Bellamy 1981; Middleton ve Hannibal 2009).

⁸ Modern evrimsel sentez, Darwin'in doğal seçim kuramı ile Mendel genetiğini birleştirerek evrimi, popülasyonlar içindeki gen frekanslarındaki değişimlerle açıklar. Bu kuram, küçük genetik değişimlerle (mikroevrim) büyük ölçekli evrimsel desenler (makroevrim) arasında bağlantı kurar. Gilbert, Scott F. “A New Evolutionary Synthesis.” Developmental Biology. 6th Edition, 2000, www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10128/.

Bu sık görülen karışıklığa rağmen, DWM (Descent with Modification) ve doğal seçilimin kabulünün farklı tarihçeleri ile birçok başka kanıt, DWM'nin kabulünün doğal seçilimin kabulünü gerektirmediğini ve “evrim gerçeği” ile evrimin gerçekleştiği mekanizmaların kavramsal olarak oldukça ayrı olduğunu açıkça göstermektedir (Ruse 1979, 1986; Gould 1983; Ospovat 1981a, b; Kampourakis ve Zogza 2008: 43; Griffiths 2009; Mayer 2014; Barnes vd. 2017). Bu bağlamda, “evrim için kanıt” DWM için kanıttır.

Bu, işlev örneklerinin veya organizmaların çevrelerine “uygunluğunun”, DWM için tartışmasız kanıt sağlamadığı anlamına gelir. Bunun nedeni, işlevleri için açıkça uygun olan özelliklerin, evrimsel olmayan dünya görüşlerinde, doğal teolojinin⁹ uzun geleneğinde olduğu gibi, zeki bir yaratıcı gibi başka mekanizmalara da atfedilebilmesidir (Ospovat 1981a, b; Ruse 2003, 2013; aşağıda daha fazla tartışmaya bakınız). Özetle, alternatif inançlar nedeniyle evrime karşı şüpheci olmaya eğilimli olanların, yerel çevrelerindeki organizmaların “iyi tasarlanmış” olduğu algısını taşıyabilecekleri ve bu organizmalar arasında DWM'nin ve ortak atanın kalıntılarını aramamış olabilecekleri ima edilmektedir.

Tarihçiler ve biyologlar, Darwin'in en dikkat çekici başarılarından birinin, görünüşte birbiriyle ilgisiz birçok bilgi kategorisini birleştirmesi olduğunu haklı olarak belirtirler; bu kategorilerin hepsi DWM (Değişimle Soy) hipotezini desteklemektedir (örneğin, Mayer 2014). Gerçekten de, DWM'yi bu kadar ikna edici yapan şey, kısmen, kanıt türlerinin çokluğu (yani, açıkladığı gözlemlerin geniş yelpazesi) olmuştur (Mayr 2001; Coyne 2009; Rogers 2011). Her bir kanıt kategorisinin evrim için önemi hakkında çeşitli düşünceler ifade etmiş olsa da, Türlerin Kökeni'nde Darwin, tüm kanıt kategorileri arasında “karşılaştırmalı anatomi”nin DWM için en ikna edici ve bol kanıt sağladığını yazmıştır. Yani, türler arasındaki benzerlik desenleri (“tip birliği”), en iyi şekilde ortak bir atadan kalıtım yoluyla açıklanabilir. Darwin bu tür gözlemler hakkında şöyle yazmıştır:

“Bana öyle açık bir şekilde ilan ediyorlar ki, bu dünyayı dolduran sayısız tür, cins ve organik varlık ailesi, her biri kendi sınıfı ya da grubu içinde ortak ebeveynlerden türemiş ve soyları boyunca değişmiştir; bu görüş başka hiçbir olgu ya da argümanla desteklenmese bile, hiç tereddüt etmeden kabul ederdim” (1859: 457–458).

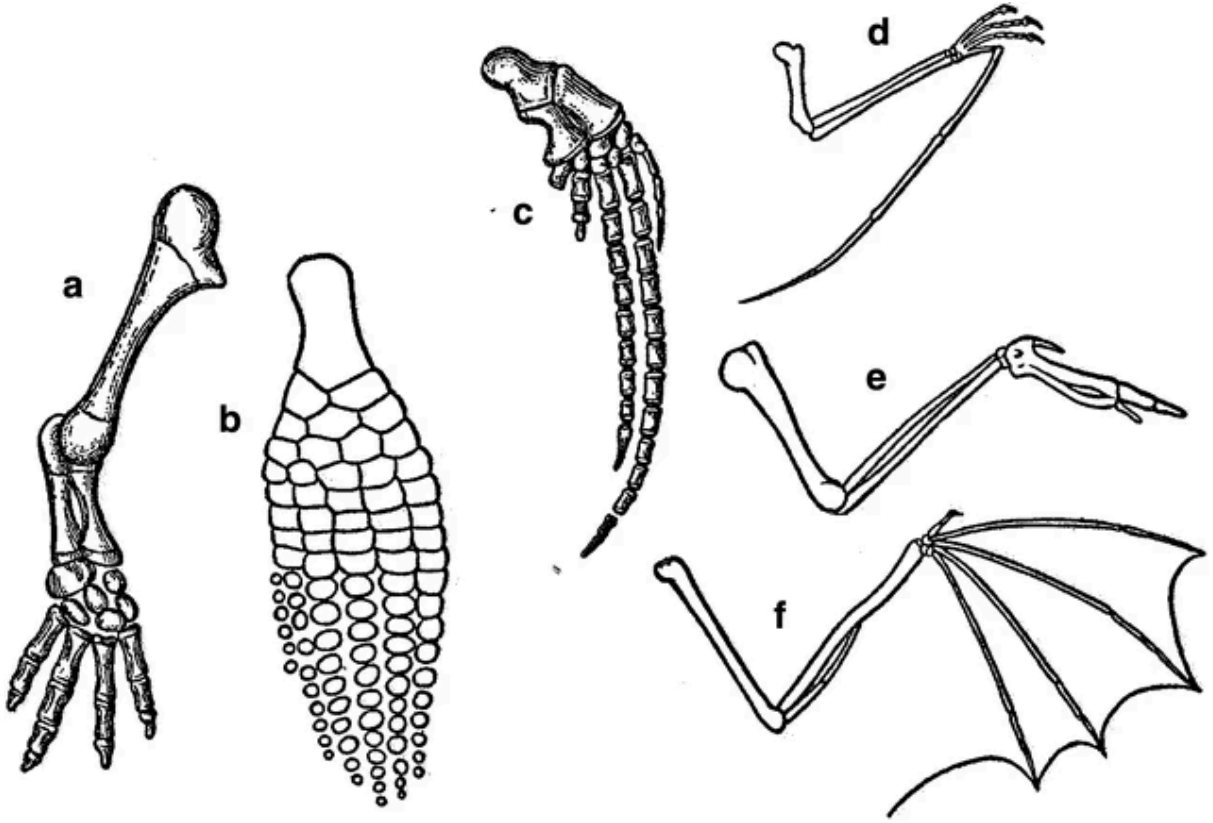
Darwin'in burada sözünü ettiği anatomik benzerlikler, özellikle de belirgin bir işlevi ya da uyumsal değeri olmayan ya da ilk olarak yerine getirmek üzere yapıldıkları düşünülen işlevlerden çok farklı işlevlere sahip olanlardır. Darwin'in temel bulgularından biri, bu tür

⁹ Dini inancın, ibadetin ve deneyimin araştırılması.
Merriam-Webster. “Definition of THEOLOGY.” Merriam-Webster.com, 2019,
www.merriam-webster.com/dictionary/theology.

benzerliklerin, doğaüstü bir yaratılış biçiminden ziyade, DWM ile en iyi şekilde açıklanabileceğidir. Başka bir deyişle, bu tür özellikler yalnızca evrimsel bir bağlamda “anlam kazanır” (Dobzhansky 1973; Griffiths 2009). (İlk başta sezgilere aykırı gelebilecek olsa da, Darwin’in, değişimin gerçekleştiğine dair en iyi kanıtın değişimin olmaması olduğunu savunduğunu belirtmek gerekir.) İlke olarak, karşılaştırmalı anatomi yoluyla gözlemlenen bu tür özellikler üzerinden DWM için bol ve ikna edici kanıtlar varsa, bu yaklaşımın temellerini incelemek ve öğrencilerin bu yöntemi ders kitabı örneklerinin ötesinde kendilerinin uygulayabilme becerisini geliştirmelerine katkıda bulunmak faydalı olabilir.

Bu tür anatomik özelliklere birçok farklı ad verilmiştir (aşağıda “Terimler” başlığı altında tartışılacaktır). Burada bunlara “evrimsel kalıntılar” diyoruz. “Homolojiler” olarak etiketlendiklerinde, genellikle ders kitaplarında her yerde bulunan “omurgalı uzvu” diyagramıyla temsil edilirler (Şekil 1) (bkz. örneğin, Thanukos 2008b) ve insanların diğer dört uzuvlu hayvanlardan DWM yoluyla türemesine dair özellikle mükemmel kanıtlar olarak sıklıkla gösterilmişlerdir (örneğin, Wiedersheim 1895; Krogman 1951; Harper 1962; Dodson ve Dodson 1985: 213; Gould 1991a; Morgan 1994; Nickels 1998; Novella 2008; Held 2009; Kumala 2010; Lieberman 2011; Werth 2014). Ancak daha az sıklıkla belirtilen şey, bu tür yapıların yalnızca insanlarda değil, tüm organizmalarda ne kadar çok sayıda olduğudur. Dobzhansky’nin ünlü makalesinde belirttiği gibi, “homoloji örnekleri sonsuz biçimde çoğaltılabilir” (1973: 128).

Şekil 1:



Omurgalı ön uzuv homoloji diyagramı (Lull 1947'den). (a: Semender, b: İhtiyozor, c: Yunus, d: Pterozor, e: Kuş, f: Yarasa)

Homolojilerin DWM için bir kanıt olarak değeri, modern dönemde özellikle Gould (1978a, b, 1985, 1986, 1991b) tarafından savunulmuştur; Gould, Darwin'i, organizmaların güncel işlevleri açısından kolayca yorumlanamayan özelliklerinde tarihin en iyi şekilde ortaya çıktığını ilk fark eden kişi olarak göstermiştir (bkz. ayrıca Ghiselin 1969). Gould, paleontolojiden¹⁰ evrime ve dilbilime kadar uzanan bu tarihsel bilim yaklaşımını, favori örneği olan “pandanın başparmağı” (1978a, 1980) onuruna “mükemmellikteki kusur ilkesi (panda ilkesi)” olarak adlandırmıştır. Bu yapı, pandanın ön ayağında altıncı bir parmak gibi işlev gören ama aslında değişmiş bir bilek kemiğidir. Gould bu ilkeyi şu şekilde tanımlar: “embriyonik¹¹ artık organlar, yalnızca tarihsel ürünler olarak anlam kazanan tuhaf

¹⁰ Paleontoloji, mikroskobik boyutta olanlar da dâhil olmak üzere kayalarda korunmuş bitki ve hayvan fosillerinin incelenmesini kapsayan, jeolojik geçmişteki yaşamı bilimsel olarak araştıran bir disiplindir.

Britannica. “Paleontology | Science.” Encyclopædia Britannica, 2019, www.britannica.com/science/paleontology.

¹¹ İnsanlar ve diğer hayvanlar ya da bitkilerin gelişimindeki erken aşamaya **embriyo dönemi** denir. Omurgalı hayvanlarda, bu dönem döllenmeden kısa bir süre sonra başlayıp tüm temel vücut parçaları oluşana kadar sürer. Özellikle insanlarda, embriyo dönemi döllenmeden yaklaşık 2 hafta sonra başlar ve gebeliğin yedinci ya da sekizinci haftasının sonuna kadar devam eder.

National Cancer Institute.

“<https://www.cancer.gov/Publications/Dictionaries/Cancer-Terms/Def/Embryo>.” Wwww.cancer.gov, 2 Feb. 2011, www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/embryo.

biyocoğrafik dağılımlar, elde mevcut parçalarla alelacele uyarlanmış çözüm niteliğindeki adaptasyonlar” (Gould 1986: 64).

Biyolojik yapıların çoğu günümüzdeki işlevlerinde göze çarpan bir şekilde “idealle çelişen” biçimde olmayabilir, ancak mesele şudur ki, evrimsel kalıntıları tanımayı öğrenen öğrenciler, doğada DWM’ye dair kanıtların ne kadar yaygın olduğunu fark edebilirler; ortak atayı tahmin etmeye yönelik daha açık uçlu bir fırsat kazanırlar ve çevrelerindeki tanıdık organizmalarda evrime dair kanıtları tanımak için daha sağlam bir temele sahip olurlar.

Evrimselcilik arasında, homolojilerde gözlenen evrimsel kalıntıların DWM için güçlü kanıtlar sunduğu yönündeki yaygın kanaate rağmen, “homoloji” kavramı birçok yönden kavranması zor bir kavramdır ve öğrenciler gibi biyolojik bilgi birikimi sınırlı olan bireyler için evrim için ikna edici bir kanıt olarak görülmesi daha da zordur. Bunun en az üç nedeni vardır:

1.

Belirli bir özelliğin tüm işlevlerinin kapsamı, uzman olmayan kişilerce genellikle açıkça görülmez. Bu özellik, yerel çevrede seçim baskısı altında mı kalmaktadır, yoksa yalnızca atadan kalma ya da kısıtlayıcı nedenlerle mi devam etmektedir — bu da belirsizdir. Örneğin, altı bacağına sahip olmanın tüm böcekler için “en iyi” işlevsel çözüm olup olmadığı açık olmayabilir. Eğer biri baştan (a priori)¹² tüm canlıların “mükemmel” ya da “optimum” şekilde uyarlanmış olduğunu varsayarsa — ki bu sadece özel yaratılış fikrinden değil, evrimsel biyoloji içinde yaygın ve zaman zaman aşırıya kaçan adaptasyonculuktan (örneğin, Gould ve Lewontin 1979; Orzack ve Sober 2001) ve ayrıca popüler kültüre yerleşmiş anlatılardan ve kamuya yönelik doğa tarihi medya içeriklerinde ima edilen anlatılardan kaynaklanır — o zaman morfolojide¹³ tarih okumaya gerek kalmaz. (Bu nedenle, örneğin, tüm böceklerin altı bacağına sahip olması, her böcek türü için altı bacağın en iyi çözüm olduğu anlamına gelmelidir varsayımı yapılır).

2.

¹² A priori bilgi, apaçık gerçeklere dayanan akıl yürütme gücünden kaynaklanan bilgidir; “a priori” terimi genellikle genelden özele ya da sebeplerden sonuçlara doğru ilerleyen akıl yürütme veya argümanları tanımlamak için kullanılır.

“Definition of a PRIORI.” Merriam-Webster.com, 2015, www.merriam-webster.com/dictionary/a%20priori.

¹³ Biyoloji alanında morfoloji, organizmaların yapılarını, şekillerini ve parçalarının düzenini inceleyerek bu yapıların işlevlerini, gelişim süreçlerini ve evrim tarafından nasıl şekillendirilmiş olabileceklerini belirlemeye çalışan bilim dalıdır.

Merriam-Webster. “Definition of MORPHOLOGY.” Merriam-Webster.com, 2019, www.merriam-webster.com/dictionary/morphology.

Bir şeyin şu anki durağan durumundan yola çıkarak onun geçmişte nasıl değiştiğini çıkarsamak, birçok insan için alışıldık olmayan ve deneyimlerine ters düşen bir düşünme biçimidir. Pek çok kişinin en rahat hissettiği değişim kanıtı doğrudan gözlemdir (örneğin, Thagard ve Findlay 2009). “Homoloji” olarak etiketlenen sabit yapılar bu yüzden evrimsel değişimin kanıtı olarak kabul edilmekte zor olabilir, çünkü bu yapılar sanki hiçbir şeyin şu anda gerçekleşmediğini — ya da geçmişte de gerçekleşmediğini — ima edebilir. Bu, evrimsel bilimlerin tamamı için yaygın bir sorundur; çünkü evrimsel bilimler, dinamik bir sürecin kanıtı olarak çoğunlukla statik veriler kullanır (Lewontin 2002; Forber 2009). Bu durum, yaratılışçıların sıkça dile getirdiği “evrimi göremiyoruz” itirazlarının muhtemel bir açıklamasıdır (örneğin, Morris ve Morris 1996: 57; Perloff 1999: 116).

3.

Gilbert’in (2003: 735) vurguladığı gibi, “homoloji karmaşık bir kavram olabilir... çünkü ortak kökene sahip oldukları için yapıların homolog kabul edilmesi, ardından bu hayvanların homolog yapılar taşıdıkları için ortak kökenli sayılması, döngüsel bir akıl yürütmeye yol açabilir. Atalık ve köken hakkında bağımsız bir değerlendirme gereklidir.” Bu nedenle öğrencilere, DWM’nin gerçekleştiğine dair güvenimizi destekleyen çok çeşitli bağımsız kanıtların bulunduğunu ve karşılaştırmalı anatominin çevremizdeki organizmalarda ortak ataya dair kanıt bulmada etkili bir araç olduğunu göstermeye yardımcı olmak önemlidir.

150 yıllık tartışmalara rağmen, bu organizma özelliklerinin terminolojisi hâlâ kafa karıştırıcıdır (Tablo 1). Darwin, organizmaların evrimsel geçmişine işaret ediyor gibi görünen özelliklerden "Rudimenter, körelmiş veya işlevsiz organlar" olarak bahsetmiş (1859: 450) ve şöyle yazmıştır:

Tablo 1: Değişimle türeyişe işaret ediyor gibi görünen organizma özellikleri için kullanılan çeşitli terimler

Terim	Referans
Rudimenter, körelmiş ya da gelişmemiş organlar, atavizm (atalardan gelen kalıtsal kalıntılar)	Darwin (1859); Hall (2010)
Kalıntılar / körelmiş organlar	Darwin (1859); Werth (2014)
Yara izleri (evrimsel geçmişin kalıntı izleri)	Krogman (1951); Morgan (1994)

Tarihin anlamsız izleri	Gould (1978b)
Eksaptasyonlar (başka bir işlev için evrilmiş ama sonradan farklı bir işlev kazanmış yapılar)	Gould and Vrba (1982); Vrba (2002)
Kusurlar ve gariplikler	Gould (1986); Margulis et al. (2005)
Palimpsestler (önceki yazının silinip üzerine yenisinin yazıldığı parşömen gibi, evrimsel izlerin üst üste binmesiyle oluşan yapılar)	Weiss and Kawasaki (2006); Morange (2008); Coyne (2009); Mayer (2009)
Evrimin kalıntıları	Spinney (2008)
Zorlamalar / Yapay çözümler (evrimin "kusurlu mühendislik" örnekleri)	Darwin (1862)
Ortak kökenden gelen izler	Rogers (2011)

"Ne kadar az gelişmiş olursa olsun, işe yarayan organlar rudimenter (körelmiş) olarak adlandırılmamalıdır; bunlar atrofiye¹⁴ uğramış olarak nitelendirilemez. Bunlar 'oluşum aşamasında' (nascent) diye adlandırılabilir ve gelecekte doğal seleksiyon yoluyla daha fazla gelişebilir. Öte yandan, rudimenter organlar esasen işe yaramazdır; örneğin diş etlerini asla delmeyen dişler gibi..." (1859: 452).

Ayrıca, Türlerin Kökeni'nin ilk baskısında (1859: 453, 454) birer kez olmak üzere bu tür yapıları "vestigial" (kalıntı) veya "vestige" (iz) olarak da adlandırmıştır. Sober'ın (2008: 297) belirttiği gibi, bu terimler "Darwin'in kastettiği çift anlamı taşır: vestigial (kalıntı) özellikler organizma için işe yaramazdır ve geçmiş bir dönemin izleridir. İşe yaramaz olduklarını fark etmemiz, bize geçmiş hakkında önemli bilgiler verir". Bu tür izler, özellik bozulmasından tam özellik kaybına kadar çeşitlilik gösterebilir (Johnson vd. 2012). Ancak Coyne (2009: 55), "Evrim teorisi, vestigial özelliklerin hiçbir işlevi olmadığını söylemez. Bir özellik hem vestigial hem de işlevsel olabilir. Vestigial olmasının nedeni işlevsiz olması değil, evrimleştiği asıl işlevi artık yerine getirmemesidir" demiştir (orijinal vurgu; ayrıca bkz. Griffiths 1992, 2009; Senter 2010). Werth (2014) daha kapsamlı bir tanım sunmuştur: vestigeler, hiçbir işlevi yokmuş gibi görünen, şu anda kısıtlı bir şekilde işlev gören ya da önceki işlevinden farklı bir rol üstlenen yapılardır.

¹⁴ (Bir vücut parçası için) boyut ve dolayısıyla güç açısından küçülmek ya da daha genel anlamda zayıflamak.

"ATROPHY | Meaning in the Cambridge English Dictionary." Dictionary.cambridge.org, dictionary.cambridge.org/dictionary/english/atrophy.

Belirgin veya kanıtlanabilir bir işlevi olsun ya da olmasın, organizmalar arasındaki ortak özellikler, basitçe "homoloji" olarak adlandırılabilir. Bu terim, ortak bir atadan gelişimsel programların miras alınmasıyla oluşan benzerlikleri ifade eder (Futuyma 2009: 560; ayrıca bkz. Mayer 2014). Ne yazık ki, "homoloji" teriminin tarihsel olarak yüklü olduğu karmaşıklıkların yanı sıra (ör. De Beer 1971; Hall 1994, 2003; Mindell ve Meyer 2001; Wagner 2002; Brigandt ve Griffiths 2007; Rieppel ve Kearney 2007; McCune ve Schimenti 2012; Baum 2013; Minelli ve Fusco 2013), bu tanım, belirli özellikleri ortak köken kanıtı olarak kullanmaya çalıştığımızda totolojik¹⁵ olma zayıflığına sahiptir (Gilbert 2003; Griffiths 2007). Bu bağlamda, DWM (değişimle türeyiş), homolojinin açıklamasıdır, tanımı değil. Homoloji için öne sürülen diğer tanımların birçoğu, birçok homolog özelliğin farklı genlerden ve/veya farklı embriyolojik/gelişimsel yollardan türediği giderek daha sık gözlemlenen bir durum olduğu için çıkmaza girer (Hall 1994; Shubin vd. 2009; ancak bkz. Baum 2013). Bu nedenle, birçok modern evrimci, homolojiyi çok basit bir şekilde tanımlamaya döner: "yapısal ve konumsal benzerlik... farklı hayvanlarda çeşitli form ve işlevler altında aynı organ" (Panchen 1994: 56).

Darwin, gayriresmî olarak, birden fazla işlevsel parçadan oluşan karmaşık yapılar için "contrivances" (ustalıkla yapılmış düzenekler) terimini kullanmıştır (özellikle Darwin 1862). Onun kullanımı öncelikle betimleyici olsa da, çalışmaları sayesinde bu terim, mevcut anatomik parçaların değiştirilmesiyle oluşturulmuş bir yapı anlamını kazanmıştır.

"Orkideler neredeyse sonsuz bir çeşitlilikte güzel adaptasyonlar sergiler. Şu ya da bu parçanın özel bir amaç için ustalıkla düzenlendiği söylendiğinde, bunun başlangıçta her zaman yalnızca bu amaçla oluşturulduğu varsayılmamalıdır. Olayların normal seyri, başlangıçta bir amaç için hizmet eden bir parçanın yavaş değişimlerle çok farklı amaçlara uyum sağlaması gibi görünmektedir." (1862: 346)

Dolayısıyla, yapılar fitness açısından etkili olabilir, ancak akraba organizmalarda başka işlevler için kullanılan kalıntı homolog anatomik unsurlardan yararlanarak gelişebilir.

Bu nedenle yazarlar, tarihsel bilgiyi koruyan bu tür özellikleri çeşitli isimlerle adlandırmıştır (Tablo 1). Her birinin biraz farklı kullanımı, çağrışımları vardır ve evrimsel geçmiş hakkında belirli bir tür bilgi aktarır. Bununla birlikte, homolojilerde temsil edilen ve mevcut fitness veya işlev açısından tarafsız olan tarihsel izler için yaygın kabul görmüş uygun

¹⁵ Yalnızca mantıksal formu nedeniyle doğru olan ifade.
"Definition of TAUTOLOGY." Merriam-Webster.com, 2018,
www.merriam-webster.com/dictionary/tautology.

bir terim bulunmamaktadır. Biz bu tür özellikler için mevcut bir terim olan "evrimsel kalıntılar" ifadesini kullanmayı seçtik. Kavramsal olarak, her homoloji hem tarihsel kalıntılar (atalar türünün ve ortak atayı paylaşan diğer türlerin homolog yapısıyla ortak olan yönler) hem de değişiklikler (adaptasyon veya başka süreçler yoluyla) içerir. Bu anlamdaki evrimsel kalıntılar, sistematik ilişkileri belirlemenin temelini oluşturan korunmuş karakter durumlarını kapsar.

Vestige (kalıntı), contrivance (ustalıkla düzenlenmiş yapı), oddity (tuhafılık) ve imperfection (kusur) gibi terimler, özel durumlardaki işlevin verimsiz şekilde geliştiğine dair kanıtlarımız olduğu için özellikle ikna edici olan evrimsel kalıntıların özel örnekleridir. Bu durum, Değişimle Türeyiş (DWM) ile tutarlıyken, Özel Yaratılış ile çelişir. Ancak, öğrenciler gibi yeni başlayanların gözlemleyebileceği tüm evrimsel tarih kalıntıları (örneğin yerel organizmalar arasında bulunan birçok yapı) bu kategorilere kolayca uydurulamayabilir. Ek bağlam olmadan, öğrenciler için kuş kanatlarının, balina yüzgeçlerinin veya neredeyse herhangi bir biyolojik yapının bir "contrivance" mı yoksa mükemmel bir tasarım mı olduğu açık olmayacaktır.

Buna karşılık, derin biyolojik bilgi olmadan bile, çok farklı yaşam tarzlarına sahip organizmalar arasındaki anatomik yapıların tutarlılığını (uçmaya veya yüzmeye adapte olmuş uzuvlar gibi yüksek işlevli anatomik birimler dahil) ve tersine, aynı yaşam tarzına sahip organizmalar arasındaki tutarsızlığı fark etmek mümkündür. Bu tür gözlemler, en kolay şekilde Değişimle Türeyiş (DWM) ile açıklanabilir.

Dahası, vestigeler ve contrivances gibi evrimsel kalıntılar, DWM için mükemmel kanıtlar oluşturur çünkü organizmaların karakterleri rastgele dağılmamış, aksine hiyerarşik, dallanmış bir ağaç ve zaman içindeki değişimi gerektiren bir düzende düzenlenmiştir. Rogers'ın (2011) belirttiği gibi, "filogenetik¹⁶ desen doğada her yerdedir" ve "ancak tüm canlıların tek bir atadan evrimleştiği varsayımıyla anlam kazanır" (s. 31). Bu, "ağaç düşüncesinin" (tree thinking) en basit halidir (ör. Gregory 2008; Meisel 2010; Baum ve Smith 2013). Eğer türler bağımsız şekilde yaratılmış olsaydı, karakterlerin filogenetik bir ağaç gerektiren böyle bir düzende olmasını beklemek için bir neden yoktur, ancak biyolojik dünyada bunu her yerde görürüz.

¹⁶ "Phylogenetic" terimi, biyoloji bağlamında, organizmaların ya da genlerin evrimsel tarihine ve bu varlıklar arasındaki akrabalık ilişkilerine atıfta bulunur. Hillis, David M. "Phylogenetic Analysis." *Current Biology*, vol. 7, no. 3, Mar. 1997, pp. R129–R131, [https://doi.org/10.1016/s0960-9822\(97\)70070-8](https://doi.org/10.1016/s0960-9822(97)70070-8).

Bu tür "filogenetik" desenlerin, gözlemlenen özelliklerin "basitçe işi yapmanın en iyi yolu olduğu ve bu nedenle yaratıcı tarafından seçildiği" şeklinde açıklanmamasının nedeni, ortak kökene dair izleri giderek daha küçük ölçeklerde de görmemizdir. Yakın akraba türler daha fazla ortak geçmiş paylaşır ve bu nedenle daha fazla sayıda benzer evrimsel kalıntıya sahiptir, uzak akrabalar ise daha az evrimsel kalıntıyı veya daha genel bir benzerlik gösterenleri paylaşır. Bu desenler, daha sonra ortak kökeni gösteren iç içe geçmiş bir benzerlik örüntüsüyle örtülür (Rogers 2011: 43–44).

"Biyolojide hiçbir şey evrim ışığı olmadan anlam ifade etmez" (Dobzhansky 1973) çünkü "evrim olmadan biyoloji, birbirine bağlanmamış devasa bir olgu yığındır. Evrim, bu olguları net bir şekilde odaklamamızı sağlayan bir mercektir. Evrimin ikna edici gücü, bu kadar basit bir şekilde açıklayabildiği devasa olgu yığnında yatar..." (Rogers 2011: 100).

Tarihsel Kalıntılardan Çıkarımlar

Ancak bu mantık yürütme, daha temel bir soruyu gündeme getirir: "Homolog" yapıların gerçekten "aynı" olduğunu veya kalıntıların bir zamanlar farklı bir işlev gördüğünü nasıl bilebiliriz? (Detaylı bir inceleme için bkz. Minelli ve Fusco 2013.) Bu soru, aslında tarihsel çıkarım yapmanın genel sorununun özel bir örneğidir. İnsan tarihçilerinin geçmişi yeniden yaratamayacağı veya hipotezlerini test etmek için doğrudan deney yapamayacağı açıktır. Onların elindeki tek kanıt, geçmişin izleridir (ör. Langlois ve Seignobos 1898: 63–64; Vincent 1911: 122; Elton 2002: 54) veya bir tarih yazımcısının dediği gibi, "olgunun kendisi değil, olguya dair tanıklık"tır (Shafer 1974: 4). Peki geçmişin böyle izler bıraktığına nasıl güvenebiliriz? Bu yaklaşımın hem insan hem de insan dışı örneklerle uygulanmasını karşılaştırmak, öğretim açısından faydalıdır.

İnsan Tarihinde Tarihsel Kalıntıların Uygulanması

İnsan tarihçileri de uzun zamandır bunun, modadan dile ve teknolojiye kadar tarihsel akıl yürütmenin genel bir ilkesi olduğunu anlamıştır. Örneğin:

"Alman postacı ceketinin komik küçük kuyrukları, kendi kendilerine nasıl bu kadar saçma birer körelmiş yapıya dönüştüklerini gösterir; ancak İngiliz rahibinin yakasındaki bantlar artık geçmişlerini bu şekilde gözler önüne sermez ve ara aşamaları görülene kadar açıklanamaz görünürler... Kostüm kitapları, bir giysinin nasıl yavaş yavaş büyüdüğünü, küçüldüğünü veya başka bir giysiye dönüştüğünü gösterir." (Tylor 1889: 17 vd.; Randall 1958: 68'den alıntı)

"Panda prensibinin" (bir yapının kökenine dair izler taşıması) adıyla uygulandığı örnekler arasında teknoloji tarihi (ör. daktilo klavyeleri [Gould 1991a, b] ve Windows® işletim sisteminin kişisel bilgisayarlardaki hakimiyeti) ve modern adli bilim (ör. suçun kanıtı olarak "izler") yer alır. Bu tür örnekler, biyolojideki benzer tarihsel düşünceye bir köprü olarak, uzman olmayanların tarihsel kalıntıların kullanımını anlamasına yardımcı olur.

Dilbilim ve Evrimsel Kalıntılar

Darwin, biyolojinin ötesine bakarak tarihsel dilbilimde kelimelerin kökeni ile canlı organizmaların özelliklerinin kökeni arasındaki benzerliği şöyle ifade etmiştir:

"Körelmiş organlar, bir kelimenin yazılışında korunan ancak telaffuzda işe yaramayan harflere benzetilebilir; ancak bu harfler, kelimenin kökenini araştırırken ipucu sağlar." (1859: 456)

Daha genel olarak, etimolojik kökler, kelime evrimi yoluyla aktarılan kalıntılardır ve kelimeler, Değişimle Türeyiş (DWM) için en iyi biyolojik olmayan kanıtlardan biridir (van Wyhe 2005; Thanukos 2008a).

Aydınlanma öncesinde, bilginler kelimelerin ve dillerin oldukları gibi ilahi bir güç tarafından yaratıldığını düşünüyordu (van Wyhe 2005: 94). Kelime kökenlerine daha "tarihsel" bir yorum ise (evrimsel adaptasyona daha yakın), kelimelerin, temsil ettikleri şeyle "işlevsel" bağlantılar kurularak ortaya çıktığıydı (ör. yansıma sesler veya fiziksel benzerlikler). Örneğin, "daisy" (papatya) kelimesi, Eski İngilizce'de "günün gözü" anlamına gelen kelimelerden türemiştir – "ya papatyanın güneşe benzemesinden... ya da akşamları sarı diski kapatıp sabahları açmasından" (Lieberman 2006: 7–8).

Ancak tüm kelime kökenleri bu kadar basit değildir. Örneğin, "jury-rigged" (geçici onarım) ifadesi, denizcilik kökenlidir ve bir geminin ana direği kırıldığında el yordamıyla yapılan geçici bir düzenek anlamına gelir (Onions 1966: 637). Bu tür kelimeler, tıpkı organizmalardaki adaptasyonlar gibi, mevcut işlevlerinden doğrudan türememiş, ancak tarihsel süreçte dönüşmüştür.

Darwin'ın Evrimsel Tarihin İzlerini Tanıması

Darwin'ın bu tür özelliklerle ilgili temel içgörüsü şuydu: "Eğer organizmaların bir değişim tarihi varsa (DWM), bu tarih kaçınılmaz olarak izler veya kalıntılar bırakacaktır." Darwin, bu izlerin, mevcut işlevlerine iyi uymayan veya hiçbir işlevi olmayan yapılarda görülebileceğini öne sürdü:

"Bu garip durumdaki organlar veya parçalar, doğada son derece yaygındır ve yararsızlığın damgasını taşır." (1859: 450)

Darwin, bu içgörüyü şu şekilde genişletti:

"Değişimle türeyiş görüşü sayesinde, morfolojideki tüm büyük gerçekler anlaşılabilir hale gelir – ister bir sınıftaki farklı türlerin homolog organlarına bakalım, ister her bir bitki ve hayvandaki aynı plana göre inşa edilmiş homolog parçalara." (1859: 457)

Darwin'in, homolog yapıların ortak köken ve DWM kanıtı olarak teorik önemini ne zaman fark ettiği tam olarak belli değildir. Ancak 1837-1838 yıllarında yazdığı "B" defterinde şöyle diyordu:

"İnsanın göğsündeki meme ucu görüldüğünde, 'bir işe yarıyor' denmez... Aynısı, böceklerin kanat artıkları için de geçerlidir. Bunlar, kanatlı böceklerden türemiş ve değişmiştir. Eğer basit bir yaratılış olsaydı, bunlarsız doğmaları gerekirdi." (Barrett vd. 1987: 192)

Darwin, 1844'te yayımlanmamış taslağında, "körelmiş veya işlevsiz organlar" hakkında şunları söylemişti:

"Bireysel yaratılış görüşü açısından, doğa tarihindeki hiçbir olgu sınıfı bunlardan daha şaşırtıcı veya daha az açıklanabilir değildir." (Darwin 1909a, b: 233)

Gould (1986), Darwin'in Türlerin Kökeni'nden sonraki kitabının (Orkidelerin Döllenmesi, 1862), bu ilkenin önemini gösterdiğini belirtir. Darwin, orkidelerin tozlaşma için kullandığı yapıların, normal çiçeklerin farklı işlevlere hizmet eden parçalarının modifikasyonları olduğunu göstermiştir.

Sonuç

Tarihsel kalıntılar, hem biyolojide hem de insan tarihinde geçmişin izlerini takip etmek için güçlü bir araçtır. Darwin'in de vurguladığı gibi, "yararsız" görünen yapılar bile evrimsel geçmişin kanıtlarını taşır. Bu izler olmadan, biyoloji yalnızca bağlantısız olgular yığını olarak kalır. Evrim ise, bu olguları anlamlı bir bütün haline getiren bir mercektir.

Benzerlik Desenlerine Bir Açıklama Olarak Tasarım

Evrimsel kalıntıların her yerde bulunmasının bir tarih göstergesi olduğunu öğretirken, öğrencilerin metafizik ve tarih-dışı alternatifleri içeren akıl yürütmelerini de göz önünde bulundurmamız gerekir. Bir evrim karşıtı, evrimsel kalıntılarla karşılaştığında şu gibi argümanlar öne sürebilir:

1. İşlevlerinin henüz tam olarak anlaşılamadığını,
2. "Sınırlı mükemmellik" ilkesini (yaratıcının her şeyi kusursuz yapmak niyetinde olmadığını),
3. Bu özelliklerin, yaratıcının anlaşılmasız düşüncelerinin veya bir tür temel "arketipin" ifadeleri olduğunu (Owen 1848; Ospovat 1981a, b; Desmond 1986),
4. Yaratılış tasarımının, İncil'deki "Düşüş" (Adem ile Havva'nın cennetten kovulması) nedeniyle bozulmasının bir sonucu olduğunu savunabilir.

Tüm bu argümanların ortak noktası, gerçek bir tarihsel süreç veya zaman içinde değişim gerektirmemeleridir. Darwin'in Türlerin Kökeni'nde yazdığı gibi:

"Her canlının bağımsız yaratılışı görüşüne göre, sadece 'öyle olduğunu' söyleyebiliriz – Yaratan, her hayvanı ve bitkiyi bu şekilde inşa etmeyi uygun görmüştür." (1859: 435)

İşlevsel ve İşlevsiz Yapıların Yaratılışçı Yaklaşımla Açıklanması

Açık bir işlevi olan özellikler, yaratılışçı bakış açısıyla bir "akıllı tasarımcıya" atfedilebilir. Ancak, mevcut işleviyle uyumsuz görünen yapılar için yaratılışçı görüşün sunduğu açıklamalar sınırlıdır. Coyne (2009) bu durumu şöyle ifade eder:

"Evrimsel argüman şudur: Bu kusurlar ve verimsizlikler, ancak evrimin gerçekleştiği varsayılırsa anlam kazanır!" (2009: 9)

Bu durum, Wise (2005) tarafından "beceriksiz tasarım", Radick (2005) ve Sober (2008) tarafından ise "akıllı tasarım hipotezine karşı 'hiçbir saygın tasarımcı böyle yapmaz' itirazı" olarak adlandırılmıştır. Ancak, hem yaratılışçılar hem de evrimciler tarafından eleştirilmiştir çünkü bir tasarımcının niyetini bildiğimizi varsayar. Darwin'in kendisi şunu sormuştur:

"Yaratıcının, insaninkine benzer zihinsel yeteneklerle çalıştığını varsaymaya hakkımız var mı?" (1859: 188)

Örneğin, Sober, Gould'un "Panda Prensibi"nin (pandaların bambu yemek için verimsiz bir "sahte başparmağa" sahip olması), tanrısal bir tasarımcının pandaya mükemmel bir bambu yeme mekanizması vermek isteyeceğini varsaydığını belirtir:

"Ancak Tanrı'nın bunu yapmak isteyeceği neden bu kadar kesin olsun? Yaratılışçıların, Tanrı'nın panda için ne düşündüğünü bildiklerini iddia etmeleri gerekmez. Sadece Gould'un bunu bilmediğini söylemeleri yeterlidir." (Sober 2008: 127–128)

Evrim ve Yaratılışın Karşılaştırılması

"Evrim" ile "yaratılış"ı karşılaştırmak genellikle zordur çünkü doğaüstü veya akıllı tasarım hipotezinin test edilebilir öngörülleri yoktur (Kitcher 1993; Pennock 1999; Shanks 2004; Sober 2008; Baum vd. 2016). Ancak, bir şeyin neden böyle görüldüğünü sorgularken, bu iki açıklamayı karşılaştırarak daha derin bir düşünce uyandırabiliriz. Futuyma (1998), omurgalı ön uzuvlar örneğini (Şekil 1) kullanarak şunu belirtir:

"Tasarım hipotezi, primatların ellerinin, köstebeklerin kazıcı ön ayaklarının, yarasaların, kuşların ve pterozorların kanatlarının, balinaların ve penguenlerin yüzgeçlerinin aynı kemik yapılarına sahip olmasını gerektirmez."

Buna karşılık, Değişimle Türeyiş (DWM):

"Arı ve eşek arısı iğnelerinin neden modifiye yumurtlama boruları olduğunu ve neden sadece dişilerde bulunduğunu açıklar... Homolog karakterler, bir organizmanın gelişimi atalarının ontogenisinin bir modifikasyonu olmasaydı gerekli olmayacak özellikleri içerir. Örneğin, karıncayıy fetüslerinde¹⁷ diş tomurcukları belirir ve sonra kaybolur..." (Futuyma 1998: 122)

Tarihsel Sürecin Kanıtları

Yukarıda tartışıldığı gibi, tarih, önceki durumların izlerinin kalmasını neredeyse kaçınılmaz kılar. Bu nedenle, olası bir tanrısal tasarımcının bilinemez motivasyonları hakkında spekülasyon yapmaya gerek yoktur. Eğer gözlemlerimiz DWM'nin öngörülleriyle uyuyorsa, bu alternatif açıklamalardan daha olası olduğu sonucuna varabiliriz.

Sonuç

¹⁷ Anne rahminde (uterus) gelişen ve büyüyen doğmamış yavruya fetüs denir. İnsanlarda, fetüs dönemi, bir yumurtanın sperm tarafından döllenmesinden sonraki 9. haftada başlar ve doğum anına kadar devam eder.

National Cancer Institute.

"<https://www.cancer.gov/Publications/Dictionaries/Cancer-Terms/Def/Fetus>." [www.cancer.gov](https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/fetus), 2 Feb. 2011, www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/fetus.

- Evrimsel kalıntılar, tarihsel değişimin güçlü kanıtlarıdır.
- Yaratılışçı argümanlar, işlevsiz yapıları tutarlı şekilde açıklamakta zorlanır.
- Evrim teorisi, homolog yapıların neden beklenmedik şekillerde ortaya çıktığını açıklayabilirken, tasarım hipotezi bunu yapamaz.

Darwin'in de vurguladığı gibi, "yararsız" görünen yapılar bile evrimsel geçmişin izlerini taşır. Bu izler olmadan, biyoloji yalnızca bağlantısız olgular yığını olarak kalır. Evrim ise, bu olguları anlamlı bir bütün haline getiren bir mercektir.

Evrım Eğitimi İçin Çıkarımlar

Homolog benzerlikleri evrimin kanıtı olarak yorumlamanın en güçlü argümanı, bunların tarihsel değişimin kaçınılmaz izleri olmasıdır. Bu izler, canlıların bugün sahip oldukları görünüme ulaşmalarını sağlayan sürecin, onların tarihsel soy ilişkilerinin desenini ortaya koyan özelliklere sahip olmalarıyla sonuçlandığını gösterir. Dolayısıyla, nasıl ki doğal seçim, üreme, varyasyon, kalıtım ve kaynak sınırlamaları birleşiminin kaçınılmaz bir sonucuysa, evrimsel kalıntılar da DWM (Descendants with Modification - Değişimle Türeyenler) olgusunun kaçınılmaz fenotipik ve genotipik sonuçlarıdır. Evrimin kanıtı nadir değildir ya da bulunması zor değildir; aksine, evrim doğası gereği bol miktarda ve—ne aradığınızı bildiğinizde—gözle görülür bir kanıt kaydı bırakır ve bu kayıt, arka bahçemizde bile görülebilir.

Bu nedenle, etkili bir evrim eğitimi yaklaşımı, öğrencilere bu kanıt kayıtlarını kendi çevrelerinde değerlendirebilecekleri kavramsal araçları sağlamaya odaklanabilir. Bu araçlar şunları içeren genel gözlemleri kapsar: (1) tüm organizmaların, bazıları günümüzde belirgin bir işlevi olmayan ya da açıkça zayıf, uydurulmuş veya optimal olmayan bir şekilde işlev gören, diğer organizmalarla paylaştıkları özelliklere sahip olmaları ve (2) bu tür özelliklerin rastgele dağılmaması, bunun yerine, açıklanabilmeleri için dallanan, hiyerarşik bir ağaç yapısını gerektiren bir düzen içerisinde evrensel olarak dizilmiş olmaları. Bu desenler, doğal tarih hakkında asgari bilgiyle, belirgin homolog özellikleri paylaşan organizmaların bulunduğu herhangi bir doğal ortamda gözlemlenebilir.

Bu düşünce çizgisini izleyen evrim eğitimi müfredatlarının yerel olarak uygulanan versiyonları, öğrencilerin evrimsel tarihin kanıtlarının çevrelerindeki organizmalarda bulunduğunu keşfetmelerini ve mevcut gözlemlerden tarihsel çıkarımlar yapmalarını bir hedef olarak belirler. Küçük ölçeklerde, bu yaklaşıma odaklanan üst düzey üniversite biyoloji dersleri uzun süredir mevcuttur; ancak bu tür dersler çoğu zaman birkaç öğretim üyesinin

uzmanlığına, ileri düzey biyoloji öğrencilerinin ön bilgilerine ve üniversiteye özgü ekipman ve kaynaklara erişimlerine bağlıdır.

Bu yaklaşımın daha ileri düzey deneyimlerin ötesine genişletilmesi en az üç temel gereksinimi içerir. Birincisi, uygun örneklerin ya saha çalışmasıyla toplanabildiği (örneğin, damarlı bitki yaprakları) ya da satın alınabildiği (örneğin, omurgalı kafatası dökümleri) belirli taksonomik¹⁸ grupların seçilmesidir. İkincisi, öğretmenin bu taksonlar hakkında yeterli bilgiye sahip olması ve/veya onların karşılaştırmalı anatomisine yönelik öğretmen dostu kaynakların ya da mesleki gelişim fırsatlarının bulunmasıdır. Üçüncüsü ve en önemlisi, eğitimcilerin öğretime karşı nispeten esnek ve açık uçlu bir yaklaşımı benimsemeleri gerekir. Bu yaklaşım, ABD'nin çoğu eyaletinde benimsenen ya da uyarlanan Yeni Nesil Fen Standartlarının (NGSS 2013) üç boyutunun tümüyle uyumludur—yani yalnızca evrim içeriğiyle (Disipliner Temel Fikirler) değil, aynı zamanda Bilim ve Mühendislik Uygulamaları ve Disiplinlerüstü Kavramlarla da uyumludur. Daha genel olarak, bu yaklaşım, evrimsel biyolojiyi doğal tarihin geleneksel sorularının açık uçlu bir şekilde keşfedilmesi olarak görmeye yönelik bir istekliliği de içermelidir (bkz. Greene 1986): organizmalar arasındaki benzerlik ve farklılık desenleri nelerdir ve bunlar en olası şekilde nasıl ortaya çıkmıştır?

Notlar

Evrimi destekleyen, hakemli olmayan web siteleri üzerine yapılan yakın tarihli bir araştırma (Barnes vd. 2017), "homoloji"nin evrim için en sık kullanılan ampirik¹⁹ kanıt kategorisi olduğunu ortaya koymaktadır ve "homoloji" ile "kötü tasarım" birlikte sunulan ampirik kanıtların %35'ini oluşturmaktadır.

Bu durum Losos (2014: 3) tarafından da belirtilmiştir. Yaratılışçılar arasında, "Darwinizm" terimi bazen "evrim"in (yani DWM'nin – Değişimle Türeyenler) eş anlamlısı olarak kullanılmaktadır; en azından kısmen, evrimsel biyologlar arasında evrimsel mekanizmalar üzerine (örneğin, "Darwinizm"ın yeterliliği üzerine) yaşanan tartışmalardan faydalanmak için (Barnes vd. 2017). Örneğin, yaratılışçı Philip Johnson, çok okunan kitabı

¹⁸ Taksonomi, organizmaları adlandırma, tanımlama ve sınıflandırma bilimi olup, dünyadaki tüm bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmaları kapsar.
<https://www.cbd.int/gti/taxonomy.shtml#:~:text=Taxonomy%20is%20the%20science%20of,and%20microorganisms%20of%20the%20world>.

¹⁹ Felsefede empirizm, tüm kavramların deneyimden kaynaklandığı, tüm kavramların deneyimlenebilen şeylerle ilgili ya da onlara uygulanabilir olduğu ya da tüm akılcı olarak kabul edilebilir inançların veya önermelerin yalnızca deneyim yoluyla gerekçelendirilebilir veya bilinebilir olduğu görüşüdür.

Duignan, Brian. "Empiricism." Encyclopædia Britannica, 22 July 2016, www.britannica.com/topic/empiricism.

Darwin on Trial’da (1991) “Darwinizm” ve “Darwinist” kelimelerini birçok kez kullanmıştır; ancak bağlam açıkça göstermektedir ki bu kullanımların yarısından fazlası DWM’yi, geri kalan kısmı ise doğal seçilimi ifade etmektedir. Scott ve Branch (2010) bu terimin kullanımını ayrıntılı şekilde tartışmaktadır.

1837’de transmutasyon (tür dönüşümü) üzerine ilk defterinde Darwin, biyocoğrafyanın değerine dikkat çekmiş, Türlerin Kökeni’nin (1859: 1) daha ilk cümlesinde, kendisini DWM’ye ikna eden şeyin biyocoğrafya ve fosil kayıtlarının kanıtları olduğunu ima etmiştir. Darwin’in fosillerden karşılaştırmalı anatomiye yönelmesi, deniz tarakları (barnacle) üzerine yaptığı çalışmalara atfedilmiştir [bakınız: Allmon (2016) tartışması].

“Jüri” teriminin kökeniyle ilgili olarak da çeşitli teoriler bulunmaktadır. Bu terim, Latince adjutare (yardım etmek) kelimesinden Eski Fransızca ajurie (“yardım” ya da “rahatlama”) yoluyla geçmiş olabilir (Barnhart 1988: 560); ya da Fransızca jour (gün) kelimesinden türetilmiş “joury mast” (geçici direk) ifadesinin bozulmuş hali olabilir (Brewer 1898).

Böyle izlerin kalıcılığı aslında mutlak anlamda kaçınılmaz değildir. Teorik olarak, geçmişe ait tüm izler, sonraki değişikliklerle tamamen silinebilir. Ancak pratikte, neredeyse tüm tarihsel sistemler yeterince karmaşıktır ve bu nedenle tüm unsurlarının değişmesi istatistiksel olarak son derece olasılık dışıdır; dolayısıyla, önceki duruma ait en az bazı izlerin kalması son derece olasıdır.

Bilgide Kalıplar Bulmak İçin Fiziği Kullandılar

(They Used Physics to Find Patterns in Information)

Orijinal makale: <https://www.nobelprize.org/uploads/2024/10/popular-physicsprize2024-2.pdf>

Bu yılın ödül sahipleri, günümüzün güçlü makine öğrenimi yöntemlerinin temelini atmaya yardımcı olan yöntemler geliştirmek için fizikten alınan araçları kullandılar. John Hopfeld, bilgiyi depolayabilen ve yeniden oluşturabilen bir yapı tasarladı. Geoffrey Hinton ise verilerdeki özellikleri bağımsız olarak keşfedebilen ve şu anda kullanılan büyük yapay sinir ağları için önemli hale gelen bir yöntem icat etti.

Birçok insan, bilgisayarların diller arasında çeviri yapabildiğini, görüntüleri yorumlayabildiğini ve hatta makul sohbetler gerçekleştirebildiğini deneyimlemiştir. Belki de daha az bilinen bir şey, bu tür teknolojinin uzun zamandır araştırmalarda, özellikle büyük miktarda verinin sıralanması ve analiz edilmesinde önemli olduğudur. Makine öğreniminin gelişimi, son on beş ila yirmi yıl içinde büyük bir ivme kazanmış ve yapay sinir ağı adı verilen bir yapıyı kullanmıştır. Günümüzde yapay zekadan bahsettiğimizde genellikle kastettiğimiz teknoloji türü budur.

Bilgisayarlar düşünemese de makineler artık hafıza ve öğrenme gibi işlevleri taklit edebiliyor. Bu yılın fizik dalındaki ödül sahipleri, bunu mümkün kılmaya yardımcı oldular. Bilgiyi işlemek için, fizikten temel kavramlar ve yöntemler kullanarak, ağlardaki yapıları kullanan teknolojiler geliştirdiler.

Makine öğrenimi, bir tür tarif gibi çalışan geleneksel yazılımlardan farklıdır. Geleneksel yazılım, verileri alır, açık bir talimat dizisine göre işler ve sonuçları üretir; tıpkı birinin malzemeleri toplayıp bir tarif izleyerek bir kek yapması gibi. Bunun yerine, makine öğreniminde bilgisayar örneklerden öğrenir ve adım adım talimatlarla yönetilmesi çok belirsiz ve karmaşık olan sorunlarla başa çıkabilir. Buna bir örnek, bir resimdeki nesneleri tanımlamak için görüntüyü yorumlamaktır.

Beyni Taklit Eder

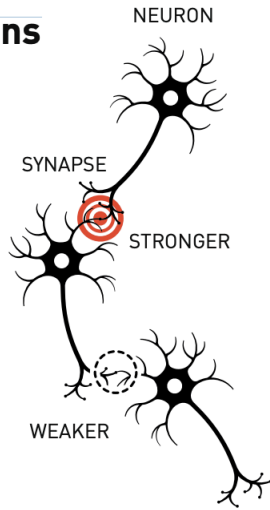
Yapay bir sinir ağı, bilgiyi tüm ağ yapısını kullanarak işler. Bu fikir, başlangıçta beynin nasıl çalıştığını anlama arzusundan ilham almıştır. 1940'larda, araştırmacılar, beynin nöronlar ve sinapslar ağının temelindeki matematik üzerine düşünmeye başlamışlardı. Bulmacanın bir başka parçası ise psikolojiden geldi; nörobilimci Donald Hebb'in, öğrenmenin nasıl

gerçekleştiği konusundaki hipotezi, nöronlar birlikte çalıştığında aralarındaki bağlantıların güçlendiğini öne sürüyordu.

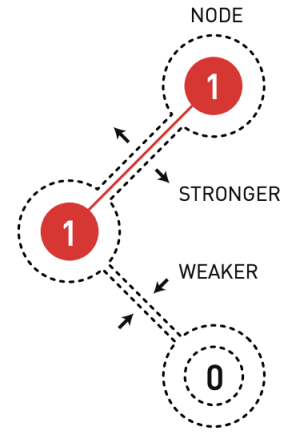
Daha sonra, bu fikirler, beynin ağının işleyişini yeniden oluşturmak amacıyla yapay sinir ağlarını bilgisayar simülasyonları olarak inşa etme girişimleriyle takip edildi. Bu ağlarda, beynin nöronları, farklı değerlere sahip düğümlerle taklit edilir ve sinapslar, düğümler arasındaki güçlendirilebilen veya zayıflatılabilen bağlantılarla temsil edilir. Donald Hebb'in hipotezi, *training* adı verilen bir süreçle yapay ağları güncelleme için temel kurallarından biri olarak hâlâ kullanılmaktadır.

Natural and artificial neurons

The brain's neural network is built from living cells, neurons, with advanced internal machinery. They can send signals to each other through the synapses. When we learn things, the connections between some neurons get stronger, while others get weaker.



Artificial neural networks are built from nodes that are coded with a value. The nodes are connected to each other and, when the network is trained, the connections between nodes that are active at the same time get stronger, otherwise they get weaker.



Doğal ve Yapay Nöronlar

Beynin sinir ağı, gelişmiş iç mekanizmalara sahip canlı hücreler olan nöronlardan oluşur. Nöronlar, sinapslar aracılığıyla birbirlerine sinyaller gönderebilir. Bir şeyler öğrendiğimizde, bazı nöronlar arasındaki bağlantılar güçlenirken, diğerleri zayıflar.

Yapay sinir ağları, bir değerle kodlanmış düğümlerden oluşur. Bu düğümler birbirine bağlıdır ve ağ eğitildiğinde, aynı anda aktif olan düğümler arasındaki bağlantılar güçlenir, aksi takdirde zayıflar.

1960'ların sonlarında, cesaret kırıcı bazı teorik sonuçlar birçok araştırmacının bu sinir ağlarının hiçbir zaman gerçek bir kullanım alanına sahip olmayacağına inanmasına neden oldu. Ancak 1980'lerde, bu yılki ödül sahiplerinin çalışmaları da dahil olmak üzere birkaç önemli fikrin etkisiyle yapay sinir ağlarına olan ilgi yeniden canlandı.

Çağrışımsal Bellek

Diyelim ki nadiren kullandığınız, oldukça sıra dışı bir kelimeyi hatırlamaya çalışıyorsunuz; örneğin, sinemalarda ve konferans salonlarında sıkça bulunan eğimli zemin için kullanılan bir kelime. Hafızanızı yokluyorsunuz. *Ramp* gibi bir şey... belki *rad...ial*? Hayır, o değil. *Rake*, işte bu!

Benzer kelimeler arasında doğru olanı bulmak için yapılan bu arama süreci, fizikçi John Hopfield'ın 1982'de keşfettiği çağrışımsal belleği anımsatır. *Hopfield ağı*, desenleri depolayabilir ve onları yeniden oluşturmak için bir yöntem kullanır. Ağa eksik ya da biraz bozulmuş bir desen verildiğinde, bu yöntem, depolanmış desenler arasında en benzer olanını bulabilir.

Hopfield, fizik alanındaki geçmişini kullanarak daha önce moleküler biyolojideki teorik sorunları araştırmıştı. Sinirbilim üzerine bir toplantıya davet edildiğinde, beynin yapısıyla ilgili araştırmalarla karşılaştı. Öğrendiklerinden büyüldü ve basit sinir ağlarının dinamikleri üzerine düşünmeye başladı. Nöronlar birlikte hareket ettiğinde, yalnızca ağın ayrı bileşenlerine bakan birine görünmeyen yeni ve güçlü özellikler ortaya çıkarabilir.

1980'de Hopfield, Princeton Üniversitesi'ndeki görevinden ayrıldı. Burada, araştırma ilgileri fizik alanında çalışan meslektaşlarının uzmanlık alanlarının dışına çıkmıştı. Bunun üzerine, kıtanın öbür ucuna taşınarak, Kaliforniya'nın güneyindeki Pasadena'da bulunan Caltech'te (California Institute of Technology) kimya ve biyoloji profesörlüğü teklifini kabul etti. Orada, sinir ağları hakkındaki fikirlerini geliştirmek ve deney yapmak için ücretsiz erişim sağlayabileceği bilgisayar kaynaklarına sahipti.

Ancak, fizik alanındaki temelini asla terk etmedi. Birlikte çalışan birçok küçük bileşenin nasıl yeni ve ilginç fenomenler ortaya çıkarabileceği konusundaki anlayışı için fizik ona ilham verdi. Özellikle, her bir atomu küçük bir mıknatıs haline getiren bir özellik olan atomik spin sayesinde özel özelliklere sahip manyetik malzemeler hakkında öğrendiklerinden yararlandı. Komşu atomların spinleri birbirini etkiler; bu, spinlerin aynı yönde olduğu bölgelerin oluşmasını sağlayabilir. Spinlerin birbirini etkilemesiyle malzemelerin nasıl geliştiğini tanımlayan fiziği kullanarak, düğümler ve bağlantılardan oluşan bir model ağ oluşturmayı başardı.

Ağ Görüntüleri Bir Manzara İçinde Saklar

Hopfield'ın inşa ettiği ağ, farklı kuvvetlere sahip bağlantılarla birbiriyle bağlı düğümlerden

oluşur. Her düğüm, bir bireysel değer depolayabilir – Hopfield’ın ilk çalışmasında bu değer ya 0 ya da 1 olabiliyordu, tıpkı siyah-beyaz bir resimdeki pikseller gibi.

Hopfield, ağın genel durumunu, fizikteki spin sistemlerinde bulunan enerjiye eşdeğer bir özellik ile tanımladı. Enerji, düğümlerin tüm değerleri ve aralarındaki bağlantıların kuvvetlerini içeren bir formülle hesaplanır. Hopfield ağı, düğümlere siyah (0) veya beyaz (1) değerlerinin atandığı bir görüntünün verilmesiyle programlanır. Daha sonra, kaydedilen görüntünün düşük enerjiye sahip olması için bağlantılar enerji formülü kullanılarak ayarlanır.

Ağa başka bir desen verildiğinde, düğümler tek tek kontrol edilerek, bir düğümün değerinin değiştirilmesi durumunda ağın enerjisinin düşüp düşmeyeceğine dair bir kural uygulanır. Eğer siyah bir pikselin beyaza dönüştürülmesi enerjiyi azaltıyorsa, pikselin rengi değiştirilir. Bu işlem, daha fazla iyileştirme bulunamayacak bir noktaya kadar devam eder. Bu noktaya ulaşıldığında, ağ genellikle üzerine eğitildiği orijinal görüntüyü yeniden oluşturmuş olur.

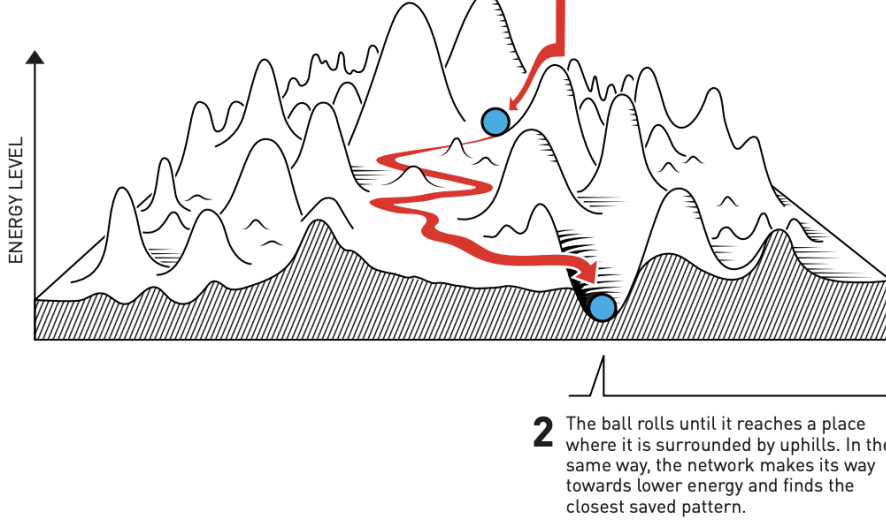
Eğer sadece bir desen kaydediliyorsa bu yöntem o kadar da dikkat çekici görünmeyebilir. Belki de görüntüyü doğrudan saklayıp, test edilen başka bir görüntüyle karşılaştırmayı neden tercih etmediğinizi soruyorsunuzdur. Ancak Hopfield’ın yöntemi özeldir çünkü aynı anda birden fazla görüntü saklanabilir ve ağ genellikle bunlar arasında ayrım yapabilir.

Hopfield, ağda bir kaydedilmiş durumu aramayı, tepe ve vadilerden oluşan bir manzara boyunca bir top yuvarlamaya benzetmiştir. Bu manzarada sürtünme, hareketi yavaşlatır. Top belirli bir konumdan bırakıldığında, en yakın vadinin içine yuvarlanır ve orada durur. Benzer şekilde, ağa kaydedilmiş desenlerden birine yakın bir desen verildiğinde, ağ enerjisinin en düşük olduğu vadinin dibine kadar ilerler ve hafızasındaki en yakın deseni bulur.

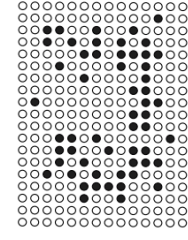
Hopfield ağı, gürültü içeren veya kısmen silinmiş verileri yeniden oluşturmak için kullanılabilir.

Memories are stored in a landscape

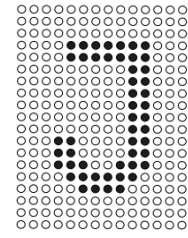
John Hopfield's associative memory stores information in a manner similar to shaping a landscape. When the network is trained, it creates a valley in a virtual energy landscape for every saved pattern.



INPUT PATTERN



SAVED PATTERN



Anılar Bir Manzara İçinde Depolanır

John Hopfield'ın çağrışımsal belleği, bilgiyi bir manzarayı şekillendirmeye benzer bir şekilde depolar. Ağ eğitildiğinde, her kaydedilmiş desen için sanal bir enerji manzarasında bir vadi oluşturur.

- 1) Eğitilmiş ağa bozulmuş veya eksik bir desen verildiğinde, bu durum, bir manzaradaki bir eğimden aşağıya bir top bırakmaya benzetilebilir.
- 2) Top, çevresi yokuşlarla çevrili bir yere ulaşana kadar yuvarlanır. Aynı şekilde, ağ da daha düşük enerjiye doğru ilerler ve en yakın kaydedilmiş deseni bulur.

On Dokuzuncu Yüzyıl Fiziğini Kullanarak Sınıflanır

Bir görüntüyü hatırlamak bir şeydir, ancak neyi tasvir ettiğini yorumlamak biraz daha fazlasını gerektirir.

Çok küçük çocuklar bile farklı hayvanlara işaret edip, bunun bir köpek mi, kedi mi yoksa sincap mı olduğunu güvenle söyleyebilir. Bazen yanılabilirler, ancak kısa sürede neredeyse her zaman doğruyu bulurlar. Bir çocuk, *tür* ya da *memeli* gibi kavramların açıklamalarını ya da diyagramlarını görmeden de bunu öğrenebilir. Her türden birkaç örnekle karşılaştıktan sonra, farklı kategoriler çocuğun zihninde yerleşir. İnsanlar, çevrelerindeki deneyimlerle bir

kediyi tanımayı, bir kelimeyi anlamayı veya bir odaya girip bir şeylerin değişmiş olduğunu fark etmeyi öğrenir.

Hopfield, çağrışımsal bellek üzerine makalesini yayımladığında, Geoffrey Hinton ABD'nin Pittsburgh şehrindeki Carnegie Mellon Üniversitesi'nde çalışıyordu. Daha önce İngiltere ve İskoçya'da deneysel psikoloji ve yapay zeka eğitimi almış olan Hinton, makinelerin insanlar gibi desenleri işlemeyi öğrenip öğrenemeyeceğini, bilgiyi sıralayıp yorumlamak için kendi kategorilerini oluşturup oluşturamayacağını merak ediyordu. Meslektaşı Terrence Sejnowski ile birlikte Hopfield ağından yola çıkarak yeni bir şey inşa etmek için istatistiksel fizikten yararlandı.

İstatistiksel fizik, bir gazdaki moleküller gibi birçok benzer bileşenden oluşan sistemleri açıklar. Gazdaki tüm molekülleri ayrı ayrı izlemek zor veya imkansızdır, ancak bunları topluca ele alarak gazın basınç ya da sıcaklık gibi genel özelliklerini belirlemek mümkündür. Gaz moleküllerinin bireysel hızlarla hacim içinde yayılmasının birçok olası yolu vardır ve bu yolların her biri aynı genel özellikleri ortaya çıkarabilir.

Bireysel bileşenlerin birlikte var olabileceği durumlar istatistiksel fizik kullanılarak analiz edilebilir ve bu durumların gerçekleşme olasılığı hesaplanabilir. Bazı durumlar diğerlerinden daha olasıdır; bu, mevcut enerji miktarına bağlıdır ve bu enerji, 19. yüzyıl fizikçisi Ludwig Boltzmann'ın bir denklemiyle açıklanır. Hinton'ın ağı, bu denklemi kullandı ve yöntem, 1985 yılında dikkat çekici bir isimle yayımlandı: *Boltzmann Makinesi*.

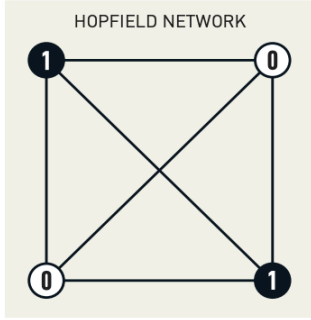
Aynı Türden Yeni Örnekleri Tanıma

Boltzmann makinesi genellikle iki farklı türde düğümle çalışır. Bilgi, görünür düğümler olarak adlandırılan bir gruba aktarılır. Diğer düğümler ise gizli bir katman oluşturur. Gizli düğümlerin değerleri ve bağlantıları da ağın genel enerjisine katkıda bulunur.

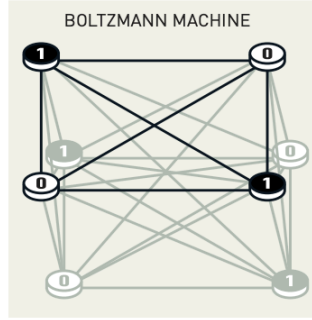
Makine, düğümlerin değerlerini birer birer güncellemek için bir kural uygulayarak çalıştırılır. Sonunda, makine bir duruma girer; bu durumda düğümlerin deseni değişebilir, ancak ağın genel özellikleri aynı kalır. Her olası desen, Boltzmann'ın denklemiyle ağın enerjisine bağlı olarak belirlenen belirli bir olasılığa sahip olacaktır.

Makine durduğunda, yeni bir desen oluşturmuş olur; bu, Boltzmann makinesini üretici bir modelin (generative model) erken bir örneği haline getirir.

Different types of network

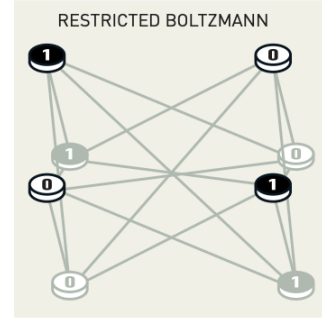


John Hopfield's associative memory is built so that all the nodes are connected to each other. Information is fed in and read out from all the nodes.



Visible nodes Hidden nodes

Geoffrey Hinton's Boltzmann machine is often constructed in two layers, where information is fed in and read out using a layer of *visible* nodes. They are connected to *hidden* nodes, which affect how the network functions in its entirety.



In a restricted Boltzmann machine, there are no connections between nodes in the same layer. The machines are frequently used in a chain, one after the other. After training the first restricted Boltzmann machine, the content of the hidden nodes is used to train the next machine, and so on.

Farklı Tür Ağlar

John Hopfield'un çağrışımli hafıza modeli, tüm düğümlerin birbirine bağlı olduğu şekilde tasarlanmıştır. Bilgi, tüm düğümlere hem aktarılır hem de tüm düğümlerden alınır.

Geoffrey Hinton'un Boltzmann makinesi ise genellikle iki katmanlı olarak inşa edilir. Bilgi, görünür düğümlerden oluşan bir katman aracılığıyla aktarılır ve alınır. Bu düğümler, ağıın genel işleyişini etkileyen gizli düğümlere bağlıdır.

Kısıtlı bir Boltzmann makinesinde, aynı katmandaki düğümler arasında bağlantı yoktur. Bu makineler genellikle ardışık bir zincir halinde kullanılır. İlk kısıtlı Boltzmann makinesi eğitildikten sonra, gizli düğümlerin içeriği bir sonraki makineyi eğitmek için kullanılır ve süreç bu şekilde devam eder.

Boltzmann makinesi, talimatlardan değil, örneklerden öğrenebilir. Eğitim sırasında, görünür düğümlere verilen örnek desenlerin, makine çalıştırıldığında en yüksek olasılıkla ortaya çıkması sağlanır. Aynı desen eğitim sırasında birkaç kez tekrar edilirse, bu desenin olasılığı daha da artar. Eğitim, ayrıca makinenin eğitildiği örneklere benzeyen yeni desenlerin çıkma olasılığını da etkiler.

Eğitilmiş bir Boltzmann makinesi, daha önce görmediği bilgilerde tanıdık özellikleri tanıyabilir. Örneğin, bir arkadaşınızın kardeşiyle tanıştığınızı ve hemen onların akraba olduğunu anlayabildiğinizi düşünün. Benzer şekilde, Boltzmann makinesi, eğitim materyalinde bulunan bir kategoriye ait yeni bir örneği tanıyabilir ve onu farklı kategorilere ait materyallerden ayırt edebilir.

Orijinal haliyle, Boltzmann makinesi oldukça verimsizdir ve çözümleri bulması uzun zaman alır. Ancak, çeşitli şekillerde geliştirilmesiyle daha ilgi çekici hale gelir. Hinton, bu geliştirmeleri araştırmaya devam etmiştir. Daha sonraki versiyonlarda, bazı birimler arasındaki bağlantılar kaldırılmıştır ve bu durum makinenin daha verimli olmasını sağlayabilir.

1990'lerde birçok araştırmacı yapay sinir ağlarına olan ilgisini kaybetmişken, Hinton bu alanda çalışmaya devam eden isimlerden biri oldu. Ayrıca, heyecan verici sonuçların yeni bir patlama yaşamasına yardımcı oldu. 2006 yılında, Simon Osindero, Yee Whye Teh ve Ruslan Salakhutdinov ile birlikte, bir dizi Boltzmann makinesini katmanlar halinde üst üste kullanarak bir ağı önceden eğitmek için bir yöntem geliştirdi. Bu *ön eğitim*, ağdaki bağlantılara daha iyi bir başlangıç noktası sağlayarak, resimlerdeki öğeleri tanıma eğitimi optimize etti.

Boltzmann makinesi genellikle daha büyük bir ağın parçası olarak kullanılır. Örneğin, bir izleyicinin tercihlerini temel alarak film veya televizyon dizisi önerileri yapmak için kullanılabilir.

Makine Öğrenimi – Bugün ve Gelecek

1980'lerden itibaren yaptıkları çalışmalar sayesinde John Hopfield ve Geoffrey Hinton, 2010 civarında başlayan makine öğrenimi devriminin temellerini atmaya yardımcı oldular.

Günümüzde tanık olduğumuz bu gelişmeler, ağların eğitimi için kullanılabilecek büyük miktarda verilere ve bilgisayar işlem gücündeki büyük artışa erişim sayesinde mümkün hale gelmiştir. Modern yapay sinir ağları genellikle birçok katmandan oluşan devasa yapılardır. Bu tür ağlara derin sinir ağları denir ve bunların eğitilme yöntemine derin öğrenme adı verilir.

1982'de Hopfield'in çağrışımlı hafıza üzerine yazdığı makaleye kısa bir bakış, bu gelişmeleri anlamak açısından bir perspektif sunar. Hopfield, 30 düğümlü bir ağ kullanmıştı. Eğer tüm düğümler birbirine bağlarsa, 435 bağlantı bulunur. Düğümlerin kendi değerleri ve bağlantıların farklı güçleri vardı; toplamda izlenmesi gereken 500'den az parametre mevcuttu. Aynı zamanda, 100 düğümlü bir ağı da denemişti, ancak o dönemdeki bilgisayarlar bunu gerçekleştirmek için yetersizdi. Bugünün büyük dil modelleriyle kıyaslandığında, bu ağlar bir trilyondan (bir milyon milyon) fazla parametre içerebilir.

Şu anda birçok araştırmacı makine öğreniminin uygulama alanlarını geliştirmektedir. Hangi alanların en uygun olacağı henüz netleşmemiş olsa da, bu teknolojinin geliştirilmesi ve kullanımıyla ilgili etik konular da geniş bir şekilde tartışılmaktadır.

Fiziğin, makine öğreniminin geliştirilmesi için araçlar sağladığı düşünülürse, fizik araştırma alanının da yapay sinir ağlarından nasıl yararlandığını görmek ilginçtir. Makine öğrenimi, geçmişte Nobel Fizik Ödülleri'nde tanıdık olabilecek alanlarda uzun süredir kullanılmaktadır. Örneğin, Higgs parçacığını keşfetmek için gerekli büyük veri yığınlarının

filtrelenmesi ve işlenmesi ya da çarpışan kara deliklerden gelen kütle çekim dalgalarının ölçümlerindeki gürültünün azaltılması gibi. Ayrıca, ötegezegenlerin aranmasında da önemli rol oynamaktadır.

Son yıllarda, bu teknoloji moleküllerin ve malzemelerin özelliklerini hesaplama ve tahmin etme alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, protein moleküllerinin yapısını hesaplamak, bu yapıların işlevlerini belirler. Ayrıca, daha verimli güneş panelleri için en iyi özelliklere sahip yeni malzeme versiyonlarını belirlemek gibi uygulamalar da yapılmaktadır.

İleri Okuma

Bu yılın ödülleri hakkında daha fazla bilgi, İngilizce olarak bilimsel bir arka plan da dahil olmak üzere, İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi'nin www.kva.se web sitesinde ve www.nobelprize.org adresinde mevcuttur. Bu sitelerde basın konferanslarının videolarını, Nobel Derslerini ve daha fazlasını izleyebilirsiniz. Nobel Ödülleri ve Ekonomi Bilimleri Ödülü ile ilgili sergiler ve etkinlikler hakkında bilgiler ise www.nobelprizemuseum.se adresinde bulunabilir.

2024 Nobel Fizik Ödülü

İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi, 2024 Nobel Fizik Ödülü'nü **John J. Hopfield** ve **Geoffrey Hinton**'a "*makine öğrenimini yapay sinir ağlarıyla mümkün kılan temel keşifler ve icatlar için*" verme kararı almıştır.

John J. Hopfield

1933 yılında Chicago, IL, ABD'de doğdu. 1958 yılında Cornell Üniversitesi (Ithaca, NY, ABD)'nden doktora aldı. Şu anda Princeton Üniversitesi (NJ, ABD)'nde profesör.

Geoffrey Hinton

1947 yılında Londra, Birleşik Krallık'ta doğdu. 1978 yılında Edinburgh Üniversitesi (Birleşik Krallık)'nden doktora aldı. Şu anda Toronto Üniversitesi (Kanada)'nde profesör.

Bilim Editörleri: Ulf Danielsson, Olle Eriksson, Anders Irbäck ve Ellen Moons, Nobel Fizik Komitesi

Metin: Anna Davour

Çeviri: Clare Barnes

İllüstrasyonlar: Johan Jarnestad

Editör: Sara Gustavsson

© İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi

Mersenne Asalları, Giriş ve Genel Bakış

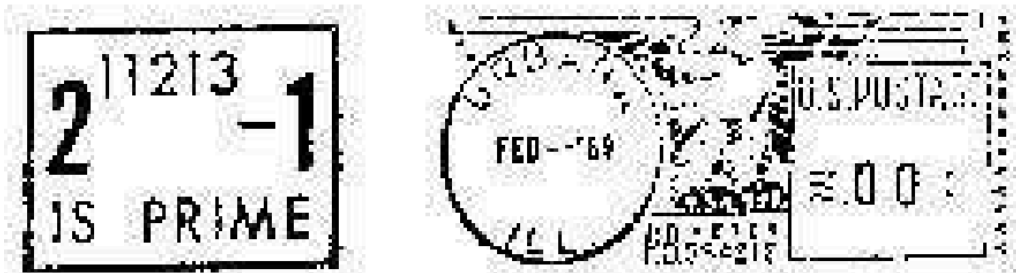
Jason Wojciechowski

(Mersenne Primes, an Introduction and Overview)

Orijinal Makale: [https://www.academia.edu/9995980/Mersenne Primes An Introduction and Overview](https://www.academia.edu/9995980/Mersenne_Primes_An_Introduction_and_Overview)

Fransız teolog Marin Mersenne $2^n - 1$ formunda sayıları inceleyen ilk insan değildi, ve $2^n - 1$ 'in $n = 2, 3, 5, 7, 13, 17, 19, 31, 67, 127$ ve 257 için asal ve diğer tüm $n < 257$ için bir bileşik olduğu varsayımının yanlış olduğu ortaya çıkmıştır ($n \leq 258$ için $2^n - 1$ 'in asal olduğu doğru liste $2, 3, 5, 7, 13, 17, 19, 31, 61, 89, 107$ ve 127 'dir). Yine de, $2^n - 1$ biçimindeki asal sayılar halen *Mersenne Asalları* olarak bilinmektedir.

Şuan bilinen 39 tane Mersenne Asalı (tam liste Tablo 1²⁰'de bulunabilir) ve her gün, George Woltman'ın GIMPS projesi için olan bilgisayar yazılımını çalıştıran bilgisayarlar daha da fazlasını aramaktadır. Yeni bir Mersenne Asalı'nın keşfiyle o kadar çok heyecan yaratıldı ki, 23. Mersenne Asalı Illinois Üniversitesi'nde bulunduğu anda, aşağıdaki posta pulu onu anmak için kullanıldı.



Belirli bir asal sayı biçimine karşı bu kadar güçlü bir ilgi ilk bakışta garip görünebilir, ancak matematikçilerin antik çağlardan beri bunları incelemesinin üç nedeni vardır. Birincisi, Mersenne Asalları genellikle bilinen en büyük asal sayılardır. 1876'dan 1951'e kadar, Lucas tarafından keşfedilen (ve elle yapılan hesaplamalarla bulunan!) 2^{127} , bilinen en büyük asal sayıydı. Mersenne olmayan bir asal sayı yaklaşık bir yıl boyunca rekoru elinde tutsa da, Robinson 1952'de 2^{521} 'in asal olduğunu buldu ve bu da yeniden bir Mersenne asal sayısını bilinen en büyük asal sayı yaptı.

²⁰ Tablodaki son asal sayının aslında Mersenne Asalları dizisindeki 39. asal sayı olup olmadığı şu anda bilinmemektedir çünkü bu sayı ile 38. asal sayı arasındaki üsler henüz tam olarak kontrol edilmemiştir.

#	p	Digits	Discovered by	Year
1	2	1	n/a	n/a
2	3	1	n/a	n/a
3	5	2	n/a	n/a
4	7	3	n/a	n/a
5	13	4	n/a	1456
6	17	6	Cataldi	1588
7	19	6	Cataldi	1588
8	31	10	Euler	1772
9	61	19	Pervushin	1883
10	89	27	Powers	1911
11	107	33	Powers	1914
12	127	39	Lucas	1876
13	521	157	Robinson	1952
14	607	183	Robinson	1952
15	1279	386	Robinson	1952
16	2203	664	Robinson	1952
17	2281	687	Robinson	1952
18	3217	969	Riesel	1957
19	4253	1281	Hurwitz	1961
20	4423	1332	Hurwitz	1961
21	9689	2917	Gillies	1963
22	9941	2993	Gillies	1963
23	11213	3376	Gillies	1963
24	19937	6002	Tuckerman	1971
25	21701	6533	Noll & Nickel	1978
26	23209	6987	Noll	1979
27	44497	13395	Nelson & Slowinski	1979
28	86243	25962	Slowinski	1982
29	110503	33265	Colquitt & Welsh	1988
30	132049	39751	Slowinski	1983
31	216091	65050	Slowinski	1985
32	756839	227832	Slowinski & Gage	1992
33	859433	258716	Slowinski & Gage	1994
34	1257787	378632	Slowinski & Gage	1996
35	1398269	420921	Armengaud (GIMPS)	1996
36	2976221	895932	Spence (GIMPS)	1997
37	3021377	909526	Clarkson (GIMPS)	1998
38	6972593	2098960	Hajratwala (GIMPS)	1999
??	13466917	4053496	Cameron (GIMPS)	2001

Tablo 1: Bilinen Mersenne Asalları

Mersenne Asalları, 1989 ile 1992 yılları arasında $391581 * 2^{216193} - 1$ 'in en büyük olduğu dönem dışında, her zaman rekoru elinde tutmuştur.[2]

Mersenne Asalları üzerinde çalışmanın ikinci bir nedeni, aşağıdaki teoremlerle açıklanmaktadır. Okuyucu, $2^n - 1$ 'in asal olduğu yukarıdaki n değerlerinin listesine bakarak bu teoremin bir kısmını zaten tahmin etmiş olabilir.

Teorem 1. *Eğer $m^n - 1$ asalsa, $m, n \in \mathbb{Z}^+$, $n > 1$, $m = 2$ ve n asaldır.*

İspat. $m-1$, $m^n - 1$ 'i böldüğüne göre, $m^n - 1$ 'in asal olması için $m-1$ 'in bir olması gerekir. Bu da $m=2$ 'yi ima eder. Şimdi n 'nin bileşik olduğunu varsayalım. O zaman $n = r \cdot s$ olacak şekilde $r, s \in \mathbb{Z}^+$ vardır.

Şu polinomu düşünelim:

$$x^n - 1 = x^{r \cdot s} - 1.$$

Bu polinom şu şekilde çarpanlarına ayrılabilir:

$$(x^s - 1)(x^{s(r-1)} + x^{s(r-2)} + \dots + x^s + 1).$$

Böylece, eğer $n = r \cdot s$ bileşik ise, $2^n - 1$ de bileşiktir çünkü $2^s - 1$ e bölünebilir. Bu nedenle, n asal olmalıdır. Dolayısıyla, asal sayıları aramak için $m^n - 1$ formunu incelemek istiyorsak, Mersenne Asallarını çalışmamız gerekir. Son olarak, Mersenne Asalları bize "çift mükemmel sayılar" olarak bilinen sayıları verir.

Tanım 2.

*Bir **mükemmel sayı**, kendisinden küçük pozitif bölenlerinin toplamına eşit olan pozitif bir tamsayıdır.*

Mükemmel sayıların iki örneği şunlardır:

$$6=1+2+3 \text{ ve } 28=1+2+4+7+14$$

Mükemmel sayılar ile Mersenne Asalları arasındaki ilişki, **Teorem 3** ile verilmiştir.

Teorem 3.

$2^{k-1}(2^k - 1)$, ancak ve ancak $2^k - 1$ asal ise mükemmel bir sayıdır.

Bunu kanıtlamak için başka bir tanıma ihtiyacımız vardır.

Tanım 4. $\sigma(n)$, $n \in \mathbb{Z}^+$, n 'in pozitif bölenlerinin toplamıdır. Asal sayılar için, $\sigma(n)=p+1$. $\sigma(n)$, aynı zamanda çarpanlara ayrılabilir bir fonksiyondur, ancak bunu ispatlamadan bırakacağız.

Son olarak, $\sigma(p^n)$ p asal olduğunda şu şekilde ifade edilir:

$$\frac{p^{n+1} - 1}{p - 1}.$$

İlk olarak, $p = 2^k - 1$ 'in asal olduğunu ve $n = 2^{k-1}(2^k - 1)$ olduğunu varsayalım.

$\sigma(n)$, n 'nin tüm pozitif bölenlerinin toplamını verdiği için, p mükemmel bir sayı olduğunda $\sigma(p) = 2p$ 'ye eşit olur.

O halde $\sigma(n) = 2n$ olduğunu göstermemiz gerekir.

σ çarpanlarına ayrılabilir olduğundan:

$$\begin{aligned}\sigma(n) &= \sigma(2^{k-1}) \cdot \sigma(2^k - 1) \\ &= (2^k - 1)(2^k) = 2^{2k} - 2^k \\ &= 2(2^{2k-1} - 2^{k-1}) \\ &= 2(2^{k-1}(2^k - 1)) \\ &= 2(n).\end{aligned}$$

Şimdi $n = 2^{k-1}m$ 'in bir çift mükemmel sayı olduğunu varsayalım. Burada m , tek bir tamsayı ve $k \geq 2$ olmak üzere bir pozitif tam sayıdır. n mükemmel bir sayı olduğundan, $\sigma(n) = 2n = 2^k m$ 'dir. Ayrıca:

$$\begin{aligned}\sigma(n) &= \sigma(2^{k-1}m) \\ &= \sigma(2^{k-1})\sigma(m) \\ &= (2^k - 1)\sigma(m)\end{aligned}$$

Bu nedenle, $2^k m = (2^k - 1)\sigma(m)$, bu da $2^k - 1$ 'in $2^k m$ 'yi böldüğü anlamına gelir. Daha sonra, $2^k - 1$, 2^k 'yi bölmediği ve $(2^k, m) = 1$ olduğu için $2^k - 1$, m 'yi bölmelidir. O hâlde, $m = (2^k - 1)t$ diyelim. Bu, şu sonucu verir:

$$2^k(2^k - 1)t = (2^k - 1)\sigma(m),$$

böylece 2^k 'ye bölündüğünde şunu elde ederiz:

$$2^k t = \sigma(m).$$

m ve t , m 'nin bölenleri olduğundan, $\sigma(m) \geq m + t$ olur. Ancak, $m + t = (2^k - 1)t + t = 2^k t$. Bu nedenle, $\sigma(m) \geq m + t = 2^k t$ olur ve bu da $\sigma(m) = m + t$ olduğu anlamına gelir. Daha sonra, m 'nin yalnızca iki böleni olduğundan ($t = 1$), $m = (2^k - 1)t = 2^k - 1$ asal olur.

Bu teoremin bir yönünü Öklid kanıtladı (eğer $2^k - 1$ asal ise, $2^{k-1}(2^k - 1)$ bir mükemmel sayıdır), diğer yönünü ise Euler çok daha sonra kanıtladı.

Referanslar:

- [1] George Woltman, “GIMPS: The Great Internet Mersenne Prime Search.” <http://www.mersenne.org>
- [2] Chris K. Caldwell, “Prime Pages.” <http://www.utm.edu/research/primes/>

COVID-19 Enfeksiyon Salgını Üzerine Bazı Fraktal Düşünceler

Massimo Materassi

(Some Fractal Thoughts about the COVID-19 Infection Outbreak)

Orijinal Makale: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590054420300130>

Özet:

Bu çalışmada, genelleştirilmiş lojistik denklemlerin birçok salgını, muhtemelen COVID-19 enfeksiyonu salgınına da, açıklamadaki belirgin kapasitesine dair geometrik bir motivasyon sunulmaktadır. Bu yorum, "bulaşma olaylarının gerçekleştiği küme"yi tanımlayan yerin karmaşık, muhtemelen fraktal yapısına ve "sürü davranışı" gösteren trofik ağ modellerinden öğrenilebilecek bilgilere dayanır. Toplam vaka sayısının, zamanın bir fonksiyonu olarak, Genelleştirilmiş Richards Modeli'nin bir çözümü ile uyumlu olduğu varsayımı altında, genellikle ampirik olarak belirlenen bu diferansiyel denklemdeki üslerin, bulaşıcı temasların gerçekleştiği uzayı tamamen doldurmayan, ağ benzeri yerin geometrik imzasını temsil ettiği ileri sürülmektedir.

Anahtar Kelimeler:

COVID-19 salgını

Genelleştirilmiş Richards Modeli

Sürü davranışı

Popülasyon dinamikleri

Fraktal boyut

Sürü Davranışı²¹ ve Fraktallar²²

Sürü davranışını TWT'de (Threshold Walker Theory) tanıtmak için, yüzey üzerinde yaşayan iki popülasyon düşünelim: X av ve Y yırtıcı popülasyonları. Bu yüzey, örneğin sava ya da düzenli bir deniz yatağı gibi 2 boyutlu bir ortam olabilir. Basit bir Lotka-Volterra modelinde²³ av-yırtıcı etkileşimi şu şekilde ifade edilebilir:

$$X' = -kXY$$

Daha karmaşık bir modelde ise Holling Tip II tepki fonksiyonu kullanılarak şu hale gelir:

²¹ Sürü Davranışı: benzer boyutlarda olan ve bir araya kümelenmiş hayvanların aynı yerde gezmeleri ya da kitle halinde hareket etmeleri

²² Fraktal: tekrar eden desenlerin kendini benzer şekilde yeniden ürettiği matematiksel yapılar

²³ Lotka-Volterra denklemleri avcı -av denklemi olarak da bilinir. Bu denklemler bir avcı türün ve avının birbirleri ile ilişkisini tanımlar.

$$\dot{X}_Y = -\frac{h}{b+X}XY$$

Burada kkk, hhh ve bbb sabitlerdir. Basit modelde ($\dot{X}_Y$), X av birimleri ile Y yırtıcı birimlerinin her biri sabit bir yok etme oranıyla (k) etkileşir. Ancak, Holling Tip II modelinde bu etkileşim oranı avların toplam miktarına bağlı olarak azalır. Bu, tüm avların her yırtıcıya erişilebildiği varsayımına dayanır ve bu varsayım, Bölüm 1’de tartışılan "kütle hipotezine" uygun bir durumdur.

TWT’de bu hipotezi değiştiren ve yanıt terimlerini dolayısıyla “sürü davranışını” etkileyen bir koşul tanıtılmıştır. Şimdi, X av birimlerinin, yırtıcıların nüfuz edemediği kompakt gruplar hâlinde hareket ettiğini varsayalım. Yani, Y yırtıcıları yalnızca bu grupların sınırındaki $X\partial$ av birimlerine saldırabilir. Bu durumda, $\dot{X}_Y$ teriminde kullanılan X yerine sadece bu sınırdaki bulunan aktif $X\partial$ av birimlerinin sayısı alınmalıdır.

İki boyutlu bir ortamda (örneğin sava), av yoğunluğunun homojen olduğunu varsayarsak (yani, her şey bir ODE ile tanımlanabilecek şekilde modellenir), geometrik bir şeklin yüzey alanı ile çevresinin uzunluğunu karşılaştırmak gibi bir durum söz konusu olur. Eğer bir şeklin boyutu l ise, yüzey alanı $A = O(l^2)$ ile ölçeklenirken, çevre uzunluğu $P = O(l)$ ile ölçeklenir. Bu durumda, sınırdaki $X\partial$ avların sayısı şu şekilde ifade edilebilir:

$$X\partial = O(X^{1/2})$$

Avların yırtıcıların nüfuz edemediği kompakt gruplar hâlinde hareket ettiğini ve yırtıcıların bu gruplar dışında serbestçe dolaşabildiğini varsayarsak, av-yırtıcı terimleri şu şekilde yeniden yazılır:

$$\dot{X}_Y = -k\sqrt{X}Y \quad \text{ve} \quad \dot{X}_Y = -\frac{h\sqrt{X}}{b+\sqrt{X}}Y$$

Benzer şekilde, av ve yırtıcıların üç boyutlu bir ortamda (R^3) hareket ettiğini varsayarsak, avlar için $X = O(l^3)$, sınırdaki aktif avlar için ise $X\partial = O(l^2)$ olur. Böylece av-yırtıcı terimleri şu şekilde değişir:

$$\dot{X}_Y = -kX^{2/3}Y \quad \text{ve} \quad \dot{X}_Y = -\frac{hX^{2/3}}{b+X^{2/3}}Y$$

Daha genel bir şekilde, eğer türler R^n ortamında yaşıyorsa, ancak avların bir alt ortamda (E_{act}) sınırlandırıldığı bir durum varsa (örneğin $\dim(E_{act}) = m \leq n$), av-yırtıcı terimleri şu şekilde ifade edilebilir:

$$X \cdot_Y = -kX^\eta Y \quad \text{veya} \quad X \cdot_Y = -\frac{hX^\eta}{b+X^\eta} Y \quad (\text{burada } \eta = \frac{m}{n} \leq 1).$$

Bu durumda, av-yırtıcı etkileşimlerinde avlar sınır etkisine tabi tutulur. Eğer yırtıcılar da yeterince hareketli değilse (örneğin sürüler hâlinde avlanıyorsa), bu terimler şu şekilde olur:

$$X \cdot_Y = -k\sqrt{XY} \quad \text{veya} \quad X \cdot_Y = -\frac{h\sqrt{X}}{b+\sqrt{X}} Y.$$

Bu kavramlar, ekolojik sistemlerden epidemiyolojiye kadar geniş bir literatürde incelenmiştir. Örneğin, [19–21] gibi çalışmalarda, sınır davranışlarının salgınların yayılım modellerine uygulanması önerilmiştir.

Salgın büyümesi bağlamında bu fikirleri kullanmak, enfekte bireylerin yalnızca bir alt ortamda (E_{act}) aktif olduğu varsayımını gerektirir. Bu durumda, enfekte bireylerin sadece bir kısmı ($C_{act} = O(C^p)$) enfeksiyonu yayabilir. Böylece, salgın büyüme modeli şu şekilde geliştirilebilir:

$$C \cdot = rC^p - \frac{r}{K^p} C^{2p}.$$

Bu modelin daha karmaşık varyasyonları, popülasyonun kendisinin sınırlama sürecine etkisini (C büyüdükçe taşıma kapasitesinin azalması gibi) dikkate alır. COVID-19 gibi salgınların bu tür mekanizmalarla nasıl açıklanabileceği, sonraki bölümde tartışılmaktadır.

Sonuçlar ve Olası Uygulamalar

(2) denkleminde yer alan üstel güçlerin yorumu hakkında kesin olarak şunu söyleyebiliriz: Enfeksiyonu yayma konusunda gerçekten aktif olan enfekte kişi oranı C_{act} , toplam enfekte kişi sayısının çok özel bir fonksiyonudur:

$$C_{act} \propto C^p.$$

Benzer şekilde, (2)'ye göre enfekte kişi sayısının artışını sınırlayan kendi kendine rekabet terimi, toplam enfekte kişi sayısının bir üstel fonksiyonudur:

$$\dot{C}_{lim} \propto C^{p+\alpha}.$$

Burada önerilen ppp ve α 'nın olası yorumu, bu tam sayı olmayan üslerin, "bulaşma reaksiyonlarının" gerçekleştiği geometrik yeri temsil ettiği'dir.

TWT'deki (Topluluk Davranışı) sürü davranışında, nüfus değişkenlerinin reel üsleri, avcı ve avların bulunduğu fiziksel yerlerin veya rekabetin gerçekleştiği yerlerin bir ölçüsü olarak değerlendirilebilir. Ancak insanlar arasında bulaşmanın gerçekleştiği durumlarda bu üsler daha ince bir anlam taşır. Hayvanlar savanada iki boyutlu bir alanda hareket ederken (dim E=2 ve dim E_{act}=1), insanlar için bu durum farklıdır. İnsanların enfeksiyon bulaştırdığı yer EEE, insanların yaşadığı, çalıştığı ve hareket ettiği yerlerin, yani yerleşim yerlerinin ve bu yerleri bağlayan bağlantıların bir alt kümesi olarak anlaşılmalıdır.

E'nin boyutunu dim E = v olarak tanımlayabiliriz. Bu alt kümenin, yani bulaşma olaylarının gerçekten gerçekleştiği E_{act} 'in boyutu dim E_{act} = $\mu \leq v$ olarak alınır:

$$C_{act} \propto C^{\frac{\dim E_{act}}{\dim E}} = C^{\frac{\mu}{v}} = C^p.$$

Bu varsayım ($p = \mu / v$) ile $\alpha=p$ durumu açıklanabilir. Eğer $p < \alpha = p + \delta$ durumu düşünülürse, C_{act} 'in kendisinden biraz daha fazla bireyle etkileşime geçtiği, yani sınırlayıcı yerin E_{lim} $\supset$ E_{act} olduğu varsayılabilir. Bu durumda:

$$\dim E_{lim} = \alpha v.$$

Bu, ODE'deki rekabet teriminin şu şekilde görünmesine yol açar:

$$-rC^\alpha C^{2p}.$$

Bir başka açıklama ise, C_{2p}C^{2p}C_{2p} teriminin katsayısının enfeksiyon büyüklüğüne göre değişken bir katsayı olmasıdır.

Referanslar

- [1] Wu K., Darcet D., Wang Q., Sornette D.. Generalized logistic growth modeling of the COVID-19 outbreak in 29 provinces in China and in the rest of the world. arXiv: 2003.05681
- [2] Chowell G, Hincapie-Palacio D, Ospina J, Pell B, Tariq A, Dahal S, Moghadas S, Smirnova A, Simonsen L, Viboud C. Using phenomenological models to characterize transmissibility and forecast patterns and final burden of zika epidemics. PLOS Currents Outbreaks. Edition 1; 2016. May 31. doi: 10.1371/currents.outbreaks.f14b2217c902f453d9320a43a35b9583

- [3] Szendroi B, Csányi G. Polynomial epidemics and clustering in contact networks. *Proc R Soc Lond B (Suppl)* 2004;271:S364–6. doi:10.1098/rsbl.2004.0188.
- [4] Ziff A.L., Ziff R.M.. Fractal kinetics of COVID-19 pandemic. arXiv: 2020.02.16.20023820v1.fulldoi: 10.1101/2020.02.16.20023820.
- [5] Consolini G., Materassi M.. A stretched logistic dynamics for COVID-19: the italian lockdown case. In prepration.
- [6] House T.. Modelling epidemics on networks. Received 01 Nov 2011, Accepted 22 Nov 2011, Published online: 31 Jan 2012, 213–225.
- [7] Fanelli D., Piazza F.. Analysis and forecast of COVID-19 spreading in China, Italy and France. arXiv: 2003.06031
- [8] Bacaër N. Verhulst and the logistic equation. In: *A short history of mathematical population dynamics*. London: Springer; 2011. p. 1838.
- [9] Materassi M, Innocenti G, Berzi D, Focardi S. Kleptoparasitism and complexity in a multi-trophic web. *Ecol Complexity* 2017;29:49–60.
- [10] Ajraldi V, Pittavino M, Venturino E. Modeling herd behavior in population systems. *Nonlinear Anal Real World Appl* 2011;12(4):2319–38.
- [11] Gimmelli G, Kooi BW, Venturino E. Ecoepidemic models with prey group defense and feeding saturation. *Ecol Complexity* 2015;22:50–8.
- [12] Kooi BW, Venturino E. Ecoepidemic predator-prey model with feeding satiation, prey herd behavior and abandoned infected prey. *Math Biosc* 2016;274:58–72.
- [13] Cagliero E, Venturino E. Ecoepidemics with infected prey in herd defense: the harmless and toxic cases. *IJCM* 2016;93(1):108–27. doi:10.1080/00207160.2014. 988614.
- [14] Banerjee M, Kooi BW, Venturino E. An ecoepidemic model with prey herd behavior and predator feeding saturation response on both healthy and diseased prey. *Math Models Natl Phenomena* 2017;12(2):133–61. doi:10.1051/mmnp/ 201712208.
- [15] Bulai IM, Venturino E. Shape effects on herd behavior in ecological interacting population models. *Math Comput Simul* 2017;141:40–55. doi:10.1016/j.matcom.2017.04.009.
- [16] Laurie H, Venturino E. A two-predator one-prey model of population dynamics influenced by herd behaviour of the prey. *Theor Biol Forum* 2018;111(1–2):27–47.
- [17] de Assis LME, Massad E, de Assis RA, Pazim R, Venturino E. On periodic regimes triggered by herd behaviour in population systems. *Int J Appl Comput Math* 2019;5:99. doi:10.1007/s40819-019-0689-9.
- [18] de Assis RA, Pazim R, Malavazi MC, Petry PPdC, de Assis LME, Venturino E. A mathematical model to describe the herd behaviour considering group defense. *AMNS* 2020;5(1):11–24. doi:10.2478/amns.2020.1.00002.
- [19] Laurie H, Venturino E, Bulai IM. Herding induced by encounter rate, with predator pressure influencing prey response. *Current trends in dynamical systems in biology and natural sciences*. Aguiar M, Braumann C, Kooi B, Pugliese A, Stollenwerk N, Venturino E, editors. Springer-SIMAI series; 2019. To appear in
- [20] Melchionda D, Pastacaldi E, Perri C, Banerjee M, Venturino E. Social behaviorinduced multistability in minimal competitive ecosystems. *J Theor Biol* 2018;439:24–38. doi:10.1016/j.jtbi.2017.11.016.
- [21] Liu, Levin, Iwasa. Influence of nonlinear incidence rates upon the behavior of SIRS epidemiological models. *J Math Biol* 1986;23(2):187–204.
- [22] Materassi M., Collini D., Barletti L., Dalmazzone S., Frontuto V., Tamburello L.. Inter-algal competition via a space-implicit dynamical model with herd behaviour. In preparation.

[23] Thomas I., Frankhauser P.. Fractal dimensions of the built-up footprint: buildings versus roads. fractal evidence from antwerp (Belgium). 2013. Environment and planning B: planning and design, 40, 310–329.

Kuantum Mekanikinin Darwinci bir Perspektiften Kullanımı ile Bilimin Modern Yaşam Öncesinden Yaşama Geçiş Açıklamasının Analizi

Nicolas F. Lori, (IBILI, Tıp Fakültesi, Coimbra Üniversitesi. nflori@fmed.uc.pt), Rui. D. M. Travasso (Kompütasyonel Fizik Merkezi, Fizik Departmanı, Bilim ve Teknoloji Fakültesi, Coimbra Üniversitesi. rui@teor.fis.uc.pt), Alex H. Blin (Kompütasyonel Fizik Merkezi, Fizik Departmanı, Bilim ve Teknoloji Fakültesi, Coimbra Üniversitesi. alex@fis.uc.pt).

(Use of a Darwinian Perspective of Quantum Mechanics to an Analysis of Science's Contemporary
Description of the Transition from Pre-Life to Life)

Orijinal Makale: <https://philpapers.org/rec/LORUOA>

Öz: Darwin'in biyoloji dalındaki çalışmaları oldukça bilinirdir; burada ise Darwin'in fikirlerinin fizik alanında kullanımının oluşturduğu daha az bilinen bir açıyı yansıtıyor ve bunun yaşam öncesinden yaşama geçişle bağlantısını inceliyoruz. Darwin'in türlerin kökeni üzerine çalışmaları hem farklı canlı türlerinin nasıl var olmaya geldiğini hem de bir türün soyunun tükenmesinde sadece türün karakteristikleri değil de büyük miktarda çevrenin karakteristiklerinin etkisi olduğunu açıklamaları ile çığır açtı. Öte yandan, Newton'un fiziğe yaklaşımında, çevre nötr ve atıl olarak görülürdü. Bu makalenin amacı kuantum Darwinizm'in fizikten yaşam öncesine geçişi açıklamakta nasıl yardımcı olduğunu öne sürmektir.

Anahtar Kelimeler: abiyogenez, uyumsuzluk, enformasyon, kuantum Darwinizm, kuantum mekaniği

1. Giriş

Abiyogenez dünyada yaşamın cansız maddelerden ortaya çıktığı süreçtir. Erken dünyada, günümüzde yaşamın yapı taşları olarak görülen amino asitler, pürinler, primidinler, şekerler, gliserol vb. bulunurdu. Bu yapı taşları ya meteor ve kuyruklu yıldızlarca [1], ya da primitif dünyanın yüzeyindeki kimyasal süreçlerle iletilirdi [2,3]. Biz abiyogenezdeki kuantum fenomenin olası bağlantısını kuantum mekaniğin kuantum Darwinizm adındaki bir yorumuna odaklanarak incelemeyi hedefliyoruz.

Zurek'in kuantum Darwinizm'inde [4] enformasyon fiziksel durumların oluşumunda büyük bir rol oynar. Durum hakkında bilginin çevreye yayılımı, durumu Newton fiziklerine benzer bir davranış göstermeye iter. Çevre, kuantum sisteminin evrimleşebileceği Newton tarzı değişkenin türünü belirler (örn. pozisyon ya da momentum), ve bu Newton

değişkenlerine “işaretçi durumu” denir. Gereksiz, tekrarlayan bilginin çevreye yayılması ile hangi işaretçi durumun belirginleşeceği seçilir. Kuantum fiziğin birden fazla evren yaklaşımında belirgin olmayan durumlar diğer bir evrende var olmaya devam eder, kuantum Darwinizm’de ise belirgin olmayan durumlar onları ifade eden bilgi akışıyla artık desteklenemedikleri için yok olurlar.

Kuantum Darwinizm yaşamın felsefik olarak algılanışında güçlü bir etkiye sahip olabilir. Yaşamı tanımlamak önemsiz olmaktan çok uzaktır, ve özellikle birbirinden tamamen farklı iki operasyonel yaşam tanımı, ikisi de ne karşı ne de destekleyici olan, ama basitçe farklı olan, kullanılabilir. İlk tanım, günümüzde NASA tarafından dünya dışı yaşam arayışında da kullanılan, şu şekildedir: yaşam çevre ile homeostaz içindedir, doğal seçimden geçer ve çoğalır [5,6]. İkinci tanım Kant’a kadar gitmektedir, ve de şöyledir: yaşam özgür iradeye sahiptir. Özgür iradenin imkansız olduğu durumda, sadece ilk tanım kullanılabilir. Ancak, yakın zamanda ortaya çıkan, kuantum Darwinizm’in fizikle uyumlu bir özgür iradeye izin verdiğinin belirteçleri [7], Kant’ın yaşam tanımının bilimsel tartışmalara yeniden entegre olmasını mümkün kılabilir.

Nowak’ın yakın zamanda öne sürdüğü matematiksel model [8] yaşam öncesinden canlı organizmalara geçişi ilk yaşam tanımını kullanarak açıklamaktadır. Bu model, seçim ve mutasyonların çoğalma olasılığından önce var olduğunu varsayarak seçimin etkisini dramatik bir seviyede artırır. Çoğalabilen dizilimler, eğer düşük bir mutasyon oranıyla (az çoğalma hatasıyla) çoğalabilirlerse, çevrede dominasyon kurarlar. Dolayısıyla güvenilir bir çoğalma mekanizmasının varlığı, yaşam ve yaşam öncesi arasındaki farkın temelindedir. Enformasyon hem kuantum Darwinizm hem de Nowak’ın matematiksel modelinde önemli bir rol oynar çünkü mutasyona uğrayan bir bit dizisidir.

2. Farklı abiyogenez modelleri

İlkel çorba abiyogenez modeli: İlkel çorba modelinde, yaşam, canlı olmayan maddelerden bir dizi kimyasal süreç ile yaratılır. Canlı olmayan, kendi kendine çoğalan bir bir molekülün yaratılması genelde bu modelin önemli bir kilometre taşı olarak görülür. DNA’nın ilk çoğalabilen molekül olduğu düşüncesi “tavuk mu yumurta mı” tarzı bazı problemler ortaya çıkarır. Bir DNA molekülünü çoğaltmak için uzmanlaşmış proteinlerden oluşan bir mekanizma gerekir, bu da DNA’nın kendisinin içinde kodlanmış olmalıdır. Diğer hipotezler ise RNA, hatta RNA öncesi dünyaya ait daha da temel moleküllerin (çoğalabilen temel peptidler [5] ya da peptid nükleik asit [9,10]) ilk kendi başına çoğalabilen moleküller olduğunu söyler. RNA öncesi dünyanın nasıl olabileceğine dair hiçbir kanıt bulunmasa da (bu yolun evrimin başında kullanılmamış olabileceğinin önemli bir belirtisi [11]), erken RNA

dünyası hipotezi son zamanlarda birtakım başarıyla aktif biçimde araştırılmaktadır [9,12]. Özellikle prebiyotik dünyada kimya yoluyla mevcut RNA'ya erişmekteki zorluklara rağmen, yeni kullanılabilir kimyasal reaksiyonların ilk bileşenler (bazlar, fosfat, riboz) ve son RNA zincirinin arasında bir yol olması, son zamanlarda hipotez olarak ortaya atıldı [12]. Yazarların erken dünya ortamında bunun olasılığını sorgulamasına rağmen - farklı reaksiyon bölümlerine ihtiyaç duyduğu için farklı reaktiflerin farklı anlarda sürece dahil edilmesi gerektiği için- bu çalışma yine de erken yaşam kimyası için önemli bir adımdır. Yine de, bu RNA hipotezinin hala korumasız ortamda RNA'nın doğal kısa yaşam süresi ile ilgilenmesi gerekiyor [9,11] (RNA, UV ışınlarına maruz bırakıldığında kararsız olduğundan ve RNA'daki sitozin hidrolize meyilli olduğundan).

Ekstremofiller ve abiyogenez: Yaşam önceden düşünülene göre çok daha dayanıklıdır. Son on yıllarda küçük bakteri organizmaları daha önce tamamıyla elverişsiz olduğu düşünülen koşullarda aslında hayatta kalabilecekleri görüldü (örn. bkz. [13]). Bu organizmalar bölümlendirilmiş ekstremofillerdir. Yaşam 100 sentigradın üstünde ve de Antarktika'nın bir mil altında da var: uç pH değerleri (çok yüksek ve çok düşük) gibi zorlu koşullarda, yüksek sülfürlü ortamlarda mesela volkanik derin deniz menfezlerinde, hem de yüksek iyonlaştırıcı radyasyon seviyelerinde. Ayrıca, milyonlarca yıl uykuda olan bakteri kökleri yeniden canlandırıldı. Erken dünya ekstrem bir ortamdı, öyle ki ilk hücrenin bugün ekstremofil olarak sınıflandırılması olası. Bu küçük bakterilerin içindeki biyomoleküler süreçler üzerine araştırmalar ilk canlı sistemlerin biyolojisi üzerine önemli ipuçları sağlayabilir.

Uzay Abiyogenez Modeli: Hala H. Urey'in kendini 50'lerde içinde bulduğu noktadayız [2]. Hatta laboratuvarında yaşamı yaratma denemelerinin başarısızlığı, 90 yıl süren araştırmalardan sonra, yeni hipotezlerin geleneksel abiyogenez modellerine eklenmesini zorunlu kıldı. Bu hipotezlerden biri olan panspermi, yaşamın evrendeki başka bir yerde, erken dünyadan daha ideal koşullarda, yaratılıp sonrasında kuyruklu yıldızlar, meteorlar ya da uzay tozu ile dünyaya taşındığını iddia eder. Panspermi, yaşamın nasıl yaratıldığı sorusunu cevaplamaz ancak bu cevabı erken dünya koşullarından farklı bir çevrede aranması gerektiğini önerir. Ekstremofillerin varlığı köklerin meteor ya da kuyruklu yıldızlarda aynı güneş sistemi içindeki gezegenler arasında ulaşımı sağlanacak süre kadar hayatta kalabilme olasılığını mümkün kılar. Yine de yaşamın nasıl dünyanın atmosferinden geçişe ya da farklı yıldız sistemleri veya galaksiler arasındaki uzun yolculuklara dayanabileceği bir sorudur. Yaşamın dünyada ortaya çıkışının panspermiyle olduğunu destekleyen deneysel gerçekler bulunduğu için, bakteri yaşam formlarının atmosferin yüksek katmanlarında kanıtları [14] ve de yakın galaksilerde küçük biyolojik moleküllerin spektroskopik buluşu [15] vardır. Meteorlar tarafından taşınan mikroorganizmalar üzerine kanıtın kesin değildir, ama

bakteriyel metabolizma kalıntılarının Mars'tan gelen bir göktaşında bulunduğuna dair iddialar önerilmiştir [16].

Panspermi, yaşamın dünyadaki ve evrenin diğer yerlerinde kökeni üzerine yeterli bir açıklamada bulunsa da, uzun süredir çözülemeyen bir bilmece olan yaşamın evrende ilk defa tam olarak nerede ve ne zaman ortaya çıktığına değinmekte başarısız olur.[11]

3. Enformasyon ve kuantum mekaniğin abiyojenezdeki rolü

Burada tartıştığımız modellerin tümünün geçerliliği ile ilgili değiliz; sadece kuantum mekaniğin alakalı bir rol taşıyabileceği noktaları detaylandırmayı hedefliyoruz. Bu modellerden herhangi birinin fizik ve yaşam arasında geçerli bir “eksik halka” olabilmesi için, güvenilir, kararlı ve sağlam bir çoğalma geçirebilecek enformasyon taşıyan moleküllerin nasıl, içindeki şifreleyen mekanizmalarla beraber, ortaya çıktığı netleştirilmelidir.

Çoğalma ele alındığında, kristal sistemlerin çoğalmaya yatkınlığı bulunur [17,18]. Bu tür bir çoğalmanın bir örneği, dakika kristallerinin kristallerin yapısını yönetme amacıyla endüstriyel kristallizasyon süreçlerine katılmasıdır. Hem RNA hem de DNA'nın sahip olduğu omurga yapısı, yarı periyodik bir kristaldır, yani çoğalmanın görüntüsü ne bir sürprizdir ne de açıklaması zor bir fenomendir (eğer evrimsel olarak avantajlıysa). Bu moleküllerin özel olmasının sebebi, protein kodlama ve bu bilgiyi güvenilir bir şekilde yavrularına aktarma yetileridir.

Hem DNA hem de RNA'da dört tür nükleik asit bulunur, yani iki durumda da her nükleik asit 2 bit bilgiyi ifade eder. Klasik fizikte bilgi alakalı olmasa da, modern kuantum mekanikte gittikçe daha da ilgili bir hale geliyor, ve özellikle kuantum Darwinizm güçlü bir şekilde enformasyon kavramına dayanıyor. Enformasyon, fizikte, bir sembolün olasılık dışılığını hesaplayan bir niceliktir; bir sembolün gerçekleşmesi ne kadar olasılık dışıysa o kadar çok enformasyon taşır. Kuantum Darwinizm'de evren sistemlerden oluşur ve Wheeler'ın “Bit'ten Gelen” (It from Bit) yaklaşımında [19] enformasyon kuantum fiziğin temelidir. Kuantum yer çekimi en küçük uzay biriminin yaklaşık 10^{-35} 'i kadar olan Planck ölçeği konseptine işaret eder. Planck ölçeğinde fiziği açıklamada gelecek vaad eden bir teori Kuantum Çekim Döngüsü (Loop Quantum Gravity- LQG)'dir. Rovelli ve Smolin [20,21] LQG kullanarak Planck seviyesinde uzayın yapısını 3 uzaya işlenmiş grafların “dönme ağı” olarak betimler. Bu grafların enformasyonel içeriği SU(2)'nin (special unitary group- özel üniter grup) spin-1/2 gösterimine bağlanabilir [22]. Bu yaklaşımda, Planck boyutta her hacim elemanı $((10^{-35} \text{ m})^3)$ 1 bit enformasyonu kapsar, yani bir kübik metrede yaklaşık 10^{105} bit bilgi bulunur. Kuantum Darwinizm kullanarak abiyojenezin zorluğunun enformasyon üretiminin değil, spesifik ve stabil bir bilgi paketinin seçimi ve bakımı olduğu anlaşılır.

Son yüzyılın tüm bilim insanları başarısızca yaşamı yaratmaya çalıştı. Yaşamın bir tanımını yakalamak zor olsa da, yaşamın kompleks sistemlerin çok küçük bir setinde olabileceği ve çok olasılığı düşük bir olay olduğu kabul ediliyor. Bu bağlamda kuantum mekanik yardım edebilir. Kuantum süper pozisyon sayesinde, nicel bir arama aynı aramanın klasik mekanikte yapılmasından onlarca kat hızlı olabilir. Bu düşünce akışını takip edersek iki önemli engelle karşılaşırız. İlki uyumsuzluk, ikincisi ise çoğalma sisteminin (canlı bir sistem özelliği gösteren) olası çözümler havuzundan nasıl seçileceği [23]. Bu zorlukları aşma gerekliliği, yaşamın başlamış olabileceği ortamları oldukça kısıtlıyor.

4. Kuantum Darwinizm'in daha detaylı kullanımı

Yaşamın başlangıcında sistemin uyumlu kuantum sistemi bırakıp uyumsuz klasik dünyaya geçtiği bir an bulunur. Bu geçiş sistemin çevreyle etkileşimi aracılığıyla gerçekleşir, bu da kuantum Darwinizm ile incelenebilir [4]. Uyumsuzluğun önlenmesi için sistem ortamdaki yeteri süre izole tutulmalıdır [4]. Her ne kadar oda sıcaklığındaki biyolojik sistemlerde uyumlu kuantum sistemler üzerine önermeler olsa da, bunu sağlamak oldukça zordur [24] ve de erken dünyadaki yüksek sıcaklık değerlerinden dolayı böyle bir şeyin mümkün olma olasılığı düşüktür [4]. Eğer yaşam ilk bu yüksek sıcaklıklara ortaya çıktıysa, kararlılığının sıcaklıkla güçlenen bir formunu kullanmak zayıflayan bir formdan daha iyi olurdu. Eğer sistem çevreyle güçlü bir etkileşime girerse çevre durumlarının ortogonal uzayında uyumluluk artırılabilir [25]. Ancak kimya ve yaşamın başlangıcındaki reaksiyonlar açıkça elektromanyetik radyasondan etkilendiği için, sadece çok özel bir çevre sistem ve etrafındaki fotonlar arasındaki etkileşimi önleyebilir.

Kuantum Darwinizm'de uyumsuzluk süreci gereksiz bilginin çevreye yayılımı ile elde edilir, böylece tarafsızlık da birden çok bağımsız gözlemcinin çevrenin çeşitli fragmentlerinden aynı bilgiyi elde etmesiyle sağlanabilir; kuantum mekaniğin klonlamasız teorisi bir engel değildir çünkü klonlama bilinmeyen bir kuantum durum değil de en uygun olan seçilmemiş, gözlemlenebilir bir durum içerir- kuantum Darwinizm'deki yavru [26].

Daha önce de denildiği gibi, biyolojik süreçler sırasında uyumsuzluğun yeterli güçlülükle kontrol altında tutulması için iki yol vardır [8]. İlki ilgili sistemin deşifreci çevreden yarı izole olduğu taramadır. İkinci olasılık o çevrenin Hilbert uzayının içinde uyumsuzluk içermeyen alt uzayların varlığını inceler. Yani iki olasılık da çevre ve sistem arasında bir etkileşimin oluşumu ile belli durumların kararlılığının artırılmasına ortam hazırlar. Eğer bu etkileşim belli durumların sistemdeki varlığını destekliyorsa bazı koşullarda bu durumlar çevreyle etkileşim arttıkça kararlılıklarını arttıracaklardır [25].

Böyle bir çevrenin var olduğu bir senaryoda, ikinci engel ile şunu gözlemliyoruz: yaşam oluşturulduktan sonra dalga fonksiyonunu yıkacağı ve dolayısıyla çoğalan molekülleri

kitleyeceği savunulabilir [5]. Hatta, çoğalan bir tür var olunca sistemi ele geçirir [8], yani bu etapta tarafsızlığı sağlayan kuantum durum üzerine bilginin çevreyi ele geçirmesi [4,26] çoğalabilme ihtimalinin evrimsel avantajının çevreyi ele geçirmesiyle desteklenir [8]. Yaşam öncesinden yaşama Darwinci evrim, kuantum uyumluluktan çoğunluğu uyumsuz yaşam öncesi enformasyon bitlerindeki Darwinci evrime dayanır.

5. Sonuç

Kuantum Darwinizm fizikten yaşam öncesine geçişte ve de yaşam öncesinden yaşama geçişteki bit durumlarının kararlılığında önemsiz görülemeyecek bir rol oynayabilir. Yaşamın ortaya çıkabilmesi için ilk bir quantum dolanıklık durumu gerekli olabilir, bu durumda bir grup atomun olası dizilimleri üzerine nicel bir arama yapılabilir. Bu durumda beklenen sonucun elde edilebilir olması için sistem ve çevre arasındaki kısıtlamaları açıkladık. Bu kısıtlamalar yaşamın ortaya çıkması için *a priori* olası çevrelerin karakterize edilmesi için bir fonksiyon görevi görebilir. Dolayısıyla erken dünyanın yüzeyindeki çevrelerin yaşamın başlayabilmesi için gerekli kuantum dolanıklılığa sahip olmalarının nadir olduğunu ve bu çevrelerin olası karakteristik ve konumlarını belirlemenin oldukça bağlantılı bir araştırma konusu olduğunu savunduk.

Kuantum Darwinizm sistem ve çevre arasındaki bilgi transferini regüle eder ve çevrenin bilgiyi moleküller içine, örneğin DNA veya RNA olarak, kitlemesinde de önemli bir rol oynuyor olabilir.

Darwinci evrimin kuantum Darwinizm'den gelen perspektifi en uygun bilginin hayatta kalmasına dayanır. Darwinci evrimin bu konsepti biyolojik Darwinci evrim (genlerin rolü de dahil) ve Big-Bang sırasındaki uyumsuzluk sürecinin Darwinci perspektifiyle [27] ile birleştirilerek “her boyutta Darwinizm”in [27] olası varlığı güçlendirilebilir.

Teşekkürler

Lori ve Travasso FCT'ye Ciencia 2007 programı kapsamındaki finansal destekleri için teşekkür eder. Araştırma FCT projesi PTDC/SAU-BEB/100147/2008 ve CERN/FP/83510/2008 ile 7. Çerçeve N4 Ağ Kurma Aktivitesi QCDnet ile desteklenmiştir.

Referanslar

- [1] Ehrenfreund, P.; Irvine, W.; Becker, L.; Blank, J.; Brucato, J. R.; Colangeli, L.; Derenne, S.; Despois, D.; Dutrey, A.; Fraaije, H.; Lazcano, A.; Owen, T.; Robert, F.; I. S. S. 1. 1. Team (2002). "Astrophysical and astrochemical insights into the origin of life". Rep. Prog. Phys., 65, pp. 1427.
- [2] Urey, H. (1952). "On the early chemical history of the Earth and the origin of life". PN AS, 38, p. 351.
- [3] Miller, S. L. (1953). "A production of amino acids under possible primitive Earth conditions". Science, 117, p. 528.
- [4] Zurek, W. H. (2009). "Quantum Darwinism". Nature Physics, 5, (2009), pp. 181-188.
- [5] McFadden, J. (2001). Quantum Biology. New York: Norton.
- [6] http://www1.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/life_s_working_definition.html
- [7] Lori, N. F. (2009). "Relation between Contemporary Physics and Free-will: an Application of Quantum Existentialism". Mind & Matter, vol. 7 issue 1 (2009), pp. 111-129
- [8] Nowak, M. A.; Ohtsuki, H. (2008). "Prevolutionary dynamics and the origin of evolution". PN AS, 105 (2008), p. 14924.
- [9] Joyce, G. F. (2002). "The antiquity of RNA-based evolution". Nature, 418 (2002), p. 214.
- [10] Miller, S. L.; Orgel, L. E. (1974). The Origins of Life on the Earth. New Jersey: Prentice Hall.
- [11] Lal, A. K. (2008). "Origin of life". Astrophys. Space Sci., 317 (2008), p. 267.
- [12] Powner, M. W.; Gerland, B.; Sutherland, J. D. (2009). "Synthesis of activated pyrimidine ribonucleotides in prebiotically plausible conditions". Nature, 459 (2009), p. 239. Revista Portuguesa de Filosofia Vol. 66 - Fase. 4 • 2010 918 Nicolás F. Lori / Rui D. M. Travasso / Alex H. Blin
- [13] Gerday, C.; Glansdorff, N. (2007). Physiology and Biochemistry Washington: ASM Press.
- [14] Narlikar, J. V.; Lloyd, D.; Wickramasinghe, N. C.; Harris, M. J Al-Mufti, S.; Wallis, M. K.; Wainwright, M.; Rajaratnam, P.; Бры N.; Ramadurai, S.; Hoyle, F. (2003). "A balloon experiment to deter in the outer space". Astrophys. Space Sci., 285 (2003), p. 555.

- [15] Hoyle, F.; Wickramasinghe, N. C.; Al-Mufti, S.; Olavesen, A. H.; W. T. (1982). "Infrared spectroscopy over the 2.9-3.9 μ m waveband in astronomy". *Astrophys. Space Sci.*, 83 (1982), p. 405.
- [16] McKay, D. S.; Gibson Jr., E. K.; Thomas-Keprta, K. L.; Vali, H.; Clemett, S. J.; Chillier, X. D. F.; Maechling, C. R.; Zare, R. N. past life on Mars: possible relic biogenic activity in Martian meteorite Science, 273 (1996), p. 924. Kvenvolden, K. et al. (1970). "Evidence for amino acids and hydrocarbons in the Murchinson meteorite", p. 923.
- [17] Avrami, M. (1939). "Kinetics of phase change. I. General theory". *J. Chem. Phys.*, 1 (1939), p. 1103.
- [18] Herrick, J.; Jun, S.; bechhoefer, J.; Bensimon, A. (2002). "Kinetic Model of DNA Replication in Eukaryotic Organisms". *J. Mol. Biol.*, 320 (2002), p. 741.
- [19] Wheeler, J. A. (1992). In: Sakharov Memorial Lectures on Physics, Vol. 2, ed. L. Keldysh and V. Feinberg, New York: Nova Science.
- [20] Rovelli, C. and Smolin, L. (1995). "Spin Networks and Quantum Gravity". *Phys. Rev. D* 52 (1995), p. 5743 [ArXiv:gr-qc/9505006].
- [21] Rovelli, C. and Smolin, L. (1995). "Discreteness of area and volume in quantum gravity". *Nucl. Phys. B* 442 (1995), p. 593.
- [22] Zizzi, P. A. (2004). In: *The Foundations of Quantum Mechanics*, ed. C. Garola, A. Rossi, S. Sozzo. Cesena, p. 345 [ArXiv:gr-qc/0304032v2].
- [23] Davies, P. C. W. (2004). "Does quantum mechanics play a non-trivial role in life?". *Biosystems*, 78 (2004), p. 69.
- [24] Matsuno, K. (1999). "Cell motility as an entangled quantum coherence". *Biosystems*, 51 (1999), p. 15.
- [25] Bell, N. F.; Sawyer, R. F.; Volkas, R. R. (2002). "Entanglement and quantum coherence: study of two limiting cases of rapid system-bath interactions". *Phys. Rev. A*, 65 (2002), 052105.
- [26] Zurek, W. H. (2007). "Relative States and the Environment: Einselection, Environment, Quantum Darwinism and the Existential Interpretation". ArXiv:0707.2832v1 [quant-ph] (2007).
- [27] Lori, N. F.; Blin, A. H. (2010). "Application of Quantum Darwinism to Cosmic Inflation: an example of the limits imposed in Aristotelian logic by information-based approach to Gödel's incompleteness". *Foundations of Science. Special Issue of the Conference on the Evolution and Development of the Universe (EDU-2008)*. *Found. Sci.*, 15(2010), pp. 199-211.

Şiddetin Evrimsel Psikolojisi

Aaron T. Goetz

(The Evolutionary Psychology of Violence)

Orjinal metin linki: https://www.academia.edu/1077393/The_Evolutionary_Psychology_of_Violence

Bu makale, şiddetin evrimsel psikolojisi²⁴ üzerine teori ve araştırmaları gözden geçirmektedir. Öncelikli olarak, insanların evrimsel bir şiddet geçmişine sahip olduklarını gösteren kanıtları inceliyor olacağım. Ardından, şiddeti belirli koşullar altında atalarımıza fayda sağlamış olabilecek bağlama duyarlı bir strateji olarak analiz edeceğim. Sonrasında ise insanların sıkça yüzleşmek durumunda kaldıkları en yaygın iki şiddet türüne -statü çekişmeleri temelli şiddet ve yakın partner şiddeti- odaklanarak içerdikleri ilgili psikolojik mekanizmaların ana hatlarını açıklayacağım. Son olarak ise çalışmanın bağlamlardan mekanizmalara kaydırılması ile daha fazla ilerleme kaydedileceğini öneriyor olacağım.

Doğal seçim²⁵ yolu ile evrim sürecini gözlerinizin önünde görebildiğinizi hayal edin. Jenerasyonlar boyunca bireylerin sınırlı kaynaklara erişim için birbirleri ile rekabet ettiklerine şahit olduğunuzu hayal edin. Hangi strateji ve taktikler evrim yoluyla ortaya çıkabilirdi? Bahsi geçen bu deney, evrimsel robotik araştırmacılar tarafından İsviçre’de gerçekleştirildi. Floreano, Mitri, Magnenat, ve Keller (2007) hareket kabiliyeti için tank benzeri paletlere, ışığı algılamak için çok yönlü kamera ve mavi ışık yayabilen ve vücudu çevreleyen yarı saydam bir halkaya sahip robotlar tasarladılar. Bu tasarım ile takımın amaçladığı, sinyallerin nasıl üretildiği ve algılandığını gözlemleyerek iletişim sistemlerinin evrimlerini araştırmaktı. Lakin sonuçları, şeytani olarak nitelendirilebilecek bir olguyu ortaya koydu.

Robotlar, bir yiyecek kaynağı ve kırmızı ışık yayan bir zehir kaynağının bulunduğu dokuz metre karelik bir alana bırakıldı. Her iki kaynak da yakın mesafeden fark edilebilir düzeydeydiler. Robotların yiyeceklerle karşılaşmaları halinde bir performans birimi (araştırmacılar tarafından kendilerine atanan nümerik bir değer) kazanırken zehirle karşılaşmaları halinde bir performans birimi kaybedecekleri bir deney ortamı oluşturuldu. Buna ek olarak robotlar; duyu, algı ve hareketlerini belirleyen basit kodlardan oluşan 30 “genle” programlandılar. Bir nesle benzer olarak nitelendirilebilecek olan bir denemede on adet robot yiyecek aramaları için arenaya bırakıldı: yiyecek ve zehir tespit etmek için etrafta dolaşarak, yiyecek kaynaklarının etrafında uygun bir pozisyon bulmak için avantajlı hale

²⁴ Evrimsel psikoloji, insan zihninin ve davranışlarının, atalarımızın karşılaştığı evrimsel sorunlara çözüm olarak nasıl şekillendiğini araştıran bilim dalıdır.

²⁵ Doğal seçim, çevresine daha iyi uyum sağlayan bireylerin hayatta kalma ve üreme şanslarının daha yüksek olması yoluyla genetik özelliklerin kuşaktan kuşağa aktarılmasıdır.

gelmeye çalışıyor, performans birimlerini kazanıyor ve kaydediyorlardı. En iyi performansları gösteren robotların genomları (program kodları) gelecek nesil için seçilerek doğada gerçekleşenlerin gerçeğe olabildiğince yakın olacak şekilde simüle edilebilmesi amacıyla programlarında mutasyonları taklit etmesi planlanan hatalar ve cinsiyet benzeri rekombinasyonlar²⁶ eklendi.

Felona ve Meslektaşları, beş yüz nesil boyunca on robottan oluşan yüz koloninin araştırılması sonucunda oluşan davranışı raporladılar. Geçen birkaç düzinelik nesiller ardından robotların diğerlerini yiyecek kaynaklarının konumları ile ilgili bilgilendirmek için görsel sinyaller geliştirdikleri gözlemlendi. Robotların bir alt popülasyonu ise genel kesimden farklı olarak görece antisosyal²⁷ taktikler geliştirdi. Yiyeceğin tespit edilmesi halinde mavi bir ışık yaymak yerine robotların bir kısmı mavi ışığı yiyecek kaynaklarından uzak noktalarda yayarak diğer robotları başarısız olmaya mahkum bir yiyecek arayışına veya zehir kaynaklarının yanına yönlendirdi. Araştırmacılar bu davranışı yiyecek için olan rekabetin azaltılması amacı çerçevesinde geliştirilmiş yanıltıcı bir sinyal stratejisi olarak nitelendirdi. Bunun yanı sıra, araştırmacılar tarafından işbirliği içinde olan robotlarda dahi bazı robotların diğerlerini yiyecek kaynaklarından uzağa ittikleri gözlemlendi. Yanıltıcı sinyal stratejisi ve itirme teknikleri, deney süresince evrimleşen “davranışsal” strateji ve taktikler olarak nitelendirilebilir. Mühendisler, robotların “morfolojik” evrimini kısıtlamayı donanımsal olarak evrimleşmelerine izin vermiş olsalardı robotların silah geliştirmeleri dahi mümkün olabilirdi.

Her ne kadar bu biyolojik olmayan evrim simülasyonu diğer biyolojik verilerle aynı önem seviyesinde tutulmayacak olsa da, bahsi geçen bu eşsiz araştırma doğal seçilimin mevcut ortamlarda başarılı olan ancak önemsiz olarak nitelendirilebilecek olan mekanizma ve taktikleri şekillendirebileceğini gözler önüne sermektedir. Her ne kadar robotların pek çok popülasyonunda işbirliği ve prososyal davranışsal²⁸ evrimleşmiş olsa da kimi durumlarda aldatma da ortaya çıkmıştır. Lakin bu sonuç, evrim bilimciler için şaşırtıcı olmamıştır. Evrimin birincil mekanizması olarak doğal seçim, mevcut ortamda daha yüksek üreme başarısı olan alelleri²⁹ tercih eder. Seçilimin ahlaki standartlara ve ilkeler kayıtsız olması,

²⁶ Genetik materyalin iki ebeveyninden karışarak yeni genetik kombinasyonlar oluşturduğu süreçtir.

²⁷ Antisosyal davranış, toplumsal normlara aykırı, başkalarına zarar veren ve kişinin çıkarına olan davranışlardır (örneğin saldırganlık, hırsızlık).

²⁸ Başkalarına yardım etmeyi veya işbirliğini içeren, toplum yararına olan davranışlardır.

²⁹ Alel, bir genin aynı özelliği belirleyen alternatif biçimlerinden biridir. Bireylerde her genin iki aleli bulunur ve bu aleller, özelliklerin nasıl ortaya çıkacağını belirler (örneğin kahverengi ya da mavi göz rengi).

hayatta kalma ve üreme hedefleri doğrultusunda antisosyal adaptasyonların³⁰ ortaya çıkabilmesi sonucunu doğurmuştur. Antisosyal davranışlar; saldırgan, şiddet içeren, suçlu ya da diğer bireylerin zararına olmasına karşın aktöre fayda sağlayan davranışları ifade etmek için kullanılır. Antisosyal davranışlar ağırlıklı olarak doğrudan (saldırı) ya da dolaylı olarak (hırsızlık) başkalarına zarar vermeyi içerir. Saldırganlık, fiziksel veya psikolojik olarak zarar verme amacı doğrultusunda başkasına yöneltilen, sözlü ya da fiziksel olabilen olabilen bir antisosyal davranış sınıfıdır. Şiddet; bir başkasına zarar verme, yaralama ya da ölüme neden olma amacı doğrultusunda fiziksel gücün bilinçli kullanımını içerek saldırgan davranışları ifade eder. Şiddet içerek tüm davranışlar saldırgan ve saldırgan olan tüm davranışlar ise antisosyaldır. Lakin tüm antisosyal davranışsal saldırgan değildir (örneğin hırsızlık) ve tüm saldırgan davranışlar şiddet içermez (örneğin sözlü taciz) .

Bu makale, insan doğasının haklı olarak eleştirilen ancak evrimsel sürecin ürünü olan bir takım yönlerini açıklamaktadır. Makalenin birincil amacı, bazı şiddet biçimlerinin atalarımıza evrimsel açıdan ne gibi faydalar sağlamış olabileceğini anlamak; ikincil amacı ise bir takım bilgi işleme mekanizmalarının ana hatlarını çizmektir. Bu kağıdı yazarkenki amacım tüm şiddet formlarını ve şiddetin oluşumu ile sonuçlanan tüm bağlamları ele almak değil, insanların sıklıkla yüzleşmek durumunda bırakıldıkları en yaygın iki şiddet biçimi olarak statü mücadeleleri ve yakın partner şiddetine odaklanmaktır. Buna ek olarak, şiddetin ağırlıklı olarak erkekler tarafından uygulanıyor olması nedeniyle özellikle erkek şiddetine odaklanıyor olacağım.

Bu kağıtta ele alınmayan antisosyal olguların evrimsel psikolojisi üzerine tartışmaları için savaş üzerinde Tooby ve Cosmides (1988), psikopati üzerine Lalumière, Mishra ve Harris (2008), Makyavelizm üzerine Hawley (2006) ve kriminoloji üzerine Walsh'a (2006), hırsızlık üzerinde Kanazawa'ya (2008), bebek ve çocuk cinayetleri üzerine Daly ve Wilson'a (1988), tecavüz üzerine Thornhill ve Palmer'a (2004), partner tecavüzü üzerine Goetz ve Shackelford'a (2006), zorbalık üzerine Hawley'e (2003) ve kadın saldırganlığı üzerine Campbell'e (1999) bakınız.

Şiddetin Evrimsel Tarihi

İnsanların şiddet dolu geçmişi; arkeolojik kalıntılar, geleneksel toplumlar, primat³¹ kuzenlerimiz ve insan anatomisi üzerine yapılan çalışmalarda açıkça görülmektedir. Atalarımızın şiddet geçmişinin izleri kelimenin tam anlamıyla kemiklerimizde yazılıdır. Eski

³⁰ Adaptasyon, evrimsel süreçte bir organizmanın hayatta kalmasını veya üremesini artıran ve doğal seçimle şekillenen kalıtsal özelliklerdir.

³¹ Primatlar, insanları, maymunları ve lemurlar gibi türleri içeren memeli hayvanlar takımıdır. Genellikle gelişmiş beyin yapısı, ileri düzeyde sosyal davranışlar ve el kullanımıyla ayırt edilirler.

insan toplumlarının arkeolojik kazılarında çıkarılan iskelet kalıntıları, şiddet uygulayan bir saldırganın sebep olduğu yaralanmalara dair doğrudan kanıtlar sunmaktadır. Paleontologlar, arkeologlar ve antropologlar, mızrak uçları, ok uçları, baltalar ve sopalardan kaynaklanan lezyonlar ve kırıklarla dolu insan kalıntılarını kazmışlardır (Keeley, 1996; Lambert, 2002; Milner, 1999; Walker, 2001). Bu silahlar atalarımızın bedenlerine kazara saplanmamış; birileri tarafından saldırı amaçlı kullanılmışlardır.

Modern çağdaki geleneksel toplumlar, (avcı-toplayıcılar gibi) atalarımızın yaşamına benzer bir hayatı gözler önüne seriyor. Lakin bahsi geçen bu yaşantı, oldukça tehlikeli gözüküyor. Bu toplumların birçoğundaki cinayet oranları, en şiddetli Amerikan şehirlerini dahi gölgede bırakıyor (Chagnon, 1988, 1996; Hill & Hurtado, 1996; Knauff, 1987). Örneğin, Chagnon (1996), Yanomamö erkeklerinin %25'inin şiddetli bir şekilde öldüğünü belgelemiştir. Şiddetin kültürler arası yaygınlığı (medyaya erişimi olmayan modernleşmemiş kültürlerde bile), insanların şiddet içeren bir geçmişe sahip olduklarını gösteriyor.

Yakın primat akrabalarımızla yapılan karşılaştırmalı çalışmalar, şempanzelerin şiddet ve agresyonu stratejik olarak kullanarak sosyal dünyalarını yönlendirdiklerini belgelemektedir. (Muller, Kahlenberg, Thompson, & Wrangham, 2007; Wrangham & Peterson, 1996). Örneğin, tüm büyük maymun türlerinde erkekler, dişi direncini agresif bir şekilde aşmaktadır (Muller & Wrangham, 2009). İnsanlar, memelilerin büyük çoğunluğuyla benzer şekilde, belirli bağlamlarda şiddet ve agresyona başvurumaktadırlar.

Anatomik kanıtlar da insanlık tarihinde şiddet ve agresyona işaret etmektedir. Üst vücut gücü, alt vücut gücüne göre, cinsiyetler içindeki çatışmalar için oldukça önemlidir. Bu bağlamda, erkeklerin kadınlara kıyasla kollarında yaklaşık %75 daha fazla kas kütlesinin bulunduğu, üst vücut güçlerininse kadınlardan %90 daha fazla olduğu söylenebilir (Abe, Kearns, & Fukunaga, 2003; Bohannon, 1997; Lassek & Gaulin, 2009'a atıfta bulunarak). Dahası, Faurie ve Raymond (2005), solaklığın insan popülasyonlarındaki devamlılığının şiddetli çatışmalara dayandığına dair ilginç ama son derece spekülatif bir hipotez öne sürmüşlerdir. El tercihinin yüksek derecede kalıtsal olmasıyla birlikte solaklık, sağlık maliyetleriyle ilişkilendirilir (örneğin, solaklar genellikle daha küçük olup bağışıklık sistemi anormallikleri ve eksikliklerine daha duyarlıdır). Bu durum, el tercihi polimorfizminin³² neden var olduğu sorusunu gündeme getirir. Solaklığın, dövüş ve doğrudan etkileşim gerektiren sporlarda (örneğin boks, eskrim ve tenis; Grouios et al., 2000; Raymond et al., 1996) avantajlı olduğunu kabul eden Faurie ve Raymond (2005), solakların el ele mücadelede frekans bağımlı bir avantaja sahip oldukları hipotezini ortaya atmışlardır.

³² Bir popülasyon içinde genetik olarak farklı bireylerin (örneğin sağlaklık ve solaklık) aynı anda bulunması durumudur.

Solaklığın maliyetleri, şiddetli çatışmalarda solaklığın sağladığı avantajlarla dengelenmiş gibi görünmektedir; bu, daha fazla araştırma yapılmasını gerektiren ilginç bir hipotezdir.

Tek başına, bir delil hattı, insan tarihinin şiddetle damgalanmış olma olasılığını sunar, ancak arkeolojik, kültürel, karşılaştırmalı ve anatomik kanıtlar bir arada ele alındığında, türümüzün şiddetli tarih öncesini anlatan bir hikâye ortaya çıkmaktadır.,

Evrin her zaman adaptasyon anlamına gelmez

Şiddet, insanlar (özellikle erkekler) için doğal bir strateji olmuş olsa da, bu, şiddetin tüm biçimlerinin, adaptif problemleri³³ çözüp doğrudan üremeye katkıda bulunan adaptasyonlar olarak seçildiği anlamına gelmez. Lakin bu durum, şiddetin evrimin bir ürünü olmadığı anlamına da gelmemektedir. Şiddetin evrimin bir ürünü olmasına karşın bugün var olan bazı şiddet biçimleri, doğrudan seçilmemiş olabilir. Yan ürünler³⁴ de evrimin ürünleri olmakla birlikte bu özellikler, adaptif problemleri çözemeyen ve işlevsiz olan fenotip özellikler olarak nitelendirilebilir (Buss, Haselton, Shackelford, Bleske, & Wakefield, 1998; Symons, 1992). Yan ürünler ağırlıklı olarak, diğer adaptasyonlarla tesadüfen ilişkilendirilir veya onlardan üretilirler. İnsan agresyonu hakkında dürüst bir tartışma, evrimin sorumlu olduğunu kabul etmelidir, ancak bu kabul, tüm insan agresyonu biçimlerinin, doğrudan seçilmiş ve özelleşmiş evrimsel mekanizmalarla ortaya çıktığını öne sürmez. Bazı şiddet biçimleri (örneğin, üvey ebeveynin bebek öldürmesi) için kanıtlar, bu davranışın özelleşmiş psikolojik adaptasyonun ürünü olmadığını gösteren bir görüş birliği sunmaktadır. Diğer şiddet biçimleri (örneğin, eş cinayeti) için ise, özelleşmiş evrimsel psikolojik adaptasyonu ima etmek için gerekli kanıtlar ve teorilerin oldukça kısıtlı olması dolayısıyla adaptif tasarım hakkında iddialarda bulunmadan önce daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, adaptif tasarım, itme davranışını açıklamak için gerekli bir unsur olarak nitelendirilemez. Gerçekte, belirli bir davranışın özelleşmiş adaptasyonlar tarafından mı yoksa diğer adaptasyonların yan ürünü olarak mı üretildiğini belirlemek son derece zor olabilir, ancak adaptasyon iddiaları genellikle önerilen mekanizma, çapraz disiplinli çerçevelerle ve özel tasarım kanıtı göstermek için titiz hipotez testlerinden geçene kadar temkinli bir şekilde ifade edilir (Schmitt & Pilcher, 2004).

³³ Atalarımızın hayatta kalma ve üreme başarısı için çözümleri gereken çevresel veya sosyal zorluklardır.

³⁴ Yan ürün, evrimsel olarak doğrudan seçilmeyen ancak diğer adaptasyonlarla birlikte ortaya çıkan, işlevsiz ya da rastlantısal özelliklerdir.

Şiddet: Bağlama Duyarlı Bir Strateji

Şiddetin insanlar için doğal bir strateji olduğunu söylemek, insanların şiddeti rastgele kullanacağı anlamına gelmemektedir. Seri katiller, sadistler, psikopatlar ve diğer sürekli şiddet failleri, insan türünü tanımlamamaktadırlar. Bu kişilerin toplumdaki oranı son derece düşüktür (American Psychiatric Association, 1994; Hare, 1993) ve daha çok, normal bir özellik dağılımının patolojik uçlarını temsil eden istisnalardır.

Şiddetin sürekli ya da rastgele kullanımı yerine şiddet olgusu, bağlama duyarlı bir strateji olarak nitelendirilebilir. İnsan olmayan hayvanlarda şiddet ve agresyon üzerine yapılan ilk araştırmalarda, biyologlar şiddetin çözebileceği çeşitli adaptif problemleri ve şiddetin adaptif olabileceği farklı bağlamları tanımlamışlardır (örneğin, Clutton-Brock & Parker, 1995; Lorenz, 1966; Moyer, 1969; Wilson, 1975). Bu bağlamda örnek olarak E.O. Wilson (1975)'in tanımlamış olduğu sekiz farklı agresyon türünden bahsedilebilir: bölgesel, egemenlik temelli, cinsel, ebeveyn disiplinine yönelik, emzirme, moralistik, avcılık ve avdan korunma agresyonu. Şiddetin adaptif olabileceği bağlamları belirleme geleneği, günümüzde insanlarda şiddet ve agresyonu incelerken devam etmektedir (örneğin, Buss & Shackelford, 1997a; Wilson & Daly, 1985). İnsan agresyonuna dair, Buss ve Shackelford (1997a), atalarımızın sürekli karşılaştığı ve agresyonla çözülebilecek yedi adaptif problemi öne sürmüşlerdir: başkalarının kaynaklarını ele geçirmek, saldırılara karşı savunma yapmak, aynı cinsiyetten rakiplere maliyetler yüklemek, statü ve hiyerarşileri müzakere etmek, rakiplerin gelecekteki agresyonlarını caydırmak, eşi sadakatsizlikten caydırmak ve genetik olarak ilişkili olmayan çocuklar için harcanan kaynakları azaltmak.

Şiddetli statü mücadeleleriyle ilişkili evrimsel mekanizmalar

Şiddet ve saldırganlığın evrimsel psikolojik bir analizi, saldırganlığın uyumsal olabileceği bağlamları tanımlamayı gerektirdiği gibi, şiddetle ilişkili hesaplama mekanizmalarına dair hipotezlerin test edilmesini de içerir. Şiddetle ilişkili mekanizmaları aydınlatmaya yönelik çok az ampirik çalışma yapılmıştır, ancak insan davranışlarına dair bazı çalışmalar temel alınarak bazı bileşenler çıkarılabilir. Aşağıda, yalnızca üç örnek inceleyeceğim.

Wilson ve Daly (1985) ve diğerleri (örneğin, Wolfgang, 1958), cinayetlerin çoğunun statüye yönelik gerçek veya algılanan tehditler nedeniyle birbirleriyle akraba olmayan erkekler arasında meydana geldiğini belgelediler. Kriminolojik veri tabanlarında “önemsiz tartışmalar” olarak kodlanan bu olaylar, genellikle önemsiz ve küçük bir mesele üzerine başlayan tartışmalar olduğundan bu şekilde adlandırılır. Ancak, bu tartışmalar daha iyi bir

şekilde “karakter mücadeleleri”³⁵ olarak anlaşılabilir; bu terim, Goffman (1967) tarafından bir bireyin başka bir bireyin statüsünü sorguladığı veya baltaladığı durumlar için kullanılmıştır. Tartışmalar tırmanır ve şiddet patlak verir—özellikle genç, işsiz veya bekar erkekler arasında—çünkü her iki taraf da statü kaybetmemek için geri adım atmaz (Wilson & Daly, 1985). Modern ortamlarda ateşli silahların bulunması, bu tür statü çatışmalarının bazı durumlarda cinayetle sonuçlanmasına neden olur. Atalarımızın da statü anlaşmazlıklarında kullanılabilecek ölümcül silahları olduğu düşünülse de, bu tür anlaşmazlıkların çoğunun ölümcül sonuçlar doğurması pek olası değildir. Bireyin amacı, rakibini ortadan kaldırmak değil, statüsünü ve itibarını korumak (veya artırmak) idi. Yani, ölümcül olmayan yöntemlerle statü ve itibarı korumak, cinayet için özel mekanizmaları harekete geçirmeden uyum avantajları sağlayabilirdi. Ateşli silahlara kolaylıkla erişilebilen Amerikan toplumlarında bile, cinayetler yüzleşmelerin nadir sonuçlarıdır. Bu bağlamda örnek olarak, 2007 yılında, ABD’de en yüksek cinayet oranına sahip olan Detroit’te 100.000 kişi başına 46 cinayet meydana gelmiş olmasına karşın (ABD Adalet Bakanlığı, 2008) 2007’de bir Detroit sakininin öldürülme ihtimalinin %0,00046 olması verilebilir.

Wilson ve Daly’nin (1985) cinayet ve statü rekabetine dair araştırmaları, evrimleşmiş bir cinayet psikolojisini ima etmez (zaten böyle bir iddiada da bulunmamışlardır), ancak statü hiyerarşilerine ve statü tehditlerine duyarlı bir psikolojiyi ima eder. Gerçekten de, Wilson ve Daly, statü hiyerarşi müzakeresi ile ilişkili psikolojiyi tartışmışlardır. Statü farklarının olduğu bireyler arasındaki anlaşmazlıklar nadiren şiddetle sonuçlanır çünkü düşük statüli bireyler nadiren yüksek statüli bireyleri kıskırtır ve yüksek statüli bireyler, bir meydan okumayı görmezden gelerek itibar kaybına uğramaz. Ortalama bir kişi bir politikacının veya profesyonel bir sporcunun statüsüne meydan okuduğunda, bu kıskırtma genellikle görmezden gelinir. Ancak, bir politikacı başka bir politikacı hakkında kötü konuşursa veya bir profesyonel sporcu başka bir sporcuyu eleştirirse, bu tür bir kıskırtma kolayca görmezden gelinemez. Wilson ve Daly (1985), iki tarafın statü açısından eşleştiği durumlarda anlaşmazlığın tırmandığını çünkü her bir tarafın hak ettiği saygıyı görmediğini algıladığını ileri sürdüler. Statü hiyerarşi müzakeresi ve statü koruma ile ilişkili evrimsel psikolojik mekanizmalar, her bir bireyin statüye uygun olmayan davranış algısı, şiddete dönüşen bir statü koruma ve arttırma yarışını körüklediğinde antisosyal davranışlara yol açabilir.

Wilson ve Daly’nin (1997) başka bir önemli çalışması, şiddete yol açan psikolojik mekanizmaların ortaya çıktığı ek bağlamlara işaret etti. 77 Chicago mahallesindeki değişken

³⁵ Bir bireyin diğerinin sosyal statüsünü sorgulaması veya tehdit etmesiyle başlayan, genellikle şiddete dönüşebilen sosyal yüzleşmelerdir.

cinayet oranlarını analiz eden Wilson ve Daly, cinayet oranlarının en iyi göstergesinin ekonomik rekabetin yoğunluğu olduğunu belgeledi; bu da gelir eşitsizliği ile ölçüldü. Daha büyük ekonomik eşitsizliğe—yani “sahip olanlar” ile “olmayanlar” arasındaki büyük farklara—sahip mahalleler, daha az ekonomik eşitsizliğe sahip mahallelere göre önemli ölçüde daha yüksek bir cinayet oranına sahipti. Uyumla ilgili kaynakların eşit olmayan şekilde dağıtıldığı durumlarda, bu dağıtımın alt kısmındaki bireylerin şiddet içeren bir stratejiyi benimseme olasılığı daha yüksektir. Bu durumda, söz konusu psikolojik mekanizmalar, kaynak dağılımının izlenmesi ve buna dair endişeyi içermektedir. “Eşitsizliğe duyarlılık, risk kabulünü ayarlayan bir zihnin beklenen bir özelliğidir; çünkü alt kısımda olanlar, düşük riskli taktiklerin getirilerinin zayıf olduğu ve bazı ‘kazananların’ çok iyi durumda olduğu açık olduğunda, sosyal rekabet taktiklerini tırmandırmaya özellikle motive olabilirler” (Wilson & Daly, 1997, s. 1271).

Deneyssel araştırmalar da şiddetin altında yatan evrimleşmiş psikolojiye dair hipotezleri test etmiştir. Griskevicius, Tybur, Gangestad, Perea, Shapiro ve Kenrick (2009), statü ve eşleşme güdülerini manipüle ederek bunların erkekler ve kadınlardaki saldırganlık eğilimleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Statü rekabeti içeren bir senaryo (örneğin, işte bir terfi için rekabet) okuyan erkekler, aynı cinsiyetten bir bireyin üzerine içki döküp özür dilemediği bir senaryoya daha saldırgan bir şekilde yanıt verme eğilimindedir. Ayrıca, eşleşme içeren bir senaryo (örneğin, karşı cinsten çok arzu edilen biriyle bir randevuya çıkma) okuyan erkekler de önemsiz hakarete daha saldırgan yanıt vermiştir, ancak yalnızca gözlemciler diğer erkekler olduğunda. Bir eş çekme motivasyonu³⁶ söz konusu olduğunda, erkekler kadınların bulunduğu ortamlarda saldırganlıklarını azaltmıştır. Kadınlar ise farklı bir model sergilemiştir: Statü ve eşleşme güdülerini, kadınların doğrudan saldırganlığını artırmamış, ancak dolaylı saldırganlığını (örneğin, failin arkasından konuşma gibi) artırmıştır. Griskevicius ve diğerlerinin (2009) bulguları, şiddet ve saldırganlığın bağlama özgü olduğunu vurgulamış ve şiddetle ilişkili mekanizmaların rastgele değil, bunun yerine belirli çevresel bilgileri —motivasyonel durum³⁷ (statü için rekabet etme veya bir eş çekme) ve sosyal bilgiler (örneğin, tartışmanın seyircilerinin cinsiyeti gibi)— işleyip ardından şiddet davranışını etkinleştirdiğini göstermiştir.

Statü rekabetine dair şiddetle ilişkili psikolojik mimari üzerine çok sayıda teorik çalışma yapılmıştır ve artık bazıları ihtiyatlı bir şekilde önerilebilecek yakın mekanizmaları

³⁶ Bireylerin, üreme amacıyla cazip bir partner bulmaya yönelik içgüdüsel güdüsüdür.

³⁷ Bir bireyin davranışlarını yönlendiren, içsel veya dışsal güdülenme durumudur (örneğin rekabet etme ya da partner bulma isteği).

tanımlamaya başlama aşamasındayız. Örneğin, Wilson ve Daly'nin (1985, 1997) ve Griskevicius ve meslektaşlarının (2009) çalışmaları, şiddetin evrimsel psikolojisinin, statü hiyerarşilerine ve statü korumaya duyarlı sistemler, yerel çevrelerdeki kaynak dağılımını izleyen ve buna önem veren sistemler, motivasyonel durumları izleyen sistemler ve tartışmanın izleyicilerinin statüsü ve cinsiyeti gibi ilgili sosyal bilgileri işleyen sistemler dahil olmak üzere ancak bunlarla sınırlı olmayan mekanizmaları içerdiğini öne sürmektedir.

İnsanlar Arasında Yakın İlişki Şiddeti ve Cinayeti için Uzmanlaşmış Mekanizmalar Var mı?

Clutton-Brock ve Parker (1995), hayvan türleri arasında saldırganlığın genellikle, saldırganın çıkarlarına ters düşen bir davranışı tekrar etmemesi için hedeflenen bireyi caydıran bir tür ceza işlevi gördüğünü savunmuşlardır. Sosyal omurgalılar arasında saldırganlık durumlarını analiz eden Clutton-Brock ve Parker, saldırganlığın yalnızca bir bireyin hayatta kalma ve üreme ihtimalini tehdit ettiği durumlarda ortaya çıkmadığını, aynı zamanda saldırganlığın şiddetinin de bu tehdidin derecesine bağlı olarak değiştiğini belgelediler. Bu modeli insan yakın ilişkileri bağlamında ele aldığımızda, kadınlara yönelik şiddeti tetikleyen uyum tehditleri nelerdir? Kadın atalarımız, erkek atalarımızın uyumunu tekrar tekrar tehdit ederek yakın ilişki şiddeti mekanizmalarının evrilmesine neden olacak bir seçim baskısı mı oluşturdu? Tabii ki, bu perspektiften partner şiddeti tartışılırken, evrimsel bir analizin herhangi bir özelliği mazur göstermediği, onaylamadığı veya haklı çıkarmadığı vurgulanmalıdır. Evrimsel bilimler betimleyicidir, normatif değildir.

Aldatma, erkek atalarımızın karşılaştığı en ciddi uyum tehditlerinden biri olmuştur. Aldatmayla ilgili maliyetler arasında, erkeğin zamanının, çabasının ve kaynaklarının rakip bir erkeğin çocuğunu büyütmek için yanlış yönlendirilmesi, partnerini çekmek için harcadığı kaynakların kaybı ve bu durumun başkalarına duyurulması durumunda itibar kaybı sayılabilir (ör., Wilson & Daly, 1992). Bu uyum maliyetlerinin toplamı göz önüne alındığında, seçilimin aldatmayı önlemeyi ve babalık belirsizliğini azaltmayı amaçlayan stratejilerin ve taktiklerin evrilmesini nasıl teşvik ettiği açık hale gelir. Bu bağlamda, bu işlevi yerine getiren psikolojik bir adaptasyonu ele alarak başlıyoruz: cinsel kıskançlık³⁸.

Kıskançlık, değerli bir ilişkinin gerçek ya da hayali bir rakip tarafından tehdit edilmesi durumunda deneyimlenen bir duygudur ve tehdidi azaltmayı veya ortadan kaldırmayı amaçlayan durumsal tepkiler yaratır. Kıskançlık, ilişkileri koruma işlevi görür; rakiplerin

³⁸ Bir partnerin sadakatine yönelik tehdit algılandığında ortaya çıkan ve ilişkiyi korumaya yönelik davranışlara yol açan duygusal tepkidir.

ilişkiye müdahalesini caydıran ve partnerin sadakatsizlik ya da ilişkiden ayrılmasını engelleyen davranışları motive eder (Buss, Larsen, Westen & Semmelroth, 1992; Daly, Wilson & Weghorst, 1982; Symons, 1979).

Atalarımızın, partnerlerini koruma ve ilişkilerini sürdürme sorunları yaşaması, modern erkeklerin ve kadınların kıskançlık sıklığı veya yoğunluğu açısından farklılık göstermemesine neden olmuştur (Shackelford, LeBlanc & Drass, 2000; White, 1981). Ancak, iki tür kıskançlık —duygusal ve cinsel— dikkate alındığında, erkeklerin ve kadınların farklı uyum sorunları yaşadığı görülür (Buss, 2000; Symons, 1979). Kadın atalarımızın, çocuk yetiştirmek için gerekli olan babalık yatırımını güvence altına alma mücadelesi, onları partnerin duygusal sadakatsizliğine karşı daha hassas ve rahatsız olmaya yönlendiren güçlü bir seçim baskısı oluşturmuştur. Erkek atalarımızın, babalık belirsizliği sorunuyla karşı karşıya kalması ise, onları partnerlerinin cinsel sadakatsizliğine karşı daha hassas hale getiren bir seçim baskısı yaratmıştır.

Cinsel kıskançlık tek başına aldatmayı engelleyemez. Duygular, mekanizmaları koordine etmek ve nihayetinde davranışları yönlendirmek için tasarlanmıştır (Cosmides & Tooby, 2000). Cinsel kıskançlığın bir davranışsal tezahürü, partner şiddetidir (Shackelford, Goetz, Buss, Euler & Hoier, 2005). Clutton-Brock ve Parker'ın (1995) ceza işlevi tartışmasıyla uyumlu olarak, erkeklerin partner şiddetinin başlangıçta kadın sadakatsizliğini cezalandırmak ve caydırmak işlevine hizmet etmiş olabileceği düşünülebilir.

Erkeklerin partnerlerine yönelik şiddeti zaman zaman ölümcül olabilir. Erkek cinsel kıskançlığı, kültürler arasında eş cinayetinin en sık belirtilen nedenlerinden biridir (Daly & Wilson, 1988; Serran & Firestone, 2004). Ancak, partner cinayetlerinin çoğunun önceden planlandığı göz önüne alındığında, bazı araştırmacılar, belirli koşullar altında, bu tür bir cinayetin seçim tarafından üretildiğini öne sürmüşlerdir. Bu bağlamda, iki genel hipotez öne sürülmüştür: yan ürün hipotezi ve cinayet adaptasyonu hipotezi.

İnsanlar şiddet dolu bir geçmişe, şiddet içeren bir bugüne ve muhtemelen şiddet içeren bir geleceğe sahiptir. Ancak, insanları "şiddet yanlısı bir tür" olarak nitelendirmek yanlıştır ve insan doğasını anlamaya hiçbir katkı sağlamaz. Şiddet, bağlama duyarlı bir stratejidir ve belirli durumlarda ve ortamlarda uygulanır. Araştırmaların, bağlamların tanımlanmasından ziyade psikolojik mekanizmaların tanımlanmasına kaydırılması gereklidir.

Referanslar:

- Abe, T., Kearns, C.F., & Fukunaga, T. (2003). Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution in young Japanese adults. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 436-440.
- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM IV)* (4th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Bohannon, R.W. (1997). Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 26-32.
- Burkett, B.N., & Kirkpatrick, L.A. (2006). What are deal breakers in a mate: Characteristics that are intolerable in a potential mate. Paper presented at the Annual Meeting of the Human Behavior and Evolution Society, Philadelphia, PA, June 10.
- Buss, D.M., & Duntley, J.D. (1998). Evolved homicide modules. Paper presented at the Annual Meeting of the Human Behavior and Evolution Society, Davis, CA, July 10.
- Buss, D.M. (2000). *The dangerous passion*. New York: The Free Press.
- Buss, D.M. (2005). *The murderer next door*. New York: The Penguin Press.
- Buss, D.M., & Duntley, J.D. (1998). Evolved homicide modules. Paper presented at the Annual Meeting of the Human Behavior and Evolution Society, Davis, CA, July 10.
- Buss, D.M., & Duntley, J.D. (2003). Homicide: An evolutionary perspective and implications for public policy. In N. Dress (Ed.): *Violence and public policy* (pp. 115-128). Westport, CT: Greenwood Publishing Group, Inc.
- Buss, D.M., Haselton, M.G., Shackelford, T.K., Bleske, A.L., & Wakefield, J.C. (1998). Adaptations, exaptations and spandrels. *American Psychologist*, 53, 533-548.
- Buss, D.M., Larsen, R.J., Westen, D., & Semmelroth, J. (1992). Sex differences in jealousy: Evolution, physiology and psychology. *Psychological Science*, 3, 251-255.
- Buss, D.M., & Shackelford, T.K. (1997a). Human aggression in evolutionary psychological perspective. *Clinical Psychology Review*, 17, 605-619.
- Buss, D.M., & Shackelford, T.K. (1997b). From vigilance to violence: Mate retention tactics in married couples. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 346-361.
- Campbell, A. (1999). Staying alive: Evolution, culture and women's intrasexual aggression. *Behavioural and Brain Sciences*, 22, 203-252.
- Chagnon, N.A. (1988). Life histories, blood revenge and warfare in a tribal population. *Science*, 239, 985-992.
- Chagnon, N.A. (1996). Chronic problems in understanding tribal violence and warfare. In G. Bock & J. Goode (Eds.): *The genetics of criminal and antisocial behavior* (pp. 202-236). New York: Wiley
- Clutton-Brock, T.H., Parker, G.A. (1995). Punishment in animal societies. *Nature*, 373, 209-216.
- Cosmides, L., & Tooby, J. (2000). Evolutionary psychology and the emotions. In M. Lewis & J.M. Haviland-Jones (Eds.): *Handbook of emotions* (2nd ed., pp. 91-115). New York: Guilford Press.
- Daly, M., & Wilson, M. (1988). *Homicide*. Hawthorne, NY: Aldine de Gruyter.
- Daly, M., Wilson, M., & Weghorst, J. (1982). Male sexual jealousy. *Ethology and Sociobiology*, 3, 11-27.

Dobash, R.E., & Dobash, R.P. (1979). *Violence against wives*. New York: The Free Press.

Dutton, D.G. (1998). *The abusive personality*. New York: Guilford Press.

Faurie, C., & Raymond, M. (2005). Handedness, homicide and negative frequency-dependent selection. *Proceedings of the Royal Society B*, 272, 25-28.

Figueredo, A.J., & McCloskey, L.A. (1993). Sex, money and paternity: The evolution of domestic violence. *Ethology and Sociobiology*, 14, 353-379.

Floreano, D., Mitri, S., Magnenat, S., & Keller, L. (2007). Evolutionary conditions for the emergence of communication in robots. *Current Biology*, 17, 514-519.

Frieze, I.H. (1983). Investigating the causes and consequences of marital rape. *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 8, 532-553.

Gage, A.J., & Hutchinson, P.L. (2006). Power, control and intimate partner sexual violence in Haiti. *Archives of Sexual Behavior*, 35, 11-24.

Goetz, A.T., & Causey, K. (2009). Sex differences in perceptions of infidelity: Men often assume the worst. *Evolutionary Psychology*, 7, 253-263.

Goetz, A.T., & Shackelford, T.K. (2006). Sexual coercion and forced inpair copulation as sperm competition tactics in humans. *Human Nature*, 17, 265-282.

Goetz, A.T., & Shackelford, T.K. (2009). Sexual coercion in intimate relationships: A comparative analysis of the effects of women's infidelity and men's dominance and control. *Archives of Sexual Behavior*, 38, 226-234.

Goetz, A.T., Shackelford, T.K., Romero, G.A., Kaighobadi, F., & Miner, E.J. (2008). Punishment, proprietariness and paternity: Men's violence against women from an evolutionary perspective. *Aggression and Violent Behavior*, 13, 481-489.

Goetz, A.T., & Steele, K. (2009). Men's proprietary view of their romantic partners is specific to sexuality: An experimental study. Paper presented at the 3rd International Conference on The Evolution of Human Aggression: Lessons for Today's Conflicts. Salt Lake City, UT, February 27.

Goffman, E. (1967). *Interaction ritual: Essays on face-to-face behavior*. New York: Doubleday.

Griskevicius, V., Tybur, J.M., Gangestad, S.W., Perea, E.F., Shapiro, J.R., & Kenrick, D.T. (2009). Aggress to impress: Hostility as an evolved context-dependent strategy. *Journal of Personality and Social Psychology*, 96, 980-994.

Grouios, G., Tsorbatzoudis, H., Alexandris, K., & Barkoukis, V. (2000). Do left-handed competitors have an innate superiority in sports? *Perception and Motor Skills*, 90, 1273-1282.

Hare, R.D. (1993). *Without conscience: The disturbing world of the psychopaths among us*. New York, NY: Simon and Schuster.

Hawley, P.H. (2003). Prosocial and coercive configurations of resource control in early adolescence: A case for the well-adapted Machiavellian. *Merrill-Palmer Quarterly*, 49, 279-309.

Hawley, P.H. (2006). Evolution and personality: A new look at Machiavellianism. In D. Mroczek & T. Little (Eds.): *Handbook of Personality Development*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Hill, K., & Hurtado, M. (1996). *Ache life history*. Hawthorne, NY: Aldine de Gruyter.

Kaighobadi, F., Starratt, V.G., Shackelford, T.K., & Popp, D. (2008). Male mate retention mediates the relationship between female sexual infidelity and female-directed violence. *Personality and Individual*

Differences, 44, 1422-1431.

Kanazawa, S. (2008). Theft. In J. Duntley & T.K. Shackelford (Eds.): *Evolutionary forensic psychology* (pp. 160-175). Oxford: Oxford University Press.

Keeley, L.H. (1996). *War before civilization*. Oxford: Oxford University Press.

Knauff, B. (1987). Reconsidering violence in simple human societies: Homicide among the Gbusi of New Guinea. *Current Anthropology*, 28, 457-500.

Lalumière, M.L., Harris, G.T., Quinsey, V.L., & Rice, M.E. (2005). *The causes of rape*. Washington, DC: APA Press.

Lalumière, M.L., Mishra, S., & Harris, G.T. (2008). In cold blood: The evolution of psychopathy. In J. Duntley & T.K. Shackelford (Eds.): *Evolutionary forensic psychology* (pp. 176-197). Oxford: Oxford University Press.

Lambert, P.M. (2002). The archaeology of war: A North American perspective. *Journal of Archaeological Research*, 10, 207-241.

Lassek, W., & Gaulin, S. (2009). Costs and benefits of fat-free muscle mass in men: Relationship to mating success, dietary requirements and natural immunity. *Evolution and Human Behavior*, 30, 322-328.

Lorenz, K. (1966). *On aggression*. New York: Harcourt, Brace and World.

Milner, G.R. (1999). Warfare in prehistoric and early historic eastern North America. *Journal of Archaeological Research*, 7, 105-151.

Moyer, K.E. (1969). Internal impulses to aggression. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, 31, 104-114.

Muller, M.N., Kahlenberg, S.M., Thompson, M.E., & Wrangham R.W. (2007). Male coercion and the costs of promiscuous mating in chimpanzees. *Proceedings of the Royal Society B*, 274, 1009-1014.

Muller, M.N., & Wrangham, R.W. (2009). *Sexual coercion in primates and humans: An evolutionary perspective on male aggression against females*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Raymond, M., Pontier, D., Dufour, A-B, & Moller, A.P. (1996). Frequency-dependent maintenance of left handedness in humans. *Proceedings of the Royal Society B*, 263, 1627-1633.

Schmitt, D.P., & Pilcher, J.J. (2004). Evaluating evidence of psychological adaptation: How do we know one when we see one? *Psychological Science*, 15, 643-649.

Schützwohl, A., & Koch, S. (2004). Sex differences in jealousy: The recall of cues to sexual and emotional infidelity in personally more and less threatening context conditions. *Evolution and Human Behavior*, 25, 249-257.

Serran, G., & Firestone, P. (2004). Intimate partner homicide: A review of the male proprietariness and the self-defense theories. *Aggression and Violent Behavior*, 9, 1-15.

Shackelford, T.K., Buss, D.M., & Bennett, K. (2002). Forgiveness or breakup: Sex differences in responses to a partner's infidelity. *Cognition and Emotion*, 16, 299-307.

Shackelford, T.K., Goetz, A.T., Buss, D.M., Euler, H.A., & Hoier, S. (2005). When we hurt the ones we love: Predicting violence against women from men's mate retention tactics. *Personal Relationships*, 12, 447-463.

Shackelford, T.K., LeBlanc, G.J., & Drass, E. (2000). Emotional reactions to infidelity. *Cognition and Emotion*, 14, 643-659.

Starratt, V.G., Shackelford, T.K., Goetz, A.T., & McKibbin, W.F. (2009). Only if he thinks she's cheating: Perceived risk of female infidelity moderates the relationship between objective risk of female infidelity and sexual coercion. Manuscript under editorial review.

Symons, D. (1979). *The evolution of human sexuality*. New York: Oxford

Univ. Press.

Symons, D. (1992). On the use and misuse of darwinism. In J.H. Barkow, L. Cosmides & J. Tooby (Eds.): *The adapted mind: Evolutionary Psychology and the generation of culture* (pp. 137-159). Oxford, Oxford

University Press.

Thornhill, R., & Palmer, C.T. (2000). *A natural history of rape*. Cambridge, MA: MIT Press.

Tooby, J., & Cosmides, L. (1988). The evolution of war and its cognitive foundations. Institute for evolutionary studies, Technical Report 88-1.

U.S. Department of Justice, Federal Bureau of Investigations, Criminal Justice Information Services Division (2008, September). *Crime in the United States, 2007*.

Walker, P.L. (2001). A bioarchaeological perspective on the history of violence. *Annual Review of Anthropology*, 30, 573-596.

Walsh, A. (2006). Evolutionary psychology and criminal behavior. In J. Barkow (Ed.): *Missing the revolution: Darwinism for social scientists* (pp. 225-268). Oxford: Oxford University Press.

White, G.L. (1981). Some correlates of romantic jealousy. *Journal of Personality*, 49, 129-147.

Wilson, E.O. (1975). *Sociobiology: The new synthesis*. Cambridge, MA: Harvard University.

20 AARON T. GOETZ

Wilson, M., & Daly, M. (1985). Competitiveness, risk taking and violence: The young male syndrome. *Ethology and Sociobiology*, 6, 59-63.

Wilson, M., & Daly, M. (1992). The man who mistook his wife for a chattel. In J.H. Barkow, L. Cosmides & J. Tooby (Eds.): *The adapted mind* (pp. 289-322). New York: Oxford University Press.

Wilson, M., & Daly, M. (1993). An evolutionary psychological perspective on male sexual proprietariness and violence against wives. *Violence and Victims*, 8, 271-294.

Wilson, M., & Daly, M. (1996). Male sexual proprietariness and violence against women. *Current Directions in Psychological Science*, 5, 2-7.

Wilson, M., & Daly, M. (1997). Life expectancy, economic inequality, homicide and reproductive timing in Chicago neighbourhoods. *British Medical Journal*, 314, 1271-1274.

Wilson, M., & Daly, M. (1998). Lethal and nonlethal violence against wives and the evolutionary psychology of male sexual proprietariness. In R.E. Dobash & R.P. Dobash (Eds.): *Rethinking violence against women* (pp. 199-230). Sage: Thousand Oaks, CA 1998.

Wilson, M., Daly, M., & Daniele, A. (1995). Familicide: The killing of spouse and children. *Aggressive Behavior*, 21, 275-291.

Wilson, M., Johnson, H., & Daly M. (1995). Lethal and nonlethal violence against wives. *Canadian Journal of Criminology*, 37, 331-361.

Wolfgang, M.E. (1958). *Patterns in criminal homicide*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Wrangham, R.W., & Peterson, D. (1996). *Demonic males: Apes and the origins of human violence*. Boston: Houghton Mifflin.

Arz Yönlü Enflasyon ve Enflasyon Ölçümüne İlişkin Konvansiyonel Olmayan Bazı Göstergeler

Vakhtang Charaia & Vladimer Papava

(On Supply-Side Inflation and Some Unconventional Indicators for Measuring Inflation)

Orijinal Makale Linki: <https://doi.org/10.22158/IBES.V5N4P23>

Özet (Abstract)

Bu makale, COVID-19 pandemisi ve ardından Rusya'nın Ukrayna'ya karşı savaşıyla tetiklenen enflasyon sorununu analiz etmektedir. Küresel tedarik zincirlerindeki kesintiler, artan devlet harcamaları, mal arzındaki düşüş gibi farklı kanalların etkisiyle ortaya çıkan arz kaynaklı enflasyon, ekonomik toparlanma ve enflasyonla mücadele politikaları oluşturma konusunda ciddi tartışmalara yol açmıştır. Merkez bankalarının geleneksel araçlarının bu tür bir enflasyonla başa çıkmada yeterli olup olmadığı, özellikle de ithalata bağımlı, tüketici odaklı gelişmekte olan ülkeler için sorgulanmaktadır. Bu çalışmada, enflasyon sürecinin başlangıcından mevcut krizin nasıl aşılabacağına kadar olan zorluklar incelenmektedir. Ayrıca, hükümetler ve merkez bankaları için enflasyonu daha iyi anlamaya ve daha etkili politikalar geliştirmeye yönelik bazı alışılmadık makroekonomik göstergeler önerilmektedir.

Anahtar Kavramlar (Keywords)

Arz Şoku Enflasyonu, Küresel Tedarik Zinciri (Global Supply Chain), Munflasyon (Munflation), Agflasyon (Agflation), COVID-19 Pandemisi (COVID-19 Pandemic), Rusya-Ukrayna Savaşı (Russia-Ukraine War)

1. Giriş (Introduction)

COVID-19 pandemisi, küresel ölçekte yarattığı ekonomik şok etkisiyle modern makroekonomi literatüründe yeni tartışma alanları açmıştır. Pandeminin ilk aşamalarında ekonomistler tarafından ortaya atılan "koronomi" (coronomics) (de Alwis, 2020) ve "koronanomik" (coronanomics) (Eichengreen, 2020) gibi neolojizmler, sağlık krizinin ekonomik sistemler üzerindeki radikal etkilerini kavramsallaştırma çabalarının bir yansımasıdır. Papava (2020) ise bu süreci "koronomik kriz" (coronomic crisis) olarak tanımlayarak, ekonominin tıbbi gereklilikler karşısında rehin alındığı bir dönemi betimlemiştir.

Pandeminin enflasyonist etkileri bağlamında dikkat çeken bir diğer gelişme, ABD'de yaşanan fiyat istikrarsızlığının siyasi terminolojiye "Bidenflasyon" (Bidenflation) (Cassidy, 2021) olarak girmesidir. Bu olgu, enflasyonun artık sadece bir makroekonomik gösterge olarak

değil, aynı zamanda sosyo-politik bir fenomen olarak da ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Rusya'nın Ukrayna'ya karşı başlattığı savaş ve Batılı ülkelerin Rusya ile Belarus'a yönelik ekonomik yaptırımları, pandemi sonrası toparlanma sürecini sekteye uğratarak "çifte şok" (twin shocks) senaryosunu gündeme getirmiştir. Bu bağlamda, "pandexit" (pandemiden çıkış) sürecinin tamamlanamaması (Davies, 2021) ve "sanksiyonomi" (sanctionomics) (Papava, 2022a) olarak adlandırılan yeni bir ekonomik rejimin ortaya çıkışı, küresel enflasyon dinamiğini derinden etkilemiştir.

2. Arz Yönlü Enflasyonun Teorik Çerçevesi ve Küresel Etkileri³⁹

2.1. Geleneksel Enflasyon Modellerinin Yetersizliği

COVID-19 krizi, geleneksel enflasyon tahmin modellerinin geçerliliğini sorgulatmıştır. Weber (2021), pandemi döneminde 50 yıllık tarihsel verilerin bile enflasyon projeksiyonları için yetersiz kaldığını empirik olarak ortaya koymuştur. Bu durum, ekonomistler arasında politika tepkileri konusunda derin bir ayrışmaya yol açmıştır:

Monetarist Yaklaşım:⁴⁰ Kamu harcamalarının kısılması ve faiz artırımları

Keynesyen Müdahale:⁴¹ Fiyat kontrolleri ve talep yönlü teşvikler

Yapısalcı Önlemler: Tedarik zinciri çeşitlendirmesi ve stratejik rezerv oluşturma

2.2. Tedarik Zinciri⁴² Enflasyonu (Supply-Chaininflation) ve Üretim Eksikliği

Pride, Reynolds ve Vovk (2022) tarafından ortaya atılan "tedarik zinciri enflasyonu" (supply-chaininflation) kavramı, küresel üretim ağlarındaki kesintilerin yarattığı enflasyonist baskıyı açıklamaktadır. Bu olgu, Papava (2022b) tarafından "üretim eksikliği enflasyonu" (underproduction inflation) olarak teorize edilmiştir. Özellikle yarı iletkenler, kritik mineraller, farmasötik ürünler ve temel gıda maddelerindeki arz darboğazları, enflasyonun sektörel dağılımını asimetrik hale getirmiştir.

³⁹ Arz yönlü enflasyon: Üretim maliyetinin artması sonucu piyasada görülen genel fiyat artışı. Arz yönlü enflasyon, üretim faktörlerindeki değişikliklerden sonuçlanır.

⁴⁰ Monetarist yaklaşım: Merkez bankası tarafından makroekonomik dengeleri kontrol etmek için benimsenebilecek politikalardan bahseder.

⁴¹ Keynesyen Müdahale: John Keynes'in fikirlerine dayanan, ekonomide devlet müdahalesinin serbest piyasa ile birlikte yürütülmesi gerektiğini savunan görüş.

⁴² Tedarik Zinciri: Bir ürünün üretiminden müşteriye ulaşıncaya kadar hareketlerini kapsayan sistem.

2.3. Merkez Bankalarının İkilemi

Enflasyon hedeflemesi (inflation targeting) rejimini benimseyen merkez bankaları, arz şokları karşısında geleneksel para politikası araçlarının sınırlılıklarını deneyimlemiştir. Chikobava (2021) ve Cochrane (2021), faiz artırımlarının talep yönlü enflasyonu dizginlerken, arz yönlü daralmayı daha da derinleştirdiğine dikkat çekmektedir. Bu paradoks, özellikle ithalata bağımlı ekonomilerde "ithalat enflasyonu" (imported inflation) sarmalını tetiklemiştir (Stiglitz, 2008).

3. Politika Önerileri ve Alternatif Göstergeler

3.1. Üçlü Enflasyon Endeksi Sistemi

Çalışmada, geleneksel TÜFE (Tüketici Fiyat Endeksi)⁴³ ölçümlerinin eksikliklerini gidermek amacıyla üç alternatif gösterge önerilmektedir:

Gösterge	Tanım Politik Çıkarım
Agflasyon	Tarımsal ürün fiyatlarındaki değişim, Gıda güvenliği politikaları
İmflasyon	İthal ürünlerin maliyet artışları, Döviz kuru ve ticaret politikaları
Munflasyon	Temel ihtiyaçlar (gıda, ilaç, enerji) fiyat dinamiği, Sosyal koruma programları

3.2. Karmaşık Enflasyon Hedeflemesi (Complex Inflation Targeting)

Papava ve Charaia (2019) tarafından geliştirilen bu model, merkez bankalarının çoklu gösterge setleri kullanarak politika kararları almasını önermektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler için TÜFE yanında agflasyon ve imflasyon verilerinin de dikkate alınması, daha dengeli bir para politikası oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

4. Sonuç ve Küresel Perspektif

COVID-19 ve Rusya-Ukrayna savaşının tetiklediği arz şokları, küresel ekonominin "yeni normal" olarak adlandırılabilir yapısal bir dönüşüm geçirdiğini göstermektedir. Bu bağlamda:

Deglobalizasyon Eğilimi: Marin (2021b), tedarik zincirlerinin bölgeselleşmesinin enflasyon üzerinde kalıcı etkiler yaratacağını öngörmektedir.

Enerji Jeopolitiği: Montgomery (2022), Ukrayna savaşının enerji arz güvenliği politikalarını kökten değiştirdiğini vurgulamaktadır.

⁴³ Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE): Tüketicilerin belirli bir dönem içerisinde sabit bir mal ve hizmet sepeti için ödediği fiyatı ölçer. Farklı senelerde TÜFE'deki artışlardan enflasyon hesaplanır.

Gıda Güvenliği: Farrer (2022), "gıda savaşları" (food wars) olarak nitelendirilen küresel kıtlık riskine dikkat çekmektedir.

Bu çalışma, konvansiyonel olmayan enflasyon göstergelerinin politika yapım süreçlerine entegre edilmesinin, özellikle kırılgan ekonomiler için hayati önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Gelecek araştırmalar, bu göstergelerin ekonometrik modellerle test edilmesi ve politika etkinliğinin ölçülmesi üzerine odaklanmalıdır.

Ekonomik Terminoloji Sözlüğü

Stagflasyon (Stagflation): Yüksek enflasyon ile ekonomik durgunluđun aynı anda görülmesi

Maliyet İtihalı Enflasyon (Cost-Push Inflation): Üretim maliyetlerindeki artışın fiyatlar genel seviyesini yükseltmesi

Talep Çekiřli Enflasyon (Demand-Pull Inflation): Toplam talebin arzı aşması sonucu oluşan fiyat artışları

Enflasyon Hedeflemesi (Inflation Targeting): Merkez bankalarının belirli bir enflasyon oranını hedef alarak para politikası oluşturması

Referanslar

- Acemoglu, D. (2021a). The Real Inflation Risk. Project Syndicate, July 6. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/inflation-does-not-justify-derailing-recovery-for-workers-by-daron-acemoglu-2021-07>
- Acemoglu, D. (2021b). The Supply-Chain Mess. Project Syndicate, December 2. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/us-supply-chain-mess-incentives-for-offshoring-by-daron-acemoglu-2021-12>
- Barro, R. J. (2021). Pulling Up the Inflation Anchor. Project Syndicate, February 25. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/inflation-threat-us-fed-ignoring-long-term-inflation-expectations-by-robert-j-barro-2021-02>
- Bugriy, M. (2022). The Oil War: Facing EU Embargo, Russia Targeted Ukraine's Supplies. Eurasia Review, May 20, Retrieved from <https://www.eurasiareview.com/20052022-the-oil-war-facing-eu-embargo-russia-targeted-ukraines>
- Caselli, F., & Mishra, P. (2021). Inflation Scares in an Uncharted Recovery. IMF Blog, October 6. Retrieved from <https://blogs.imf.org/2021/10/06/inflation-scares-in-an-uncharted-recovery/>
- Cassidy, J. (2021). How Republicans are Distorting Inflation and Supply-Chain Problems. The New Yorker, November 15. Retrieved from <https://www.newyorker.com/news/our-columnists/inflation-and-the-great-global-logjam>
- Charaia, V., Chochia, A., & Lashkhi, M. (2021). Promoting Fintech Financing for SME in S. caucasian and Baltic States, During the COVID-19 Global Pandemic. Business, Management and Economics Engineering, 19(2), 358-372. <https://doi.org/10.3846/bmee.2021.14755>
- Charaia, V., & Lashkhi, M. (2021). SME Sector Development through Fintech in Georgia. Globalization and Business, 12, 179-185. <https://doi.org/10.35945/gb.2021.12.025>
- Charaia, V., Lashkhi, M., & Lashkhi, M. (2022). Foreign Direct Investments During the Coronomic Crisis and Armed Conflict in the Neighbourhood, Case of Georgia. Globalization & Business, 13, 51-56. <https://doi.org/10.35945/%20gb.2022.13.007>
- Charaia, V., & Papava, V. (2017). The Role of Inflation and its Targeting for Low-Income Countries (Lessons from Post-Communist Georgia). European Journal of Economic Studies, 6(2), 96-103. Retrieved from https://ejes.cherkasgu.press/journals_n/1504096069.pdf
- Charaia, V., & Papava, V. (2018). Agflation and Other Modifications of Inflation (The Cases of Georgia and Its Neighboring Countries). Annals of Agrarian Science, 16(2), 201-205, <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.04.007>
- Charaia, V., & Papava, V. (2021). Public Debt Increase Challenge Under COVID-19 Pandemic Economic Crisis in the Caucasian Countries. Journal of Contemporary Issues in Business and Government, 27(3), 18-27. Retrieved from https://www.cibgp.com/article_10671.html

Chikobava, M. (2021). Metamorphosis of the Monetary Policy of the Leading Central Banks. GFSIS Expert Opinion No. 173. Tbilisi: Georgian Foundation for Strategic and International Studies.
<https://www.gfsis.org/files/library/opinion-papers/173-expert-opinion-eng.pdf>

Cochrane, J. H. (2021). The Revenge of Supply. Project Syndicate, October 22. Retrieved from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/supply-shortages-inflation-result-of-government-policies-by-john-h-cochrane-2021-10>

Coyle, D. (2021). The Great Supply-Chain Massacre. Project Syndicate, October 15. Retrieved from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/current-supply-shocks-and-2008-global-financial-crisis-by-diane-coyle-2021-10>

Davies, H. (2021). The Economic Risks of Pandexit. Project Syndicate, September 13. Retrieved from
https://www.project-syndicate.org/commentary/post-pandemic-economic-recovery-inflation-risk-by-howard-davies-2021-09?utm_source=Project+Syndicate+Newsletter&utm_campaign=c72b1f49ee-sunday_newsletter_19_09_2021&utm_medium=email&utm_term=0_73bad5b7d8-c72b1f49ee93567601&mc_cid=c72b1f49ee&mc_eid=e9fb6cbcco

de Alwis, A. (2020). Coronomics – Plan Your Eggs and the Basket! Daily FT, February 25. Retrieved from
<http://www.ft.lk/columns/Coronomics-%E2%80%93-Plan-your-eggs-and-the-basket-/4-695109>

Derviş, K., & Strauss, S. (2020). What COVID-19 Means for International Cooperation. Project Syndicate, March 6. Retrieved from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/global-cooperation-can-prevent-next-pandemic-by-kemal-dervis-and-sebastien-strauss-2020-03?barrier=accesspaylog>

Dilanchiev, A., Aghayev, A., Rahman, M. H., Ferdaus, J., & Baghirli, A. (2021). Dynamic Analysis for Measuring the Impact of Remittance Inflows on Inflation: Evidence from Georgia. International Journal of Financial Research, 12(1), 339-347. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v12n1p339>

Eichengreen, B. (2020). Coronanomics 101. Project Syndicate, March 10. Retrieved from
https://www.project-syndicate.org/commentary/limits-macroeconomic-tools-coronavirus-pandemic-by-barry-eichengreen-2020-03?utm_source=Project+Syndicate+Newsletter&utm_campaign=cba7e1c6a1-sunday_newsletter_15_03_2020&utm_medium=email&utm_term=0_73bad5b7d8-cba7e1c6a1-93567601&mc_cid=cba7e1c6a1&mc_eid=e9fb6cbcco

El-Erian, M. A. (2021a). Taming the Stagflationary Winds. Project Syndicate, September 22. Retrieved from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/global-stagflation-risk-and-policy-response-by-mohamed-a-el-erian-2021-09>

El-Erian, M. A. (2021b). The Inflation Catch-Up Game. Project Syndicate, October 21. Retrieved from

<https://www.project-syndicate.org/commentary/us-federal-reserve-slow-inflation-response-by-mohamed-a-el-erian-2021-10>
 Farrer, M. (2022). Ukraine War has Stoked Global Food Crisis that Could Last Years, Says UN. The Guardian, May 19. Retrieved from <https://www.theguardian.com/world/2022/may/19/ukraine-war-has-stoked-global-food-crisis-that-could-last-years-says-un>
 Frankel, J. (2012). The Death of Inflation Targeting. Project Syndicate, May 12. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/the-death-of-inflation-targeting>
 Frum, D. (2022). The Food War. The Atlantic, March 8. Retrieved from <https://www.theatlantic.com/ideas/archive/2022/03/rising-food-prices-ukraine-russia-war/626967/>
 Furman, J. (2022). "Why Did Almost Nobody See Inflation Coming?." Project Syndicate, January 17. Retrieved from https://www.project-syndicate.org/commentary/2021-us-inflation-forecasting-errors-economic-models-by-jason-furman-2022-01?utm_source=Project+Syndicate+Newsletter&utm_campaign=45edd33687-covid_newsletter_01_20_2022&utm_medium=email&utm_term=0_73bad5b7d8-45edd33687-93567601&mc_cid=45edd33687&mc_eid=e9fb6cbcco
 Galbraith, J. K. (2021). Whipping Up America's Inflation Bogeyman. Project Syndicate, November 1. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/inflation-not-macroeconomic-problem-for-fed-by-james-k-galbraith-2021-11>
 Ghosh, J. (2022). The Price Increases that Matter for the Poor. Project Syndicate, January 12. Retrieved from https://www.project-syndicate.org/commentary/tackling-the-food-price-inflation-problem-by-jayati-ghosh-2022-01?utm_source=Project%20Syndicate%20Newsletter&utm_campaign=118bd24b14-covid_newsletter_01_13_2022&utm_medium=email&utm_term=0_73bad5b7d8-118bd24b14-93567601&mc_cid=118bd24b14&mc_eid=e9fb6cbcco&barrier=accesspay
 Hannon, P. (2022). Russian Invasion Scrambles Prospects for Global Economy. The Wall Street Journal, February 24. Retrieved from https://www.wsj.com/articles/russian-invasion-scrambles-prospects-for-global-economy-11645699066?st=9ios8557c819q9n&mod=WSJACQ_INT_RussiaUkraine_OPW&fbclid=IwAR3SZoS9RNiIltkol4MyGJVuQx9TjCfAN7oRS9lDTKmMR4rCli1gx5oDoDc
 James, H. (2021). Good Inflation. Project Syndicate, June 2. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/good-inflation-price-signals-can-improve-behavior-by-harold-james-2021-06>
 Krugman, P. (2022a). Inflation and the Power of Narrative. The New York Times, January 25. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2022/01/25/opinion/inflation-economy.html>

Krugman, P. (2022b). Wonking Out: Taking the 'Flation' Out of Stagflation". The New York Times, July 1. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2022/07/01/opinion/inflation-fed-stagflation-recession.html>

Krugman, P. (2022c). Wonking Out: Are We in Another Housing Bubble? The New York Times, January 28. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2022/01/28/opinion/housing-bubble-us.html>

Kung, C. (2022). Bracing for the Era of Economic Shortage. Eurasia Review, March 24. Retrieved from <https://www.eurasiareview.com/24032022-bracing-for-the-era-of-economic-shortage-analysis/>

Marin, D. (2021a). Making Supply Chains More Resilient. Project Syndicate, July 27. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/should-governments-help-to-boost-supply-chain-resilience-by-dalia-marin-2021-07>

Marin, D. (2021b). Will Deglobalization Fuel Inflation? Project Syndicate, November 2. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/deglobalization-wage-price-spiral-in-advanced-economies-by-dalia-marin-2021-11>

Montgomery, S. L. (2022). War in Ukraine is Changing Energy Geopolitics. The Conversation, March 3. Retrieved from <https://theconversation.com/war-in-ukraine-is-changing-energy-geopolitics-177903>

O'Neill, J. (2021). The Big Issues for 2022. Project Syndicate, December 9. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/financial-markets-trends-to-watch-2022-by-jim-oneill-2021-12>

Papava, V. (2020). Coronomic Crisis: When the Economy is a Hostage to Medicine. Eurasia Review, March 29. Retrieved from <https://www.eurasiareview.com/29032020-coronomic-crisis-when-the-economy-is-a-hostage-to-medicine-oped/>

Papava, V. (2021). On the Correlation Between Pandexit and Crisexit. Eurasia Review, October 7. Retrieved from <https://www.eurasiareview.com/07102021-on-the-correlation-between-pandexit-and-crisexit-oped/>

Papava, V. (2022a). On Sanctionomics. Eurasia Review, March 14. Retrieved from <https://www.eurasiareview.com/14032022-on-sanctionomics-oped/>

Papava, V. (2022b). The Underproduction Inflation: An Acute Challenge for Post-Pandemic World. Eurasia Review, February 7. Retrieved from <https://www.eurasiareview.com/07022022-the-underproduction-inflation-an-acute-challenge-for-post-pandemic-world-oped/?fbclid=IwAR1GA4IrKY8hc3No1DDsrw6fx271vinRPgYSCr4lC3L4M4P3hDPaYmVilrQA>

Papava, V., & Charaia, V. (2019). On Complex Inflation Targeting and Modified Inflation Indicators (Experience of Georgia). Finance: Theory and Practice, 23(3), 16-34,

<https://doi.org/10.26794/2587-5671-2019-23-3-16-34>
Pride, J. D., Reynolds, M. T., & Vovk I. V. (2022). Supply-Chaininflation. Glenmede, January 10.
Retrieved from
<https://www.glenmede.com/wp-content/uploads/2022/01/Investment-Strategy-Notes-01-10-22.pdf>
Reinhart, C. M., & Luckner C. G. V. (2022). The Return of Global Inflation. Project Syndicate.
Retrieved from
https://www.project-syndicate.org/commentary/return-of-global-inflation-by-carmen-reinhart-andclemens-graf-von-luckner-2022-02?utm_source=Project+Syndicate+Newsletter&utm_campaign=ed8a55c22b-sunday_newsletter_02_13_2022&utm_medium=email&utm_term=0_73bad5b7d8-ed8a55c22b-93567601&mc_cid=ed8a55c22b&mc_eid=e9fb6cbcco
Roach, S. S. (2022). The Fed Is Playing with Fire. Project Syndicate, January 24. Retrieved from
https://www.project-syndicate.org/commentary/federal-reserve-mad-scramble-to-control-inflationby-stephen-s-roach-2022-01?utm_source=Project+Syndicate+Newsletter&utm_campaign=76e2607dao-covid_newsletter_01_27_2022&utm_medium=email&utm_term=0_73bad5b7d8-76e2607dao-93567601&mc_cid=76e2607dao&mc_eid=e9fb6cbcco
Rodrik, D. (2016). Economics Rules: The Rights and Wrongs of the Dismal Science. New Yourk: W. W. Norton & Company.
Rodrik, D. (2022). “Inflation Heresies.” Project Syndicate, January 11. Retrieved from
Rogoff, K. (2021). Are Inflation Fears Justified? Project Syndicate, March 1. Retrieved from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/long-term-inflation-risks-central-banks-globalizati-on-by-kenneth-rogooff-2021-03>
Roubini, N. (2021a). Is Stagflation Coming? Project Syndicate, April 14. Retrieved from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/stagflation-threat-after-covid19-pandemic-by-nouriel-roubini-2021-04>
Roubini, N. (2021b). The Stagflation Threat Is Real. Project Syndicate, August 30. Retrieved from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/mild-stagflation-is-here-and-could-persist-or-deep-en-by-nouriel-roubini-2021-08>
Sachs, J. (2021). US Can Fight Inflation and Still ‘Build Back Better.’ CNN, November 13. Retrieved from
<https://edition.cnn.com/2021/11/13/opinions/us-can-fight-inflation-build-back-better-sachs/index.html>
Spence, M. (2021). Why Are Supply Chains Blocked? Project Syndicate, November 3. Retrieved from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/prevent-future-supply-chain-disruptions-using-ai-models-by-michael-spence-2021-11>
Spence, M. (2022a). Regime Change in the Global Economy. Project Syndicate, January 14. Retrieved from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/global-economy-regime-change-lewis-turning-poi>

nt-by-michael-spence-2022-01?utm_source=Project+Syndicate+Newsletter&utm_campaign=5eca
e9d716-sunday_newsletter_01_16_2022&utm_medium=email&utm_term=o_73bad5b7d8
-5eca9
d716-93567601&mc_cid=5eca9d716&mc_eid=e9fb6cbcco
Spence, M. (2022b). Will Russia's War Spur Trade Diversification? Project Syndicate, March
1.
Retrieved from
[https://www.project-syndicate.org/commentary/russia-ukraine-war-must-spur-europe-ene
rgy-diver
sification-by-michael-spence-2022-03](https://www.project-syndicate.org/commentary/russia-ukraine-war-must-spur-europe-energy-diversification-by-michael-spence-2022-03)
Stiglitz, J. E. (2008). The Failure of Inflation Targeting. Project Syndicate, May 6. Retrieved
from
<https://www.project-syndicate.org/commentary/the-failure-of-inflation-targeting>
Stiglitz, J. E. (2021). The Inflation Red Herring. Project Syndicate, June 7. Retrieved from
[https://www.project-syndicate.org/commentary/us-inflation-red-herring-by-joseph-e-stiglitz-2021-
06](https://www.project-syndicate.org/commentary/us-inflation-red-herring-by-joseph-e-stiglitz-2021-06)
Stiglitz, J. E. (2022a). A Balanced Response to Inflation. Project Syndicate, February 7.
Retrieved from Stiglitz, J. E. (2022b). Argentina's COVID Miracle. Project Syndicate, January
10. Retrieved from
[https://www.project-syndicate.org/commentary/argentina-covid-economic-miracle-by-jose
ph-e-sti
glitz-2022-01?utm_source=Project%20Syndicate%20Newsletter&utm_campaign=118bd24b
14-co
vid_newsletter_01_13_2022&utm_medium=email&utm_term=o_73bad5b7d8-118bd24b14
-9356
7601&mc_cid=118bd24b14&mc_eid=e9fb6cbcco&barrier=accesspay](https://www.project-syndicate.org/commentary/argentina-covid-economic-miracle-by-joseph-e-stiglitz-2022-01?utm_source=Project%20Syndicate%20Newsletter&utm_campaign=118bd24b14-co)
Weber, A. A. (2015). Rethinking Inflation Targeting. Project Syndicate, June 8. Retrieved
from
[https://www.project-syndicate.org/commentary/rethinking-inflation-targeting-price-stabilit
y-by-ax
el-weber-1-2015-06](https://www.project-syndicate.org/commentary/rethinking-inflation-targeting-price-stability-by-axel-weber-1-2015-06)
Weber, A. A. (2021). Will Inflation Make a Comeback? Project Syndicate, February 17.
Retrieved from
[https://www.project-syndicate.org/commentary/why-covid19-pandemic-could-lead-to-high
er-infla
tion-by-axel-weber-1-2021-02](https://www.project-syndicate.org/commentary/why-covid19-pandemic-could-lead-to-higher-inflation-by-axel-weber-1-2021-02)